



HAL
open science

Le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire av. n. è.

Paul Bacoup

► **To cite this version:**

Paul Bacoup. Le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire av. n. è.. Sciences de l'Homme et Société. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2022. Français. NNT: . tel-03858631

HAL Id: tel-03858631

<https://shs.hal.science/tel-03858631>

Submitted on 14 Dec 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



UNIVERSITÉ PARIS 1
PANTHÉON SORBONNE
UFR 03 Histoire de l'art et archéologie
ED 112 École doctorale d'archéologie

UMR 7041
ARSCAN
ARCHÉOLOGIES ET
SCIENCES DE L'ANTIQUITÉ
Université Paris 1 Panthéon Sorbonne
Université Paris Nanterre
CNRS - Ministère de la Culture

THÈSE DE DOCTORAT

Pour l'obtention du grade de
Docteur en archéologie de l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne

Le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire avant notre ère

Soutenue publiquement le 16 juin 2022 par

Paul Bacoup

sous la direction de Haris Procopiou et Zoï Tsirtsoni

Jury composé de :

Zeynep Eres Özdoğan, Professeure, Université technique d'Istanbul (examinatrice)

Malgorzata Grębska-Kulova, Ancienne conservatrice, Musée d'Histoire de Blagoevgrad (examinatrice)

Claire Manen, Directrice de recherche, CNRS, UMR 5608 TRACES (examinatrice)

Miquel Molist Montaña, Professeur, Université Autonome de Barcelone (rapporteur)

Haris Procopiou, Professeure, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne (directrice)

Zoï Tsirtsoni, Chargée de recherche, CNRS, UMR 7041 ArScAn (directrice)

Kenneth Wardle, Senior lecturer, Université de Birmingham (rapporteur)

Sommaire

Remerciements	11
Introduction	15
Partie 1 - Contexte de l'étude et méthodologie	
1. Cadre spatial et chronologique.....	19
1.1. <i>La zone géographique</i>	19
1.2. <i>Le climat et l'environnement</i>	21
1.3. <i>Le cadre chronologique</i>	23
2. Corpus d'étude	26
2.1. <i>Données archéologiques</i>	26
2.2. <i>Données expérimentales</i>	28
3. Les méthodes mobilisées et leurs applications antérieures dans le périmètre d'étude....	28
3.1. <i>L'étude paléobotanique du bois</i>	28
3.2. <i>L'étude technique du bois</i>	31
3.3. <i>L'expérimentation</i>	32
3.4. <i>L'étude de l'habitat néolithique dans le sud des Balkans</i>	33
4. Méthodologie et vocabulaire technique	35
4.1. <i>L'étude technique</i>	36
4.2. <i>L'étude paléobotanique</i>	38
4.3. <i>L'étude expérimentale</i>	39
4.4. <i>L'enregistrement en base de données</i>	39
Partie 2 - Étude architecturale de Dikili Tash	
Chapitre 1 – Présentation du site et du corpus étudié	45
1. Présentation du site et historique des recherches	45
2. Le corpus d'étude : les Maisons 3 et 4 (secteur 6 ; programme 2)	48
2.1. <i>Le corpus</i>	48
2.2. <i>Les spécificités de l'étude à Dikili Tash</i>	51
Chapitre 2 – La Maison 4	52
1. Les données des fouilles.....	52
2. Le matériel étudié.....	54
3. L'étude des éléments architecturaux	55
3.1. <i>Les murs gouttereaux</i>	55
3.2. <i>Le mur pignon nord</i>	69
3.3. <i>Les cloisons</i>	73
3.4. <i>Torchis sur roseau plus ou moins jointif</i>	76
3.5. <i>Les mezzanines</i>	80
4. Résultats et interprétations	85
4.1. <i>Le bois pour construire la Maison 4</i>	85
4.2. <i>Restitution architecturale et technique</i>	88

Chapitre 3 – La Maison 3	95
1. Les données des fouilles et le matériel étudié.....	95
2. L'étude du matériel.....	97
2.1. <i>Les terres à bâtir</i>	97
2.2. <i>Les types de pièces de bois</i>	99
2.3. <i>Les murs</i>	99
2.4. <i>Plancher d'étage ou toit plat</i>	103
3. Résultats et interprétation.....	109
Chapitre 4 – Synthèse des études architecturales de Dikili Tash	112
1. Synthèse technique et économique.....	112
1.1. <i>Le bois de construction</i>	112
1.2. <i>La terre à bâtir</i>	117
1.3. <i>Des bâtiments aux statuts sociaux différents ?</i>	120
 Partie 3 - Étude architecturale de Hotnitsa	
Chapitre 1 – Présentation du site	123
1. Localisation.....	123
2. Historique des recherches et stratigraphie.....	124
3. Le matériel étudié.....	126
Chapitre 2 – L'étude xylogique du matériel	130
1. Les données de terrain.....	130
2. Analyse macroscopique.....	130
3. Analyses de laboratoire.....	131
Chapitre 3 – Les études architecturales	133
1. Le locus 112/Bâtiment 20.....	133
1.1. <i>Les données de terrain</i>	133
1.2. <i>Le bois de construction : morphologie et fonction</i>	133
1.3. <i>Assembler les pièces de bois</i>	138
1.4. <i>Passer d'une pièce à l'autre</i>	138
1.5. <i>Synthèse et reconstitution architecturale</i>	139
2. Le locus 124.....	141
2.1. <i>Les données de terrain</i>	141
2.2. <i>Le bois de construction : morphologie et fonction</i>	142
2.3. <i>Interprétations techniques et architecturales</i>	144
3. Le locus 99.....	146
4. Le locus 132.....	148
4.1. <i>Les données de terrain</i>	148
4.2. <i>Le bois de construction : morphologie et fonction</i>	149
4.3. <i>Assembler les pièces de bois</i>	151
4.4. <i>Synthèse</i>	153
Chapitre 4 – Synthèse et résultats techniques et architecturaux	154

Partie 4 - Étude architecturale de Petko Karavelovo

Chapitre 1 – Présentation du site	161
1. Localisation	161
2. Historique des recherches et fouilles en cours	162
3. La stratigraphie.....	164
4. Le matériel étudié.....	164
5. Présentation des ressources végétales à proximité du site	165
Chapitre 2 – Les secteurs B et B2	167
1. Présentation : fouilles, stratigraphie et chronologie	167
2. Le Bâtiment 127	168
2.1. <i>Les données architecturales de 2013 à 2017</i>	168
2.2. <i>L'étude</i>	172
2.3. <i>Résultats et interprétation</i>	184
3. Le Bâtiment 67	187
3.1. <i>Les données architecturales jusqu'en 2017</i>	187
3.2. <i>L'étude</i>	190
3.3. <i>Résultats et interprétation</i>	202
4. Le Bâtiment 50	204
4.1. <i>Les données architecturales jusqu'en 2017</i>	204
4.2. <i>Les restes végétaux</i>	206
5. Le Bâtiment 155	206
5.1. <i>Les données architecturales jusqu'en 2017</i>	206
5.2. <i>L'étude technique et anthracologique</i>	206
Chapitre 3 – Les secteurs E et F	209
1. Présentation : fouilles, stratigraphie et chronologie	209
2. Le Bâtiment D3	210
2.1. <i>Les données de terrain</i>	210
2.2. <i>L'étude du matériel</i>	217
2.3. <i>Résultats et interprétation</i>	229
3. Le Bâtiment E10.....	231
3.1. <i>Les données de la fouille</i>	231
3.2. <i>L'étude du matériel</i>	232
4. Le Bâtiment F9.....	236
4.1. <i>Les données de terrain</i>	236
4.2. <i>Les restes végétaux</i>	236
5. Le Bâtiment E39.....	236
5.1. <i>Les données de terrain</i>	236
5.2. <i>Les restes végétaux</i>	238
6. Le Bâtiment F1	238
6.1. <i>Les données de terrain</i>	238
6.2. <i>Les restes végétaux</i>	238
7. Le Bâtiment E26.....	239
7.1. <i>Les données de terrain</i>	239
7.2. <i>Les restes végétaux</i>	241
8. Le Bâtiment E5.....	242
8.1. <i>Les données de terrain</i>	242

8.2. <i>L'étude du matériel</i>	244
8.3. <i>Résultats et interprétation</i>	257
Chapitre 4 – Le bois de construction à Petko Karavelovo : synthèse de l'étude anthracologique	261
1. Les essences et leurs propriétés.....	261
2. Quelles essences pour quelles fonctions architecturales ?	265
2.1. <i>L'omniprésence du chêne relativisée</i>	265
2.2. <i>L'utilisation de l'orme</i>	266
2.3. <i>Les baguettes de clayonnage</i>	268
2.4. <i>Les autres occurrences</i>	268
3. Une évolution dans le temps ?.....	268
4. Synthèse sur les essences utilisées dans la construction	269
Chapitre 5 - Synthèse et interprétations architecturales	270
1. Une continuité technique forte	270
1.1. <i>Les fondations des murs et des poteaux</i>	270
1.2. <i>Les types architecturaux et leurs variantes</i>	277
2. De l'architecture à la société	278
2.1. <i>S'installer à Petko Karavelovo</i>	278
2.2. <i>Vivre et construire à Petko Karavelovo</i>	281
2.3. <i>Se démarquer et vivre en communauté</i>	283
3. Conclusion.....	284
Appendice 4.1 - Les lames polies de Petko Karavelovo	285
1. Description	286
2. Quelles lames pour quels outils ?.....	288
2.1. <i>Les lames</i>	288
2.2. <i>Les outils</i>	289
3. Les modèles pour expérimenter	289
Partie 5 - Expérimenter les constructions en terre et bois	
Chapitre 1 – Mise en place du programme expérimental	293
1. Objectifs	293
1.1. <i>Objectif méthodologique</i>	293
1.2. <i>Objectif historique</i>	293
1.3. <i>Objectif médiatique</i>	294
2. Protocole, intervenants et déroulement	294
3. Les outils utilisés	296
3.1. <i>Les outils à lame en pierre</i>	297
3.2. <i>Les autres outils</i>	301
Chapitre 2 – De l'abattage à la mise en forme des pièces de bois	304
1. Objectifs et protocole	304
2. Historique de la recherche.....	305
3. Le choix des arbres.....	309
4. L'abattage à culée blanche	310
4.1. <i>À la hache</i>	311
4.2. <i>À l'herminette</i>	326
4.3. <i>Au ciseau</i>	332

4.4. Synthèse sur l'abattage.....	337
5. L'ébranchage et le tronçonnage.....	338
5.1. L'ébranchage.....	340
5.2. Le tronçonnage.....	344
5.3. Synthèse sur l'ébranchage et le tronçonnage.....	348
6. La refente.....	352
6.1. Informations générales.....	352
6.2. L'expérimentation en Sarthe.....	355
6.3. Outils et ressenti des expérimentateurs.....	362
6.4. Synthèse sur la refente de rondins.....	365
7. Synthèse sur la mise en forme des pièces de bois de construction.....	366
Chapitre 3 – Référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée.....	367
1. Objectifs et protocole scientifique.....	367
1.1. Les objectifs.....	367
1.2. Le protocole.....	368
2. Historique de la recherche.....	372
3. Construire les murs.....	375
3.1. Préparer les fondations.....	375
3.2. Mise en place des armatures végétales des murs.....	377
3.3. La terre à bâtir.....	387
3.4. Synthèse sur la construction des murs.....	406
4. Préparation de la charpente de toit et des pignons.....	412
4.1. Mises en place des poteaux faîtiers, de la faîtière et des sablières hautes.....	413
4.2. Installation des chevrons.....	415
4.3. Finition de la charpente et des pignons.....	418
4.4. Couverture végétale sommaire.....	419
5. Incendies et fouilles.....	421
5.1. Matériel archéologique dans le bâtiment.....	421
5.2. L'incendie.....	422
5.3. Aspect post-incendie.....	426
5.4. Fouille du bâtiment.....	432
5.5. Un buché à l'intérieur des murs.....	436
5.6. Synthèse et interprétation sur les incendies.....	438
6. Les fragments de terre à bâtir.....	441
6.1. Protocole de prélèvement et démontage des murs.....	441
6.2. Les fragments expérimentaux.....	444
6.3. Comparaison avec les données de construction expérimentale.....	455
7. Synthèse : comparaison du référentiel expérimental au matériel archéologique.....	459
7.1. Mur à double parement de bois discontinu.....	459
7.2. Les armatures en bois.....	460
7.3. La terre à bâtir.....	462
Chapitre 4 – Synthèse sur le programme expérimental.....	465
1. La médiation.....	465
2. L'apport méthodologique.....	465
3. Les résultats : techniques et société.....	466
3.1. Outillage, techniques et environnement.....	466
3.2. Savoir-faire, apprentissage et transmission.....	468

Appendice 5.1 - Expérience de fabrication de cordes	485
1. La récolte de l'écorce.....	486
2. Le rouissage.....	487
3. Le traitement des écorces après rouissage.....	489
4. La fabrication des cordes.....	489
Appendice 5.2 - Préparation de tenons et de mortaises	493
1. Les tenons.....	494
2. Les mortaises.....	495
Synthèse - Le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire avant notre ère	
1. Le bois de construction.....	500
2. La mise en forme du bois de construction : la chaîne opératoire.....	504
2.1. <i>Abattage, ébranchage, tronçonnage</i>	505
2.2. <i>Mise en forme</i>	507
3. Construire en bois.....	510
3.1. <i>Les techniques de fondation</i>	510
3.2. <i>Les techniques d'assemblage</i>	512
3.3. <i>Les modes d'agencement</i>	515
4. L'association avec la terre à bâtir.....	521
4.1. <i>Les terres à bâtir</i>	522
4.2. <i>L'application de la terre à bâtir</i>	524
5. Les outils pour travailler le bois d'œuvre.....	530
5.1. <i>Outils en métal</i>	530
5.2. <i>Outils en pierre</i>	531
5.3. <i>Outils en bois végétal et en matière dure d'origine animale</i>	533
6. Construire en bois : qui et quand ?.....	536
6.1. <i>Les étapes de la construction dans le temps</i>	536
6.2. <i>Un savoir-faire et des connaissances</i>	540
Conclusion et perspectives	543
Annexes	545
Table des annexes	547
Bibliographie	581
Lexique	645
Index thématique	651
Résumé	655
Abstract	657

Remerciements

La traversée de ces trois ans et demi m'a confirmé que la thèse est un travail solitaire des plus collectifs. Le résultat de ce travail n'aurait sûrement pas été à la hauteur de mes attentes sans le soutien logistique et moral de plusieurs personnes et institutions auxquelles je souhaite exprimer ma reconnaissance.

Durant sept ans, j'ai eu la chance d'être encouragé, guidé et soutenu dans tous mes projets de recherche par mes deux directrices de thèse. Je remercie sincèrement Hara Procopiou pour l'ensemble de nos échanges aussi constructifs pour ma thèse que passionnants pour ma culture personnelle. Ils m'ont fait comprendre qu'un sujet de thèse peut être abordé par de nombreux chemins. Je remercie vivement Zoï Tsirtsoni pour sa confiance, témoignée dès 2016 et le commencement de cette aventure enrichissante sur la route pour la Bulgarie où elle m'a proposé de découvrir Dikili Tash. Ses critiques, sa rigueur et ses encouragements m'ont appris à être plus exigeant dans mes argumentations et m'ont permis de fournir ce travail abouti.

La barrière de la langue ne m'a pas permis de remercier autant que je l'aurais souhaité Alexander « Sasho » Chohadzhiev qui m'a si amicalement accueilli à Hotnitsa, puis à Petko Karavelovo. Ce travail n'aurait pas pu aboutir sans sa bienveillance et sans ses réponses à mes nombreuses interrogations à toute heure du jour et de la nuit.

Je remercie particulièrement Pascal Darcque pour son accueil à Nanterre et en Grèce, sa disponibilité, sa bienveillance et ses précieux conseils. J'exprime également toute ma gratitude à Sandra Prévost-Dermarkar qui m'a d'abord guidé dans la lecture d'un matériel qui peut paraître obscur, puis d'avoir prêté une oreille attentive à mes hypothèses, même les plus farfelues. Merci d'avoir rendu de fastidieuses heures d'étude joyeuses et animées.

J'adresse mes plus sincères remerciements à Stefan Chohadzhiev, à Alexander Chohadzhiev, à Haïdo Koukouli-Chryssanthaki, à Dimitra Malamidou qui en tant que directeur et directrices des sites étudiés m'ont témoigné leur confiance en me permettant d'étudier le matériel archéologique dont ils avaient la responsabilité alors que j'entrai à peine en Master. Cette marque de confiance a été un réel moteur pour mon travail de recherche et j'espère qu'ils trouveront dans les lignes qui suivent un juste retour.

J'en profite pour remercier vivement Philippe Guillonnet, Emmanuel « Manu » Guerton et Vincent Bernard dont je n'ai pas fini de me repaître des blagues et des conseils. Notre rencontre et leurs amitiés ont changé le cours du travail que je présente ici. Ils m'ont permis

de donner une dimension réelle à des nombreuses théories abstraites et m'ont offert des points d'accostage salvateurs dans ce long fleuve peu tranquille du doctorat.

Je souhaite mentionné ici Radoslav « Rady » Boyanov qui m'a accueilli comme un frère à Belogradchik et pour tous ces moments passés ensemble, Alexandra « Aleks » Yanakieva qui m'a hébergé lorsque je résidais à Veliko Tarnovo, et Krastan « Keurky » Mitov auprès de qui j'ai tout simplement appris à fouiller. Je les remercie tous les trois de m'avoir intégré comme un membre de la famille de Petko Karavelovo. Je remercie aussi Laurence Ferland dont la présence a facilité mes débuts dans le monde de l'archéologie bulgare.

L'accueil qui m'a été réservé à Crénidès était tout aussi chaleureux et ce, grâce à Vassilis et Michalis Karavelidis que je tiens à remercier.

J'adresse mes remerciements aux membres de l'équipe de Protohistoire égéenne pour leur soutien et l'intérêt qu'ils ont manifesté pour ma recherche, en particulier Maia Pomadère, Françoise Rougement et René Treuil. Un grand merci à mes camarades doctorants et jeunes docteurs pour ces longues journées passées ensemble autour de notre table à Nanterre. Une pensée toute particulière à Sarah Georgel-Debedde et Alexandre Pinto.

Je tiens également à remercier Hélène Criaud pour toute son aide et ses conseils, souvent directs, pour nos longues heures de discussion et pour son soutien jusqu'au dernier jour de cette aventure de thèse.

Enfin, je tiens à saluer toutes les personnes qui m'ont aidé d'une façon ou d'une autre dans la réalisation de ce travail : Claire Alix, Bruno Anis, Fabien Balestra, Clotilde Bèjuge, Lucie Beneteaud, Nicolas Bermeo, Julia Bude, Alexandre Cantin, Jérémy Charpentier, Marianne Christensen, Anouck Damon, Armance Dupont-Delaleuf, Michelle Elliott, Bénédicte Fabre, Argyris Fassoulas, Aleta Guadelli, Camille Hut, Ariadni Ilioglou, Rosalie Jallot, Florence Journot, Thomas Lagane, Valentin Loescher, Clément Membrivès, Maria Ntinou, Clémence Pagnoux, Iliyan Petrakiev, Anna Rakitina, Prune Sauvageot, Antoine Scotto, Céline Tomczyk, Thomas Vadé et Russell Webb.

La réalisation de mon programme expérimental n'a été possible qu'avec le soutien financier du Collège des Écoles Doctorales de l'Université Paris 1, de l'École Doctorale 112 d'Archéologie et de la Mairie de Mézeray que je remercie sincèrement. À également été indispensable le soutien logistique apporté par l'APERA, la municipalité de Mézeray, en particulier Hervé Fontaineau (Maire) et Sandrine Malaterre, ainsi que l'association Racine et Patrimoine, notamment Bernard Gourdin. Pour leurs dons en matériau de construction et en bois de cerf, je tiens à remercier

la Boucherie Principale de Mézeray, Didier Hautreux et Cédric Bruneau, Céline et Christophe Dubus, ainsi que les familles Bacoup, Réchaux et Couturier. Pour le prêt d'outils expérimentaux, je remercie très sincèrement les locaux CNRS de l'antenne Archéorient à Jalès.

Enfin, ce travail universitaire n'aurait jamais pu éclore sans le soutien sans faille de mes proches, amis et famille.

J'adresse mes plus affectueux remerciements à Augustin Hubert, Lina Tabia et Étienne de Sauvage. Merci de m'avoir soutenu et d'avoir été présents tout au long de cette expérience. Merci à mes malins pour leur présence après autant d'année et malgré la distance : Corentin, Axel, Alexandre, Kim, Mathilde et Élise.

Merci à Arthur Denis et Quentin Lorin-Dardaillon sans qui, j'en suis sûr, les études d'archéologie aurait été bien plus tristes, parce que beaucoup trop sobres. Un merci tout particulier à Anne-Sophie Laurent. Merci à Juliette Taïeb et Clémence Bernard, amies de la première heure sur les bancs de la fac.

Enfin, vous le verrez en lisant les pages qui suivront, ce travail de doctorat a aussi été une histoire de famille. Un grand merci à mes cousins, Tom, Alexis, Marine et Nicolas pour avoir pris part à cette aventure en venant expérimenter à mes côtés, en donnant leur avis d'expert sur des questions de charpente ou en photographiant une fenêtre comblée de parpaings. Un fraternel merci à Léa et Clément pour leur soutien et leur participation au travail que je vous présente ici. Un énorme merci à mes grands-parents : Roger pour avoir partagé avec moi sa connaissance et son savoir sur le bois, Annick qui a suivi mon travail avec intérêt et me témoigne à chaque visite et à chaque appel son soutien par de petites attentions qui en disent beaucoup. Merci à Jean-Pierre pour ses brioches et ses gâteaux qui ravissent les équipes à chaque expérimentation, pour son humour et son aide indéfectible. Merci à Michèle pour sa relecture de l'intégralité du manuscrit en un temps record, pour toutes nos discussions téléphoniques lors de trajets en métro ou en bus (même en pleine nuit en Bulgarie), pour son soutien à toute épreuve.

À Mylène, merci d'être là chaque jour à mes côtés. Sa présence est pour beaucoup dans la réussite de ce travail. Merci d'avoir accepté les nuits et les week-ends de travail. Merci pour les relectures, pour les conseils, pour les encouragements.

L'ultime et non des moindres remerciements à mes parents, Aline et Frédéric. Aucun mot ne saurait qualifier ma reconnaissance pour avoir toujours cru en moi, m'avoir conseillé si justement, soutenu de façon inconditionnelle depuis le début de cette aventure. Merci tout simplement de m'avoir compris et de m'avoir aidé à réaliser mes objectifs.

Introduction

Le présent mémoire marque la fin d'un travail de thèse de trois ans et demi que j'ai mené entre septembre 2018 et février 2022 sur le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire avant notre ère. Bien connues en Europe de l'Ouest et en Grande-Bretagne, ces études ne sont pas aussi courantes dans le sud des Balkans, c'est-à-dire du Danube à la Mer Égée. C'est pourquoi mon étude prend tout son sens au sein du paysage archéologique de cette région.

J'essaierai donc au sein de ce mémoire de répondre aux différentes questions qui se posent lors de l'étude d'un tel matériau. Quels sont les facteurs qui influent sur le choix du bois comme matériau de construction ? Quelles essences sont utilisées ? Pour quelles fonctions architecturales ? Je tenterai de reconstituer la chaîne opératoire du travail du bois dans le sud des Balkans au 5^e millénaire. Quels sont les outils utilisés parmi ceux disponibles ? Quels sont les mouvements et les postures adoptés afin de réaliser les différentes étapes de travail de mise en forme du bois d'œuvre ? Je tenterai également de reconstituer la chaîne opératoire de construction des bâtiments en terre et bois caractéristique de la période et de la zone étudiées. Quelles sont les techniques de fondation ? Celles d'assemblage ? Comment sont agencées les pièces de bois des armatures de mur et de plancher ? Quelles sont les terres à bâtir utilisées ? Comment sont-elles appliquées sur les armatures en bois ? Enfin, j'essaierai de porter de nouveaux éléments sur l'organisation sociale et économique des sociétés humaines que j'étudie. Quels sont les moments de construction ? Pour quelles raisons ? Qui sont les bâtisseurs et quels sont les savoirs requis pour construire en bois ?

Si elle se fonde sur des études antérieures, il a été nécessaire de développer une méthodologie spécifique à ma recherche, en raison de son caractère largement inédit dans la région : l'analyse du bois conservé, jumelée à celle des empreintes qu'il laisse dans la terre à bâtir. Afin de rendre compte au maximum de la richesse archéologique et architecturale des sites grecs et bulgares étudiés, l'étude et l'enregistrement des données doivent être menés avec exhaustivité et minutie, tant en ce qui concerne les vestiges architecturaux, que leurs contextes de découverte. L'étude du bois de construction ne doit pas se limiter à une seule analyse technique des restes, il est nécessaire d'approcher ce matériau de manière transdisciplinaire afin d'en appréhender toutes les facettes. Ainsi, j'ai complété mon étude technique des vestiges archéologiques par des analyses anthracologiques et xylologiques des pièces de bois. J'ai également tenu à me rapprocher et à confronter mon regard d'archéologue à celui de professionnels du travail du bois : bûcherons, charpentiers, menuisiers et ébénistes. Forts de leurs conseils et de leurs

expertises et suite à plusieurs brèves enquêtes ethnographiques en Bulgarie, en Grèce et en France, j'ai mis en place un programme expérimental visant à reconstituer un petit bâtiment avec les mêmes techniques que celles restituées par mes études archéologiques et à l'incendier afin d'obtenir un référentiel de ces techniques à comparer avec les vestiges architecturaux.

Ce mémoire est présenté comme le schéma de réflexion que j'ai eu tout au long de mon doctorat. J'y pose en premier les fondements historiques, bibliographiques et méthodologiques de mon travail, puis expose les études architecturales des collections archéologiques, leurs résultats, mais également tous les questionnements qui en sont ressortis. Vient ensuite, le programme expérimental afin d'apporter des réponses à ces questions laissées en suspens ou, à défaut, afin de montrer les limites de mon analyse, de mes restitutions. En dernier lieu, je présente une synthèse actualisée sur le bois de construction dans le sud des Balkans au cours du 5^e millénaire avant notre ère.

Ce travail a reçu de nombreux soutiens scientifiques, que j'ai tenu à remercier plus en amont. Il convient tout de même de préciser que j'ai eu accès à une quantité très importante de données inédites et non publiées : le manuscrit inédit du mémoire d'habilitation à diriger des recherches du Dr. Zoï Tsirtsoni, soutenu en novembre 2021 ; le manuscrit de la monographie en préparation sur le tell de Hotnitsa du Pr. Stefan Chohadzhiev et d'Alexander Chohadzhiev ; toute la documentation non publiée, sans aucune restriction, des sites de Hotnitsa et de Petko Karavelovo. Les auteurs de ces travaux sont cités au sein de ce mémoire. Toutefois, ces données ne sont pas encore disponibles à la lecture.

Concernant les figures qui illustrent les pages suivantes, celles qui ne présentent pas de crédits ont été réalisées par mes soins, dans le cas contraire, l'auteur ou la publication d'origine sont cités avec la plus grande précision.

Partie 1

Contexte de l'étude et méthodologie

1. Cadre spatial et chronologique

1.1. La zone géographique

Le cadre géographique de mon étude s'étend de la plaine danubienne¹, au nord, à la Macédoine grecque, au sud. Il englobe donc le sud de la Roumanie actuelle, l'ensemble de la Bulgarie, le nord de la Grèce, la Macédoine du Nord et l'est de l'Albanie (**fig. 1-01**). Des exemples à titre de comparaison seront également utilisés dans l'est de la Serbie, en Turquie occidentale et dans les régions plus méridionales de la Grèce. Le choix de s'intéresser particulièrement à cette zone géographique est motivé par une relative cohérence des milieux naturels (*cf.* plus bas, § 1.2., p. 21-23) et par la relative homogénéité des manifestations culturelles dans cet espace au 5^e millénaire, notamment en matière d'architecture (*cf.* plus bas, § 3.4., p. 33).

L'aire géographique étudiée est marquée par une variabilité très importante du relief, jouant un rôle notable sur le climat et sur l'environnement dans lequel se développent les différentes sociétés humaines. La chaîne des Balkans « Stara Planina » (Pic Botev, alt. 2 376 m), et le système montagneux Rhodopes-Rila-Pirin (mont Musala, alt. 2 925 m ; mont Vihren, alt. 2 914 m ; **fig. 1-02**) sont les régions les plus hautes, agissant comme des barrières climatiques qui limitent les remontées de l'air chaud méditerranéen vers le nord et protègent les régions méridionales du froid venant des territoires septentrionaux (Todorova 2003, p. 257²). Ces hauts reliefs ainsi que le Danube alimentent en eau de grandes plaines ou des vallées, pouvant former de vastes zones marécageuses, à l'image des vallées de la Maritsa/Evros, de la Struma/Strymon, du Vardar/Axios, mais également de la plaine danubienne, sujettes aux inondations dues aux fluctuations du niveau des fleuves (Todorova 2003 ; Faugères 2008 ; Lespez 2008a, 2008b).

¹ Le Danube ne correspond pas toutefois à une barrière entre les sociétés se développant de part et d'autre (Todorova 2003, p. 257). Le choix de cette délimitation est conforté par le fait que, plus au nord, au nord-est de la Roumanie, en Moldavie ou en Ukraine, des différences culturelles sont visibles, surtout à partir de 5000 av. n. è. et la naissance de la culture trypollienne, dont l'apogée est caractérisée par les méga-sites aux phases Trypillia récentes (4100-3600 av. n. è. ; Müller *et al.* 2016, p. 8).

² Cet article de H. Todorova est une synthèse générale contenant une partie sur l'évolution climatique de la Bulgarie au cours de la Préhistoire. Il est donc issu de la compilation par l'auteure des informations publiées sur le climat.

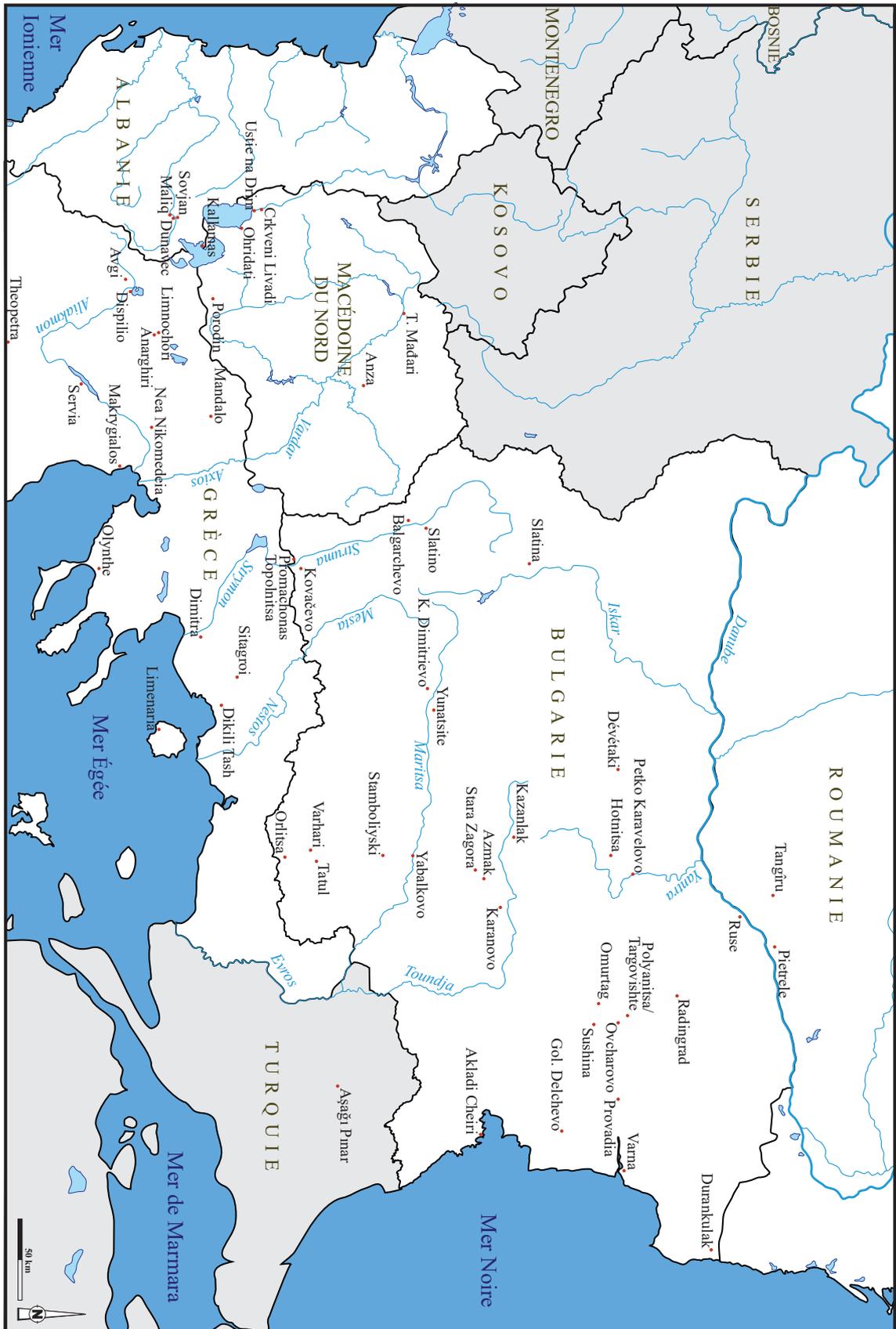


Fig. 1-01 - Zone géographique étudiée et les principaux sites cités au sein du volume.



Fig. 1-02 - Carte des reliefs, des lacs et des cours d'eau principaux du sud des Balkans.

1.2. Le climat et l'environnement³

La reconstitution du climat et de l'environnement du monde égéo-balkanique dans le passé a pris de l'importance à partir des années 1980. Les chercheurs se sont intéressés aux influences de l'environnement sur les sociétés humaines, mais aussi à l'impact des activités agro-pastorales sur l'environnement (Bottema 1982 ; Bottema *et al.* 1990 ; Lespez 2008a, 2008b ; Fouache *et al.* 2010 ; Ghilardi *et al.* 2011 ; Marinova *et al.* 2012 ; Connor *et al.* 2013 ; Glais 2017 ; Glais *et al.* 2017). Dans cette optique, des études se sont déroulées à la fois dans les sites archéologiques, mais également hors site, en se fondant sur les « archives naturelles » et les informations qu'elles offrent sur les « grands traits de l'évolution des paysages végétaux » (Lespez 2008a, p. 15).

Dans la région considérée, l'histoire du climat est de mieux en mieux connue, principalement depuis le début du Quaternaire il y a environ 2,5 millions d'années. Cette période est caractérisée par un climat doux, favorisant l'installation humaine. Elle a toutefois été le théâtre d'alternances entre phases glaciaires et interglaciaires jusqu'à environ 9700 av. n. è., c'est-à-dire jusqu'au début de l'Holocène (Todorova 2003, p. 258-259 ; Lespez 2008a, p. 16-17 et 19). À partir de ce moment, la région balkanique est, à l'instar du reste de l'Europe, soumise à un réchauffement climatique progressif qui connaît un premier optimum climatique (9600-

³ Les informations concernant le climat et l'environnement néolithique dans la zone égéo-balkanique avaient déjà fait l'objet d'une synthèse (Bacoup 2017, vol. 1, p. 20-27). Nous résumons et actualisons ici ces informations.

7000 av. n. è.) avec son apogée aux alentours de 7000 av. n. è. Les températures sont alors supérieures à celles connues aujourd'hui. Après une baisse des températures enregistrées entre 6400 à 6000 av. n. è., le début du 5^e millénaire av. n. è. est caractérisé par un deuxième optimum climatique : les températures montent jusqu'à atteindre celles d'aujourd'hui, puis elles les dépassent (Todorova 2003, p. 259).

La reconstitution des paysages arborés et de l'environnement végétal autour des sites archéologiques égéo-balkaniques a largement été favorisée et précisée grâce au développement des études archéobotaniques, sédimentologiques, palynologiques, carpologiques et anthracologiques entreprises depuis la seconde moitié du 20^e siècle. En règle générale au 5^e millénaire av. n. è., qui est la période traitée dans cette étude, la diversité arbustive est maximale. Le couvert forestier est constitué dans les plaines et les vallées de chênes à feuilles caduques en grande majorité, avec la présence plus éparse d'ormes, de tilleuls et de noisetiers, et dans les hauteurs de pins et de sapins. Cette pluralité est le résultat de la diversification des essences composant le couvert végétal qui apparaît au début du Néolithique. En effet, vers 6900-5900 av. n. è., le noisetier, le tilleul, l'orme et le frêne s'affirment dans les chênaies et le sapin en hauteur, et rejoignent les pistachiers dont la présence s'était accrue entre 8300 et 6900 av. n. è. En dernier lieu, entre 6350-3780 av. n. è., on met en évidence pour la première fois le charme oriental et le charme-houblon dans les chênaies et le hêtre dans les montagnes (Lespez 2008a, p. 19-20 ; Bottema 1994 ; Willis 1994).

Toutefois, si la présence naturelle de nombreuses espèces végétales est attestée et établie au 5^e millénaire, les populations néolithiques vont, par leurs pratiques agro-pastorales, modifier leur environnement forestier. Ce phénomène est visible dès 4900 av. n. è. (Lespez 2008a, p. 20-23 ; Marinova 2009, p. 61 ; Glais 2017, p. 416 ; Glais *et al.* 2016, p. 247-248). Il est marqué par l'ouverture du couvert forestier et le « développement d'espèces cultivées, comme les céréales, de plantes caractéristiques des espaces pâturés, comme le plantain, mais également [...] des arbres fruitiers » (Lespez 2008a, p. 20). La majeure partie des plaines égéo-balkaniques devait alors plutôt ressembler à une « mosaïque combinant des forêts claires avec des zones plus ou moins ouvertes » (Marinova 2009, p. 61).

Plus précisément, concernant les espèces arbustives susceptibles d'être employées dans la construction et présentes à proximité des sites archéologiques, on retrouve de manière assez homogène les mêmes essences d'angiospermes sur toute la zone étudiée. Une synthèse sur les espèces végétales utilisées en Grèce du Nord et en Bulgarie au cours du Néolithique est parue en 2017 (Marinova et Ntinou 2017), mais s'arrête malheureusement au début du

5^e millénaire. Si les activités agricoles ont modifié la composition des forêts, l'examen des essences arbustives citées dans les différentes publications régionales et de celles citées dans cette synthèse révèle un spectre d'essences exploitables pour la construction assez varié entre 5400 et 4300/4250 av. n. è. : le chêne⁴, le noisetier⁵, l'orme⁶, le charme⁷, l'aulne⁸, le frêne⁹, le saule¹⁰, l'érable¹¹, le hêtre¹², le cornouiller¹³, le peuplier¹⁴, le bouleau¹⁵, ainsi que le tilleul¹⁶. Concernant les gymnospermes, retrouvés principalement sur les sites de la moitié sud de la zone géographique étudiée, sont attestés le genévrier, le pin dont le pin noir et le sapin¹⁷.

1.3. Le cadre chronologique

1.3.1. La période étudiée

La période étudiée correspond aux trois premiers quarts du 5^e millénaire : de 4900 à 4300/4250 av. n. è. Cette période se présente comme l'aboutissement technique, économique et social d'une évolution tangible de la société néolithique balkanique depuis la seconde moitié du 7^e millénaire. Elle est marquée par une cohérence culturelle incontestable sur tout le territoire étudié (Todorova 2003, p. 274 et 285-286 ; Bailey 2000, p. 153-191 ; Tsirtsoni 2016a, p. 21-26 ; Tsirtsoni 2021, p. 131-137), qui est en grande partie liée à l'amplification des échanges entre les différentes régions. Les productions matérielles, mais également l'environnement architectural y sont similaires. L'économie des groupes humains est essentiellement agropastorale. Du point de vue de la production, cette période se caractérise par l'intensification du travail des métaux, à savoir du cuivre et de l'or, mais également des premiers alliages cuivreux (Zachos 2010). Après 4300-4250 av. n. è., la zone égéo-balkanique connaît de profonds changements (abandon de nombreux sites, appauvrissement général de la culture matérielle),

⁴ Renfrew 2003, p. 25 ; Popova 2009, p. 31 ; Leshtakov 2010, p. 73 ; Ntinou 2010, p. 52 ; Malamidou *et al.* 2018, p. 72.

⁵ Karkanias *et al.* 2011, p. 103.

⁶ Leshtakov 2010, p. 73 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 103 ; Giagkoulis 2019, p. 76.

⁷ *Carpinus* sp. et *Ostrya* sp. ; Popova 2009, p. 8 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 103.

⁸ Popova 2009, p. 23 ; Leshtakov 2010, p. 73 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 103.

⁹ Leshtakov 2010, p. 73 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 103 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 212 et 221.

¹⁰ Karkanias *et al.* 2011, p. 103 ; Malamidou *et al.* 2018, p. 72.

¹¹ Leshtakov 2010, p. 735 ; Ntinou 2010, p. 52 ; Giagkoulis 2019, p. 76.

¹² Karkanias *et al.* 2011, p. 103.

¹³ Leshtakov 2010, p. 73 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 103 ; Malamidou *et al.* 2018, p. 72.

¹⁴ Popova 2009, p. 8 ; Malamidou *et al.* 2018, p. 72.

¹⁵ Popova 2009, p. 24.

¹⁶ Ntinou 2010, p. 48.

¹⁷ Popova 2009, p. 2 ; Karkanias *et al.* 2011, p. 100 et 103 ; Facorellis *et al.* 2014, p. 521.

sur lesquelles nous ne nous étalerons pas, qui justifient le choix de limiter notre étude aux phases qui précèdent (Tsirtsoni 2016b, 2021, p. 137-141).

1.3.2. Terminologie

Le monde égéo-balkanique protohistorique s'est vu doté de plusieurs terminologies et découpages chronologiques au cours de l'histoire de la recherche (Coleman 1992 ; Boyadzhiev 1995 ; Andreou *et al.* 1996 ; *cf.* les synthèses Tsirtsoni 2016, p. 13-39 ; Tsirtsoni 2021, chap. 1-3). On trouve principalement deux systèmes terminologiques dominants : le système bulgare et le système grec qui connaît lui aussi différentes variantes en fonction de l'aire géographique et des chercheurs (**fig. 1-03**). Des deux côtés de la frontière, la période comprise entre 4900 et 4250 av. n. è. est perçue comme un certain aboutissement d'une évolution commencée plus de mille ans plus tôt. Les chercheurs en Grèce utilisent les expressions Néolithique Récent (II ou Ib-IIa) et Néolithique Final pour désigner ces siècles. Ceux s'intéressant à la Bulgarie ont plutôt tendance à nommer cette période le Chalcolithique, attachant plus d'importance que leurs voisins à l'intensification du travail des métaux. Cette appellation est employée de façon très marginale en Grèce et, surtout, ne renvoie pas à la même fourchette en termes de chronologie absolue. En Roumanie, en Macédoine du Nord et en Albanie, la périodisation habituellement préférée correspond à la terminologie européenne ; le 5^e millénaire est scindé en deux périodes : le Néolithique Récent (4900-4600 av. n. è.) et le Chalcolithique ancien (4600-3700 av. n. è.).

Cette différenciation terminologique porte souvent à confusion et ne facilite pas les échanges lors de la mise en place d'une étude à cheval sur plusieurs pays, comme celle présentée dans ce mémoire. La combinaison des travaux typologiques sur le matériel découvert en fouilles avec les datations absolues obtenues dans des contextes bien assurés devrait permettre de surmonter ces problèmes terminologiques. « Un nouveau schéma chronologique simplifié », permettant de s'affranchir « des appellations prétendument historiques et des logiques de découpage qu'elles impliquent » et fondé sur l'étude chronologique des sites stratifiés fouillés, a été proposée récemment (Tsirtsoni 2021, p. 109 et 131). Ce schéma divise la période entre le 7^e et le 4^e millénaires av. n. è. en 13 étapes égéo-balkaniques (EEB ; Tsirtsoni 2021, tableau hors-texte 2 ; **fig. 1-03**). La période de 4900 à 4250 av. n. è. correspond alors aux EEB 8 et 9.

Applicable sur tout le territoire égéo-balkanique et permettant des comparaisons entre les régions, cette solution nous semble la plus pratique à utiliser. Les couches archéologiques citées dans ce mémoire seront donc rattachées aux EEB plutôt qu'aux terminologies propres à chaque

Date av. n. è.	Périodisation égéenne (dominante)	Pér. égéenne Variante Sampson	Périodisation bulgare (dominante)	Périodisation égéenne-anatolienne	Périodisation européenne	EEB
6800	<i>Néolithique Initial</i>	<i>Néolithique Initial</i>		<i>Néolithique Initial (ou Ancien)</i>	<i>Mésolithique</i>	1
6500/ 6400	<i>Néolithique Ancien</i>	<i>Néolithique Ancien 1</i>		<i>Néolithique Ancien (ou Récent)</i>	<i>Néolithique Ancien</i>	2
6300/ 6200						3
6000	<i>Néolithique Moyen</i>	<i>Néolithique Ancien 2</i>	<i>Néolithique Ancien</i>	<i>Néolithique Récent (ou Chalcolithique Ancien)</i>	<i>Néolithique Ancien</i>	4
5800						5
(5600)						<i>(Chalcolithique Ancien)</i>
5500/ 5400	<i>Néolithique Récent I</i>	<i>Néolithique Récent Ia</i>	<i>Néolithique Moyen</i>		<i>Néolithique Moyen</i>	6
5300/ 5200			<i>Néolithique Récent</i>			7
4900	<i>Néolithique Récent II</i>	<i>Néolithique Récent Ib</i>	<i>Chalcolithique Ancien</i>	<i>Chalcolithique Moyen</i>	<i>Néolithique Récent</i>	8
			<i>Chalcolithique Moyen</i>			
4600	<i>(Néolithique Final ou Chalcolithique)</i>	<i>Néolithique Récent IIa</i>	<i>Chalcolithique Récent</i>		<i>Chalcolithique Ancien</i>	9
4250			<i>Chalcolithique Final ou Période de Transition</i>			10
4000						11
3700/ 3500		<i>Néolithique Récent IIb</i>	<i>Proto-Bronze</i>	<i>Chalcolithique Récent</i>	<i>Chalcolithique Moyen</i>	12
3200/ 3100	<i>Bronze Ancien I</i>	<i>Bronze Ancien I</i>	<i>Bronze Ancien I</i>			13

Fig. 1-03 - Tableau de correspondance chronologique des périodisations égéennes, bulgare, anatolienne et européenne. Correspondance au nouveau schéma des Étapes Égéo-Balkaniques (EEB) proposé par Z. Tsirtsoni. D'après Tsirtsoni 2021, tableau hors-texte 2.

pays afin de faciliter les comparaisons entre les sites étudiés. Toutefois, nous utiliserons en priorité la chronologie absolue en donnant aussi précisément que possible les dates des occupations citées. Les rattachements chronologiques réalisés à partir des affinités du matériel archéologique, sans datation absolue, seront mentionnés par des fourchettes chronologiques larges bornant les EEB. Enfin, par commodité et afin de faciliter la lecture de ce volume, le terme « Néolithique » est utilisé pour désigner la période couvrant les 7^e-4^e millénaire (6800-3200 av. n. è.).

2. Corpus d'étude

Mon étude s'est déployée sur deux types de données. Le premier correspond à des données archéologiques acquises au cours de différentes campagnes de fouilles sur des sites grecs et bulgares. Ce corpus s'est d'abord formé grâce à des opportunités. Il a ensuite été réfléchi afin d'offrir la possibilité de comparaisons directes des données entre des sites qui pourraient être véritablement contemporains. Il permet également d'étudier un système technique local en réalisant des comparaisons entre les phases d'occupation successives d'un même site archéologique sur une grande partie de la période étudiée. Les collections archéologiques étudiées sont également complémentaires, puisqu'elles m'ont permis d'étudier le bois de construction à la fois en positif (bois minéralisé et carbonisé) et en négatif (empreinte de bois dans la terre à bâtir).

Le deuxième type de données est relatif au matériel expérimental issu d'un programme d'expérimentation mis en place dans le cadre de ce travail doctoral. Les objectifs détaillés de ce programme seront développés plus bas. Il avait pour vocation de restituer de nombreuses techniques en lien avec le travail du bois afin de créer des référentiels expérimentaux nous permettant de tester les hypothèses formulées lors de l'étude du matériel archéologique.

2.1. Données archéologiques

Le corpus archéologique étudié directement correspond au matériel architectural de trois sites, deux dans le nord de la Bulgarie et un en Grèce du Nord (**fig. 1-04**). Une description détaillée et un historique des recherches de chaque site sont présentés dans les parties suivantes. Les observations réalisées sur ce matériel ont ensuite été croisées avec celles proposées sur d'autres sites (*cf.* plus bas, § 3.).

Le site de Dikili Tash est situé en Macédoine orientale près de la ville moderne de Kavala. Tell de près de 16 m de haut, il présente une stratigraphie qui s'étend de 6400 à 1100 av. n. è. (Darcque *et al.* 2020b, 2020c). Le matériel architectural étudié sur ce site correspond aux

vestiges de deux bâtiments datés vers 4300 av. n. è., soit dans l'EEB 9. Plus de 800 fragments de terre à bâtir incendiée et 1002 empreintes de pièces de bois ont été étudiés.

Le tell de Hotnitsa est situé dans la région de Veliko Tarnovo au nord de la Bulgarie. Petit tell sur les bords d'une petite rivière (Bohot), il présente une stratigraphie qui couvre les trois premiers quarts du 5^e millénaire (EEB 8 et 9 ; Chohadzhiev et Chohadzhiev 2005, à paraître). Le matériel architectural étudié correspond aux vestiges de quatre bâtiments datés entre 4600 et 4250 av. n. è. (EEB 9). Au total, 393 pièces de bois à la minéralisation particulière ont été étudiées (*cf.* plus bas, p. 130-132) et 51 échantillons ont été prélevés (49 échantillons de bois pour identification et deux échantillons de charbon pour datation).

Le tell de Petko Karavelovo est situé dans la même région. Petit tell de 4 m de haut sur les bords de la Yantra, il présente une stratigraphie couvrant une période comprise entre 5000 et 4300 av. n. è. (EEB 8 et 9 ; Chohadzhiev 2021). Le matériel architectural étudié sur ce site correspond aux vestiges de dix bâtiments datés entre 5000 et 4500 av. n. è. Près de 600 fragments de terre à bâtir incendiée, 1250 empreintes de pièces de bois, ainsi que 237 pièces de bois minéralisées, 367 pièces de bois architecturales carbonisées et 261 pièces de bois carbonisées dont l'origine exacte n'est pas identifiée ont été étudiés.



Fig. 1-04 - Carte réduite sur la Bulgarie et la Grèce du Nord avec les noms des villes modernes en italique. Localisation des sites étudiés (en rouge).

2.2. Données expérimentales

Un programme expérimental portant sur le travail du bois à l'outil en pierre et sur la construction d'un petit bâtiment inspiré de l'architecture néolithique a été entrepris. Le corpus expérimental fait l'objet d'une description détaillée dans la partie 5. Concernant le travail du bois, il se compose de 12 chênes aux diamètres allant de 4,8 à 26,8 cm (annexes¹⁸ : **fig. A-022**). Ces arbres ont été abattus, puis travaillés afin d'obtenir le bois nécessaire à la construction du bâtiment construit en torchis. Concernant la terre à bâtir, un échantillonnage a été pratiqué suite au démontage du bâtiment précédemment cité après son incendie. Au total, 70 fragments de terre à bâtir et 249 empreintes de pièces de bois ont été étudiés.

3. Les méthodes mobilisées et leurs applications antérieures dans le périmètre d'étude

Je présenterai ici les méthodes mobilisées afin d'étudier le matériel mis à ma disposition. En parallèle, je tâcherai de donner un bref historique des applications de ces méthodes dans la recherche sur le monde égéo-balkanique néolithique. L'absence de bois conservé de manière exploitable pour des études de dendrotypologie, comme celles réalisées en Europe centrale (Billamboz 2011, 2014a, 2014b), limite la reconstitution globale des principes de sylviculture suivis et/ou mis en place au 5^e millénaire av. n. è. dans le sud des Balkans. Ces méthodes ne seront donc développées plus bas. Des historiques des recherches détaillées seront présentés au début de chaque partie.

3.1. L'étude paléobotanique du bois

3.1.1. Anthracologie

L'anthracologie est l'étude « aussi bien des microparticules charbonneuses ou de plus grosses, susceptibles d'être identifiées à l'aide de critères botaniques » (Marguerie *et al.* 2010, p. 311). Les premières études des charbons de bois naissent dans les Alpes italiennes au cours du 19^e siècle (1864). En France, elles se développent à partir de la toute fin de ce siècle (Dangeard 1899). L'étude des éléments charbonneux microscopiques contenus dans le sol afin d'étudier les paléoclimats, la relation entre l'Homme et son milieu, mais aussi afin d'identifier les essences utilisées comme combustibles ou comme bois d'œuvre, ne commence

¹⁸ Les annexes se trouvent à la suite de la conclusion de ce mémoire, à partir de la page 545.

véritablement que dans les années 1940 (Iversen 1941). La première synthèse sur des analyses anthracologiques est plus tardive et est réalisée dans les années 1970 (Vernet 1972). Depuis et durant les cinquante années qui ont suivi, de nombreuses études ont porté sur la production naturelle ou anthropique du charbon, sur la détermination des bois et leur croissance avant la carbonisation ou encore sur les techniques archéologiques de prélèvement et d'étude de la matière carbonneuse (Marguerie *et al.* 2000, 2007, 2010).

Concernant le sud des Balkans aux 7^e-4^e millénaire av. n. è., les analyses anthracologiques commencent à se généraliser dès le dernier quart du 20^e siècle (Gimbutas 1976 ; Popova 1995). Elles correspondent soit à des études menées au niveau des sites (Gimbutas 1976 ; Popova 2005 ; Marinova et Thiebault 2008 ; Ntinou 2010 ; Karkanis *et al.* 2011, Malamidou *et al.* 2018), soit au niveau régional (Popova 1995, 2009, 2010 ; Marinova 2007, 2009 ; Marinova et Popova 2008). Enfin, une synthèse globale sur le sud des Balkans (Bulgarie et Grèce du Nord) a été proposée pour les 7^e et 6^e millénaires (Marinova et Ntinou 2017). Ces travaux ont permis de mettre en évidence les essences utilisées par les sociétés humaines pour différentes activités : alimentation, combustion, construction, *etc.*

3.1.2. Xylologie

La xylologie est l'étude des propriétés anatomiques du bois dans le but d'identifier les essences, mais également de comprendre les conditions de croissance des arbres (Guinier 1960). Les premiers intérêts botaniques sur les particularités de la formation et de la structure du bois datent de la deuxième moitié du 17^e siècle (Grew 1672 ; Malpighi 1675). De nombreuses études vont alors être menées à la fin du 17^e et durant les 18^e et 19^e siècles (Duhamel du Monceau 1758 ; Van Tieghem 1891), notamment avec la partition de forestiers qui définissent les caractères distinctifs macroscopiques des essences de bois les plus connues (Mathieu 1855, 1858). Au 20^e siècle, ce sont les découvertes de nouvelles espèces dans les forêts tropicales qui attirent à nouveau les botanistes vers la xylologie. Ils commencent alors à s'intéresser aux propriétés mécaniques du bois et à ses emplois potentiels (Lecomte 1922, 1923, 1925).

En archéologie, des études xylologiques ne peuvent être entreprises que lorsque des conditions de conservation particulières du matériau bois sont réunies (Charrié-Duhaut *et al.* 2020). Ces conditions sont les suivantes : contexte froid/gelé (Alix 2001 ; Debaine-Francfort et Idriss 2001 par exemple), contexte chaud/désertique (Rutschowskaya 1990 ; Lintz et Coudert 2013 par exemple) et contexte humide et anaérobie (Pétrequin 1989, 1997 ; Billamboz 2014a par exemple).

Dans le sud des Balkans au Néolithique, de telles conditions ne sont pas courantes et les exemples de sites présentant des vestiges en bois imbibés sont peu nombreux. De tels vestiges ligneux ont été découverts dans des couches essentiellement datées ou attribuées à la période entre 5500/5400-4000 av. n. è. (EEB 6-10).

En Grèce, l'étude xylologique la plus importante est celle menée sur le matériel du site de Dispilio (phase lacustre datée entre 5500/5400-5300/5200 ; EEB 6 ; Chourmouziadis 2002 ; Facorellis *et al.* 2014, table 1 ; Tsirtsoni 2021, tableau hors-texte 2 ; Voulgari *et al.* 2022). Cette étude reste pour l'instant la référence par excellence pour le Néolithique égéo-balkanique (Chatzitoulousis 2008a, 2008b). Dans le cadre d'un vaste programme d'archéologie préventive en cours depuis une quinzaine d'année dans la région d'Amindeon, une cinquantaine de sites dont plusieurs présentent des occupations palafittes datées du 5^e millénaire a été découverte (Chrysostomou *et al.* 2015 ; Giagkoulis 2020, p. 137-138 ; Naumov 2020a, p. 115 et 117). Les publications portent surtout, pour le moment, sur l'analyse de la répartition spatiale des vestiges (Chrysostomou et Giagkoulis 2018). Quelques analyses xylologiques ont toutefois été menées, par exemple sur le matériel architectural du site d'Anarghiri IXb où sont attestés des niveaux d'occupation datés entre 5500 et 4300 av. n. è. (EEB 6-9¹⁹ ; Giagkoulis 2019, p. 26-27, 2020, p. 131).

En Bulgarie, aucun habitat palafitte n'est encore attesté avec certitude (Naumov 2020a, p. 122). Toutefois, du bois imbibé a été découvert sur le site d'Akladi Cheiri (4900-4600 av. n. è. ; EEB 8), situé sur la côte de la mer Noire, entre les baies de Burgas et de Sozopol. Dans les couches de remblais d'un puits, mis au jour lors de fouilles de sauvetage en 2008-2009, plusieurs pièces de bois ont pu être prélevées, permettant l'identification de nombreuses essences (Leshtakov 2010, p. 735).

En Albanie, le site majeur ayant livré du bois imbibé est l'habitat lacustre de Sovjan. Toutefois, la majorité des vestiges connus sont datés du Bronze Ancien et Moyen (Léra *et al.* 1994²⁰ ; Maczkowski *et al.* 2021). Seuls quelques rares restes plus anciens, issus de la couche 11 du site, sont datés entre 6000 et 5600 av. n. è. (EEB 4-5 ; Léra et Touchais 2003, p. 602-603 et 606-607 ; Oberweiler *et al.* 2020, tableaux 1 et 3). Deux autres sites albanais témoignent d'au moins une phase de constructions palafittiques, dont les pieux ont été découverts : la

¹⁹ Un autre niveau, Anarghiri IXb 5, est daté entre 2800 et 2500 av. n. è., soit du Bronze Ancien avancé (Giagkoulis 2019, p. 27).

²⁰ Rapports préliminaires dans le BCH de 1994 sur les premières fouilles de 1993, puis tous les ans depuis par P. Léra, F. Prendi, G. Touchais et/ou C. Oberweiler et leurs collaborateurs. Cf. aussi les rapports préliminaires dans le *BAEFE* (<https://journals.openedition.org/bacfe/>).

phase I du site de Dunavec (attribuée par l'étude du matériel à la phase entre 5500/5400-5300/5200 av. n. è. ; l'EEB 6 ; Korkuti 1975, p. 396, 1995) et la phase IIa du site de Maliq (datée entre 4600 et 4000 av. n. è., EEB 9-10 ; Prendi 1966, p. 257 ; Guilaine et Prendi 1991, p. 575). Enfin, le site de Kallamas (dont les couches sont datées entre 5400 et 4500 av. n. è. ; EEB 6 à 8), récemment découvert et fouillé entre 2008 et 2011, ne semble pas avoir livré de vestiges de construction en bois. Situé sur la rive du lac de la Grande Prespa, sa topographie semble plutôt correspondre à une petite colline qui surplombait le lac (Léra *et al.* 2009, 2010, 2012-13, 2020 ; Oberweiler *et al.* 2020²¹).

Enfin, en Macédoine du Nord, trois sites ont livré des vestiges en bois liés à un habitat lacustre sur pilotis : Ustie na Drim, attribuée au 5^e millénaire (Koco 1951 ; Garašanin *et al.* 1971 ; Kuzman 2013, Naumov 2016, 2020b, p. 126), Crkveni Livadi, avec des occupations palafittes dès le début du 5^e millénaire²² (Kuzman 2013 ; Naumov 2016, 2020a, p. 121, 2020b, p. 127) et Ohridati, où la couche contenant les pieux a été datée entre 5620 et 5370 av. n. è. (EEB 5-6 ; Westphal *et al.* 2011, p. 89 ; Kuzman 2013 ; Naumov 2020a, p. 120).

3.2. L'étude technique du bois

D'un point de vue général en Europe, l'étude technique du bois d'œuvre pour les périodes préhistoriques est principalement réalisée lorsque le matériau est conservé (Billamboz 1982 ; Coles et Lawson 1987 ; Pétrequin 1988, 1989, 1997 ; Giligny 2005 ; Bocquet 2010 ; Tegel *et al.* 2012 par exemple). Dans notre zone d'étude au Néolithique, seule l'étude réalisée sur le site de Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, 2008b) est comparable à celles menées dans le reste de l'Europe. Quelques informations techniques sont également présentes sur le site lacustre d'Anarghiri IXb (Giagkoulis 2019, 2020) et sur celui d'Ohridati (Westphal *et al.* 2011, p. 87-89). Pour une phase plus ancienne, attribuée par l'étude du matériel céramique à la fin du 7^e millénaire (EEB 3), le site de Prodromos II en Thessalie a également fourni quelques informations techniques (Hourmouziadis 1971, p. 174-175).

En réalité, notre corpus est en majorité composé de fragments de terre à bâtir et d'empreintes de bois à travers lesquelles nous tenterons de lire les informations techniques concernant le bois d'œuvre. Si ce type d'analyses est également pratiqué en Europe Occidentale (Péfau 2017, 2021),

²¹ Cf. également le site internet de la mission archéologique franco-albanaise du bassin de Korçë : <http://www.sovjan-archeologie.net/kallamas/presentation.html>.

²² Attribution chronologique réalisée à partir du matériel archéologique. Des occupations palafittes sont également connues sur ce site à l'âge du Bronze (Naumov 2020a, p. 121).

elles sont surtout développées dans la zone égéo-balkanique et notamment sur le site de Dikili Tash (Martinez 2001 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003). Axé sur l'étude de la terre à bâtir ensuite (Prévost-Dermarkar 2013, 2019 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018), la méthode mise en place a toutefois permis de poser les bases d'une étude exhaustive des empreintes.

3.3. L'expérimentation

La littérature expérimentale sur le travail du bois est très abondante et nous nous appliquerons à réaliser un historique thématique dans la partie 5. Les premières expériences concernant le travail du bois avec des outils en pierre ont lieu dès la fin du 19^e siècle (Lepic 1872 ; Sehested 1884 ; Smith 1891). De nombreux projets sont ensuite menés jusqu'à nos jours avec des objectifs divers : temps de défrichage d'une parcelle (Jørgensen 1953 ; Iverson 1956 ; Steensberg 1957), comparaison du temps de travail entre des outils en pierre et en métal (Townsend 1969 ; Coles et Orme 1985 ; Mathieu et Meyer 1997), obtention de référentiels tracéologiques (Semonov 1964 ; Olausson 1982, 1983), *etc.* On retrouve alors régulièrement les étapes de la chaîne opératoire du travail de mise en forme du bois d'œuvre au sein de programmes expérimentaux plus ou moins importants (Pétrequin 1991 ; Gentizon et Monnier 1997 ; Monnier *et al.* 1997).

On connaît également de nombreux programmes expérimentaux sur la construction en torchis, dont l'objectif est généralement la médiation culturelle plus que le suivi d'un protocole scientifique. En dehors de notre zone d'étude, il convient de mentionner le programme expérimental de D. Pomstra *et al.*²³ présenté lors de la conférence *12th Experimental Archaeology Conference*. Complet et très bien documenté, ce programme s'attache à comprendre très précisément les données de construction (techniques, économiques et sociales), mais également celles de destruction après un certain temps d'utilisation d'un bâtiment néolithique. Pour les Balkans, les programmes expérimentaux sur la construction de bâtiments en torchis sont assez nombreux (Cavulli et Gheorghiu 2008 ; Gheorghiu 2008 ; Cotiugă 2009 ; Johnston *et al.* 2018, 2019 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 39 et 52). Toutefois, à l'exception de la dernière référence donnée, tous ces programmes avaient un objectif commun : répondre à la question du caractère volontaire ou non des incendies qui ont détruit les sites néolithiques balkaniques (Tringham et Krstič 1990 ; Tringham 1992 ; Chapman 1999 ; Müller *et al.* 2016). Fondées sur une étude sommaire des vestiges architecturaux, les données techniques de construction sont alors assez

²³ Diederik Pomstra, Annelou van Gijn, Annemieke Verbaas et Leo Wolterbeek, *A House Biography: Building and Burning an Experimental Reconstruction of a Neolithic House*, [communication en ligne]. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=vCEW9kRKzlw&t=1>

peu documentées. Les expérimentateurs se contentent de décrire de manière générale les étapes de construction et les actions techniques. L'étude technique des murs après les incendies est, quant à elle, quasiment absente.

3.4. L'étude de l'habitat néolithique dans le sud des Balkans

L'habitat des 7^e-4^e millénaire av. n. è. a fait l'objet de deux synthèses principales (Treuil 1983, 2008), auxquelles il convient d'ajouter au moins une troisième publication synthétique (Todorova 2003). Évoqués plus haut, les sites d'habitat connus entre 4900 et 4250 av. n. è. sont en grande majorité des tells (Dikili Tash, Sitagroi, Servia, Karanovo, Petko Karavelovo, Hotnitsa, Yunatsite, Sushina, *etc.*), même si quelques sites plats ont également été découverts (Stamboliyski, Makrygialos, *etc.*). On peut également mentionner quelques habitats en grotte (Dévétaki, *etc.*), ainsi que des habitats sur pilotis²⁴ (Dispilio, Anarghiri IXb, Limnochori III, Maliq, Ohridati *etc.*). On note à cette période une densification des installations par rapport aux périodes précédentes, avec l'émergence de nombreux sites sur l'ensemble de la région. Les sites d'habitats sont généralement des lieux protégés et protégeables sur les rives de cours d'eau ou de marais (certains sites déjà en place migrent vers ce genre de lieux). Ils sont régulièrement entourés d'un dispositif de protection comme un large fossé (Petko Karavelovo par exemple), une ou plusieurs palissades en bois (Polyanitsa par exemple), voire de murs d'enceinte en pierre²⁵ (Provardia-Solnitsata par exemple). L'espace intérieur des sites est généralement ordonné et densément construit (Hotnitsa, Polyanitsa par exemple). Très peu de sépultures ont été retrouvées à l'intérieur des sites d'habitat²⁶.

Concernant les types architecturaux, ils ont également été traités dans les deux synthèses de référence citées précédemment (Treuil 1983, 2008). Une certaine révision d'ordre chronologique, ainsi qu'une actualisation des données pourraient néanmoins être menées afin d'affiner la répartition dans le temps et dans l'espace des différents types connus, notamment pour les phases chronologiques comprises entre 5500 et 3500 av. n. è. En mettant de côté les grottes et abris sous roche, on trouve pour notre zone d'étude quelques rares bâtiments sur fosse (ou *pit-houses* en anglais). Ces édifices, mal connus et

²⁴ Le site de Crkveni Livadi en Macédoine du Nord présente, pour une seule et même phase d'occupation, un habitat à la fois à même le sol et sur pilotis (Naumov 2020b, p. 127). C'est probablement aussi le cas à Dispilio, pour la phase appelée « amphibie » (Chourmouziadis 2002 ; Facorellis *et al.* 2014).

²⁵ Z. Tsirtsoni (2021, p. 133) rappelle que ce phénomène n'est pas nouveau, en référence notamment au site de Makri (Efstratiou *et al.* 1998, p. 26-28), mais qu'il est plus fréquemment attesté à cette période.

²⁶ Seuls quelques sites attestent la présence de sépultures à l'intérieur des sites d'habitat. On mentionnera principalement les sites de Dispilio, de Avgi et de Yunatsite (Stratouli *et al.* 2010, p. 100-101 ; Balabina et Mishina 2011).

dont l'interprétation est complexe (Treuil 2008, p. 69) se composent d'une fosse, plus ou moins circulaire et de profondeur variable, et d'une superstructure construite (Pappa et Besios 1999, p. 183 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2007, p. 50 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016b, p. 232, 236 et 239). Sur les sites lacustres, on trouve également des bâtiments sur pilotis (Chatzitoulousis 2008a, 2008b ; Giagkoulis 2020, p. 138 ; Naumov 2020a, p. 117).

Concernant la morphologie des bâtiments, qu'ils soient sur fosse ou non, on connaît pour la période étudiée deux types architecturaux : les bâtiments ovoïdes²⁷ (Pappa et Besios 1999, p. 183 ; Naumov 2020a, p. 117 ; Stratouli et Kloukina 2020, p. 48²⁸) et les bâtiments quadrangulaires d'une à trois pièces (Chohadzhiev 2009, p. 68 et 74, fig. 3 ; Darcque *et al.* 2007, p. 254). Certains de ces bâtiments à trois pièces sont à antes, formant un vestibule ouvert²⁹ (Chohadzhiev 2017, p. 2-3). Leurs matériaux de construction sont principalement le bois et la terre à bâtir. La terre à bâtir est un matériau composé d'une terre plus ou moins argileuse à laquelle sont ajoutés de l'eau et des dégraissants d'origine végétale, animale ou minérale (Aurenche 2003 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 3, n. 1). Quelques utilisations de la pierre sont attestées, par exemple comme élément de calage de poteau à Orlitsa pour la Maison 1 datée entre 4716 et 4455 av. n. è. (EEB 8-9 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 211) et à Petko Karavelovo pour le Bâtiment 67 daté entre 4986 et 4799 av. n. è. (EEB 8 ; Bacoup 2020a, § 17 ; Tsirtsoni 2021, p. 381), et potentiellement comme soubassement de mur à Olynthe pour une phase attribuée par l'étude du matériel à la période comprise entre 5500/5400 et 4900 av. n. è. (EEB 6-7 ; Mylonas 1929, fig. 7³⁰).

La technique majoritaire de construction des murs et des cloisons des bâtiments aux EEB 8-9 est le torchis (Treuil 1983, p. 269 ; Dandrau 1997). La technique du torchis correspond à l'application d'une couche de terre à bâtir contre une armature en bois porteuse. Ces armatures peuvent varier (Martinez 1996, p. 35). Trois modes d'agencement des éléments en bois ont été observés : l'utilisation de clayonnage, celle de poteaux jointifs et celle de roseaux jointifs. Le torchis est utilisé pour construire les murs des bâtiments, quel que soit le contexte d'habitation : grotte et palafitte inclus. Dans la grotte de Dévétaki par exemple, de véritables bâtiments ont

²⁷ En 1983, R. Treuil utilise l'expression « maison circulaire » ; en 2008, l'expression « plan intermédiaire ».

²⁸ Le Bâtiment 4 du site de Avgi n'a pas été dégagé sur toute sa surface, mais il semble pour le moment être de forme ovoïde. La question de sa contemporanéité à l'horizon correspondant à la phase III du site (4900-4500/4300 av. n. è.) reste ouverte.

²⁹ Ce type a longtemps été nommé à tort dans la bibliographie « mégaron » (Darcque 1990, 2005, p. 318-319).

³⁰ Il est possible que toute la hauteur des murs ait été construite en pierre. *In situ*, seules trois assises de petits galets de rivières (petite dizaine de centimètres) ont été découvertes (Mylonas 1929). On connaît également en Thessalie, à Achilleion (phase IIb) pour une étape plus ancienne (EEB 3) l'utilisation de soubassements en pierre (Gimbutas 1974a, p. 287).

été construits en torchis : le bâtiment n° 1 « est construit de poteaux et de tiges minces, et est enduit d'une fine couche d'argile » (Mikov et Dzhambazov 1960, p. 51 et 53). Dans le cadre des constructions palafittes, les niveaux d'occupation détruits par incendie contiennent des vestiges des murs en terre à bâtir des bâtiments érigés sur pilotis, malgré la présence très courante de pieux de petits diamètres (Prendi 1966, p. 257 ; Giagkoulis 2020, p. 138 ; Naumov 2020a, p. 121).

Les sols peuvent être en terre battue (Treuil 2008, p. 67) ou bien enduits de terre à bâtir (Mikov et Dzhambazov 1960, p. 53 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 9). Quelques exemples suggèrent l'utilisation d'un lit de pièces de bois recouvert de terre (Korkuti 1975, p. 397). Les planchers surélevés (sur pilotis pour les sites lacustres par exemple, ou sur poteaux porteurs pour les planchers d'étage) peuvent être complètement en bois ou bien composés d'une armature en bois recouverte de terre à bâtir (Bacoup 2018b, vol. 1, p. 47 et 53-56).

Enfin, les toitures sont généralement reconstituées en bâtière, les matériaux de couvertures ne sont pas connus et souvent le chaume ou le roseau sont proposés. L'hypothèse de la construction de toiture en bâtière est principalement fondée sur des comparaisons avec les maquettes de maisons (Chohadzhiev et Yordanova 2014 ; Treuil 1983, p. 258-260 ; Treuil 2008, p. 67) et est jugée plus adaptée au climat continental de la région étudiée (Clark 1952).

4. Méthodologie et vocabulaire technique

Dès à présent, il est nécessaire de clarifier la terminologie employée (Bacoup 2018, vol. 1, p. 21-28, 2020a, 2021a). L'expression « matériau de construction » se réfère à la matière première utilisée (la terre à bâtir, le bois, la pierre, la terre cuite, *etc.*). L'expression « technique de construction » est utilisée pour décrire la mise en œuvre de ces différents matériaux (torchis, construction en pierre sèche, *etc.*). L'expression « mode d'agencement » concerne l'organisation des différentes pièces de bois³¹ au sein de l'élément architectural qu'elles composent (clayonnage, poteaux jointifs, *etc.*). Enfin, l'expression « mode d'application » désigne, dans le cadre de la construction en terre, l'action exécutée lors de l'application de la terre à bâtir contre les armatures végétales (projection, épandage, *etc.*).

³¹ Dans le cas d'une étude sur la construction en brique, l'expression « mode d'agencement » correspondrait à l'organisation des différentes briques au sein de l'élément architectural qu'elles composent. *Idem* dans le cas d'une étude de la construction en pierre.

Nous n'effectuons pas une étude technique approfondie de la terre à bâtir, notre sujet étant centré sur le bois de construction. L'étude du matériau terre pourrait constituer une recherche à part entière, voire plusieurs. Notre intérêt sur ce matériau portera principalement sur les modes d'application des différentes couches de terre contre les armatures végétales, ainsi que sur les dégraissants utilisés dans ces couches. Deux dégraissants végétaux sont principalement utilisés dans notre corpus, la paille et la balle (enveloppe de céréale). Concernant leurs dimensions, nous les catégoriserons simplement en fonction de leur diamètre et de leur longueur au sein d'une couche de terre à bâtir (**fig. 1-05**).

Vocabulaire utilisé	Dimension (diamètre ou longueur) du dégraissant (en cm)
paille fine	diamètre majoritairement inférieur ou égal à 1 mm
paille moyenne	diamètre majoritairement compris entre 1 et 2 mm
paille grosse	diamètre majoritairement supérieur ou égal à 3 mm
paille courte	longueur majoritairement inférieure ou égale à 7 cm
paille de taille moyenne	longueur majoritairement comprise entre 7 et 15 cm
paille longue	longueur majoritairement supérieure ou égale à 15 cm
paille hachée	diamètre non mesurable car fibres écrasées ; longueur inférieure à 1 cm
balle	enveloppes de céréale souvent écrasées

Fig. 1-05 - Tableau du vocabulaire utilisé lors de l'étude des dégraissants dans la terre à bâtir.

4.1. L'étude technique

4.1.1. Les fragments de terre à bâtir

La méthodologie appliquée pour l'étude des fragments de terre à bâtir a été mise en place durant ces trente dernières années sur le site de Dikili Tash (Martinez 2001 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003 ; Prévost-Dermarkar 2003 ; Prévost-Dermarkar 2019). Elle se fonde sur une étude des caractéristiques morpho-technologiques de la terre à bâtir. Les données enregistrées correspondent aux traitements des différentes surfaces, aux nombres de couches de terre à bâtir, ainsi qu'à leur agencement et leur composition (annexes : **fig. A-009**). Le nombre d'empreintes de bois est également répertorié.

4.1.2. Le bois de construction

L'étude technique du bois d'œuvre est fondée sur l'enregistrement exhaustif de deux informations : le type de pièce de bois et la fonction de celle-ci. Afin d'obtenir des données comparables, la méthodologie mise en place permet d'étudier aussi bien les pièces de bois conservées en positif sur le site de Hotnitsa que celles conservées en négatif sur les sites de Petko Karavelovo et de Dikili Tash. Cette approche double du matériau de construction est inédite dans le sud des Balkans au Néolithique.

Au sein des pages qui vont suivre, de nombreux termes techniques sont utilisés afin de définir les types de pièces de bois (rondin, perche, planche, *etc.*), mais également les fonctions architecturales (poteaux, solives, lambourdes³², *etc.*) ou encore les éléments architecturaux auxquels appartiennent ces pièces de bois (mur, cloison, imposte, *etc.*)³³. Le type de pièce de bois correspond aux caractéristiques morphologiques des pièces de bois en fonction de leurs dimensions. Qu'il s'agisse des pièces de bois ou de leurs empreintes, leurs longueurs, leurs largeurs, leurs épaisseurs et/ou leurs diamètres sont mesurés et enregistrés (annexes : **fig. A-008**). Si les pièces de bois sont rondes ou sont le résultat d'une refente en deux parties de la pièce originelle, alors on garde le diamètre mesuré. Si elles sont le résultat d'une refente en plusieurs quartiers, on calcule le diamètre de la pièce en multipliant simplement par deux la largeur de la pièce de bois. Le diamètre permet alors de classer les pièces de bois dans des catégories dimensionnelles (en cm) qui correspondent à un type de pièce :

-]0 ; 1] = baguette
-]1 ; 3] = petite perche
-]3 ; 5] = grosse perche
-]5 ; 10] = petit rondin
-]10 ; 15] = rondin moyen
-]15 ; 20] = gros rondin
- >20 = très gros rondin

À ces catégories doivent être ajoutées deux autres : les planches et les pièces équarries. En effet, en fonction de la refente pratiquée, les planches et les pièces équarries ne permettent pas toujours de restituer le diamètre initial des pièces. Il est donc nécessaire de les classer à part. Dans l'enregistrement des informations concernant le type de pièce de bois, on note également la mise en forme des pièces si elle existe et parfois quelques informations sur les outils utilisés. La catégorisation des pièces par groupes dimensionnels est liée aux conditions taphonomiques de conservation des vestiges – notamment les incendies qui ont détruit les bâtiments – qui empêchent d'affirmer que les dimensions mesurées soient celles d'origine. Le programme expérimental présenté en partie 5 permettra d'estimer cette différence entre diamètres mesurés et diamètres réels.

³² Le terme lambourde est employé dans ce mémoire selon le sens que lui donnent les menuisiers, c'est-à-dire une pièce de bois située sur les solives pour soutenir et fixer les lames de plancher. Cf. lexique où se trouve un schéma explicatif.

³³ Un lexique des termes utilisés se trouve à la fin de ce volume, suivi d'un index.

Les fonctions architecturales des pièces de bois sont, elles, restituées à partir de différentes données contextuelles obtenues au moment de la fouille (locus, orientation du fragment, orientation des empreintes, *etc.*), mais également par la description de l'agencement des pièces de bois entre elles. Les fonctions architecturales connues sont multiples et témoignent de la richesse des informations conservées dans les vestiges en bois et en terre sur les sites étudiés. L'attribution fonctionnelle de chaque pièce de bois permet d'une part de fournir des informations précises sur les techniques de construction employées pour ériger l'élément architectural auquel elle appartient, lorsque l'attribution est sûre au moment de la fouille, et, d'autre part, de rattacher certains fragments de terre à bâtir et leurs empreintes à un élément architectural lorsque des rapprochements sont possibles.

Enfin, en dernier lieu, lorsque cela est possible, sont enregistrées les données sur les techniques d'assemblage et sur celles de fondation qui sont visibles. Elles permettent notamment d'expliquer les relations entre les pièces de bois de certains modes d'agencement.

4.2. L'étude paléobotanique

Les études anthracologiques et xylogiques concernent les sites de Hotnitsa et de Petko Karavelovo. À Dikili Tash, les études anthracologiques sont réalisées par M. Ntinou (Malamidou *et al.* 2018). Concernant les échantillons de bois de Hotnitsa, un échantillonnage a été réalisé sur les deux planchers découverts en 2017. Une pièce de bois sur trois a été prélevée au moyen d'emporte-pièces ou par découpe. Pour l'étude anthracologique, toutes les pièces de bois architecturales carbonisées de Petko Karavelovo ont été prélevées. Concernant les restes charbonneux contenus dans les couches de destructions, un prélèvement systématique a été réalisé dès leur découverte. Enfin, concernant les fosses, les tranchées et les couches stratigraphiques hors couche de destruction, les prélèvements ont été réalisés de manière aléatoire. Les identifications paléobotaniques ont été effectuées au laboratoire d'archéobotanique de la Maison René Ginouvès à Nanterre (MSHM)³⁴ en s'appuyant sur les travaux de F. Schweingrüber (1990) et sur la base de données en ligne *Insidewood* (<http://insidewood.lib.ncsu.edu>).

³⁴ Les premières identifications ont été supervisées, pour l'anthracologie, par Michelle Elliott (Maître de conférences à l'Université Paris 1 ; UMR 7041 ArScAn – Archéologie environnementale) et, pour la xylogologie, par Claire Alix (Maître de conférences à l'Université Paris 1 ; UMR 8096 ArchAm).

4.3. L'étude expérimentale

Le programme expérimental mené est fondé sur plusieurs protocoles fixes établis en amont en suivant notamment les préconisations proposées par P. Kelterborn sur les principes à suivre pour mener une expérimentation (Kelterborn 2005, p. 120-122). Il a été guidé par les observations archéologiques et a tiré profit des référentiels ethnographiques sur le travail du bois (Stewart 1984 par exemple). Les protocoles seront présentés pour chaque session du programme expérimental (*cf.* plus bas, p. 295-296, 304 et 368). La démarche expérimentale nous permet de tester les hypothèses techniques proposées lors de l'étude archéologique du matériel (Ascher 1961, p. 812 ; Coles 1979a, p. 243). Ainsi, il sera possible de rejeter ou de valider cette hypothèse. « La validation n'implique pas la vérité, mais démontre que l'hypothèse est viable, bien qu'il puisse y avoir des alternatives tout aussi viables » (Outram et Hurcombe 2021, § 1 ; Outram 2008, p. 1). Cet objectif est atteint en reproduisant les techniques afin de créer des référentiels expérimentaux qui sont ensuite confrontés aux données archéologiques.

4.4. L'enregistrement en base de données

Toutes les informations recueillies lors des différentes études (techniques, paléobotaniques, expérimentales) ainsi que collectées dans la bibliographie ont été regroupées au sein d'une seule et même base de données avec le logiciel FileMaker®. Cette base de données relationnelle est constituée de 20 modules³⁵, les informations enregistrées dans un module peuvent donc apparaître dans un autre sans avoir jamais à entrer deux fois une même information (**fig. 1-06**). Chaque élément étudié reçoit un numéro d'identification unique composé des initiales du site et d'un code généralement alphanumérique. Par exemple, les pièces de bois ou leurs empreintes sont enregistrées sous la forme « INITIALE-N°_Carré-N°_Pièce_de_bois », c'est-à-dire que « CMPK-078-001 » correspond à la première pièce de bois du carré 78 du site de Petko Karavelovo. Les échantillons sont enregistrés sous la forme « CMPK-S.18.12 », c'est-à-dire le douzième échantillon prélevé en 2018 à Petko Karavavelovo. Ou encore, les fragments de terre à bâtir reçoivent un identifiant sous la forme « CMPK-TAB-78-003 », on parle alors ici du troisième fragment de terre à bâtir découvert dans le carré 78 du site de Petko Karavelovo.

Les 20 modules peuvent être rangés en quatre catégories. On trouve tout d'abord les cinq bases liées à des informations contextuelles (annexes : **fig. A-001 à A-004**) :

- Bac_SITE : regroupant les informations générales sur le site dont sa localisation.

³⁵ On ne tient pas compte ici des modules de liaison qui permettent de lier de bases de données ayant une relation de N à N.

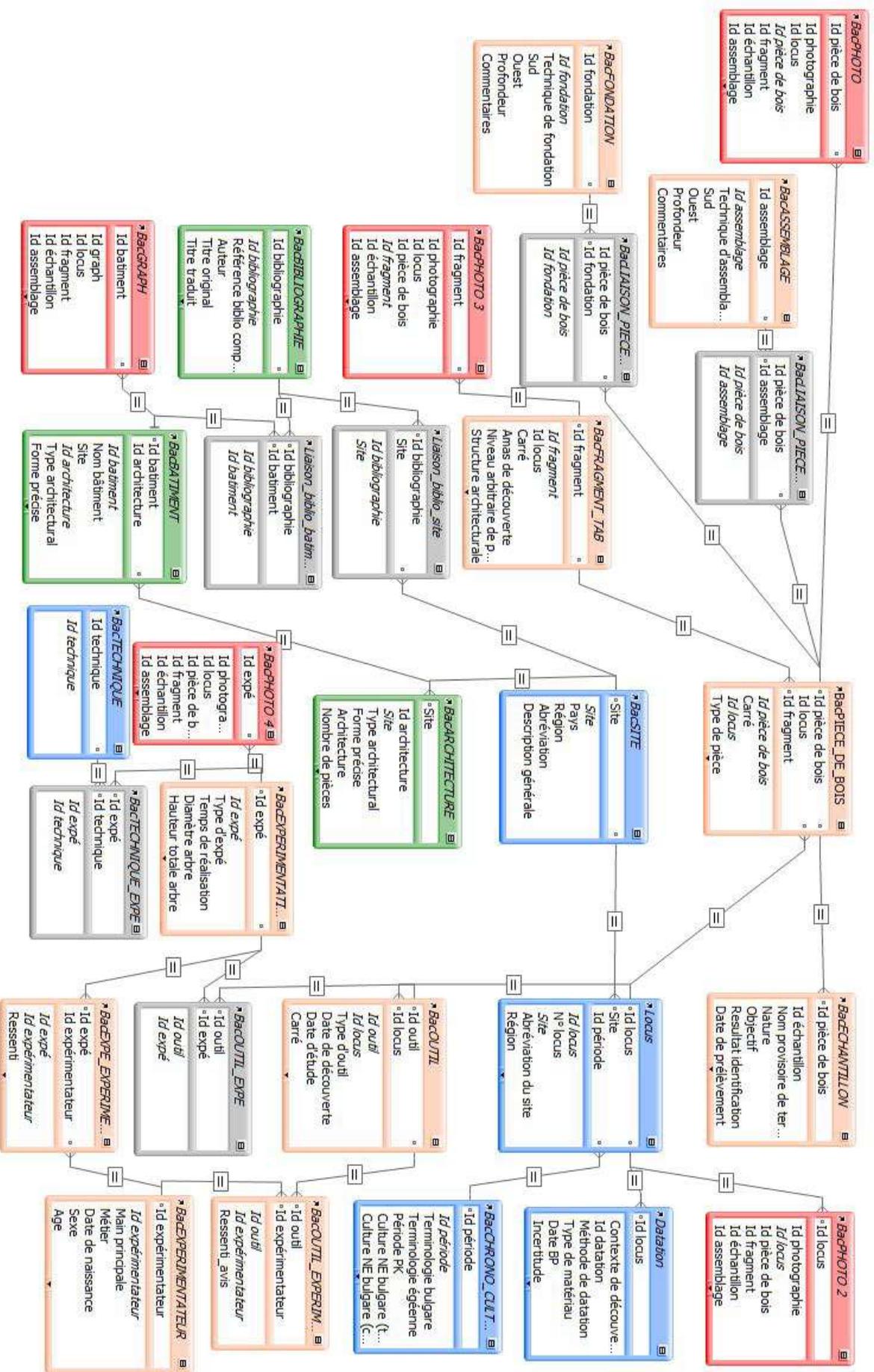


Fig. 1-06 - Arborescence de la base de données utilisées pour enregistrer les données acquises lors de l'étude du matériel, de lectures, des sessions expérimentales et de l'étude du matériel expérimental.

- Bac_LOCUS : regroupant les informations générales sur les *loci* étudiés ou trouvés dans la bibliographie. On y retrouve notamment les informations sur la localisation du locus sur le site, sa nature, ainsi que sa datation.
- Bac_CHRONO-CULTURE : regroupant les informations sur les différentes terminologies chrono-culturelles et leur concordance en termes de chronologie absolue.
- Bac_DATATION : regroupant les informations sur la datation des échantillons des structures ou des niveaux étudiées. Elle permet entre autre de faire la concordance entre les dates obtenues par les datations et les différentes terminologies chronologiques.
- Bac_TECHNIQUE-GÉNÉRALE : permettant de donner un nom unique à chacune des techniques.

On trouve ensuite les bases liées principalement aux recherches bibliographiques (annexes : **fig. A-005 à A-007**) :

- Bac_ARCHITECTURE : permettant d'enregistrer les informations architecturales d'un site par phase chronologique.
- Bac_BÂTIMENT : regroupant toutes les informations architecturales sur un bâtiment.
- Bac_BIBLIOGRAPHIE : regroupant les informations sur les références utilisées. Elle permet la mise en forme automatique et homogène des références, et la recherche de références par site, époque, continent, thème, *etc.*

En troisième lieu, on trouve les bases liées aux études techniques, paléobotaniques et expérimentales (annexes : **fig. A-008 à A-017**) :

- Bac_PIECE-DE-BOIS : regroupant toutes les informations sur les pièces de bois étudiées.
- Bac_FRAGMENT-TAB : regroupant toutes les informations sur les fragments de terre à bâtir étudiés.
- Bac_ASSEMBLAGE : regroupant toutes les techniques d'assemblage étudiées.
- Bac_ÉCHANTILLON : regroupant toutes les informations de terrain et d'étude environnementale sur les échantillons étudiées.
- Bac_FONDATION : regroupant toutes les techniques de fondation étudiées.
- Bac_OUTIL : regroupant tous les outils étudiés, ainsi que ceux utilisés durant le programme expérimental.
- Bac_EXPÉRIMENTATION : regroupant toutes les informations sur chacune des activités menées. On trouve des informations sur le temps d'expérimentation, mais également sur le déroulé et sur les résultats.

- Bac_EXPÉRIMENTATEUR : regroupant les informations sur chacun des expérimentateurs : manualité, âge, genre, métier, nationalité.
- Bac_EXPÉ-EXPÉRIMENTATEUR : permettant de lier les expérimentations aux expérimentateurs qui les ont faites en y ajoutant le niveau de l'expérimentateur pour l'activité pratiquée et son ressenti.
- Bac_OUTIL-EXPÉRIMENTATEUR : regroupant le ressenti et l'avis de tous les expérimentateurs sur chacun des outils.

Enfin, on trouve deux dernières bases qui sont liées à l'illustration des informations (annexes : **fig. A-018** et **A-019**) :

- Bac_PHOTO : permettant de rattacher des photographies aux enregistrements des bases présentées ci-dessus.
- Bac_GRAPH : permettant de rattacher des graphiques aux enregistrements des bases présentées ci-dessus.

Partie 2

Étude architecturale de Dikili Tash

Chapitre 1 – Présentation du site et du corpus étudié

1. Présentation du site et historique des recherches

Le site de Dikili Tash se trouve à proximité du village de Krénidès sur la frange sud-est de la plaine de Drama en Macédoine Orientale (*cf.* **fig. 1-04**). Entouré de terres agricoles, il forme aujourd'hui un petit îlot de verdure situé à une centaine de mètres au sud d'une source d'eau encore abondante et à proximité des piémonts du mont Lékani (**fig. 2-01**). Il s'agit d'un tell mesurant actuellement 16 m de haut et occupant une superficie d'environ 4 ha. Si la source d'eau justifie déjà l'installation humaine à cet endroit, le site se trouve également sur un des deux seuls points de passage sec au bord d'un vaste marécage qui s'étendait sur la partie sud de la plaine de Drama au cours du Néolithique et jusqu'au début du 20^e siècle de notre ère (Treuil 1992b ; Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b). Le tell, l'un des plus grands de la zone égéo-balkanique, est doté d'une longue stratigraphie. Elle s'étend de manière quasi-continue de 6400 à 1100 av. n. è., puis connaît des occupations sporadiques du 7^e siècle av. n. è. jusqu'au 18^e siècle de n. è. (Darcque *et al.* 2020c, p. 616-620).



Fig. 2-01 - Vue aérienne vers l'ouest du tell de Dikili Tash (parcelle boisée au premier plan) entouré d'une zone agricole (deuxième plan). Au troisième plan à droite, le village de Krénidès. En arrière-plan, à gauche le mont Pangée et à droite les contreforts sud-ouest du mont Lekani. Cliché par la mission de Dikili Tash/Efa.

Le site de Dikili Tash est le sujet d'un grand nombre de publications dont la dernière en date, parue en 2020, vient couronner une bibliographie aux problématiques variées (Darcque *et al.* 2020a). Ce n'est pas le lieu pour faire la liste de toutes les publications, générales ou thématiques, qui s'attachent à rendre compte de la richesse de ce site ; elles seront citées à bon escient dans les pages qui vont suivre. Il convient tout de même de résumer succinctement l'historique des recherches menées à Dikili Tash¹.

La première mention du tell dans la littérature, sans qu'il soit encore identifié comme site archéologique, est à attribuer à L. Heuzey au milieu du 19^e siècle (Heuzey et Daumet 1876, p. 43). C'est à la fin des années 1910 qu'une première prospection de surface est entreprise permettant d'identifier Dikili Tash comme un site préhistorique (Welch 1918-19), et c'est entre 1920 et 1922 que les trois premières campagnes de fouille dirigées par L. Renaudin sont menées (BCH 1920, 1921, 1922). Il faut ensuite attendre 1959 et une prospection de surface dirigée par D. French pour retrouver une mention du site de Dikili Tash dans la littérature archéologique (French 1961, p. 105-107).

En 1961, commence alors le premier programme de fouilles financé par l'École française d'Athènes (EFA) et la Société Archéologique d'Athènes avec l'encouragement de G. Daux, directeur de l'EFA, et de D. Lazaridis, épheure des antiquités de Macédoine orientale. L'équipe grecque est dirigée par D. Théocharis durant la première campagne de fouille et par C. Romiopoulou durant la seconde (Koukouli-Chryssanthaki et Romiopoulou 1992), tandis que l'équipe française est dirigée par J. Deshayes jusqu'à la fin du programme (Daux 1962). Au total, six campagnes de fouilles se tiennent sur le site jusqu'en 1975 (Treuil 1992a). L'objectif principal de ce premier programme est « d'établir la séquence stratigraphique et chronologique du Néolithique et du Bronze ancien dans la région » (Darcque 2013, p. 53).

En 1986, le deuxième programme de fouilles, soutenu par l'EFA et la Société archéologique d'Athènes, commence. Les équipes françaises sont dirigées par R. Treuil, professeur à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Les équipes grecques sont dirigées par H. Koukouli-Chryssanthaki, épheure des antiquités de Macédoine orientale (Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008a). Les travaux de terrain prennent fin en 1996. Six secteurs de fouilles ont été ouverts durant ce programme (**fig. 2-02**), afin d'atteindre plusieurs objectifs : étudier l'évolution morphologique du tell, préciser la relation topographique entre l'habitat et le

¹ Pour un historique détaillé des recherches menées à Dikili Tash : Treuil 1992b, p. 11-17 ; Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b, p. 4-6 ; Mais également : <http://www.dikili-tash.fr/content/annexes/bibliographie.htm>.

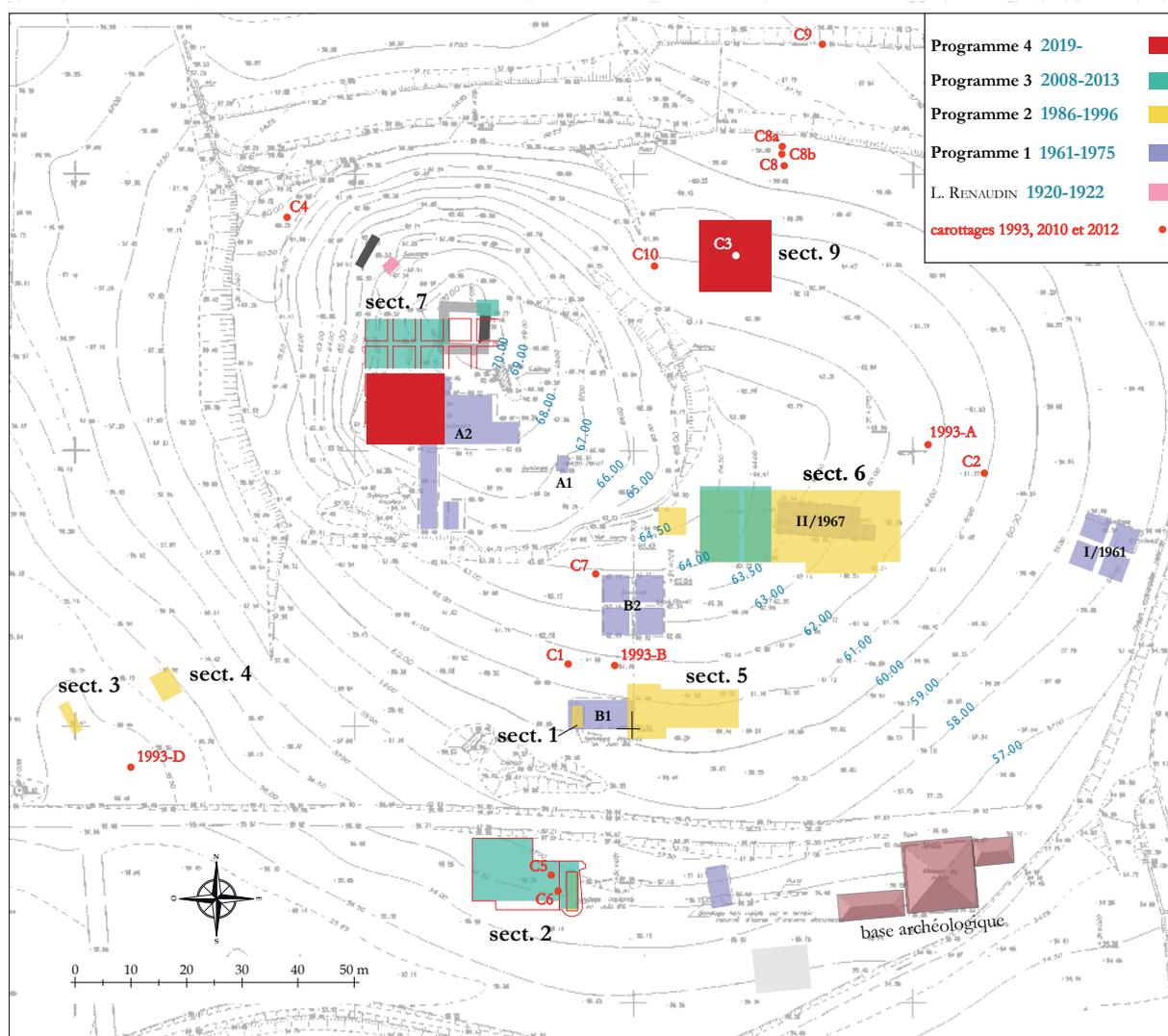


Fig. 2-02 - Plan topographique du tell de Dikili Dash et localisation des secteurs fouillés depuis 1920. Mission de Dikili Tash.

marais (secteurs II, III, IV), atteindre les niveaux [d'occupation] les plus anciens en reprenant une des tranchées de fouille de J. Deshayes (secteur I), documenter les niveaux d'occupations de la fin du 6^e millénaire (EEB 7 ; secteur V) et du 5^e millénaire (EEB 9-10 ; secteur 6²). Enfin, l'un des points majeurs d'étude de ce deuxième programme concerne des analyses paléo-environnementales afin de déterminer comment le site de Dikili Tash s'inscrit dans son cadre environnemental (Lespez *et al.* 2000 ; Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b ; Lespez 2008b ; Darcque *et al.* 2020a).

² Lors du deuxième programme de fouille (d'où est issu le matériel étudié ici) le secteur est appelé « secteur VI ». Toutefois, lors de la reprise des fouilles en 2008 (programme 3), il a été décidé par les directeurs d'arrêter d'utiliser des chiffres romains. Afin de rester homogène avec les dernières publications et communications faites sur ce secteur, le choix a été fait ici d'utiliser l'appellation « 6 » du début à la fin de ce travail, afin d'éviter toute confusion en passant d'un six « VI » à un autre « 6 ».

Le troisième programme de fouilles s'ouvre en 2008. L'équipe franco-hellénique est dirigée par P. Darcque, directeur de recherche au CNRS, H. Koukouli-Chryssanthaki, D. Malamidou (éphorie des antiquités de Kavala), et Z. Tsirtsoni, chargée de recherche au CNRS. Quatre campagnes de fouilles sont effectuées avec pour objectifs de documenter les occupations historiques du sommet du tell et les niveaux de l'Âge du Bronze notamment du Bronze récent, par l'extension d'un secteur de fouille de J. Deshayes (secteur 7 ; Darcque *et al.* 2011, p. 512-516 ; Darcque 2013, p. 60-62 ; Tsirtsoni *et al.* 2020b) ; d'élargir le secteur 6 du programme 2 afin de dégager complètement un nouveau bâtiment de la deuxième moitié du 5^e millénaire et explorer l'existence possible de niveaux de la fin du 5^e/début du 4^e millénaire (Darcque 2013, p. 62-69 ; Darcque *et al.* 2013, 2014 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020) ; de définir les limites de l'habitat protohistorique de Dikili Tash dans le secteur 2 (Darcque *et al.* 2011, p. 503-507 ; Tsirtsoni *et al.* 2020a) et enfin de documenter, par le biais de carottages, les premières installations humaines sur le site de Dikili Tash (Darcque 2013, p. 69-73 ; Lespez *et al.* 2013, 2020).

Enfin, un quatrième programme de fouille est en cours. Commencé en 2019, les fouilles franco-helléniques sont toujours dirigées par P. Darcque, H. Koukouli-Chryssanthaki, D. Malamidou, et Z. Tsirtsoni. Ce programme a deux objectifs principaux : documenter la transition entre le Bronze ancien et le Bronze récent dans le secteur 7 et atteindre, par le biais de la fouille cette fois, les niveaux d'occupation du Néolithique ancien au sein du nouveau secteur 9 (Darcque *et al.* 2020d).

2. Le corpus d'étude : les Maisons 3 et 4 (secteur 6 ; programme 2)

2.1. Le corpus

Les vestiges archéologiques que nous avons étudiés sont issus des fouilles menées par l'équipe grecque dans le secteur 6, lors du deuxième programme.

Le secteur 6 couvre au total, dans ces années, une surface de 565 m², divisée en neuf sous-secteurs. Son emplacement est lié à la position d'une des tranchées de D. Théocharis (programme 1). Les découvertes antérieures assuraient l'existence à une faible profondeur d'un niveau d'occupation daté de la deuxième moitié du 5^e millénaire. La fouille a permis de dégager, au sein du niveau qui sera appelé plus tard 6-5, les restes de cinq bâtiments quadrangulaires plus ou moins parallèles et orientés sud-ouest – nord-est (**fig. 2-03** ; Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b, p. 12 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 223-229).

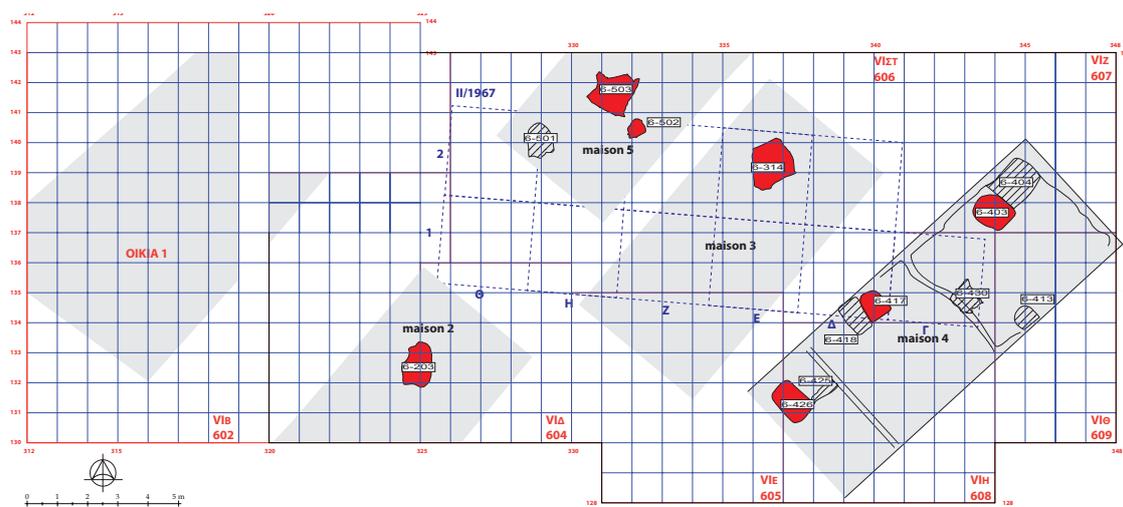


Fig. 2-03 - Plan schématique des cinq maisons dans le secteur 6 à la fin du deuxième programme de fouille. En rouge les fours, en hachures les plates-formes. Éch. 1:250. D'après Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-01 et 6-03.

Notre étude a porté sur les deux bâtiments les mieux conservés du secteur : les Maisons 3 et 4 découvertes côte à côte dans la moitié est du secteur et fouillées uniquement durant le deuxième programme³ (**fig. 2-04**). Ces deux bâtiments, dont les datations semblent indiquer la contemporanéité (4400-4230 av. n. è.), sont séparés par un espace étroit de 1,30 m. La topographie du niveau 6-5 indique vraisemblablement des travaux de terrassement entrepris en amont de la construction des bâtiments. Ainsi, le sol de la Maison 4 se trouve entre 20 et 40 cm plus bas que celui de la Maison 3 (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020⁴).

L'intérieur de la Maison 3 n'a pas été complètement dégagé durant la fouille. La Maison 4, quant à elle, a été fouillée dans son intégralité ; seuls quelques vestiges n'ont pas été prélevés et sont restés sur place. Les quelques vestiges architecturaux de la Maison 3 qui ont été dégagés, ainsi que la quasi-totalité des fragments de terre à bâtir de la Maison 4 ont été prélevés, indurés et stockés dans des caisses en bois pour les plus gros ou dans des cageots en plastique pour les plus petits. Ce sont les fragments conservés en caisse qui font l'objet de l'étude présentée ici : ils représentent plus de 800 fragments de terre à bâtir et plus de 1000 empreintes de pièces de bois.

³ La Maison 1, mise au jour durant ce même programme, a été complètement dégagée et fouillée durant le troisième programme (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 243-303). L'étude architecturale a été faite par S. Prévost-Dermarckar (Perello et Prévost-Dermarckar 2018).

⁴ Pour les datations, *cf.* tableaux 6-1, 6-5 et 6-6 ; pour les informations sur l'espace entre les bâtiments, *cf.* p. 353 ; pour les informations sur les altitudes des sols des maisons, *cf.* p. 242 et fig. 9-6b.

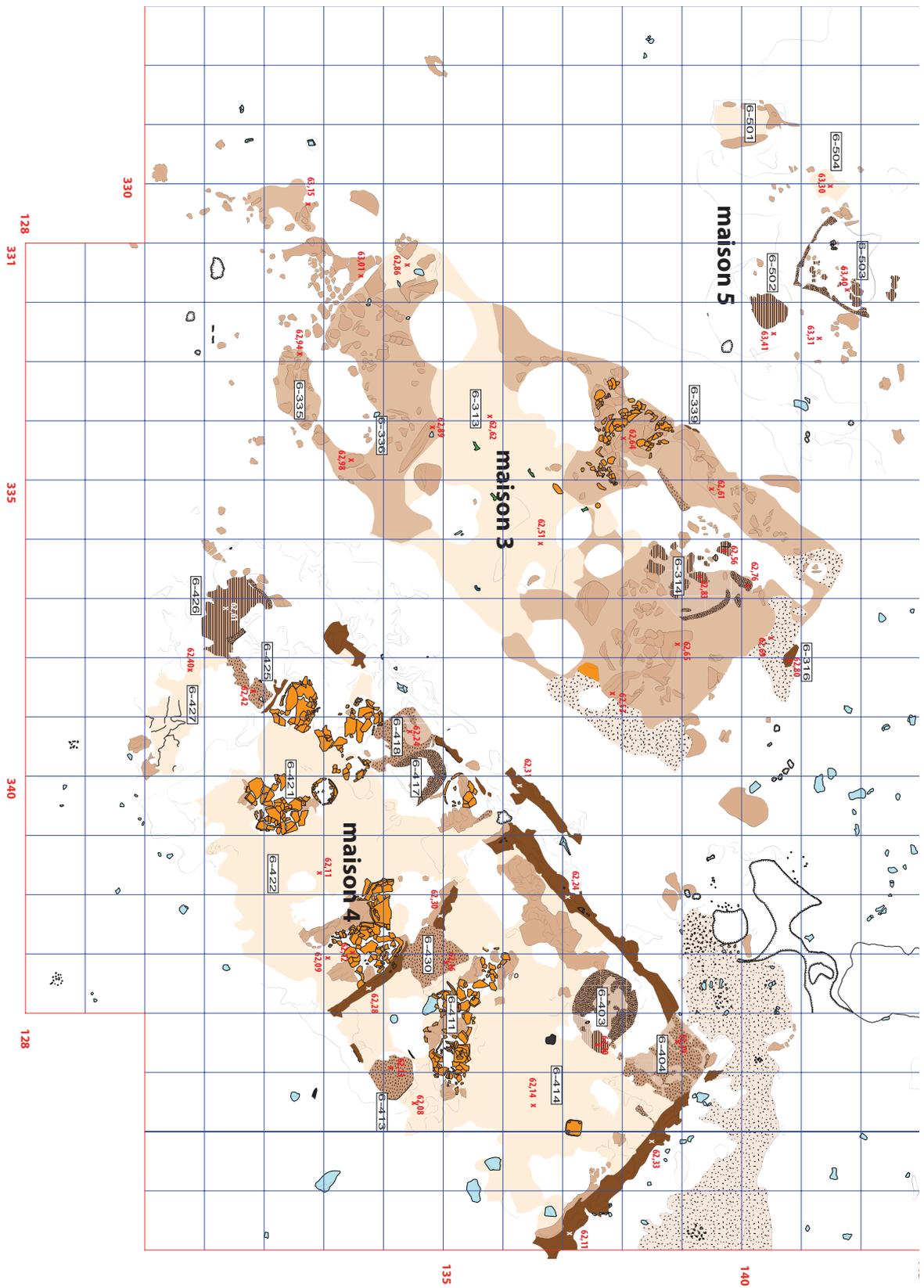


Fig. 2-04 - Plan détaillé des éléments architecturaux des Maisons 3 et 4. En marron foncé, les murs retrouvés en place, en marron clair les restes architecturaux, en orange les fragments de vases-silos en terre crue, en beige les sols enduits. Ech. 1:100. Tiré de Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-10.

2.2. Les spécificités de l'étude à Dikili Tash

L'étude du matériel de Dikili Tash présente quelques particularités par rapport à la méthodologie générale que nous avons appliquées sur les fragments de terre à bâtir (*cf.* plus haut, p. 35-38). Le matériel ayant déjà été prélevé avant mon arrivée sur le terrain, il était nécessaire de rattacher les fragments stockés dans les caisses aux amas de terre à bâtir numérotés sur les plans et à leurs descriptions. Pour ce faire, les pendages et l'orientation des empreintes ont été étudiés et des rapprochements entre les différents fragments intra- et inter-amas ont été effectués. En effet, au sein d'un même amas de terre à bâtir, plusieurs éléments architecturaux étaient parfois représentés. Enfin les interprétations architecturales effectuées sur le terrain ont été évaluées.

Enfin, les bases de données de Dikili Tash étant déjà en place depuis plusieurs années, (Darcque *et al.* 2020b, p. 30-34), nous avons dû respecter les champs préexistants, puis importer les données vers ma propre base (*cf.* plus haut, p. 39-42), en opérant si besoin un changement de vocabulaire. En 2018, est apparue la nécessité de créer un nouveau module dédié au bois de construction. Ce module a été réalisé en collaboration avec Pascal Darcque, co-directeur du programme de Dikili Tash, sur un modèle simplifié de ma base de données de thèse. Cela a facilité l'échange de données et accéléré les travaux d'analyse statistique.

	mur en place (terre à bâtir)		terre cuite - céramique
	terre à bâtir tombée		vase en terre crue
	plate-forme		objet en coquille
	paroi de four		os
	sole de four ou de foyer		objet en pierre
	Pierre		objet ou groupe d'objets
	cencre		numéro de locus
	graines		locus d'un niveau postérieur
	terre enduite blanchâtre		numéro d'inventaire
	sol piétiné		hypsométrie
	sol enduit		carré des fouilles 1967
	sol		
	lit de graviers / cailloutis		

Charte graphique valant pour les plans tirés de Darcque *et al.* 2020.

Chapitre 2 – La Maison 4

1. Les données des fouilles

La Maison 4 est aperçue pour la première fois en 1967 lors des fouilles dirigées par D. Théocharis. Sa fouille est toutefois réellement entreprise en 1994 et 1995 sous la direction de H. Koukouli-Chryssanthaki assistée par D. Malamidou sur le terrain (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 355).

Le bâtiment est tripartite, présente une largeur d'environ 4,80 m pour une longueur conservée d'environ 12 m (**fig. 2-05**). Les pièces A (au nord) et B (centrale) ont des dimensions respectivement de 5 m par 4 m et de 4 m par 4 m et sont entièrement conservées, tandis que la limite sud de la pièce C (au sud) n'est pas connue. Si l'on considère les dimensions des deux autres pièces, l'érosion de la pente sud du tell a emporté *a minima* les 2 m méridionaux du bâtiment. La Maison 4 avait donc probablement une emprise au sol d'environ 70 m², mais seuls 57,6 m² ont pu être fouillés.

L'édifice est entièrement dégagé et la quasi-totalité de la couche de destruction a été démontée. Cette couche, tout comme le sol enduit du bâtiment, a été percée à de multiples reprises par des fosses et des terriers postérieurs. La majeure partie des fragments de terre à bâtir découverts a été prélevée et conservée pour étude. Les bases de plusieurs murs sont conservées (jusqu'à 40 cm de haut pour le mur ouest dans la pièce A) et indiquent clairement que les cloisons entre les pièces ne sont pas percées, notamment celle entre les pièces A et B. Chaque pièce avait donc sa propre ouverture vers l'extérieur, vraisemblablement tournée vers l'est.

De nombreux aménagements intérieurs ont également été mis au jour. Chaque pièce est équipée d'un four et de plusieurs plates-formes, mais également de vases-silos en terre à bâtir. De même, toutes les pièces ont livré une quantité importante d'objets (poterie, outils, parure, *etc.*) dans un bon état de conservation (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 355-357).

En ce qui concerne l'architecture (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 357-384), les murs extérieurs les mieux conservés, c'est-à-dire ceux dont les bases sont en place ou dont le tracé est connu, sont le mur pignon nord de la pièce A (appelé 6-405) et le mur ouest du bâtiment (6-406/6-407 pour la pièce A, 6-423/6-439/6-441 pour la pièce B). Leurs épaisseurs varient de 15 à 25 cm. D'un point de vue technique, ces murs sont construits en torchis sur poteaux jointifs dont certains poteaux présentent des empreintes de section carrée. Cette

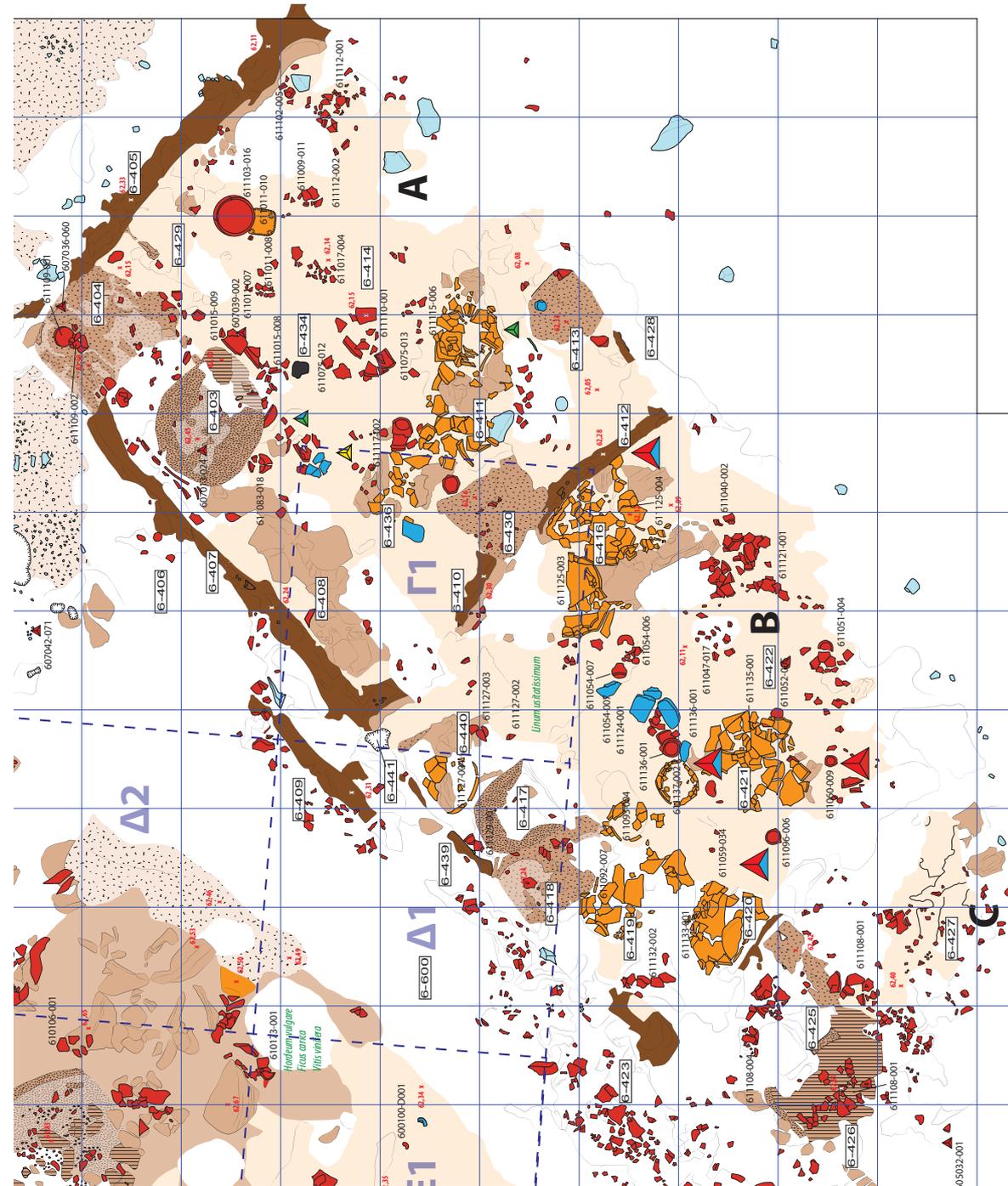


Fig. 2-05 - Plan de la Maison 4. Éch. 1:66. Mission de Dikili Tash.

technique est également attestée à Dikili Tash dans le niveau V/Ouest/3 du secteur V (Martinez 2001, p. 65 ; Treuil *et al.* 2020, p. 120) et dans la Maison 1 (Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188, fig. 6 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 243). Il apparaît clairement que les sols des pièces sont en continuité avec les enduits muraux.

Le mur sud du bâtiment n'est pas connu, pas plus que les murs ouest et est de la pièce C, la plus au sud, dont la grande moitié sud a été emportée par l'érosion. Enfin, le mur est du bâtiment n'est pas conservé en élévation et son tracé n'est restitué qu'à partir de trois éléments : une toute petite portion en place au niveau de la pièce A (6-428), la limite est des vestiges architecturaux et du sol, mais également une « tranchée de fondation » au dos de la plateforme 6-413 toujours au niveau de la pièce A (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 357).

La cloison entre la pièce A et la pièce B (6-410/6-412) est en place, mais il est difficile de rattacher les fragments tombés à cette structure ou aux murs gouttereaux. On note déjà toutefois la présence de fragments avec des empreintes « de poteaux et de branches » à proximité (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 360). Tout comme les murs extérieurs, les enduits de surface de cette cloison sont en continuité avec le sol. La cloison entre les pièces C et B (6-420) n'est conservée que sur une faible longueur.

Enfin, un dernier élément architectural est à noter dans le carré 344.136, au sein de la pièce A. Il s'agit d'un morceau de bois circulaire et carbonisé (6-434) de 20 cm de diamètre pour 3-5 cm de hauteur. Il s'agirait des restes d'un poteau libre et porteur d'une superstructure : la charpente de toit ou un étage. La possibilité d'un étage est d'ailleurs évoquée lors de la découverte de plusieurs gros fragments de terre à bâtir dont les faces lissées ont été découvertes vers le haut.

2. Le matériel étudié

Les fragments architecturaux en terre à bâtir prélevés sur le terrain ont fait l'objet d'un stockage en caisse de 1995 à 2016. Leur conservation par induration chimique et leur conditionnement dans des caisses dont le fond était recouvert de sable, ainsi que leur stockage dans des containers à isolation thermique, ont permis de maintenir les fragments dans de très bonnes conditions. En 2016, nous nous sommes vus confier l'étude de ce matériel et avons bénéficié des conseils avisés de Sandra Prévost-Dermarkar, qui achevait à l'époque l'étude des fragments architecturaux de la Maison 1 voisine (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021). L'essentiel de l'étude s'est fait en 2017 et 2018 pour la pièce A et en 2019 et 2021 pour les

pièces B et C. Au total, 304 fragments ou ensemble de fragments¹ ont été étudiés. D'un point de vue quantitatif toujours, 1057 empreintes de bois ou de lien ont été observées. Les dimensions des fragments sont variables, allant de 3-4 cm de long pour une largeur et une épaisseur similaires, à des fragments longs et larges de 40 à 50 cm.

3. L'étude des éléments architecturaux

3.1. Les murs gouttereaux

L'étude des fragments architecturaux issus des murs gouttereaux (ouest et est) n'a remis en question ni la technique utilisée pour leur construction, le torchis sur armature végétale, ni le mode d'agencement des pièces de bois, les poteaux jointifs, qui avaient déjà été identifiés sur le terrain. Elle a néanmoins permis d'analyser plus en détail les techniques d'assemblage et de mettre au jour des détails techniques et architecturaux du bâtiment.

3.1.1. L'armature végétal

a. Positionner les poteaux

L'appellation « tranchée de fondation » est utilisée dans la publication du site (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 357). Après observation des photos d'archives et discussion avec Dimitra Malamidou, cette structure en creux, profonde d'une dizaine de centimètres s'avère être en réalité un simple sillon permettant de positionner les poteaux et de les garder alignés (fig. 2-06). En aucun cas une aussi faible profondeur ne permettrait une fondation des poteaux. Ce type de sillon ne trouve guère de parallèles dans la bibliographie archéologique de la région. Cela est sûrement dû à la finesse de fouille requise pour repérer ces légères dépressions dans le sol.



Fig. 2-06 - Vue vers le nord-ouest du côté sud de la pièce A. Le sillon est visible au tout premier plan (flèche). D'après Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, fig. 6-184.

¹ Près de 700 fragments ont été étudiés entre 2016 et 2021.

Il semble que les poteaux corniers des pièces, eux, soient fondés plus profondément dans des trous de poteaux, à l'image de celui découvert dans l'angle ouest des pièces A et B (locus 6-441 ; **fig. 2-05**). Les sillons de positionnement des poteaux joignaient donc sûrement les poteaux corniers.

b. Les pièces de bois

Concernant les deux murs gouttereaux est et ouest, les poteaux sont des rondins ou des perches dont les diamètres d'origine sont compris entre 3 et 18 cm, avec une moyenne de 7 cm (pour le mur est : étendue de 3 à 15 cm, moyenne de 6,8 cm ; pour le mur ouest : étendue de 3 à 18 cm, moyenne de 7,5 cm ; **fig. 2-07**). Concernant leur morphologie, la majeure partie des poteaux correspond à des pièces de bois refendues : 223 sur 290 empreintes (**fig. 2-08** et **2-10**). Même si les 67 autres empreintes sont arrondies, nous n'avons que la moitié de la section de ces pièces de bois et il est fort probable que la partie manquante soit le côté plan de la refente. Cette refente permet de multiplier le nombre de poteaux à partir d'un arbre abattu, le travail de refente étant sûrement plus rapide que celui d'abattage (*cf.* plus bas, p. 352-365). De même, il est possible que quelques pièces de bois utilisées dans les armatures des murs aient été équarries (**fig. 2-08a** et **2-09**). Toutefois, contrairement à ce qui a été proposé suite à des observations sur le terrain (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 360), les fragments étudiés ne confirment pas que la majorité des poteaux étaient à section carrée ; ces derniers semblent plutôt marginaux et utilisés pour des fonctions précises. En outre, les poteaux n'étaient pas forcément ébranchés complètement, comme en attestent les quelques départs de branches et rameaux observés sur les fragments de terre à bâtir (**fig. 2-08c**).

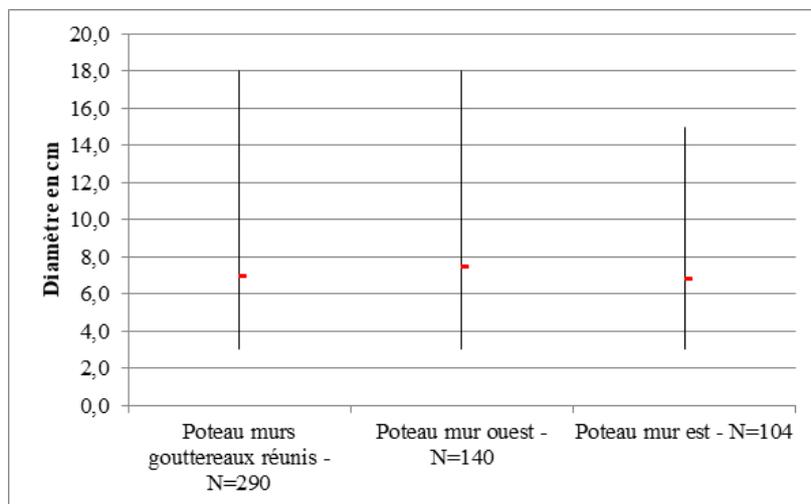


Fig. 2-07 - Comparaison des diamètres des pièces utilisées comme poteaux pour les murs gouttereaux est et ouest. La première série correspond aux deux murs et inclut les fragments dont le mur d'origine (est ou ouest) n'est pas défini.

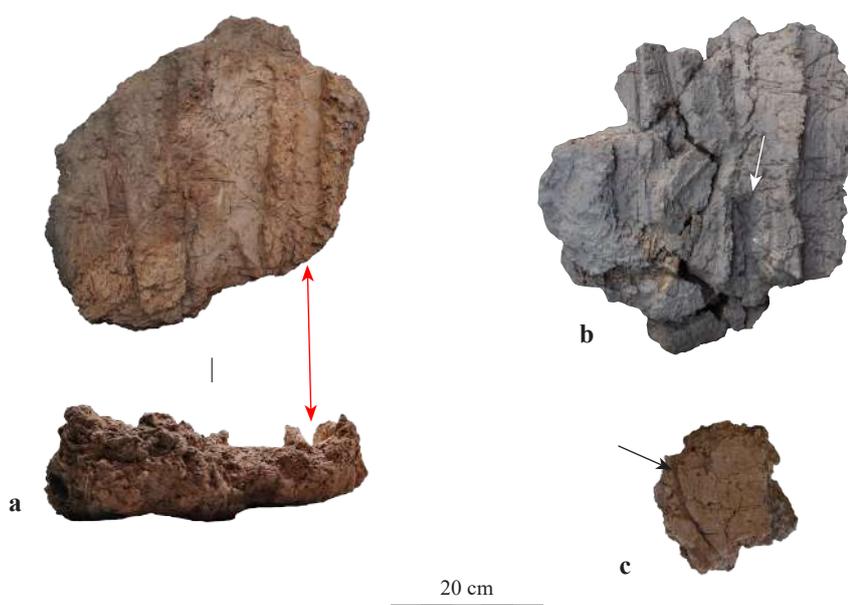


Fig. 2-08 - Fragments issus des murs du bâtiment. Éch. 1:10. a. fragment 611009-023 présentant des empreintes de pièces de bois refendues et d'une équarrie (flèche rouge) ; b. fragment 611006-015 présentant des empreintes de pièces de bois refendues dont une s'arrête (flèche blanche) ; c. fragment 611018-052 présentant une empreinte de pièce refendue et une empreinte de rameau (flèche noire).

Concernant leur agencement, ces poteaux sont généralement plus ou moins parallèles et jointifs, même si quelques espacements de 1 à 3 cm ont été observés. Certaines pièces de bois au sein de l'armature sont légèrement obliques rompant le parallélisme de la structure. Une pièce notamment semble complètement oblique et placée même devant les autres poteaux verticaux (**fig. 2-11**). Enfin, plusieurs poteaux n'atteignent pas le faite du mur et, soit ne sont pas prolongés (**fig. 2-08b**, **2-10** et **2-11**), soit le sont par aboutement avec d'autres pièces de bois (**fig. 2-13**).

Outre les poteaux, les traverses jouent un rôle architectural important dans ces armatures en poteaux jointifs (**fig. 2-14** et **2-15**). L'étude architecturale indique que ces pièces horizontales sont en réalité installées avant les poteaux jointifs, une fois les poteaux corniers fondés. Elles sont ensuite mises en place sur chaque parement des murs. Les poteaux jointifs sont alors positionnés entre ces traverses. En plus de maintenir les poteaux, ces traverses sont



Fig. 2-09 - Détail du fragment 611009-024 présentant les deux faces perpendiculaires d'une pièce très probablement équarrie.

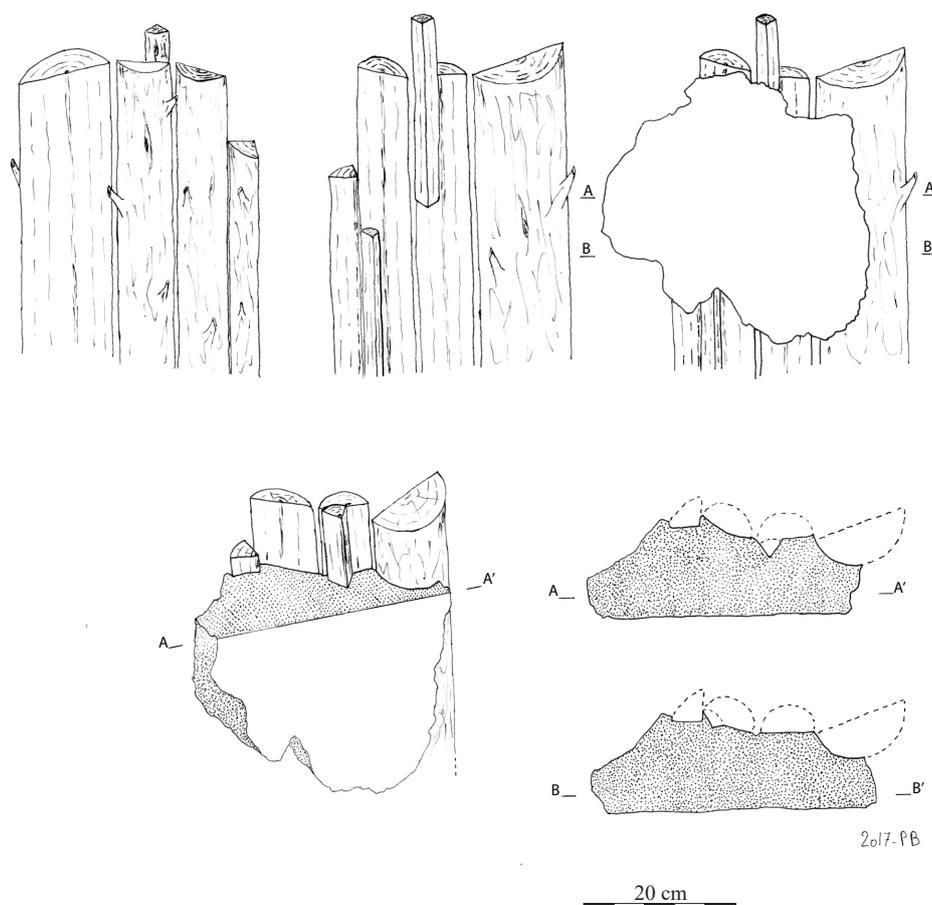


Fig. 2-10 - Restitution d'une partie de l'armature en poteaux jointifs du mur ouest (pièce A) à partir du fragment 611006-015. Éch. 1:10. a. vue extérieure de l'armature ; b. vue intérieure ; c. vue intérieure avec fragments ; d. vue en coupe AA' ; e. vue en coupe BB' ; f. vue en perspective sous la coupe AA'.

un support d'accroche supplémentaire pour la terre à bâtir car les traverses ne faisaient pas toute la longueur du mur qu'elles servaient à construire. Elles joignaient deux poteaux fondés et courraient ensuite le long du mur. Ainsi il est possible d'observer sur les fragments deux traverses côte à côte, voire liées entre elles (**fig. 2-15**). Les pièces de bois utilisées sont des perches, petites ou grosses, dont les diamètres oscillent entre 0,8 et 3,5 cm, avec une moyenne de 1,9 cm (pour le mur est : étendue de 1 à 3 cm, moyenne de 1,9 cm ; pour le mur ouest : étendue de 0,8 à 3,5 cm, moyenne de 2 cm ; **fig. 2-16**). Quelques occurrences (4 empreintes) attestent l'utilisation de perches refendues. Ils semblent qu'on puisse reconstituer trois traverses par parement sur la hauteur des murs gouttereaux avec un positionnement environ tous les 50 cm. Ainsi selon ces données et le déport à la chute des fragments des murs est et ouest, il apparaît assez probable que ces derniers aient eu une hauteur comprise entre 1,70 et 1,80 m.

L'étude du matériel des pièces A et B et plus précisément des fragments issus du mur ouest a fourni des éléments en faveur de la présence de sablières hautes. En effet, une empreinte perpendiculaire aux poteaux dont la largeur est de 9 cm et qui est potentiellement le reflet



Fig. 2-11 - Fragment 611007-024 présentant une empreinte de poteau refendu (en noir) et une empreinte d'une pièce de bois oblique devant les poteaux dont le diamètre ou la largeur n'est pas connu. Éch. 1:5.

d'une pièce équarrie, ou du moins refendue, a été observée (**fig. 2-17**). Cette pièce de bois semble venir confirmer l'hypothèse de la présence de sablières hautes sur les murs gouttereaux, sablières qui faciliteraient ensuite la mise en place des chevrons de la charpente.

c. Les assemblages

Concernant les assemblages connus pour les armatures des murs gouttereaux, ils sont tous réalisés à l'aide de ligatures qui, selon leurs empreintes, sont majoritairement fabriquées en matériau végétal. Les ligatures sont peu épaisses, avec des diamètres compris entre 0,5 et 1,2 cm.

L'assemblage de deux pièces verticales, à l'instar des poteaux aboutés, peut être réalisé en ligaturant seulement les pièces entre elles ou en utilisant une petite pièce de bois supplémentaire permettant de serrer l'assemblage (**fig. 2-13, 2-18 et 2-22**). S. Martinez (2001) avait déjà noté la présence de petites pièces de bois entre les poteaux durant son étude du mur 626 du niveau V/Ouest/3 de Dikili Tash, sans identifier leur fonction architecturale. Ces petites pièces de bois peuvent également être insérées entre les poteaux, même lorsqu'il n'y a pas d'assemblage, afin de resserrer les poteaux entre eux et de les maintenir en place plus fermement.

Les traverses, elles, sont également liées aux poteaux à l'aide de ligatures (**fig. 2-19 et 2-20**). Ces liens auraient un rythme d'apparition d'au moins un tous les quatre poteaux. En



Fig. 2-12 - Détail du fragment 611006-015 présentant une empreinte de poteau qui s'arrête (flèche noire).



Fig. 2-13 - Détail du fragment 611010-003 présentant deux empreintes de pièces de bois aboutées (flèche noire) par un ligature (flèche blanche).

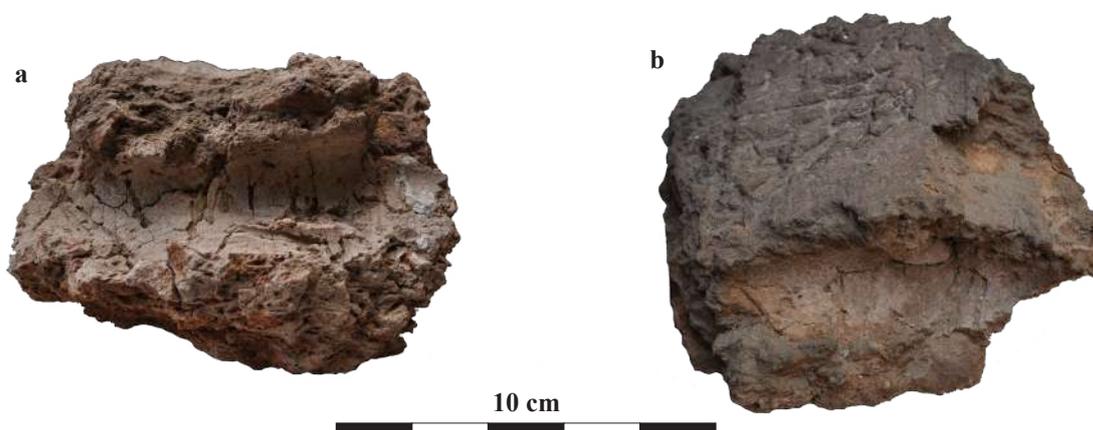


Fig. 2-14 - Fragments des murs gouttereaux présentant des empreintes de traverses. Éch. 1:2. a. fragment 611026-018 ; b. fragment 611009-017.

effet, les fragments ayant des traverses et des liens ne présentent jamais deux ligatures sur une même traverse et les fragments avec une seule traverse présentent jusqu'à trois poteaux consécutifs sans ligature, mais jamais davantage.

La session d'étude 2018 a été marquée par la découverte de restes de ligatures végétales en place dans leurs empreintes. Trois fragments ont livré ces restes inédits, dont un morceau de lien conservé sur 4,2 cm de long et 0,6 cm de diamètre (fig. 2-21). L'étude de ces restes et des empreintes indique que ces ligatures végétales sont fabriquées à partir de deux torons, chacun composé de fils de caret torsadés, puis torsadés entre eux (fig. 2-21f). L'une des

empreintes s'apparente à l'empreinte du nœud de deux bouts d'une ligature (fig. 2-20). La conservation assez exceptionnelle de ces fragments de ligature semble être due à une sorte de minéralisation et on ne connaît que peu de parallèles, sûrement à cause du manque d'études exhaustives et minutieuses des fragments de terre à bâtir (Chohadzhiev 2021, p. 162 et 164, figure 17). L'espèce végétale utilisée n'a pas pu être identifiée pour le moment. Une observation au MEB permettrait peut-être de la déterminer.

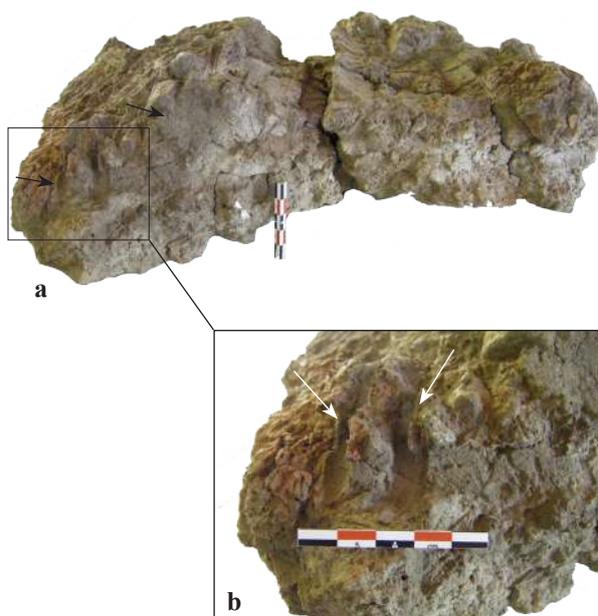


Fig. 2-15 - Fragment 611017-009 présentant deux empreintes de traverses jointives. a. vue générale, éch. 1/5 ; b. vue de détail sur la ligature qui lie les deux traverses, éch. 1:2.

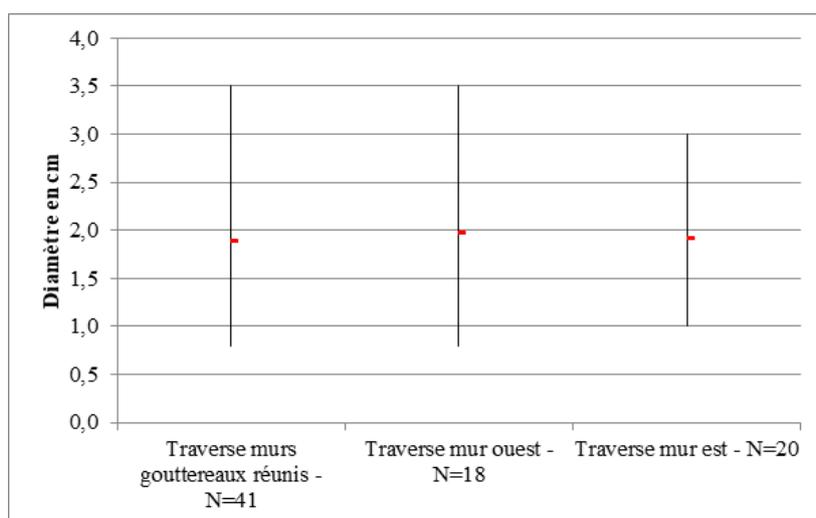


Fig. 2-16 - Comparaison des diamètres des pièces utilisées comme traverses pour les murs gouttereaux est et ouest. La première série correspond aux deux murs et inclut les fragments dont le mur d'origine (est ou ouest) n'est pas défini.

3.1.2. La terre à bâtir

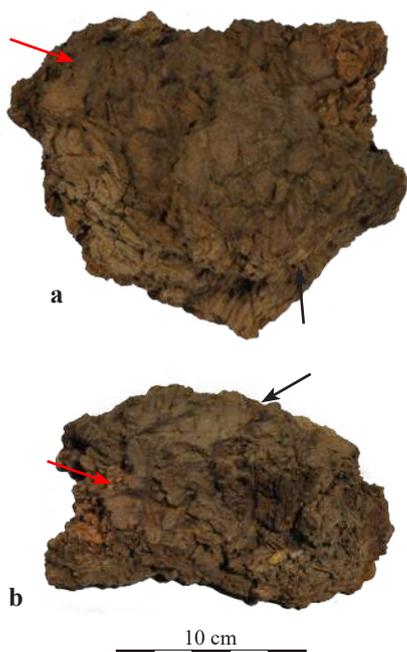


Fig. 2-17 - Fragment 611045-017 présentant une empreinte de poteau refendu (flèche noire) et l'empreinte d'une sablière perpendiculaire (flèche rouge). Éch. 1:4. a. fragment orienté avec la sablière vers le haut ; b. vue directement sur l'empreinte de la sablière.

Les deux parements des murs étaient recouverts de terre selon les données de fouille (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 357). La terre à bâtir utilisée comme torchis est assez grossière, avec un dégraissant végétal composé de pailles longues aux diamètres compris entre 1 et 4 mm en quantité importante, généralement sans orientation privilégiée (fig. 2-23a), mais parfois disposées en fagot (fig. 2-21a et b). On y décèle des inclusions de galets, d'os, de tessons, voire même de nattes (fig. 2-23b, c et d) attestant de l'utilisation de la terre présente sur le site.

Cette couche de terre à bâtir appliquée contre l'armature en poteaux jointifs a une épaisseur qui oscille entre 5 et 10,5 cm et est en moyenne épaisse de 7-9 cm. On relève dans plusieurs fragments des concentrations de gravillons calcaires blancs. Cette couche de torchis est alors aplanie, voire lissée avant de recevoir les enduits.

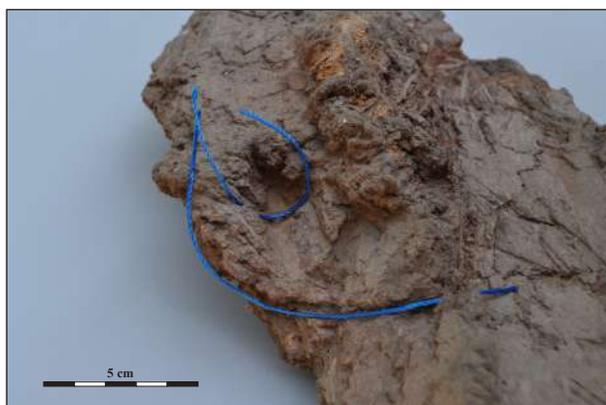


Fig. 2-18 - Détail du fragment 611010-003 présentant l'empreinte d'une ligature permettant de lier deux pièces de bois. Une troisième pièce permet de serrer l'assemblage. Reconstitution en fig. 2-22.



Fig. 2-20 - Détail du fragment 611017-025 présentant une cavité où se trouve l'empreinte d'un nœud qui a permis d'attacher la ligature autour des pièces de bois.

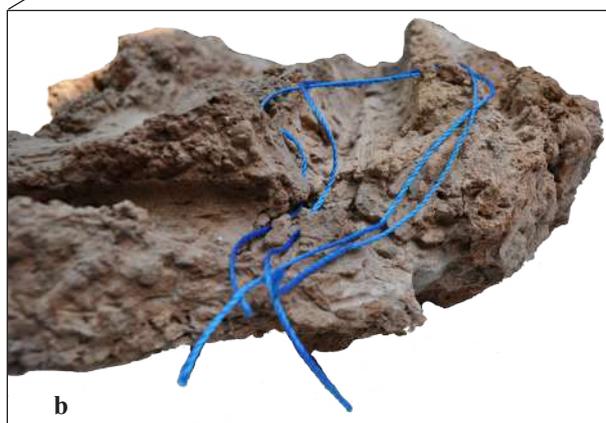


Fig. 2-19 - Fragment 611010-003 présentant l'empreinte d'une ligature permettant de lier une traverse à un poteau. a. vue générale sur l'empreinte de la traverse, éch. 1:2 ; b. restitution de la ligature à partir des empreintes



Fig. 2-21 - Fragment de ligature végétale découvert dans le fragment 611018-026. Éch. 1:1. a. ligature dans son empreinte vue de face. On peut voir l'organisation en fagot des dégraissants (paille) dans la cassure (flèche blanche) ; b. ligature dans son empreinte vue de profil. On voit également l'organisation en fagot de la paille ; c. d. e. vue de trois faces de la ligature. On voit la torsade, l'hélice, formée par les torons ; f. dessin du fragment de ligature. En suivant les fibres, on voit l'hélice formée par les deux torons eux-mêmes composés de fils de caret torsadés. Une partie des fibres est cassée à cause de cette première torsion.

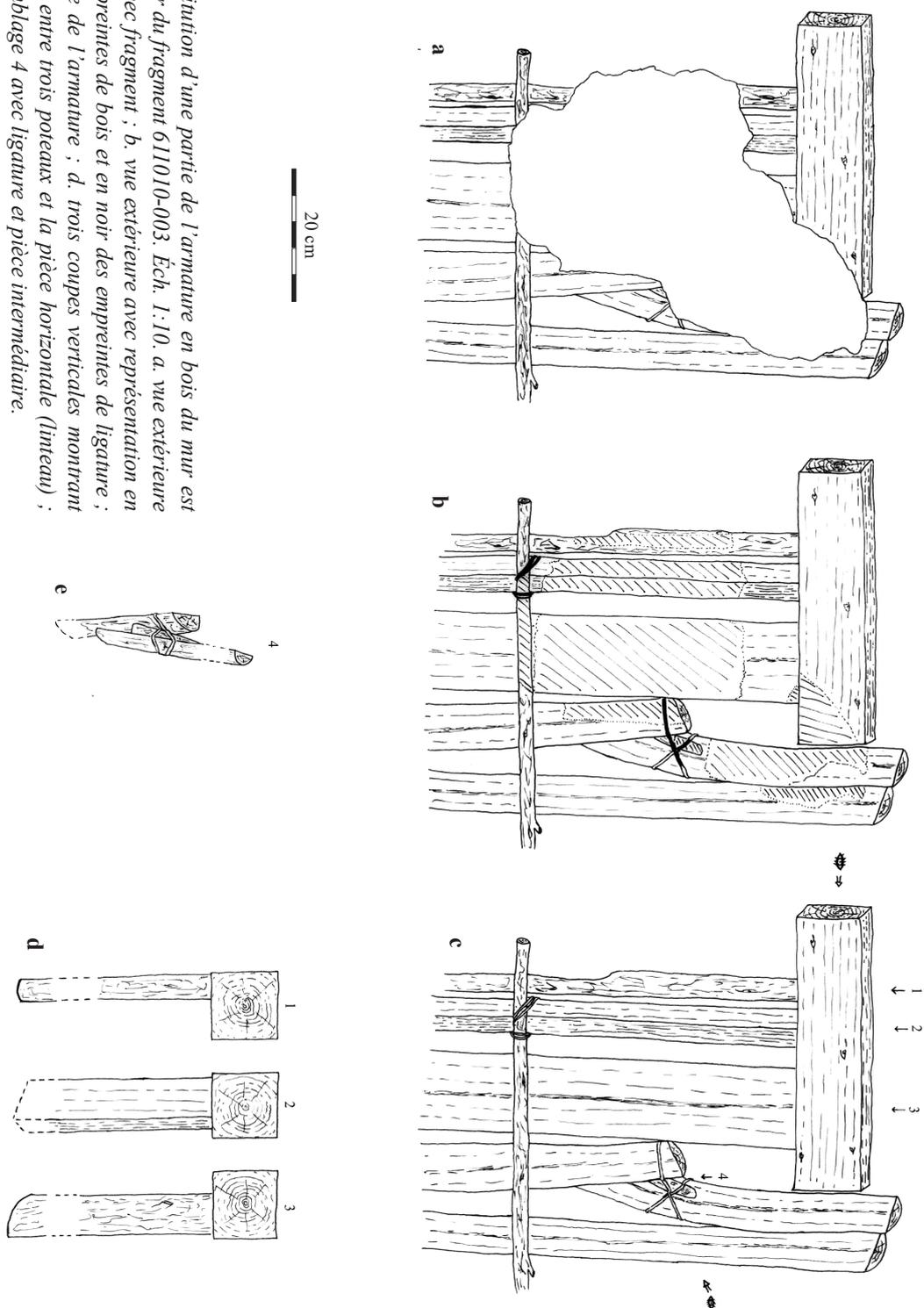


Fig. 2-22 - Restitution d'une partie de l'armature en bois du mur est (pièce A) à partir du fragment 611010-003. Éch. 1:10. a. vue extérieure de l'armature avec fragment en noir et en gris représenté en hachuré des empreintes de bois et en noir des empreintes de ligature ; c. vue extérieure de l'armature ; d. trois coupes verticales montrant la superposition entre trois poteaux et la pièce horizontale (linteau) ; e. vue de l'assemblage 4 avec ligature et pièce intermédiaire.

Les murs étaient ensuite recouverts de deux ou trois couches d'enduit (**fig. 2-24**), puis, parfois, d'un badigeon blanchâtre épais de 1-2 mm. Les enduits renforçant l'imperméabilité des murs, il semble assez probable que ce soit le parement interne des murs qui ne recevaient que deux enduits (ép. : 1-2,7 cm, puis 0,5-0,7 cm) et le badigeon (**fig. 2-24c**), tandis que le parement externe recevait trois enduits (ép. 1-1,5 cm, puis 0,5-1 cm, enfin 0,5 cm ; **fig. 2-24a**). On peut également imaginer des réfections plus nombreuses sur le parement extérieur, exposé aux intempéries. Dans les deux cas, le premier enduit ressemble fortement à la couche de torchis, même si la paille y est en moins grande quantité. On y retrouve parfois également des inclusions de type galet ou tesson. Le deuxième enduit et le troisième, quand il est présent, sont dégraissés plus finement à la paille hachée ou à la balle.

Il semble que les mélanges utilisés pour réaliser les enduits varient légèrement de composition au sein d'une même couche. En effet, au niveau de la pièce C, le premier enduit est plus minéral avec seulement quelques inclusions de paille éparses (**fig. 2-24b**), alors qu'au

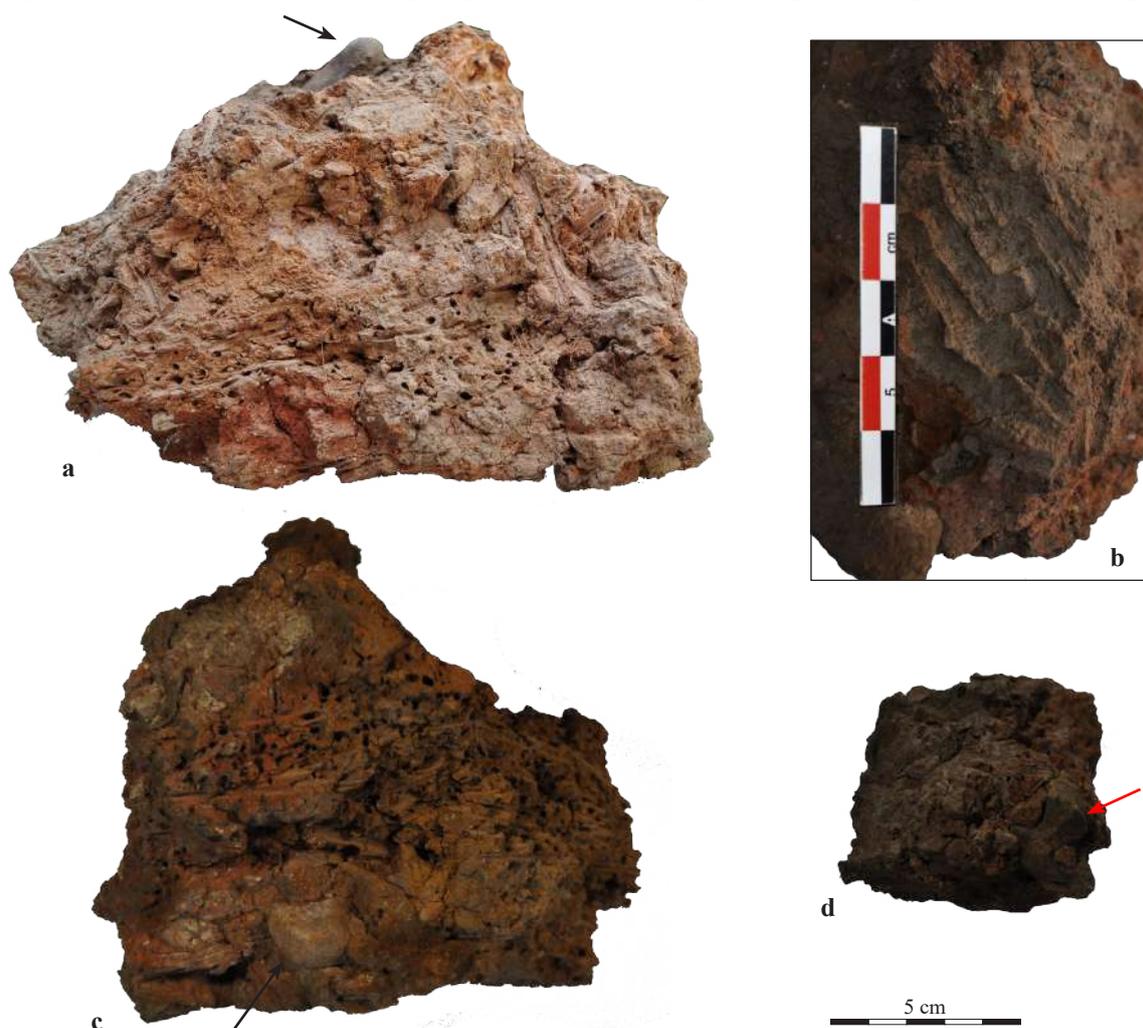


Fig. 2-23 - Fragments issus des murs gouttereaux de la Maison 4. Éch. 1:2 a. c. d. et éch. 1:1 b. a. fragment 611009-025 présentant une terre à bâtir avec des dégraissants sans organisation et une inclusion de caillou (flèche noire) ; b. détail du fragment 611026-016 avec empreinte de natte dans la pâte ; c. fragment 611093-007 avec inclusion de cailloux ; d. fragment 611027-013 avec inclusion d'os (flèche rouge).

niveau des pièces A et B il est un peu plus dégraissé. Cela est probablement dû aux aléas de fabrication de la terre à bâtir, au sens où cette préparation suivait une recette générale, mais qui ne semble pas être standardisée et variait légèrement.

3.1.3. Les ouvertures

Dès la fouille du bâtiment il est apparu que chaque pièce devait posséder son propre accès vers l'extérieur et qu'elles ne communiquaient pas entre elles. Proposées dans le mur est, ces entrées ne sont pas attestées archéologiquement. Il en va de même pour les éventuelles baies laissant passer la lumière et servant d'aération.

L'étude des fragments architecturaux permet de clarifier la situation de l'entrée de la pièce A, notamment grâce à l'ensemble de fragments 611010-003 (fig. 2-25a).



Fig. 2-24 - Fragments des murs gouttereaux présentant des couches d'enduit. Éch. 1:2. a. fragment 611042-007 présentant trois couches d'enduit sans badigeon ; b. fragment 611074-002 (pièce C) présentant un premier enduit assez minéral ; c. détail du fragment 611035-005 présentant deux couches d'enduit recouvertes d'un badigeon ; d. détail du fragment 611004-20 présentant la première couche d'enduit sur sa couche de torchis, leurs compositions sont similaires.

Cet ensemble fait partie des plus volumineux et des mieux conservés, avec une hauteur de 53,5 cm et une largeur de 42 cm pour une épaisseur de 10,3 cm (couche torchis et une couche d'enduit). Ce groupe de fragments a été trouvé dans le quart nord-est de la pièce A et présente sa surface plane tournée vers le ciel (**fig. 2-25b**). Il fait donc partie du parement externe du mur est.

Il présente neuf empreintes de pièces de bois verticales et horizontales et deux ensembles d'empreintes de ligatures liant les pièces de bois (**fig. 2-22**). Parmi les empreintes, sept sont à orienter plus ou moins verticalement, dont six témoignent d'une armature en poteaux jointifs. Les deux empreintes horizontales correspondent, d'une part, à une perche utilisée comme traverse et, d'autre part, à une pièce de bois équarrie identifiée comme un possible linteau de baie. L'empreinte est très plane et presque lisse, on y décèle quelques stries qui permettent d'orienter horizontalement la pièce de bois. Un rebord de l'empreinte présente un profil plat et forme un angle franc, presque droit avec la surface plane de l'empreinte. L'épaisseur du linteau, dont nous ne pouvons avoir une véritable mesure par l'empreinte, devait être d'une dizaine de centimètres (**fig. 2-22d**), afin que les poteaux situés juste au-dessous le soutiennent. L'ossature en bois du jambage nord de la porte est alors composée de trois poteaux. En ajoutant à cela l'étude de quelques fragments plus petits tels que l'ensemble 611009-012 (**fig. 2-27**), on comprend que les poteaux qui forment le jambage de l'ouverture sont recouverts de terre à bâtir lissée et que les angles du piédroit étaient arrondis.

Concernant les baies destinées à laisser passer la lumière et l'air, les déceler par l'étude des fragments architecturaux n'est pas aisé. L'étude de deux fragments provenant du mur est



Fig. 2-25 - Ensemble de fragments 611010-003, la flèche rouge pointe la même empreinte. a. l'ensemble de fragments prélevé, éch. 1:10 ; b. l'ensemble sur le terrain lors de sa découverte. D'après Koukouli Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-175.

de la pièce A (611026-010) a montré la présence de poteaux dont les bouts sont directement recouverts par de la terre à bâtir : on voit clairement la fin des empreintes et la présence d'un boudin de terre à bâtir qui a été rajouté ensuite par-dessus (fig. 2-26). Deux hypothèses peuvent être avancées. La première correspond à l'attribution de ces fragments aux faîtes du mur. Toutefois, la présence d'une sablière haute, démontrée plus haut, infirme cette hypothèse, puisque l'empreinte d'un poteau juste sous la couche de terre formant le faîte du mur est visible. La deuxième hypothèse tend à restituer ces fragments comme l'appui d'une ouverture assez haut dans les murs, qui ne nécessiterait donc pas d'imposte, son linteau étant la sablière haute (fig. 2-26b).

L'orientation vers le sud-est de toutes ces ouvertures semble adaptée au climat, elles ne sont ainsi pas face aux vents et pluies dominants venant du nord – nord-ouest (Lespez 2008b, p. 88).

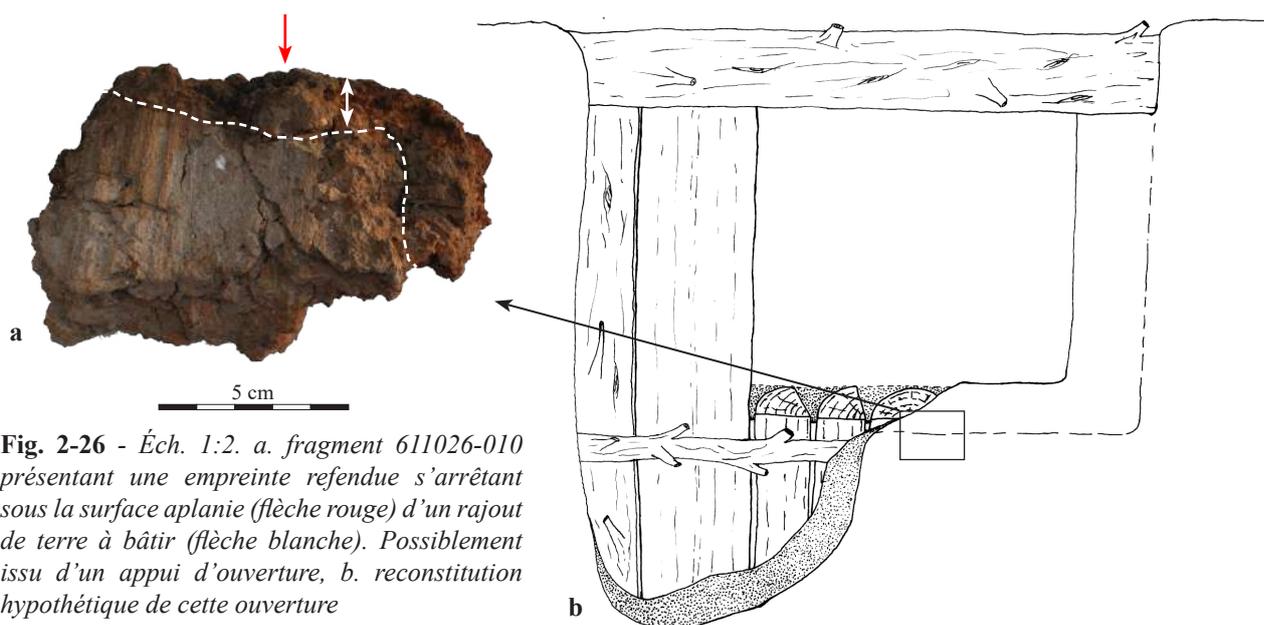


Fig. 2-26 - Éch. 1:2. a. fragment 611026-010 présentant une empreinte refendue s'arrêtant sous la surface aplaniée (flèche rouge) d'un rajout de terre à bâtir (flèche blanche). Possiblement issu d'un appui d'ouverture, b. reconstitution hypothétique de cette ouverture



Fig. 2-27 - Ensemble de fragments 611009-012 présentant une surface arrondie et aplaniée et issus possiblement des piédroits de l'ouverture. Éch. 1:2.

3.2. Le mur pignon nord

Les fragments de terre issus des amas attribués à l'éroulement du mur pignon nord sont, dans leur grande majorité, en tous points similaires aux fragments des murs gouttereaux. Il s'agit d'une armature en poteaux jointifs (**fig. 2-31**) dont les poteaux (79 empreintes dont 68 empreintes de refente ; **fig. 2-29**) ont des diamètres compris entre 1,7 et 11 cm (moyenne : 7,6 cm ; **fig. 2-28**) et dont les traverses (**fig. 2-30**) ont des diamètres variant entre 0,8 et 2,5 cm (moyenne : 1,7 cm). Les terres à bâtir utilisées comme torchis et comme enduits correspondent également dans leur composition et leur agencement à celles des murs gouttereaux.

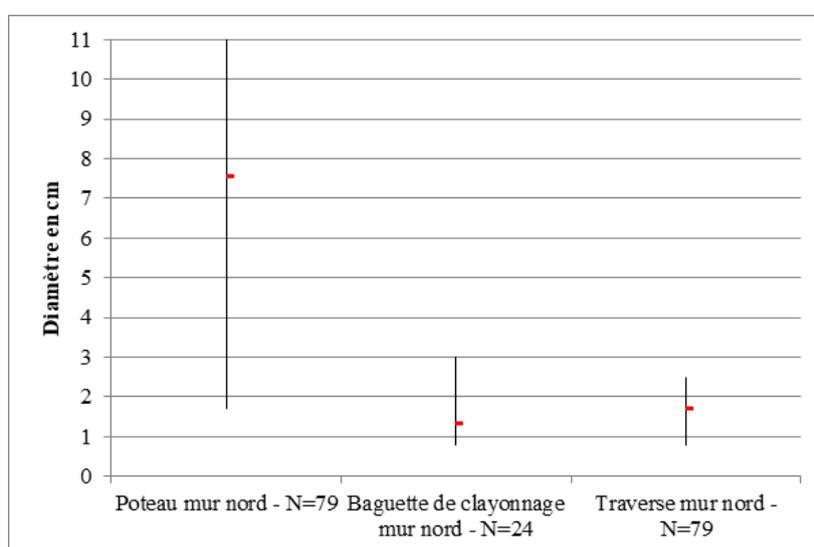


Fig. 2-28 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées dans l'armature du mur pignon.



Fig. 2-29 - Fragment 611006-014 issu du mur nord et présentant des empreintes jointives. Éch. 1:10.



Fig. 2-30 - Détail du fragment 611004-020 présentant l'empreinte d'une traverse perpendiculaire aux poteaux refendus.

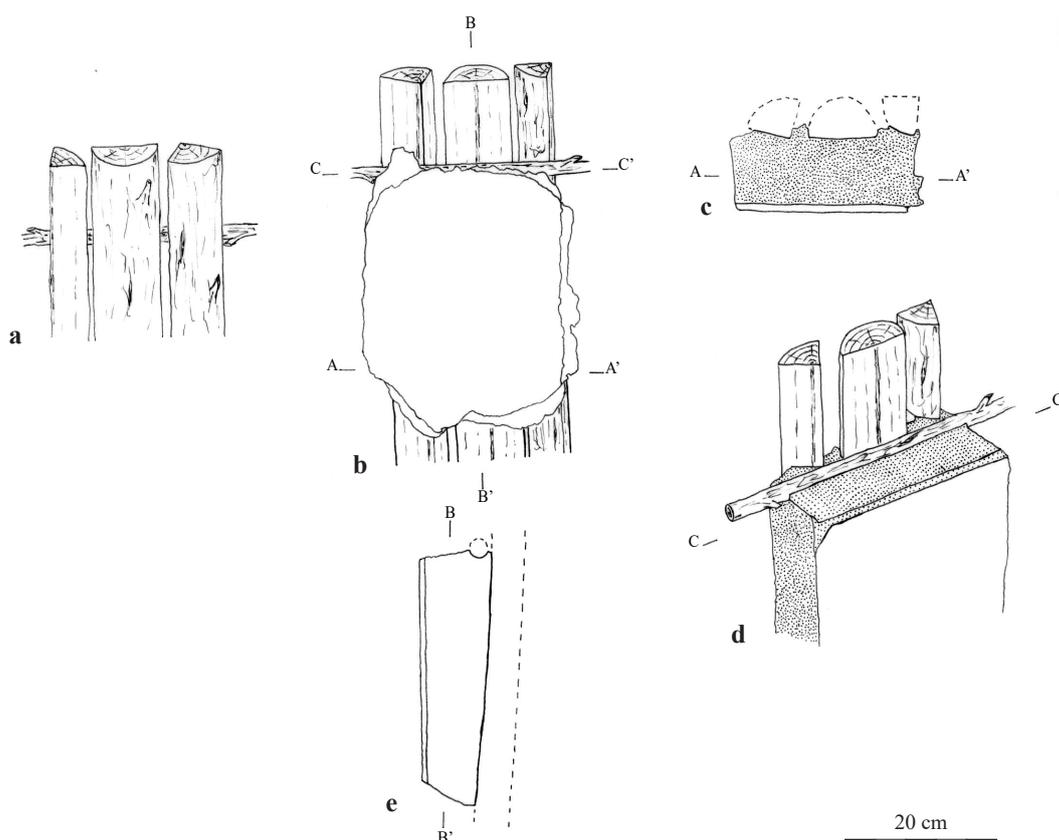


Fig. 2-31 - Restitution d'une partie de l'armature en poteaux jointifs avec traverse du mur nord (pièce A) de la Maison 4 à partir du fragment 611004-020. Éch. 1:10. a. vue intérieure ; b. vue extérieure avec fragments ; c. vue en coupe horizontale AA' ; d. vue en perspective sous la coupe CC' ; f. vue en coupe verticale BB'.

Toutefois, au sein de ces amas, plusieurs fragments indiquent un autre mode d'agencement : le clayonnage (**fig. 2-32a**). Il s'agit d'une armature lâche dont l'espacement entre les baguettes varie entre 4 et 7 cm (**fig. 2-32b**). Au total, 24 empreintes de baguettes de clayonnage sont connues et présentent des diamètres variant entre 0,8 et 3 cm (en moyenne : 1,3 cm ; **fig. 2-28**).

Le clayonnage reste marginal (17 fragments ou ensembles de fragments) face à la quantité de fragments présentant des poteaux jointifs (115 fragments ou ensembles de fragments), mais il est attesté avec certitude. À ce stade, il est possible de proposer que la partie triangulaire du mur nord, le pignon², était réalisée à l'aide d'un clayonnage lâche. Certains poteaux composant l'armature jointive de la partie basse du mur s'élèvent plus en hauteur et permettent la mise en place du clayonnage (**fig. 2-33a**).

Enfin, un dernier élément en lien avec le mur pignon nord doit être évoqué ; il s'agit d'un indice suggérant l'utilisation d'un assemblage par tenon-mortaise. En effet, lors de l'étude du fragment 611017-009, on a pu observer une petite empreinte rectangulaire, de 8,5 cm par

² Partie supérieure d'un mur pignon qui a plus ou moins la forme d'un triangle, et où se terminent les combles d'un toit en bâtière.

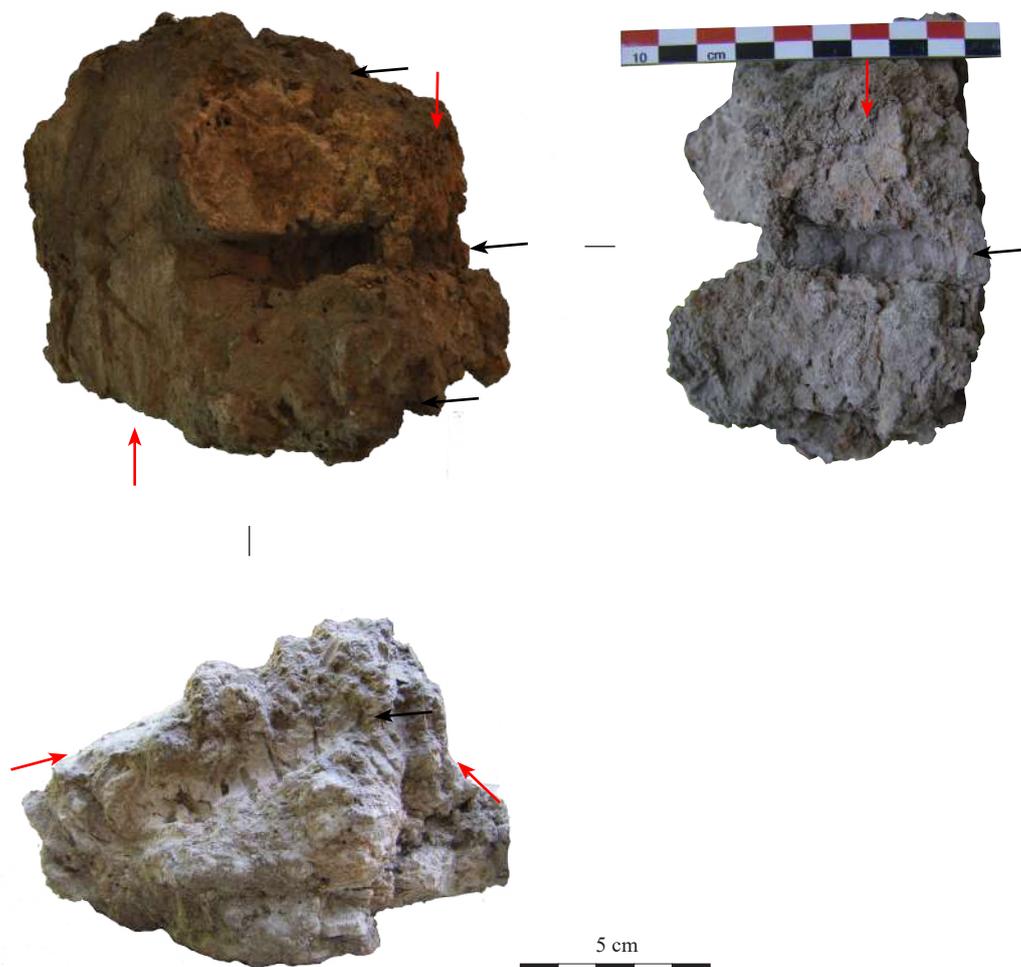


Fig. 2-32a - Fragment 611004-019 issu du pignon nord de la Maison 4 et attestant l'utilisation d'une armature en clayonnage. Les baguettes de clayonnage (flèche noire) sont disposées de manière lâche entre les poteaux (flèche rouge). Éch 1:2.

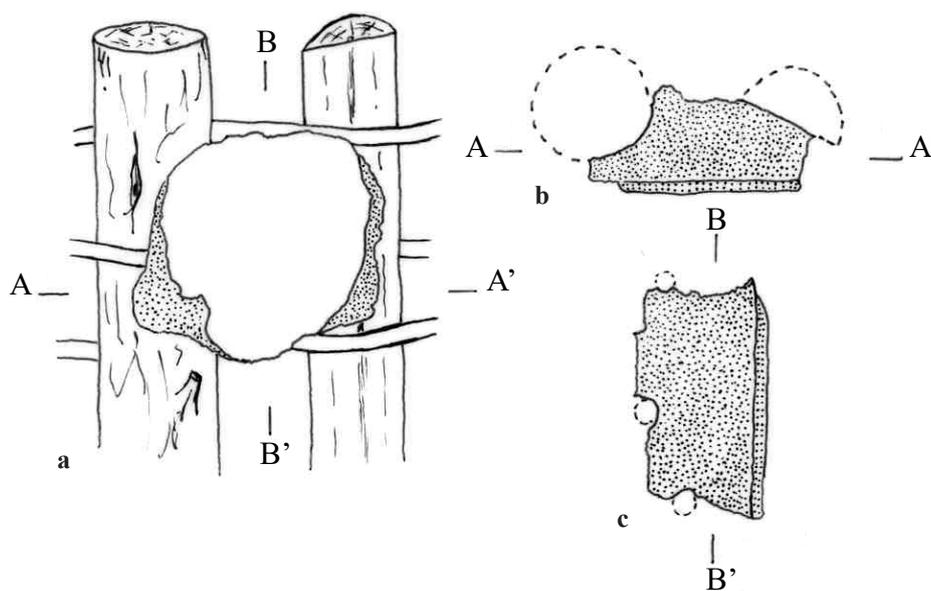


Fig. 2-32b - Restitution d'une partie de l'armature en clayonnage du mur nord (pièce A) de la Maison 4 à partir du fragment 611004-019. Éch. 1:5. a. vue intérieure avec fragment; b. vue en coupe horizontale AA'; c. vue en coupe verticale BB'.

2,7 cm sur 5-8 mm de profondeur, positionnée dans une autre empreinte identifiée comme celle d'un poteau (fig. 2-34). Cette empreinte rectangulaire pourrait être la partie débordante d'un tenon dans un assemblage, traversant en T, à tenon et mortaise³ (fig. 2-33b). En outre, ce fragment présente les empreintes de plusieurs poteaux jointifs, de deux traverses et d'une ligature permettant d'attacher les deux traverses entre elles (fig. 2-15). Le parement d'origine de ce fragment n'est pas certain. Toutefois, la présence de cet assemblage suggère qu'une pièce de bois sortait à la perpendiculaire du mur nord vers l'extérieur ou l'intérieur du bâtiment.

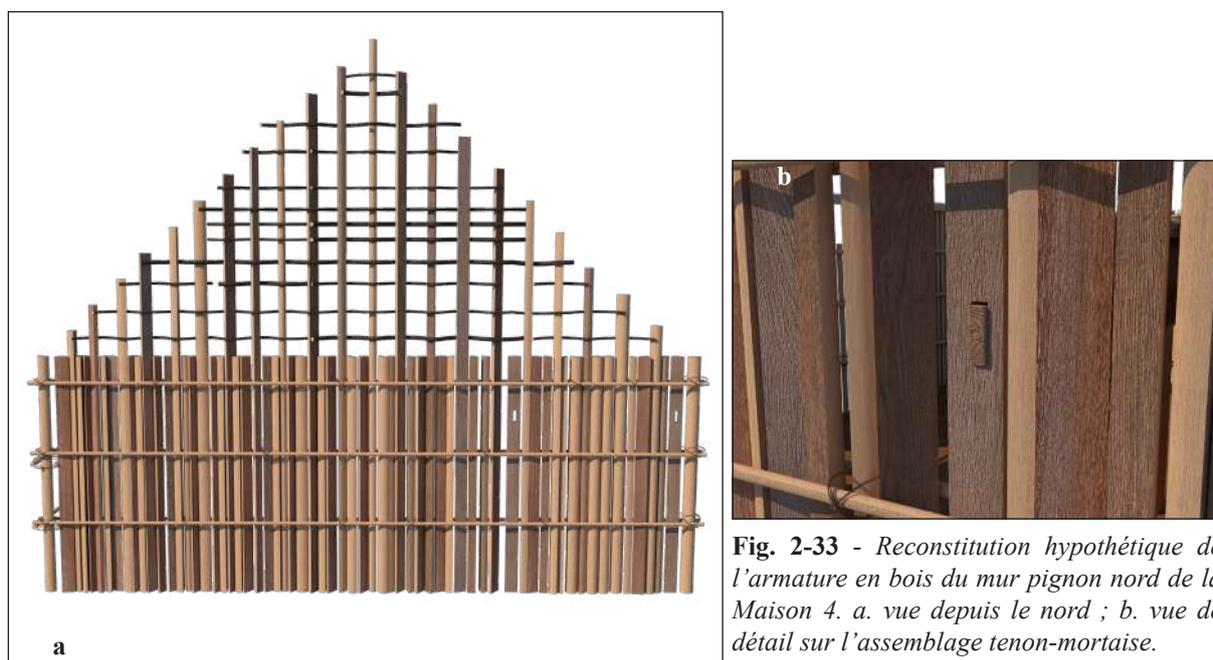


Fig. 2-33 - Reconstitution hypothétique de l'armature en bois du mur pignon nord de la Maison 4. a. vue depuis le nord ; b. vue de détail sur l'assemblage tenon-mortaise.

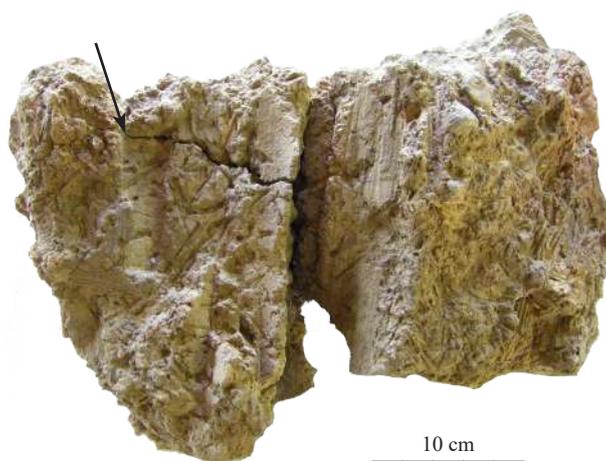


Fig. 2-34 - Fragment 611017-009 issu du mur nord. Une empreinte rectangulaire (flèche noire) est visible dans une empreinte de poteau. Elle est interprétée comme l'empreinte de la partie traversante d'un tenon. Éch. 1:5.

³ Pour le vocabulaire technique sur les assemblages en menuiserie et en charpente : De Ceukelaire 2013, p. 59.

3.3. Les cloisons

3.3.1. La cloison A/B

La cloison entre les pièces A et B est la mieux conservée des deux cloisons segmentant le bâtiment, que ce soit au niveau des vestiges en place ou au niveau des fragments architecturaux écroulés.

L'hypothèse de l'utilisation « de poteaux et de branches » (Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 360) a été proposée lors de la fouille du bâtiment et l'étude du matériel architectural vient la confirmer. En effet, il apparaît de façon certaine maintenant que la cloison A/B a été construite en torchis sur clayonnage.

Cette armature se caractérise par l'utilisation de baguettes de clayonnage, dont les diamètres varient entre 0,5 et 2,5 cm (en moyenne : 1,3 cm ; **fig. 2-35**) et qui sont disposées de manière lâche (**fig. 2-36a**). Les poteaux, quant à eux, sont de grosses perches ou des rondins refendus (12 des 15 occurrences) aux diamètres oscillant entre 5 et 8 cm (en moyenne : 7 cm ; **fig. 2-35**). Les poteaux sont assez rapprochés et certaines baguettes ne s'enlacent pas entre chaque poteau, mais couvrent un côté de plusieurs poteaux successifs avant de passer de l'autre côté (**fig. 2-36b**)

La terre à bâtir utilisée en torchis est dégraissée à l'aide de paille fine (1 mm en moyenne), mais on y décèle une nouvelle fois de grosses inclusions, comme des galets, des tessons de céramique ou des fragments d'os. Cette couche de torchis a une épaisseur d'environ 5-6 cm, avec un maximum mesuré à 8 cm. Sur cette couche a été posé un enduit épais de 1-2 cm dégraissé un peu plus finement.

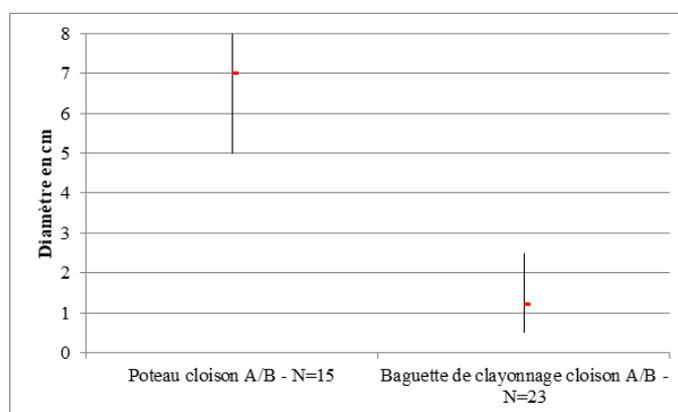


Fig. 2-35 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées comme poteaux et baguettes de clayonnage dans l'armature de la cloison entre les pièces A et B.

Un dernier détail important mis en évidence lors de l'étude du matériel est que la cloison ne montait pas jusqu'au toit, mais s'arrêtait à une certaine hauteur, pour le moment difficile à estimer. En effet, les fragments de l'ensemble 611125-005 montrent deux surfaces planes perpendiculaires l'une à l'autre (**fig. 2-36c et d**). La première surface correspond à l'un des parements de la cloison : elle est aplanie, mais recevait un deuxième enduit qui ne devait pas excéder 1 cm d'épaisseur, au moins à cet endroit. La deuxième surface correspond vraisemblablement au faîte de la cloison, qui était donc plat.

Une question reste en suspens. Lors de la lecture des empreintes nous n'avons pas identifié d'éléments permettant aux poteaux de rester debout le temps de la mise en place de la terre à bâtir. En effet, la présence de baguettes de clayonnage éparses ne permet pas de contrer l'absence de tranchée de fondation. Il est donc fort probable qu'une ou deux traverses hautes aient été installées avant la mise en place des poteaux.

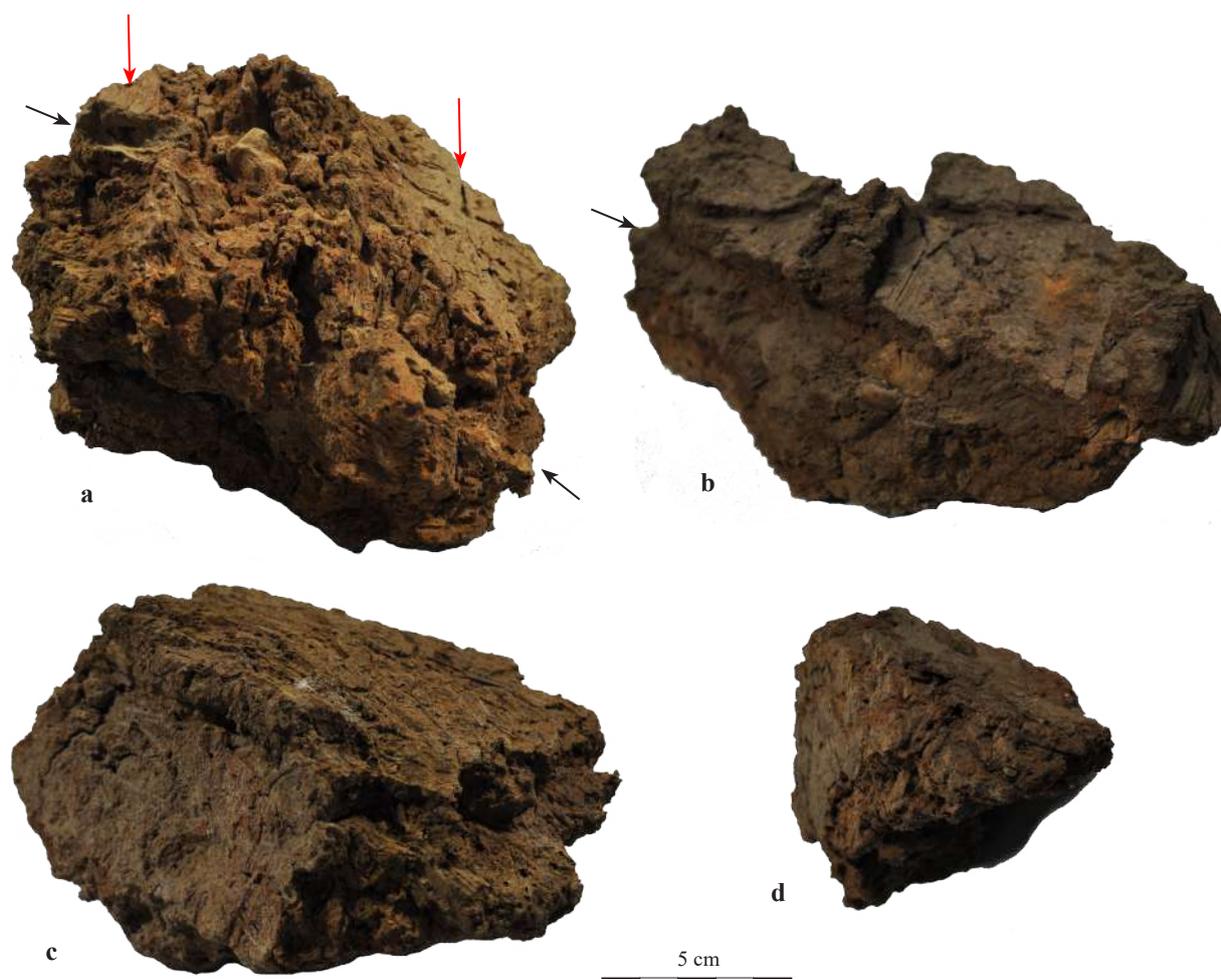


Fig. 2-36 - Fragments de la cloison entre les pièces A et B. Éch. 1:2. a. un fragment de l'ensemble 611125-005 présentant les empreintes d'un clayonnage lâche : poteau (flèche rouge) et baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 611036-010 avec une empreinte de baguette de clayonnage passant du même côté de deux poteaux ; c. et d. deux fragments de l'ensemble 611125-005 présentant deux surfaces aplanies perpendiculaires.

3.3.2. La cloison B/C

La cloison entre les pièces B et C est très lacunaire, que ce soit *in situ* ou dans les amas écroulés. En réalité, très peu de fragments peuvent être rattachés à cette cloison. Seules quelques occurrences issues des amas 6-419, 6-420 et 6-421 présentent des caractéristiques qui pourraient les rapprocher de la cloison B/C, en se fondant sur les connaissances que nous avons de la cloison A/B. L'armature végétale pourrait donc également s'apparenter à un clayonnage dont les poteaux sont assez rapprochés (fig. 2-37). La couche de torchis semble pouvoir atteindre une épaisseur de 9,5 cm par parement et est dégraissée avec de la paille aux diamètres moyens de 2 mm, parfois en fagot. Des inclusions de cailloux sont également présentes (fig. 2-37c).

En outre, un dernier détail a été observé sur le fragment 611092-008. L'agencement des pièces de bois montre qu'au moins un poteau s'arrête pour laisser passer une pièce de bois perpendiculaire au mur (fig. 2-37 b et d). Cette pièce serait soutenue par un poteau. Cela fait écho à la pièce de bois sortant à la perpendiculaire du mur pignon nord.

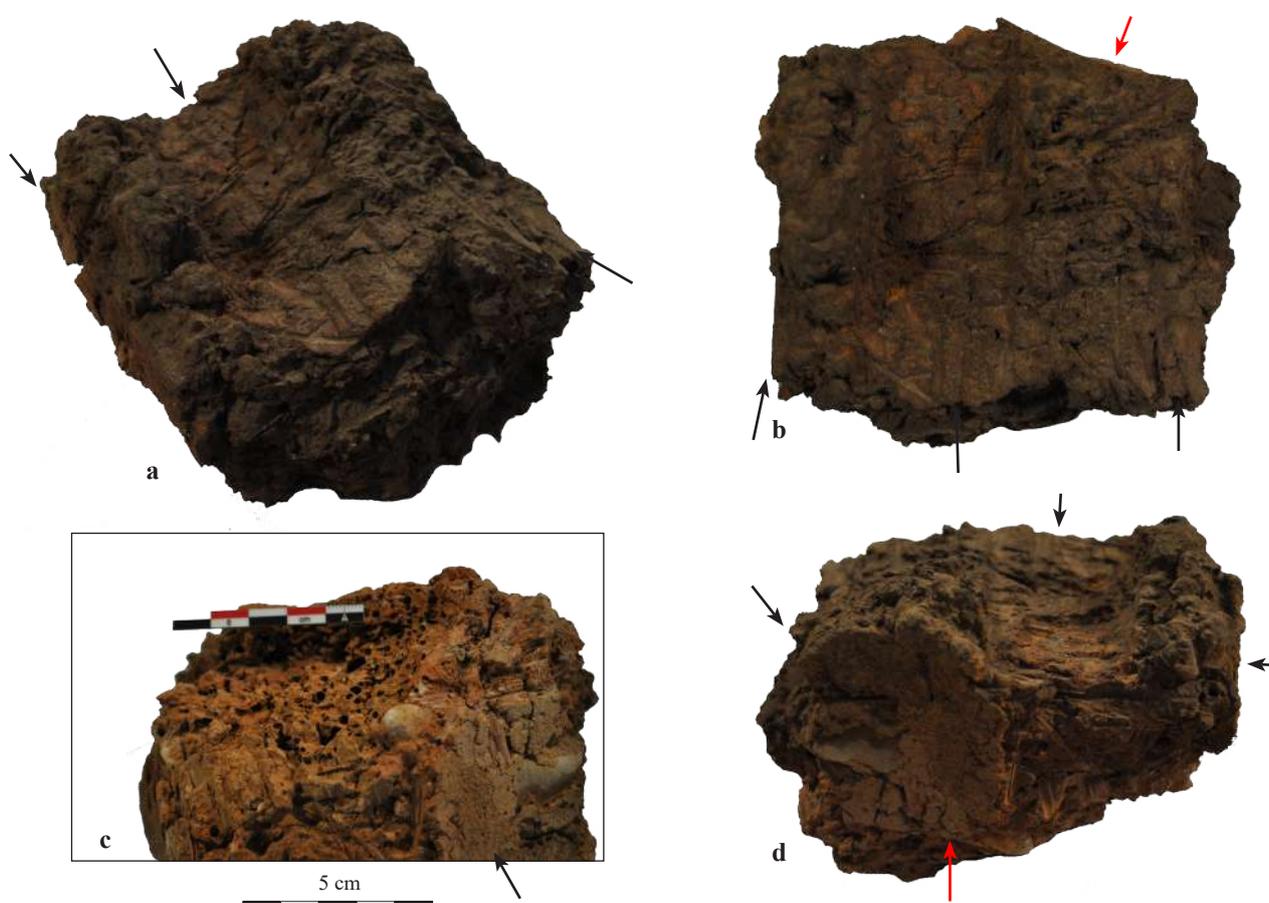


Fig. 2-37 - Fragment 611092-008 issu de la cloison entre les pièces B et C. Éch. 1:2. a. vue de plusieurs empreintes de poteaux (flèche rouge) ; b. vue de face d'une empreinte de poteau et en coupe de l'empreinte perpendiculaire (flèche noire) ; c. vue de détail des dégraissants et des inclusions de cailloux ; d. vue de l'empreinte perpendiculaire.

3.4. Torchis sur roseau plus ou moins jointif

Plusieurs fragments (15) de terre à bâtir brûlée présentent un autre mode d'agencement pour l'armature végétale. Il s'agit de baguettes et de petites perches dont les diamètres sont compris entre 0,2 et 1,5 cm, en moyenne 0,7 cm (**fig. 2-38**). Parallèles les unes aux autres, elles ne sont pas strictement jointives, puisque des espaces de 0,6 cm en moyenne sont visibles (**fig. 2-39** et **2-42a**). En outre, les 216 empreintes présentent des sections arrondies striées dans leurs longueurs (**fig. 2-40**). Ces caractéristiques font penser à l'utilisation de roseaux, sûrement du *Phragmites australis*⁴, attestée dans l'architecture à Servia et proposée dans l'architecture à Dikili Tash par I. Erard-Cerceau (Mould et Wardle 2000, p. 81 et 88; Treuil 1992c, p. 40). Cette espèce de roseaux est par ailleurs encore présente en quantité autour du site de Dikili Tash. Seule l'empreinte 787 du fragment 611091-001, s'apparente à une petite perche de bois – et non pas à un roseau – refendue, dont le diamètre est de 3 cm. Cette empreinte n'est d'ailleurs pas sur le même plan, ni dans la même direction que les autres.

Les dimensions des fragments sont très modestes : le plus gros, qui est en réalité un ensemble de cinq petits fragments, a pour longueur et largeur maximales 22 cm et 17 cm respectivement. Leurs épaisseurs varient entre 6 et 10 cm. La terre à bâtir est légèrement plus fine que celle utilisée pour le torchis sur les murs extérieurs et sur les cloisons A/B et B/C. Le dégraissant végétal est de la paille d'un diamètre moyen de 1 mm en moyenne quantité. Toutefois, on note des inclusions de galets, d'os ou de tessons (**fig. 2-41**). Cette couche de torchis est en fait plutôt un ensemble de grosses mottes de terre à bâtir. Un enduit est visible, dont la composition correspond assez à celle utilisée en torchis, un deuxième enduit devait être appliqué, comme le suggèrent les empreintes de dégraissant observées sur la surface du premier.

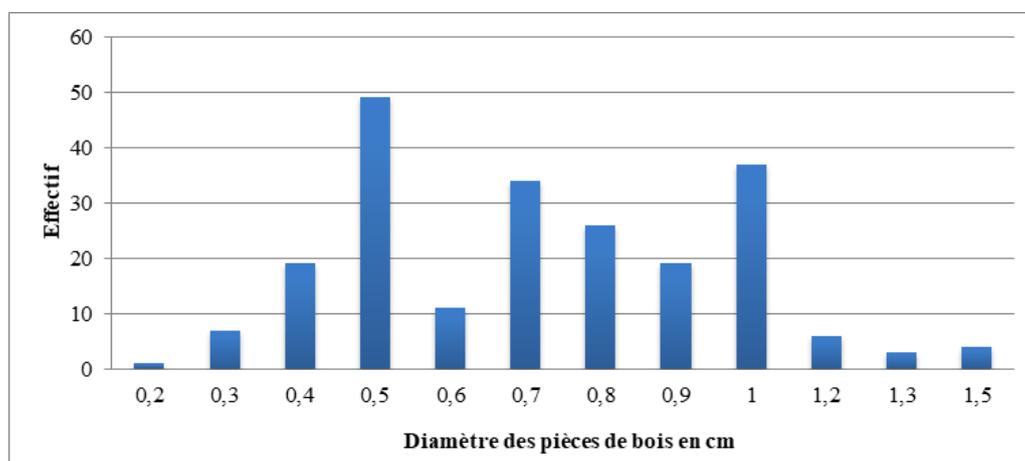


Fig. 2-38 - Effectif des pièces de bois des structures en canisse en fonction de leur diamètre (N=216).

⁴ Synonyme : *Phragmites communis*.

Des fragments portant ce type d'empreintes ont été retrouvés à plusieurs endroits assez bien définis du bâtiment : dans le quart nord-est de la pièce A et au sein des amas 6-416, 6-419 et 6-421 dans la pièce B. Il s'agit à chaque fois d'un à trois fragments maximum par amas.

Plusieurs hypothèses ont été avancées au fur et à mesure de l'étude et il est envisageable que ces fragments ne proviennent pas tous du même type d'élément architectural.

La première hypothèse concerne une mise en place de cette armature de manière horizontale ou oblique afin de réaliser un toit plat ou en bâtière recouvert de terre, ou bien afin de construire un plancher d'étage, à l'image de restitutions proposées pour les sites néolithiques de Servia (première moitié du 6^e mill. av. n. è.) ou de Sesklo (fin 7^e- début 6^e mill. av. n. è.) (Mould et Wardle 2000, p. 71-72 et 88 ; Wijnen 1981, p. 50), mais également pour des sites de l'âge du

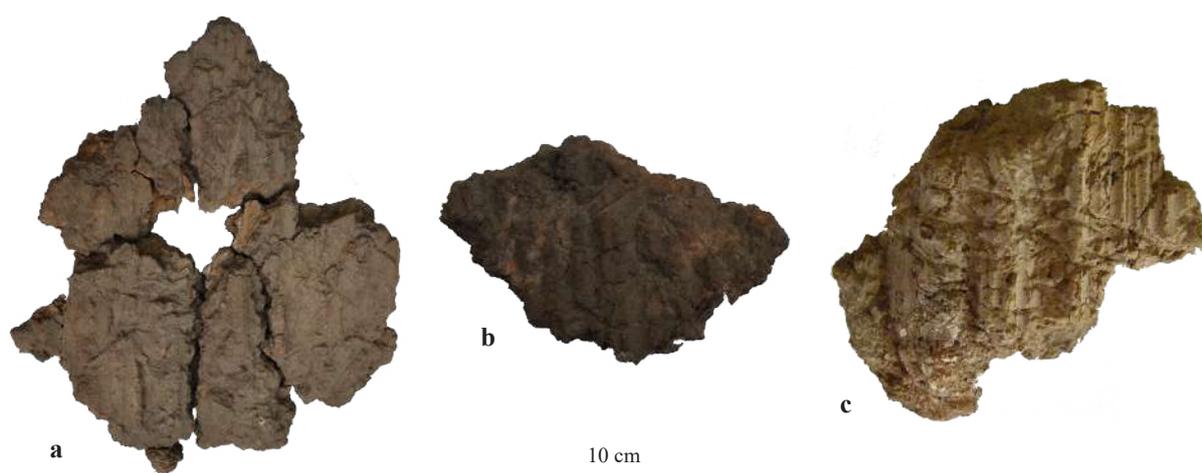


Fig. 2-39 - Fragments présentant les empreintes d'une canisse. Éch. 1:4. a. fragment 611010-007 ; b. fragment 611009.019 ; c. fragment 611018-042.



Fig. 2-40 - Détail du fragment 611099-006 sur les empreintes finement striées qui sont des négatifs de roseaux.



Fig. 2-41 - Fragment 611035-006 présentant de nombreuses inclusions de cailloux, galets et tessons. Éch. 1:2.

Bronze en Macédoine, comme à Angelochori (Chatzitoulousis 2010, p. 113, fig. 4.1.11). Cette hypothèse est la moins probable pour plusieurs raisons. D'une part, il semble qu'à Dikili Tash la confection d'éléments horizontaux en terre à bâtir repose sur des armatures n'incluant pas l'utilisation spécifique et ordonnée de roseaux (*cf.* plus bas, § 3.5., p. 80-85 et § 2.4., p. 103-108). D'autre part, sur ces fragments, la terre à bâtir ne semble pas avoir été épandue, comme on pourrait s'y attendre pour une structure horizontale. Enfin, le faible nombre de fragments présentant ce mode d'agencement serait un argument supplémentaire contre cette hypothèse.

La deuxième hypothèse propose une restitution verticale de l'armature végétale, vue comme des canisses enduites de terre à bâtir, en rapport avec le mur gouttereau est et les ouvertures pour entrer dans le bâtiment. Elle concernerait principalement les fragments retrouvés dans le nord-est de la pièce A et dans les amas 6-416 et 6-421. Le linteau de l'entrée de la pièce A a pu être restitué (*cf.* plus haut, p. 66-67). Il a pour fonction de soutenir l'imposte, c'est-à-dire la partie construite au-dessus de l'ouverture. Cette imposte pourrait être en baguettes jointives couvertes de terre à bâtir sur une hauteur d'une vingtaine de centimètres, ce qui coïncide avec la quantité de fragments trouvés, ainsi qu'avec leurs dimensions (**fig. 2-42b** et **c**). En s'accordant avec les résultats de l'étude sur les murs gouttereaux, il est possible que l'une des traverses les plus hautes (celle du parement interne ou celle du parement externe) maintienne les roseaux en place. On pourrait imaginer un système de maintien à l'aide d'une ligature. Il est aussi possible que des rainures, creusées dans la face supérieure du linteau, et pourquoi pas dans la face inférieure de la sablière haute, permettent de caler les roseaux. Cependant, concernant cette hypothèse, aucun parallèle n'a été trouvé dans la littérature archéologique.

Enfin, la troisième hypothèse concerne également une application de torchis sur canisse. En effet, certains des fragments pourraient être les vestiges de petits murets enduits à l'intérieur des pièces. Il s'agirait d'éléments architecturaux ne nécessitant pas de fondation et pouvant être éphémères au cours du temps d'occupation du bâtiment. Ce type de construction n'est pas si couramment attestée en Grèce du Nord ou dans le sud de la Bulgarie. Quelques points de comparaisons antérieures à 5400 av. n. è. existent à Néa Nikomedia par exemple, même si les observations de Rodden en 1964 restent sujettes à caution, ou encore à Servia (Rodden 1964 ; Pyke 1996, p. 43 ; Rhomiopoulou et Ridley 1973, p. 422 ; Mould et Wardle 2000, p. 71-72).

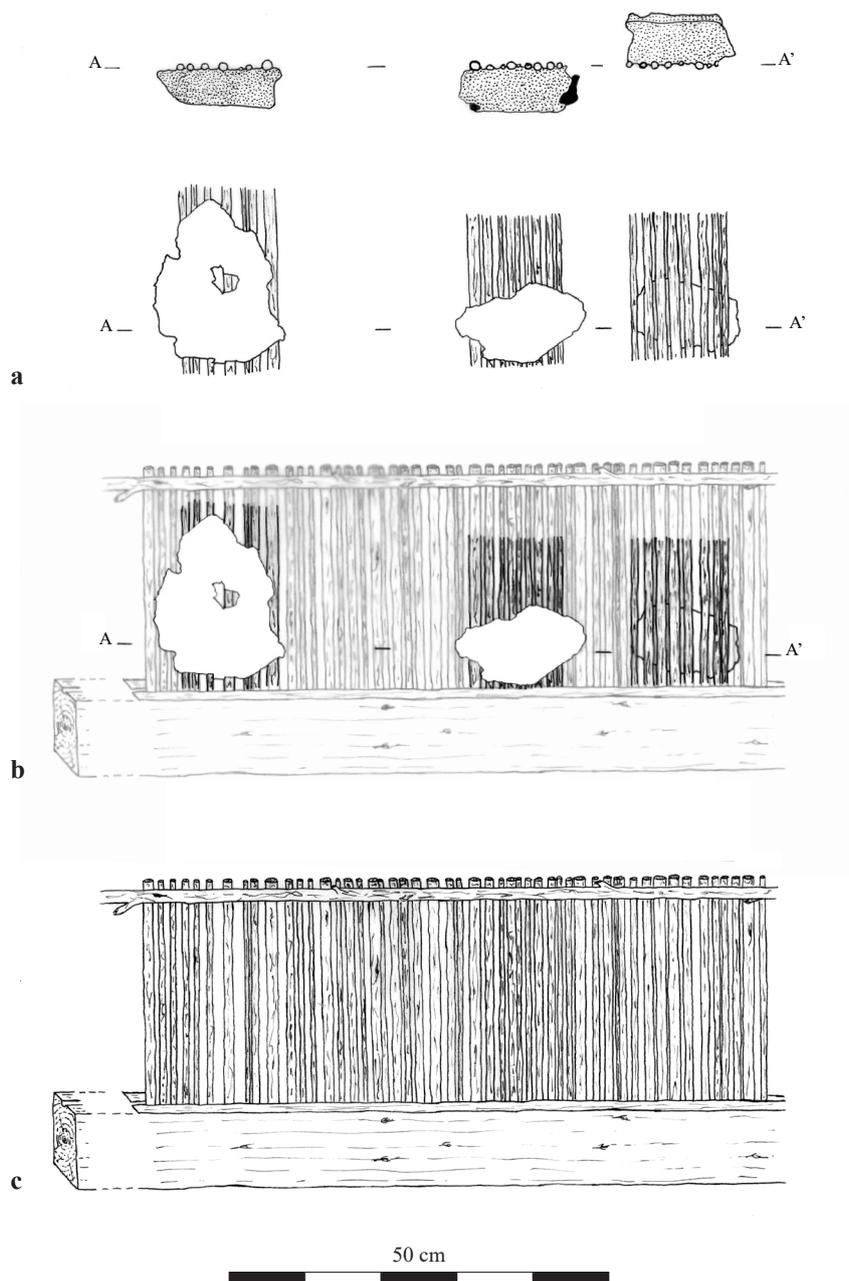


Fig. 2-42 - Reconstitution hypothétique de l'imposte de la porte de la pièce A, faite en canisse à partir des fragments 611010-007, 611009-019 et 611009-020 (de g. à d.). Éch. 1:10. a. reconstitution des armatures à partir des empreintes ; b. reconstitution de l'imposte (en transparence) à partir des empreintes ; c. hypothèse de reconstitution de l'armature en canisse de l'imposte.

3.5. Les mezzanines

3.4.1. La pièce A

L'étude de plusieurs fragments architecturaux retrouvés dans la pièce A, notamment l'amas 6-436, dans la partie sud de la pièce, mais également sur la structure 6-404, dans l'angle nord-ouest, et dans le carré 344.136, entre les deux, nous amène à considérer un élément architectural nouveau dans le bâtiment : un plancher surélevé. Cette proposition est apparue dès 2016 et est devenue au fur et à mesure de l'étude une hypothèse architecturale sérieuse, corroborée par de nouveaux fragments. Leurs caractéristiques, mais également leur localisation, indiquent que ce plancher surélevé n'est présent que sur une partie de la pièce, le long du mur ouest et s'apparente alors à une mezzanine. Plusieurs fragments, 611018-015 notamment, retrouvés dans le carré 344.136, présentent deux surfaces aplanies perpendiculaires formant un angle arrondi (**fig. 2-46c**) et contribuent à confirmer l'hypothèse que la structure ne s'étend pas sur toute la surface de la pièce.

L'armature en bois de cette mezzanine repose au moins sur deux solives d'environ 12 cm de diamètre (**fig. 2-43**), placées parallèlement, l'une contre le mur ouest, la deuxième à 1,20 m plus à l'est. Il est fort probable que la deuxième solive corresponde à la pièce de bois perpendiculaire au mur nord du bâtiment et qu'elle ait été assemblée par tenon-mortaise à l'un des poteaux de ce mur pignon (*cf.* plus haut, p. 70-72). Sur ces solives sont installées des lambourdes espacées d'environ 2 à 7 cm. Les lambourdes ont un diamètre moyen de 7,3 cm (**fig. 2-44**). Elles supportent des pièces de bois aux dimensions variables (de 0,8 à 10 cm), mais plutôt jointives,

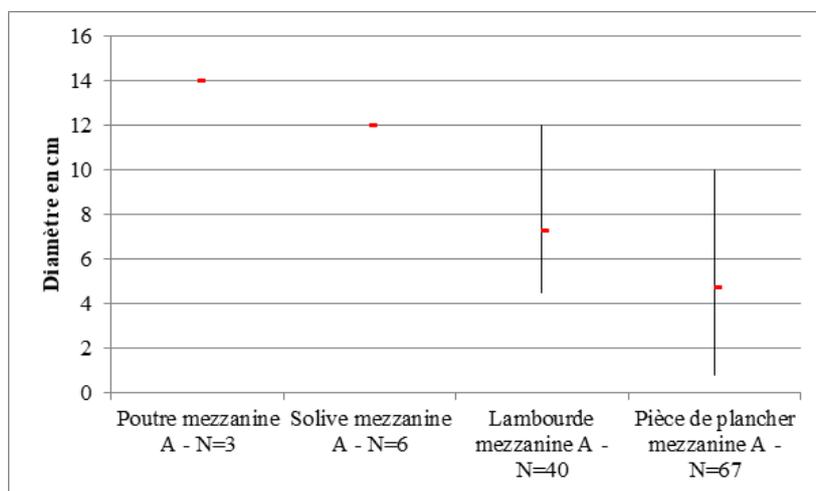


Fig. 2-43 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées comme poutres, solives, lambourdes et pièces de plancher dans l'armature de la mezzanine de la pièce A.

agencées comme un lit végétal prêt à recevoir la terre à bâtir (**fig. 2-45**). Il est possible que le poteau 6-434 ait un rapport avec la mezzanine. En effet, au sein du groupe 611079-028, trois fragments affichent les empreintes d'une pièce de bois de 14 cm de diamètre, sous les solives (**fig. 2-45**). Ainsi, cette pièce de bois s'apparenterait à une poutre soutenant les solives et potentiellement elle-même soutenue par le poteau 6-434. La présence d'un tel poteau seulement dans la pièce A, et pas dans la pièce B où une mezzanine est également restituée (*cf.* plus bas, p. 84), pourrait s'expliquer par le fait que la pièce A est plus longue et que la portée des solives dans cet espace aurait été trop importante sans étai. Ce poteau et la poutre qu'il soutient pourraient également avoir été ajoutés dans un second temps, à cause d'un affaissement des solives.

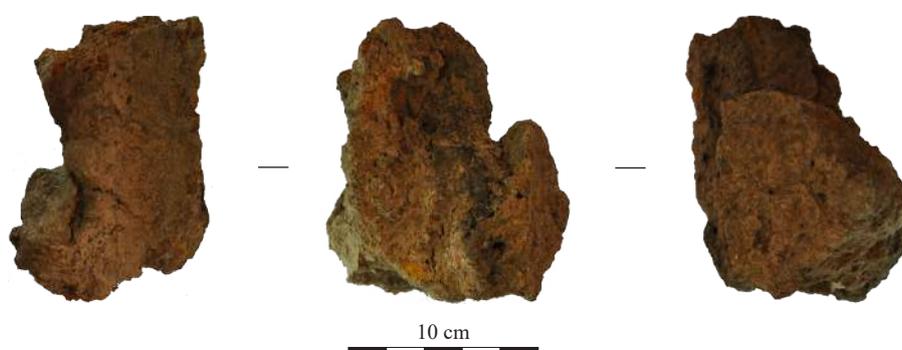


Fig. 2-44 - Fragment 611004-018 associé au comblement des entrevous. Les empreintes visibles sont celles des lambourdes. Éch. 1:4.

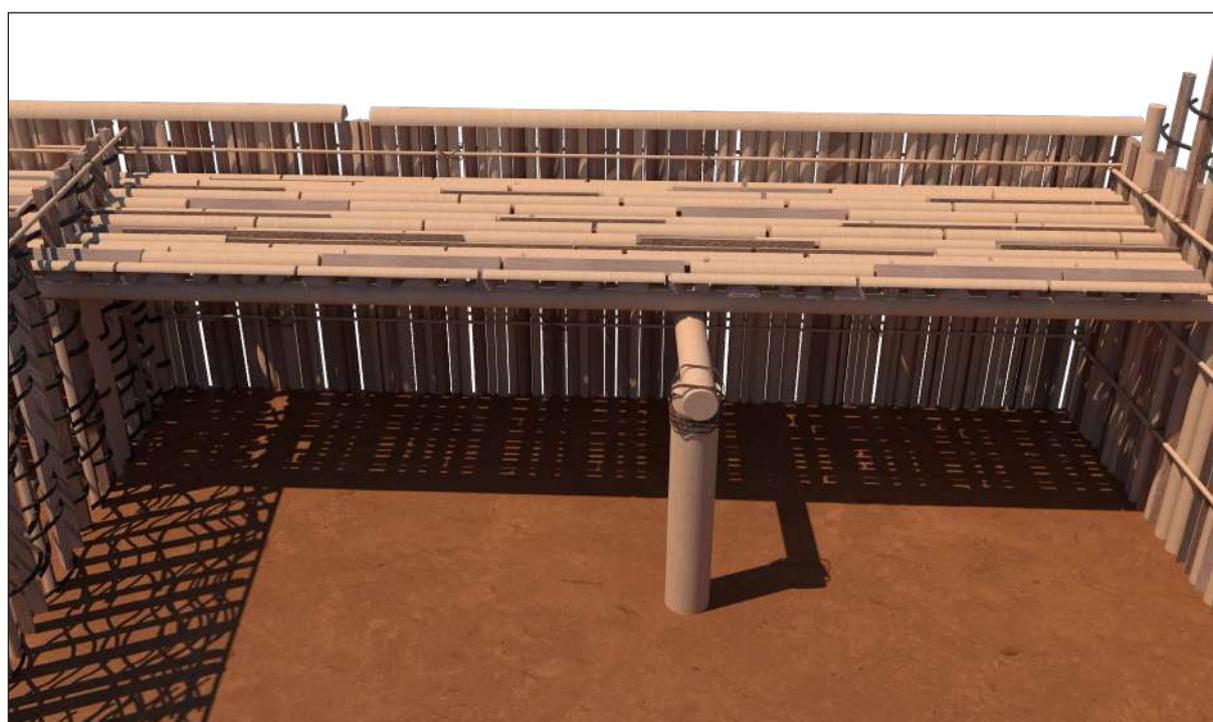


Fig. 2-45 - Reconstitution de l'armature en bois de la mezzanine de la pièce A.

Plusieurs fragments portent les empreintes de pièces de bois, en général de petites perches, perpendiculaires à la surface des fragments formant le plancher de la mezzanine (**fig. 2-46c**). Ces pièces de bois s'apparentent à des balustres dont les diamètres varient entre 1,5 et 3,5 cm, composant une balustrade au bord de la mezzanine. L'étude de plusieurs occurrences permet d'imaginer ce système de garde-fou sur une partie de la longueur de la mezzanine. Le nombre d'occurrences attesté ne permet pas de restituer ce garde-fou sur toute la longueur de la mezzanine. Une de ces empreintes présente toutefois un diamètre beaucoup plus important que les autres : 6 cm. On décèle un léger dénivelé dans la pâte autour de cette pièce de bois qui laisse penser qu'elle était présente avant l'application de la terre à bâtir, ce qui n'est pas le cas pour les autres empreintes, qui montrent clairement des signes d'enfoncement dans le sol de la mezzanine encore malléable. Cet élément, plus gros que les autres, pourrait être un balustre principal permettant de maintenir les balustres plus petits. On peut ensuite envisager la mise en place de baguettes de clayonnage, entrelacées entre les balustres, à l'image de la reconstitution de la balustrade d'une mezzanine dans un bâtiment du site de Tumba Mađari en Pélagonie (5300-4200 av. n. è. ; Kanzurova et Zdravkovski 2011, p. 150, fig. 22b).

Concernant les terres à bâtir utilisées pour la confection de cette mezzanine, le torchis recouvrant le lit végétal est dégraissé grossièrement avec de la paille de 1-3 mm de diamètre, en grande quantité. Il est épais de 3 à 5 cm. Au moins deux enduits épais d'environ 1-2 cm sont mis en place par-dessus dont le dernier semble dégraissée à la balle, malgré sa mauvaise préservation. Enfin, l'utilisation d'une terre à bâtir finement dégraissé à la balle et quelques pailles hachées est également attestée pour cette structure. Elle a été utilisée pour revêtir la surface inférieure de la mezzanine, afin de combler les entrevous. En effet, cette pâte plutôt légère, devrait coller et adhérer plus facilement, et serait donc plus facile à modeler et à glisser dans les interstices entre les lambourdes.

Un dernier détail architectural concernant cette mezzanine est à noter. Dès 2016, plusieurs fragments montraient une surépaisseur de terre à bâtir appliquée contre une autre couche de terre, sûrement ici le plancher (**fig. 2-46**). Retrouvés dans la même zone, ces parties plus épaisses permettraient d'obtenir une plate-forme d'étage ou d'une autre structure nécessitant une légère surélévation par rapport au plancher de mezzanine. Ce type de structure est d'ailleurs reconstitué sur d'autres sites pour des planchers surélevés d'étage, comme pour la maison 11 de Berettyoujfalu-Herpaly en Hongrie (attribuée à un niveau situé entre 4720 et 4460 av. n. è. ; EEB 8-9 ; Kalicz *et al.* 2011, p. 40-41 et 14).

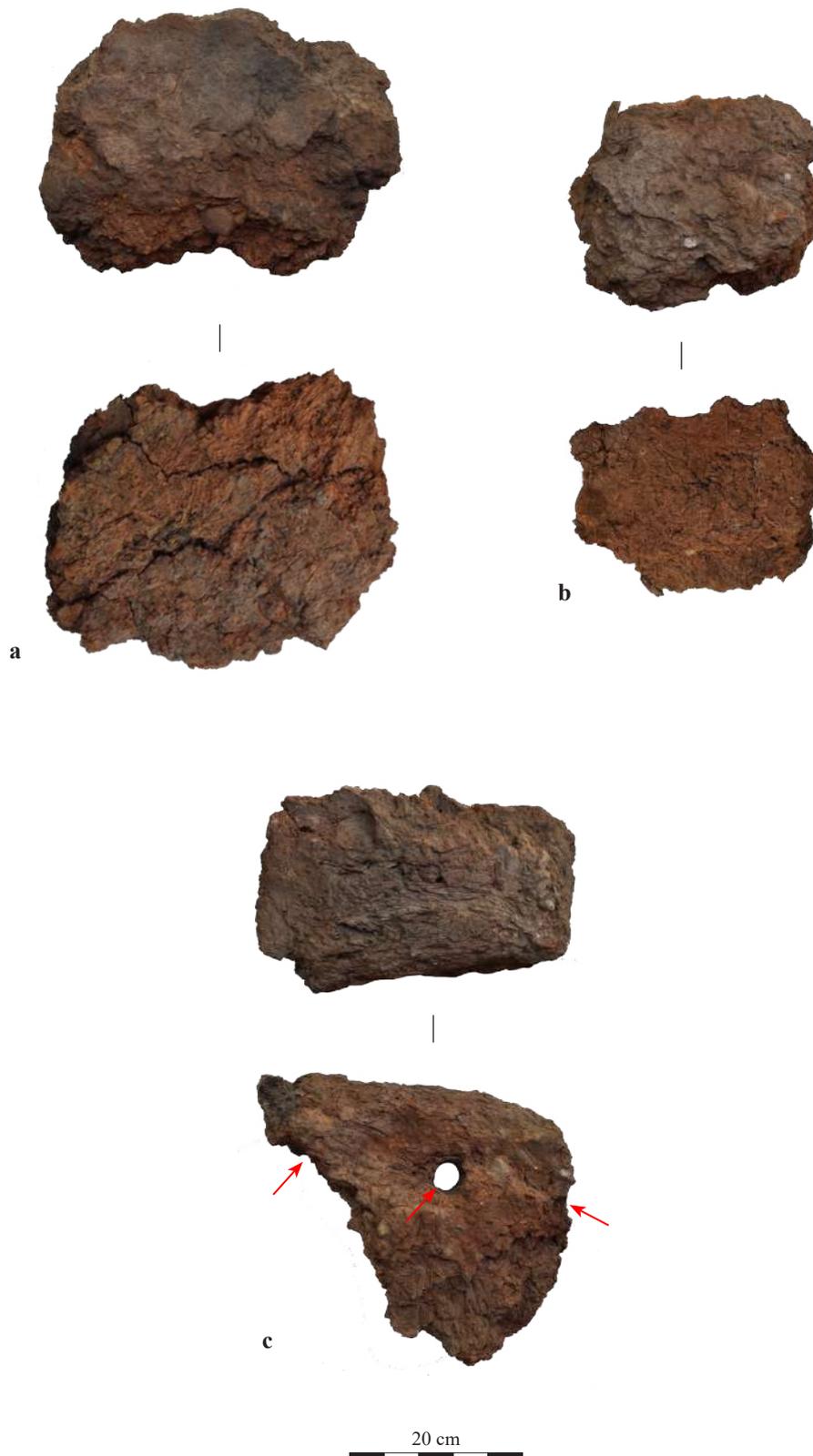


Fig. 2-46 - Fragments de la mezzanine de la pièce A, faisant sûrement partie d'une plate-forme sur la mezzanine. Éch. 1:8. a. vues des deux faces opposées du fragment 611018-017, épais avec inclusions de galets et sans empreinte ; b. vues des deux faces opposées du fragment 611018-016, épais avec inclusion de tessons et sans empreinte ; c. vues des deux faces perpendiculaires et aplanies du fragment 611018-015, épais. Il présente également trois empreintes cylindriques parallèles (flèche rouge).

3.4.2. La pièce B

Pendant les premières phases de l'étude, l'analyse des fragments retrouvés dans la pièce B ne permettait pas de confirmer la présence d'une mezzanine. La situation a changé avec l'analyse des fragments de l'amas 6-440, dans l'angle nord-ouest de la pièce. En effet, l'ensemble de 20 fragments 611031-017 et les deux fragments 611031-017/018 ont permis de mettre en lumière une armature végétale similaire à celle de la mezzanine de la pièce A. La localisation de ces fragments, ainsi que celle des autres fragments présentant des caractéristiques similaires (amas 6-419 et quelques fragments dans l'amas 6-421), tendent à placer cette mezzanine le long du mur ouest de la pièce, comme c'était le cas aussi dans la pièce A.

On peut voir la superposition de trois types de pièces : solives, lambourdes (jointives à 4 cm d'espacement) et pièces de plancher. Les empreintes de solive attestent une pièce de 20 cm de diamètre et une autre de 7 cm. Les pièces de plancher, à l'image de la mezzanine de la pièce A, ont des dimensions variables de 1,5 à 15 cm et sont souvent des pièces refendues. Le fragment 611099-007 semble montrer que les pièces de bois étaient parfois légèrement courbes et que les pièces de plancher n'étaient pas en contact avec toutes les lambourdes sous-jacentes.

Pour la mezzanine de la pièce A, la présence de la solive le long du mur ouest n'a pas pu être vérifiée par l'étude architecturale. Il s'avère que pour la mezzanine de la pièce B, le fragment 611091-008, retrouvé dans l'angle sud-ouest de la pièce, amène un indice concluant concernant la présence d'une telle solive (**fig. 2-47**). En effet, ce fragment présente la jonction entre le mur ouest et la mezzanine avec deux empreintes de poteaux jointifs et l'empreinte de la solive le long du même mur. Cela semble également indiquer que les solives des mezzanines sont mises en place avant l'application de la terre à bâtir sur les murs. Ces mezzanines ne sont pas donc des ajouts postérieurs ; leurs armatures ont bien été construites en même temps que celles des murs. De plus, cette solive filant le long du mur ne semble pas être en contact avec tous les poteaux formant l'armature du mur. Il convient ici de rappeler que le fragment 611092-008 atteste qu'au moins un poteau de la cloison B/C s'arrête pour soutenir une pièce de bois perpendiculaire à cette cloison (**fig. 2-37b et d**). Il pourrait ici s'agir d'une des solives de la mezzanine.

La couche de torchis est relativement fine, au-dessus des empreintes, entre 2 et 4 cm, puis s'enchaînent plusieurs enduits épandus de 1-2 cm, très compactés et plutôt dégraissés à la balle. Dans la couche de torchis, on retrouve beaucoup de grosses inclusions du type cailloux/galets, voire tessons, et beaucoup de petits gravillons calcaires.

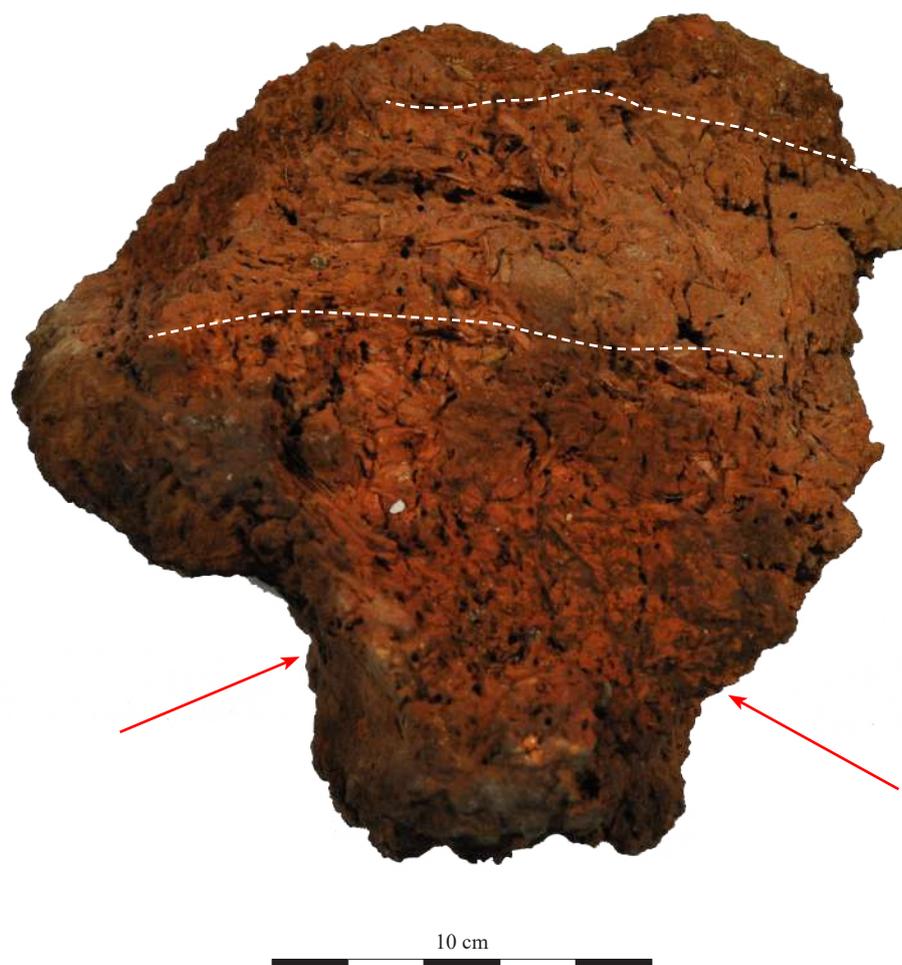


Fig. 2-47 - Fragment 611091-008 présentant deux empreintes de poteaux (vues en coupe ; flèche rouge) et l'empreinte de la solive qui court le long du mur (en blanc).
Éch. 1:2..

4. Résultats et interprétations

4.1. Le bois pour construire la Maison 4

4.1.1. Les dimensions

En synthétisant les données concernant les dimensions du bois de construction utilisé dans les différents éléments architecturaux, on se rend rapidement compte que tous les poteaux sont fabriqués dans des pièces de bois dont les fûts sont similaires. En effet, que ce soit pour les murs gouttereaux, pour le mur pignon nord ou encore pour la cloison A/B, les pièces de bois utilisées pour les poteaux ont des diamètres proches de 7 cm (moyenne : 6,9 cm ; **fig. 2-48**). Concernant les traverses, il y a une diversité des diamètres mesurés sur les empreintes, mais il semble qu'en moyenne les pièces aient un diamètre de 2 cm (moyenne : 1,8 cm). Les baguettes

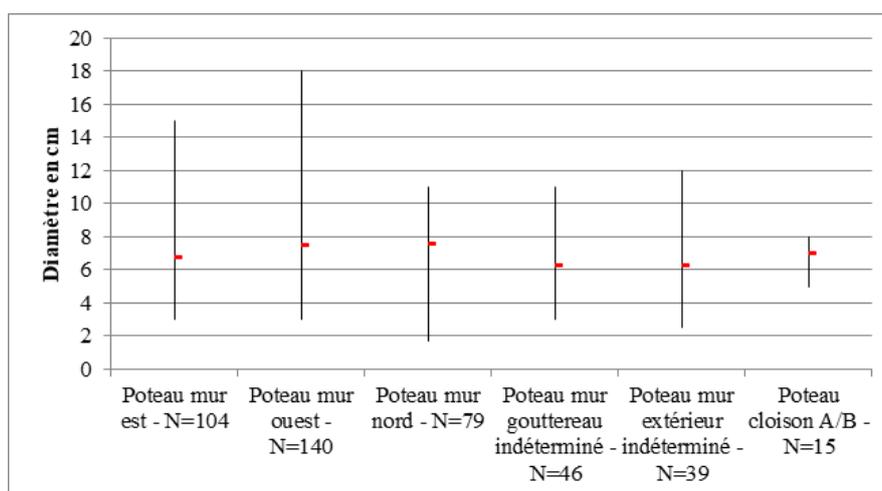


Fig. 2-48 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des poteaux des différents murs de la Maison 4.

de clayonnage ont des diamètres plus petits, en moyenne de 1,3 cm (**fig. 2-49**). Toutefois, du point de vue de leurs étendues, les diamètres des traverses et des baguettes de clayonnage sont vraiment similaires. La seule différence réside dans le fait que les pièces de bois dont le diamètre est supérieur à 2,5 cm sont très peu utilisées en clayonnage. Il serait intéressant de jumeler cette approche morphologique à une analyse anthracologique, afin de voir si une différenciation d'essence végétale est aussi visible.

Concernant les mezzanines, le faible nombre d'empreintes pour la pièce B (hors pièces de plancher) ne permet pas de faire des comparaisons entre les pièces de bois utilisées pour les deux structures (**fig. 2-50**). En ne regardant que les pièces de bois de la mezzanine A, un ordre croissant des dimensions est visible. En effet, plus la pièce se trouve à la base de la construction, plus son diamètre est important. On se trouve ici avec une stratégie d'agencement des pièces de bois différente de celle étudiée pour le site de Hotnitsa, où les pièces de bois ont des

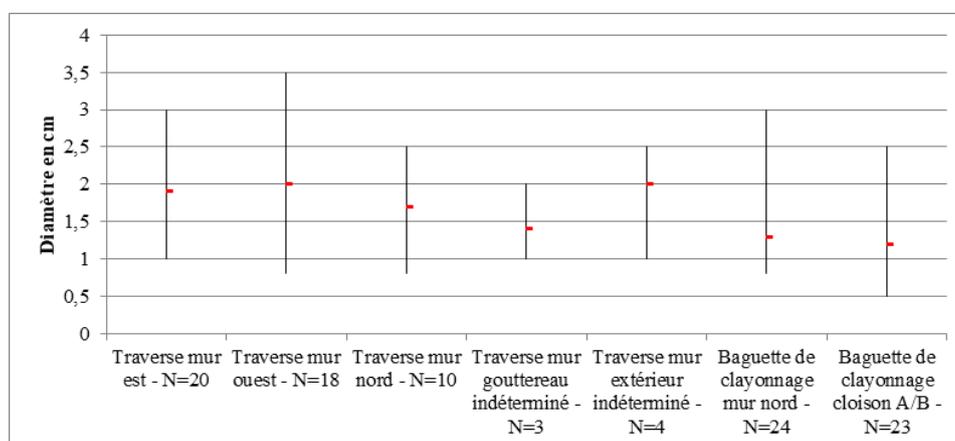


Fig. 2-49 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois horizontales composant les murs de la Maison 4.

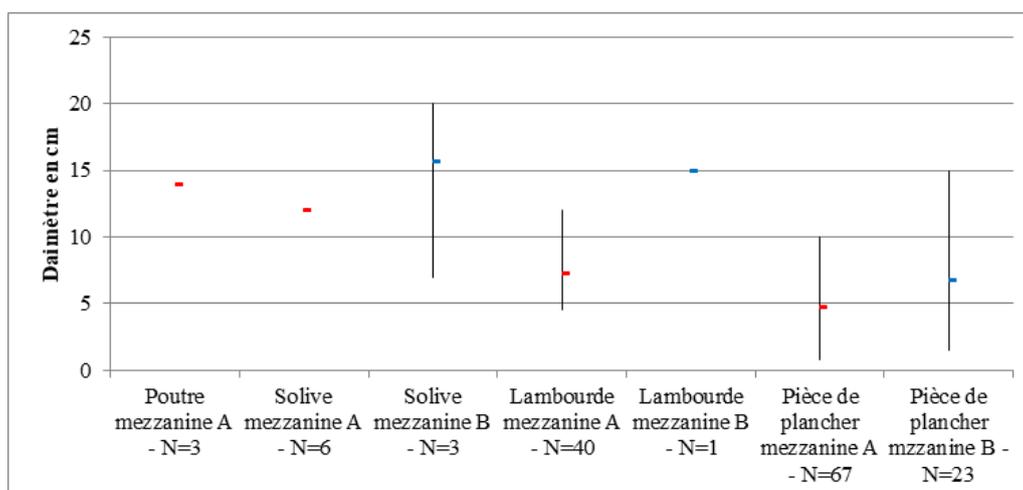


Fig. 2-50 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois composant les deux mezzanines. En rouge la mezzanine de la pièce A, en bleu la mezzanine de la pièce B.

dimensions similaires quelles que soient leurs fonctions dans l'armature des planchers (*cf.* plus bas, p. 155). En revanche, la stratégie mise en place à Dikili Tash est également observée à Petko Karavelovo (*cf.* plus bas, p. 199-200 et **fig. 4-31**). En dernier lieu, les pièces de planchers des mezzanines de la Maison 4 apparaissent comme ayant une grande diversité de taille, qu'il s'agisse de la mezzanine A ou de la mezzanine B.

4.1.2. Les données morphologiques

Il apparaît clairement que les pièces de bois majoritairement utilisées dans la construction de la Maison 4 sont des poteaux : 423 des 901 pièces dont la fonction a été identifiée. Parmi ces poteaux, il existe une préférence pour les pièces refendues dès qu'elles ont des diamètres supérieurs à 5 cm (**fig. 2-51**). La refente des rondins en deux, quatre ou plus, permet de diminuer la quantité d'arbres à abattre, réduisant considérablement le temps d'effort par la même occasion. Il serait intéressant de mener un travail expérimental sur ces deux activités, abattage et refente, afin de quantifier le gain de temps. Sur la base des travaux expérimentaux réalisés, il apparaît que le choix de prendre en grande majorité des troncs dont les diamètres sont inférieurs à 13 cm n'est peut-être pas anodin. En effet, en regardant les graphiques de temps d'abattage à la hache en pierre, on note qu'un arbre de bois dur au diamètre inférieur à 13 cm s'abat en trois fois moins de temps environ qu'un arbre de plus de 13 cm (Matthieu et Meyer 1997, p. 341).

Les plus petits éléments, eux, sont rarement travaillés (refendus ou équarris) comme l'attestent les pièces de bois utilisées pour les traverses, les baguettes de clayonnage, les balustres ou encore les roseaux jointifs. Les pièces les plus longues, à l'image des solives,

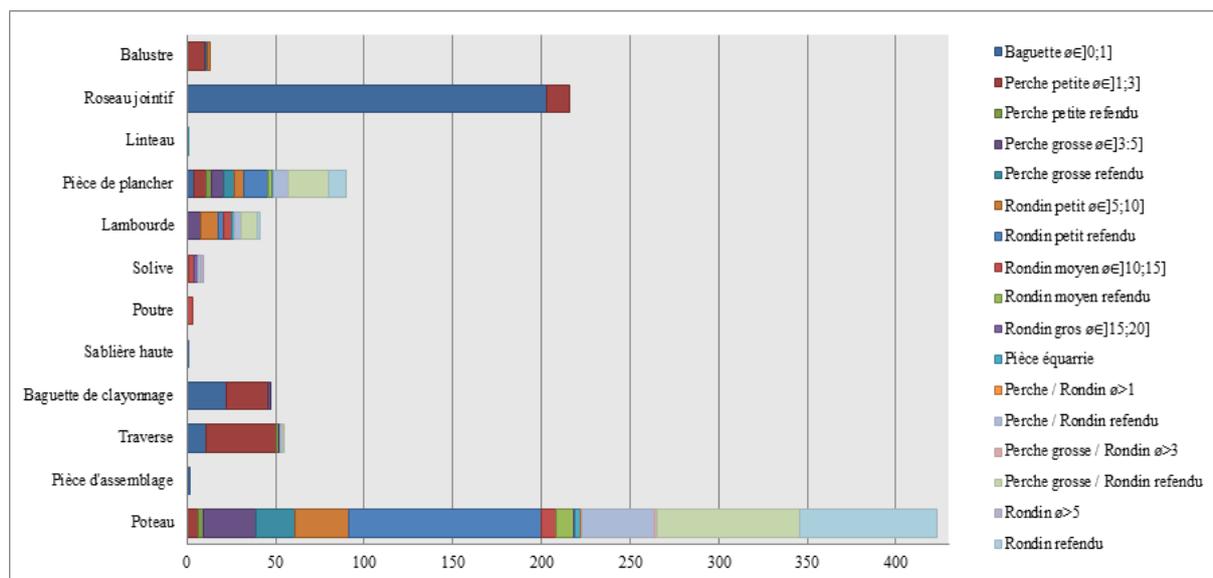


Fig. 2-51 - Mise en relation entre les fonctions et les morphologies des pièces de bois utilisées dans la construction de la Maison 4.

présentent également en majorité des pièces non refendues. Maintenir une refente régulière sur une longue distance, malgré les nœuds et les défauts du fil du bois, est difficile. Le risque de ne pas obtenir une pièce de bois assez longue semble trop important. Les pièces sont donc utilisées sans être travaillées.

Enfin, concernant les lambourdes et les pièces de plancher, dès que le fût originel utilisé dépasse 5 cm, la majorité, voire la quasi-totalité des pièces sont également refendues de manière certaine (lambourde : 19 sur 33 ; pièce de plancher : 58 sur 63⁵). Au total, 405 des 476 empreintes de pièces dont le diamètre d'origine est supérieur à 5 cm présentent des indices de mise en forme (refente ou équarrissage).

4.2. Restitution architecturale et technique

Il convient à présent de proposer une reconstitution globale de la Maison 4 (fig. 2-52).

Concernant les armatures végétales utilisées pour construire le bâtiment, les poteaux corniers des trois pièces sont fondés sur plusieurs dizaines de centimètres dans le sol. Trois perches de bois sont installées comme des traverses sur chaque parement des murs extérieurs, joignant les poteaux corniers (fig. 2-53). Une armature en poteaux jointifs principalement refendus et dont les diamètres sont compris entre 3 et 18 cm est alors mise en place entre

⁵ Il convient de rappeler que les pièces de bois décrites sans la mention de refente, correspondent à des empreintes arrondies. Toutefois, il est possible que le côté non sauvegardé par l'empreinte présente quant à lui les traces d'une refente.

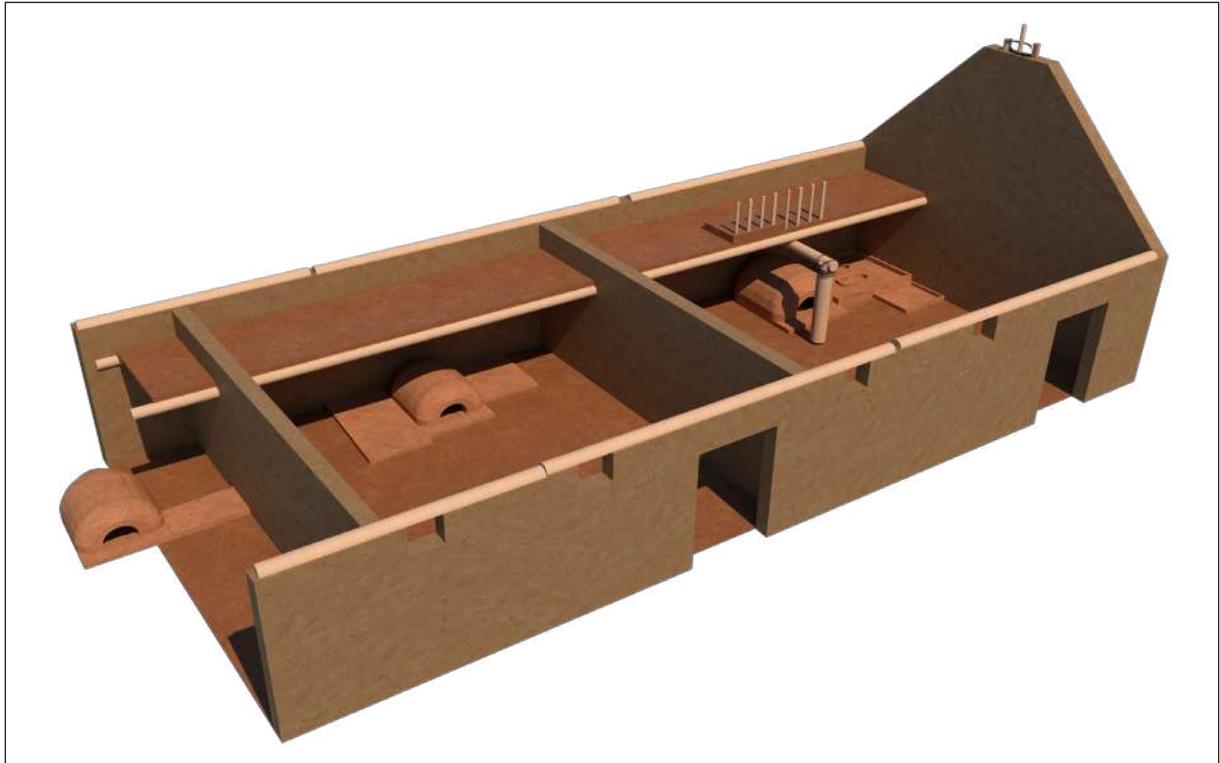


Fig. 2-52 - Reconstitution de la Maison 4 après étude du matériel architectural.

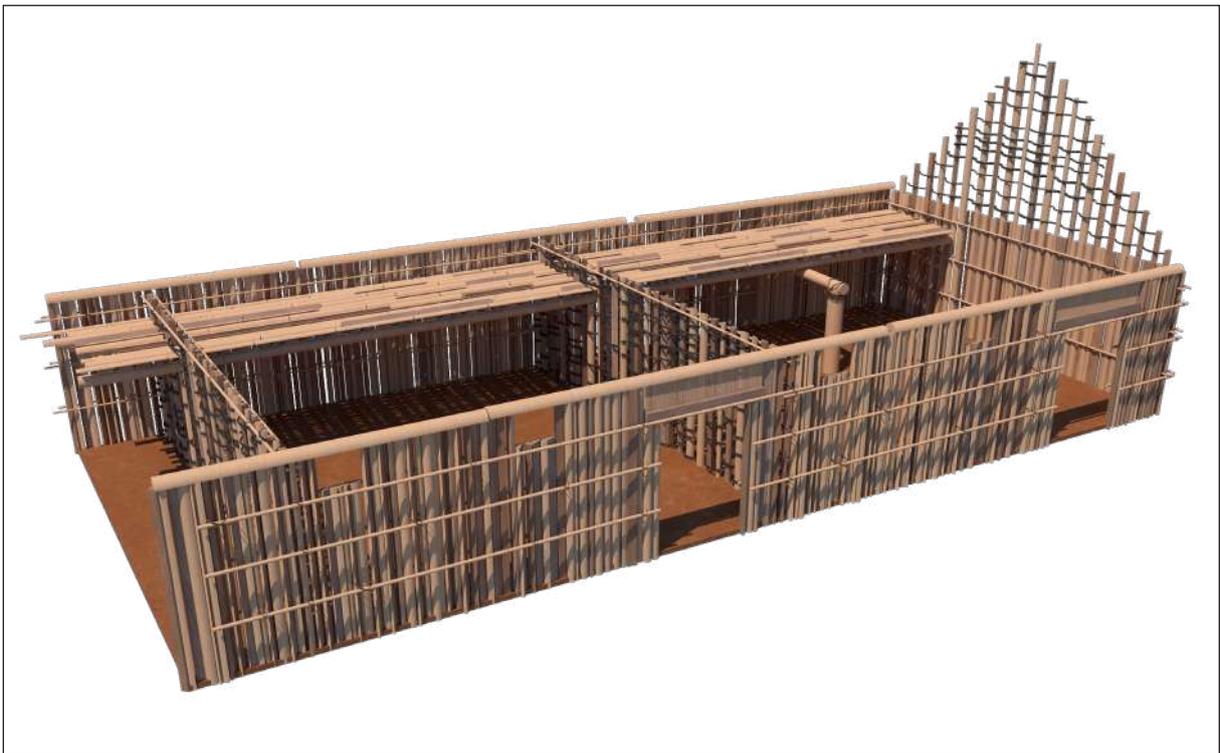


Fig. 2-53 - Reconstitution des armatures en bois de la Maison 4 après étude du matériel architectural.

les traverses et positionnée au sol dans un sillon creusé sur une dizaine de centimètres. En se fondant sur la répartition des vestiges sur le terrain et sur l'étude faite, les murs auraient une hauteur comprise entre 1,60 et 1,80 m. Dans le sud de la Bulgarie et le nord de la Grèce, l'utilisation de poteaux jointifs est attestée dès le début du 6^e mill. av. n. è., à Balgarchevo par exemple (Pernicheva-Perets *et al.* 2011, p. 71, 85-86 et 101). Ces armatures sont également attestées au 6^e et au 5^e mill. av. n.è. à Dikili Tash, à Orlitsa, à Servia, à Avgi ou encore à Aşağı Pınar (Martinez et Prévost-Dermarkar 2003, p. 148 ; Darcque 2013, p. 72 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 37 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 216-218 ; Mould et Wardle 2000, p. 79-80 et 82-83 ; Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45 ; Özdoğan 2013, p. 188).

Toutes les pièces de bois constituant les murs sont assemblées à l'aide de ligatures végétales. L'utilisation de ligatures dans la construction existe sûrement depuis des périodes bien antérieures au Néolithique et son utilisation ne connaît pas de remise en question possible, même si les traces archéologiques ne sont finalement pas si courantes. On connaît d'autres exemples antérieurs sur le site de Dikili Tash, notamment dans le secteur 5 pour l'occupation datée entre 5000-4800 av. n. è. (EEB 7 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003, p. 143 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 37 ; Tsirtsoni 2020, p. 582), mais également des exemples contemporains de la Maison 4, comme ceux de Petko Karavelovo (*cf.* plus bas, p. 272 ; Chohadzhiev 2021, p. 162 et 164, figure 17). La fabrication de ce type de ligature végétale, en se fondant sur les restes et les empreintes retrouvés, est assez simple et rapide. Le tressage en torsade de deux brins eux-mêmes torsadés est faisable à partir de nombreux végétaux (ronce, ortie, liber, *etc.*) et les cordes sont plutôt résistantes (*cf.* plus bas, p. 485-489).

Les entrées dans le bâtiment sont aménagées dans le mur est. Certes, l'aménagement de ces ouvertures n'a pu être reconstitué que suite à l'étude du matériel et non pas directement sur le terrain, mais il est possible d'y apporter d'autres arguments afin d'étayer cette hypothèse. Le mur est exposé au sud-est permettant aux ouvertures de bénéficier des rayons et de la chaleur du soleil dans la journée. De plus, cette orientation sud-est limite l'exposition des ouvertures aux vents et aux pluies dominants venant du nord-nord-ouest. Les ouvertures et les portes ne sont pas couramment étudiées concernant les constructions néolithiques, toutefois plusieurs mentions bibliographiques existent (Pyke 1996, p. 44 ; Mould *et al.* 2000, p. 182-183 ; Bacoup 2022). En ce qui concerne la largeur de l'ouverture, on ne peut faire que des suppositions : en se fondant sur les dimensions qui reviennent régulièrement dans la littérature, l'ouverture devait faire environ 80 cm. Quant à la hauteur de la porte, l'analyse n'a pas permis de la restituer, mais la présence du linteau atteste que l'ouverture ne montait pas jusqu'au faîte du mur. Ce linteau est soutenu par trois poteaux de chaque côté des ouvertures assurant sa stabilité. Il est

possible que l'imposte, ainsi portée par le linteau, soit réalisée en torchis sur canisse. Des baies d'aération et d'entrée de lumière sont également aménagées dans la partie haute de ce mur, sous les sablières hautes qui coiffent les murs gouttereaux.

Les pignons, parties triangulaires des murs pignons, sont composés d'une armature en clayonnage lâche. Il est fort probable que certains des poteaux de l'armature en poteaux jointifs de la partie basse du mur s'élevaient jusqu'au faîte du mur et permettaient l'entrelacement des baguettes de clayonnage (**fig. 2-53**). En se fondant sur des exemples ethnographiques dans les Balkans, il est courant que les pignons soient fabriqués avec d'autres techniques, voire avec d'autres matériaux que la partie basse des murs (**fig. 2-53**). Il est envisageable que la partie la plus haute de ces pignons n'ait pas été hourdie de terre afin de permettre l'évacuation des fumées. Cette hypothèse ne fait pas l'unanimité à cause de la déperdition de chaleur qu'elle engendre en hiver (Lundström-Baudais *et al.* 1997, p. 263). Toutefois, en considérant que cette partie est protégée des précipitations par le débord du toit en bâtière et qu'il est tout à fait possible d'envisager un système de fermeture efficace en période hivernale pour limiter l'entrée du froid, cette solution architecturale semble viable.

Les cloisons entre les pièces A/B et B/C sont réalisées à l'aide d'une armature en clayonnage lâche et dont les poteaux sont assez rapprochés. Ces cloisons sont pleines et ne permettent pas de passer d'une pièce à l'autre. Elles ne s'élèvent pas jusqu'à la charpente de toit, mais s'arrêtent à une certaine hauteur que nous ne pouvons pour le moment pas évaluer. On peut envisager qu'il s'agisse de la hauteur des murs gouttereaux, mais nous ne disposons pas assez d'éléments pour fonder cette hypothèse. En revanche, on possède assez d'éléments pour affirmer que ces cloisons montent au moins jusqu'aux mezzanines, puisque certains des poteaux des cloisons supportent les solives des mezzanines. Le fait que ces cloisons ne soient pas construites jusqu'au toit pouvait permettre l'évacuation de la fumée produite par le four de la pièce B vers les pignons, dont les extrémités hautes n'étaient peut-être pas hourdiées de terre.

Tous ces murs et cloisons sont enduits de terre. Les murs extérieurs présentent un torchis très grossier et épais de 7-9 cm. Deux enduits et un badigeon blanchâtre agrémentent le parement intérieur, trois enduits de plus en plus fin (le dernier ayant 0,5 cm d'épaisseur) couvrent le parement extérieur. Le badigeon a un rôle principalement esthétique, il comble les petites fissures et homogénéise la couleur du mur. Les cloisons ont un torchis plus fin, mais relativement similaire à celui des murs extérieurs. Cette couche est de l'ordre de 5-6 cm d'épaisseur. Un enduit de 1-2 cm, dégraissé encore un peu plus finement, est appliqué sur les parements de ces cloisons.

Les mezzanines des pièces A et B (et pourquoi pas C ?) qui courent le long du mur ouest du bâtiment reposent sur des solives aussi longues que le bâtiment, comme l'attestent les poteaux surbaissés dans les cloisons afin de supporter ces solives. Utiliser des pièces de bois aussi longues (environ 16 m) est également un avantage en termes de solidité des structures. Il est possible que les solives soient assemblées par tenon-mortaise aux armatures des murs pignons. L'utilisation de tenons et de mortaises, cylindriques ou parallélépipédiques, est attestée à la même période dans la région égéo-balkanique (*cf.* plus bas, p. 138 et 151-152). Plus largement en Europe Occidentale et centrale, les tenons et mortaises cylindriques comme parallélépipédiques sont également bien employés dans la construction (Bocquet 2010, p. 27 ; Tegel *et al.* 2012, figure 4).

Ces solives sont au nombre de deux au moins, une contre le mur ouest, l'autre 1,10-1,20 m plus à l'est. Il est possible qu'une troisième se soit intercalée entre les deux. La profondeur des mezzanines est mesurable d'une part par la localisation des fragments de ces solives, notamment les rebords, mais peut-être également par celle d'autres vestiges qui auraient pu se trouver sur ces structures et qui seraient tombés au moment de la destruction (**fig. 2-05** : alignement de restes céramiques parallèle au mur est devant le four 6-403 dans la pièce A).

Il est tout à fait possible que les bâtisseurs de la Maison 4 n'aient pas jugé utile d'étayer davantage les solives qu'avec les murs pignons et les cloisons. D'autant plus si on imagine trois solives au lieu de deux. En effet, en comparant avec les données actuelles en charpente⁶, pour une portée de 4 m, on utiliserait des solives de 6,5/18 cm, espacées de 20/30 cm. En tenant compte des règles obligatoires de sécurité actuelles, on peut largement penser que pour des portées de 4 m en moyenne, trois solives de 12 cm de diamètre espacées de 40/50 cm résisteraient. Toutefois le poteau 6-434 peut avoir un lien éventuel avec la mezzanine de la pièce A. Trop au sud-est par rapport à la restitution que nous faisons du bord de la mezzanine et donc pour soutenir la solive la plus à l'est, il soutiendrait une poutre de 14 cm de diamètre perpendiculaire aux solives. Le deuxième about de cette poutre serait alors assemblé avec l'armature du mur ouest du bâtiment (par tenon-mortaise ?).

L'armature en bois est ensuite complétée par des lambourdes soutenues par les solives. Sur ces lambourdes repose alors un lit végétal. Ce type d'armature pour construire des planchers surélevés est connu sur d'autres sites égéo-balkaniques au 5^e millénaire comme Servia ou encore Petko Karavelovo (Mould et Wardle 2000, p. 90, fig. 3.11 ; Bacoup 2018, p. 53). En

⁶ Communications personnelles avec F. Bacoup et A. Bacoup, menuisier et charpentier.

dernier lieux concernant les armatures en bois des mezzanines, des perches viennent former une balustrade au moins sur une partie de leur rebord, pouvant être une petite armature en clayonnage.

La couche de torchis recouvrant cette armature est relativement fine (2-5 cm) et ressemble à celle utilisée pour les murs. Au moins deux enduits épandus et assez fins (1-2 cm) recouvrent le torchis. Le ou les derniers sont dégraissés avec de la balle. Les entrevous sont comblés, quant à eux, avec une terre à bâtir très chargée en balle, collante et plastique.

Cette mezzanine permet alors d'optimiser l'espace au-dessus des fours 6-403 et 6-417 et des plates-formes 6-418 et 6-404. Sa hauteur peut être restituée à environ 1,50 m seulement. Il ne s'agit sûrement pas d'un endroit où on se déplace, mais serait plutôt un espace de stockage ou de couchage. Pour cet usage, trois solives sont donc suffisantes pour maintenir la structure. Quelques parallèles peuvent être faits, notamment sur des sites en Macédoine du Nord sur lesquels les études architecturales permettent de restituer des mezzanines, proposées comme espace de vie cette fois (Naumov *et al.* 2009, p. 40, fig. 6.6 ; Kanzurova et Zdravkovski 2011, p. 150, fig. 22b). Dans le registre ethnographique, l'aménagement intérieur des isbas traditionnelles russes offrent un autre parallèle⁷. En effet, jusqu'à la fin du 19^e - début 20^e siècle de n. è., on y trouve un élément architectural appelé *polati* (Полати) qui correspond à « un plancher en bois à hauteur de buste le long du mur latéral contre lequel se trouve le four, à l'opposé de l'entrée de la cabane. [...] Les planches sont posées sur une solive et fixées à l'autre extrémité dans le mur. Le bord libre des planches est souvent clôturé avec des balustrades basses, de sorte que rien n'en tombe⁸ » (Baranov 2004, p. 57). Ainsi, la proximité architecturale entre ces structures et les mezzanines de la Maison 4 est indéniable, d'autant plus qu'un *полати* pouvait être recouvert de terre ou ne former qu'une seule et même structure avec le four de l'isba (fig. 2-54). L'espace



Fig. 2-54 - Tableau de J. A. Atkinson (1803) représentant le poêle et le *polati* (полати) d'une isba russe (Isba, Etched by the Artist).

⁷ Je remercie sincèrement Anna Rakitina (doctorante à l'Université Paris 1 Panthéon Sorbonne) pour avoir attiré mon attention sur cet élément traditionnel des isbas.

⁸ « Деревянный настил на высоте человеческого роста от боковой стенки печи до противоположной стены избы. На полатный брус настилаются доски – полатницы, закрепляемые другим концом в стене. Свободный край полатей нередко ограждается невысокими перильцами-блясынами, чтобы с полатей ничего не падало ».

obtenu par la construction du *полати* avait plusieurs utilités, servant d'espace de rangement souvent éphémère (stockage à court terme), comme lieu de couchage, ou comme « point d'observation⁹ » pour les enfants pendant les fêtes ou célébrations (fêtes paysannes, mariages, etc. ; Baranov 2004, p. 57-58).

⁹ « наблюдательный пункт ».

Chapitre 3 – La Maison 3

1. Les données de fouille et le matériel étudié

Tout comme la Maison 4, la Maison 3 est atteinte pour la première fois en 1967 lors des fouilles dirigées par D. Théocharis. Toutefois, ce n'est qu'en 1993 que le bâtiment est mis en évidence et en 1996 qu'il est fouillé sous la direction de H. Koukouli-Chryssanthaki assistée par D. Malamidou sur le terrain. La fouille de la Maison 3 n'a pas été terminée pour autant et de nombreux vestiges sont encore sur le terrain. Très perturbée par les fosses du Bronze ancien et les terriers, la Maison 3 est moins bien conservée que la Maison 4. Seule une toute petite portion du mur nord (6-316) et une encore plus petite du mur ouest (6-339) sont préservées en place. Pour le reste, ce sont le sol et la présence de fragments architecturaux effondrés qui permettent de délimiter le bâtiment. Ainsi, il mesure environ 10 m de long pour 5 m de large sur un axe sud-ouest – nord-est (**fig. 2-55** ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 331).

Le matériel architectural de la Maison 3 du secteur 6 ne comporte que peu de similitudes avec le matériel de la Maison 4 présentée plus haut, pour trois raisons principales. (1) La conservation des fragments architecturaux est différente : ils sont en moins bon état et n'ont pas été aussi imbibés par les produits de consolidation que les restes de la Maison 4 lors de la fouille. Certains avaient été maintenus en connexion à l'aide de bandes-compresses et de colle, permettant des assemblages entre plusieurs fragments. (2) La quantité de fragments de grande taille, conservés dans les caisses en bois, était moindre : seulement six caisses en bois équivalant à 80 fragments, soit la même quantité de matériel que celle de la pièce C de la Maison 4. (3) La stratégie de prélèvement des restes architecturaux a également été différente, puisqu'une grande partie du matériel a été laissée en place. Il n'a fait l'objet que d'une rapide description lors de la fouille et n'a pas pu être étudié dans le cadre de ce travail. Seule une réouverture de la totalité du secteur 6 pour le nettoyer et y prélever les derniers vestiges encore sur place permettrait une étude exhaustive du matériel (tant architectural que céramique). Ainsi, le matériel disponible ne nous permet pas, pour le moment, de reconstituer les techniques de construction de façon aussi précise que pour la Maison 4. Toutefois, nous possédons des indices sur les matériaux utilisés et des éléments qui nous permettent d'émettre des hypothèses sur le type architectural de la Maison 3.

Le matériel architectural a pu être regroupé en 22 ensembles, composés de 1 à 12 fragments qui ont été nettoyés, décrits, comparés, photographiés, enregistrés, conditionnés et stockés. Moins de la moitié des ensembles (10) présente des empreintes de pièces de bois attribuées

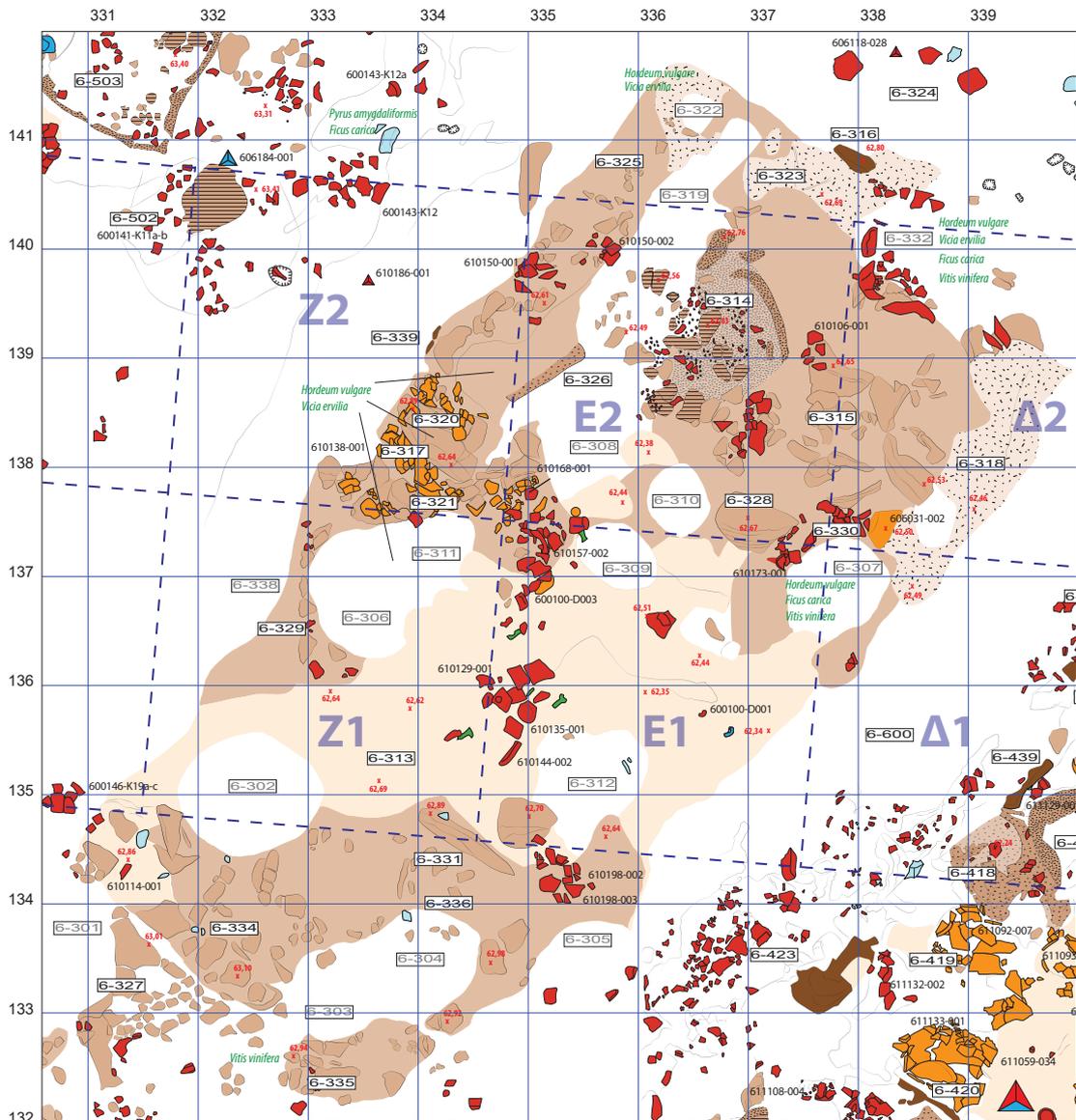


Fig. 2-55 - Plan de la Maison 3 de Dikili Tash. Éch. 1:66. Mission de Dikili Tash.

à des armatures végétales. Seulement 34 empreintes de bois sont visibles et, parmi celles-ci, seules 17 empreintes ont un diamètre originel qui a pu être déterminé. Ce nombre d'empreintes est très réduit par rapport aux vestiges de la Maison 1 (Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188) et de la Maison 4 (cf. plus haut, p. 54) limitant ainsi les interprétations.

Le matériel étudié provient de trois zones de la Maison 3 : des amas 6-315 et 6-328 dans la partie nord du bâtiment autour des restes du four 6-314 (carrés 336.138, 337.137) ; des amas 6-320 et 6-321 dans la partie ouest de l'édifice (carrés 334.135, 335-137, 334.137, 333.137) ; et enfin des amas 6-327 et 6-334 dans la partie sud-ouest (carrés : 331.133, 331.134), sûrement assez proches de l'angle de la Maison (fig. 2-55). Aucun vestige provenant d'autres zones du bâtiment n'a été prélevé.

2. L'étude du matériel

Comme pour la Maison 4, la technique de construction de la Maison 3 est une fois encore le torchis sur armature végétale. Toutefois, deux ensembles ont été distingués. Ils semblent appartenir à un élément architectural horizontal comme un plancher ou un toit plat, et non aux murs de l'édifice.

2.1. Les terres à bâtir

2.1.1. La terre

Différentes compositions de terre à bâtir sont visibles au sein des restes architecturaux de la Maison 3. Sauf rares exceptions, la terre choisie contient des minéraux naturels (mica, quartz) et des graviers. On note également la présence régulière de tessons, de galets, de coquilles et d'empreintes de feuilles (**fig. 2-56a, c, d et 2-57**). La terre argileuse choisie pour la fabrication de la terre à bâtir est donc sûrement ramassée sur le site.

2.1.2. Les dégraissants

Les inclusions volontaires servant de dégraissant sont végétales et s'apparentent à de la paille plus ou moins fine (**fig. 2-56b**), de la balle, souvent écrasée, ainsi qu'à des végétaux hachés finement dont l'observation macroscopique ne permet pas de se prononcer sur leur provenance (paille ou balle) (**fig. 2-56d**). Les quantités de dégraissant ajoutées varient en fonction de la couche de terre à bâtir. Ces deux types de dégraissant peuvent être utilisés seuls ou mélangés. On note toutefois que certaines couches de terre à bâtir ne sont pas dégraissées.

En se focalisant plus précisément sur la paille, on note deux organisations des tiges dont le diamètre varie de 1 à 3 mm. D'une part, les tiges peuvent n'avoir aucune orientation préférentielle et se trouver en vrac ; d'autre part, elles se présentent sous la forme de petits « fagots » de paille, laissant dans la terre à bâtir des regroupements de tiges orientées dans le même sens. Ces regroupements se superposent, se juxtaposent, mais restent assez distincts. Il est possible d'envisager que cette différenciation soit liée au malaxage de la terre à bâtir et à la teneur en dégraissant végétal, deux facteurs qui influent fortement sur l'organisation des éléments dans la terre à bâtir. En effet, moins le malaxage est poussé, moins les dégraissants se répartissent de façon homogène dans la terre à bâtir. De même, plus il y a de dégraissants dans la terre, moins il est facile d'obtenir un mélange homogène.

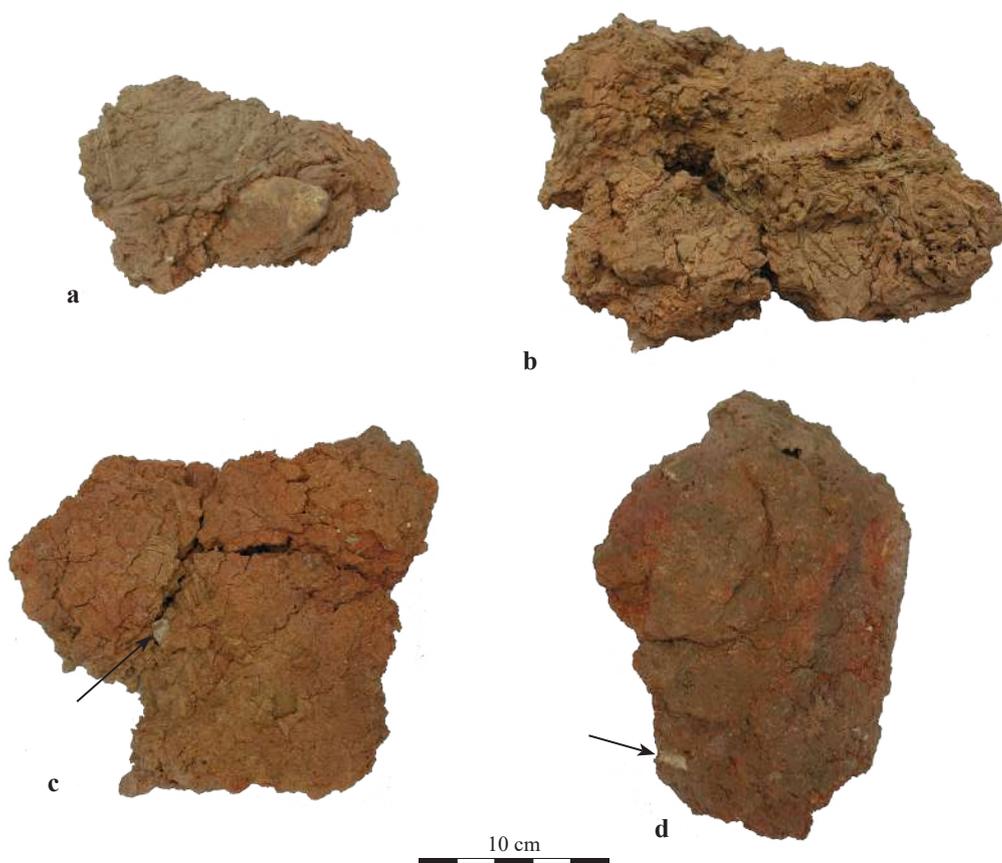


Fig. 2-56 - Fragments issus des éléments architecturaux de la Maison 3. Éch. 1:4. a. fragment 610187-003 avec une inclusion de gros galet ; b. fragment 610122-011 présentant une pâte dégraissée à la paille sans orientation. Ces empreintes semblent indiquer une armature en poteaux jointifs ; c. fragment 610122-012 avec inclusion d'os (flèche noire) ; d. fragment de l'ensemble 610114-007 avec inclusion d'os et dégraissé à la balle ou à la paille hachée finement.



Fig. 2-57 - Détail de l'ensemble de fragments 610122-011 présentant des empreintes de feuilles. Éch. 1:2.

D'un point de vue général, les couches de terre à bâtir les plus internes des éléments architecturaux sont dégraissées à la paille, tandis que plus on avance vers les couches externes, plus on note la présence de balle. Parallèlement, les couches internes sont plus épaisses que les couches externes.

2.2. Les types de pièces de bois

Comme cela a été dit plus haut, 34 empreintes de pièces de bois ont été étudiées sur le matériel architectural de ce bâtiment. Au total, cinq sont les négatifs de petites perches, sept de grosses perches dont une refendue, six de petits rondins dont trois refendus, trois de perches/rondins refendus, dix de grosses perches/rondins refendus et trois de rondins refendus (fig. 2-58). On note alors la prédominance de pièces refendues, notamment lorsque le diamètre originel est supérieur à 5 cm, permettant une économie de bois et de temps d'abattage.

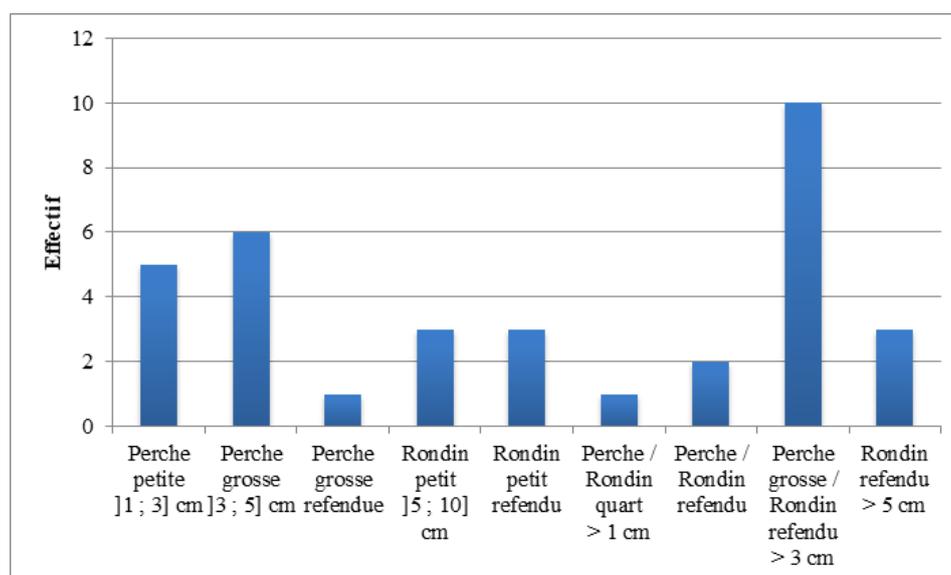


Fig. 2-58 - Effectif des pièces de bois en fonction de leur type et de leur refente (N=34).

2.3. Les murs

Au sein des 22 ensembles de fragments de terre à bâtir incendiée, 16 ont été rattachés aux murs de la Maison 3. L'étude de ces ensembles nous permet d'en rattacher cinq au mur est du bâtiment, deux au mur ouest et sept aux murs proches de l'angle sud-ouest de l'édifice (fig. 2-55).

2.3.1. Les couches de terre à bâtir

Les données acquises pour les fragments de terre à bâtir provenant des murs périphériques de la Maison 3 se complètent parfaitement, et montrent que les murs est et ouest, voire le mur sud, ont des caractéristiques homogènes. On trouve une première couche en torchis appliquée par mottes épaisses de 3,5 à 6 cm (cette épaisseur correspond à l'écartement entre les empreintes de bois et la surface de cette première couche). Ces mottes de terre à bâtir sont dégraissées à l'aide de pailles moyennement longues aux diamètres compris entre 1 et 4 mm et incorporées au mélange en fagot ou en vrac. Des inclusions non volontaires grossières sont à noter dans la pâte, comme des tessons, des os, des galets et des cailloux, ainsi que des empreintes de feuilles et de coquilles. Contre cette première couche de torchis sont appliquées successivement cinq couches d'enduit et un badigeon blanchâtre (**fig. 2-59**).

La première couche d'enduit est épaisse de 3 à 5 cm, dégraissée à la paille dont les tiges sont moyennement longues et ont un diamètre constant d'environ 1 mm. Le dégraissant est en plus faible quantité que dans la couche de torchis, il n'y a plus de fagots visibles dans la pâte et les tiges n'ont pas d'orientation commune franche. A l'instar des mottes de torchis, de grosses inclusions sont présentes dans cette couche de terre à bâtir (tessons, cailloux, os). On note, en outre, la présence de cailloux calcaires de plus ou moins grandes dimensions (de 2 mm à 2 cm). La deuxième couche d'enduit est moins épaisse, entre 1 et 3 cm. Le dégraissant végétal utilisé peut être soit de la paille, dont les tiges sont assez courtes et font environ 1 mm de diamètre, soit de la balle de céréales, ou encore un mélange des deux. Cette couche, comme celle qui la précède, est régulièrement marquée par des inclusions de cailloux calcaires. Les trois couches d'enduit suivantes sont toutes dégraissées à la balle ou peut-être avec de la paille hachée très finement. Leurs épaisseurs respectives sont, de l'intérieur vers l'extérieur du mur, 0,5 à 1 cm, 0,5 cm et 0,3 cm. Enfin, un badigeon blanchâtre a été appliqué sur la surface lissée du dernier enduit.

2.3.2. L'armature végétale

Les armatures végétales de ces murs sont plus difficiles à appréhender. Nous ne connaissons que 24 pièces de bois qui soient associées à des fonctions architecturales murales : 17 poteaux, quatre traverses et trois baguettes de clayonnage (**fig. 2-60**). Nous ne possédons pas assez d'éléments pour dégager une tendance quant aux modes d'agencement des deux matériaux de construction, bois et terre. Certains fragments laissent penser qu'il s'agit de torchis sur poteaux jointifs avec des traverses horizontales (**fig. 2-56b et 2-61**), comme c'est attesté sur le site à

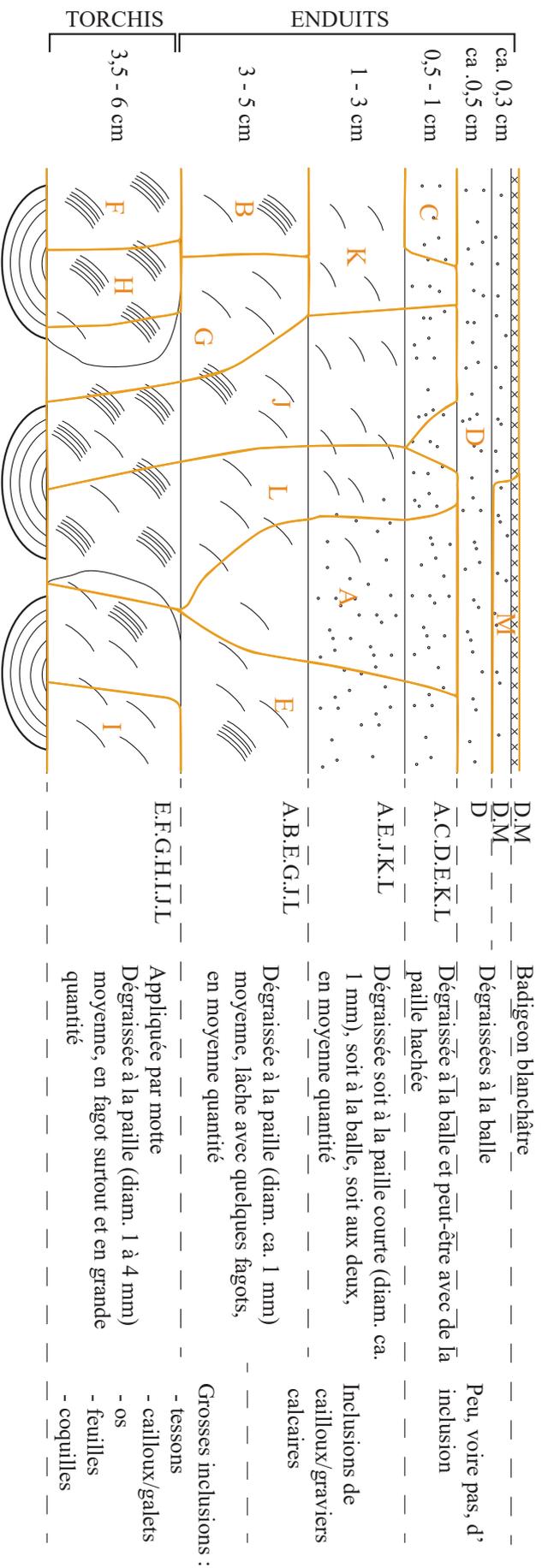


Fig. 2-59 - Coupe horizontale schématique d'un parement des murs de la Maison 3, de l'armature végétale au badigeon extérieur. Description rapide des couches : épaisseurs, dégraissants et inclusions. Indication des fragments permettant la reconstitution schématique.

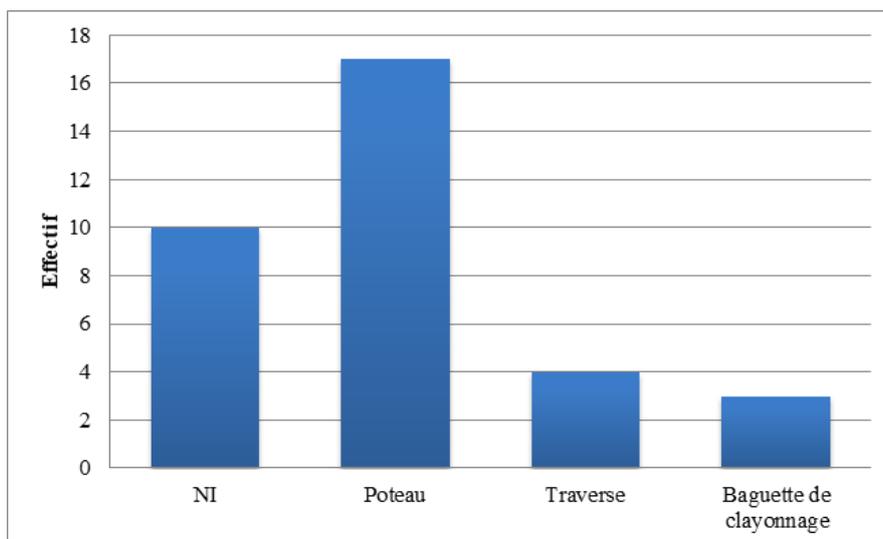


Fig. 2-60 - Effectif des pièces de bois selon leur fonction architecturale (N=34).

différentes reprises aux EEB 6-9, pour la Maison au Bucrane (Prévost-Dermarkar 2019, p. 36), la Maison 1 (Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188-189) ou encore la Maison 4 (*cf.* plus haut, p. 55-70). Un seul fragment (610140-002) nous laisse envisager une petite partie de la construction en torchis sur clayonnage. La cohabitation des deux modes d'agencement n'est pas à exclure, elle est déjà connue dans d'autres bâtiments de Dikili Tash, à l'EEB 7 (Prévost-Dermarkar 2019, p. 34-36) et à l'EEB 9 (*cf.* plus haut, p. 70), et peut-être également à Avgi pour le Bâtiment 5 de la phase I (5700-5200/5100 av. n. è. ; EEB 5-6 ; Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45).

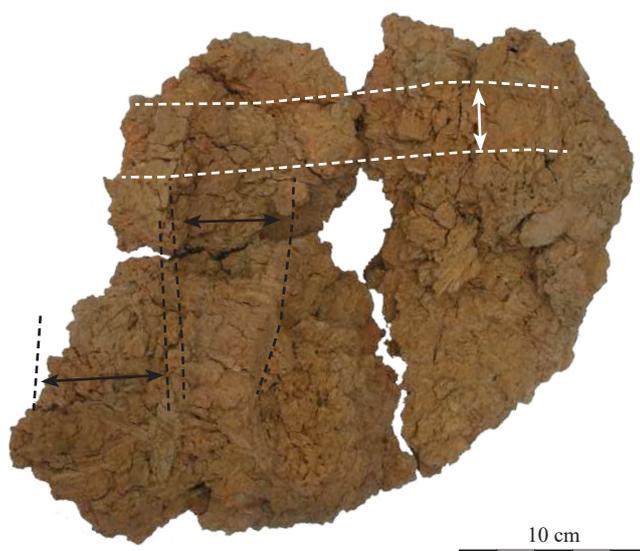


Fig. 2-61 - Ensemble de fragments 610122-011 présentant deux empreintes de poteaux refendus (en noir) et une traverse (en blanc). Éch. 1:4.

En tenant compte de toutes les pièces de bois identifiées par leurs négatifs, tous les poteaux sauf un ont un diamètre supérieur à 3 cm et seulement quatre d'entre eux excèdent 5 cm de diamètre (**fig. 2-62** et **2-63**). Si l'on ne prend en compte que les poteaux dont les diamètres exacts sont connus, ces pièces de bois avaient un diamètre compris entre 3,8 et 10 cm et un diamètre moyen de 5,4 cm (**fig. 2-64**).

Parmi les traverses, trois ont des diamètres qui ont pu être mesurés : 2 cm, 3 cm et 4 cm ; le diamètre moyen est 3 cm, ce qui est légèrement supérieur au diamètre moyen des traverses utilisées pour la construction des murs de la Maison 4 (pour rappel 2 cm ; *cf.* plus haut, p. 85). Concernant les baguettes de clayonnage, leur diamètre moyen de 1,5 cm est également similaire à celui des baguettes de clayonnage de la Maison 4, qu'il s'agisse des cloisons ou des pignons (pour rappel 1,3 cm ; *cf.* plus haut, p. 86).

Ainsi en prenant en compte les dimensions des pièces de bois utilisées, ainsi que les épaisseurs des différentes couches de terre à bâtir, les murs devaient faire environ 36 cm d'épaisseur, ce qui est en adéquation avec ce qui avait été observé au moment de la fouille par D. Malamidou.

2.4. Plancher d'étage ou toit plat

Dès les premières observations de terrain et les premiers rapports de fouille, la possibilité que la Maison 3 ait été pourvue d'un plancher d'étage ou d'un toit plat avait été évoquée. Les fouilleurs fondaient notamment cette interprétation sur la situation stratigraphique du four 6-314, ainsi que sur l'observation des vestiges de l'amas 6-321, qui présentaient une superposition de fragments de terre à bâtir entre lesquels s'intercalait une couche de tessons

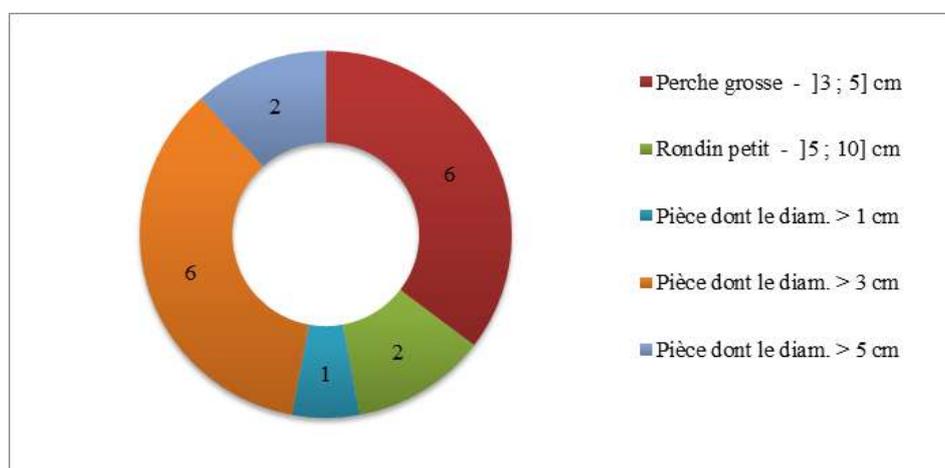


Fig. 2-62 - Effectif des poteaux en fonction de leurs catégories dimensionnelles (N=17).

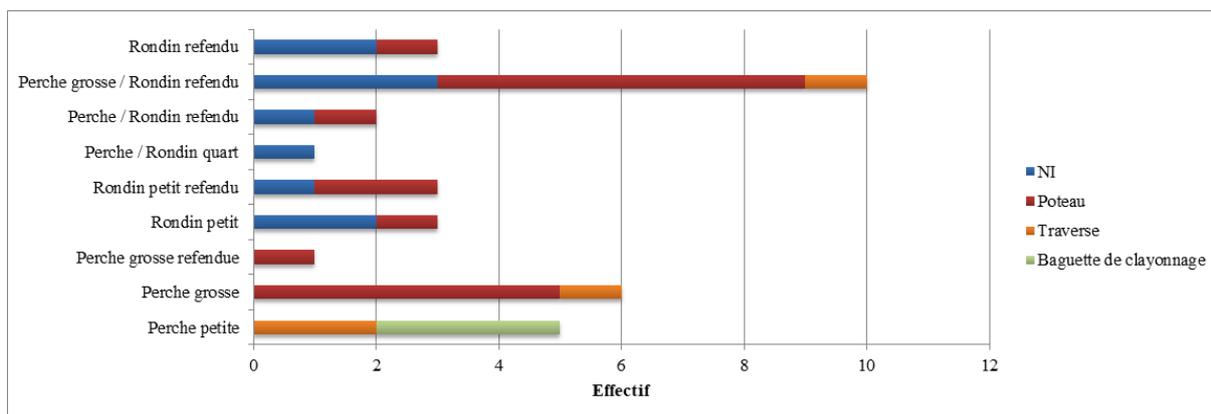


Fig. 2-63 - Effectif des types de pièces selon leur fonction architecturale. Seules les pièces dont le diamètre exact est connu sont prises en compte. (N=14).

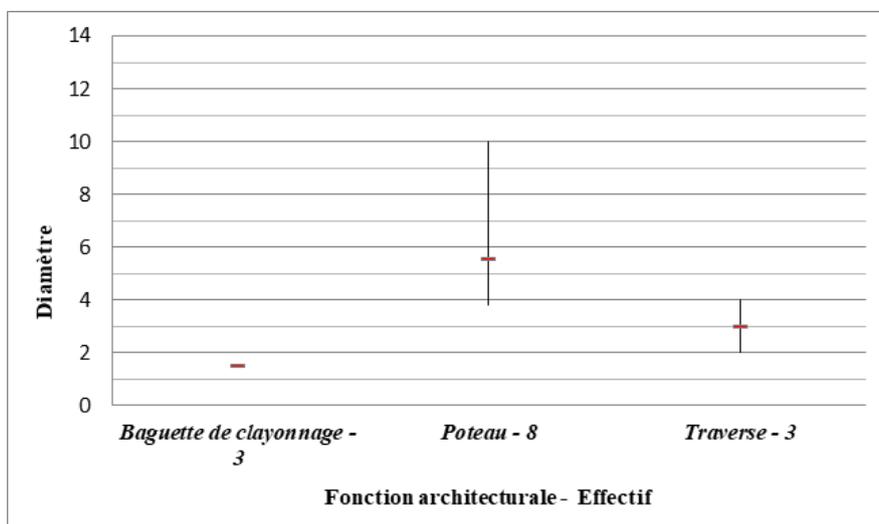


Fig. 2-64 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces dont le diamètre exact est connu selon leur fonction architecturale (N=14).

de céramique. Nous avons donc essayé de repérer des ensembles de fragments qui pourraient correspondre aux descriptions fournies dans les rapports de fouille et qui pourraient également correspondre, d'un point de vue architectural, à de la terre à bâtir utilisée pour une telle construction.

Deux groupes se sont distingués rapidement lors de l'étude du matériel. Le premier correspond aux fragments retrouvés dans la partie ouest de la Maison 3 (locus 6-321 ; carrés 334.137, 333.137). Le second rassemble des fragments découverts dans la partie sud-ouest du bâtiment (locus 6-334 ; carrés 331.134, 331.133). Ces deux groupes sont différents du point de vue de leurs compositions, mais se rapprochent quant à leur épaisseur totale, environ 12 à 14 cm. Ces différences de composition auraient un impact sur l'imperméabilité de la terre à bâtir, suggérant de ce fait pour chacun l'attribution (plancher d'étage ou toit plat) la plus probable. En outre, aucun fragment n'a conservé d'empreintes de bois.

Le premier groupe comprend deux ensembles de fragments (610195-003 et 610194-001) composés de sept fragments de terre à bâtir découverts dans la partie ouest du bâtiment (locus 6-321). Son étude a montré une succession de trois couches (**fig. 2-65** : premier regroupement). La première est épaisse d'environ 6,5 cm et est dégraissée à l'aide de pailles courtes et moyennement longues au diamètre moyen d'environ 1 mm. On décèle également quelques inclusions volontaires de balle de céréale, ainsi que quelques grosses inclusions non volontaires. Contre cette première couche est appliqué un enduit épais de 2 à 5 cm qui, lui, est très minéral. Il comprend, à l'image de la première couche, quelques grosses inclusions non volontaires de cailloux et galets, de graviers calcaires, ainsi que quelques très rares inclusions (volontaires ?) de paille. Enfin, une troisième couche dont l'épaisseur est moins certaine, d'environ 1,5 à 3 cm, est visible. Elle est uniquement minérale, sans aucun dégraissant végétal. Ces deux derniers enduits sont très durs, grisâtres, plans et présentent des caractéristiques d'imperméabilité. Ce groupe de fragments vient alors étayer l'hypothèse de la présence d'un toit plat.

Le second groupe se compose de trois ensembles de fragments (610114-006, 610114-007 et 610189-001) comprenant 22 fragments découverts près de l'angle sud-ouest de la Maison 3 (locus 6-334 ; **fig. 2-66**). Pour ce groupe, une succession de cinq couches de terre à bâtir est visible (**fig. 2-65** : second regroupement). La première couche n'est visible que de manière éparse sur le fragment 610114-007. Elle avait une épaisseur supérieure à 2 cm et était dégraissée à la paille principalement. Sur cette couche était appliqué un enduit de terre à bâtir épais de 5,5 à 7 cm. Celui-ci est dégraissé avec de la paille courte et de la balle en moyenne quantité. On y décèle des inclusions de cailloux et galets. Se superposent ensuite trois couches d'enduit, dont les épaisseurs respectives sont de 1,5 à 3 cm, de 1,5 à 2 cm et enfin de 1 à 1,5 cm. Ces enduits sont dégraissés de plus en plus finement à mesure que l'on s'approche de la surface extérieure de l'élément architectural. La première contient principalement de la balle, avec encore quelques pailles courtes, alors que la dernière ne contient que de la balle en plus faible quantité. Ces derniers enduits sont finement dégraissés, mais restent épais, si on les compare avec les ensembles appartenant aux enduits des murs de la Maison 3 (*cf.* plus haut, p. 100) ou de la Maison 4 (*cf.* plus haut, p. 91). Nous proposons alors de les voir plutôt comme des enduits appliqués horizontalement, même si leur consistance ne semble pas être aussi imperméable que celle du premier groupe. Ce second groupe pourrait donc appartenir à un plancher d'étage. Ainsi, de ce dernier nous aurions les couches supérieures conservées et peut-être les vestiges de la couche de torchis, mal conservée, sur 2 cm. De plus, les deux ensembles de fragments 610114-007 et 610189-001 présentent, en bordure, une face plane et une autre convexe qui vient de manière arrondie rejoindre la face plane (**fig. 2-67**). Cette morphologie

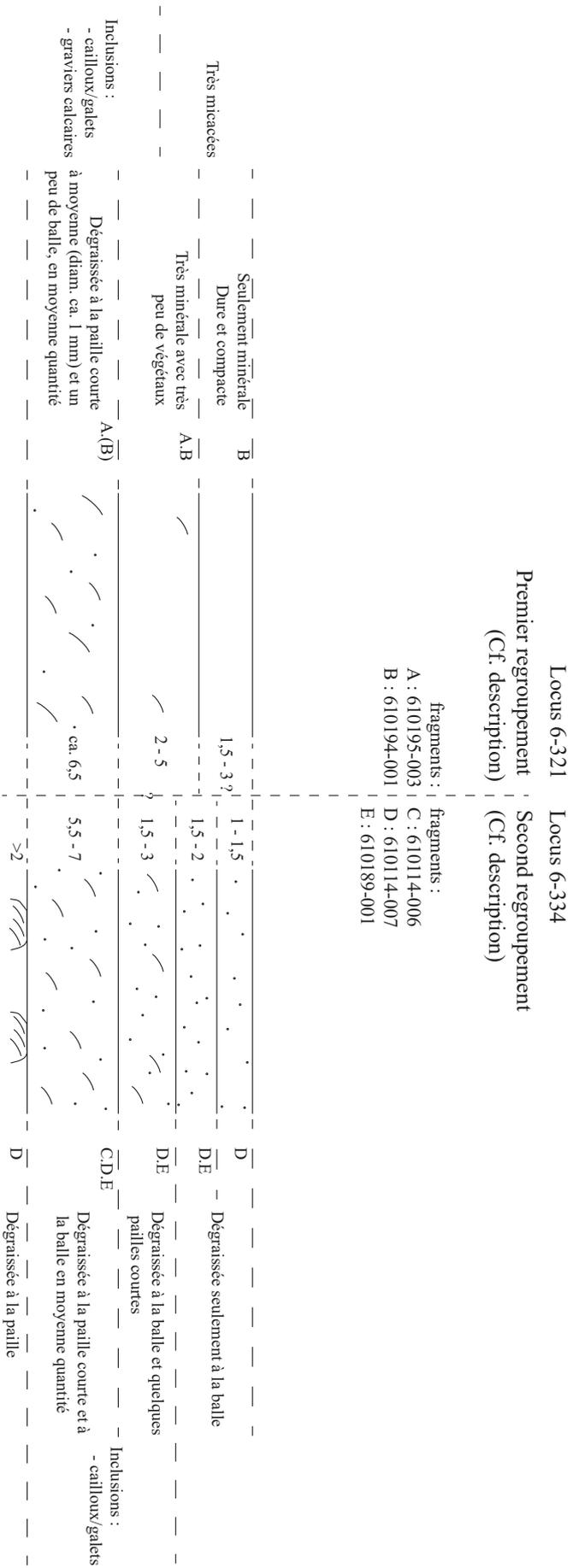


Fig. 2-65 - Coupe verticale schématique des couches supérieures de terre à bâtir du possible « plancher d'étage ou toit plat ». Distinction entre les deux regrouppements et possible concordance entre les deux. Description rapide des couches : épaisseurs (cm), dégrainants et inclusions. Indication des fragments permettant la reconstitution schématique.



Fig. 2-66 - Deux ensembles du second regroupement des fragments issus du plancher surélevé ou toit plat. Éch. 1:5. a. ensemble 610114-007 présentant les restes de tous les enduits connus pour ce regroupement ; b. ensemble 610189-001 présentant les trois enduits intermédiaires.

pourrait être due à l'application de cette couche de terre à bâtir contre une surface concave en terre à bâtir assez grossière. En corrélation avec l'emplacement de découverte des fragments, proche des murs du bâtiment, cette couche convexe devait être appliquée contre la couche de terre à bâtir en contact avec l'armature en bois du plancher qui remontait légèrement, de manière concave, contre les murs (**fig. 2-68**). Le fait que les bordures convexes se trouvent sur deux côtés perpendiculaires des ensembles de fragments renforce l'association de ces restes à un plancher situé dans l'angle de la maison.

Décrits séparément, les deux groupes semblent assez différents, mais il est tout à fait possible de les regarder conjointement. L'épaisseur globale obtenue est similaire et les différences de dégraissants peuvent être simplement dues à la terre à bâtir employée localement sur les différentes parties de l'élément architectural. Ainsi, il est envisageable que ces deux groupes proviennent, au final, du même élément architectural.



Fig. 2-67 - Deux fragments présentant une surface convexe qui rejoint une deuxième surface, plane celle-ci. Éch. 1:2. a. fragment de l'ensemble 610114-007 ; b. fragment de l'ensemble 610189-001.

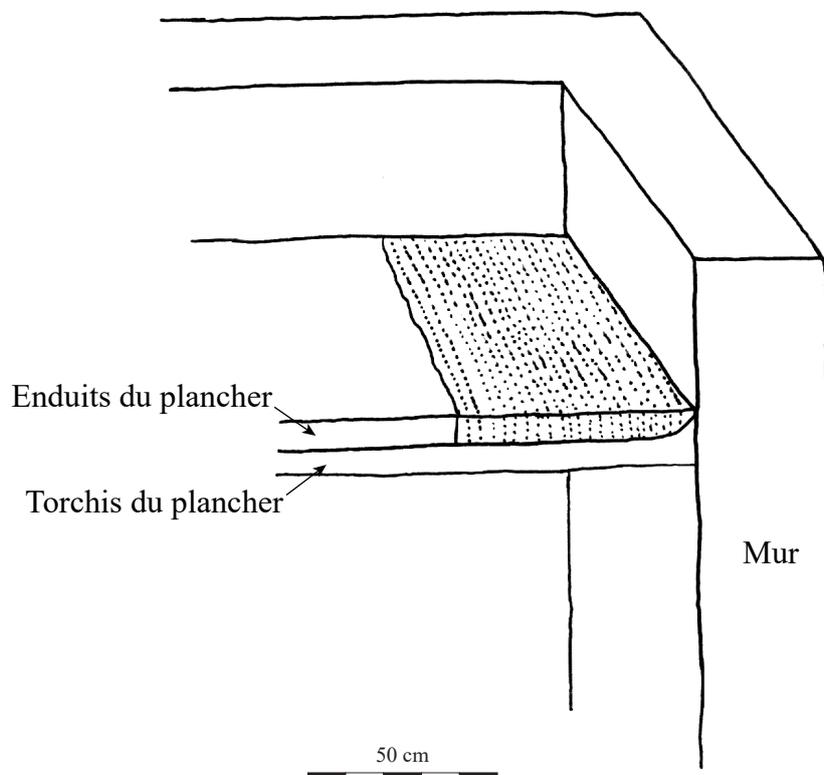


Fig. 2-68 - Coupe schématique d'un angle de la Maison 3. Le torchis du plancher a une surface concave le long des murs, les enduits prennent donc une forme convexe à cet endroit. En pointillé, la position hypothétique des fragments du second regroupement. Éch. 1:20.

Enfin, le fragment 610049-003 est un ensemble à part entière parmi les 22 ensembles architecturaux en terre à bâtir étudiés pour la Maison 3. Découvert dans la partie nord-est, non loin du supposé mur est du bâtiment, il s'apparente à un colombin d'une dizaine de centimètres de diamètre, entièrement dégraissé à la balle et appliqué contre une surface arrondie convexe, qui semblerait être un autre colombin. Le fragment présente un angle assez aigu (environ 60°) dont les deux faces sont recouvertes d'un badigeon blanchâtre qui ressemble à celui appliqué sur les murs.

Un parallèle peut être fait avec le fragment correspondant au locus 6-317, proche du mur ouest du bâtiment, décrit dans les rapports de fouille et laissé sur le terrain. Ce fragment présente également un angle badigeonné. D. Malamidou a proposé qu'il s'agisse d'un banc à l'étage.

D'autres hypothèses peuvent être proposées, ces fragments pourraient provenir d'un rebord de baie de fenêtre ou de porte, ou encore celui d'une trappe pour passer à l'étage ou sur le toit. Toutefois, il est aussi envisageable que ces fragments fassent partie du mur et soient, dans l'hypothèse d'une couverture en toit plat, le faîte du mur, dépassant du toit, comme un petit muret délimitant l'espace d'un toit plat.

3. Résultats et interprétation

L'étude architecturale du matériel de la Maison 3 a donc porté sur un ensemble relativement réduit de fragments de terre à bâtir qui ont cependant permis d'obtenir une première reconstitution assez claire du bâtiment.

La Maison 3 est donc un bâtiment rectangulaire à une pièce de 10 m de long pour 5 m de large, sans cloison interne. Il a été érigé à l'aide des techniques du torchis sur armature végétale en utilisant deux modes d'agencement des matériaux : le poteau jointif de manière principale et le clayonnage plus sporadiquement. Il est envisageable, à l'instar de la Maison 4, que le torchis sur poteaux jointifs ait été utilisé pour la construction de la majeure partie des murs périphériques et que le torchis sur clayonnage ait été réservé pour des éléments plus restreints. Ces murs périphériques faisaient environ 36 cm d'épaisseur en tenant compte de l'armature en bois composée de poteaux généralement refendus, dont les diamètres sont réduits (proche de 5,5 cm) et maintenus par des traverses d'environ 3 cm de diamètre (**fig. 2-69**). Les couches de terre à bâtir sont de plus en plus fines, du point de vue des dégraissants comme des épaisseurs, à mesure que l'on s'approche de la surface du mur, recouverte d'un badigeon blanchâtre.



Fig. 2-69 - Reconstitution hypothétique de la Maison 3. Les éléments en blanc correspondent aux hypothèses, sans preuve archéologique tangible.

La question de l'accès au rez-de-chaussée de la Maison 3 n'a pas trouvé de réponse au cours de cette étude architecturale. Toutefois, l'existence d'une ouverture donnant sur l'espace entre les Maisons 3 et 4 semble possible. L'espace entre ces deux maisons est décrit comme une aire de passage. De plus, l'orientation vers le sud-est de cette baie aurait l'avantage de ne pas faire face aux vents et pluies dominants venant du nord – nord-ouest (Lespez 2008b, p. 88). En outre, c'est également à un emplacement similaire que la porte de la Pièce A de la Maison 4 est reconstituée, à l'aide, cette fois, d'arguments visibles sur le matériel architectural (*cf.* plus haut, p. 66-67).

Il semble fort probable que la Maison 3 ait été pourvue d'un plancher surélevé. Ce plancher pourrait appartenir à un étage ou à un toit plat. Aucune empreinte de son armature en bois n'a été identifiée. Toutefois, l'épaisseur de terre à bâtir qui reposait sur l'armature était supérieure à 20 cm, avec au moins 16 cm d'enduits successifs assez épais (entre 1,5 et 5 cm), dont certains étaient très peu, voire pas du tout, dégraissés et offraient une imperméabilité importante à la structure. Dans le cadre d'un toit plat, il est possible que les murs s'élèvent un peu plus haut que le niveau du toit, offrant un espace délimité par un petit muret badigeonné de cette même couleur blanchâtre.

La présence du four 6-314, qui était situé sur le plancher surélevé, constitue un élément important, mais ne permet pas de trancher entre étage ou toit plat. Il nous prouve l'utilisation de cet espace, tout comme les restes céramiques retrouvés entre les couches de terre à bâtir. Concernant le toit plat, la question de son accessibilité doit être posée. Différentes solutions sont possibles, mais aucune n'a laissé de trace : une trappe avec un accès par l'intérieur, ou un accès par l'extérieur avec une échelle ou encore un escalier externe adossé contre un des murs. L'idée d'une trappe est sujette à caution dans des régions où la pluie est courante. Si la trappe n'avait pas un moyen de fermeture imperméable, c'était une brèche importante dans l'étanchéité de la structure. On pourrait alors imaginer une couverture végétale légère sur poteaux nus limitant la pluie sur le toit plat, la trappe et le four (**fig. 2-69**). Le plancher du toit plat est composé de deux types de terre à bâtir dont une très minérale¹. Cette terre à bâtir minérale, plus imperméable, se trouve sur la partie nord de l'édifice, probablement en réponse à l'exposition plus importante de cette partie aux intempéries (vents et pluies) qui viennent du nord – nord-ouest.

L'hypothèse d'un plancher d'étage ne trouve que très peu de résonance dans le matériel architectural. La présence d'un premier étage impliquerait une quantité plus importante de vestiges architecturaux et aurait ajouté quelques strates microstratigraphiques aux restes de terre à bâtir découverts. Toutefois, la faible profondeur à laquelle les vestiges de la Maison 3 ont été trouvés, ainsi que l'érosion importante à laquelle ils ont été exposés a pu détruire une partie des données.

¹ Des fragments similaires ont été observés dans le matériel du sous-secteur VIA ou encore des sous-secteurs VIr et VIΔ correspondant à la Maison 2 (**fig. 2-03**). L'étude de ce matériel est en cours.

Chapitre 4 – Synthèse des études architecturales de Dikili Tash

1. Synthèse technique et économique

1.1. Le bois de construction

Si un mode d'agencement des matériaux se détache largement et est prépondérant dans la construction à Dikili Tash, d'autres viennent s'y adjoindre afin de répondre à des nécessités techniques, mais également à des questions économiques, liées à la facilité d'accès à certains matériaux ou à certaines morphologies de pièces de bois.

1.1.1. Les murs et les cloisons

a. Les poteaux jointifs

Les murs périphériques des Maisons 3 et 4 sont donc construits à l'aide de la même technique de construction et avec le même agencement des matériaux : le torchis sur poteaux jointifs, à l'instar d'autres bâtiments du site de Dikili Tash entre 5000 et 4250 av. n. è. (EEB 7-9 ; Martínez 2001, p. 65 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188, fig. 6 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2020, p. 243 ; Treuil *et al.* 2020, p. 120). Ces poteaux sont donc disposés de manière plus ou moins parallèle et jointive, entre des traverses de bois qui les maintiennent debout. Seuls les poteaux corniers, auxquels sont ligaturées les traverses, sont fondés.

Les poteaux de la Maison 3 ont un diamètre moyen de 5,4 cm (max : 10 cm ; min : 3,8 cm), ceux de la Maison 4 ont un diamètre moyen de 6,9 cm (max : 18 cm ; min : 1,7 cm). Malheureusement le faible nombre d'occurrences de poteaux de la Maison 3 ne permet pas d'avoir un comparatif fiable. Les deux diamètres moyens entrent dans la catégorie des petits rondins selon notre terminologie (5 à 10 cm de diamètre), ce qui semble être le type de pièce le plus utilisé pour cette fonction architecturale.

Les traverses de la Maison 3, quant à elles, ont un diamètre moyen de 3 cm, tandis que celles de la Maison 4 sont plus petites, avec un diamètre de 1,8 cm en moyenne. Cette pièce de bois n'ayant pas de fonction porteuse, mais simplement de maintien des poteaux avant l'application de la terre à bâtir, la différence de diamètre n'a pas d'incidence sur son efficacité. De même, les pièces de bois choisies n'avaient sûrement pas un diamètre régulier sur toute leur longueur et

la mesure du diamètre varie forcément en fonction de la position de la motte de terre contenant l’empreinte. Ces pièces de bois devaient avant tout être recherchées pour leur longueur afin de joindre les poteaux corniers et non pas pour leur diamètre, qui devait vraisemblablement être autour de 2,4-2,5 cm en moyenne.

b. Les roseaux jointifs

Une autre armature de bois correspond aux roseaux jointifs, également recouverte de terre. Ces roseaux ont des diamètres compris entre 0,2 et 1,5 cm de diamètre et sont disposés de manière quasi-parallèle, avec parfois quelques petits espaces entre les pièces de bois. Si nous avons proposé l’éventualité d’une restitution horizontale de cette armature dans un souci d’exhaustivité, il est plus probable, d’après l’étude macroscopique de la terre à bâtir, que ces roseaux aient été disposés verticalement, à l’image de canisses (*cf.* plus haut, p. 76-79). Deux hypothèses de restitution architecturale sont possibles : des petits murs délimitant des espaces à l’intérieur des bâtiments ou bien des impostes de porte.

c. Le clayonnage

Les baguettes de clayonnage de la Maison 3 font en moyenne 1,5 cm de diamètre. En réalité, un seul fragment de ce bâtiment a livré un témoignage de ce type d’armature et il est impossible de le rattacher à un type architectural. Toutefois, cette dimension est proche de ce qu’on connaît pour la Maison 4.

En effet, les baguettes de clayonnage de la Maison 4 ont un diamètre moyen de 1,3 cm. Les poteaux entre lesquels elles s’entrelacent ont des dimensions similaires à celles des poteaux jointifs. Il n’y a donc pas de poteaux aux dimensions spécifiques pour l’une ou l’autre des armatures à Dikili Tash. Les baguettes de clayonnage n’excèdent jamais 3 cm de diamètre et que très rarement 2,5 cm. Leur utilisation est assez précise, elles forment les parties hautes des murs gouttereaux et les cloisons internes des bâtiments. Elles sont disposées de manière lâche sur les pignons, voire très lâche sur les cloisons, permettant une accroche à la terre à bâtir.

1.1.2. Les armatures des planchers surélevés

On connaît dorénavant deux planchers surélevés sur le site de Dikili Tash. Le premier s’apparente à un éventuel toit plat sur la Maison 3 et le second à une mezzanine le long du mur ouest de la Maison 4. Malheureusement, nous ne connaissons pas pour le moment l’armature végétale qui a permis la mise en place de la terre à bâtir du toit-terrasse. Il n’est donc pas

possible de la comparer à celle de la mezzanine. Pour cette dernière, on restitue au moins trois superpositions de pièces de bois : les solives, les lambourdes et des pièces de planchers ; leurs dimensions sont respectivement décroissantes. Le poteau et la poutre de la pièce A, s'ils sont mis en place au moment de la construction de l'armature, semblent indiquer que la portée maximale que s'autorisaient les bâtisseurs de Dikili Tash pour une telle structure est de 4 m. Au-delà, ils étayaient les solives. En revanche, il est également possible que cet étai ait été rajouté *a posteriori* lors d'un affaissement de la mezzanine pour une raison inconnue.

1.1.3. Les essences de bois utilisées et leur provenance

Sur le site de Dikili Tash, l'étude anthracologique des charbons des Maisons 3 et 4 a été réalisée par M. Ntinou (Malamidou *et al.* 2018, p. 71-72, figures 15 et 16 et table 1). Cette étude a été menée sur les charbons découverts par flottation au sein des couches de destruction issues des bâtiments. Il y a donc de fortes probabilités pour que ces charbons proviennent du bois de construction, sans pour autant en être parfaitement sûr. Aucun de ces échantillons n'est rattaché à une fonction architecturale précise. L'étude anthracologique met en avant cinq taxons pour la Maison 4 : le chêne (env. 40 % des échantillons), le frêne et le charme (env. 20 % chacun), ainsi que le genévrier (env. 11 %) et la viorne (env. 10 %) ; et huit taxons pour la Maison 3 : le chêne (env. 49 % des échantillons), le frêne (env. 17 %), le charme dont *Carpinus orientalis* (env. 9 %), le noisetier (env. 2 %), la viorne (env. 6 %), le genévrier (env. 10 %), l'arbousier et le térébinthe (env. 4 % chacun). Il est d'ores et déjà possible d'écarter l'arbousier et le térébinthe qui ne sont pas des bois utilisés fréquemment dans la construction.

Il convient maintenant de s'intéresser à l'environnement arbustif autour du site de Dikili Tash afin de localiser ces ressources. Durant la première moitié du 6^e millénaire, la végétation générale autour du site s'apparente clairement à une ripisylve (aulne, saule) très dense accompagné d'une forêt mésophile (chêne, frêne, charme). La deuxième moitié du 6^e millénaire et le début du 5^e millénaire sont marqués par une stabilité du paysage (Glais 2017, p. 413). Vers 4450 av. n. è., le paysage connaît un changement en lien avec deux facteurs : un impact anthropique et un épisode climatique régional. Le taux de présence des essences ripisylves décroît brutalement, alors qu'à l'inverse celui « des plantes herbacées vivaces, anthropozoogènes, anthropiques-nitrophiles et des graminées » augmente largement (Glais 2017, p. 416 ; Glais *et al.* 2016, p. 247-248). Un défrichement au feu du vallon dans lequel se trouve le site est également répertorié. Le site de Dikili Tash « devait occuper une clairière vaste » alors dédié à l'agriculture et aux pâtures (Lespez 2008b, p. 283), les forêts et donc les ressources en bois d'œuvre tels que le chêne, le frêne ou le charme se trouvaient alors

à plusieurs kilomètres du site. Le recul des forêts n'entraîne toutefois pas forcément celui des arbustes comme le genévrier, la viorne ou le noisetier qui cohabitent facilement avec les cultures, autant qu'ils produisent des baies ou fruits à coque comestibles¹ et aromatiques.

1.1.4. Interprétation

L'utilisation majoritaire des poteaux jointifs semble s'appuyer sur deux raisons principales. La première est purement technique. En effet, creuser des tranchées de fondation dans les couches de destruction sous-jacentes devait être une tâche difficile et longue. L'utilisation d'une technique de construction qui ne nécessite pas le creusement de telles tranchées semble donc cohérente avec le terrain d'installation des bâtiments. Il en est de même pour des constructions plus anciennes sur le tell, notamment dans le secteur V où l'on peut assurer l'utilisation de poteaux jointifs sans tranchée de fondation (Treuil *et al.* 2020, p 116), mais également pour l'érection des bâtiments aux périodes postérieures : en torchis sur armature végétale au Bronze ancien ou en brique crue sur soubassement de pierre au Bronze récent (Treuil 1992c, p. 48 et 52).

La deuxième raison semble refléter des traditions culturelles. Les données certaines sur les techniques de construction avant le 5^e millénaire à Dikili Tash ne sont pas nombreuses. D'une part, les fouilles n'ont jamais atteint les couches antérieures à 5300 av. n. è. (Tsirtsoni 2020, p. 578) et, d'autre part, les techniques de construction attestées au sein des couches fouillées n'ont vraiment été étudiées qu'à partir du deuxième programme de recherche. Les fouilles du premier programme n'ont donné que très peu d'information à ce sujet : « aucun mur n'a été identifié de façon sûre » (Treuil 1992c, p. 39). Les fouilleurs parlent tout de même de l'utilisation de « torchis sur une armature de poteaux et un clayonnage de branches ». Il faut préciser que les plans des bâtiments ne sont pas complets, ne donnant pas une image complète des bâtiments.

En revanche, un bâtiment, la « maison au bucrane », situé dans le secteur V, a été étudié de manière plus détaillée : les murs sont principalement en torchis sur poteaux jointifs (Treuil *et al.* 2020, p 120). Ce bâtiment, daté de la fin du 6^e-début du 5^e millénaire av. n. è., et ceux du secteur 6 dont les Maisons 3 et 4, datés de la fin du 5^e millénaire av. n. è., semblent indiquer une certaine tradition de construction sur poteaux jointifs sur le site de Dikili Tash. La fouille du

¹ Pour la viorne, ce sont les baies de viornes obiers qui sont comestibles et peuvent être consommées (Kubiak-Martens 1999). Elles possèdent également des propriétés curatives dans les traditions ukrainiennes (Rop *et al.* 2010, p. 4474).

nouveau secteur 9 en cours permettra de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse sur un terme plus long, jusqu'au Néolithique moyen, voire jusqu'au Néolithique ancien.

L'utilisation de roseaux est en adéquation avec la position du site sur la frange d'un marais et surplombant une source d'eau. Leur présence est certaine à cette période et leur utilisation pouvait être variée, de la construction à la fabrication de mobilier (fût de flèches, vanneries, flûtes, *etc.*). Les diamètres des tiges utilisées comme armature des structures étudiées plus haut sont relativement faibles (0,2 à 1,5 cm) par rapport aux diamètres des roseaux qui croissent actuellement au pied nord du tell (en moyenne 3 cm). Aujourd'hui, les roseaux ne sont pas exploités et grossissent librement depuis plusieurs années. Le diamètre réduit des tiges dont les négatifs ont été observés sur les fragments semble indiquer une utilisation et une coupe fréquente des roseaux à cette période, ne leur laissant pas le temps de grandir. Il est donc tout à fait envisageable, au vu de la quantité de roseaux disponible dans cet environnement qu'ils aient également été utilisés pour la confection des couvertures des toits en bâtière.

La confection de clayonnage nécessite d'avoir à disposition des essences de bois dont les jeunes pousses sont flexibles et peu cassantes une fois sèches. Le noisetier et la viorne sont adaptés à cette tâche (Pétrequin 1991, p. 48). Leur faible représentativité dans le spectre anthracologique lié à l'architecture corrobore les hypothèses architecturales et semblent mettre l'utilisation de clayonnage en marge par rapport à celle des poteaux jointifs. Si les clayonnages étaient majoritaires, ces espèces arbustives tiendraient une place prépondérante dans le diagramme (*cf.* plus bas, p. 261-262).

Ainsi, malgré le recul visible des chênaies à cette période, les bâtisseurs de Dikili Tash continuent d'ériger leurs édifices avec un mode d'agencement non économe en pièces de bois de gros diamètre à partir d'arbres qui ne sont plus disponibles à proximité direct du site, alors que la présence plus proche d'arbustes comme le noisetier ou la viorne aurait pu les inciter à s'orienter vers des clayonnages. On peut donc assez facilement assurer qu'aucun déterminisme environnemental n'influe sur les bâtisseurs du site de Dikili Tash à cette période (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021). La volonté de construire avec des armatures en poteaux jointifs, vraisemblablement en chêne et en frêne, s'apparente plutôt à un véritable choix technique, potentiellement lié à « la perception des matériaux et de leurs propriétés » physico-chimiques : « aptitudes lors des opérations de mise en forme et de mise en œuvre, performance et résistance lors de l'utilisation » (Procopiou 2011, p. 241-243). Mais, cette volonté est également dictée par un choix des bâtisseurs, lié à une transmission des savoirs et à un apprentissage : apprentissage qui n'est « pas seulement acquisition de savoirs, c'est aussi l'acquisition d'une identité, celle

de membre du groupe où ces savoirs sont reconnus et valorisés parce que partagés » (Sigaut 2009, p. 43).

1.2. La terre à bâtir

Décrites précédemment, plusieurs terres à bâtir ont été utilisées pour construire les murs et les planchers surélevés. On retrouve les deux dégraissants végétaux identifiés dans les études précédentes sur la construction en terre de Dikili Tash : la paille et la balle (Martinez 2001 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018 ; Prévost-Dermarkar 2019). Varient ensuite la quantité de ces dégraissants dans les différentes pâtes, modifiant ainsi les caractéristiques physiques des terres à bâtir (légère, collante, imperméable, *etc.*). Pour la paille, on retrouve également deux agencements des tiges : en fagot et en vrac, sans orientation préférentielle. À l'image de ce qui est connu sur d'autres bâtiments de Dikili Tash, ces compositions diffèrent en fonction de l'élément architectural construit (Malamidou *et al.* 2018 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018 ; Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021).

1.2.1. Les murs

Les terres à bâtir utilisées pour construire les murs sont similaires pour les Maisons 3 et 4, mais également pour la Maison 1 (Perello et Prévost-Dermarkar 2018). Concernant les Maisons 3 et 4, les couches de torchis sont faites d'une terre à bâtir assez grossière, dégraissées avec des pailles larges de 2-3 mm. On y retrouve régulièrement de grosses inclusions comme des tessons, des galets, des os, *etc.* Ces inclusions ne sont pas ajoutées volontairement dans la pâte, mais ne sont pas retirées pour autant. Les couches d'enduit sont plus finement dégraissées à mesure que l'on s'approche de l'enduit final. Les premiers enduits appliqués peuvent être assez épais (3-4 cm). Dans ce cas, leur composition s'apparente largement à celle de la terre utilisée en torchis, avec des grosses inclusions. Les derniers enduits muraux sont généralement très fins (0,5-1 cm) et sont dégraissés à la balle ou à la paille broyée. Un badigeon peut être appliqué en dernier.

Les murs périphériques des deux bâtiments ont des épaisseurs similaires (35-40 cm). Toutefois, la Maison 4 présente une couche de torchis plus épaisse que celle de la Maison 3. Elle présente, en revanche, moins de couches d'enduit sur ses murs que la Maison 3 (2 ou 3, contre 5). Les cloisons de la Maison 4, elles, sont plus fines (18-20 cm) et ne présentent qu'une seule couche d'enduit. Ce nombre de couches d'enduit est un élément technique important à prendre en compte, puisqu'il témoigne d'un souci de protection contre les intempéries. Cela

explique pourquoi le parement intérieur de la Maison 4 a reçu moins d'enduit que le parement externe, mais également pourquoi les cloisons ne nécessitent pas une multiplication des couches d'enduit. La présence de nombreux enduits pour la Maison 3 est alors révélatrice d'une nécessité accrue, par rapport à la Maison 4, de protéger le mur, ce qui pourrait corroborer l'identification d'un toit plat. En effet, si la Maison 4 était recouverte d'un toit en bâtière, la partie basse et débordante de la couverture offrait une protection supplémentaire aux murs. Sans la présence de ce type de toit pour la Maison 3, les murs étaient plus exposés et avaient besoin de plus de protection, expliquant alors la présence de cinq ou six enduits, les derniers dégraissés à la balle fine, limitant les infiltrations.

L'épaisseur de la couche de torchis ainsi que la morphologie des fragments qui en sont issus, laisse supposer l'utilisation d'une terre peu liquide appliquée par grosses mottes afin d'obtenir en une seule couche un torchis très épais. L'utilisation de dégraissants de plus en plus fins pour les enduits semble permettre d'obtenir une terre plus liquide, plus facile à étaler et à lisser.

1.2.2. Les planchers surélevés

Pour les deux planchers identifiés (la mezzanine de la Maison 4 ; le toit-terrasse de la Maison 3), on note deux grandes différences concernant la terre à bâtir. La première concerne l'épaisseur totale du plancher. Celle de la mezzanine est d'environ 7-8 cm alors que celle du toit-terrasse est au minimum de l'ordre de 12-14 cm ; la couche de torchis n'est pas connue sur toute son épaisseur. La seconde différence concerne la composition et l'épaisseur des couches d'enduit. En effet, les enduits du toit-terrasse sont plus épais d'1 ou 2 cm en moyenne et la couche finale de la partie restituée non couverte du toit-terrasse est complètement minérale (sans dégraissant végétal), alors que celle potentiellement sous appentis, ainsi que la couche d'enduit finale de la mezzanine sont dégraissées finement à la balle ou à la paille broyée. L'utilisation d'une terre à bâtir sans dégraissant végétal pour les parties soumises aux intempéries est liée à une raison technique. Cette terre limite les infiltrations d'eau via les tiges végétales et permet une imperméabilité de la surface.

Une autre terre à bâtir est utilisée pour la confection des planchers surélevés. Il s'agit d'une terre très collante grandement dégraissée à la balle, sans autre inclusion et qui était appliquée dans les entrevous de la mezzanine. Mise en place par en-dessous, ces capacités d'adhérence sont importantes. Elle cachait alors les pièces de plancher et permettait une conductivité de la chaleur issue du four vers les couches supérieures.

La terre à bâtir appliquée contre les armatures végétales de ces planchers est très similaire à celle utilisée dans les couches de torchis des murs. Elle semble avoir été appliquée en grosse motte à partir d'une terre à bâtir peu liquide. Cela permet notamment que la terre à bâtir ne coule pas trop entre les pièces de bois du plancher. En revanche, les enduits paraissent plus plastiques et peuvent être épandus sur la surface du torchis.

Ainsi, qu'il s'agisse des planchers ou des murs, on remarque une sélection d'une nature précise de dégraissants, ainsi que d'une quantité appropriée à la fonction de la terre à bâtir. Ces différentes pâtes permettent de « répondre aux contraintes mécaniques de la terre à bâtir lors de sa mise en place » (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021, p. 63).

1.2.3. Quelques pensées sur la gestion économique de la terre à bâtir

Mises à part les terres à bâtir qui servent à fabriquer les enduits, les autres contiennent couramment de nombreuses grosses inclusions typiques des couches sédimentaires anthropisées (os, tessons, nattes, *etc.*). Il semble donc assez clair que la terre utilisée pour fabriquer la terre à bâtir est en majorité récupérée sur ou à proximité du tell. Il est d'ailleurs possible qu'une partie de cette terre soit acquise lors des travaux de terrassement permettant d'avoir un sol plus ou moins plan pour la construction des bâtiments, étageant alors le niveau d'occupation. L'utilisation de ce matériau démontre une volonté de limiter le temps de transport et le temps de préparation du matériau de construction, réduisant par la même occasion les efforts physiques et les difficultés logistiques.

Outre la terre choisie, les dégraissants ajoutés dans le mélange offrent des informations sur la gestion des ressources végétales à la disposition des bâtisseurs. Les deux types de dégraissant sont la paille et la balle utilisées en grande quantité à l'échelle d'une construction. La question de l'approvisionnement se pose forcément. À l'image de ce qui est proposé par S. Prévost-Dermarkar pour la maison au bucrane et la Maison 1, et en se fondant sur des parallèles plus récents au Proche-Orient où la construction a lieu juste après la récolte (Cohen 1993, p. 161-188), il semble probable qu'il faille imaginer « une intégration du rythme de construction à celui de l'agriculture » à Dikili Tash au Néolithique récent (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021, p. 67). Ainsi, la construction est directement intégrée au processus de traitement des céréales, comme cela est proposé au Proche-Orient, où l'utilisation du tribulum permet, outre le dépiquage des céréales, d'obtenir des dégraissants adaptés à la fabrication des briques crues (Anderson 1994, 2006). Il faut rappeler ici que la culture des céréales est importante et variée au 5^e millénaire autour de Dikili Tash (Valamoti 2004, 2015 ; Glais *et al.* 2017, p. 417). Elle

s'inscrit dans un contexte, exposé plus haut, de défrichement des alentours du site, attestant d'une intensification de l'agriculture (Lespez 2008b, p. 283 ; Glais 2017, p. 416 ; Glais *et al.* 2016, p. 247-248).

1.3. Des bâtiments aux statuts sociaux différents ?

Les deux bâtiments semblent contemporains, présentent un plan quadrangulaire, des techniques de construction similaires et sont situées à moins de 2 m l'un de l'autre. Pourtant ces deux bâtiments ont une organisation différente.

Tout d'abord, la division de la Maison 4 en trois espaces autonomes (entrée séparée, fours et autres aménagements similaires dans chacune des pièces, mobilier comparable, *etc.*) suggère la présence de « trois maisonnées distinctes » occupant le bâtiment (Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b, p. 12). Le fait que les cloisons ne s'élèvent pas jusqu'au toit reflète une perception particulière de l'espace. Ces cloisons délimitaient l'espace et masquaient en grande partie la vue d'une pièce à l'autre, mais elles ne servaient pas à l'isolation sonore. En outre, l'arrêt des cloisons était peut-être également en lien avec une raison pratique : laisser s'échapper les fumées de la pièce centrale vers les pignons qui pouvaient être percés d'ouvertures hautes. Même si cette reconstitution ne fait pas l'unanimité pour des raisons d'isolation pendant l'hiver (Lundström-Baudais *et al.* 1997, p. 263), il est possible d'imaginer un système de fermeture durant les périodes froides.

La Maison 3, elle, n'abritait vraisemblablement qu'une seule maisonnée. L'espace au rez-de-chaussée ne semble pas avoir été pourvu d'un four, qui se trouvait à l'étage, peut-être sur un toit plat.

On se trouve donc en présence de deux maisons contemporaines dont les organisations diffèrent. En se fondant sur les théories anthropologiques, le fonctionnement des maisonnées de ces bâtiments pourraient différer également. Il serait alors légitime de s'interroger sur l'influence de ces différences organisationnelles et fonctionnelles sur le statut social des habitants des maisonnées (Efstratiou 2007, p. 29-30 ; Souvatzi 2008, p. 227-229).

Partie 3

Étude architecturale de Hotnitsa

Chapitre 1 – Présentation du site

1. Localisation

Le village de Hotnitsa se trouve à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de la ville de Veliko Tarnovo et à une vingtaine de kilomètres au sud-ouest du site de Petko Karavelovo (*cf.* **fig. 1-04** et **fig. 3-01**). Ces deux sites archéologiques communiquent par voie fluviale. Le tell de Hotnitsa est en effet situé à la sortie nord-est du village sur la rive gauche de la rivière Bohot, affluent de la rivière Rositsa. Cette dernière est un affluent de la Yantra, sur le bord de laquelle se trouve le tell de Petko Karavelovo (*cf.* plus bas, p. 161). Le tell de Hotnitsa a une superficie d'environ 0,95 ha et s'élève sur 5 m de hauteur (Chohadzhiev et Chohadzhiev 2005, p. 9, à paraître, p. 10-11).

Découvert en 1956 par Nikola Angelov, le site était alors intégré aux parcelles de terre cultivées du village. À cette période, une épaisseur d'environ 25 cm de sédiment était régulièrement retournée par le labour. Le site a également été perturbé par au moins deux activités de terrassement. La première a eu lieu avant les années 1950 et concerne un canal destiné à l'alimentation en eau d'un moulin. La deuxième s'est tenue en 1956 et concerne le

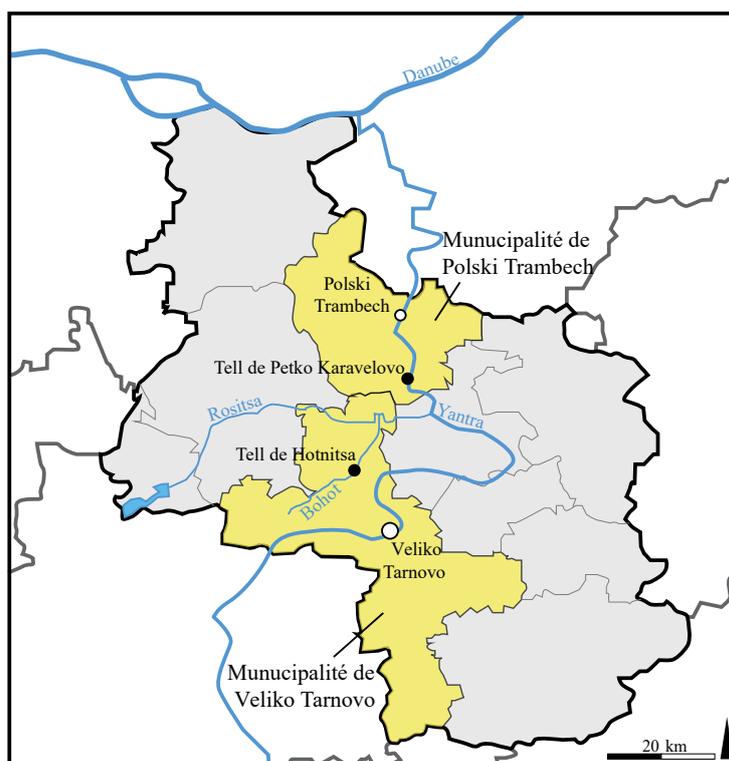


Fig. 3-01 - Localisation des sites de Petko Karaveloo et de Hotnitsa dans la région de Veliko Tarnovo (en grisé).

renforcement des digues des canaux d'irrigation des terrains cultivés alentour. Des activités de creusement sur 90 m² et 80 cm de profondeur ont alors été entreprises dans la partie ouest du tell (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 11-12, fig. 5 et 6.). Enfin, à la fin du 20^e siècle, le site va peu à peu être transformé en décharge végétale et être envahi par une forêt jusqu'en 2000.

2. Historique des recherches et stratigraphie

Lors des travaux de terrassement entrepris en 1956, une grande quantité d'artefacts sont découverts entraînant la mise en place dans les jours qui suivirent d'une opération de fouille préventive sur le tell. Cette opération a été dirigée par N. Angelov, assisté de Maria Ivanova et Bogdan Sultov (Angelov 1958). La richesse des découvertes a alors poussé le Musée de Veliko Tarnovo à mettre en place une opération archéologique programmée dirigée par N. Angelov durant trois campagnes de fouille en 1957, 1958 et 1959 (Angelov 1959, 1961).

Durant ces quatre ans, les fouilles de N. Angelov s'attachèrent à deux objectifs principaux. Le premier était de fouiller dans sa quasi-totalité le niveau stratigraphique le plus haut (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 12-15). Ainsi, le plan général du site à la période tardive d'occupation est bien connu (**fig. 3-02**). Vingt-et-un bâtiments quadrangulaires brûlés aux superficies allant d'une dizaine de mètres carrés à 57 m² sont découverts, disposés selon un plan ordonné. Parmi les découvertes marquantes, on note celle du « trésor en or de Hotnitsa » dans la maison n° 4 en 1957 (Angelov 1959, p. 38-46), mais également la découverte d'une importante quantité d'artefacts en os dont des figurines dans la maison n° 8, nommée alors « atelier des figurines en os » (Angelov 1961, p. 34-38). Enfin, de nombreux restes de squelettes humains ont été découverts : dans les maisons 2, 9, 10, 11 et 15. Il ne s'agit pas de sépultures dans l'habitat, mais de morts lors de la destruction du site (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 42).

Malheureusement la documentation de terrain des anciennes fouilles n'est pas entièrement conservée et certaines données ne peuvent pas être vérifiées ou exploitées (Chohadzhiev 2009, p. 67-68 ; Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 13-14). Concernant les bâtiments de l'horizon supérieur, ils semblent tous construits en torchis sur armature végétale. N. Angelov décrit des empreintes de clayonnage. Lorsque l'information est donnée, les murs ont une épaisseur d'environ 40 cm (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 21 et 53).

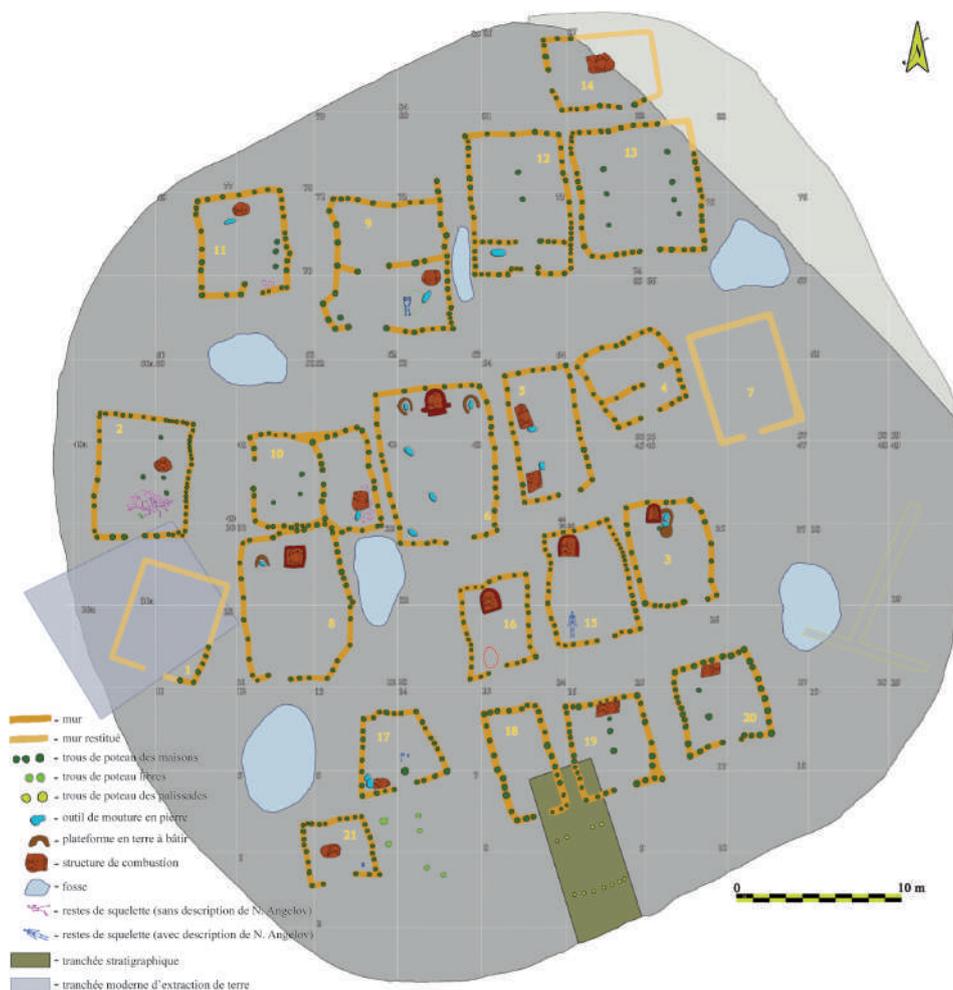


Fig. 3-02 - Plan du premier horizon du tell de Hotnitsa mis au jour lors des fouilles menées par N. Angelov. D'après Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, Fig. 14.

Le deuxième objectif des fouilles d'Angelov était d'obtenir une première lecture stratigraphique du site à l'aide d'une tranchée de 10 m par 4 m creusée dans la partie sud du tell (**fig. 3-02**). On y repère 14 niveaux d'occupation numérotés de haut en bas et répartis en trois phases : Hotnitsa I, Hotnitsa II et Hotnitsa III (de la plus ancienne à la plus récente). N. Angelov attribue alors respectivement ces phases au Néolithique tardif (EEB 7), à la transition Néolithique-Chalcolithique ancien (EEB 7-8) et au Chalcolithique (EEB 8-9), en se fondant sur la périodisation de Karanovo établie par Georgiev (1961). Mais ce découpage doit être reconsidéré et une périodisation plus fiable des occupations est en cours. H. Todorova, en se fondant sur l'analyse du mobilier, avait déjà proposé une réévaluation de la périodisation. Les deux phases chronologiques les plus récentes Hotnitsa II et Hotnitsa I correspondent, selon elle, au complexe Gumelnița-Kodjadermen-Karanovo VI, soit à l'EEB 9 : entre 4600 et 4300/4250 av. n. è. La phase Hotnitsa III serait plutôt à rattacher aux phases II, III et IV de la culture Poljanitsa, soit à l'EEB 8 : entre 4900 et 4600 av. n. è. (Todorova 1986, p. 78 ; Chohadzhiev 2009, p. 67 ; Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 15-17).

Les fouilles archéologiques du tell de Hotnitsa ont repris en 2000, avec la mise en place d'une opération archéologique programmée par l'Université Saints Cyrille et Méthode et le Musée régional d'Histoire de Veliko Tarnovo, sous la direction de Stefan Chohadzhiev (Professeur à l'Université) et de Nedko Elenski (chercheur au Musée). Le chantier archéologique est prioritairement ouvert aux étudiants de première année d'Archéologie à l'Université de Veliko Tarnovo. En 2003, Alexander Chohadzhiev prend la place de co-directeur des opérations en tant que nouveau représentant du Musée régional. Les deuxième et troisième niveaux d'occupation sont fouillés de 2000 à 2005, puis le quatrième jusqu'en 2009. Enfin, le niveau 5 d'occupation est fouillé jusqu'en 2017, année d'arrêt du programme archéologique sur le site. C'est au sein de ce programme que nous avons pu étudier le matériel architectural (Chohadzhiev et Chohadzhiev 2005, p. 9, 2017, p. 94-95 ; Chohadzhiev 2009, p. 68 ; Chohadzhiev *et al.* 2018b, p. 1 ; Bacoup 2018b).

Pour le moment aucune monographie n'est publiée sur le tell de Hotnitsa. Toutefois, un volume consacré aux anciennes fouilles dirigées par N. Angelov est en cours de finalisation et devrait paraître rapidement. Les fouilles entreprises à partir de 2000 feront l'objet d'un deuxième volume (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître). Plusieurs articles thématiques sont parus également, notamment concernant les données paléobotaniques (Popova 2009). Concernant les essences pouvant être utilisées en construction, le chêne, le frêne et l'érable sont attestés par anthracologie.

3. Le matériel étudié

L'étude menée à Hotnitsa concerne deux secteurs : le secteur nord et le secteur sud (**fig. 3-03**). Le corpus provient de quatre structures : les *loci* 112, 124 et 99 dans le secteur nord et le locus 132 dans le secteur sud (**fig. 3-04 et 3-05**). Ces quatre *loci* datent des horizons IV-V du site, c'est-à-dire du début de l'EEB 9, entre 4600 et 4400 av. n. è. (Tsirtsoni 2021, tableau 5.13-2) Ces horizons n'ont pas été détruits par incendie. Ainsi, les éléments en terre à bâtir sont très mal conservés. Le matériau a coulé et les structures sont très abîmées et peu lisibles. Le bois, quant à lui, est préservé sous une forme atypique présentée juste après.

Les structures étudiées sont principalement composées de pièces caractéristiques de planchers, mais certains éléments correspondant à des pièces de charpente de toit ou de mur sont également visibles et offrent des informations sur les assemblages des superstructures. Au total 393 pièces de bois ont été étudiées et 51 échantillons ont été prélevés dont 49 sont des échantillons de bois et deux sont des échantillons de charbon pour datation.

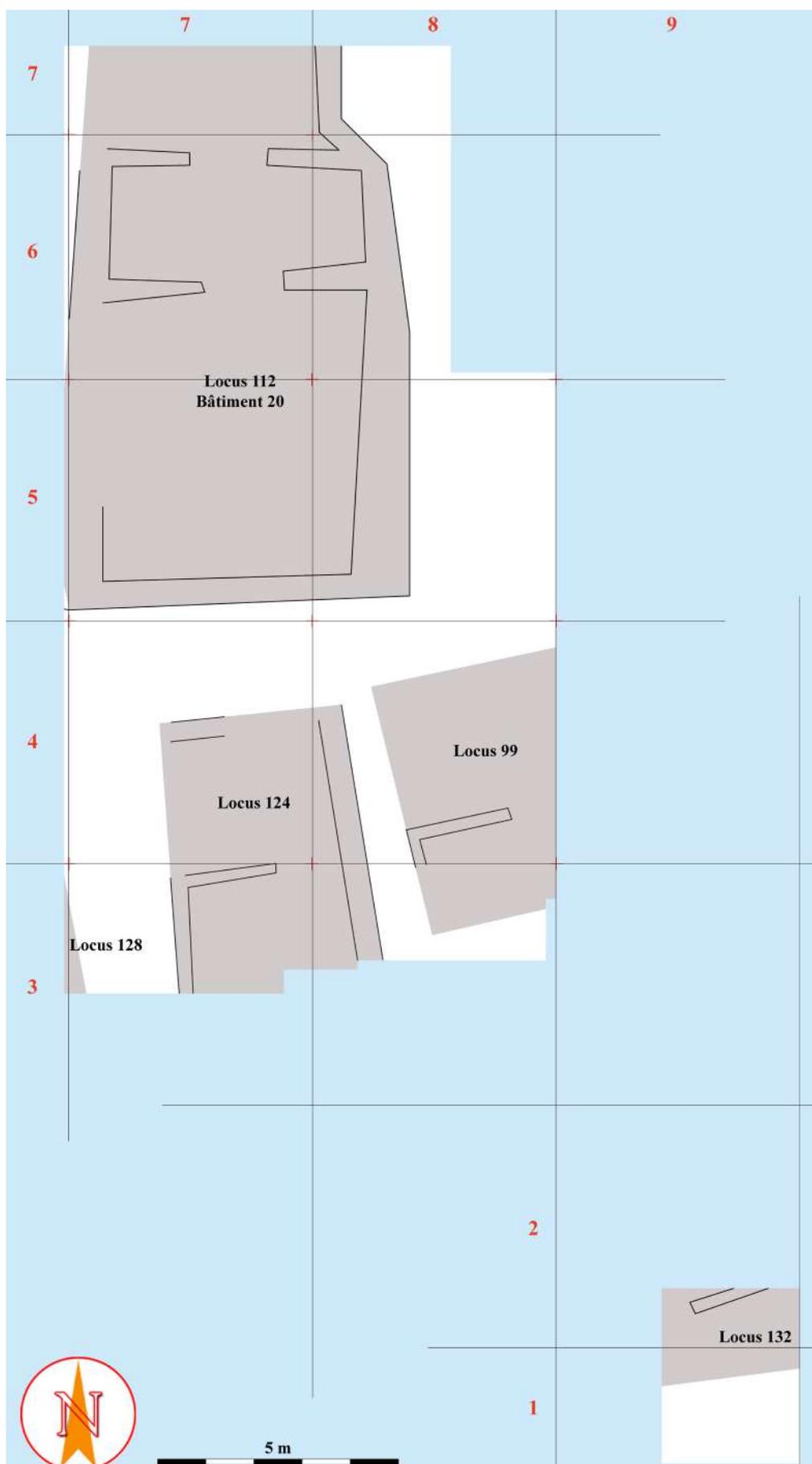


Fig. 3-03 - Plan des secteurs fouillés et étudiés. Éch. 1:125. Relevé par A. Chohadzhiev, DAO par P. Bacoup.

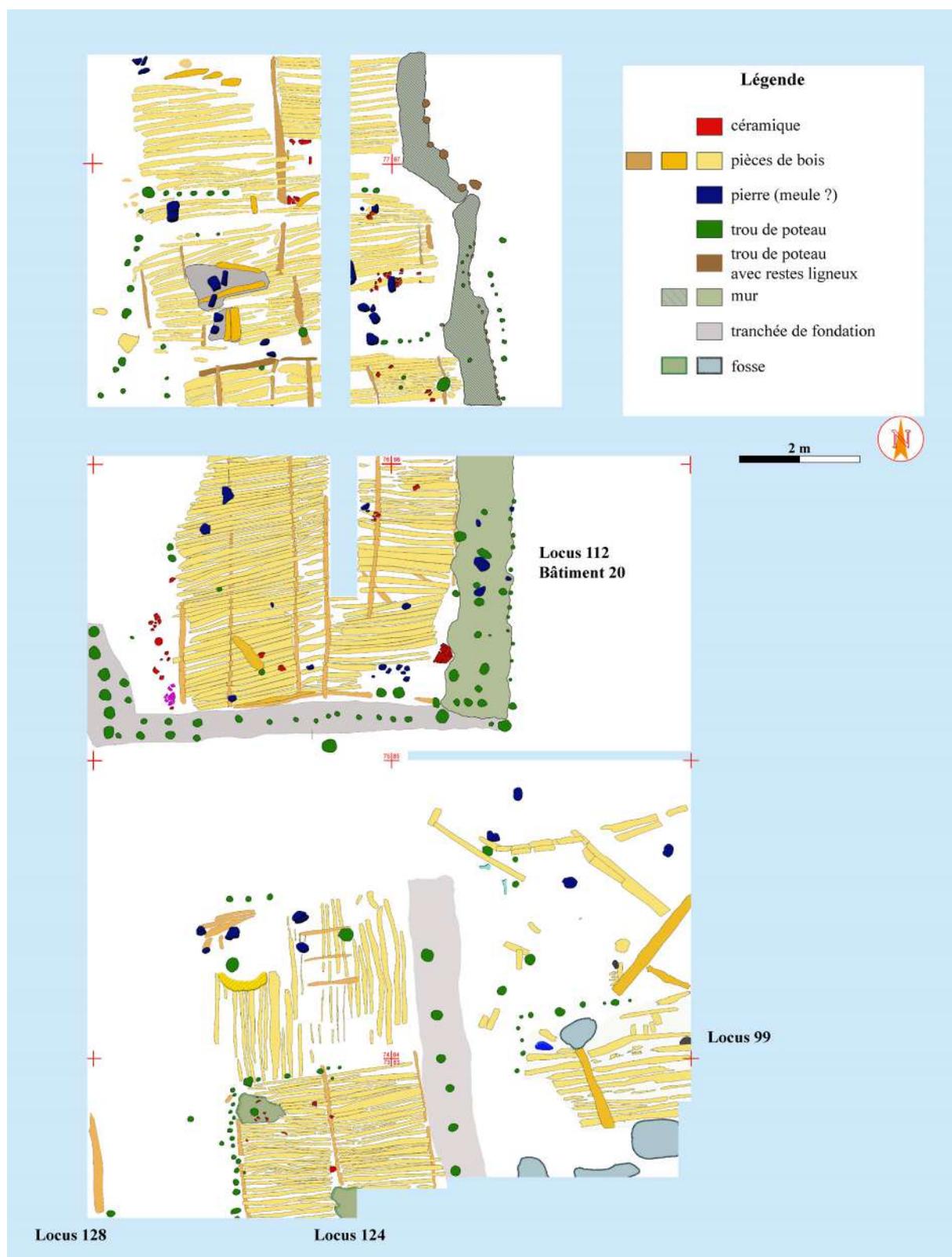


Fig. 3-04 - Plan du secteur nord du site de Hotnitsa. Niveaux 4 et 5. Éch. 1:100. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.

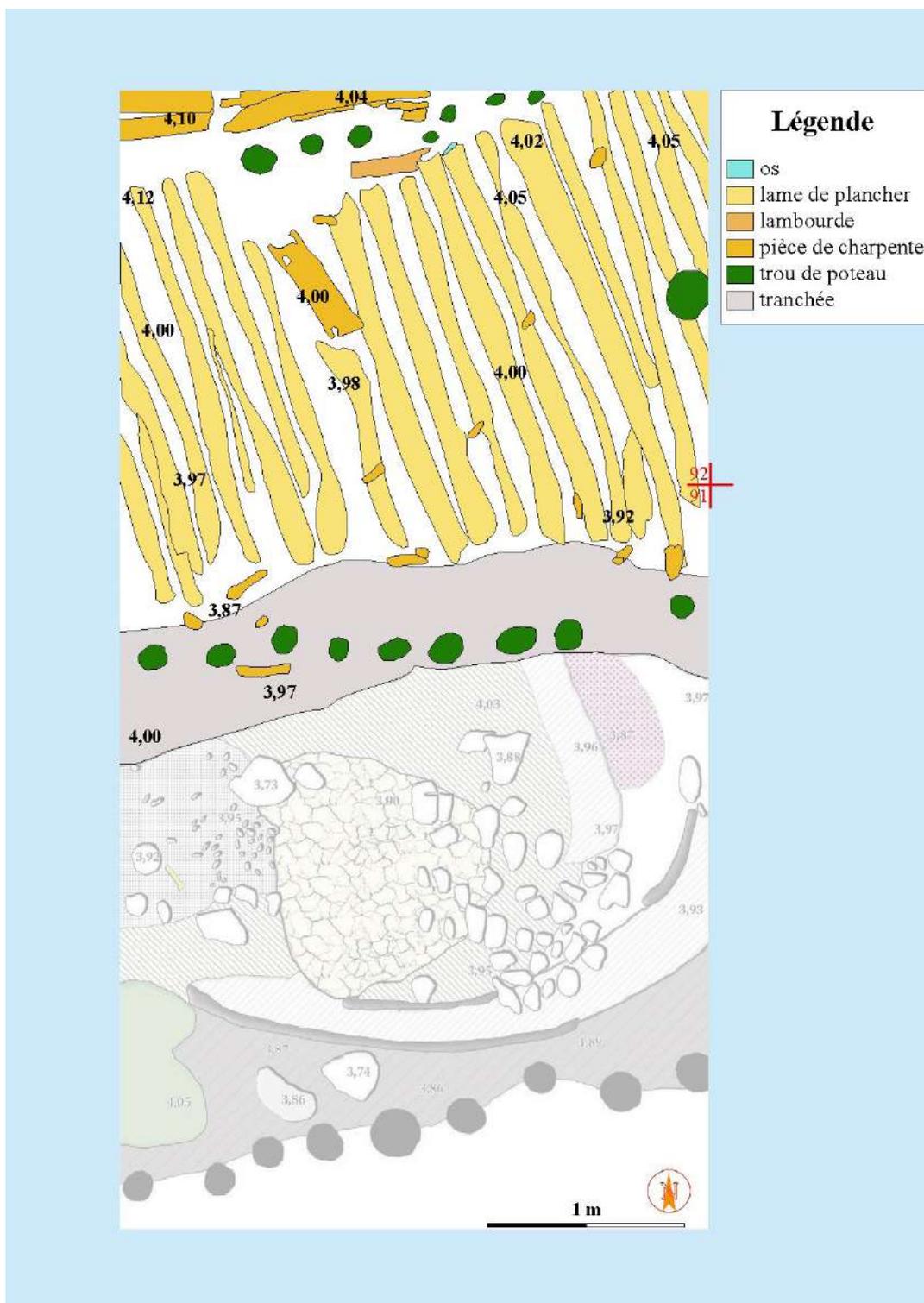


Fig. 3-05 - Plan du secteur sud du site de Hotnitsa. Niveaux 4 et 5. Éch. 1:33. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev et P. Bacoup.

Chapitre 2 – L'étude xylogologique du matériel

1. Les données de terrain

Le bois de construction de Hotnitsa s'apparente à un agglomérat de particules de bois conservées sur une épaisseur de 1 à 5 mm (**fig. 3-06**). Ces restes de matière ligneuse forment une fine couche relativement continue sur les empreintes que les pièces de bois ont laissées dans le sédiment.

Deux types de conservation sont attestés. Le premier se caractérise par des restes dont la couleur est claire et dont certaines fibres semblent encore visibles. Des fragments de quelques centimètres de long pour quelques millimètres de large et d'épaisseur sont conservés. Le deuxième type se caractérise par une matière ligneuse d'une texture brune et « poudreuse » sans fragment distincts (**fig. 3-07**). Ce type de conservation est connu sur d'autres sites du nord de la Bulgarie, comme le tell Nuriyuk à Sushina sans qu'aucune analyse n'ait été menée (Chohadzhiev *et al.* 2021b, p. 289-290).



Fig. 3-06 - Épaisseur de la pellicule de bois visible après prélèvement d'un échantillon à l'emporte-pièce.

2. Analyse macroscopique

L'étude macroscopique des restes ligneux permet d'identifier les parties anatomiques principales du bois. Pour rappel, en se fondant sur les analyses paléobotaniques (Popova 2009), le bois utilisé dans la construction provient probablement de feuillus. En observant la répartition des deux types de conservation

au sein de chaque pièce, il semble que le duramen soit conservé sous la forme claire, alors que la conservation brune corresponde à l'écorce/aubier¹. En prenant l'exemple d'une pièce de bois équarrie comme la pièce 092-027, elle ne se composait sûrement que du duramen de l'arbre. Elle est intégralement conservée sous la forme claire (**fig. 3-08**). Concernant les demi-rondins utilisés pour les planchers cette fois, ils présentent les deux types de conservation. Le

¹ Ne sachant pas si les arbres étaient écorcés, il est difficile ici de faire la différence entre les deux parties anatomiques (*cf.* lexique et schéma p. 609).

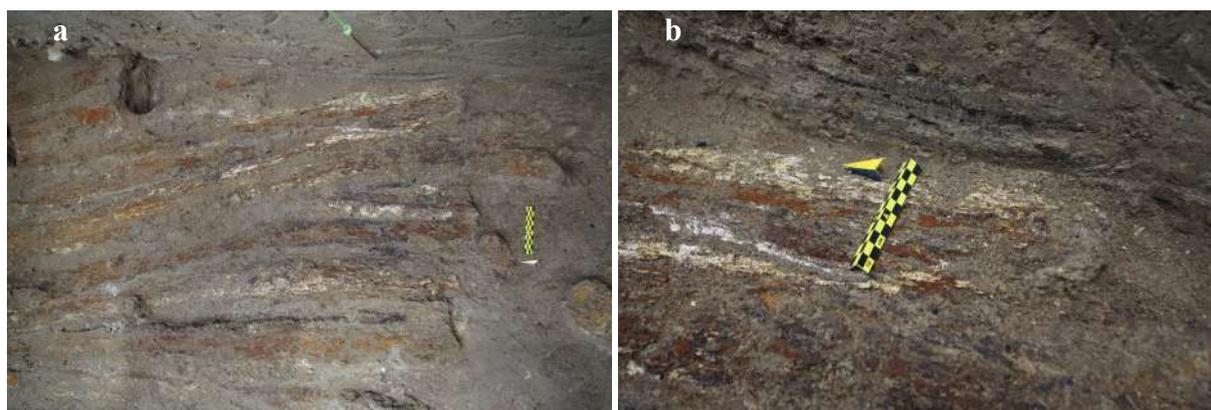


Fig. 3-07 - Les deux types de conservations connus. Locus 132. a. vue générale ; b. détail (les parties très blanches ne sont pas du bois). Clichés par A. Chohadzhiev.

type brun est situé au-dessus de la conservation claire, ce qui suggère que ces pièces de bois aient eu leurs parties planes (principalement composée du duramen) orientées vers le bas, et leur écorce/aubier vers le haut (**fig. 3-09**). Toutefois, ces restes ne permettaient pas d'identifier directement sur le terrain les essences de bois utilisées.

3. Analyses de laboratoire

Différents modes de prélèvements ont été réalisés afin d'essayer de préserver au maximum les connexions entre les particules de bois. Ils ont été effectués à l'aide de gabarits emporte-pièces par exemple ou en découpant une partie de la « pièce de bois » et en la conditionnant dans de l'aluminium (**fig. 3-06**). Sur le terrain au moment des prélèvements, des fibres ligneuses étaient visibles dans ce qui nous semble être le duramen ; cela laissait penser qu'une identification xyologique, même sommaire, des essences serait possible à partir des plans tangentiels des pièces de bois horizontales.



Fig. 3-08 - Conservation claire de la pièce de bois équarrie 092-027.



Fig. 3-09 - Demi-rondin 092-026 présentant les deux types de conservation.

La compression des pièces de bois par les sédiments et les occupations postérieures, accentuée lorsqu'il s'agit d'un tell, les a réduites à des couches de quelques millimètres. Ainsi, dès les prélèvements sur le terrain, nous avons considéré que les plans radiaux et transversaux des pièces horizontales seraient difficilement exploitables.

Dès l'observation des premiers échantillons au microscope à réflexion nos doutes se sont confirmés². En effet, les plans transversaux et radiaux présentaient des structures cellulaires confuses, fragmentées et compressées ne permettant pas ainsi d'identifier les cernes du bois. Le passage à la microscopie réfléctive de plans tangentiels a été un peu plus constructif, car quelques rayons, très mal conservés, ont pu être observés. Mais aucun indice n'a permis de les identifier. La tentative d'observation des échantillons au microscope à transmission n'a pas non plus été concluante. Les fragments, trop friables, n'offraient pas la possibilité de réaliser des lames convenables. En outre, aucun élément anatomique caractéristique n'était visible. Malgré cela, plusieurs échantillons ont été envoyés au centre de datation par le radiocarbone de Lyon pour effectuer des datations radiocarbone.

Suite à nos observations et à plusieurs discussions avec C. Alix, il nous a semblé probable que le bois de Hotnitsa ait subi un processus plus ou moins abouti de minéralisation. Cette hypothèse s'est alors étayée par les résultats de la datation : après les traitements acido-basiques afin de supprimer tout élément minéral, la totalité des échantillons avait été dissoute.

Ainsi, les perspectives d'analyses sur les échantillons de Hotnitsa semblent pour le moment restreintes. Les tentatives d'observations microscopiques et les échanges avec différents spécialistes, notamment avec Mme Anaïs Boura³, spécialiste de l'étude des bois et feuilles fossiles, afin de reconstituer les paléoenvironnements et les paléoclimats, ont permis de faire émerger de nouvelles pistes d'analyse. Une tentative d'observation des échantillons au microscope électronique à balayage est envisagée et des contacts ont été pris avec le laboratoire de microscopie de la Maison des Sciences de l'Homme Mondes René Ginouvès afin de les réaliser. Enfin, le prélèvement d'échantillons micromorphologiques pourrait être une solution, par exemple, en prélevant une carotte de sédiment comprenant les pièces de bois. Une telle étude permettrait peut-être d'obtenir des informations sur les essences de bois utilisées, mais surtout d'apporter des informations sur le processus de conservation du matériau.

² Analyses tentées avec l'aide de Mme Claire Alix, maître de conférences à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, UMR 9086 Archéologie des Amériques.

³ Maître de conférences à l'Université Paris 6 Pierre & Marie Curie, UMR 7207 Centre de recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements.

Chapitre 3 – Les études architecturales

1. Le locus 112/Bâtiment 20

1.1. Les données de terrain

Le locus 112, également appelé Bâtiment 20, se situe dans la partie nord du secteur nord, carrés 75-85 à 77-87 (**fig. 3-10**). Fouillé de 2015 à 2017, le Bâtiment 20 a une orientation nord-sud et une largeur maximale de 7 m pour une longueur minimale de 12 m ; son mur nord n'a pas été dégagé (**fig. 3-11**). Les fouilles entreprises permettent de restituer un bâtiment à trois pièces en enfilade. La pièce sud fait 6 m de long, la pièce centrale fait 2 m de long et la partie connue de la pièce nord fait 2,7 m de long. Ces pièces sont séparées par des cloisons dont les poteaux sont fondés dans des trous, mais sans tranchée de fondation. Ces cloisons, d'une épaisseur d'environ 30 cm, étaient vraisemblablement en terre sur armature végétale. À leur base, les murs périphériques en torchis sur armature végétale atteignent une largeur maximale de près d'1 m. Leurs poteaux sont fondés dans des trous creusés dans des tranchées larges de 50 à 60 cm (Bacoup 2018b, p. 39 ; Chohadzhiev *et al.* 2018b, p. 48).

1.2. Le bois de construction : morphologie et fonction

L'étude du bois de construction du Bâtiment 20 porte principalement sur les éléments des planchers composant le locus 112. En effet, nous disposons de très peu de données sur les murs ou la toiture. Il s'agit de huit pièces indéterminées issues des charpentes de toit ou de mur, ainsi que de plusieurs poteaux identifiés au travers des trous creusés pour les recevoir. Les trous de poteaux des murs ne permettent pas de reconstituer les dimensions des poteaux composant les armatures végétales de ces murs. Leur disposition, alignée et espacée d'environ 15 cm, suggère l'utilisation du clayonnage comme armature végétale.

Concernant les planches, elles ont une largeur moyenne de 9,7 cm (max : 18 cm ; min : 4 cm). Les trois pièces présentent des modes de construction tout à fait similaires. On trouve tout d'abord les planches qui composent la surface du plancher. Ces planches sont quasiment toutes jointives. Les faibles espaces visibles entre plusieurs d'entre elles peuvent refléter, dans la plupart des cas, un défaut de conservation du matériau.

Ces planches reposaient sur des lambourdes orientées nord-sud. Concernant les pièces centrale et sud, la présence de cinq ou six rangées de lambourdes offre la possibilité aux

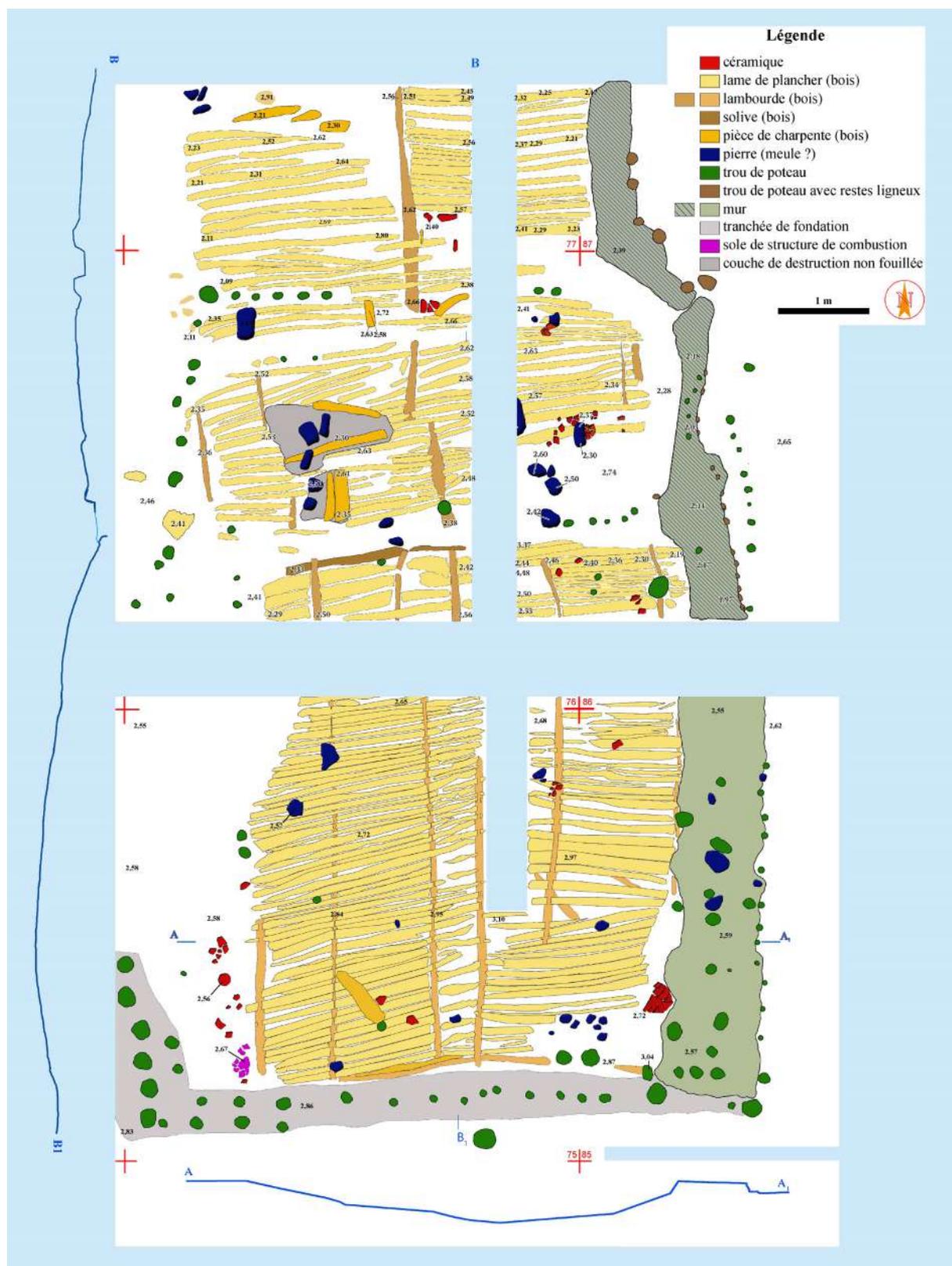


Fig. 3-10 - Plan du Bâtiment 20. Éch. 1:66. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.



Fig. 3-11 - Photographies du Bâtiment 20. Le mur nord du bâtiment n'a pas été atteint. Lignes noires = 1 m. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue vers le nord-est de la moitié nord du bâtiment ; b. vue vers le nord de la moitié nord du bâtiment ; c. vue vers le nord-est du bâtiment à la fin de la campagne de 2016.

bâtitisseurs d'utiliser des planches qui sont plus petites que la largeur du bâtiment. La pièce nord ne présente qu'une lambourde centrale, même s'il est fort probable que deux lambourdes aient existé le long des murs gouttereaux. Cette lambourde n'est actuellement en contact qu'avec les planches de la partie est du plancher : les planches de la partie ouest plongent plus rapidement à un niveau inférieur à la lambourde (**fig. 3-12**). On peut ainsi envisager que les pièces de plancher ne faisaient pas la largeur complète du bâtiment, mais reposaient sur une lambourde équarrie et très large, situé au centre de la pièce. Il convient ici de préciser que la pièce nord est légèrement plus étroite que les deux pièces plus au sud.

Les lambourdes présentent deux morphologies différentes : deux sont équarries, les autres sont des rondins. Les deux pièces équarries (077-016 et 017) ont des largeurs de 13 et 17 cm. Les autres ont des diamètres compris entre 5 et 15 cm (en moyenne 10,7 cm).

Enfin, les lambourdes reposent sur des solives dont le diamètre est compris entre 10 et 12 cm. Seules deux solives ont pu être identifiées. En effet, les planchers n'ont pas été démontés avant la fermeture du site en 2017 et les éléments les plus bas de l'ossature en bois n'ont pas pu être observés dans leur totalité.

Ces planchers semblent avoir été surélevés. D'une part, s'ils étaient directement en contact avec le sol, il n'aurait pas été nécessaire d'avoir une ossature en bois à trois niveaux (solive, lambourde, planche) comme à Omurtag par exemple (Angelova 1999, p. 66-67). D'autre part,



Fig. 3-12 - Photographies du Bâtiment 20. Les planchers forment des cuvettes. Lignes noires = 1 m. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue vers le sud de la partie sud du bâtiment ; b. vue vers le nord-est de la partie nord-ouest du bâtiment. Les planches plongent sous le niveau de la lambourde ; c. vue vers l'est au niveau du plancher de la partie nord-ouest du bâtiment.

la forme de cuvette qu'arboraient les planchers lors de leur découverte tend également vers une restitution des planchers surélevés (fig. 3-10 et 3-12). Les extrémités hautes des planches sont appuyées contre les murs encore en élévation sur quelques dizaines de centimètres. Cette cuvette reflète sûrement un plancher surélevé tombé sur un étage inférieur. En outre, la découverte d'une maquette de bâtiment à deux étages semble attester l'existence de tels planchers (Chohadzhiev et Yordanova 2014, fig. 1). La hauteur de ces planchers n'est pas aisée à reconstituer, mais la conservation en connexion de la plupart des pièces de bois indique que la chute n'a été ni brutale, ni haute. Concernant les éléments architecturaux qui maintenaient cette structure en élévation, le constat est le même que pour les solives : le fait que les planchers n'aient pas été démontés n'a pas permis d'avoir un aperçu de la sous-structure. On ne peut alors que proposer l'emplacement des poteaux à des endroits stratégiques.

Du point de vue des dimensions, il est difficile de restituer le diamètre d'origine des fûts utilisés pour fabriquer les planches, puisque nous ne savons pas si elles ont été fabriquées par refente radiale ou tangentielle (Darrah 2006a, p. 118). Il en va de même pour les lambourdes équarries. Toutefois, si on ne s'intéresse qu'aux dimensions des pièces utilisées, il faut noter que, indépendamment de leur fonction architecturale, elles ont des dimensions similaires (fig. 3-13). Les pièces de bois semblent donc en grande partie interchangeables et auraient pu servir pour différentes fonctions architecturales.

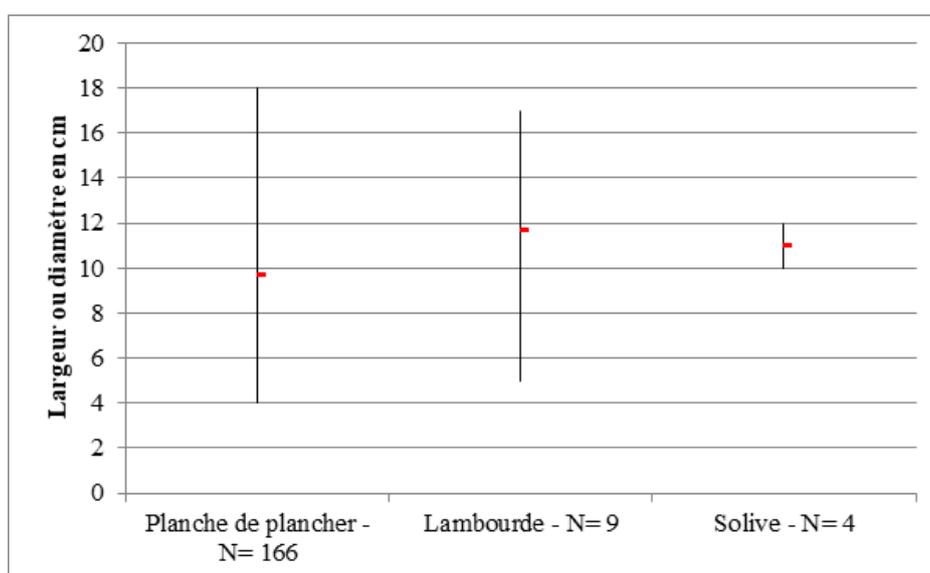


Fig. 3-13 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction des planchers du Bâtiment 20.

1.3. Assembler les pièces de bois

Pour le Bâtiment 20, nous possédons très peu d'indices sur les assemblages des pièces de bois entre elles. Il est fort probable que les planches n'aient pas été fixées aux lambourdes. Cette pratique était encore courante dans la construction des planchers en France jusqu'au 20^e siècle (comm. pers. avec F. Bacoup, maître artisan en menuiserie et construction ossature bois). Concernant la superstructure du bâtiment, le seul assemblage connu concerne un assemblage à tenon et mortaise en T et qui semble traversant⁴ (*fig. 3-14*). Le tenon présente un profil plutôt pseudo-quadrangulaire dont les angles et les côtés courts seraient arrondis. Il a une longueur de 11,5 cm pour une épaisseur de 2,5 cm. La pièce de bois présente des traces d'équarrissage. Il est possible que cette pièce ait été une pièce de charpente et qu'elle ait été assemblée dans un poteau dans lequel a été créée la mortaise correspondante.

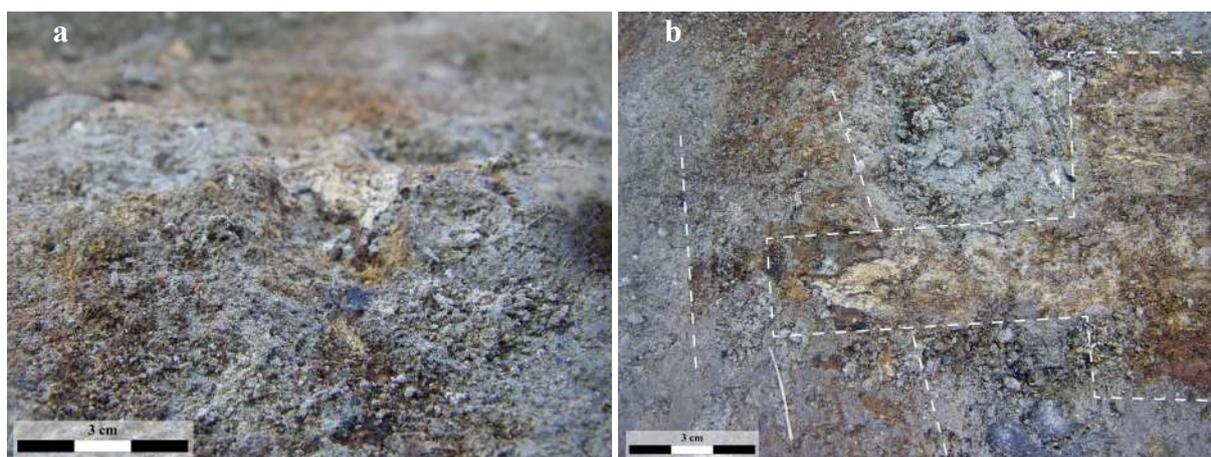


Fig. 3-14 - Assemblage par tenon mortaise découvert dans les vestiges du Bâtiment 20. a. profil du tenon. Vue vers l'ouest ; b. vue zénithale des deux pièces assemblées.

1.4. Passer d'une pièce à l'autre

Le plancher de la pièce nord semble être légèrement plus haut que celui des pièces sud et centrale. Si le passage entre ces deux derniers espaces est mal connu, notamment parce qu'il se trouve en partie dans la berme nord-sud, celui qui permet de passer entre la pièce centrale et la pièce nord a pu être observé (*fig. 3-15a*). L'étude des pièces de bois et de leur agencement permet en effet de reconstituer une petite passerelle de trois marches et de trois contremarches (*fig. 3-15b*). Les pièces de bois semblent être des planches de 6 ou 7 cm de large.

⁴ Pour le vocabulaire technique sur les assemblages en menuiserie et en charpente : De Ceukelaire 2013, p. 59.

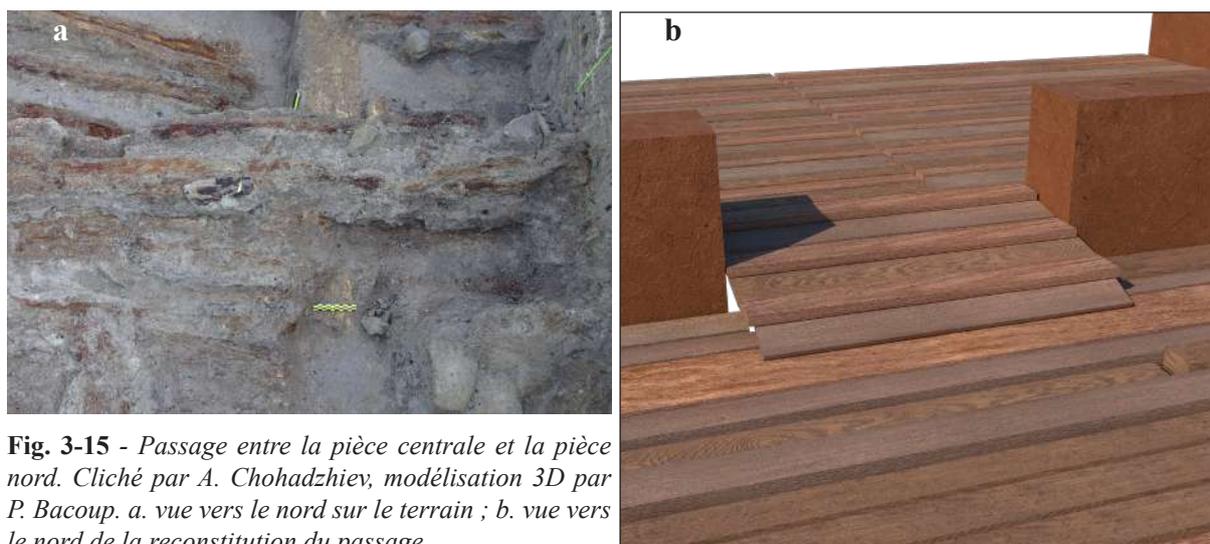


Fig. 3-15 - Passage entre la pièce centrale et la pièce nord. Cliché par A. Chohadzhiev, modélisation 3D par P. Bacoup. a. vue vers le nord sur le terrain ; b. vue vers le nord de la reconstitution du passage.

1.5. Synthèse et reconstitution architecturale

Le Bâtiment 20 correspond donc à un édifice dont les murs sont construits en torchis sur armature végétale et composé de trois pièces en enfilade séparées les unes des autres par des cloisons. Si l'unité du bâtiment n'est pas à remettre en cause, la contemporanéité de la construction des pièces n'est pas certaine. Les pièces sud et centrale semblent pouvoir être rapprochées l'une de l'autre. En effet, les ossatures végétales de leur plancher sont similaires. Elles présentent toutes deux plusieurs rangées de solives et la hauteur de construction de ces planchers semble la même (**fig. 3-16**). Ces arguments tendent à placer la construction des pièces sud et centrale comme un événement unique. Le bâtiment, long de 8,6 m, se composait alors peut-être de deux pièces larges de 5,5 m (espace intérieur).

Il est cependant possible que la pièce nord ait été ajoutée à une phase postérieure. L'état de conservation du bois ne permet pas de procéder à une datation dendrochronologique ; il s'agirait de la seule méthode de datation qui pourrait fournir des éléments sur la datation assez fins de chaque pièce. En revanche, les données techniques et architecturales offrent déjà plusieurs arguments qui peuvent fonder l'existence de deux phases. Dans un premier temps, le mur est du bâtiment (le mieux connu) présente une rupture dans son alignement au niveau de cette pièce, ce qui suggère que les murs périphériques de la pièce nord n'ont pas été construits au même moment que ceux des autres pièces. Dans un deuxième temps, la stratégie de construction du plancher de la pièce nord n'est pas la même. En effet, contrairement aux planchers plus au sud, celui de la pièce nord ne repose que sur une lambourde large et centrale depuis les murs. En outre, les planches semblent aboutées sur cette lambourde, ce qui diffère de la stratégie de construction des autres planchers.



Fig. 3-16 - Reconstitution 3D de la partie basse du Bâtiment 20. Les éléments en blanc correspondent aux hypothèses interprétatives, sans preuve archéologique tangible.

La position de l'entrée dans le bâtiment n'est pas simple à élucider. Si l'on s'intéresse aux plans des édifices du niveau 1 d'occupation, ils présentent des ouvertures vers le sud en général, ou vers l'ouest (deux des vingt-et-un bâtiments fouillés). Dans tous les cas, les ouvertures sont toujours orientées dans le sens de la longueur des bâtiments (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 20, fig. 14 ; **fig. 3-02**). Pour le Bâtiment 20, aucune rupture dans la tranchée de fondation du mur sud n'est visible, à l'instar de ce qu'on connaît à Petko Karavelovo, pour le Bâtiment 127 (cf. **fig. 4-08**). Toutefois, le Bâtiment 20 de Hotnitsa n'est pas de plain-pied. Le mur pourrait avoir été construit sur une faible hauteur sous l'ouverture de l'entrée. Ainsi, il est possible que l'ouverture du bâtiment soit dans le mur sud, notamment au niveau de deux trous de poteau situés à la limite entre les carrés 75 et 85. Ces poteaux permettraient de soutenir un élément architectural particulier à l'entrée.

Au sein des édifices du niveau 1 d'occupation de Hotnitsa, trois bâtiments sont bipartites avec des pièces en enfilade. Deux d'entre eux présentent des pièces aux dimensions similaires (les Bâtiments 9 et 10). Le troisième, le Bâtiment 12, présente une première pièce dont

les dimensions sont très restreintes par rapport à la seconde : respectivement 2 x 5,8 m et 6,50 x 5,80 m. Ce bâtiment n'est pas sans nous rappeler le premier état du Bâtiment 20, probablement composé de deux pièces. Dans ce cas, l'ouverture du bâtiment serait tournée vers le nord. Ainsi lors du rajout de la troisième pièce au nord, il n'y aurait pas eu à percer le mur nord de la pièce centrale afin d'installer un passage vers la nouvelle pièce, il aurait suffi de réutiliser l'ancienne entrée du bâtiment.

Enfin, les planchers sont composés de planches de bois orientées est-ouest dans la largeur du bâtiment qui reposent sur des lambourdes, perpendiculaires, elles-mêmes en appui sur des solives. Toutes ces pièces ont des largeurs/diamètres assez similaires. Ces structures sont légèrement surélevées, formant probablement un vide sanitaire et une sécurité face aux crues du Bohot.

2. Le locus 124

2.1. Les données de terrain

Le locus 124 se trouve dans la partie sud du sondage nord (carrés 73-74) et correspond en majeure partie au plancher en bois d'un bâtiment qui faisait environ 3 m de large (sans prendre en compte l'épaisseur des murs). Sa longueur totale n'est pas connue, puisque le bâtiment continue plus au sud que la limite du secteur, mais elle était au minimum de 6 m (**fig. 3-17**). Le bâtiment est orienté nord-sud (avec une légère déviation nord-ouest – sud-est). On distingue deux orientations principales des pièces de plancher. La moitié sud du bâtiment présente un plancher orienté plutôt est-ouest, alors que la moitié nord présente un plancher orienté nord-sud (**fig. 3-18**). Depuis le mur est du bâtiment, un alignement de poteaux a été découvert sur les deux tiers ouest du bâtiment. Il sépare les deux planchers. La tranchée de fondation du mur est a été découverte, elle fait environ 60 à 70 cm, mais n'a pas été fouillée. Selon les fouilleurs, il semble que le mur nord du bâtiment ait également été atteint, marqué par la présence de trois trous de poteau dont l'alignement est orienté est-ouest. Une reprise des fouilles permettrait de découvrir la tranchée de fondation. La limite ouest du bâtiment est marquée par un mur en terre à bâtir conservé sur 15 à 18 cm de haut et 20 à 30 cm de large, dans lequel la présence de nombreuses empreintes de poteaux est attestée (**fig. 3-18b et 3-19** ; Chohadzhiev *et al.* 2014b, p. 85 ; Chohadzhiev et Chohadzhiev 2017, p. 95-96).

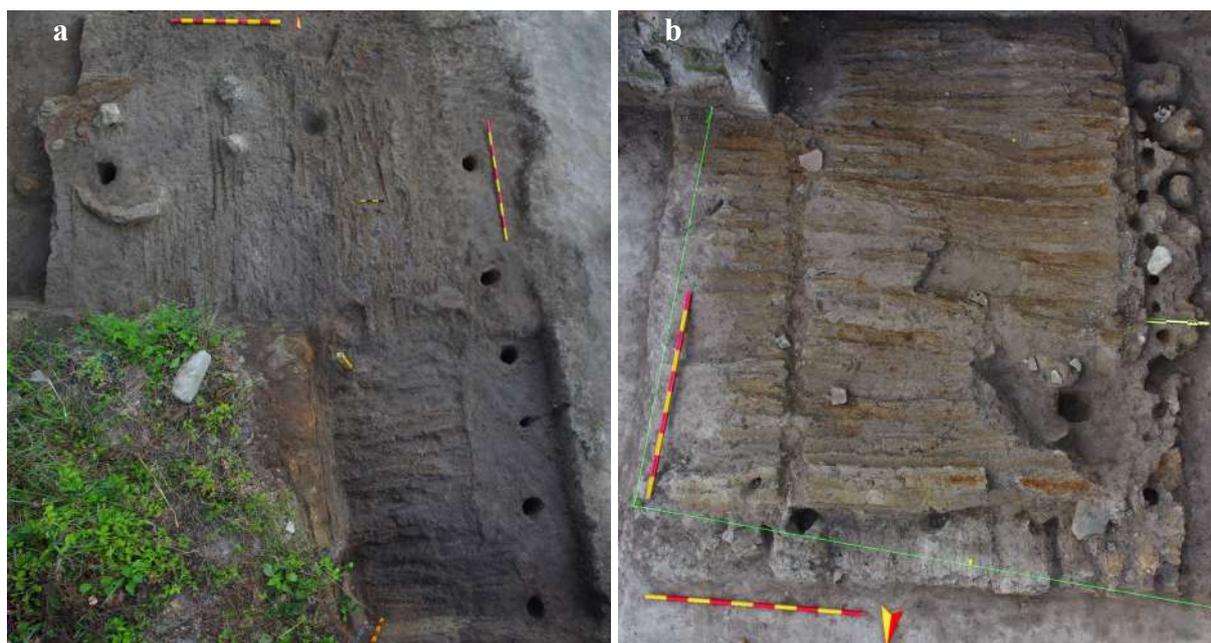


Fig. 3-18 - Photographies des planchers du locus 124. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale du plancher nord et de la partie est, fouillés en 2013 ; b. vue zénithale vers le sud du plancher sud fouillé en 2016.

2.2.2. Les planchers

Il convient de traiter les planchers séparément. Le plancher sud est composé de planches quasi-jointives orientées est-ouest dont les largeurs oscillent entre 2,3 et 16,5 cm (en moyenne : 6,2 cm ; **fig. 3-20**). Il est, tout comme pour le Bâtiment 20, difficile de restituer le diamètre d'origine des fûts utilisés pour fabriquer ces planches. Elles reposent sans assemblage particulier sur des lambourdes qui sont au nombre de trois et qui sont espacées de 1,50-1,60 m. Celles-ci s'apparentent à des petits rondins et ont des diamètres qui varient entre 7,5 et 8,9 cm (en moyenne : 8,1 cm).



Fig. 3-19 - Détail de la partie sud du mur ouest du locus 124. Présence d'os dans la terre à bâtir. Vue vers l'est. Cliché par A. Chohadzhiev.

Le plancher nord présente des pièces de bois moins bien conservées. Celles-ci sont orientées nord-sud et mesurent en moyenne 6,9 cm (max : 10,4 cm ; min : 4 cm ; **fig. 3-21**). Seules trois lambourdes sont conservées sur une faible longueur pour cette structure, mais elles n'ont pas la même répartition que dans la pièce sud. Espacées d'une quarantaine de centimètres les unes des autres, elles forment un maillage qui semble plus serré que dans la pièce sud. Ces lambourdes au profil arrondi ont un diamètre moyen de 6,9 cm (max : 10,4 cm ; min : 4 cm).

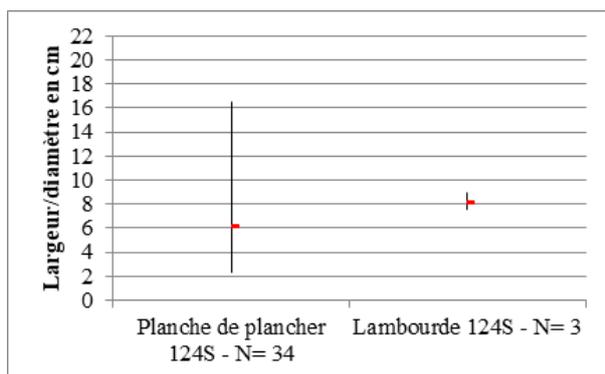


Fig. 3-20 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher sud du locus 124.

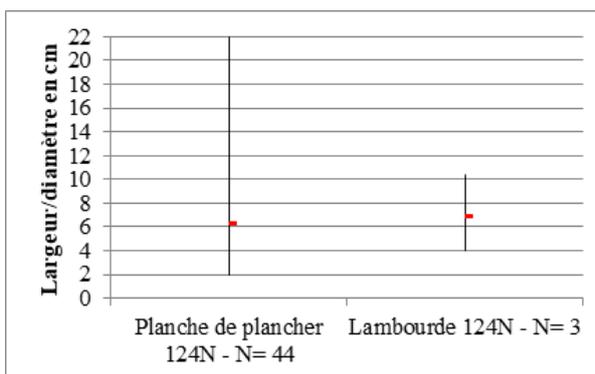


Fig. 3-21 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher nord du locus 124.

En s'intéressant aux dimensions des pièces de bois utilisées, on se rend compte, une fois encore, qu'elles ont une largeur moyenne/un diamètre moyen très proche. Toutefois, on observe que les lambourdes ont une variation de leurs diamètres moins importante que celle des pièces de plancher. Cela s'explique par leur nombre restreint et par l'objectif des bâtisseurs qui souhaitaient obtenir un plancher relativement plat, ce qui ne serait pas le cas avec des lambourdes aux dimensions trop variées. De même, les deux planchers sont composés de pièces de bois dont les dimensions sont très proches.

2.3. Interprétations techniques et architecturales

Concernant le plancher sud, le nombre et le diamètre relativement restreints des lambourdes nous permettent de proposer une première interprétation technique de construction. En effet, l'absence d'assemblage entre les pièces de bois et le faible diamètre de la lambourde centrale indiquent que les planches composant ce plancher couvraient toute la largeur de la salle. À propos du plancher nord, on peut envisager qu'un plus grand nombre de lambourdes ait été utilisées pour former une assise pour les planches sur toute la surface de la pièce. Ainsi, chaque lame de plancher ne couvrirait pas obligatoirement toute la longueur de la pièce.

Contrairement au Bâtiment 20, les planchers du locus 124 ne forment pas de cuvette. La surélévation du plancher de ce bâtiment n'est donc pas certaine et seule la fouille des niveaux sous-jacents permettra de confirmer ou infirmer l'hypothèse d'une surélévation. Les vestiges sont trop fragmentaires pour envisager de restituer l'accès au bâtiment. Il est possible que la cloison entre les deux pièces n'ait pas été recouverte de terre à bâtir, comme en témoignent les extrémités sud des planches du plancher nord qui se situent sous la cloison. Une simple cloison en bois, peut-être en clayonnage aurait alors pu servir à dissocier les espaces. Enfin, le passage entre les deux pièces était situé le long du mur est (**fig. 3-22**).

Il est fort probable que les deux planchers aient été construits lors d'un événement unique, comme le suggèrent les dimensions semblables des pièces de bois dont les fonctions sont les mêmes. Cependant, la stratégie de mise en place des pièces de bois n'est pas la même, comme nous l'avons suggéré plus haut : les planches de la pièce sud couvrent toute la largeur de la pièce, pas celles de la pièce nord. On se trouverait alors ici devant un choix pratique fait par les bâtisseurs des planchers. En effet, ils ont réservé toutes les planches assez longues pour la confection d'une des pièces, ne réclamant alors que trois lambourdes aux dimensions similaires, puis ils se sont contentés des pièces plus courtes pour réaliser la pièce nord.

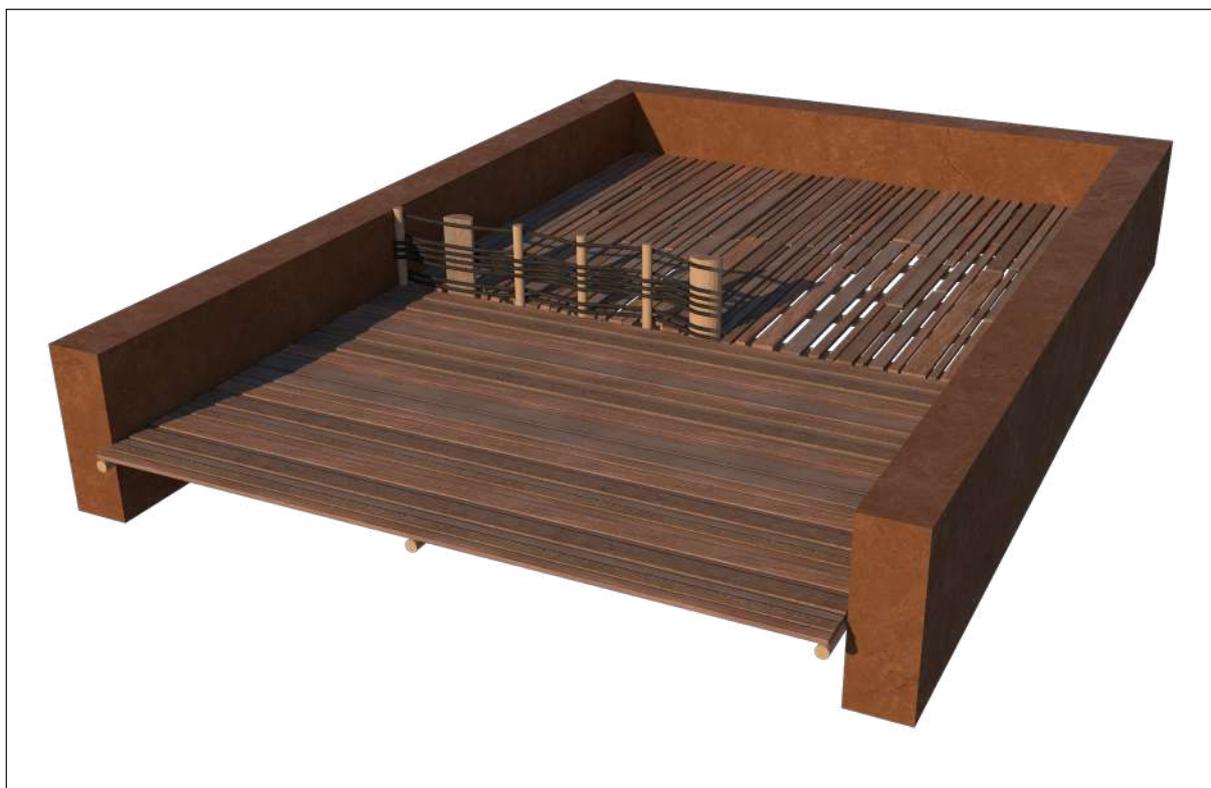


Fig. 3-22 - Reconstitution 3D de la partie basse du bâtiment correspondant au locus 124..

3. Le locus 99

S'étendant sur les carrés 83 et 84 dans le secteur nord, le locus 99 est très fragmentaire et ne permet pas de tirer de conclusions architecturales et techniques probantes (fig. 3-23 et 3-24). Un alignement de trous de poteau orienté est-ouest (avec une légère déviation nord-est – sud-ouest) coupe la structure en deux parties. Cet alignement rappelle celui découvert entre les deux pièces du locus 124. Un deuxième ensemble de trous de poteaux, plus ou moins alignés nord-sud, vient dessiner un angle vers le sud-ouest avec le premier alignement.

La partie au nord n'est alors composée que de vestiges ligneux peu loquaces et dont les fonctions architecturales sont inconnues. La partie au sud, toutefois, s'apparente à un plancher constitué de planches qui ont des largeurs variant de 2,2 cm à 16 cm (moyenne : 8,6 cm).

Tout comme pour le locus 124, il n'est pas possible de dire si le plancher 99 est surélevé. L'absence totale de lambourde ne va en tout cas pas dans ce sens. De même, s'il semble que le plancher sud soit encadré dans son angle nord-ouest par deux alignements de poteaux, il est impossible d'évaluer les dimensions du bâtiment ou de reconstituer les techniques de construction.

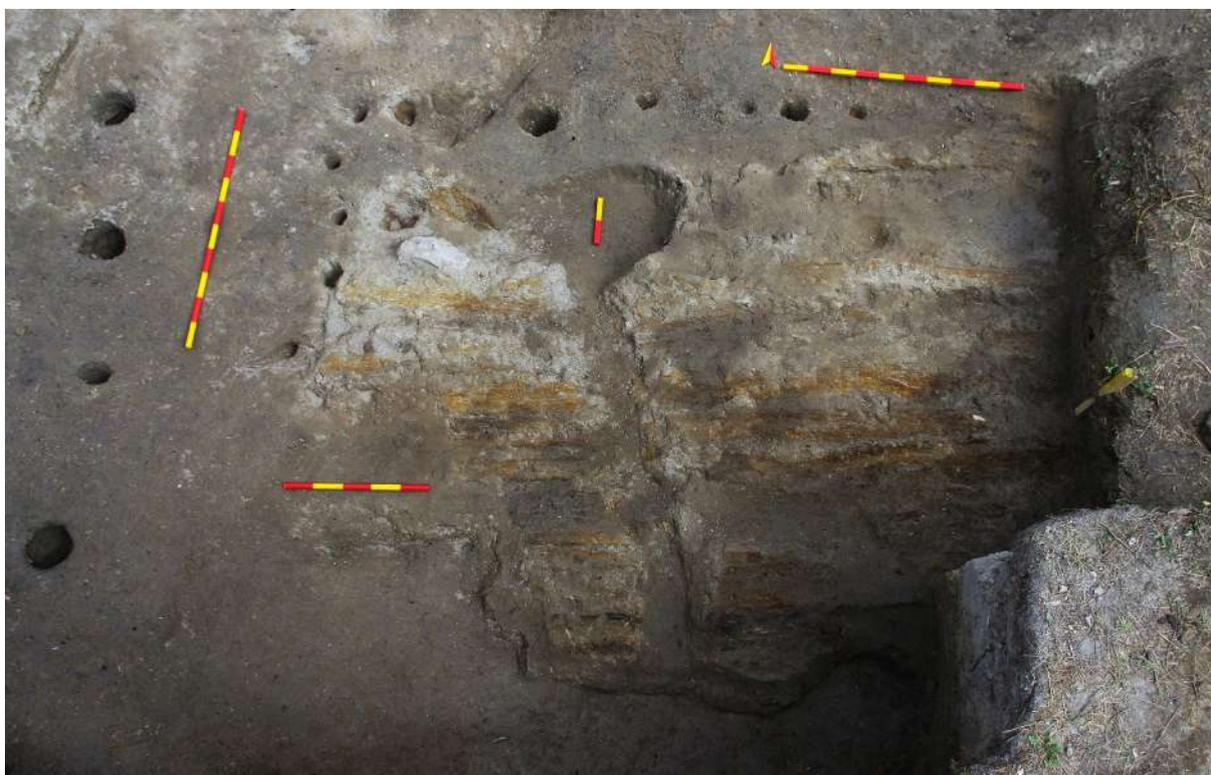


Fig. 3-23 - Vue vers le nord du plancher sud du locus 99. Cliché A. Chohadzhiev.

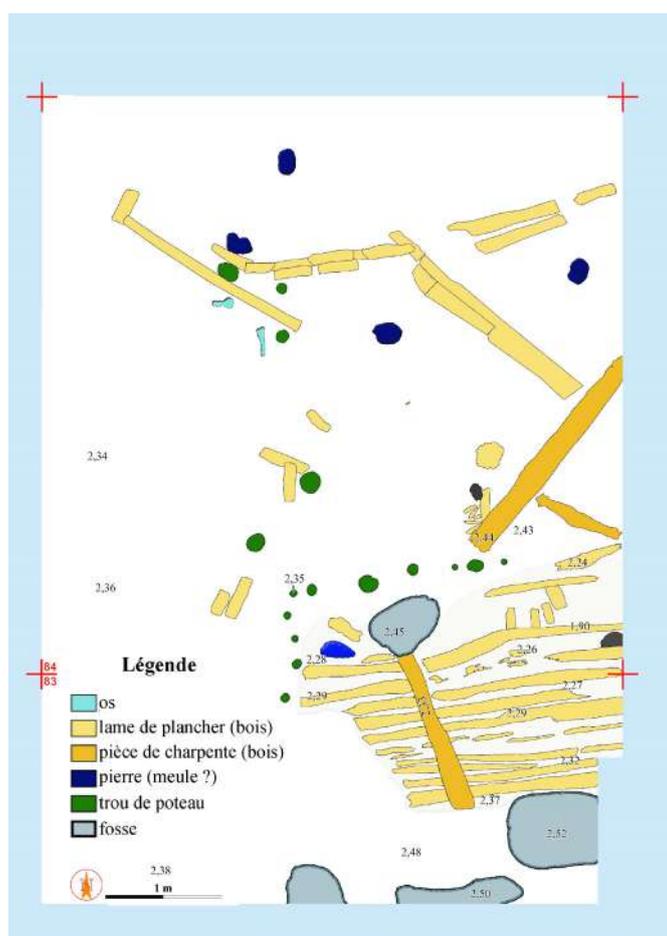


Fig. 3-24 - Plan du locus 99. Éch. 1:66. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.

4. Le locus 132

4.1. Les données de terrain

Le locus 132 se situe dans le secteur sud et plus précisément dans les carrés 91 et 92 (fig. 3-25). Fouillé en 2017, les pièces de bois qui composent ce locus correspondent dans leur majorité à un plancher (fig. 3-26). À l'origine le plancher s'étend plus à l'ouest et à l'est, mais nous avons atteint les limites du secteur. Une tranchée postérieure, orientée est-ouest, coupe la partie sud du locus. La partie centrale du locus est caractérisée en majeure partie par des pièces de bois orientées sud-est – nord-ouest. Dans la partie nord du secteur, une rangée de trous de poteau, nord-est – sud-ouest est visible. Elle semble être contemporaine du plancher. Au nord de ces trous de poteau, on retrouve des pièces de bois orientées nord-est – sud-ouest. La datation radiocarbone faite sur du charbon situe ce locus entre 4594 et 4455 av. n.è. (Lyon-14738 ; Bacoup 2018b, p. 39 ; Chohadzhiev *et al.* 2018b, p. 46).

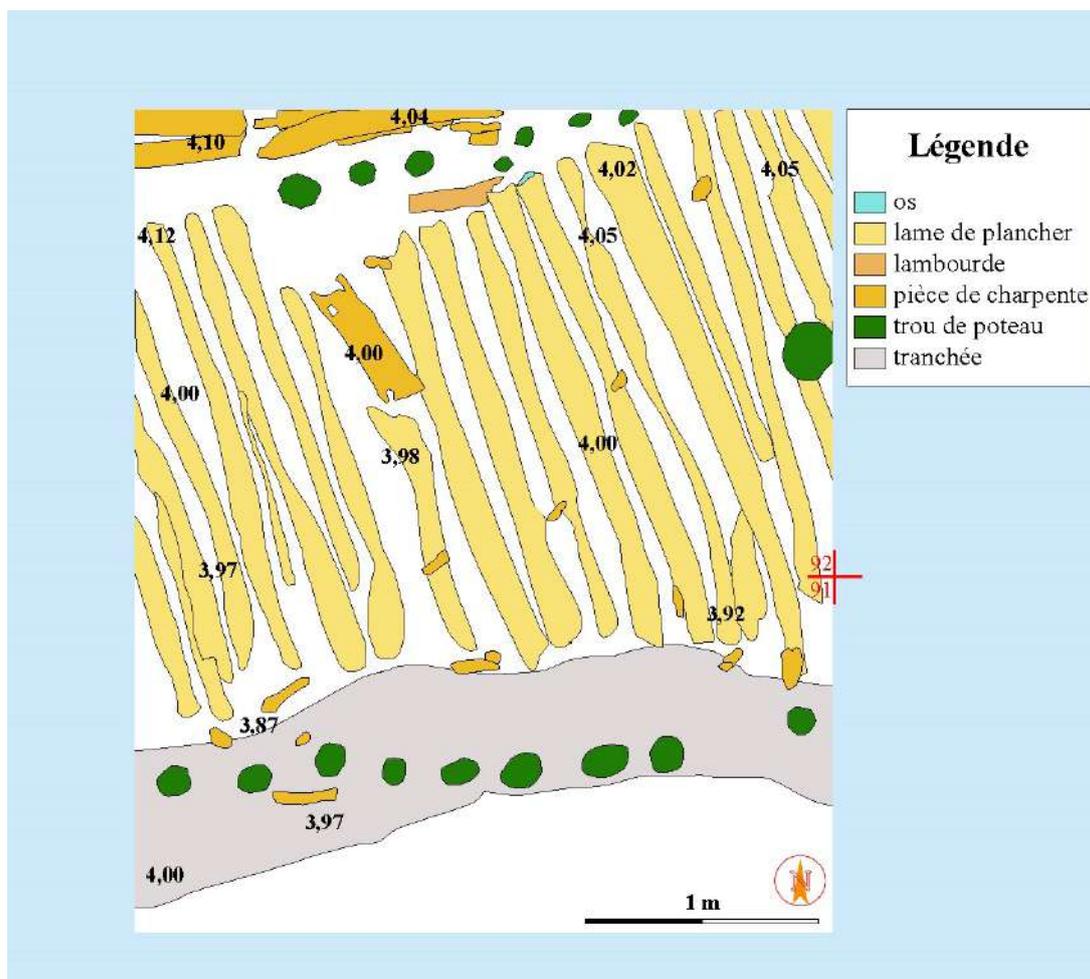


Fig. 3-25 - Plan du locus 132. Éch. 1:33. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev et P. Bacoup.



Fig. 3-26 - Vue zénithale du plancher 132. Cliché par A. Chohadzhiev.

4.2 Le bois de construction : morphologie et fonction

4.2.1. Le plancher

La partie centrale du locus est caractérisée par un plancher dont les lames sont orientées sud-est – nord-ouest. Les pièces de bois qui le composent sont des demi-rondins qui semblent posés sur leur face plane (**fig. 3-27**). Leur diamètre varie entre 4,5 cm et 15 cm pour un diamètre moyen de 9,1 cm. Certaines des faces supérieures des demi-rondins présentent des traces de travail à l’herminette ou au ciseau en pierre (**fig. 3-28**). Ces traces sont les indices d’une régularisation de la hauteur des pièces composant le plancher afin d’avoir une structure plane ou encore ceux d’un ébranchage des rondins.

Directement au sud des trous de poteau, une seule pièce de bois est conservée sur une longueur assez importante pour être clairement définie comme une lambourde. Cylindrique, cette pièce de bois s’apparente à un petit rondin de 7 cm de diamètre. Aucun élément ne permet de dire comment les pièces de plancher étaient assemblées à la lambourde, mais il est très probable qu’elles n’aient été que posée dessus.



Fig. 3-27 - Vue rasante vers le nord du locus 132. On aperçoit la forme arrondie en demi-rondi des pièces de bois. Largeur du sondage = 3 m. Cliché par A. Chohadzhiev.

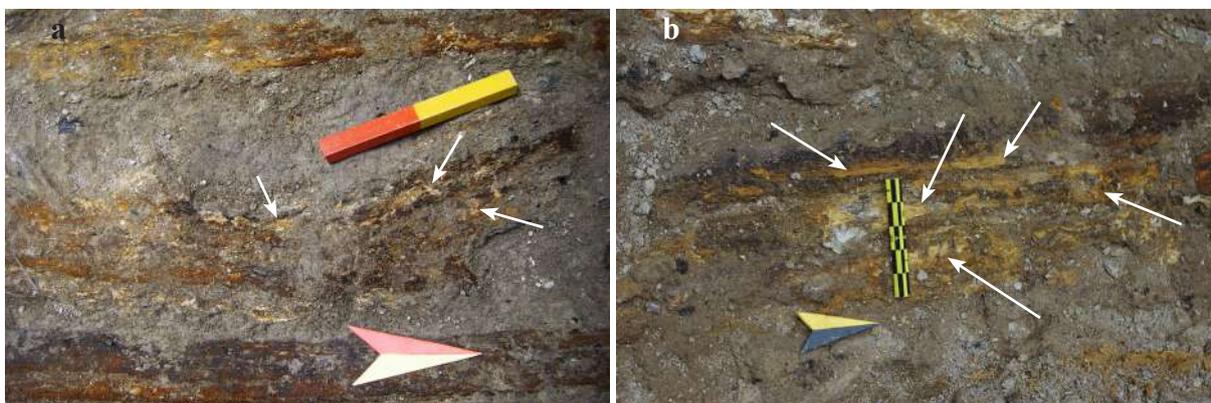


Fig. 3-28 - Pièces de bois présentant des traces de travail à l'outil en pierre ou en matière dure d'origine animale (flèche blanche). Clichés par P. Bacoup et A. Chohadzhiev. a. pièce de bois présentant également le départ d'une branche ; b. détail des marques laissées par un outil sur le bois.

4.2.2. Les pièces de charpente indéterminées

Les pièces de bois retrouvées le long du profil nord et orientées est-ouest n'appartiennent pas à un plancher (**fig. 3-29**). Elles se chevauchent et semblent être tombées d'une structure. Il en est de même pour la pièce 092-027 (**fig. 3-30**). Nous ne possédons pas assez d'éléments pour savoir si ces pièces proviennent de la charpente de toit ou des murs.

Parmi ces pièces de bois, quatre sont équarries et ne permettent pas de reconstituer le fût d'origine du tronc dans lequel elles ont été façonnées. Leur largeur varie entre 2 et 16 cm. Les autres sont des rondins dont les diamètres oscillent entre 2,7 et 8 cm (moyenne : 4,6 cm).



Fig. 3-29 - Vue vers le nord des pièces de bois découvertes le long du profil nord du secteur sud. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale ; b. vue rasante montrant l'épaisseur et la morphologie des pièces de bois dont certaines semblent équarries.

4.3. Assembler les pièces de bois

Dès la fouille du locus, plusieurs trous dans les pièces de bois ont été observés. Il semble que certains d'entre eux, notamment ceux découverts dans les pièces de plancher, doivent être rattachés à la disparition de nœuds morts (**fig. 3-31**). En parallèle, cinq autres trous s'apparentent à des mortaises. On trouve alors deux mortaises circulaires et quatre mortaises quadrangulaires. La première mortaise circulaire est nette et d'un diamètre de 4 cm (MT-003 ; **fig. 3-32a**). La deuxième a un contour plus irrégulier et a un diamètre de 3 cm de diamètre (MT-005 ; **fig. 3-32b**). Concernant les mortaises quadrangulaires, elles sont bien franches. Deux ont des dimensions similaires : 5 par 3 cm et 6 par 3,5 cm (MT-002 ; **fig. 3-32c**). Les deux autres sont plus petites : 3,5 par 2,3 cm (MT-004 ; **fig. 3-32d**) et 4 par 3 cm (MT-001 ; **fig. 3-32e**).



Fig. 3-30 - Pièce 092-027. Équarrie, cette pièce provient sûrement de la superstructure du bâtiment. Cliché par A. Chohadzhiev



Fig. 3-31 - Nœud mort dans une planche de pin. Cliché par F. Bacoup.

Un exemple de tenon, très mal conservé, a été découvert très près de la mortaise MT-001. Il est conservé sur 8,5 cm de long et 2,5 cm de large (TN-001 ; **fig. 3-33**). Même si on ne peut pas certifier qu'il s'agisse des deux éléments d'un même assemblage, leurs dimensions et leur proximité renforcent cette hypothèse.

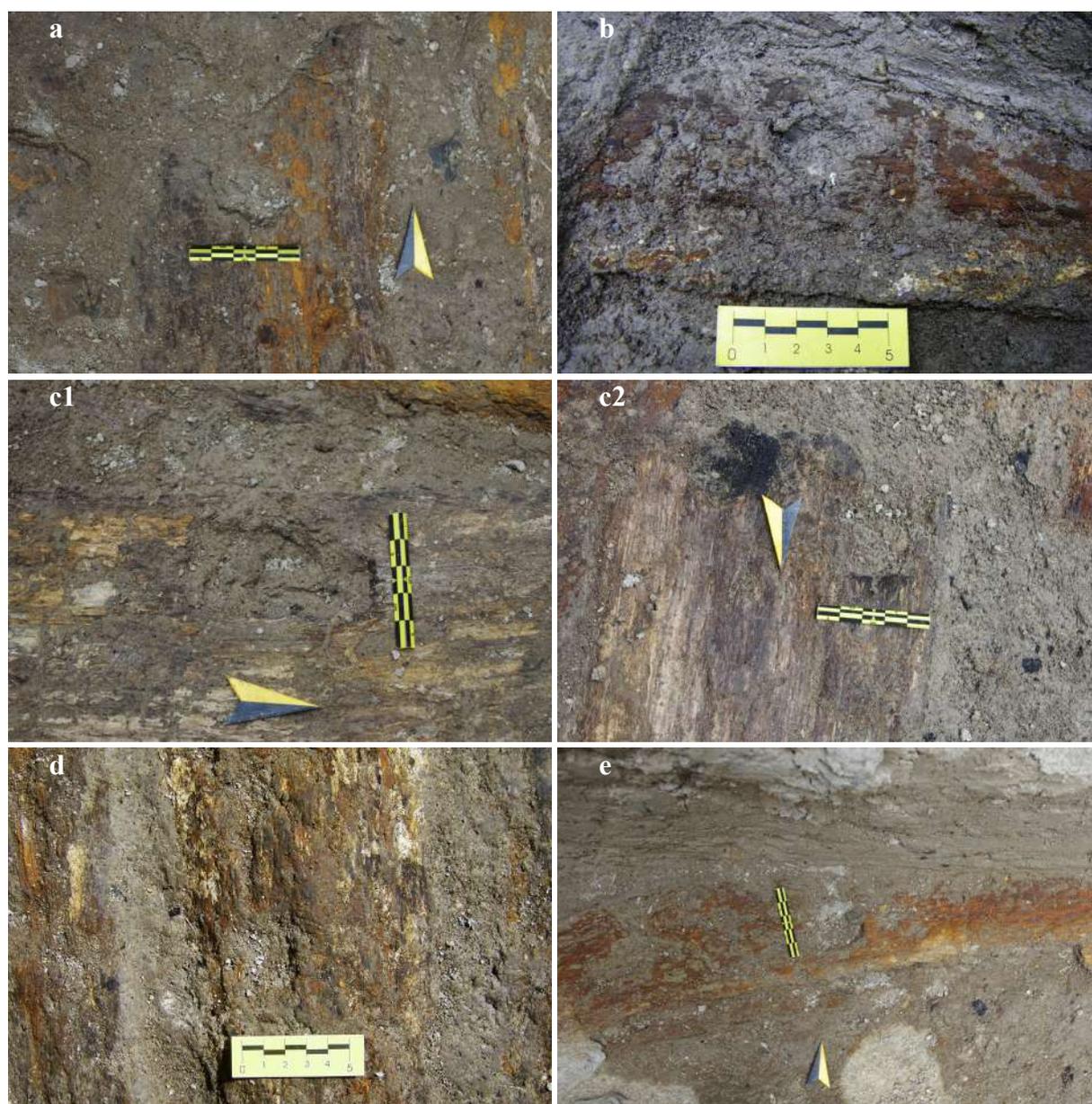


Fig. 3-32 - Photographie des six mortaises découvertes dans le locus 132. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. mortaise circulaire MT-003 ; b. mortaise circulaire MT-005 ; c. mortaises quadrangulaires sur la pièce de bois 092-027 (c1) MT-002a (c2) MT-002b ; d. mortaise quadrangulaire MT-004 ; e. mortaise quadrangulaire MT-001.

4.4. Synthèse

La faible superficie de ce locus n'offre pas la possibilité de reconstituer la morphologie et les dimensions du bâtiment qu'il compose.

Concernant le bois de construction, ce plancher est le seul étudié à Hotnitsa qui se compose de demi-rondins, tous les autres étant composés des planches. L'unique lambourde ne permet pas de comparer les dimensions des pièces de bois en fonction de leur fonction architecturale. Toutefois, son diamètre est du même ordre de grandeur que le diamètre moyen des demi-rondins (7 et 9,1 cm ; **fig. 3-34**).

Enfin, cette étude a permis d'identifier au sein d'un même locus des traces variées du travail du bois. En effet, plusieurs pièces portent clairement des traces d'équarrissage. Les outils utilisés pour cette activité ne sont pas certains, mais l'utilisation d'herminettes ou de ciseaux en pierre pour l'ébranchage ou l'aplanissement des demi-rondins suggère que ces outils aient pu être également utilisés pour l'équarrissage. En outre, la mise en forme d'un tenon et de plusieurs mortaises est aussi attestée. Enfin, la refente pour mettre en forme les pièces de plancher a été mise en évidence.



Fig. 3-33 - Photographie du tenon mal conservé TN-001.

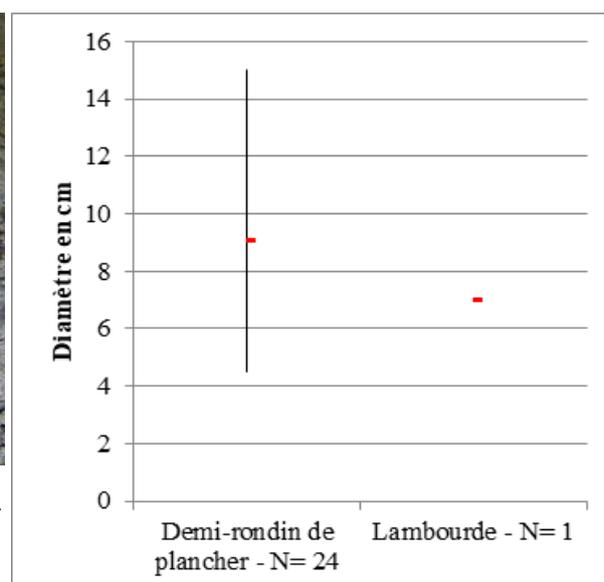


Fig. 3-34 - Graphique des diamètres des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher du locus 132.

Chapitre 4 – Synthèse et résultats techniques et architecturaux

Les études sur le site de Hotnitsa ont permis de reconstituer les techniques de construction des planchers en bois. Les bâtiments qui n'ont pas été détruits par incendie, n'ont pas laissé beaucoup de vestiges de leur superstructure. Du point de vue de l'organisation du site, l'étude technique et architecturale n'apporte que peu de réponses, les plans des bâtiments n'étant pas dégagés intégralement (**fig. 3-04 et 3-05**). Les *loci* 99, 124 et 128 (non fouillé) sont trois petits édifices parallèles dont les murs peuvent être très proches les uns des autres, à l'image de ce qu'on connaît pour l'horizon I du site (Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, p. 20, **fig. 14 ; fig. 3-02**) Seul le Bâtiment 20 apporte des indices sur l'orientation de son ouverture qui pourrait se trouver du côté nord. De plus, l'espace au nord du bâtiment ne devait pas être construit pendant la première phase de vie de l'édifice. Le mur est a été légèrement décalé vers l'ouest, indice potentiel d'un bâtiment à proximité (zone non fouillée).

La surélévation des planchers reste également une question en suspens pour plusieurs bâtiments. En effet, si le Bâtiment 20 a livré des indices de surélévation de ses planchers, l'arrêt des fouilles en 2017, sans que l'on ait démonté les planchers des autres bâtiments, n'a pas permis d'apporter d'arguments en faveur d'une telle surélévation. Dans d'autres contextes de fouille, même lorsque la matière ligneuse est mieux conservée, il apparaît souvent difficile d'être certain de la surélévation de certains planchers, puisque les connexions entre les poutres et les poteaux ne sont pas connues (Lundström-Baudais *et al.* 1989, p. 128-129).

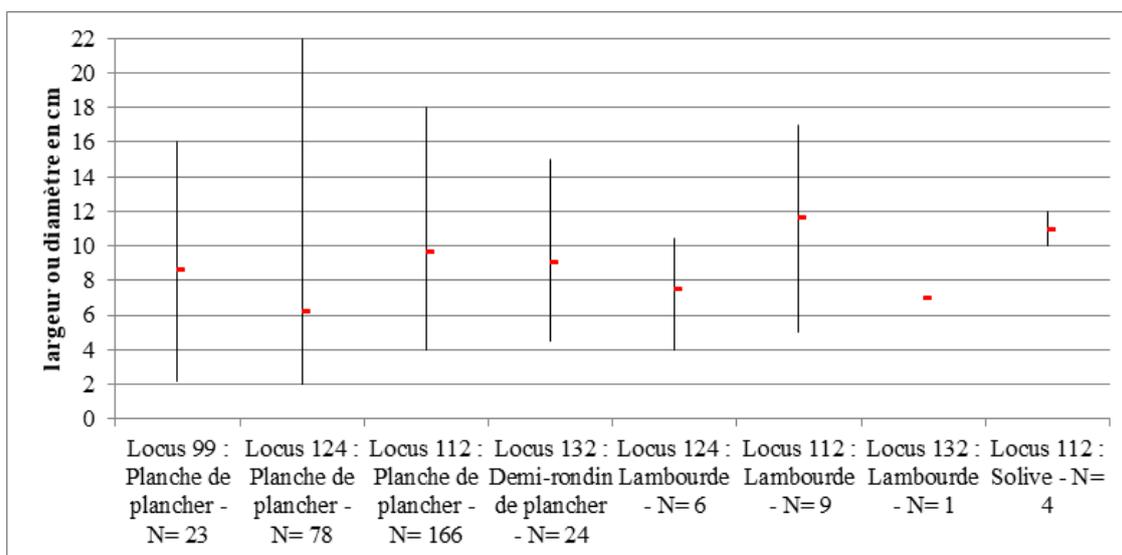


Fig. 3-35 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction de tous les planchers étudiés sur le site de Hotnitsa.

Au total, 326 des 393 pièces de bois étudiées ont pu être rattachées à une fonction architecturale et donner une mesure de leur largeur ou diamètre. Les pièces les plus significatives sont celles qui composent les armatures des planchers (**fig. 3-35**). Il apparaît assez clairement que les pièces des planchers du locus 112 (Bâtiment 20) ont des sections plus importantes que celles des autres planchers. Les trois autres structures présentent des pièces de bois qui, quelle que soit leur fonction architecturale, ont des largeurs ou diamètres semblables. À l'échelle de chaque fonction architecturale, cela indique une volonté d'obtenir des niveaux plans pour chaque étape de construction : solivage plan, lambourdes équivalentes et plancher régulier. Cela pourrait également traduire une stratégie d'approvisionnement en bois assez standardisée sur des arbres dont les diamètres dépassent rarement 13 ou 14 cm. Les travaux expérimentaux menés sur l'abattage d'arbres à la hache en pierre révèlent qu'un arbre de bois dur comme le chêne, le frêne et l'érable (essences attestées sur le site) au diamètre inférieur à 13 cm s'abat en trois fois moins de temps environ qu'un arbre de plus de 13 cm (Matthieu et Meyer 1997, p. 341). Toutefois, l'utilisation de planches (tout comme celle de pièces équarries) ne nous permet pas de restituer les dimensions des fûts de bois utilisés pour leur fabrication.

La régularité des planchers en bois apporte également un élément de réponse à une des questions posée au moment de la fouille : ces planchers sont-ils des armatures végétales servant à soutenir une chape de terre à bâtir à l'instar de ce qui est restitué sur d'autres sites néolithiques comme Dikili Tash, Stara Zagora ou encore Promachonas-Topolnitsa (*cf.* plus haut, p. 80-84 et 103-108 ; Kalchev 2013, p. 23 et 90-91 ; Aslanis 2010, p. 38 et 41) ? Nos impressions au moment de la fouille permettent de supposer l'absence de terre à bâtir sur ces planchers comme ceux d'Omurtag (Angelova 1999, p. 66-67). La terre à bâtir découverte sur ces structures semble plutôt provenir des murs. De plus, la découverte de restes en matière dure d'origine animale, de matériel lithique et de quelques fragments de céramique directement sur ces planchers nous conduit également à envisager que le niveau de vie était situé directement sur les structures en bois (**fig. 3-36**). Un autre argument consiste en la régularisation à l'herminette ou au ciseau en pierre des demi-rondins du plancher 132. Si ces pièces de bois avaient été recouvertes de terre à bâtir, il n'y avait aucune utilité à standardiser leur épaisseur.



Fig. 3-36 - Pic en bois de cerf (andouiller) découvert sur le plancher sud du locus 124. Mortaise d'emmanchement quadrangulaire de 2 cm par 1,5 cm.

Il est fort probable que ces outils aient été utilisés pour l'équarrissage attesté au sein des vestiges de tous les bâtiments étudiés, mais également pour la mise en forme des tenons et des mortaises comme l'attestent les travaux expérimentaux, associant aux herminettes et ciseaux en pierre, des ciseaux en os et l'utilisation du feu (Guillonnet 2021, p. 41-42, fig. 6 et 7). Le travail de refente des rondins pour le plancher 132 met très probablement en œuvre des outils en bois qui n'ont pas été conservés (Darrah 2006b ; *cf.* plus bas, p 352-365).

Plusieurs schémas de construction des planchers ont pu être identifiés. Le premier correspond au schéma suivi pour la mise en place du plancher sud du locus 124 et potentiellement pour le plancher 132. Il s'agit de l'utilisation de lames de plancher aussi longues que la largeur de la pièce. Dans ce cas, ces lames ne reposent que sur trois lambourdes, deux disposées le long des murs et une troisième à mi-distance entre les deux premières. Le deuxième schéma correspond à la construction du plancher nord du locus 124, au plancher sud du locus 99 et aux planchers sud et central du locus 112 (Bâtiment 20). Dans ce cas, les lames de planchers ont des longueurs qui varient. Ainsi, elles reposent sur des lambourdes plus nombreuses et donc moins espacées qui permettent que toutes les lames reposent au moins sur deux appuis. Enfin, le troisième schéma correspond au plancher nord du locus 112 (Bâtiment 20). Ici, on note l'utilisation de deux catégories de longueurs distinctes de lames de planchers. Les pièces les plus courtes sont mises parallèles les unes aux autres et ont un bout qui repose sur une lambourde le long d'un des murs et l'autre bout qui repose sur une lambourde large à l'intérieur de la pièce. Les pièces les plus longues couvrent parfaitement la largeur qui reste entre la lambourde large sur laquelle elles reposent également et une troisième lambourde disposée le long du mur opposé.

Le premier et le troisième schéma témoignent d'une anticipation des longueurs nécessaires pour construire le plancher avant le tronçonnage des fûts de bois. On ne doit pas pour autant parler de standardisation des longueurs, contrairement aux largeurs. Le deuxième schéma montre que la tentative d'anticiper les longueurs des pièces n'était pas toujours une réussite, peut-être à cause de ratés lors de la refente. Ainsi, il s'avère que les bâtisseurs ne jetaient pas les lames qui ne correspondaient pas aux longueurs requises pour les schémas 1 et 3 et les utilisaient pour faire le plancher d'autres pièces. On trouve ici une preuve de l'adaptabilité que montrent les bâtisseurs face à certaines situations. Anticipation et adaptabilité semblent donc être ici deux notions importantes (Berthoz 2003 ; Pigeot 2011 ; Procopiou 2011) dans l'utilisation du bois pour la confection des planchers.

En dernier lieu, il convient de discuter des modes d'assemblage entre les pièces de bois. Lors de la fouille de ces structures, il était rare, lorsque deux pièces de bois étaient superposées,

que la matière ligneuse soit conservée, ce qui explique pourquoi, sur les relevés, les lames de plancher s'arrêtent au niveau des lambourdes (**fig. 3-18a**). Ce déficit de conservation n'est pas expliqué pour le moment et engendre une perte d'information sur les techniques d'assemblage entre les lames et les lambourdes, même s'il semble très probable qu'aucun assemblage n'était employé. Cette absence de matière aux endroits de superposition pourrait expliquer des découvertes archéologiques similaires sur d'autres sites néolithiques, notamment dans les horizons IX et X du site de Kazanlak (Andreeva 2010, p. 48-54, fig. 5, 6 et 9.2 ; **fig. 3-37**). Par exemple, le plancher du Bâtiment 1 de l'horizon X est décrit comme composé de « pièces de bois rondes d'environ 10 cm de diamètre disposées jointives [...] en plusieurs colonnes parallèles qui sont perpendiculaires à une série de poutres similaires rondes »⁵ (Andreeva 2010, p. 49 d'après Georgiev 1972). Cet agencement des pièces de bois décrit comme « une structure complexe pour l'époque » pourrait donc être révisé. Il s'apparentait peut-être plutôt à des petits rondins disposés de manière jointive sur d'autres rondins faisant alors office de lambourdes. L'utilisation de pièces de bois dont les diamètres sont proches serait un fait similaire aux planchers de Hotnitsa. Outre les planchers, les assemblages attestés sur le site sont en lien avec les murs ou les toitures des bâtiments. L'utilisation d'assemblage tenon-mortaise est attestée pour le Bâtiment 20 (locus 112). Les autres occurrences sont soit un tenon, soit des mortaises non assemblées. Ces dernières témoignent de l'utilisation de tenons cylindriques et parallélépipédiques. Si peu de comparaisons existent sur les sites égéo-balkaniques, d'autres peuvent être cités pour le Néolithique européen comme à Charavines ou à Altscherbitz (Bocquet 2010, p. 27 ; Tegel *et al.* 2012, figure 4).

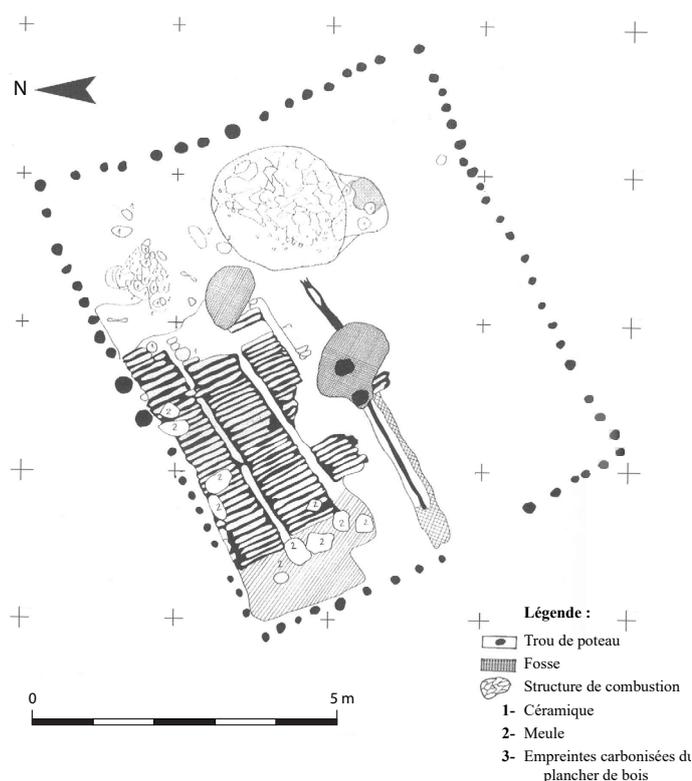


Fig. 3-37 - Plan au sol de la maison 1 du Tell Kazanlak, horizon X. Éch. 1:125. D'après Andreeva 2010, fig. 6.

⁵ « made of round timbers, about 10 cm in diameter and arranged closely in a northwest-southeast direction in several parallel columns which are perpendicularly crossed by a series of similar round timbers ».

Partie 4

Étude architecturale de Petko Karavelovo

Chapitre 1 – Présentation du site

1. Localisation

Le village de Petko Karavelovo se trouve dans la vallée du Danube dans le nord de la Bulgarie. Il se situe plus exactement sur la commune administrative de Polski Trambech à une trentaine de kilomètres au nord de Veliko Tarnovo en direction de Ruse (cf. **fig. 1-04** et **fig. 3-01**). En marge sud du village, le site archéologique se présente sous la forme d'une petite colline sur la rive gauche de l'ancien lit de la rivière Yantra. Ce monticule est formé par l'accumulation de couches sédimentaires en majeure partie constituées de restes d'activités anthropiques et peut donc être qualifié de tell (**fig. 4-01**).

La grande moitié occidentale du tell a été intensément utilisée à des fins agricoles. Les couches archéologiques les plus hautes ont donc été remaniées à de nombreuses reprises sur une trentaine de centimètres de profondeur. Cette moitié ouest du site a par ailleurs subi de grosses perturbations stratigraphiques dans les années 1970 lors du creusement d'une tranchée nord-sud de 2 m de largeur sur près de 2,50 m de profondeur afin d'y installer un tuyau d'irrigation (**fig. 4-02**). La partie est du tell est, pour sa part, recouverte d'une végétation relativement dense de petits arbres et d'arbustes ripisylves, l'ancien lit de la rivière étant toujours régulièrement en eau (Chohadzhiev 2020, p. 1). Le tell s'inscrit dans un réseau de sites protohistoriques assez dense.

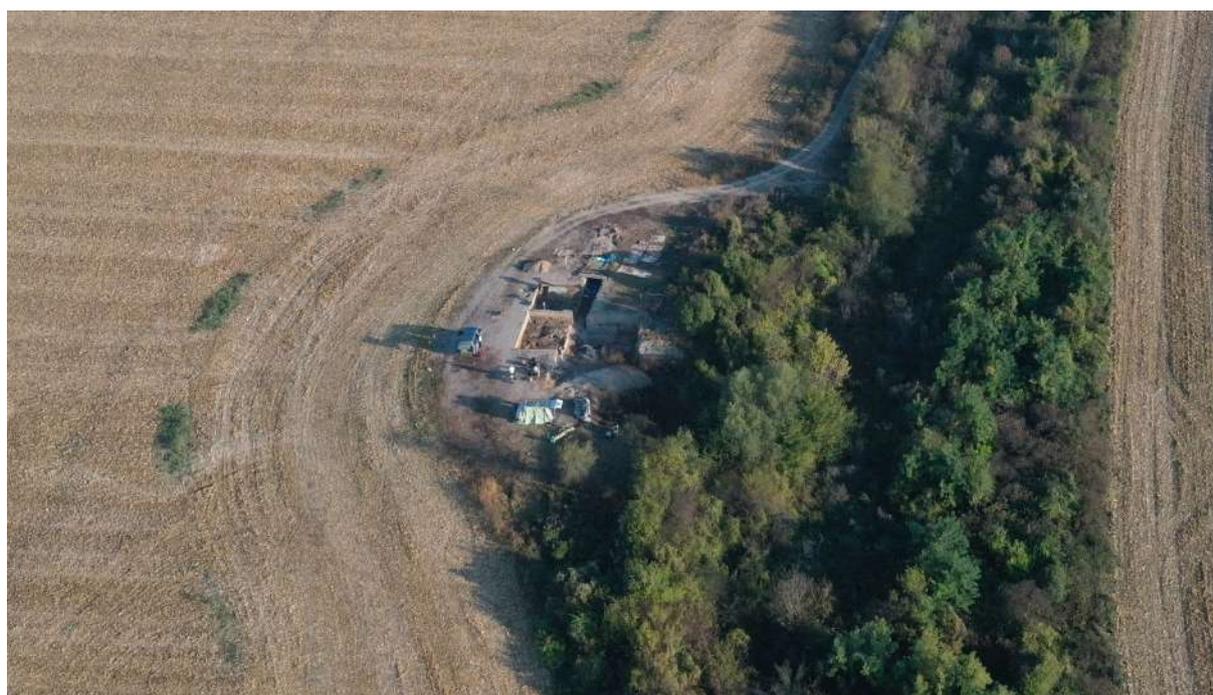


Fig. 4-01 - Vue aérienne du tell, situé sur la rive gauche de l'ancien lit de la rivière Yantra et au milieu des champs cultivés. Cliché par A. Chohadzhiev.

En effet, plusieurs sites à proximité de Petko Karavelovo et/ou joignables par le système fluvial se concentrent dans cette région, à l'image du site de Hotnitsa (*cf.* plus haut, p. 123 ; *cf.* **fig. 1-01**).

2. Historique des recherches et fouilles en cours

Les premières mentions du tell de Petko Karavelovo qui remontent au premier tiers du 20^e siècle permettent principalement d'avoir une vision précise des conditions dans lesquelles le site se trouvait à cette période, à savoir les pieds dans un « *marais* » (Mikov 1933, p. 63). Suite à plusieurs fouilles clandestines survenues sur le site et autres opérations de terrassement sans prospection préventive à la fin du 20^e siècle, des opérations archéologiques de sauvetage ont été mises en place par l'Institut national d'archéologie bulgare en 2003 et 2004. Dirigées par Stefan Chohadzhiev, elles avaient pour objectifs de mettre en évidence le potentiel archéologique du site et d'en nettoyer le profil est (Chohadzhiev 2021 ; Chohadzhiev *et al.* 2004, 2005).

Depuis 2009, le site fait l'objet d'opérations archéologiques programmées dirigées par Alexander Chohadzhiev. L'objectif est de clarifier la stratigraphie globale en mettant au jour les différents niveaux d'occupation, tout en menant – ou s'ouvrant à – diverses études thématiques précises : paleobotanique, micromorphologique, anthropo-biologique, archéozoologique et chronologique (Bacoup 2018a, 2019, 2020a ; Ferland 2018 ; Chohadzhiev et Atanassova 2019 ; Karastoyanova et Chohadzhiev 2017 ; Tsirtsoni 2021).

Les opérations programmées du site se sont déroulées en trois cycles dont le dernier est toujours en cours. Le premier, entre 2009 et 2012, correspond aux fouilles du secteur A (**fig. 4-03**) (Chohadzhiev 2010, 2011, 2012, 2013a). La deuxième phase s'est déroulée en deux étapes avec, dans un premier temps (2013 à 2016), l'ouverture du secteur B permettant la découverte de trois



Fig. 4-02 - Vue vers le nord de la tranchée D creusée pour retirer le tuyau d'irrigation installé dans les années 1970. Cliché par A. Chohadzhiev.

niveaux d'occupation incendiés, et dans un second temps (2017-2018) l'ouverture du petit secteur B2 afin de dégager les parties septentrionales des trois bâtiments découverts précédemment. En parallèle, les secteurs C1 et C2 ont été ouverts en 2016 et 2017 dans le cadre des recherches sédimentologiques menées par Laurence Ferland afin de reconstituer la gestion des abords du tell. De plus, la tranchée creusée dans les années 1970 pour installer un tuyau d'irrigation a été rouverte à la pelle mécanique sur 23 m de long (secteur D) (Chohadzhiev *et al.* 2014a, 2015, 2017, 2018a, 2019 ; Chohadzhiev et Gurova 2016). Enfin, la troisième phase est en cours depuis 2018. Elle fait suite à la découverte d'un bâtiment (D3) jugé exceptionnel dans le profil ouest du secteur D. L'ouverture du secteur E (15 m par 5 m) en 2018 et en 2019 a permis d'étudier la succession de bâtiments incendiés situés dans les couches surmontant le Bâtiment D3, occupations tardives qui n'avaient été qu'effleurées dans le secteur B. Toutefois, l'ouverture du secteur E n'a permis de mettre au jour qu'une partie des vestiges du Bâtiment D3. En 2020, le secteur F a donc été ouvert afin de trouver la limite ouest du bâtiment (Chohadzhiev *et al.* 2019, 2020a, 2021a).

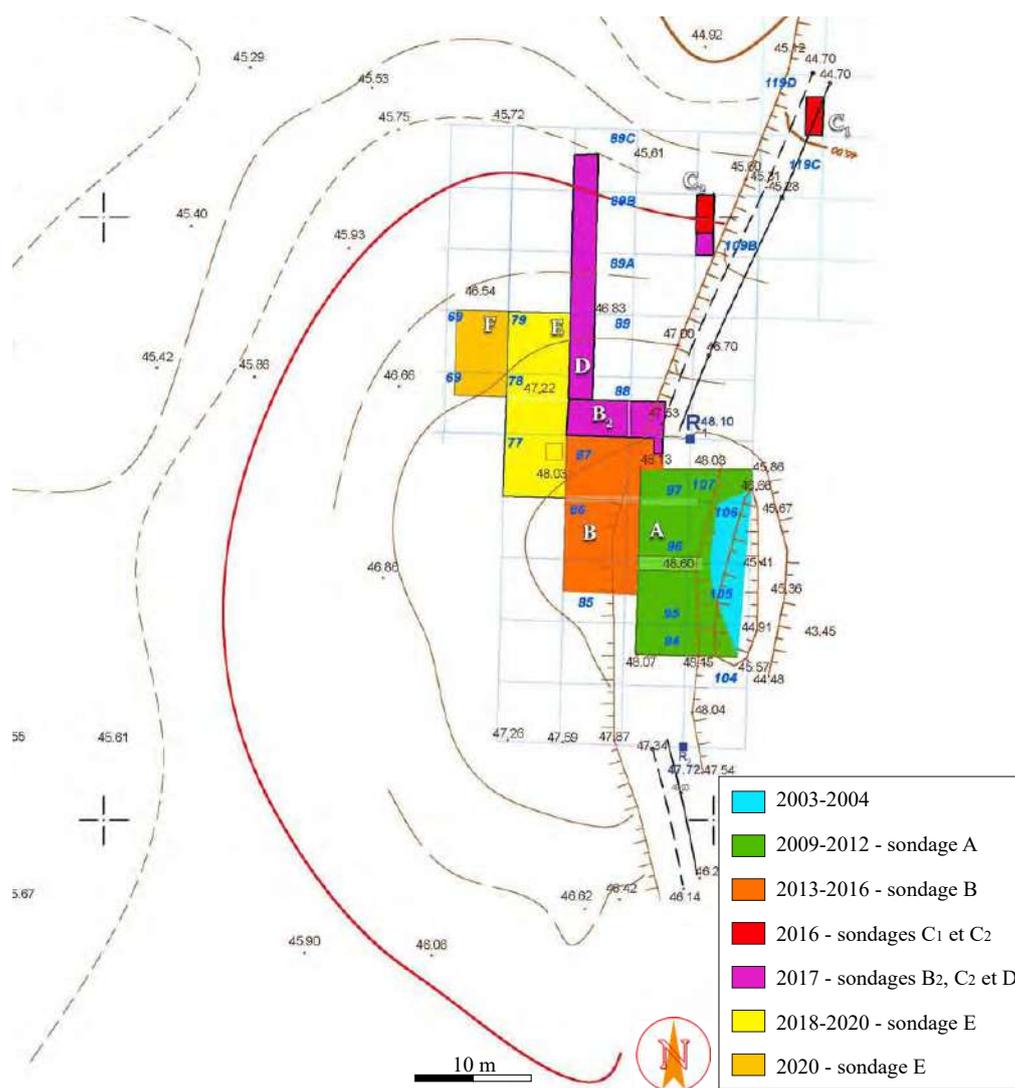


Fig. 4-03 - Plan topographique du site avec localisation des différents secteurs. DAO par A. Chohadzhiev.

3. La stratigraphie

L'objectif principal des opérations entreprises depuis 2019 est donc de clarifier la séquence stratigraphique du tell. Il est difficile de distinguer l'enchaînement des horizons sur le site puisque la majeure partie des bâtiments sont incendiés, se superposent et présentent généralement des vestiges similaires. La hauteur maximale actuelle de la séquence stratigraphique est d'environ 4,00 m et les dernières découvertes et analyses semblent y distinguer 13 horizons : quatre horizons d'une première phase dite A, trois d'une phase médiane dite B et six d'une phase récente dite C. Chronologiquement, ces trois phases sont distribuées comme suit (Tsirtsoni 2021, p. 380-390) :

- PK-A (Chalcolithique ancien – début de l'EEB 8) : 5071/4845-4847/4732 av. n. è.
- PK-B (Chalcolithique moyen – fin de l'EEB 8) : 4815/4700-4740/4605 av. n. è.
- PK-C (Chalcolithique récent – EEB 9) : 4693/4557-4463/4340 av. n. è.

L'étude architecturale faite sur le site depuis 2017 a pu être menée sur des structures des trois phases.

4. Le matériel étudié

Commencée en 2017, l'étude architecturale menée à Petko Karavelovo portait sur deux ensembles de secteurs : les secteurs B et B2 d'une part, et les secteurs E et F d'autre part. Certains bâtiments ont pu être entièrement étudiés puisque leur fouille a été menée alors que j'étais présent (secteurs E et F). D'autres ont été partiellement étudiés sur place, leur fouille ayant été entreprise avant mon arrivée (secteur B). Dans ce cas, nos interprétations se fondent également sur la documentation antérieure à 2017.

Notre corpus d'étude est composé de fragments de terre à bâtir provenant de dix bâtiments (plus de 600), ainsi que des empreintes laissées par les pièces de bois qui composaient les armatures contre lesquelles étaient appliquées la terre à bâtir (1168). De plus, plusieurs empreintes de pièces de bois dans le sédiment ont également pu être étudiées (82). En parallèle, le Bâtiment 127, non incendié, a livré un matériel architectural composé de pièces de bois minéralisées (234), à l'image de ce que nous connaissons pour le site de Hotnitsa.

En outre, une étude anthracologique a été entreprise sur des charbons dont l'origine architecturale est certaine (367), ainsi que sur des charbons prélevés dans diverses structures (261), afin d'accroître nos connaissances sur l'environnement végétal à proximité ou sur le site.

Enfin, l'opportunité d'étudier les lames polies de Petko Karavelovo s'est présentée. En marge de l'étude architecturale en elle-même, elle nous a permis de préparer les

outils utilisés au sein du programme expérimental présenté en partie 5 de ce mémoire. Notre étude de ce matériel est simplement morphologique, décrivant le plus précisément possible les différentes lames polies découvertes à Petko Karavelovo.

5. Présentation des ressources végétales à proximité du site

Afin d'ancrer cette étude au sein de l'environnement végétal du site pour chaque phase d'occupation, il aurait été important de s'appuyer sur des analyses palynologiques. Malheureusement, il n'existe pas une telle étude autour du tell de Petko Karavelovo. L'absence d'analyses palynologiques a accru l'importance de diversifier notre échantillonnage anthracologique, et de ne pas se limiter aux simples restes architecturaux. Ainsi, 261 échantillons de charbon ont été prélevés, de manière aléatoire, au sein de tranchées, de fosses, de couches de remblai, *etc.* Le but était d'obtenir un corpus représentatif pour espérer entrevoir le paysage boisé à proximité du site, ou du moins les espèces végétales en interaction avec les habitants : bois de chauffe, mobilier, arbustes et arbres sur le site ou dans les environs directs, *etc.*

En considérant également les 367 pièces de bois carbonisées issues des constructions, le nombre total d'échantillons étudiés sous microscope optique à réflexion s'est alors porté à 628. Ils permettent, avant de se lancer dans l'étude du matériel architectural, de recenser la végétation et les ressources en bois présentes sur le site au cours de chaque phase d'occupation. Il n'est pas possible d'effectuer une étude statistique, puisque la méthode de prélèvement a été aléatoire et l'échantillonnage n'est pas comparable d'une période à l'autre. Toutefois, le grand nombre d'échantillons offre la possibilité de présenter un tableau de présence/absence des ressources végétales pour chaque phase d'occupation du tell (**fig. 4-04**).

	PK-A			PK-B		PK-C	
	A1	A2	A3	B1	B2	C1/C2	C3/C4
<i>Quercus</i> sp. (chêne)							
<i>Fraxinus</i> sp. (frêne)							
<i>Ulmus</i> sp. (orme)							
<i>Acer</i> sp. dont <i>campestre</i> (érable)							
<i>Corylus avellana</i> (noisetier)							
<i>Viburnum</i> sp. (vioerne)							
<i>Alnus</i> sp. (aulne)							
<i>Betula</i> sp. (bouleau)							
<i>Cornus</i> sp. (cornouiller)							
Euonymus							
Ericaceae							

Fig. 4-04 Tableau de présence/absence des essences végétales identifiées par anthracologie pour chacune des phases étudiées. En noir : présence ; en blanc : absence. N=628.

Il est important de noter que tous ces genres végétaux sont des feuillus. En effet, même au sein des échantillons dont le genre et/ou l'espèce n'ont pas pu être déterminés, aucun conifère n'a été identifié. Ainsi, il faut mentionner que 279 de ces échantillons sont de chêne, ce qui représente près de 44 % du corpus. En prenant en compte



Fig. 4-05 - Noyaux de *Prunus sp.* carbonisés.

les quelques restes carpologiques également échantillonnés sur le site de Petko Karavelovo, il convient d'ajouter au panel présenté dans la fig. 4-04, le genre *Prunus sp.* (fig. 4-05).

La mise en évidence de ces essences par l'analyse anthracologique s'inscrit parfaitement dans le cadre établi plus généralement dans le monde égéo-balkanique pour le 5^e millénaire avant notre ère (Bottema 1982). En effet, la présence du noisetier, de l'orme et du frêne est courante dès le 7^e millénaire et perdure ensuite, même si elle laisse une place importante à des chênaies à feuilles caduques (Lespez 2008a, p. 20). De plus, toutes ces essences sont couramment retrouvées au sein des corpus anthracologiques bulgare dans les niveaux du 5^e millénaire (Popova 2009 ; Bacoup 2017, p. 24-25). L'identification d'aulnes est cohérente avec la présence de la rivière Yantra, l'aulne étant un genre végétal ripisylve. Les quantités importantes de grains de blé découvertes dans les poteries permettent de proposer l'existence de quelques parcelles de terre plus ou moins éloignées dédiées à l'agriculture autour des habitations. Cette proximité des parcelles agricoles est aussi proposée dans d'autres régions ou sur d'autres sites en Bulgarie, notamment avec la présence de plantes comme les stipes (*Stipa sp.*) ou encore le carthame laineux (*Carthamus lanatus*) qui laissent supposer des zones ouvertes nécessaires à leur développement (Marinova 2009, p. 61).

Concernant la viorne (*Viburnum sp.*), les observations anthracologiques montrent la présence de deux espèces : la viorne obier (*Viburnum opulus*) et la viorne lantane (*Viburnum lantana*) qui sont des espèces d'arbuste toujours présentes en Bulgarie¹ et à proximité du site (comm. pers. avec A. Chohadzhiev). Concernant l'échantillon identifié du genre *Euonymus sp.*, il semble probable qu'il s'agisse de l'espèce *Euonymus europaeus*, également appelé *Euonymus bulgaricus*, connue communément sous le nom de fusain d'Europe. Présent entre 200 m et 1800 m d'altitude (Delipavlov *et al.* 2003), il est probable que les habitants du tell se soient approvisionnés en fusain sur l'autre rive de la rivière Yantra, où les altitudes dépassent 200 m.

¹ Plants of the World online : <http://www.plantsoftheworldonline.org/> ; The Bulgarian Flora online : <https://bgflora.net>.

Chapitre 2 – Les secteurs B et B2

1. Présentation : fouilles, stratigraphie et chronologie

Le secteur B (2013-2016) qui se situe à l'ouest du secteur A mesure 12,5 m sur un axe nord-sud. Sur les 10 m sud, la largeur est-ouest du secteur est de 6 m ; au-delà, le secteur a une largeur de 8 m (**fig. 4-03**). Le secteur B2 (2017-2018) est situé directement au nord du secteur B, il le prolonge de 3 m vers le nord (Chohadzhiev *et al.* 2014a, p. 83, 2019, p. 46).

La fouille de ces secteurs a permis de clarifier la séquence stratigraphique du site proposée lors des fouilles précédentes. Les coupes stratigraphiques obtenues, hautes de près de 4 m, mettaient déjà en évidence les treize horizons d'occupation, bien que les horizons les plus récents et donc les plus hauts n'aient été qu'effleurés à cause des dégâts provoqués par les travaux agricoles. Le niveau d'occupation en place le plus récent fournissant des structures avec un bon potentiel d'étude architecturale date de la phase B (Bâtiment 155). Il se situe dans le secteur B2. Le principal acquis des recherches dans les secteurs B et B2 est la découverte de trois bâtiments de la phase la plus ancienne : les Bâtiments² 127, 67 et 50. Les deux derniers ont été détruits par des incendies, alors que le premier présente principalement des vestiges non brûlés. Ces trois édifices sont superposés sans couches intermédiaires et leur épaisseur globale atteint près de 2,20 m de haut, soit plus de la moitié de la hauteur de la coupe stratigraphique (Chohadzhiev 2017 ; Bacoup 2019). Ces bâtiments comportent de nombreux autres *loci*, à l'image de tranchée de fondation, de fosses, de structures de combustion, *etc.* Une rapide remise en contexte stratigraphique et chronologique est donc nécessaire avant d'entrer plus en détail dans l'étude de ces structures et de leurs matériels (**fig. 4-06**). Le site de Petko Karavelovo n'a pas encore fait l'objet d'une monographie ou d'une publication détaillée sur la stratigraphie et les enchainements chronologiques des *loci*. Ces informations sont donc données ici à titre indicatif et pourront se trouver modifiées dans les années à venir en fonction des nouvelles découvertes et analyses.

Notre étude, entamée en 2017, a eu lieu après la fouille du secteur B et pendant celle du secteur B2. Avant cette date, le matériel architectural (terre à bâtir, bois, *etc.*) n'était pas conservé pour des raisons logistiques liées au stockage très onéreux d'un matériel volumineux.

² Les bâtiments de Petko Karavelovo reçoivent deux numéros. Le premier correspond à la structure/locus (en bulgare *обект*) et le deuxième à un numéro de maison. Dans les rapports de fouille et les articles publiés, les deux numéros sont utilisés de manière conjointe. Pour ce travail, les bâtiments seront cités par leur numéro d'*обект* pour une raison de simplicité.

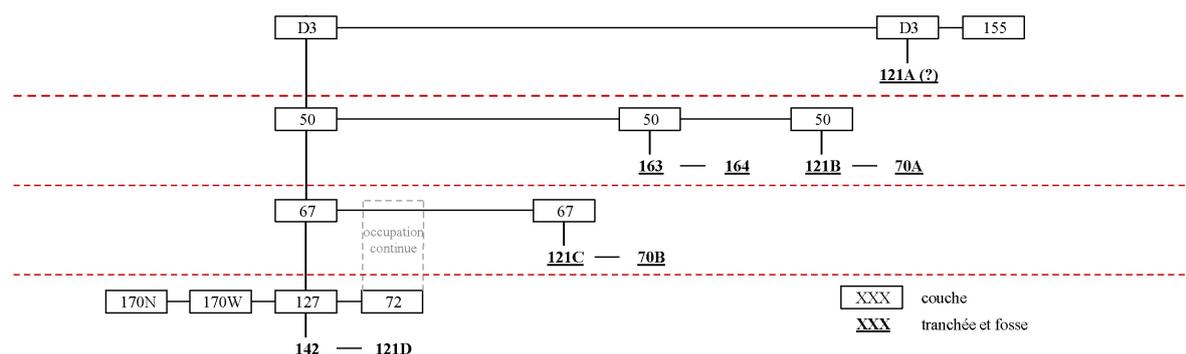


Fig. 4-06 - Schéma stratigraphique des loci étudiés des secteurs B-B2. Les pointillés rouges épais représentent le saut d'une phase attestée sur le site, mais non représentée dans notre corpus. Réalisé avec le Stratifiant.

Ainsi je n'ai pas pu étudier les majeures parties méridionales des trois Bâtiments 127, 67 et 50. Des descriptions de terrain, ainsi que des relevés topographiques réalisés auparavant, ont néanmoins permis une sauvegarde de qualité des données architecturales principales. Au total, 910 pièces de bois en positif ou en négatif et provenant du secteur B2 ont été étudiées. Le recoupement de ces données avec les informations récoltées durant les campagnes de fouille précédentes permet toutefois d'obtenir des reconstitutions assez précises de l'ensemble des bâtiments. Il est donc nécessaire avant de présenter les résultats de mon étude sur le terrain de revenir rapidement sur les informations connues avant ces études.

2. Le Bâtiment 127

2.1. Les données architecturales de 2013 à 2017

Le Bâtiment 127 (aussi appelé Maison 17 dans la littérature) est découvert pour la première fois en 2015 dans le secteur B (**fig. 4-03**). Du premier horizon d'occupation (PK-A1), ce bâtiment est daté auour de 5044-4774 av. n. è. (Tsirtsoni 2021, p. 385). Il se démarque des autres bâtiments du site puisqu'il n'a pas été détruit par un incendie, mais potentiellement à la suite d'inondations (Chohadzhiev 2021). Les restes architecturaux ne sont donc pas durcis par le feu. Les vestiges architecturaux du Bâtiment 127 se trouvent directement sous la dernière couche attribuée à l'édifice suivant : le Bâtiment 67. La terre à bâtir se présente sous la forme d'une terre argileuse verte-grisâtre dans laquelle se trouvent des inclusions jaunâtres informes que l'on peut sans doute rattacher à un dégraissant végétal. La couche de destruction a une épaisseur qui varie entre 60 et 80 cm. Du bois de construction a également été découvert au sein des vestiges du bâtiment. Ce bois est conservé sous la même forme que le bois architectural du site de Hotnitsa. Non-incendié, il porte toutefois des traces de chaleur, attribuées à l'incendie qui a détruit le Bâtiment 67 (Chohadzhiev 2016, p. 3, 2017, p. 3).

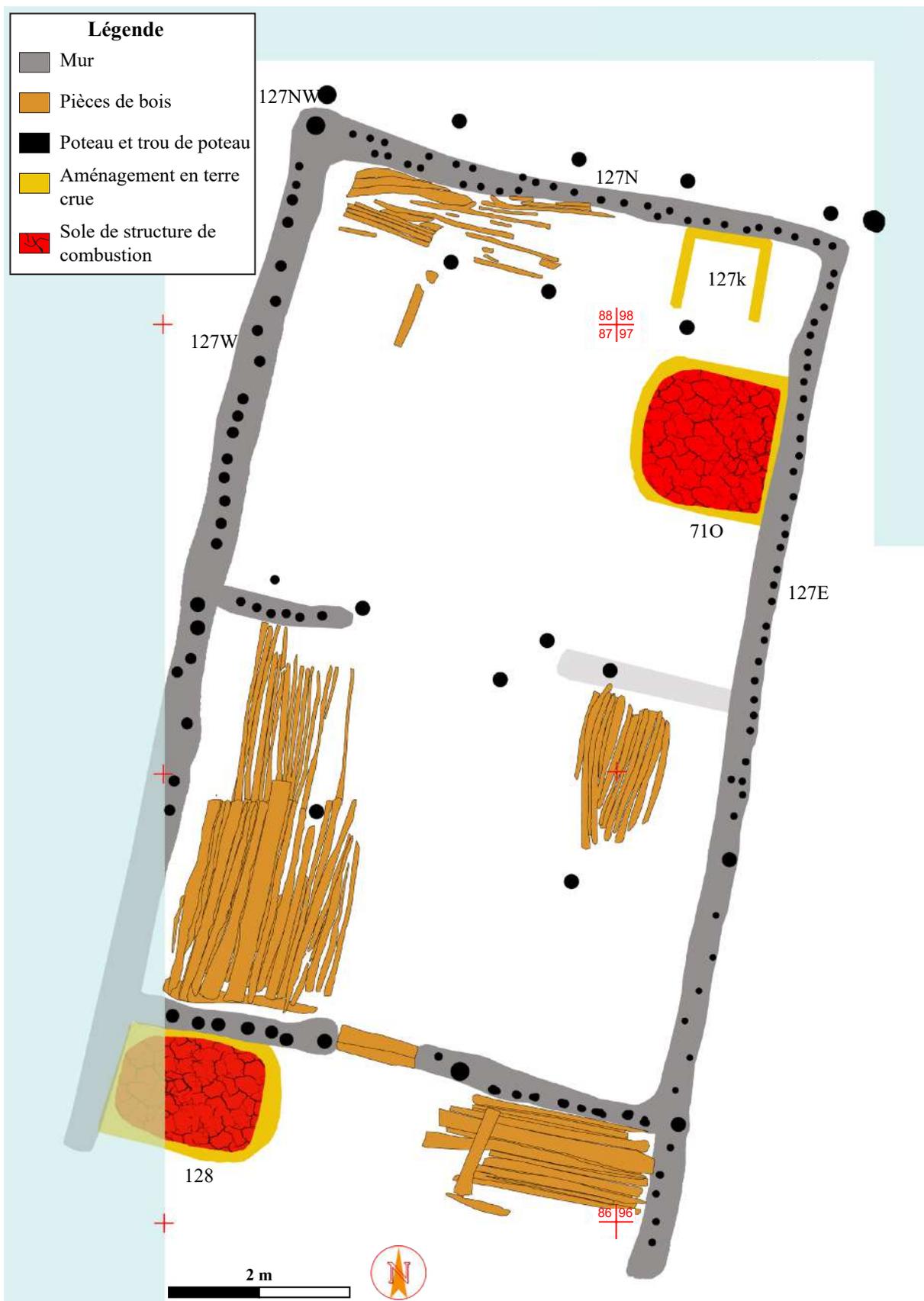


Fig. 4-07 - Plan du Bâtiment 127 et ses aménagements internes. Une plate-forme intérieure en bois supplémentaire a été découverte dans l'angle sud-est de la pièce centrale (fig 4-19). Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.

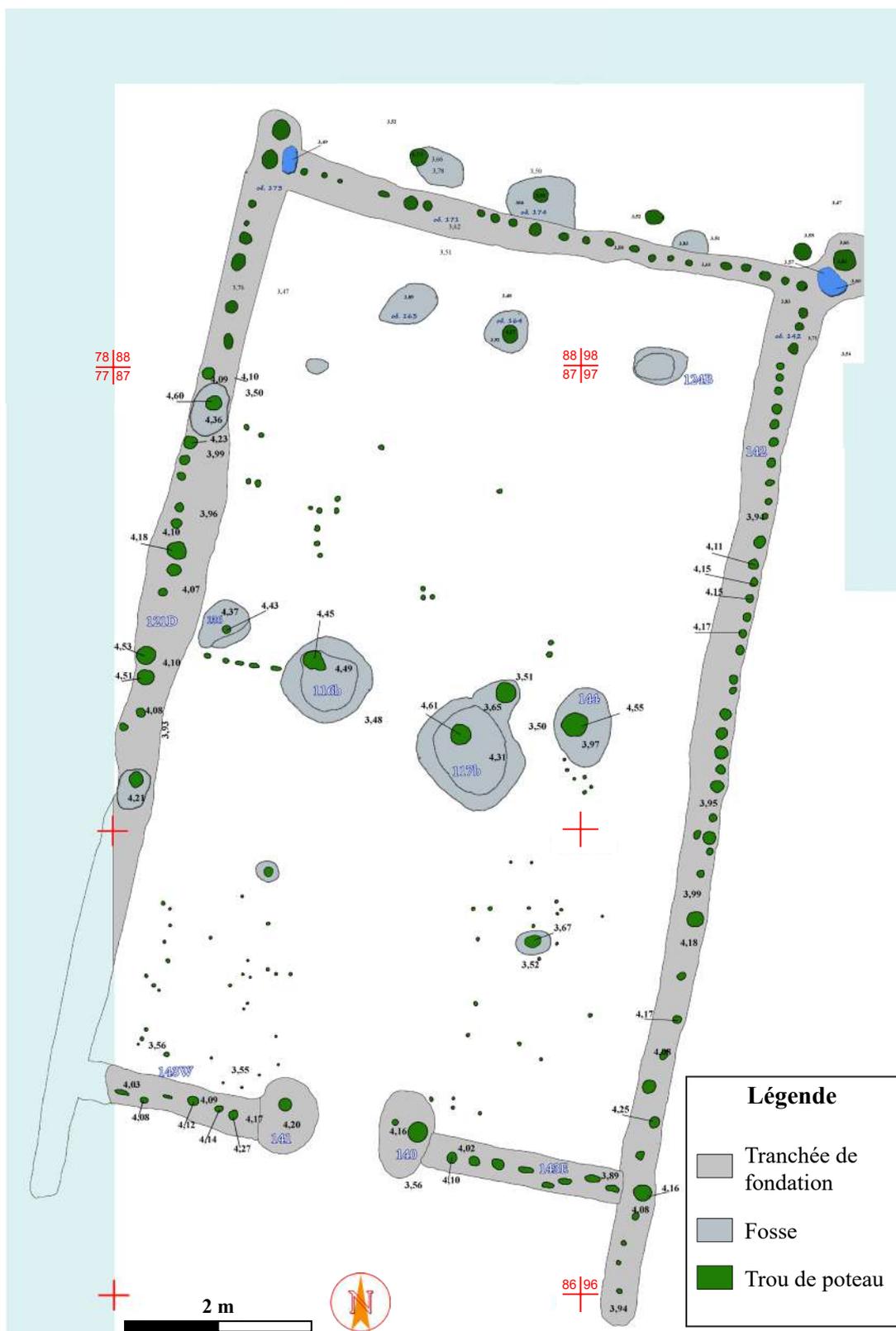


Fig. 4-08 - Plan des fondations du Bâtiment 127 et ses aménagements internes. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhev.

Le Bâtiment 127 est rectangulaire et possède trois pièces. Il s'agit d'un bâtiment à antes, sa pièce sud est ouverte sur l'extérieur (fig. 4-07 et 4-08). Aucun indice concernant un étage surélevé n'a été découvert. Orienté nord-sud (avec une déviation de 11° nord-est – sud-ouest³), l'édifice a une largeur de 6,50 m pour une longueur de 12 m (Chohadzhiev 2017, p. 2). La pièce nord fait 5,50 m (nord-sud) sur 6 m (est-ouest) et abrite une structure de combustion contre son mur est (locus 710). Cette pièce est séparée de la pièce centrale par une cloison interne. Cette cloison est préservée sur sa portion ouest sur 40 cm de haut avec une armature végétale faite de cinq poteaux larges d'environ 8 cm. Cette armature est hourdie d'une terre argileuse dense, verte-jaunâtre, donnant à la cloison une épaisseur de 20 à 30 cm. Alignées avec cette cloison, trois fosses ont été découvertes contenant de plus gros poteaux qui semblent faire également partie de la cloison, tout en servant de support à la charpente du toit (Chohadzhiev 2016, p. 5, 2017, p. 3). La pièce centrale fait 4,60 m (nord-sud) sur 6 m (est-ouest) (Chohadzhiev 2016, p. 4). Le mur sud du bâtiment qui sépare la pièce centrale et celle ouverte sur l'extérieur est également construit en torchis sur armature végétale, mais son épaisseur⁴ est entre 40 et 50 cm. Enfin, la pièce ouverte, appelée « vestibule », fait 1,60 m (nord-sud) sur 6 m (est-ouest). Une structure de combustion (locus 128) se trouve dans sa partie ouest contre le mur sud du bâtiment (Chohadzhiev 2017, p. 2-3). La superficie totale de l'édifice atteignait donc 78 m².

L'entrée du bâtiment est située dans le mur sud, entre la pièce centrale et le vestibule. La baie fait environ 90 cm de large et le seuil est constitué d'une planche de bois large de 20 cm orientée est-ouest. D'autres planches se trouvent à proximité, permettant de formuler l'hypothèse de la présence de quelques marches d'accès à la pièce centrale. Au niveau des fondations, cette ouverture est caractérisée par l'absence de tranchée sous cette zone et la présence de deux fosses d'environ 80 cm de diamètre de chaque côté dans lesquelles des poteaux plus importants que ceux utilisés pour l'armature du mur sont placés (Chohadzhiev 2016, p. 4, 2017, p. 4). Les tranchées de fondation du bâtiment sont creusées directement dans le sol stérile. Malgré la difficulté de lecture de ces tranchées à cause du recoupement avec les tranchées d'édifices postérieurs (Chohadzhiev 2021), leurs profondeurs semblent comprises en 30 et 40 cm, atteignant rarement 50 cm. Les trous de poteau ont des diamètres qui oscillent entre 10 et 20 cm et sont disposés à une distance comprise entre 8 et 30 cm les uns des autres (Chohadzhiev 2017, p. 4).

³ L'année précédente, A. Chohadzhiev annonce une déviation nord-est – sud-ouest de 8° (Chohadzhiev 2016, p. 4).

⁴ A. Chohadzhiev émet toutefois des réserves sur la restitution des épaisseurs réelles des murs à partir de celles conservées. L'absence d'incendie et la destruction par inondation a pu emporter une partie des enduits muraux (Chohadzhiev 2016, p. 5)

Les sols constituent un des éléments architecturaux les plus importants de ce bâtiment. En effet, trois réfections et donc quatre états d'occupation de l'édifice ont été identifiés au moment de la fouille. Ces réfections des sols, qui entraînent le rehaussement du plancher, sont en corrélation avec celles observées sur les vestiges des structures de combustion 128 et 71O (Chohadzhiev 2017, p. 2-3). Les différentes phases utilisent les mêmes murs. Toutefois, il semble que ces derniers fassent l'objet de réfections importantes comme le montre l'ajout de près de 30 cm de terre à bâtir contre le parement interne du mur est dans la pièce nord. Cet ajout est particulièrement visible dans l'espace entre le four 71O et le mur au moment de la dernière réfection du four, qui, à chacune des réfections, se décale légèrement vers l'ouest (Chohadzhiev 2017, p. 2). À l'instar du four 71O, le four 128, qui est accolé au mur sud de l'édifice dans un premier temps, est légèrement décalé vers le sud à chaque réfection. Il semblerait que cela ait un rapport avec l'ajout d'enduits de réfection du parement extérieur sur le mur sud (Chohadzhiev 2017, p. 3).

2.2. L'étude

2.2.1. Le matériel

En raison de l'absence d'incendie du Bâtiment 127, la terre à bâtir est crue, conservée en place ou mélangée au sédiment environnant et aux autres vestiges du bâtiment. La terre à bâtir *in situ* est particulièrement intéressante, puisqu'elle est conservée en connexion avec les armatures de bois qu'elle hourdit sur plusieurs dizaines de centimètres de hauteur. Cette conservation offre alors des indices inédits sur les éléments architecturaux et les techniques de construction. Le bois de construction retrouvé en place est, lui, minéralisé (*cf.* plus haut, p. 130-132) et provient des armatures de mur, mais également des plates-formes au sol.

Au total, 340 pièces de bois sont intégrées à l'étude menée sur le Bâtiment 127. Elles appartiennent aux différents *loci* en rapport avec l'édifice (principalement : 127N = mur nord⁵ ; 127E = mur est ; 127k = plate-forme du carré 98 ; 127W = mur ouest ; 70N = restes de bois au nord du mur nord sûrement issus du parement du mur ; 170N = plate-forme extérieure au nord du bâtiment ; 170W = plate-forme extérieure à l'ouest du bâtiment ; 170NW = angle de la plate-forme extérieure). Ces pièces sont majoritairement connues en positif, mais quelques-unes le sont par leurs empreintes laissées dans le sédiment (trou de poteau ou négatif de la pièce).

⁵ 127N1, 127N1/2 et 127N2 sont les *loci* correspondant aux différents états du mur nord du Bâtiment 127.

Toutes ces pièces ne sont pas rattachées à un contexte architectural précis. Certaines, éparses dans les couches de destructions, n'apportent aucune information significative pour notre étude. Ainsi, 223 pièces de bois peuvent être rattachées aux éléments architecturaux correspondant aux *loci* présentés ci-dessus. Elles livrent des informations essentielles concernant les modes d'agencement des matériaux, les techniques d'assemblage et celles de fondation.

Comme énoncé dans la présentation du bâtiment (*cf.* plus haut, p. 168), le bois minéralisé présente parfois des traces de calcination. En outre, certaines pièces de bois entièrement carbonisées ont également été découvertes dans les couches de destruction. Ces indices anthracologiques sont analysés. Au total 107 échantillons de charbon ont été prélevés dans les *loci* rattachés au Bâtiment 127.

2.2.2. Le matériel en terre à bâtir

a. Les murs

a.1. Le mur ouest

L'élévation du mur ouest n'est pas conservée, puisque les bâtisseurs ont creusé la tranchée de fondation du mur ouest du Bâtiment 67 exactement au-dessus du mur ouest du Bâtiment 127 (locus 121) (Chohadzhiev 2021). Les restes architecturaux écroulés dans l'espace habité ne sont pas identifiables : ils se présentent en couches informes de terre argileuse verte-grisâtre dans laquelle se trouvent des fragments de bois minéralisés sans aucune organisation. Il semble donc assez certain que le mur soit construit en torchis sur armature végétale, armature qu'il est difficile d'appréhender.

L'élément étudié le plus important de ce mur concerne ses fondations, et plus particulièrement les 10 trous de poteau présents dans la portion nord de la tranchée de fondation ouest du bâtiment (**fig. 4-09**). Ces trous de poteau sont espacés de 12 à 25 cm, ce qui permet d'écarter dans un premier temps l'utilisation d'une armature en poteaux jointifs. Les diamètres des trous de poteau varient de 9,5 à 20 cm, le plus gros contenant d'ailleurs deux poteaux à section circulaire (**fig. 4-10**). Au total, 13 poteaux, dont trois n'ont pas de trous de poteau, sont connus (**fig. 4-11**). Trois ont des sections circulaires dont les diamètres sont de 9, 9,5 et 12,5 cm. Sept autres sont refendus ou équarris, l'un s'apparentant d'ailleurs à une planche (088-521) qui est disposée verticalement, sans trou de poteau et qui a sa largeur orientée est-ouest. Les dimensions moyennes de ces poteaux dont les pièces de bois ont été travaillées sont d'environ 10 cm par 5 cm. Si l'on excepte le TP-087 qui a un diamètre similaire à celui du poteau associé,

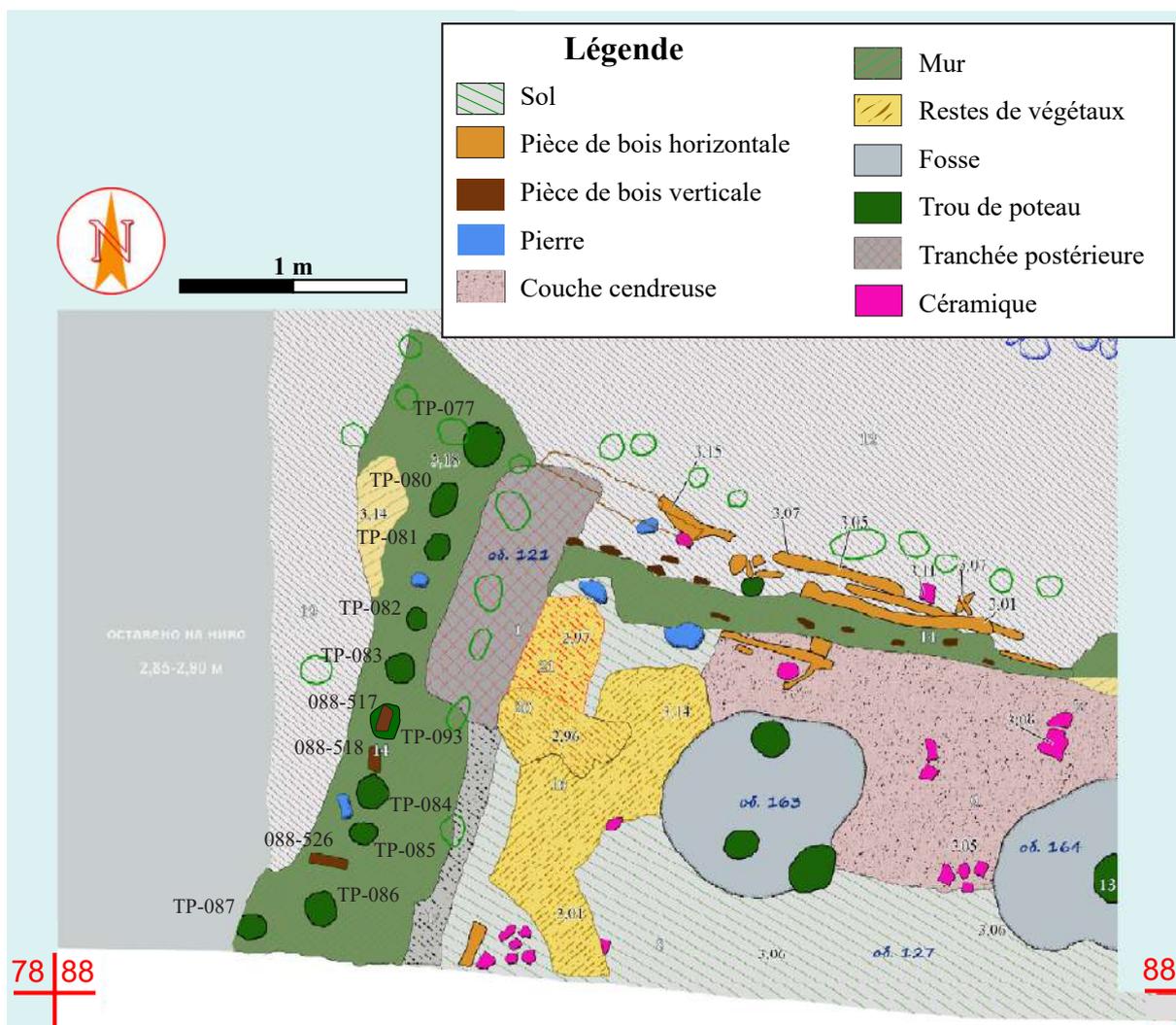


Fig. 4-09 - Plan de l'angle nord-ouest du Bâtiment 127 dans le secteur B2. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev.

tous les autres trous de poteau ont des diamètres qui dépassent de plusieurs centimètres les dimensions des poteaux correspondant. Ils sont donc vraisemblablement creusés dans le fond de la tranchée avant la mise en place des poteaux. On remettait alors la terre autour du poteau, avant de la tasser.

14 échantillons ont été prélevés dont deux correspondent au même poteau. Huit échantillons correspondent à des restes de bois minéralisés et six à des restes charbonneux. Parmi les six poteaux identifiés par anthracologie, trois sont en chêne (*Quercus* sp.), un en orme (*Ulmus* sp.) et un en noisetier (*Corylus avellana*) (fig. 4-10). De plus, un autre poteau (088-511) appartenant au mur ouest a pu être identifié par anthracologie, il s'agit de frêne (*Fraxinus* sp.).

N° trou de poteau	N° pièce de bois	Diamètre du TP (cm)	Section du poteau	Dimension section poteau (cm) (diam. ou larg. x ép.)	Identification
077	088-510	20	Circulaire	9,5	Orme
077	088-732	20	Circulaire	9	Noisetier
080	088-513	14	Quartier	/	/
081	088-514	13	Quartier	9x5	/
082	088-515	9,5	Carrée	8x8	/
083	088-516	13	/	/	Chêne
093	088-517	12	Quartier	8,5x4,5	Chêne
	088-518		Quartier	10x4	/
084	088-519	15	/	/	Chêne
085	088-520	12	Quartier	11x6	/
	088-521		Quadrangulaire	14x3	/
086	088-522	15	/	/	/
087	088-523	12,5	Circulaire	12,5	/

Fig. 4-10 - Informations sur les poteaux et les trous associés dans la tranchée ouest du Bâtiment 127 (secteur B2).

a.2. Le mur est

Le mur est n'est conservé en élévation que dans l'angle nord-est de l'édifice sur environ 90 cm de long et 21 cm de haut. Quatre poteaux sont attestés, dont les diamètres originaux varient entre 7 et 10 cm. Ils sont espacés en moyenne de 15 cm (**fig. 4-12**). Des traces de baguettes de clayonnage sont observées dans la terre à bâtir crue *in situ*. Aucun diamètre n'a pu être relevé, il semble que leur organisation soit plutôt lâche. Les poteaux dont les emplacements dans le mur sont bien identifiés en élévation trouvent également une correspondance avec les trous de poteau mis au jour dans la tranchée de fondation (**fig. 4-13**).



Fig. 4-11 - Fouille en cours des pièces de bois directement enfouies dans le sol sans trou de poteau. Elle semble s'apparenter à des planches.

Pour cette portion du mur, 11 prélèvements paléobotaniques ont été effectués : six charbons et cinq fragments de bois. Conservés par minéralisation, les essences de bois des poteaux n'ont pas pu être identifiées. Plusieurs échantillons de pièces de bois partiellement carbonisées ont été découverts dans le mur. Trois ont été identifiés comme étant du frêne (*Fraxinus* sp.), les autres sont de la viorne (*Viburnum* sp.), du bouleau (*Betula* sp.) et du noisetier (*Corylus* sp.). Ces pièces sont horizontales, ce qui écarte la possibilité qu'elles proviennent des poteaux.



Fig. 4-12 - Vue vers le nord-est du mur nord (1^{er} état, carré 98) et d'une petite partie du mur est. Cliché par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-13 - Vue zénithale des tranchées de fondation de l'angle nord-est du Bâtiment 127. Cliché par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-14 - Vue vers le nord du mur nord (1^{er} état, carré 88). Cliché par A. Chohadzhiev.

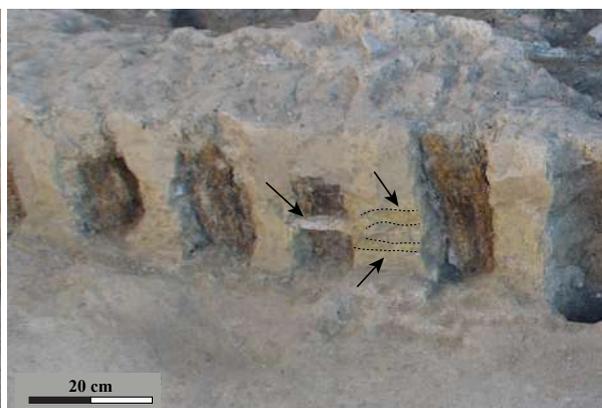


Fig. 4-15 - Détail sur les baguettes de clayonnage du mur nord (1^{er} état). Cliché par A. Chohadzhiev.

Aucun agencement entre elles et les poteaux n'a pu être décrit. Toutefois, la viorne et le noisetier sont des essences connues pour leur utilisation en tant que baguette de clayonnage à Petko Karavelovo à l'image du Bâtiment D3 (*cf.* plus bas, p. 226-227), mais également sur d'autres sites néolithiques (Pétrequin 1991, p. 48). Le frêne n'a pas encore été identifié pour cette fonction architecturale sur ce site, mais n'est pas improbable, à l'instar de celle du chêne (*Quercus* sp.), attestée en tant que baguette de clayonnage pour le Bâtiment E5 (*cf.* plus bas, p. 245). Pour le bouleau, il s'agit ici du seul exemple connu de cette essence. Son utilisation comme baguette de clayonnage ne fait donc écho à aucune autre donnée du corpus de Petko Karavelovo.

a.3. Le mur nord

Premier état : torchis sur clayonnage

Le premier état du mur nord ne diffère pas de celui du mur est. Conservé entre 15 et 28 cm de haut, le mur présente des poteaux dont le diamètre est en moyenne de 10 cm et qui sont disposés plus ou moins linéairement, espacés de 7 à 18 cm (**fig. 4-12** et **4-14**). Il semble cette

fois assez clair que des baguettes de clayonnage soient disposées entrelacées entre les poteaux en suivant une organisation lâche (**fig. 4-15**). Ainsi les premiers états des murs nord, ouest et est semblent attester une construction assez homogène du point de vue du mode d'agencement des matériaux. Il s'agit de trois murs construits en torchis sur clayonnage lâche.

Concernant les analyses paléobotaniques, huit échantillons ont été prélevés pour le premier état du mur : six sont des fragments de bois minéralisé et deux sont des charbons. Ces deux derniers ont été retrouvés dans la terre à bâtir *in situ* du mur, à proximité des empreintes laissées par les poteaux. Il s'agit d'un échantillon de chêne (*Quercus* sp.) et d'un autre de frêne (*Fraxinus* sp.).

Un autre échantillon (S.18.07) provient du poteau 088-488 fondé dans le trou de poteau TP-076. Il a été identifié comme du frêne. Ce poteau a été installé lors de la construction du premier état du mur pignon nord, mais a aussi été utilisé lors de son deuxième état.

Deuxième état : torchis entre un double parement de bois discontinu

Le deuxième état du mur nord diffère assez largement du premier et n'est pas exactement superposé aux restes du premier état. Leur interface – et donc la base du deuxième mur – apparaît à 3,20-3,30 m sous le point de référence du site : environ 30 cm au-dessus de la base du premier état du mur. Ce deuxième état du mur pignon nord du Bâtiment 127 est conservé sur près de 4,50 m de long et environ 25 cm de haut (**fig. 4-16** et **4-17**). Cette portion en élévation permet d'identifier 25 poteaux conservés en positif. Ces poteaux sont assez standardisés. Leur morphologie les rapproche de planches dont les largeurs varient entre 8 et 12 cm. Ils sont disposés tous les 5 à 30 cm sur deux rangées parallèles espacées d'une vingtaine de centimètres. D'autres poteaux sont visibles entre les deux rangées précédentes, dont le poteau 088-488 (correspondant au TP-076).

Les deux rangées de poteaux parallèles sont agrémentées de chaque côté à l'extérieur du mur de planches horizontales plus ou moins larges (de 7 à 20 cm) et dont l'épaisseur ne semble pas excéder 5 cm (**fig. 4-18**). Ces pièces de bois s'apparentent à un bardage de bois dont les restes conservés sont discontinus. Aucune technique d'assemblage n'a pu être identifiée, ce qui pose la question de la mise en place des matériaux. Même si elles ne semblent pas avoir été disposées jointivement, ces pièces de bois doivent avoir une fonction de coffrage. Un blocage fait de terre argileuse verte-grisâtre contenant des restes de dégraissants végétaux et d'une quantité importante de baguettes et de petites perches sans organisation particulière remplit l'espace entre les deux parements.



Fig. 4-16 - Parement sud du mur nord (2^e état, carré 88). Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale vers le nord ; b. vue vers l'est ; c. vue de détail d'un poteau (flèche) devant lequel passent des pièces de bois horizontales.

Les autres poteaux espacés d'environ 1 m, dont le rôle est difficile à interpréter, se situent à l'intérieur du mur. Chacun correspond à des trous de poteau dans la tranchée de fondation sous-jacente. Ils pourraient permettre d'unifier l'armature du mur en liant les deux parements aux poteaux centraux. Ils pourraient également permettre un autre mode d'agencement (clayonnage ?) pour les murs périphériques au-dessus d'un plancher surélevé qui reposerait sur le mur construit avec un blocage de terre entre parement. Néanmoins, aucun plancher d'étage n'a été identifié pour ce bâtiment.

Pour cette phase du mur, 12 échantillons ont été prélevés dont cinq charbons et sept fragments de bois minéralisés. Parmi les cinq échantillons charbonneux, quatre sont issus des pièces de bois utilisées dans le blocage du mur, il s'agit de chêne, d'orme et de viorne. Le dernier échantillon provient du poteau-planche 098-101 du parement nord : il a été identifié comme étant de l'orme. Enfin, le poteau 088-488 correspond à un des poteaux internes du mur et a déjà été identifié comme étant du frêne (*Fraxinus* sp.).

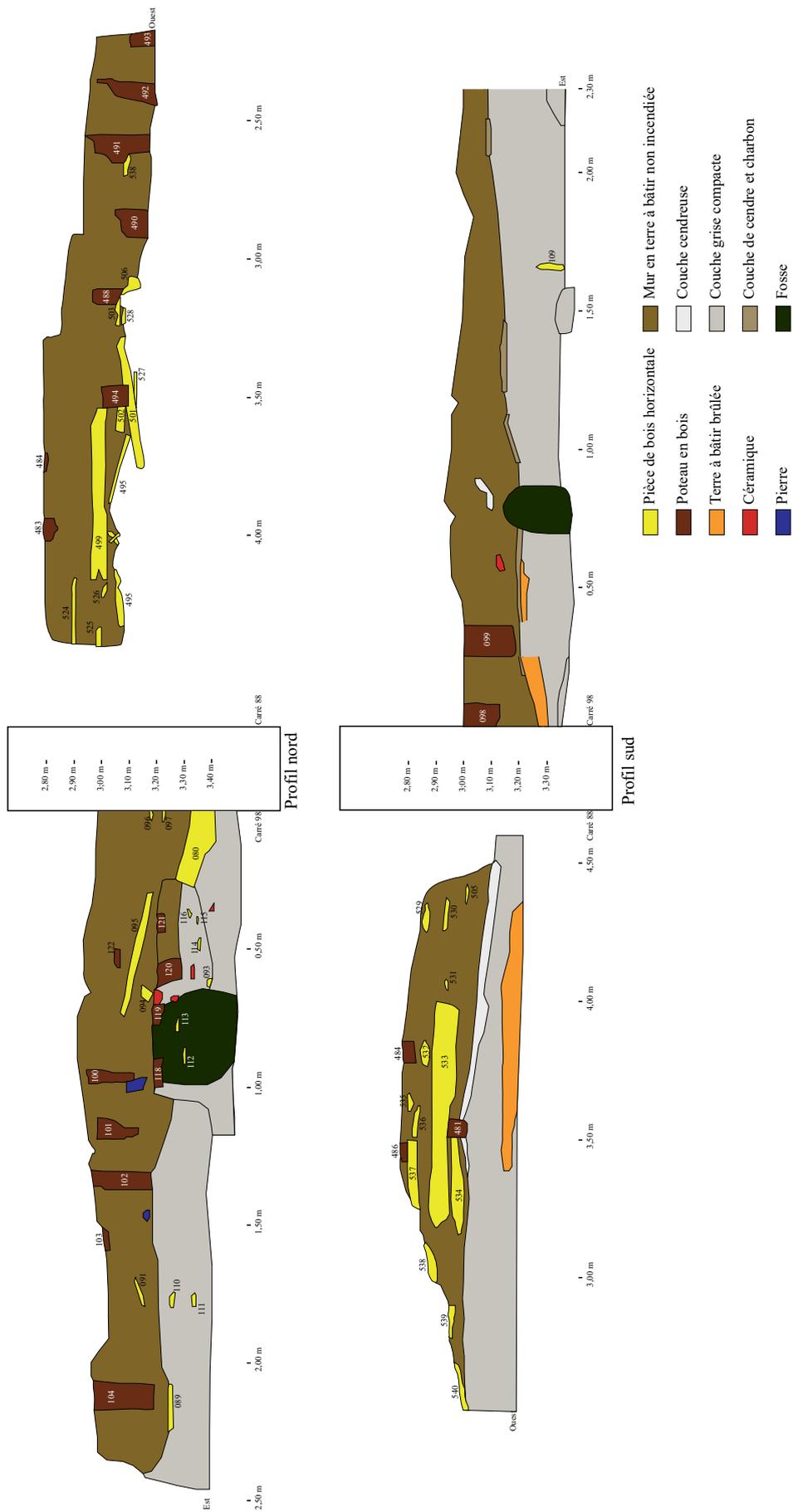


Fig. 4-17 - Relevé des parements sud et nord du mur nord (2^e état) du Bâtiment 127.

a.4. Fonder les murs

Les tranchées de fondation du Bâtiment 127 ont pu être bien identifiées puisqu'elles constituent les couches anthropisées les plus basses du site, creusées dans les couches stériles sous-jacentes.

Le mur nord est le seul pour lequel plusieurs phases sont référencées avec précision. La dernière phase de ce mur pignon nord n'a pas de tranchée de fondation propre, celle reconnue à la fouille étant celle du premier état du mur.

Les poteaux-planches ne semblent pas être fondés sur plus d'une dizaine de centimètres de profondeur. Ils sont sûrement enfoncés à force directement dans le sol, sans trou de poteau, ni tranchée de fondation. Les poteaux internes, eux, semblent provenir de l'armature en bois de l'état précédent du mur nord. L'exemple le plus explicite est le poteau 088-488 réutilisé dans le deuxième état du mur nord. Il est à ce moment toujours en place et fondé dans la tranchée de fondation initiale. On peut donc considérer dans ce cas précis l'utilisation du torchis entre un double parement de bois discontinu comme une technique de réfection/reconstruction des murs, après une destruction partielle, mais importante.

Cette tranchée de fondation des murs du premier état du Bâtiment 127 est continue sur toute la périphérie de l'édifice, excepté au niveau de la porte d'entrée, comme énoncé en introduction (**fig. 4-08**). Elles ont une profondeur comprise entre 30 et 50 cm et leur largeur peut atteindre 80 cm ; elles ne sont pas enduites et ont un profil en U. Des pierres peuvent être utilisées pour caler les poteaux, notamment au niveau des poteaux corniers du mur pignon nord (**fig. 4-08** et **4-13**). Les poteaux, dont les sections attestent des refentes radiales, sont ensuite fondés dans des trous de poteau aux diamètres légèrement plus forts, creusés dans le fond de la tranchée avant la mise en place de la pièce de bois.

b. Le sol

Le Bâtiment 127 a connu quatre niveaux de sols d'habitation (Chohadzhiev 2017, p. 2-3). Le premier, le troisième et le quatrième sont des sols de terre compacte sur lesquels des lentilles de charbons et de cendres, ainsi que des vestiges céramiques et lithiques ont été découverts.

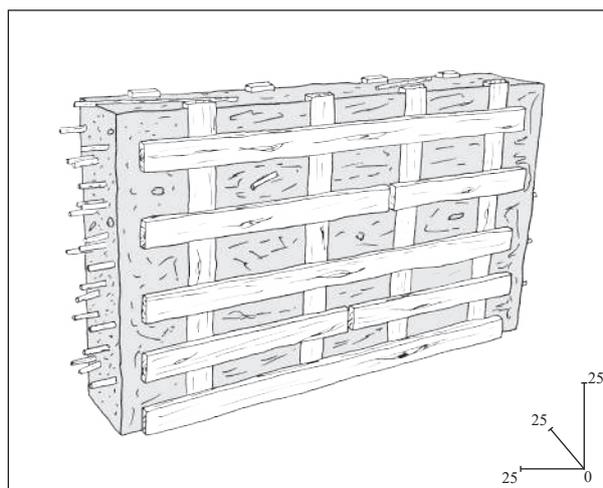


Fig. 4-18 - Reconstitution hypothétique d'une portion du mur nord (2^e état) du Bâtiment 127. Les assemblages entre les pièces de bois ne sont pas connus. Éch. en cm.

Chacun de ces niveaux a subi des réfections et se compose de plusieurs enduits de terre, alternant avec des couches de charbon et de cendre. Sous le troisième niveau de sol se trouve une couche de terrassement grise-jaunâtre (3,21-3,27 m) semblable à celle que l'on retrouvera ensuite comme couche régulière d'aplanissement entre les bâtiments de la phase C (*cf.* plus bas, p. 280-281).

Sous cette couche de terrassement se trouve le deuxième niveau d'occupation compris entre 3,27 et 3,32 m sous le point de référence. Ce sol d'occupation est caractérisé par la présence de plates-formes en bois posées à même le sol (**fig. 4-07 et 4-19**). Elles coexistent avec des sols de terre qui se situent à proximité des fours pour des questions de sécurité anti-incendie (Chohadzhiev 2016, p. 5). En effet, dans le vestibule, la plate-forme en bois se trouve dans la moitié est de la pièce, à l'opposé du four. Dans la pièce centrale, la partie médiane du sol – et sûrement celle avec le plus de passage – n'est pas agrémentée de plates-formes en bois. Celles-ci se trouvent de chaque côté, collées aux murs gouttereaux (Chohadzhiev 2017, p. 3). Dans la pièce nord, seul l'angle nord-ouest semble avoir été doté d'une plate-forme en bois, à distance du four 710.

La majeure partie des pièces de bois ne semblent pas être travaillées. Elles sont disposées horizontalement et sont jointives. La plate-forme ouest de la pièce médiane a conservé



Fig. 4-19 - Vue vers le nord des plates-formes en bois à l'intérieur de la pièce centrale du Bâtiment 127. Cliché par A. Chohadzhiev.

une lambourde au sud, permettant de surélever légèrement cette partie de la plate-forme. Les diamètres des pièces varient entre 5 et 26 cm. Les plus imposantes semblent avoir été retravaillées, à l'image des pièces 088-591/592/593, au nord-est de la pièce nord, afin de les rendre plus planes et de les inscrire dans l'épaisseur de la plate-forme. Cette partie, la plus septentrionale, de la plate-forme se trouvait 15-20 cm sous le deuxième état du mur pignon nord.

c. Le toit

La reconstitution du toit du Bâtiment 127 n'est pas plus aisée que celle des autres édifices. Très peu d'indices sur sa morphologie sont apparus à la fouille. Une fine couche de bois minéralisé a été découverte entre 3,01 et 2,96 m de profondeur sous le point de référence dans une couche correspondant à la destruction du dernier état du bâtiment. Elle se présente sous la forme de rameaux et de petites branches (**fig. 4-20**) dont la densité pourrait faire penser aux restes de la couverture végétale d'un toit. Il est alors possible d'imaginer un toit en bâtière à deux rampants, forme généralement envisagée dans les Balkans, par comparaison avec les nombreuses maquettes découvertes dans cette région (Treuil 1983, p. 258 et 403-406).



Fig. 4-20 - Vestiges de végétaux ayant potentiellement pu servir comme matériaux de couverture du Bâtiment 127. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale ; b. vue de détail.

d. Les abords du bâtiment

Au-delà de chacun des murs périphériques, plusieurs pièces de bois dont les longueurs peuvent atteindre 3,12 m (088-656) et à la largeur moyenne de 17 cm ont été découvertes aux abords du bâtiment. Les pièces sont disposées parallèlement au mur qu'elles jouxtent (**fig. 4-21a et b**) et forment des plates-formes extérieures en bois (170N et 170W) permettant de se déplacer autour du bâtiment, voire peut-être d'un édifice à l'autre. La plate-forme 170W a d'ailleurs été laissée sur place après sa découverte sur le terrain afin de pouvoir la mettre en relation avec les bâtiments qui seront découverts plus à l'ouest au cours des prochaines fouilles.

Les pièces de bois sont disposées à même le sol, tels des radiers, comme l'a montré la fouille de la plate-forme 170N. Il n'y a pas de lambourdes qui les soutiennent ou les surélèvent. Les pièces sont de gabarits similaires et certaines présentent des fourches ou des départs de branches coupés (**fig. 4-21c et d**). Les pièces n'ont donc pas dû être travaillées excessivement, il y a plutôt eu un choix d'un gabarit relativement homogène, puis les pièces sont coupées et égalisées afin d'obtenir une structure plane.

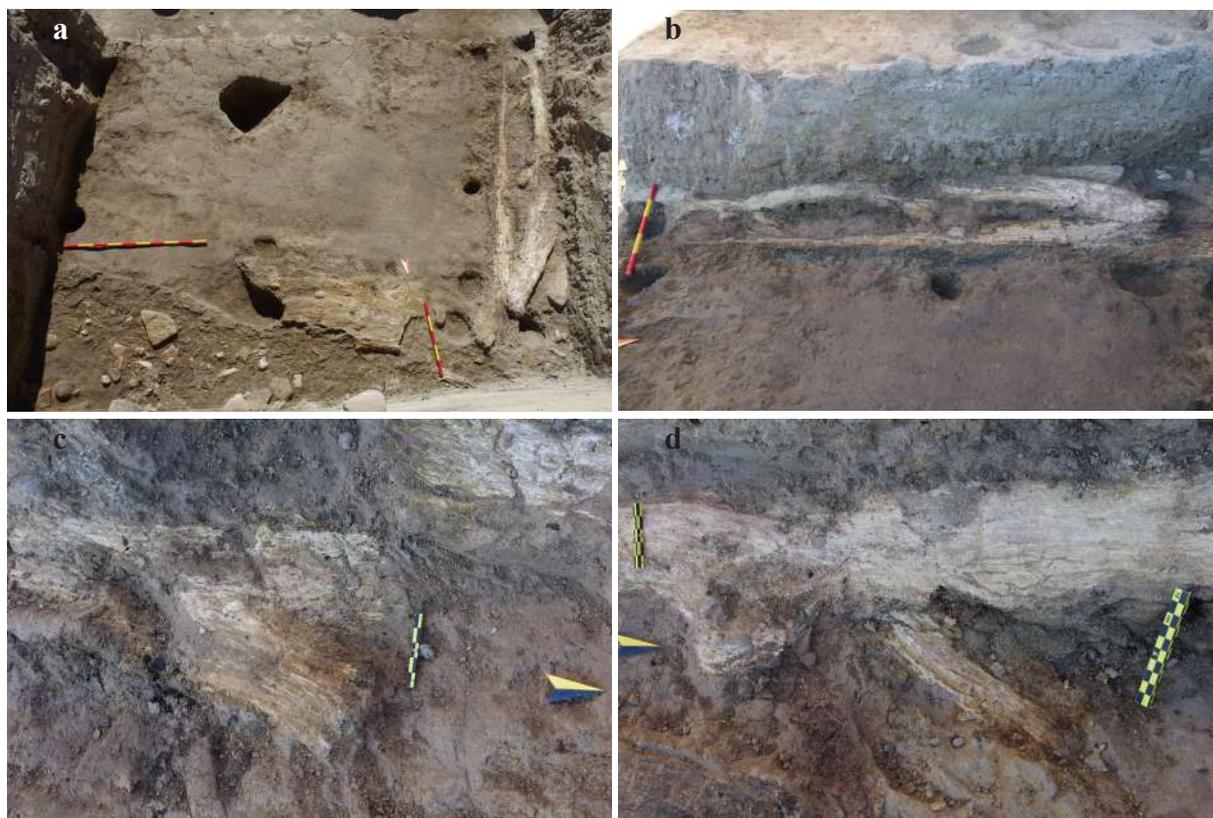


Fig. 4-21 - Plates-formes 170W et 170N extérieures au Bâtiment 127. Clichés par A. Chohadzhiev. a. Vue générale des plates-formes après démontage des murs ; b. vue vers l'ouest de la plate-forme 170W ; c. vue de détail d'une fourche ; d. vue de détail d'un départ de branche.

2.2.3. Les restes végétaux

En plus des échantillons mentionnés dans les paragraphes ci-dessus, 72 autres en lien avec le Bâtiment 127 ont pu être prélevés. Trois d'entre eux ont des fonctions architecturales qui ont pu être définies.

L'échantillon S.18.188 provient d'un des poteaux internes du bâtiment. Fondé dans la fosse 174, il était en orme. Les échantillons S.18.48 et S.18.50 sont issus des pièces de bois ayant servi à fabriquer l'armature en bois de la plate-forme enduite 127k (**fig. 4-22**). Elles sont toutes deux en viorne. Enfin, les autres échantillons permettent d'attester la présence d'autres essences sur le site au cours de l'occupation du Bâtiment 127. Il s'agit d'érable champêtre (*Acer campestre*) et de cornouiller (*Cornus* sp.).

2.3. Résultats et interprétation

Le Bâtiment 127 est un édifice rectangulaire à antes présentant trois pièces en enfilade. Une seule porte permet d'entrer ou sortir du bâtiment et aucun étage n'est attesté. Non incendié, il a livré un matériel architectural principalement composé de terre crue et de bois minéralisé. Quelques pièces de charbons conservées apportent des données anthracologiques complémentaires. Comme décrit plus haut, deux phases des murs du bâtiment sont identifiées, ainsi que quatre niveaux de sols d'habitation, sans que cela ne modifie la forme générale de l'édifice, ni l'utilisation du torchis sur armature végétale comme technique de construction générale.

Le premier état du Bâtiment 127 est pourvu de murs périphériques nord, ouest et est construits en torchis sur clayonnage. Les poteaux ont des diamètres moyens de 9-10 cm et sont espacés de 7 à 25 cm. Ils sont faits en chêne, en frêne, en orme et en noisetier. Ils sont fondés dans des tranchées profondes de 30 à 50 cm au fond desquelles sont creusés des trous de poteau. Ces derniers reçoivent généralement un seul poteau, mais certains exemples, notamment le trou de poteau cornier nord-ouest, contiennent deux poteaux. Les baguettes de clayonnage sont disposées de manière plutôt lâche. Même si les échantillons ne sont pas rattachés avec certitude à cette fonction architecturale, il est fort probable que ces baguettes de clayonnage soient en noisetier, en viorne et peut-être également en frêne et en bouleau.

D'abord pourvu d'un sol de terre réparé plusieurs fois, l'édifice se voit agrémenté de quatre plates-formes en bois disposées à l'opposé des fours et des couloirs de passage. Elles servaient sans doute à s'asseoir ou se coucher, permettant une légère surélévation par rapport au sol et une protection contre l'humidité. On trouve des aménagements similaires sur d'autres sites

néolithiques en Bulgarie, comme à Slatina (Nikolov et Takorova 2021, p. 50-53). La fin de cette phase connaît sans doute un trouble particulier, attesté par une série de réfections importantes. Dans un premier temps, on a surélevé le niveau du sol par l'apport d'une couche importante de sédiment gris-jaunâtre. Dans un deuxième temps assez rapproché, le bâtiment a connu la réfection du parement intérieur de son mur est et la reconstruction de son mur nord.

Ce dernier est légèrement décalé vers le sud et est construit avec un mode d'agencement des matériaux inédit : deux parements en bois faits de poteaux verticaux et de pièces horizontales non jointives servant de coffrage à un remplissage fait de terre à bâtir et d'autres petits éléments végétaux (Bacoup 2021a, p. 48 ; **fig. 4-18**). On note la réutilisation de certains poteaux de la phase plus ancienne comme poteaux internes du nouveau mur, notamment en frêne. Un coffrage de bois pérenne composé de poteaux dont un est en orme et dont la morphologie s'apparente à des planches de 8 à 12 cm de large et espacées de 5 à 30 cm ; ainsi que de planches horizontales larges de 7 à 20 cm appliquées comme un bardage discontinu contre les poteaux. Ce coffrage reçoit un blocage de terre à bâtir auquel se mêlent des baguettes et des petites perches de chêne, d'orme et de viorne en vrac. Ce coffrage est sûrement ensuite enduit et fait alors partie intégrante du mur. Ce mode d'agencement des matériaux est inédit dans la zone égéo-balkanique au 5^e millénaire. Le Bâtiment 127 en comporte le seul exemple étudié de manière exhaustive sur le site de Petko Karavavelovo, mais il semble qu'on l'ait déjà aperçu en 2014 dans la construction du mur pignon sud du Bâtiment 67 (Chohadzhiev 2015, p. 6). Un mode d'agencement comparable, bien que

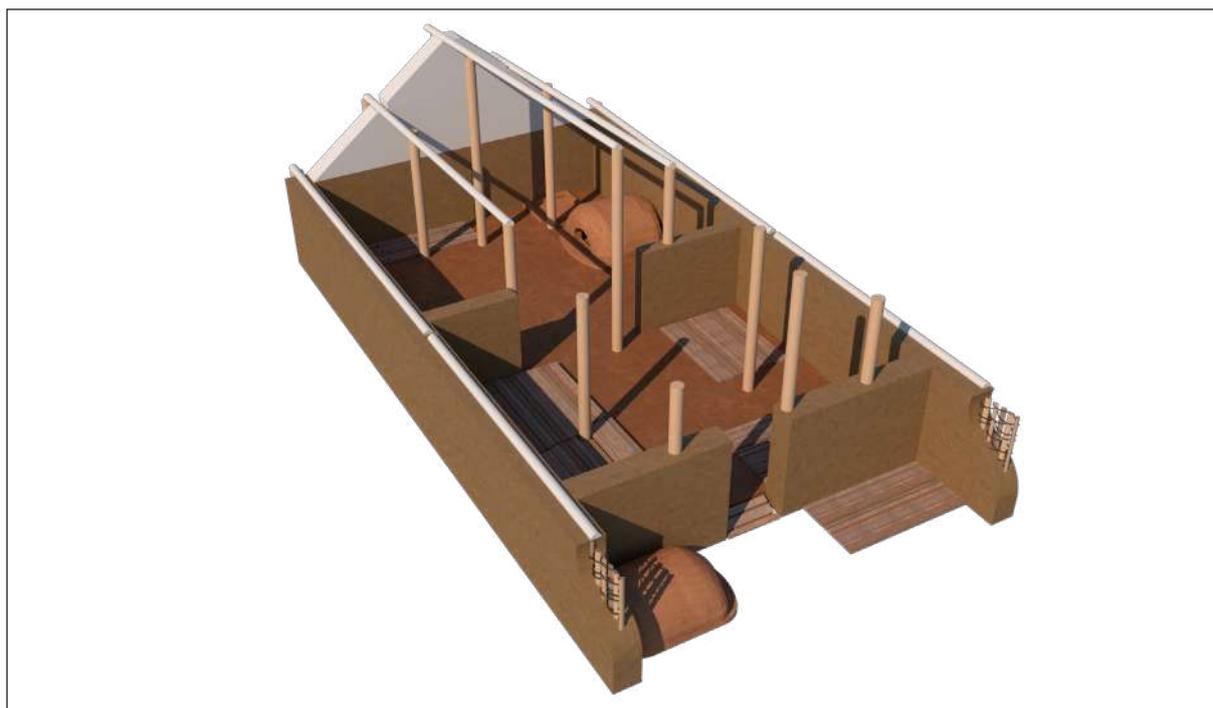


Fig. 4-22 - Reconstitution hypothétique du Bâtiment 127 vu vers les nord-est.

l'agencement des pièces de bois et la mise en place ne soient pas identiques, est identifié pour certaines constructions du niveau VIII (5700-5600 av. n. è. ; Roodenberg 1995b, p. 172) du site d'Ilipinar dans le nord-ouest de l'Anatolie à environ 600 km de Petko Karavelovo, désigné sous la description « *sandwich type* » ou « *sandwich construction* » (Roodenberg 1995a, p. 47-48 ; Martinez 1996, p. 37-38).

Ce mode d'agencement connaît des variantes dans l'espace et dans le temps. Il est notamment attesté, dans le nord-ouest de la Bulgarie, à Belogradchik (Vidin) pour une construction moderne (fig. 4-23a et b), mais également dans le sud de la Serbie, à Slišane (fig. 4-23c). On en retrouve également une variante assez répandue en Grèce du Nord qui consiste en des lattes horizontales de petites dimensions formant les parements et recevant de la terre à bâtir et des enduits (fig. 4-23d).



Fig. 4-23 - Exemples de murs construits avec un double parement de bois et un garnissage interne en terre à bâtir. Les parements sont recouverts d'un enduit de terre. Clichés de P. Bacoup (a, b, c) et C. Pagnoux (d). a. et b. Belogradchik (Bulgarie) ; c. Slišane (Serbie) ; d. Kavala (Grèce).

Enfin, des plates-formes extérieures permettant la circulation autour du bâtiment s'étalent au nord et à l'ouest. Cet agencement fait écho à une découverte de 2018 dans le secteur B2, carré 98 : la plate-forme du Bâtiment 155 (PK-B2 ; *cf.* plus bas, p. 206-207). Cette dernière est constituée de planches dont les largeurs oscillent entre 10 et 20 cm. Ces planches sont disposées sur des lambourdes dont la seule analysée par anthracologie est en chêne. Les planches de cette structure sont en chêne et en frêne. Aucun assemblage particulier entre les planches et les lambourdes n'a pu être observé. Seule une portion réduite de cette structure est connue et les bâtiments avec lesquels elle pourrait être en relation ne sont pas encore connus. Toutefois, la présence de ce style de plates-formes, même de morphologies différentes (présence de planches, utilisation de lambourdes pour surélever les planches), a pu perdurer tout au long des EEB 8 et 9 sur le site (4900-4300/4250 av. n. è.).

3. Le Bâtiment 67

3.1. Les données architecturales jusqu'en 2017

Les résultats préliminaires de l'étude du Bâtiment 67 (aussi appelé Maison 15 dans la littérature) ont fait l'objet d'un chapitre dans le rapport sur les fouilles de 2017 du site de Petko Karavelovo (Bacoup 2018a, p. 4-16) et ont été exposés au sein de mon mémoire de Master 2 (Bacoup 2018b, p. 48-57). Toutefois, de nouveaux éléments apportés depuis ont permis une révision de certains résultats préliminaires énoncés en Master.

Découvert pour la première fois en 2012 (Chohadzhiev 2013b, p. 9), la majeure partie du Bâtiment 67 est mise au jour en 2014 et en 2015, période où les hypothèses architecturales sont évoquées pour la première fois. Durant la campagne 2017, la fouille du Bâtiment 67 s'est terminée, permettant une étude exhaustive du matériel architectural. Cet édifice, du deuxième horizon d'occupation (PK-A2), est daté vers 4892-4765 av. n. è. (Tsirtsoni 2021, p. 385).

La Bâtiment 67 est un édifice rectangulaire d'orientation générale nord-sud (avec une légère déviation de 12° nord-est – sud-ouest) (Chohadzhiev 2015, p. 5). Sa longueur est comprise entre 15 et 16 m et sa largeur⁶ est d'environ 7,5 m, pour une superficie totale comprise entre 112,5 et 120 m² (**fig. 4-24**). Cette surface est recouverte d'une couche de destruction épaisse d'environ 75 cm, atteignant parfois près de 90 cm d'épaisseur, principalement composée de terre à bâtir incendiée et de mobiliers archéologiques divers (**fig. 4-25**). Bien qu'il existe une

⁶ A. Chohadzhiev énonce une largeur de 8 m à 8,50 m (Chohadzhiev 2015, p. 5), toutefois le plan de l'édifice ne permet pas d'imaginer un bâtiment aussi large.

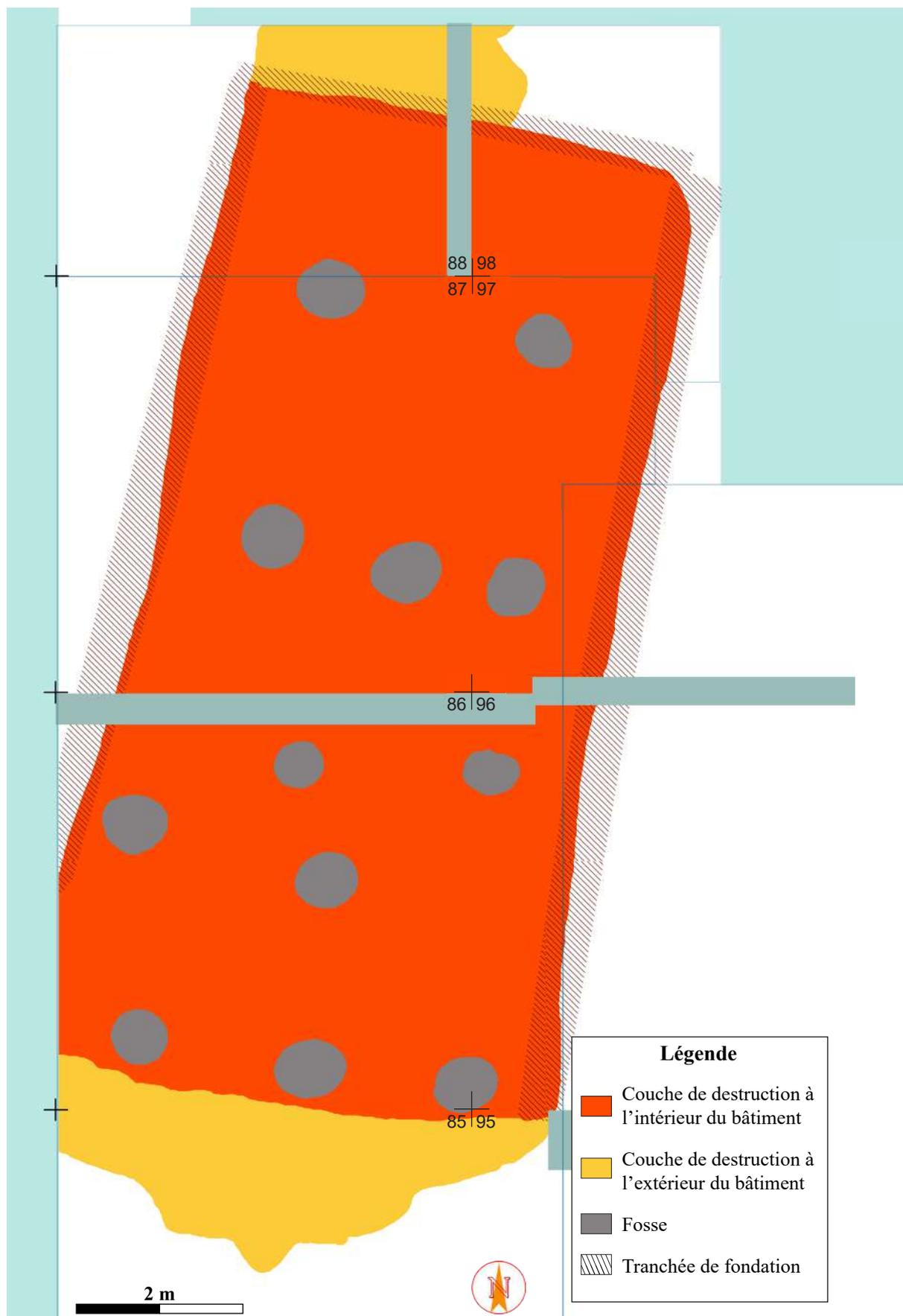


Fig. 4-24 - Plan du Bâtiment 67. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-25 - Couche de destruction du Bâtiment 67 en 2014. Cliché par A. Chohadzhiev.

couche argileuse jaunâtre au-dessus des débris du Bâtiment 67, qui, d'après le fouilleur, serait mise en place par les bâtisseurs du Bâtiment 50 afin de niveler le sol et de reconstruire, de nombreuses zones montrent un contact direct entre les soubassements du Bâtiment 50 et la couche de destruction du Bâtiment 67 (Chohadzhiev 2015, p. 5 ; 2021).

Il est donc probable que la partie supérieure de la couche de destruction du Bâtiment 67 ait été en partie retirée par les bâtisseurs du Bâtiment 50 afin de niveler le terrain, supprimant alors certaines informations issues des couches microstratigraphiques les plus hautes.

Aucune cloison permettant une partition interne du bâtiment n'est attestée. Toutefois, le bâtiment est séparé dans sa longueur par trois rangées de poteaux fondés dans des fosses plus ou moins circulaires permettant sûrement de soutenir la superstructure du bâtiment. Les murs périphériques ouest et est de l'édifice sont construits en torchis sur armature végétale et sont rectilignes. Le mur sud, quant à lui, présente quelques particularités et diffère largement des trois autres. Fouillé en 2015, il a, selon le fouilleur, une forme absidale. L'armature végétale du mur recouverte de terre à bâtir semble être constituée, d'une part, de très gros poteaux, d'environ 30 cm de diamètre, fondés dans des fosses circulaires de 70 à 90 cm de diamètre (*loci* 130, 131, 132 et 133) et enfoncés d'environ 150 cm dans le sol. D'autre part, elle se compose de petites pièces de bois refendues (planche ?) et de baguettes/petites perches afin de lier et renforcer la structure en bois⁷. Après la couche de terre à bâtir recouvrant l'armature interne

⁷ « Вътре в глината се откриват множество овъглени останки от тънки пръчки и дъски, използвани като един вид «арматура» при построяването. [= À l'intérieur de l'argile, se trouvent de nombreux restes carbonisés de petits bâtons et de planches utilisés comme une sorte d'"armature" dans la construction] » (Chohadzhiev 2015, p. 6).

en bois, A. Chohadzhiev considère que les revêtements muraux interne et externe en bois sont faits de planches de 12 à 18 cm de large dont l'une atteint plus de 4 m de long. Ces planches sont, selon l'auteur, disposées verticalement sur le parement intérieur et horizontalement sur le parement extérieur. En comptabilisant ces deux parements, l'épaisseur totale du mur atteindrait entre 80 et 90 cm (Chohadzhiev 2015, p. 6). Aucune ouverture n'a été remarquée dans ce mur, il est possible qu'elle soit située dans l'un des murs gouttereaux.

L'incendie qui a détruit le Bâtiment 67 a atteint des températures de plus de 1000 °C (Chohadzhiev 2016, p. 3). Tout comme les autres constructions du tell, les vestiges du Bâtiment 67 sont fortement perturbés par l'action anthropique postérieure, plus particulièrement par des tranchées et des fosses.

3.2. L'étude

L'étude du Bâtiment 67 avait pour objectif principal de tester l'hypothèse, formulée par le fouilleur en 2014, d'un plancher d'étage habité⁸ (Chohadzhiev 2015, p. 5). Si un tel plancher existe, quelles sont les techniques et les modes de construction utilisés ? Quelles sont les ressources nécessaires ? Et quelles informations permettent de le considérer comme habité ?

3.2.1. Le matériel en terre à bâtir

a. Protocole de fouille et d'étude

Fouillés par Radoslav Boyanov et l'auteur en 2017, les deux amas de terre à bâtir découverts dans le carré 88 ont été dégagés sur toute leur hauteur en retirant les sédiments et les restes de terre à bâtir informes qui se trouvaient entre les fragments (**fig. 4-26**). L'observation des amas a permis dans un premier temps de noter six couches microstratigraphiques superposées au sein des restes architecturaux. De haut en bas, quatre couches de terre à bâtir incendiée comprenant des fragments ont été relevées, puis une couche de terre à bâtir incendiée blanchâtre et très friable⁹, enfin une dernière couche fine, organique et noire¹⁰ (**fig. 4-27**).

⁸ « На този етап считаме че горния пласт представлява втори етаж на постройката, който всъщност е бил обитаемият. [= À ce stade, nous considérons que la couche supérieure représente le deuxième étage du bâtiment, qui était en fait habitable] » (Chohadzhiev 2015, p. 5).

⁹ Décrite en 2014 : « Под този пласт следва дебел бял слой слабоизпечени ронливи мазилки. [= Sous cette couche suit une épaisse couche blanche de plâtre mal cuit et friable] » (Chohadzhiev 2015, p. 5).

¹⁰ Ce niveau était déjà observé en 2014 : « Целият масив на жилище 15 отдолу и в страни е ооконтурен от тънкачерна ивица с останки от овъглени дъски, греди и пръчки, почти плътно хомогенизирани. [= La totalité des vestiges du Bâtiment 15 est délimitée, en-dessous et sur les côtés, par une fine couche noire composée des restes finement mélangés de planches, de poutres et de tiges carbonisées] » (Chohadzhiev 2015, p. 5).



Fig. 4-26 - Amas de terre à bâtir de la couche de destruction du Bâtiment 67, secteur B2, carré 88. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale des amas. Juste au nord, une fosse de fondation avec des pierres de calage (flèche) ; b. vue vers le nord-est. Épaisseur de l'amas sud de plus de 50 cm.

Le prélèvement des fragments s'est alors déroulé couche par couche avec un nettoyage entre chaque couche. Les fragments ont été numérotés, photographiés et enregistrés au sein de leur couche microstratigraphique, en relevant leur position topographique. La couche de terre à bâtir blanchâtre et friable a été fouillée finement sans qu'aucun fragment ne soit discernable. Enfin, des prélèvements dans la couche noire organique ont été faits avant qu'elle ne soit retirée.

Au total, 132 fragments de terre à bâtir ont été prélevés dans les deux amas découverts dans le carré 88 (**fig. 4-24** et **4-26**). Le fragment (88-096) est probablement issu de la couche de destruction du Bâtiment 50 et a rejoint celle du Bâtiment 67 par le biais d'une fosse postérieure (locus 164). L'étude globale porte donc sur 131 fragments dont 129 portent des empreintes. Ainsi, 420 négatifs de pièces de bois (413) et de ligatures (7) sont étudiés. Les deux fragments ne portant pas d'empreinte (88-036 et 88-041) peuvent être rattachés à une structure architecturale et restent dans l'effectif de l'étude.

Lors de l'étude, nous avons confronté le matériel architectural identifié dès la première étude et celui dont les fonctions n'ont pas pu être établies. Les données interprétatives (position des fragments, orientations des empreintes, morphologies, etc.) ont été alors affinées et précisées, et ont permis de corriger les éventuelles erreurs et d'identifier les positions architecturales d'autres fragments.



Fig. 4-27 - Couche noire organique du Bâtiment 67, secteur B, carrés 87-97 en 2014. Cliché par A. Chohadzhiev.

Un repositionnement microstratigraphique a été ensuite opéré en utilisant le relevé topographique “fragment par fragment” fait lors du prélèvement du matériel. Ainsi, les fragments dont l’origine architecturale n’a pas pu être identifiée dans un premier temps ont été réévalués au sein de leur contexte microstratigraphique, en comparaison avec les caractéristiques observées sur les fragments voisins.

b. La terre à bâtir et les empreintes de bois

La terre à bâtir utilisée pour la construction du Bâtiment 67 est assez homogène quel que soit l’élément architectural étudié. Les inclusions de galets, de tessons et de coquilles sont plutôt rares et le dégraissant végétal est essentiellement constitué de fragments de paille qui n’excèdent que rarement 2 mm de diamètre. Certains fragments architecturaux laissent penser que de la balle, en moindre quantité, est également utilisée. Les inclusions de cailloux calcaires sont très fréquentes. Il est probable que la matière première argileuse ait été récoltée à proximité du tell, mais seule une comparaison entre une étude minéralogique de la terre à bâtir et une étude micromorphologique du terrain environnant (étude en cours de L. Ferland) permettrait de l’affirmer.

L’enregistrement des dimensions des empreintes laissées par les pièces de bois des armatures végétales indique 14 types de pièce différents, dont les deux plus courants sont les petites perches avec 220 négatifs (diamètre allant de 1 à 3 cm) et les baguettes avec 99 négatifs (diamètre inférieur à 1 cm) (**fig. 4-28**).

c. Deux fonctions architecturales dominantes

Au total, six fonctions architecturales sont identifiées par les négatifs de pièces de bois. Les premières observations des fragments et l’étude des empreintes mettent directement en évidence deux d’entre elles : les baguettes de plancher et les baguettes de clayonnage. Cette première interprétation est liée à la position des fragments lors de la découverte, aux orientations des empreintes, à leur morphologie (rectiligne ou courbe), à leur disposition (superposées, parallèles, sécantes, jointives), ainsi qu’à leurs dimensions. Ces deux catégories permettent alors de rattacher à un mur ou à un plancher les fragments portant ces empreintes.

Seuls 32 des 131 fragments prélevés ne sont pas rattachés à un élément architectural du Bâtiment 67 (mur ou plancher). Parmi les fragments dont l’origine architecturale a pu être identifiée, 196 empreintes sont celles de baguettes de plancher et 106 celles de baguettes de clayonnage (**fig. 4-29**). Au sein des baguettes de clayonnage, 51 ont un diamètre compris entre

1 et 3 cm et 55 ont un diamètre inférieur ou égal à 1 cm. Parmi les baguettes de plancher, 155 ont un diamètre compris entre 1 et 3 cm et 34 ont un diamètre inférieur ou égal à 1 cm (fig. 4-30). Ces effectifs attestent une préférence pour des pièces de bois dont les diamètres sont plus importants dans la construction des planchers plutôt que dans celle des clayonnages (fig. 4-31). En outre, il semble que, lorsque le diamètre des petites perches est supérieur à 2,5 cm, elles ne sont pas utilisées pour la confection des clayonnages.

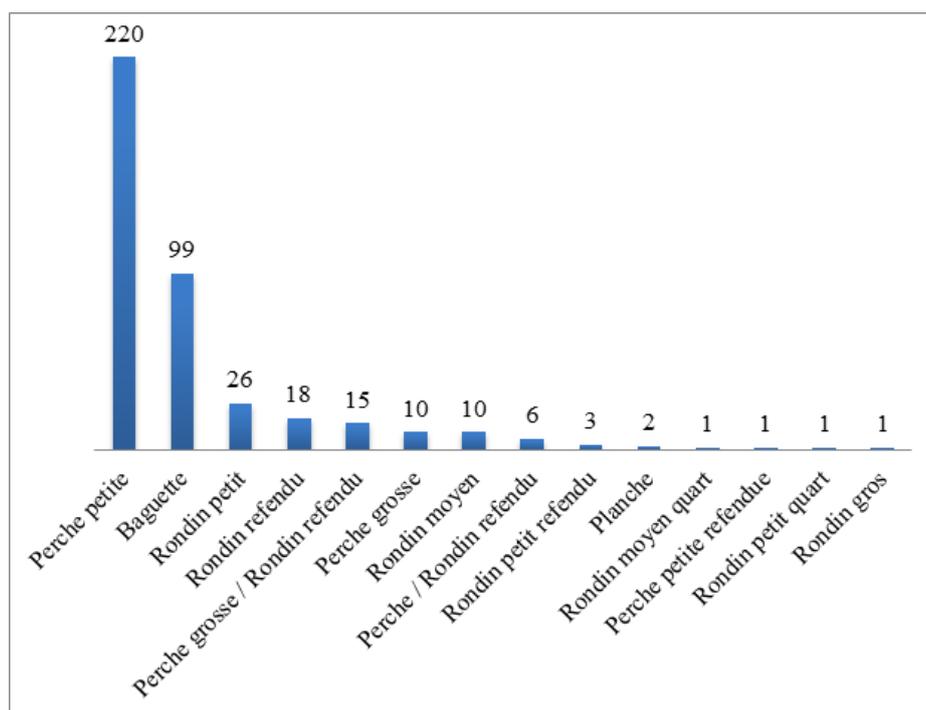


Fig. 4-28 - Effectif par types des pièces de bois identifiées à la lecture des empreintes des fragments du Bâtiment 67 (N=413).

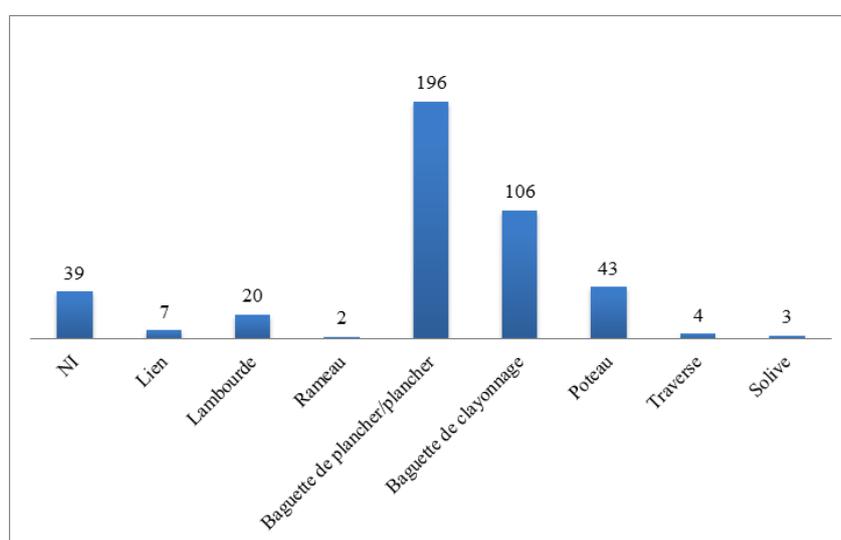


Fig. 4-29 - Effectif par fonction architecturale des pièces de bois identifiées à la lecture des empreintes des fragments (N=420).

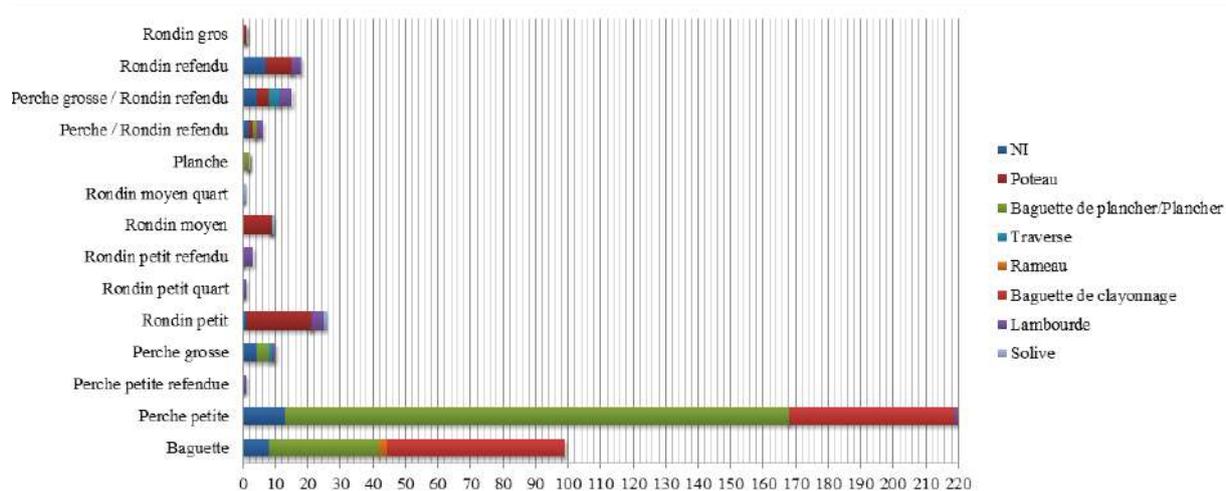


Fig. 4-30 - Nombre d'empreintes présentant une fonction architecturale par type de pièce de bois (N=413).

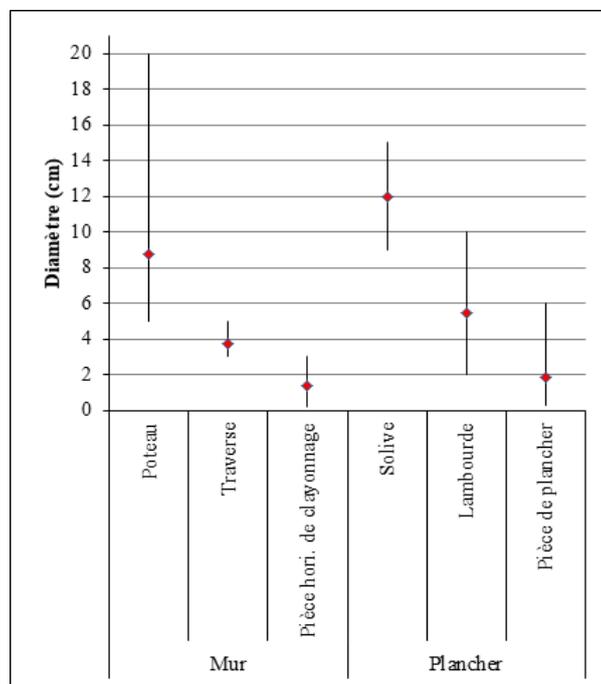


Fig. 4-31 - Diamètre minimal, maximal et moyen des pièces de bois utilisées (N=413).

d. L'étude microstratigraphique des amas

En parallèle, le repositionnement microstratigraphique des fragments permet de regrouper les quatre couches contenant des fragments en deux couches¹¹, les statistiques des niveaux 1 et 2 étant très proches, tout comme celles des niveaux 3 et 4 (**fig. 4-32a**). En excluant les fragments dont l'origine architecturale n'est pas identifiée, on obtient deux niveaux de terre à bâtir, qu'on nomme niveau 1-2 (supérieur) et niveau 3-4 (inférieur) (**fig. 4-33**). Le niveau 1-2 comprend 33 fragments issus d'un mur (soit environ deux tiers de l'effectif) et 20 fragments issus d'un plancher (soit environ un tiers). Le niveau 3-4, quant à lui, contient 9 fragments de mur (soit un cinquième) et 37 fragments de plancher (soit quatre cinquième) (**fig. 4-32b**).

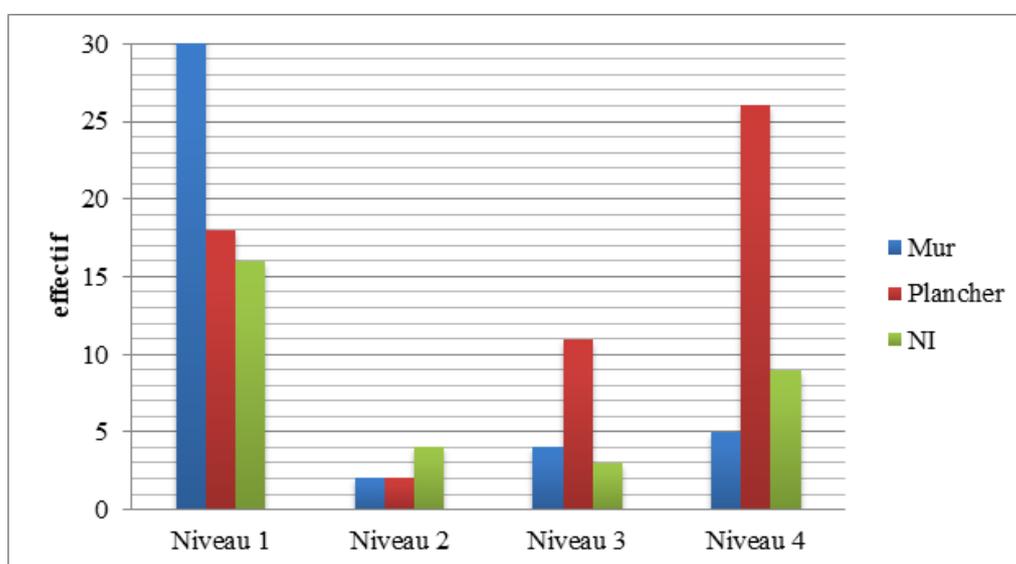


Fig. 4-32a - Nombre de fragments par élément architectural identifié ou non par couche (N=131).

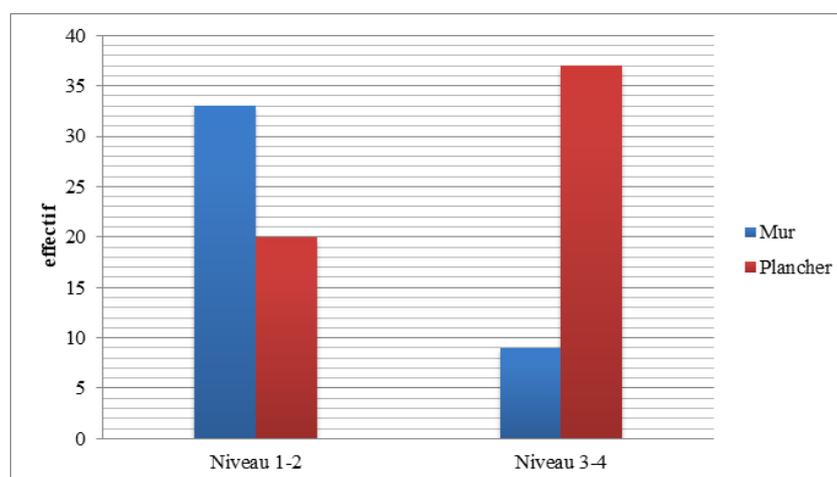


Fig. 4-32b - Nombre de fragments par élément architectural identifié par couche après regroupement en seulement deux niveaux (N=99).

¹¹ A. Chohadzhiev a directement proposé ce découpage microstratigraphique en deux niveaux des couches de terre à bâtir incendiée avec fragments en 2014 (Chohadzhiev 2015, p. 5).

Quelques restes céramiques, notamment des tessons de poterie, mais également trois pesons annulaires, ont été découverts mélangés aux niveaux 1-2 et 3-4 (fig. 4-34a, b et c), mais surtout à l'interface entre ces deux niveaux. Il en est de même pour une sole de structure de combustion découverte en 2015 (fig. 4-34d). La couche blanchâtre et friable n'a livré que quelques os calcinés. Enfin, la fine couche noire organique n'a livré aucun artefact.

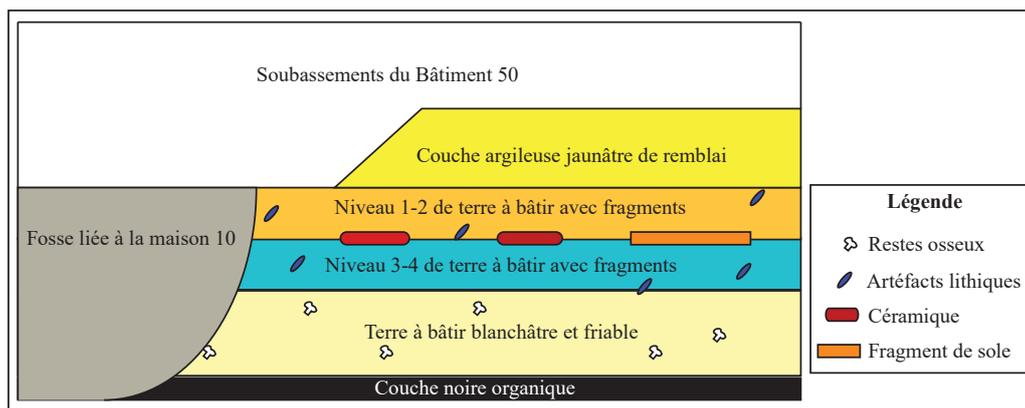


Fig. 4-33 - Schéma de la superposition des couches microstratigraphiques au sein de la couche de destruction du Bâtiment 67.



Fig. 4-34 - Vestiges en terre cuite posés situés entre les deux niveaux de terre à bâtir. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. un fragment de vase ; b. restes de céramique ; c. trois pesons en céramique ; d. vestiges d'une sole de structure de combustion.

3.2.2. Résultats préliminaires

a. Interprétation microstratigraphique

L'étude microstratigraphique des amas de terre à bâtir apporte de nouveaux éléments sur l'architecture du Bâtiment 67 et sur sa destruction. Tout d'abord, la couche noire organique retrouvée sur le sol en terre compact du bâtiment se compose des restes carbonisés des solives du plancher surélevé, mais également des restes de combustion des autres pièces de bois présents sous ce plancher. Il est possible qu'une litière végétale ait été mise en place sur le sol. La conservation de ces restes dans un état de carbonisation partielle peut être expliquée par une cuisson à l'étouffée sous les restes de terre à bâtir tombés lors de la destruction.

Les restes architecturaux de cet étage inférieur ne sont pas très nombreux. Ils doivent sûrement être rattachés à la couche blanchâtre, friable et mal cuite. En effet, cette couche est interprétée comme les restes du plafond et des coulures de torchis entre les pièces de bois de l'armature végétale du plancher surélevé¹², ainsi que comme les restes des couches de terre à bâtir des murs du niveau inférieur. La conservation du matériel architectural laisse peut-être entendre que l'origine de l'incendie se trouve à l'étage supérieur.

Le plancher d'étage est présent sous forme de fragments en majorité dans le niveau microstratigraphique 3-4 (**fig. 4-32b**). Cela témoigne du processus de destruction, puisque le plancher surélevé s'effondre avant les murs, alourdi notamment par la charpente de toit et la couverture effondrées.

Les fragments issus des murs sont majoritairement présents dans la couche 1-2, la plus haute stratigraphiquement. Celle-ci présente toutefois un pourcentage important de fragments issus du plancher. Trois facteurs anthropiques et taphonomiques l'expliquent : tout d'abord, suite à la destruction par incendie, les éléments architecturaux ne sont pas restés strictement ordonnés, les différentes portions de murs ou du plancher ont pu tomber à des moments et des endroits différents. Ensuite, les différentes fosses et tranchées postérieures, et notamment celles creusées en prévision de la construction du Bâtiment 50, perturbent les couches stratigraphiques et entraînent le mélange des couches 3-4 et 1-2. Enfin, certaines parties des fondations du Bâtiment 50 reposent directement sur la couche de destruction du Bâtiment 67 et les bâtisseurs ont nivelé le terrain et réorganisé les débris architecturaux afin d'obtenir un terrain plan pour l'édification du Bâtiment 50.

¹² Dans le registre ethnographique, notamment dans les maisons rurales du village de Petko Karavelovo (étude personnelle), il est courant de voir de la terre à bâtir couler entre les pièces de l'armature du plancher d'étage. On trouve des exemples de ce genre également en France (Gardère 2014, p. 3, fig. 1 et 2).

b. Les murs : mode d'agencement, techniques de fondation et d'assemblage

Si l'on exclut le mur sud décrit précédemment (*cf.* plus haut, p. 189) et non étudié ici, les murs périphériques du Bâtiment 67 sont construits en torchis sur clayonnage (**fig. 4-35a et b**). Dans un premier temps, les armatures végétales des murs sont composées de poteaux, de traverses et de baguettes de clayonnage (déjà détaillées plus haut). Au total, 43 empreintes de poteaux sont connues (**fig. 4-29**). 20 poteaux ont des diamètres compris entre 5 et 10 cm, un autre a un diamètre supérieur à 2 cm et est refendu, quatre ont des diamètres supérieurs à 3 cm et sont refendus, huit ont des diamètres supérieurs à 5 cm et sont refendus, et enfin un dernier a un diamètre de 20 cm (**fig. 4-30**). Le diamètre moyen de ces poteaux est de 8,7 cm, pour une étendue allant de 2 à 20 cm. Une minorité (13) est refendue, toutefois, il convient de rappeler que les empreintes arrondies ne représentent qu'une partie de la pièce de bois. L'autre face peut tout aussi bien être arrondie que plane. Les quatre traverses ont des diamètres qui sont compris entre 3 et 5 cm. Trois d'entre elles sont refendues (**fig. 4-35c**).

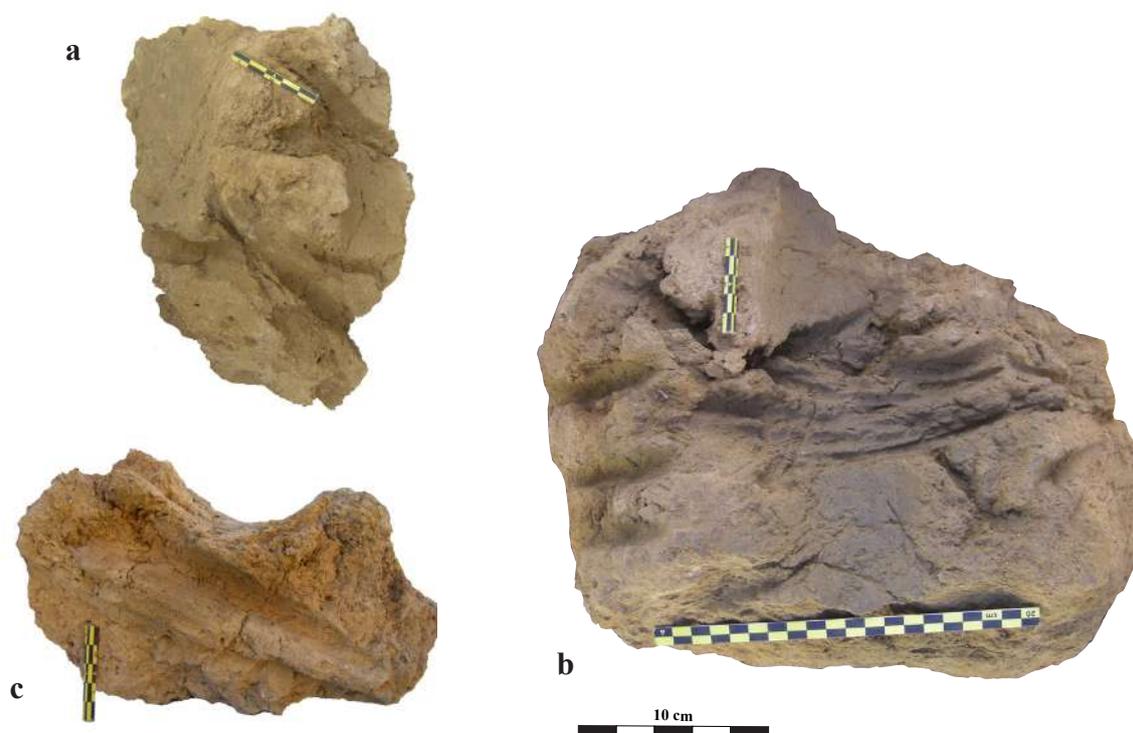


Fig. 4-35 - Fragments de terre à bâtir issus des murs du Bâtiment 67. Éch. 1:4. a. fragment 88-085 présentant deux empreintes de poteaux et celles des baguettes de clayonnage entrelacées à ces poteaux ; b. fragment 88-114 présentant trois empreintes de poteaux et les empreintes de baguettes de clayonnage qui leur sont entrelacées (possible présence d'un lien végétal) ; c. fragment 88-055 présentant deux empreintes de poteau vues en coupe et une empreinte de traverse qui leur est perpendiculaire. La traverse est refendue.

Concernant l'agencement des pièces de bois des armatures végétales des murs, les poteaux sont disposés à intervalles réguliers et peu espacés. Ils sont fondés dans des trous de poteau au fond de tranchées de fondation dont la largeur et la profondeur sont d'environ 50 cm. Les baguettes de clayonnage ne sont pas disposées de manière régulière : elles peuvent être serrées entre elles ou présenter des espaces de plusieurs centimètres. Quelques traverses sont installées pour relier les poteaux entre eux, ces pièces sont assemblées à l'aide de ligatures, potentiellement d'origine végétale.

Les parements des murs sont hourdis de plusieurs enduits de terre à bâtir successifs (**fig. 4-36a**). Les enduits sont dégraissés de plus en plus finement à la paille et à la balle, et leurs épaisseurs sont de plus en plus réduites à mesure que l'on s'approche de l'extérieur du mur. Le dernier enduit à l'intérieur du bâtiment est, au moins partiellement, recouvert d'un badigeon de couleur rouge (**fig. 4-36b**). Ces enduits colorés sont découverts face badigeonnée contre la couche microstratigraphique 3-4. Au total, les murs atteignent près de 40 cm d'épaisseur.

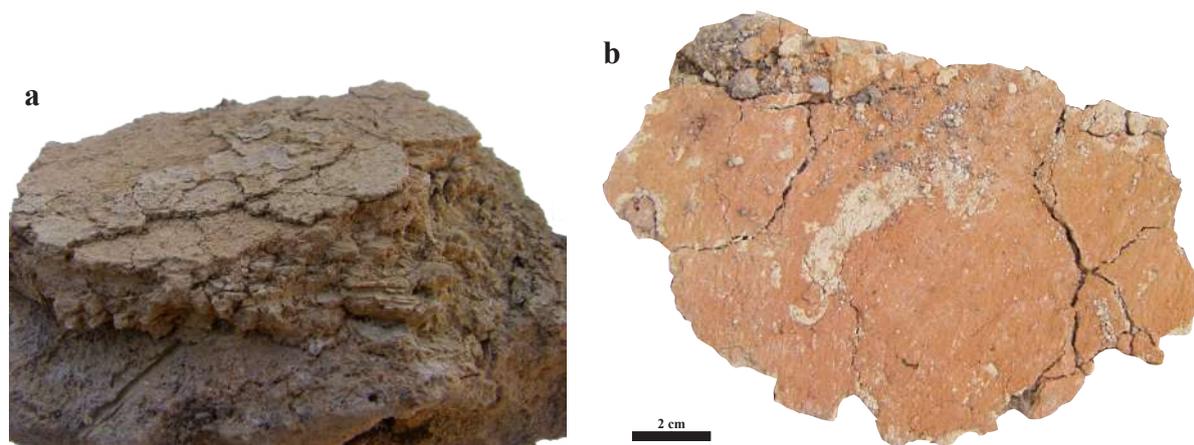


Fig. 4-36 - Fragment en terre à bâtir ayant leurs enduits de finition préservés. Éch. 1:2. a. fragment 88-050 présentant une superposition de plusieurs fines couches d'enduit. La dernière est un badigeon blanchâtre d'un demi millimètre d'épaisseur ; b. fragment 88-041 recouvert d'une couche de peinture rouge.

c. Le plancher surélevé : mode d'agencement des matériaux

Les éléments présentés précédemment permettent d'affirmer la présence d'un plancher surélevé, soutenu notamment par les poteaux en rangées longitudinales à l'intérieur du bâtiment. Ces poteaux sont fondés dans les fosses à l'intérieur du bâtiment, à une profondeur proche d'un mètre. L'armature en bois de ce plancher est composée de solives pour lesquelles trois exemplaires – dont un refendu – sont identifiés. Leurs diamètres sont compris entre 9 et 15 cm, pour un diamètre moyen de 12 cm (**fig. 4-31**). Sur ces solives, reposent perpendiculairement des lambourdes attestées par 20 exemplaires : deux ont des diamètres originels compris entre

2 et 3 cm dont une est refendue, une a un diamètre originel compris entre 3 et 5 cm, huit ont des diamètres d'origine compris entre 5 et 10 cm dont quatre sont refendues, deux ont un diamètre supérieur à 2 cm et sont refendues, quatre ont des diamètres supérieurs à 3 cm et sont refendues et enfin trois ont des diamètres supérieurs à 5 cm (fig. 4-30). En moyenne, le diamètre des lambourdes est de 5,5 cm, pour une étendue de 2 à 10 cm (fig. 4-31). Les lambourdes soutiennent à leur tour un lit végétal composé des baguettes de plancher. En plus des 34 baguettes (diamètre inférieur à 1 cm) et des 155 petites perches (diamètre compris entre 1 et 3 cm), on connaît une pièce de bois refendue dont le diamètre est supérieur à 3 cm et deux pièces s'apparentant à des planches (fig. 4-37) dont les dimensions connues sont 11 x 6 x 1 cm et 4 x 3 x 1,5 cm (L x l x ép.).

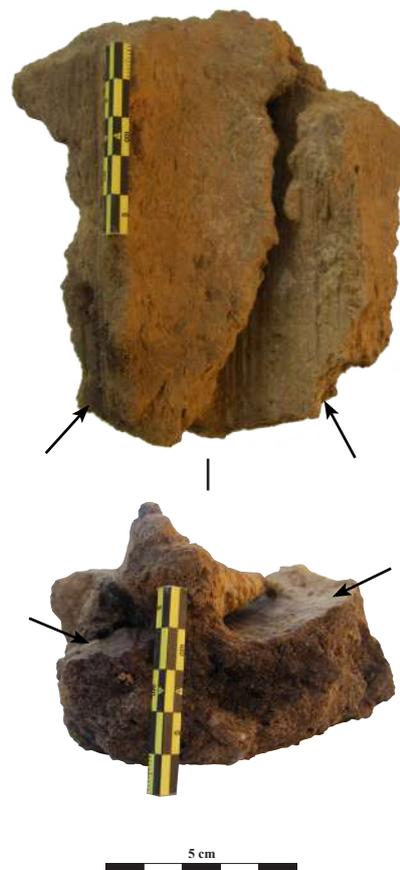


Fig. 4-37 - Fragment 88-122 issu de l'armature du plancher et présentant les empreintes de deux planches. Éch. 1:2.



Fig. 4-38 - Vue de détail du fragment 88-131 présentant un petit rameau (flèche) d'une des perches constituant le lit végétal du plancher. Éch. 1:2.

En ce qui concerne l'agencement des pièces de bois entre elles, l'absence de fragments avec deux empreintes de solives, ne permet pas d'évaluer leur espacement. Les lambourdes, elles, montrent une disposition variable entre des pièces jointives et d'autres espacées de 6 cm. Le lit végétal a vocation à supporter la terre à bâtir en étant le plus étanche possible. L'agencement des pièces n'est donc pas régulier : elles peuvent être jointives, superposées, sécantes, *etc.* Certaines ne sont d'ailleurs pas ébranchées comme en témoignent les rameaux (**fig. 4-38**).

Cette armature végétale est recouverte d'au moins deux couches superposées de terre à bâtir d'environ 10 cm d'épaisseur globale (**fig. 4-39**). La terre utilisée est la même pour les deux couches qui semblent donc être appliquées durant la même phase de construction. Elle est légèrement moins dégraissée que celle des murs et est surtout plus compacte.



Fig. 4-39 - Fragment 88-036 issu du plancher présentant la superposition de deux couches de terre à bâtir dont un enduit épais de 3 à 4 cm. Éch. 1:2.

3.2.2. Les restes végétaux

Neuf échantillons de charbon ont été prélevés dans les couches de destruction du Bâtiment 67.

Deux échantillons ne peuvent pas être rattachés à la construction et sont identifiés comme du chêne (*Quercus* sp.). Cinq autres proviennent de contextes architecturaux de manière plus certaine : deux fragments d'érable champêtre (*Acer campestre*), deux de chêne et un de noisetier (*Corylus avellana*). En outre, un poteau provenant de l'armature du mur nord est identifié comme du chêne et une baguette du lit végétal de l'armature du plancher comme du noisetier.

3.3. Résultats et interprétation

Le Bâtiment 67 du site de Petko Karavelovo est donc un édifice rectangulaire (15-16 m par 7,50 m) d'une seule pièce, dont le pignon sud est de forme absidale. Mis à part le mur sud qui semble construit en torchis banché (*cf.* plus haut, p. 189-190), les autres murs périphériques sont érigés en torchis sur clayonnage plus ou moins lâche, dont certains poteaux sont en chêne. Agrémentés de plusieurs enduits de terre à bâtir, ces murs sont recouverts – par endroit du moins – du côté intérieur du bâtiment d'un badigeon rouge et font environ 40 cm d'épaisseur. Le bâtiment possède un plancher d'étage construit sur une armature en bois, composée de solives supportant des lambourdes perpendiculaires légèrement espacées. Ces lambourdes soutiennent à leur tour un lit végétal fait majoritairement de baguettes et de petites perches, dont la seule qui a fait l'objet d'une identification anthracologique est en noisetier. Plusieurs couches de terre à bâtir compacte, d'au moins 15 cm d'épaisseur au total, reposent sur cette structure végétale.

La question de l'utilisation du plancher surélevé comme lieu domestique reste entière malgré l'étude technologique des vestiges architecturaux. D'autres sites dans les Balkans méridionaux au Néolithique présentent des structures comparables (Kalchev 2013, p. 23 et 90-91 ; Aslanis 2010, p. 38 et 41). Le matériel lithique poli et taillé découvert au sein des couches correspondant au Bâtiment 67 se trouve en totalité dans les niveaux 1-2 et 3-4. Toutefois, il n'est pas possible à ce stade de proposer une répartition microstratigraphique plus précise de ces artefacts en pierre. En revanche, les informations acquises par la position du matériel céramique renseignent de manière significative sur l'utilisation de ce plancher. En effet, les fragments les plus importants de vases en céramique ont été retrouvés à l'interface entre le niveau 1-2 et le niveau 3-4, posés sur ce dernier (**fig. 4-34b**). En outre, trois pesons annulaires ont été découverts à l'intérieur de la couche 3-4 posés sur les fragments de planchers (**fig. -34c**).

En plus de ce mobilier céramique qui appuie déjà l'hypothèse d'un plancher d'étage, les restes d'un four ont été découverts dans le quart nord-est du bâtiment en 2014 (**fig. 4-34d**). La structure de combustion est très fragmentée, mais les vestiges sont placés au-dessus de la couche assimilée au niveau 3-4. Le plancher surélevé semble donc être un niveau habité.

Le matériel archéologique découvert dans la couche blanchâtre et friable est composé exclusivement d'os calcinés. Aucun tesson de céramique, ni artefact lithique n'y a été découvert. Il semble donc que le plancher surélevé doive être considéré comme le seul niveau d'habitat du Bâtiment 67 et qu'il s'apparente à un rez-de-chaussée surélevé (**fig. 4-40**). Ainsi,

le niveau inférieur du bâtiment a pu servir comme simple vide sanitaire, voire comme lieu de stabulation. Cet espace est au niveau du sol, sans aucun creusement.

Malgré cette étude approfondie du matériel issu de la destruction du Bâtiment 67, beaucoup d'incertitudes subsistent sur les détails architecturaux. Cela peut s'expliquer par le processus de destruction du bâtiment et l'aménagement du terrain par les constructeurs postérieurs, mais également par l'état de conservation lié à la nature même des matériaux utilisés. Ainsi, certaines données comme la toiture, la jonction entre les murs et le plancher surélevé, le moyen d'atteindre ce plancher ou encore la présence et l'emplacement des ouvertures (baie de porte et/ou de fenêtre) restent difficiles à appréhender.

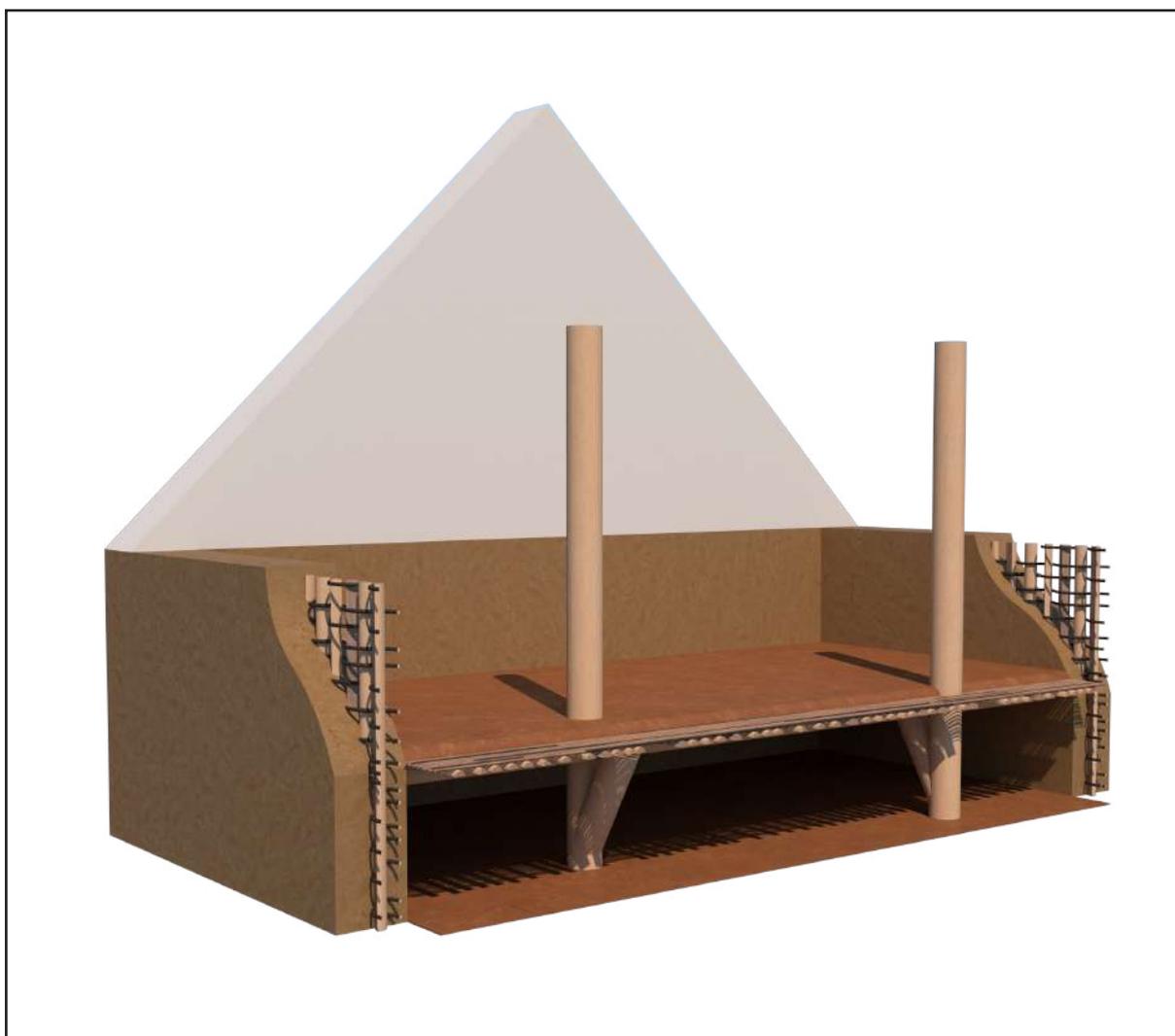


Fig. 4-40 - Reconstitution hypothétique du Bâtiment 67. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible.

4. Le Bâtiment 50

4.1. Les données architecturales jusqu'en 2017

Le Bâtiment 50, appelé également Maison 10 dans la littérature archéologique, est directement superposé au Bâtiment 67 dont les vestiges architecturaux ont été remaniés et nivelés afin d'asseoir le Bâtiment 50. Il fait partie du troisième niveau d'occupation (PK-A3) du site et date de 4856-4733 av. n. è. (Tsirtsoni 2021, p. 385). Même si du matériel architectural provenant de la destruction de cet édifice a été découvert sur près de 17 m de long, le bâtiment ne mesure que 13,50 m par 7,20 m (**fig. 4-41**). Il a une forme quadrangulaire et bien qu'aucune étude architecturale exhaustive n'ait été menée, il est fort probable qu'il soit pourvu d'un plancher surélevé. Le premier indice en est la couche de vestiges architecturaux qui a une épaisseur moyenne de 85 cm (maximum : 90 cm) ; le deuxième est la présence de certains fragments de terre à bâtir dont les empreintes semblent montrer un mode d'agencement en lit végétal, sur lequel reposent des couches de terre. Une grande partie du mur ouest et de ses alentours a été détruit par le creusement de la tranchée pour installer un tuyau d'irrigation dans les années 1970. Toutefois, l'ouverture du secteur B2 et le léger désaxement du bâtiment (12 à 14°) sud-ouest – nord-est ont permis de mettre au jour quelques vestiges de ce mur occidental (Chohadzhiev 2015, p. 3-4, 2018, p. 4, 2021).

L'organisation microstratigraphique des vestiges du Bâtiment 50 est en réalité très proche de celle du Bâtiment 67. Au cours des fouilles, quatre couches ont été détectées :

- 1) La plus haute est constituée de gros fragments de terre à bâtir très brûlée avec de petites empreintes arrondies ou planes de pièces de bois. L'ensemble des artefacts découverts dans le bâtiment provient de cette couche.
- 2) Juste au-dessous, se trouve une épaisse couche de terre à bâtir avec de grosses empreintes arrondies ou planes de bois, dont le diamètre peut atteindre 20 cm. La couche de terre à bâtir est constituée de multiples enduits, au nombre minimum de 20. Sur cette couche, à l'interface avec la précédente, se trouvent les restes d'un four dans la partie nord du bâtiment.
- 3) La troisième couche en partant du haut correspond à une épaisse couche de terre à bâtir friable et blanchâtre. Elle ne contient aucun artefact : seuls quelques fragments osseux complètement brûlés sont attestés.
- 4) Enfin, le niveau le plus bas s'apparente à une fine couche noire et organique avec des restes de pièces de bois.

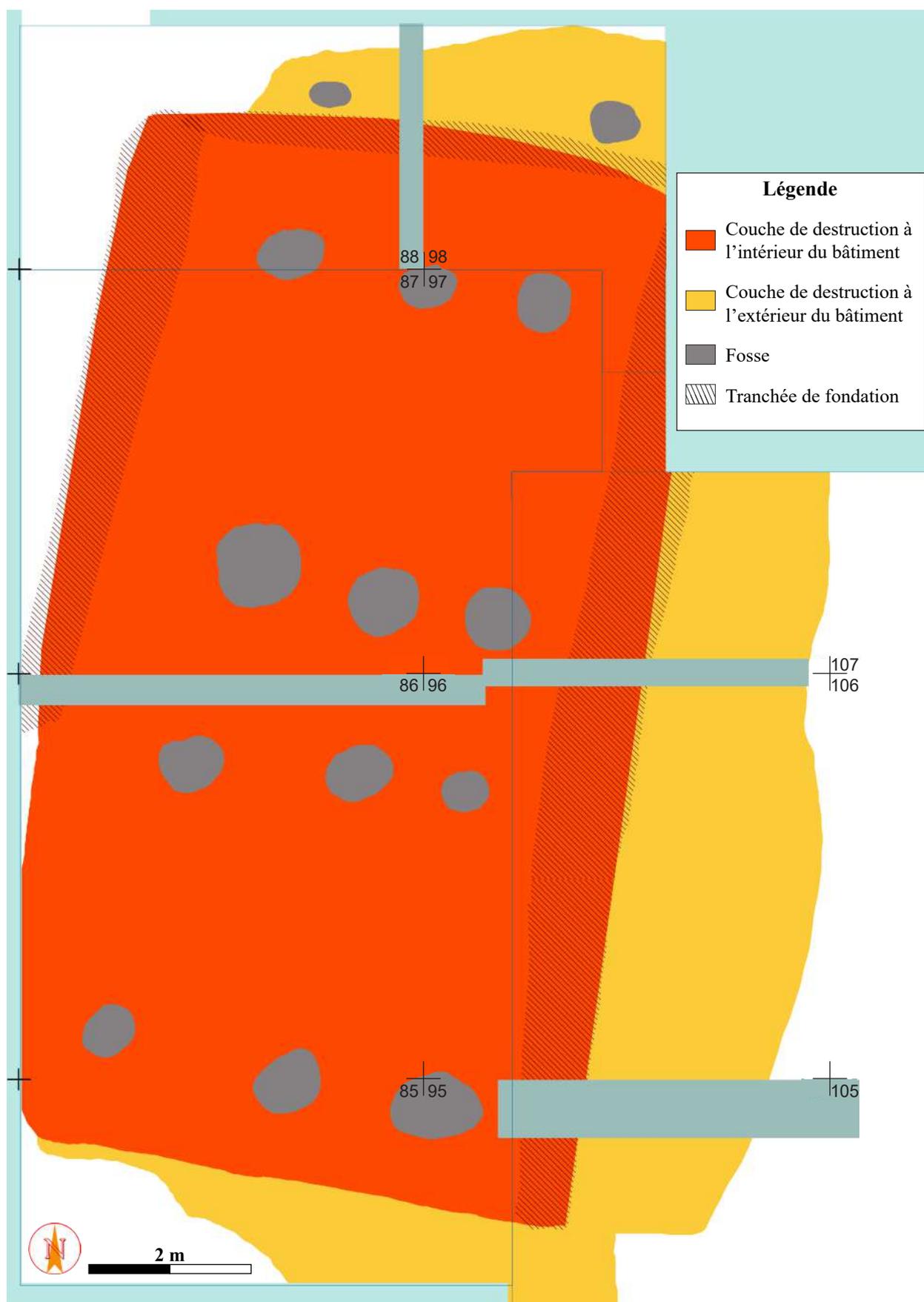


Fig. 4-41 - Plan du Bâtiment 50. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.

Aucune étude exhaustive du bâtiment n'a été entreprise, mais l'observation de ces couches sur le terrain et leur ressemblance avec celles du Bâtiment 67 semblent indiquer un bâtiment à étage sur lequel se trouve la partie domestique du bâtiment (four, céramique, artefacts lithiques) (Chohadzhiev 2015, p. 3-4).

4.2. Les restes végétaux

Parmi le matériel anthracologique, 13 échantillons en lien avec l'architecture ont été prélevés dans les couches de destruction du Bâtiment 50.

11 échantillons sont issus de poteaux : quatre poteaux internes, cinq poteaux du mur ouest et deux du mur nord. Dix échantillons sont du chêne et le dernier n'a pas pu être identifié. Deux autres échantillons proviennent d'éléments architecturaux dont le type exact n'a pas pu être précisé.

5. Le Bâtiment 155

5.1. Les données architecturales jusqu'en 2017

La Bâtiment 155 n'est connue que sur une surface d'environ 2 m² dans l'angle nord-est du secteur B2 (carré 98) (**fig. 4-42**). Il s'agit probablement d'un bâtiment en terre sur armature de bois construit en partie directement sur les vestiges architecturaux nivelés du Bâtiment 50 et en partie décalé au nord-est du Bâtiment 50. L'épaisseur de la couche de destruction de l'édifice 155, de 30 cm environ, est relativement réduite par rapport aux trois bâtiments décrits précédemment. Les restes céramiques de ce niveau sont caractéristiques de la transition entre les phases A et B (Chohadzhiev 2018, p. 3-4). Cette structure est datée du cinquième horizon du site (PK-B1), autour de 4807-4657 av. n. è. (Tsirtsoni 2021, p. 387).

5.2. L'étude technique et anthracologique

Proche de la paroi est du carré 98, une structure carbonisée en bois a été découverte (**fig. 4-43**) (Bacoup 2020a, § 25). Datée de la phase PK-B2, elle correspond au locus le plus récent étudié dans le secteur B2.

Six planches orientées est-ouest sont disposées sur une lambourde, perpendiculaire aux planches. Ces dernières ont des largeurs qui varient entre 12,5 et 19 cm. Trois planches ont été analysées par anthracologie : elles sont en chêne (S.17.26 ; S.17.25 ; S.17.28). La seule

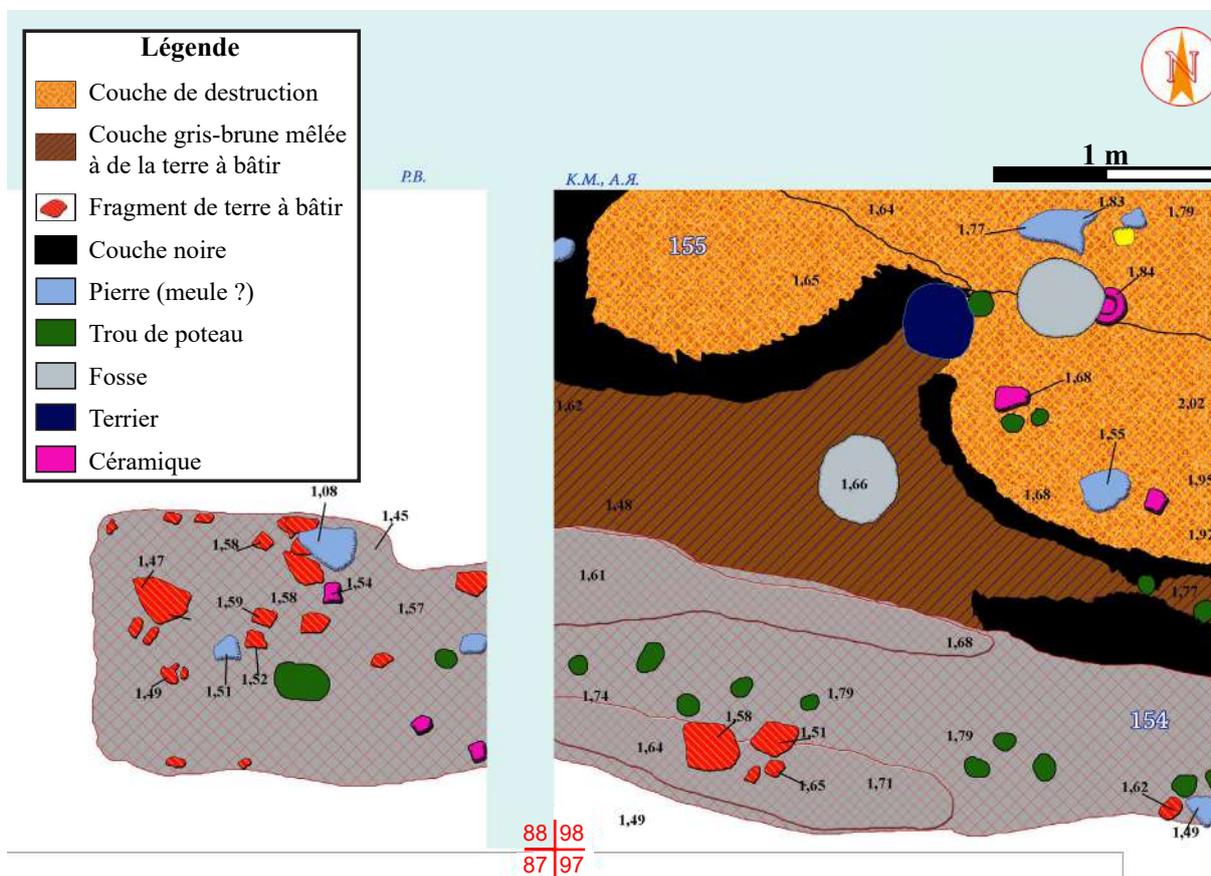


Fig. 4-42 - Relevé de la partie du Bâtiment 155 retrouvée dans le secteur B2, carré 98. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev.

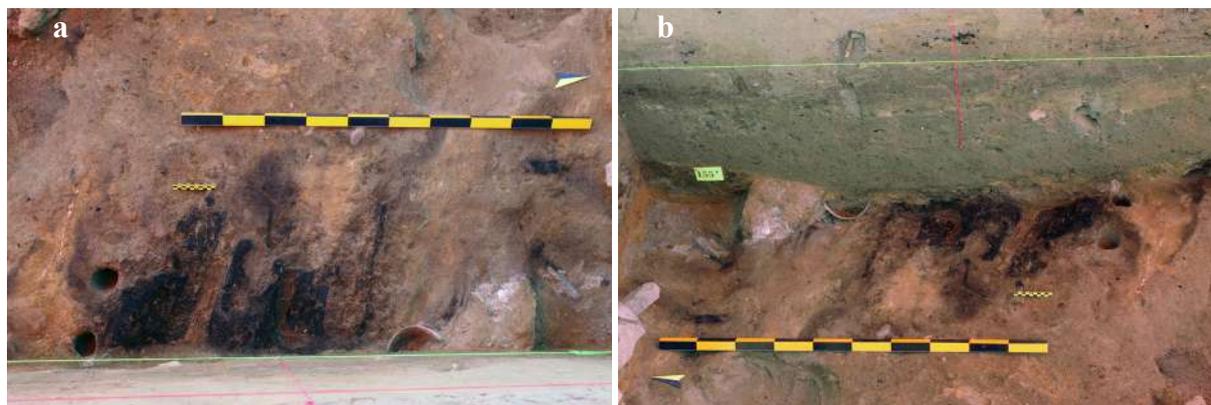


Fig. 4-43 - Plate-forme carbonisée du Bâtiment 155 découverte contre le profil est du secteur B2, carré 98. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale ; b. vue vers l'est.

lambourde conservée (098-006) a un diamètre de 5 cm et semble posée à même le sol. Comme les planches, elle est également en chêne. Aucun assemblage n'a pu être décelé lors de la fouille de cette structure.

En parallèle, 12 autres pièces de bois provenant de cette structure ou de ses environs directs ont été décrites et sept ont été étudiées par anthracologie. L'une d'entre elles provient d'un poteau (098-018) fondé dans le TP-002 juste au sud des planches carbonisées (**fig. 4-43a**). Ce poteau dont le diamètre est inférieur à 6 cm (diamètre du trou de poteau) est également en chêne.

Les autres pièces ont des sections circulaires ou semi-circulaires dont les diamètres sont compris en 4 et 12 cm. Leur provenance architecturale n'est pas certaine (un banc ? un appentis au-dessus de la plate-forme soutenue par le poteau 098-018 ? *etc.*), mais il est fort probable que ces pièces, dont quatre sont en chêne et deux en frêne, soient issues d'une structure architecturale.

Afin d'inscrire ce bâtiment dans le plan général du site, il serait nécessaire d'ouvrir un secteur à l'est du secteur B2. À l'image des plates-formes 170W et 170N (*cf.* plus haut, p. 183), la plate-forme du Bâtiment 155 pourrait être une avancée extérieure en bois à l'ouest de l'édifice qui n'a pas encore été entièrement fouillé. Cette hypothèse est également corroborée par une autre découverte à l'ouest du Bâtiment D3 (*cf.* plus bas, p. 228).

Chapitre 3 – Les secteurs E et F

1. Présentation : fouilles, stratigraphie et chronologie

Le secteur E s'étend sur trois carrés de 25 m² chacun, il a une largeur (est-ouest) de 5 m pour une longueur (nord-sud) de 15 m (**fig. 4-03**). Le secteur F est une extension vers l'ouest de la partie nord du secteur E. Il mesure 4 m de large pour 6,80 m de long.

L'ouverture des secteurs E, d'abord, et F, ensuite, avait pour objectif principal de dégager le Bâtiment D3 dont les vestiges apparus en 2017 dans le profil ouest du secteur D étaient prometteurs. En parallèle, l'ouverture aux fouilles du secteur E offre la possibilité d'enregistrer et d'étudier plus en détail les occupations de la phase C qui n'avaient été qu'effleurées dans le secteur B. Cinq niveaux d'occupation dont le plus ancien daterait de la transition entre les phases B et C ont été identifiés dans le secteur E au-dessus du Bâtiment D3 (**fig. 4-44**). Dans le secteur F, un bâtiment, ainsi qu'une structure encore non définie, tous deux postérieurs à l'édifice D3, ont été également mis au jour. En 2020, la fouille du Bâtiment D3 s'est achevée sur l'ensemble des deux secteurs. Il n'est toujours pas dégagé sur toute sa surface, qui s'étend encore au sud du secteur F et à l'ouest du secteur E. Les autres constructions répertoriées dans

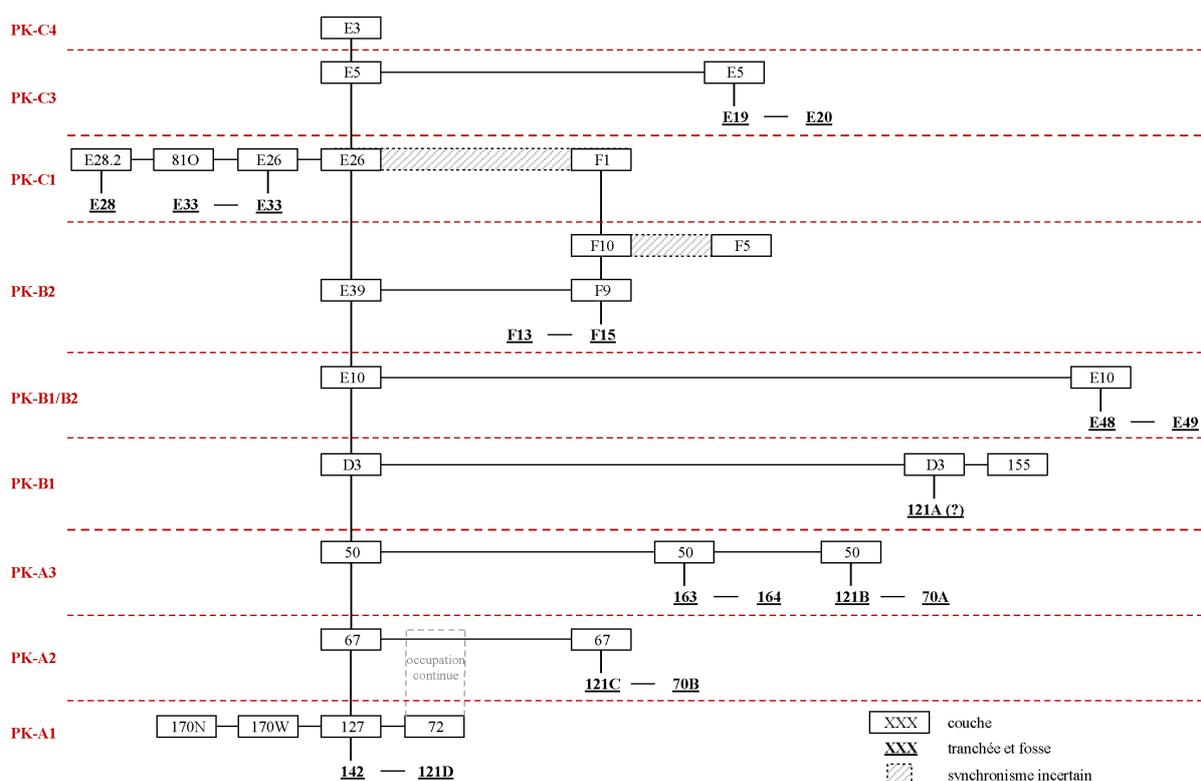


Fig. 4-44 - Diagramme stratigraphique des loci étudiés dans les secteurs B, B2, E et F.

ces secteurs n'ont pas non plus été dégagés entièrement, mais la plupart ont livré des données suffisantes pour proposer des reconstitutions architecturales et identifier les techniques de construction (Chohadzhiev et al. 2019, 2020a, 2021a).

Contrairement aux secteurs précédents, les secteurs E et F ont pu faire l'objet dès leur ouverture d'une étude exhaustive des vestiges architecturaux. Néanmoins, seuls trois bâtiments ont livré du matériel architectural suffisamment préservé pour une telle étude : les Bâtiments D3, E10 et E5. En revanche, le matériel anthracologique de la majorité des niveaux d'occupations a été étudié : seul le Bâtiment E3, situé dans le niveau supérieur, est exclu de l'étude car il a livré un matériel peu significatif. Ainsi, 1185 pièces de bois conservées en négatif ou en positif ont été étudiées d'un point de vue techno-morphologique et/ou anthracologique.

2. Le Bâtiment D3

2.1. Les données de terrain

2.1.1. Le bâtiment

Le Bâtiment D3 est le plus grand édifice mis au jour sur le tell de Petko Karavelovo. Il atteint 10,3 m de large et au minimum 14,5 m de long, soit une surface minimale de 149 m² (**fig. 4-45** et **4-46**). Le mur nord n'est pas conservé, car il a été détruit par une tranchée de fondation postérieure. Le mur sud n'a pas été dégagé, car il est situé plus au sud, au-delà de la limite méridionale du sondage E. Le Bâtiment D3, également du cinquième horizon d'occupation du site (PK-B1), a été utilisé entre 4759 et 4605 av. n. è. (Chohadzhiev 2020, p. 4-6 ; Tsirtsoni 2021, p. 387).

À l'image des autres bâtiments du site, la couche de destruction de l'édifice D3 est grandement percée par des fosses et des tranchées postérieures. Elle est en moyenne épaisse de 30 cm (allant de 20 à 50 cm) et repose sur une couche noire organique épaisse de 3 à 5 cm correspondant probablement à un radier de bois sur lequel le sol du bâtiment était construit. Les restes de cet édifice se trouvent « *sur une marche* », c'est-à-dire que les vestiges de la partie nord du bâtiment sont situés 60 à 80 cm plus haut que ceux de la partie sud et que le passage d'une altitude à l'autre se fait de manière assez brutale (**fig. 4-47**). Au moment de la rédaction de ce mémoire, le sol vierge n'a pas encore été atteint sur l'ensemble des secteurs E et F, mais un premier sondage dans une fosse permet de voir que cette «marche» correspond au relief naturel sous-jacent aux installations humaines sur le site. Il est difficile de dire si cette pente

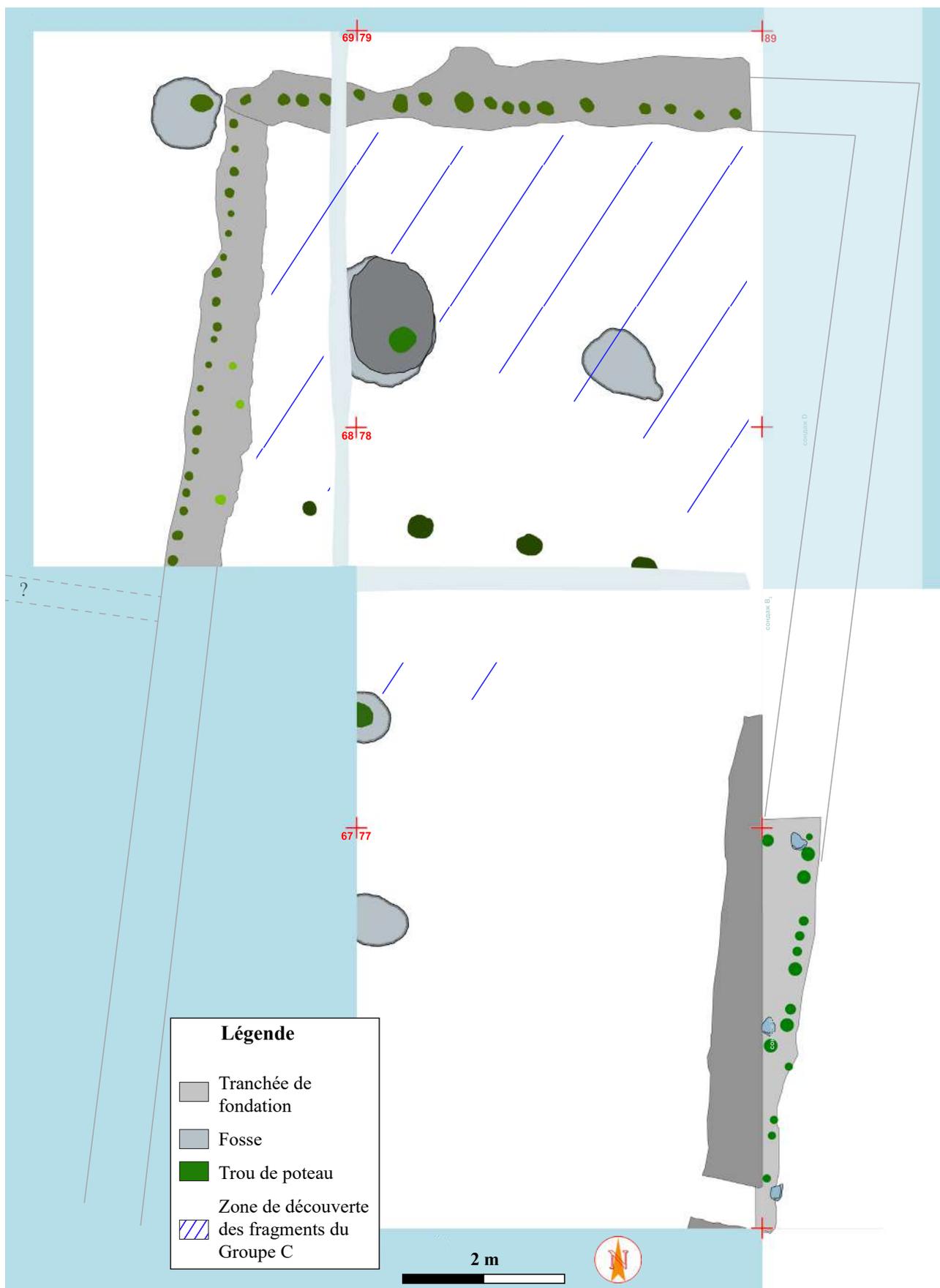


Fig. 4-45 - Plan du Bâtiment D3. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhev.

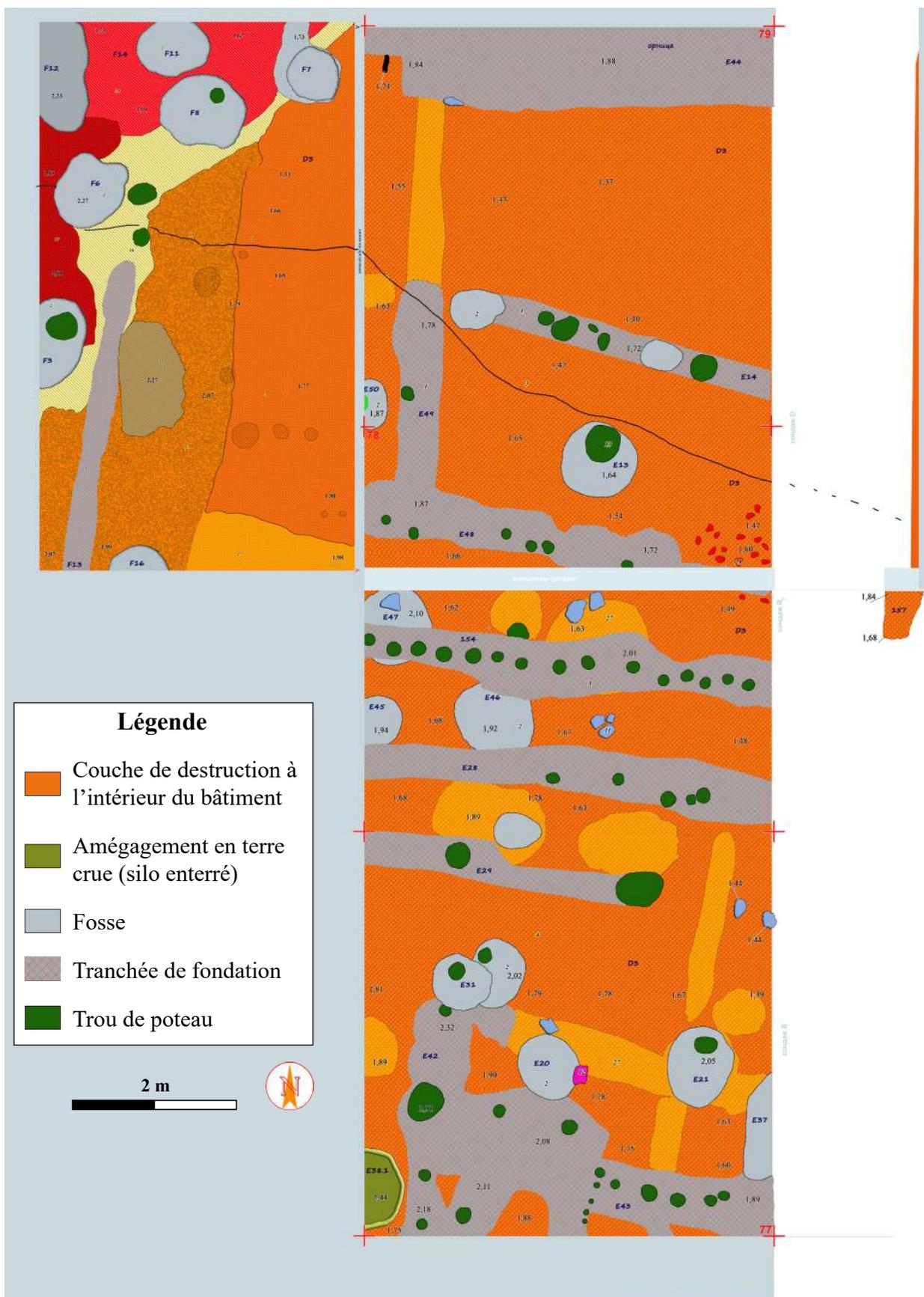


Fig. 4-46 - Couche de destruction du Bâtiment D3. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhev.



Fig. 4-47 - Fin de fouille du Bâtiment D3. Vue de la berme ouest du secteur E avec la « marche » et la faible épaisseur de terre agricole au-dessus de la couche de destruction dans la partie nord. Cliché par A. Chohadzhiev.

était toujours présente au moment de la construction du Bâtiment D3 ou si les bâtisseurs de cet édifice et des édifices antérieurs avaient nivelé le terrain. Il est possible qu'un affaissement de la zone, postérieur à la destruction de D3, soit à l'origine de cette « marche ». La suite de la fouille apportera sans doute des éléments de réponse.

Ce bâtiment n'a pas seulement des dimensions exceptionnelles. Il a aussi livré plus de 120 récipients en céramique. Il n'existe pas, sur le site de Petko Karavelovo, de « complexe céramique aussi riche, en quantité et en qualité, et si bien conservé »¹³.

2.1.2. Le matériel d'étude

Au terme des deux campagnes d'investigation du Bâtiment D3 (Bacoup 2020b, 2021b), la surface fouillée de ce bâtiment atteint près de 90 m². Malgré la grande superficie et l'épaisseur – atteignant plus de 50 cm de haut – de la couche de destruction, peu de fragments ont pu être prélevés par rapport aux autres bâtiments. Par exemple, le Bâtiment D3 a livré

¹³ « жилище с толкова богат и като количество, и като качество, и толкова добре съхранен керамичен комплекс. » (Chohadzhiev 2020, p. 4). Pour un premier rapport détaillé sur la céramique cf. Chohadzhiev 2020, p. 6.

238 fragments contre 132 pour les 12 m² étudiés du Bâtiment 67 (épaisseur de la couche : 70 cm ; *cf.* plus haut, p. 191 ; Bacoup 2018a, p. 8, 2018b, p. 25). L'épaisse couche de vestiges est principalement composée de céramique et de « poussière » de terre à bâtir (**fig. 4-48** et **4-49**).

La zone ayant livré le plus de fragments architecturaux se situe au niveau de la descente de la «marche» qui caractérise le terrain d'installation du Bâtiment D3. Sur sa partie haute, ainsi que sur le terrain plan qui s'étend plus au nord, le niveau de destruction apparaît rapidement sous la couche de terre cultivée (**fig. 4-47**). Ce niveau de destruction semble n'être composé que d'une couche de terre à bâtir. Toutefois, il est possible que cela soit dû à l'activité agricole.

Au niveau de la «marche», ainsi qu'en bas de celle-ci, trois couches de terre à bâtir ont été décelées. Sous chaque couche, des restes céramiques ont été découverts. Les empreintes des fragments de terre à bâtir sont généralement orientées vers le bas (même si quelques-uns ont livrés leurs empreintes vers le haut). Plus au sud, lorsque le terrain redevient plan après un dénivelé de près d'un mètre, seules deux couches sont visibles (**fig. 4-50**). Une fois encore, des restes céramiques ont été découverts sous chaque couche (Bacoup 2020b, 2021b).



Fig. 4-48 - Vue de détail de l'épaisseur de la couche de destruction du Bâtiment D3 composée de peu de fragments, mais plutôt de la terre à bâtir informe, pulvérulente et de tessons de céramique. Cliché par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-49 - Vue aérienne de la couche de destruction du Bâtiment D3 dans le secteur E. Cliché par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-50 - Niveau de destruction du Bâtiment D3 dans la berme sud du carré 78. Deux couches microstratigraphiques visibles : la plus basse correspond à un plancher sur lequel on retrouve des poteries (flèche) ; la plus haute correspond aux restes des murs. Cliché par A. Chohadzhiev.

Le prélèvement des fragments s'est déroulé couche par couche pour chacun des amas. À l'image des autres bâtiments, les fragments ont été numérotés, photographiés et enregistrés au sein de leur couche microstratigraphique, en relevant leur position topographique. Les petits fragments ne portant pas d'empreintes de pièce de bois n'ont pas été enregistrés. Au total, 238 fragments ont été prélevés et 436 empreintes de pièces de bois ont pu être étudiées pour ce bâtiment.

En parallèle des restes en terre à bâtir, plusieurs structures carbonisées en bois ont été découvertes à l'extérieur du bâtiment, côté ouest. La question de leur rattachement au Bâtiment D3 doit être d'ores et déjà posée. En effet, ces structures sont situées près des parois sud et ouest du secteur F et seule la fouille de secteurs méridionaux et septentrionaux permettra de se prononcer. Pour cette étude, 123 pièces de bois carbonisées, rattachées avec certitude à une fonction architecturale, ont été étudiées.

2.2. L'étude du matériel

2.2.1. Les fragments de terre à bâtir

En se fondant sur la méthodologie déjà présentée, 217 des 238 fragments ont pu être répartis en neuf sous-groupes (**fig. 4-51**), six autres fragments correspondent à des aménagements intérieurs (plate-forme, silo). Le recoupement des informations obtenues par l'étude de chacun de ces sous-groupes a ensuite permis de les regrouper en 3 groupes principaux :

Le Groupe A se compose de 83 fragments attestant d'une construction en terre à bâtir sur clayonnage (**fig. 4-52, a b et c**). La couche de torchis est épaisse de 5 à 20 cm, dégraissée en grande quantité avec des tiges de paille de taille moyenne à grosse. Certains fragments montrent une organisation de ces pailles en fagot de longues tiges. On note également la présence de balle dans certains fragments. Quelques inclusions de coquille et de gravier sont relevées (**fig. 4-52d**). Se succèdent ensuite trois enduits dégraissés à la paille fine ou hachée, ainsi qu'à la balle. Le premier, appliqué contre la couche de torchis, a une épaisseur de 1-2,5 cm, le second une épaisseur de 0,5-1 cm et le dernier – qui n'est pas toujours présent – d'environ 0,5 cm. Sur ce dernier enduit lissé est appliqué un badigeon d'une couleur variant de l'ocre au rouge et parfois agrémentée de motifs géométriques blancs (**fig. 4-52e**).

L'armature de bois des murs correspondants est composée de poteaux, refendus ou non. Les écartements les plus faibles entre ces poteaux semblent être compris entre 5 et 12 cm. Leur diamètre moyen de 8,1 cm (min : 4 cm ; max : 13 cm). Les baguettes de clayonnage ont un diamètre moyen de 1,2 cm (min : 0,3 cm ; max : 3 cm). Elles sont généralement jointives et entrecroisées, même si certaines sont espacées de 3-4 cm.

Ces fragments sont retrouvés sur toute la surface connue du bâtiment. Lorsque plusieurs couches de terre à bâtir sont superposées, notamment dans le bas de la pente, les vestiges du Groupe A se trouvent majoritairement dans la couche haute.

Enfin, quatre fragments provenant de la couche de destruction témoignent de l'utilisation de poteaux à section quasi-quadrangulaire de 3-4 cm de large et espacés de 3-4 cm. Aucune empreinte de baguette de clayonnage n'est visible sur ces fragments. Il pourrait s'agir des restes de portions de mur construit sur poteaux jointifs servant à combler un espace jusqu'alors ouvert (baie de porte ou de fenêtre), ou bien d'une armature pour l'érection de cloisons internes.

Numéro du sous-groupe	Organisation et composition des couches de terre à bâtir	Nombre de fragments	Amas de découverte	Organisation des empreintes des pièces de bois	Rattaché au groupe
S.-grp 1	Enduit épais de 3-5 cm dégraissé à la paille moyenne à grosse en quantité moyenne à importante ; inclusions de coquille Enduit épais de 1 cm dégraissé à la balle Enduit épais de 0,5 cm dégraissé à la balle Badigeon blanchâtre	9	79E 77S E49 77M		A
S.-grp 2	Torchis épais de 6-10 cm dégraissé à la paille moyenne à large en quantité moyenne à importante ; fagots de paille longue Enduit épais de 1-1,5 cm dégraissé à la paille fine, à la paille hachée et à la balle	60	79NW 78 S 154 77 S Profil N entre E14 et E44 entre E48 et E14 68/69 E F13 68/69 Profil W 69 slope	Clayonnage	A
S.-grp 3	Torchis épais de 6-13,5 cm dégraissé à la paille moyenne en quantité moyenne ; fagots de paille longue ; inclusions de coquille Enduit épais de 1-1,5 cm dégraissé à la paille moyenne en quantité moyenne	74	79E 77M E49 79W S E58 77S 77 N Profil S 78 S 154 77 S Profil N entre E14 et E44 entre E48 et E14	Empreintes plus ou moins jointives, parallèles et rectilignes ; parfois superposées Perpendiculaires aux précédentes : empreintes arrondies rectilignes plus grosses	B
S.-grp 4	Enduit épais de 1-2 cm dégraissé à la paille fine Enduit épais de 0,8-1 cm dégraissé à la paille fine <i>Ces deux enduits se confondent parfois</i> Enduit épais de 0,5-0,6 cm dégraissé à la paille fine et à la balle Badigeon ocre à rouge (avec parfois des motifs géométriques blancs)	4 (en 2020) en 2019 le décompte exact de ces fragments n'avait pas été fait (environ 30 fragments)	79NW 77S 78 S 145 77M 77 S Profil N entre E14 et E44 entre E48 et E14 69 slope		A

Fig. 4-51 - Tableau répertoriant les neuf groupes initiaux des fragments de terre à bâtir du Bâtiment D3.

Numéro du sous-groupe	Organisation et composition des couches de terre à bâtir	Nombre de fragments	Amas de découverte	Organisation des empreintes des pièces de bois	Rattaché au groupe
S.-grp 5	Mottes (?) de terre à bâtir blanchâtre et très friable Couche arrachée	10	77 N Profil S 78 S 154 77 S Profil N entre E14 et E44 entre E48 et E14	Grosses empreintes arrondies parallèles légèrement espacées (env. 3-5 cm)	B
S.-grp 6	Enduit épais de 2 cm dégraissé à la balle et à la paille hachée en grand quantité	6	77 N Profil S 77M entre E48 et E14 78 S 154		A
S.-grp 7	Torchis épais de 7-16 cm complètement minéral, très compact Enduit épais de 2-4 cm minéral, régulier, tassé, aplani Enduit épais de 1-3 cm minéral, régulier, tassé, aplani Enduit épais de 1 cm minéral, régulier, tassé, aplani	49	79NW 79E 78 S 154 entre E14 et E44	Empreintes jointives, parallèles et rectilignes Certaines sont planes et striées D'autres sont arrondies et peuvent être assez grosses (Ø 8-11 cm) ; sont parfois perpendiculaires aux premières	C
S.-grp 8	Torchis épais de 5-6 cm dégraissé à la paille moyenne à grosse en quantité moyenne à importante Enduit épais de 1 cm dégraissé à la paille broyée et fine Enduit épais de 0,5-0,7 cm dégraissé à la paille broyée et fine ; lissé	4	entre E48 et E14 78N	Empreintes de bois refendu (voire équarri ?), toutes espacées de 3 cm. Empreintes vers le ciel à la découverte	A
S.-grp 9	Torchis épais de 7-8 cm dégraissé à la paille moyenne à grosse en quantité moyenne à importante Enduit épais de 2 cm dégraissé à la paille moyenne en quantité moyenne Enduits très fins successifs sur 10 à 13 cm d'épaisseur dégraissés très finement à la balle ; certains sont blanchâtres, dont le dernier ; réfections ? <i>Très similaire au S.-grp 3, sauf pour l'effeuillé d'enduit</i>	1 + élément sur le terrain dans le profil transversal au carré 78	78N 78 E Profil	Empreintes arrondies abîmées retrouvées contre le sol	B

Fig. 4-51 (suite) - Tableau répertoriant les neuf groupes initiaux des fragments de terre à bâtir du Bâtiment D3.

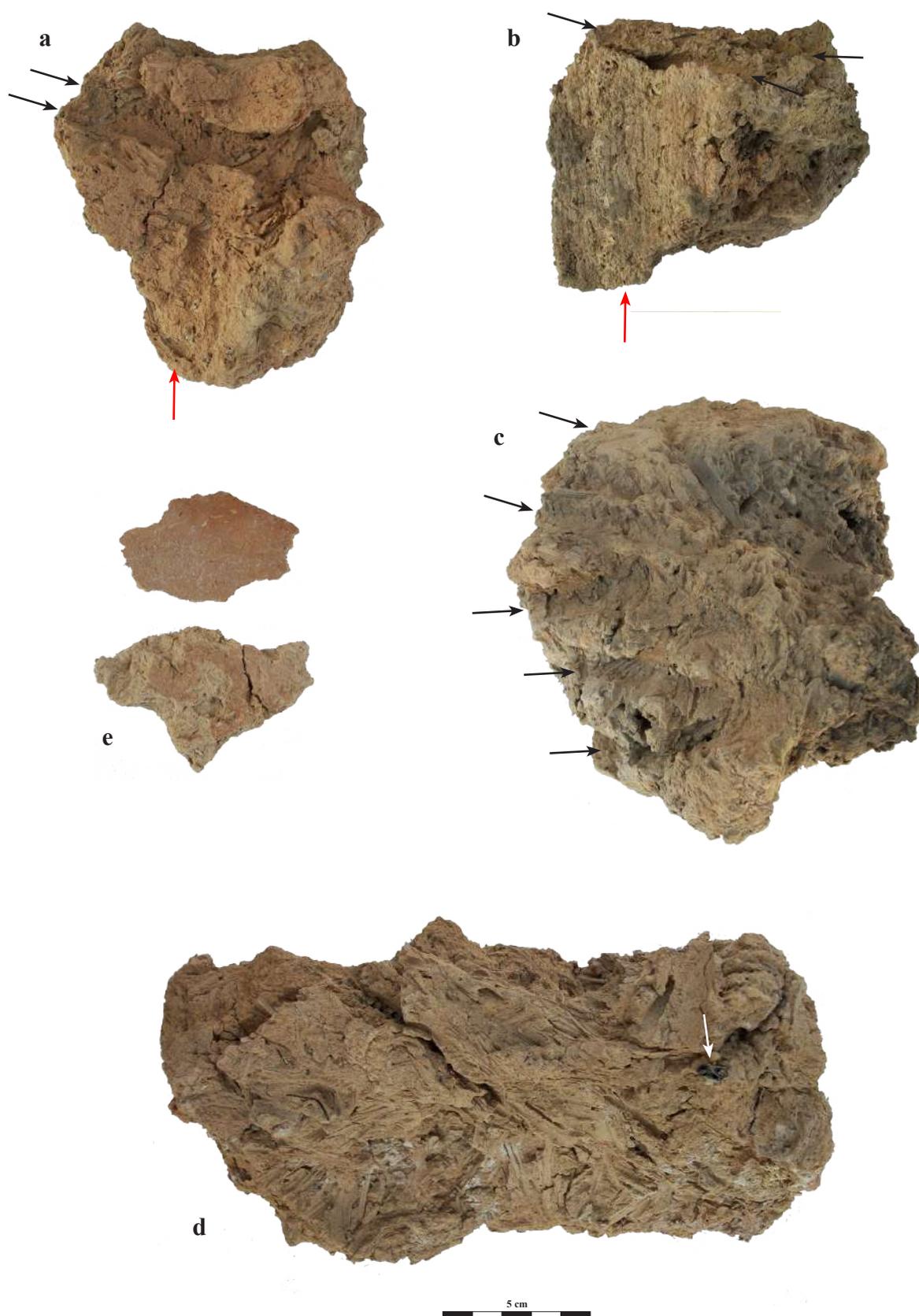


Fig. 4-52 - Fragments du Groupe A issus des murs du Bâtiment D3. Éch. 1:2. a. fragment 68-013 avec empreintes d'un poteau (flèche rouge) et de baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 68-017 avec empreintes d'un poteau refendu et de baguettes de clayonnage ; c. fragment 69-018 avec empreintes de baguettes de clayonnage ; d. fragment 69-011, vue du dégraissant et inclusion de coquille (flèche blanche) ; e. fragment 69-007 présentant un enduit de finition rouge.

Le Groupe B est composé de 85 fragments. L'armature végétale est, selon notre reconstitution, composée de pièces de bois rectilignes majoritairement non-refendues, disposées de manière quasi-jointive et parallèle. Certaines pièces peuvent également se superposer. Bien que généralement jointives, certains espaces atteignent 5,5 cm. Le diamètre moyen de ces pièces de bois est de 3 cm (min : 0,9 cm ; max : 7 cm). Perpendiculairement à ces pièces parallèles, on note la présence de rondins dont le diamètre moyen est de 10,2 cm (min : 4 cm ; max : 20 cm).

Cette armature en bois est recouverte par une couche de torchis épaisse de 5 à 13,5 cm et dégraissée à la paille, dont les tiges sont de taille moyenne et en faible quantité. Certains fragments montrent une organisation de la paille en fagots (**fig. 4-53**). On note quelques inclusions de coquilles et de graviers. Sur cette couche, on trouve parfois un enduit épais de 5 à 12 cm de même composition que le torchis. On y décèle des inclusions de cailloux, galets et tessons (**fig. 4-54**). Dans d'autres cas, à la place de cette dernière, on trouve une couche d'enduit, une nouvelle fois de même composition, mais épaisse de 1 à 3 cm. Par-dessus ces couches sont appliqués des enduits fins et successifs sur une dizaine de centimètres d'épaisseur totale, dont les premiers peuvent atteindre environ 1 cm d'épaisseur et sont dégraissés à la balle ou à la paille hachée. En règle générale, cet effeuillé d'enduit n'est pas en place, mais se présente sous forme de poussière au sein de la couche de destruction. On l'a toutefois retrouvé en place dans l'est du carré 78 (**fig. 4-50**).

Les fragments du groupe B-2020 ont été découverts sur l'ensemble de la surface recouverte par les vestiges du Bâtiment D3. Au niveau du bas de la pente, lorsque le niveau de destruction est composé de plusieurs couches microstratigraphiques, les fragments du Groupe B se trouvent dans leur grande majorité (deux exceptions seulement) dans la couche basse ou la couche intermédiaire.

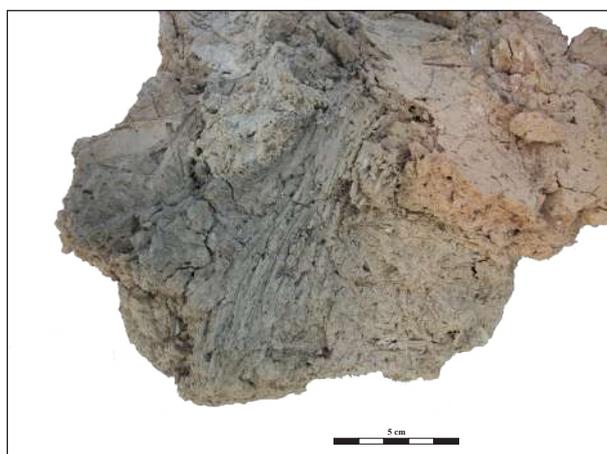


Fig. 4-53 - Fragment 69-040 du Groupe B. Pailles regroupées en petit fagot.

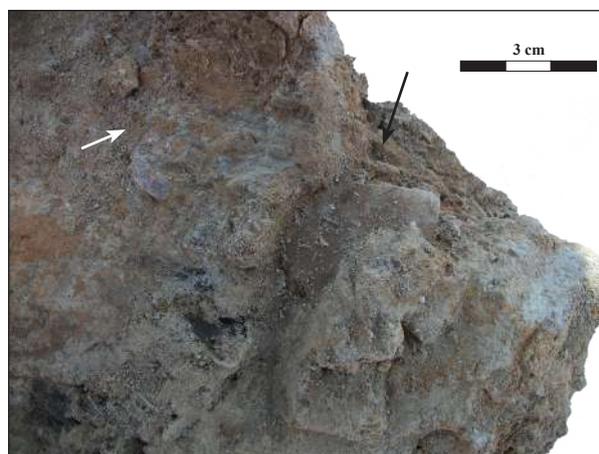


Fig. 4-54 - Fragment 69-064 du Groupe B. Inclusion de caillou (fl. blanche) et de tesson (fl. noire)

Ces fragments du Groupe B semblent provenir d'un plancher surélevé. Il serait alors composé d'un lit végétal fait de pièces de bois disposées horizontalement, jointives et parallèles sur des solives aux diamètres plus importants. Cette armature végétale est recouverte de terre à bâtir sur une dizaine de centimètres, puis des enduits plus fins y sont déposés afin de former le sol. La superposition de différentes couches d'enduits très fines et de badigeons blanchâtres pourraient d'ailleurs témoigner de réfections régulières de ce plancher. Entre les solives et plaquée sous les pièces de plancher, on retrouve une terre à bâtir appliquée par motte et dégraissée principalement à la balle, mais également à la paille fine ou hachée. Ce sont, entre autres, les fragments blanchâtres et friables (S.-grp 5) qui correspondent à ce dégraissant végétal (**fig. 4-55**). Ce type de fragments, également attribués à des entrevous, est attesté sur le site de Dikili Tash (*cf.* plus haut, p. 81-82, 93 et 118). Un autre argument en faveur de cette hypothèse provient de la céramique. Des restes de poteries ont été découverts sur et sous les fragments du Groupe B. De plus, ces fragments ont majoritairement été découverts face enduite vers le ciel et empreinte contre le sol. Enfin, ce type d'agencement est également connu dans la construction du plancher d'étage du Bâtiment 67 (*cf.* plus haut, p. 196).

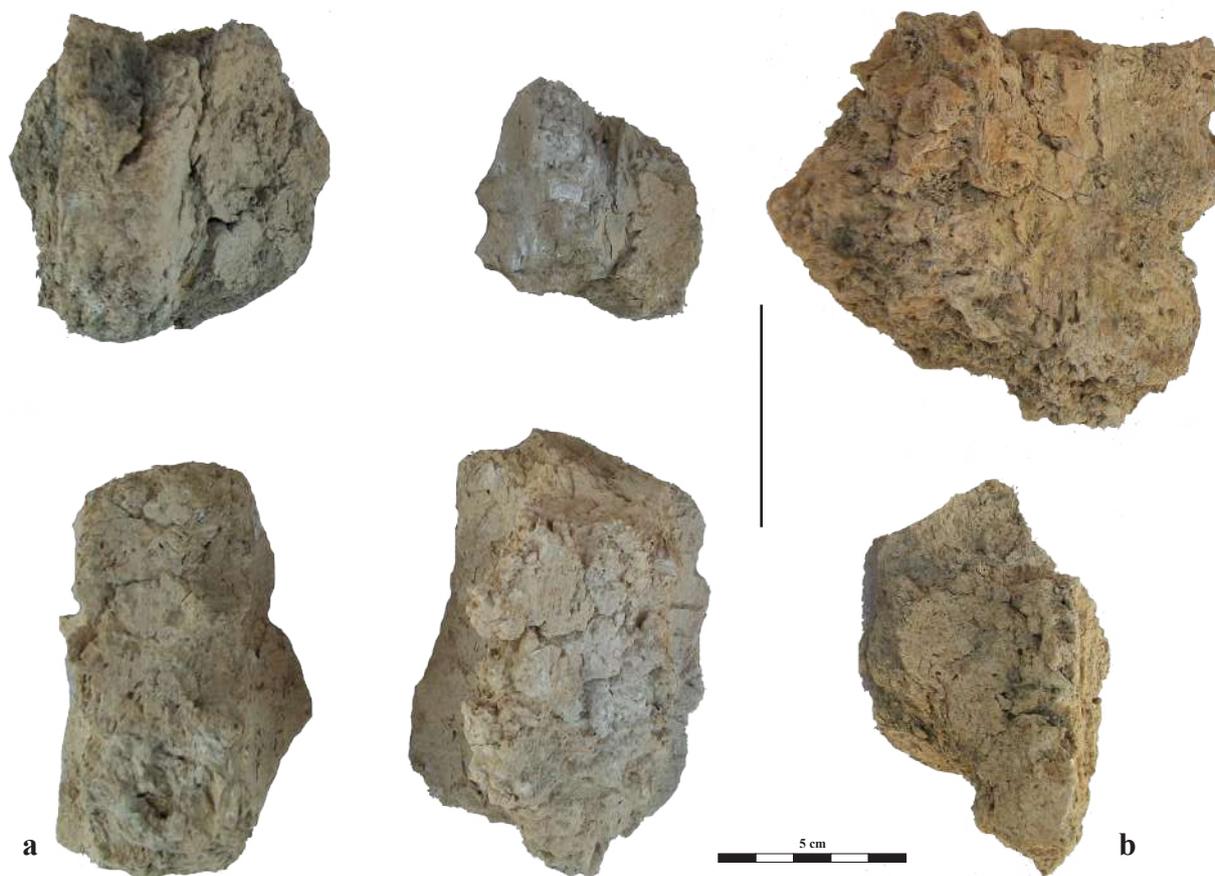


Fig. 4-55 - Fragments du Groupe B et du sous-groupe 5. La terre à bâtir est friable et blanchâtre. Ils sont rapprochés au remplissage des entrevous du Bâtiment D3. Éch. 1:2. a. groupe de quatre fragments 69-008 ; b. groupe de deux fragments 69-019.

Le Groupe C se compose de 49 fragments de terre à bâtir très minérale : on note une absence presque complète de dégraissants végétaux, dans le torchis comme dans les enduits (**fig. 4-56**). Ce torchis a une épaisseur de 7 à 16 cm, il est très compact, tassé et sa surface est aplanie. Deux enduits de 3 et 4 cm sont appliqués sur la couche de torchis. Ces enduits donnent l'impression d'avoir été épandus, à l'instar des soles de four. Ils ont une épaisseur régulière, et sont également tassés et aplanis. On note à certains endroits des cavités qui sont sûrement dues à la pression exercée pour aplanir les différentes couches.

Les empreintes sont assez peu nombreuses par rapport à la quantité de fragments. Cette absence est principalement due à la conservation des vestiges. Au moment de prélever les blocs, il était courant que la partie portant les empreintes se brise à tel point qu'elle n'était plus propice à l'étude. Les quelques empreintes conservées sont très similaires à celles du Groupe B. Il s'agit d'une armature très similaire dont les pièces quasi-jointives et parallèles ont un diamètre moyen de 3,9 cm (min : 1 cm ; max : 6 cm) et reposaient contre des rondins dont le diamètre moyen est 9 cm (min : 4 cm ; max : 15 cm).

Essayer d'interpréter les fragments du Groupe C revient à comprendre pourquoi les bâtisseurs ont choisi cette fois d'utiliser une terre à bâtir non dégraissée à l'aide de végétaux. La présence d'empreintes quasiment identiques à celles des fragments du Groupe B permet une nouvelle fois de restituer une armature de plancher.

Quelle est l'intérêt de construire une même structure avec deux types de terre à bâtir radicalement différents ? Les fragments du Groupe C ont presque tous été trouvés dans la partie nord des carrés 69 et 79 (seuls deux exceptions ; **fig. 4-45**) et les caractéristiques de la terre à bâtir semblent en faire un matériau particulièrement étanche à l'eau. Le plancher fabriqué avec cette terre à bâtir n'était donc pas nécessairement recouvert d'un toit en bâtière et s'apparente peut-être à un toit plat. Toutefois, cette hypothèse ne trouve aucun parallèle au 5^e millénaire en Bulgarie du Nord.



Fig. 4-56 - Fragment du Groupe C 79-043. La couche de torchis comme l'enduit n'ont pas de dégraissant végétal. Éch. 1:2.

2.2.2. Les structures en bois carbonisées

Assez rares pour être soulignées, deux structures architecturales en bois ont été découvertes carbonisées : un clayonnage et une plate-forme extérieure. S'ajoutent à celles-ci, plusieurs pièces de bois brûlées à rattacher avec plus ou moins de certitude à l'architecture du bâtiment.

a. Les pièces de bois architecturales isolées

a.1. Les pièces de bois au centre du secteur F

Dans la partie centrale du secteur F, plus exactement entre la tranchée F13 et la tranchée de fondation du mur ouest du Bâtiment D3 (**fig. 4-57**), ont été découvertes 34 pièces de bois carbonisées probablement issues de la construction, mais dont la fonction architecturale n'est pas certaine. Elles pourraient tout aussi bien être issues de l'armature en bois du mur ouest, que de la charpente de toit du bâtiment. Ces pièces de bois ont été retrouvées dans le niveau de destruction, principalement composé de terre à bâtir incendiée.

Trois des pièces de bois (069-020 ; 069-026 ; 068-035) s'apparentent à des baguettes de clayonnage et sont en viorne. Leurs diamètres varient entre 0,6 et 1 cm. Une autre pièce de bois, identifiée comme du frêne a été considérée comme un probable poteau au moment de la fouille. Malheureusement, aucun autre élément ne permet de confirmer cette hypothèse. Les 29 autres pièces de bois brûlées proviennent probablement aussi de la construction, mais leur identification architecturale n'a pas du tout été possible. Huit d'entre elles n'ont pas pu être identifiées par anthracologie. Les autres sont sept pièces de chêne, six pièces d'érable champêtre, quatre pièces de frêne, trois pièces de noisetier et une pièce d'orme.

a.2. Les poteaux (exceptés ceux des clayonnages)

En exceptant les poteaux utilisés dans les structures en clayonnage retrouvées carbonisées dont il sera question plus bas, dix autres poteaux du Bâtiment D3 ont fait l'objet d'un prélèvement. L'échantillon S.20.13 provenant du TP-116 (068-011) n'a pas permis une détermination précise de l'essence végétale. En revanche, les huit échantillons issus de poteaux du mur ouest de l'édifice (068-010 ; 069-011 ; 068-013 ; 068-014 ; 068-015 ; 068-018 ; 068-044 ; 066-137) ont pu être identifiés : six de ces poteaux sont en chêne et deux sont en frêne. Le dernier poteau dont il a été possible de déterminer l'essence provient du TP-118 (068-012 ; **fig. 4-57**) qui est l'un des gros trous de poteau situés juste au sud de la «marche» caractérisant l'installation du Bâtiment D3. Ce poteau est lui-aussi en chêne.

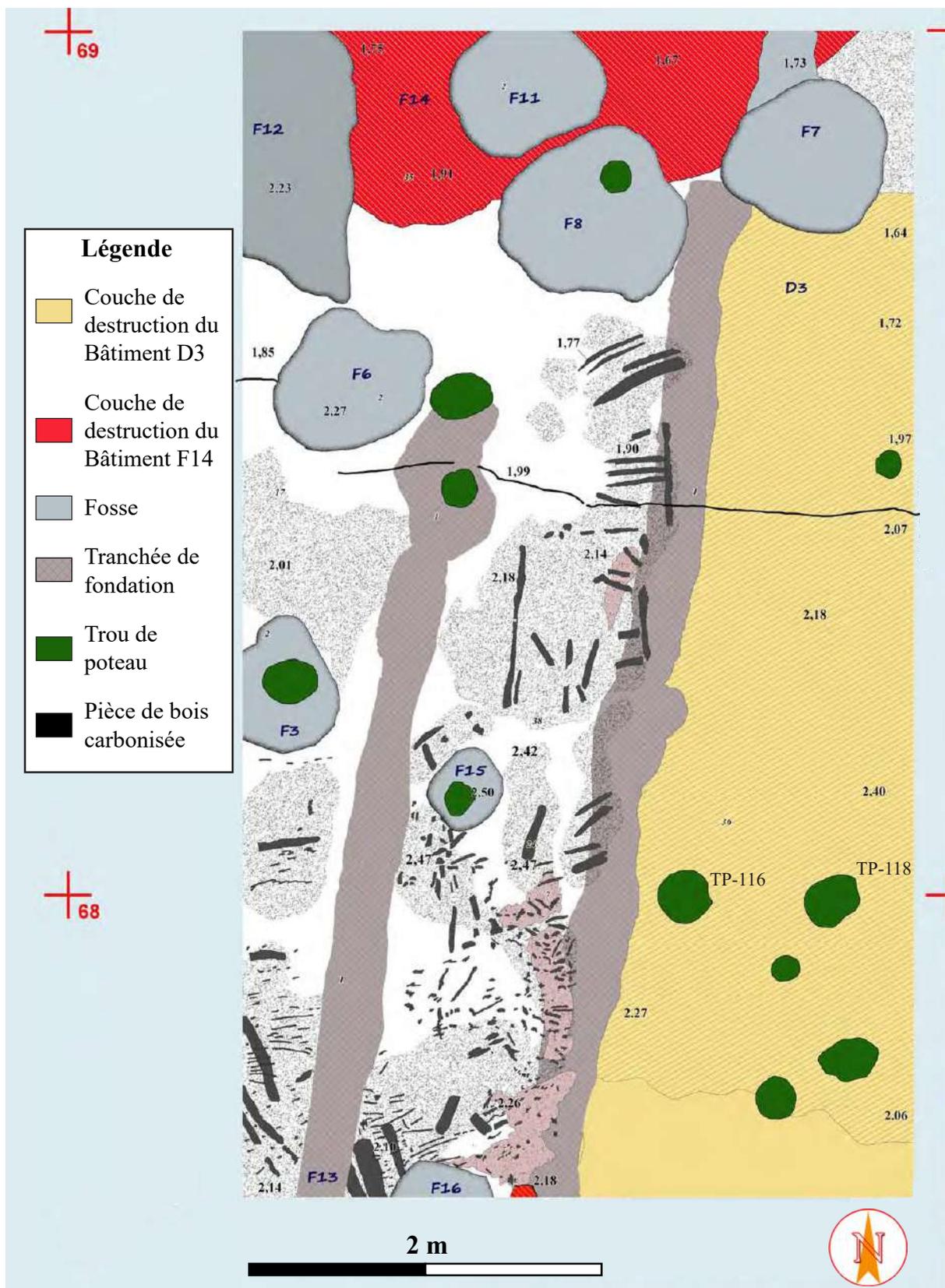


Fig. 4-57 - Plan du secteur F au niveau de la couche de destruction du Bâtiment D3 et de ses abords ouest. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhev.

a.3. Les pièces de bois issues des amas de destruction à l'intérieur du bâtiment

Enfin, 26 autres pièces de bois ont été découvertes et prélevées dans des amas du niveau de destruction du Bâtiment D3 et leur rattachement architectural est impossible. Deux d'entre elles n'ont pas pu être identifiées. Les autres apportent une essence supplémentaire par rapport à celles citées plus haut : l'aulne (3 échantillons : S.19.154, S.19.157 et S.19.164).

b. Le clayonnage carbonisé

Un clayonnage a été découvert dans la partie sud-ouest du secteur F (**fig. 4-57 et 4-58**). Entrecoupé en deux parties par une tranchée postérieure (F13), les pièces de bois étaient encore en connexion les unes avec les autres. Particulièrement bien conservée à proximité de la paroi ouest du secteur (**fig. 4-59**), l'armature végétale est en revanche plus abîmée sur ses parties est et nord. Les pièces de bois se trouvent toujours au sein des couches de terre à bâtir appliquées contre l'armature qu'elles formaient. Afin de conserver dans le meilleur état possible le clayonnage en bois, la terre à bâtir n'a pas été prélevée en fragments¹⁴. Les observations de terrain indiquent une couche de torchis épaisse de 6 à 8 cm sur et sous l'armature de bois. La terre à bâtir est dégraissée comme souvent sur le site, avec de la paille en moyenne quantité.

Les pièces ont été partiellement dégagées, car elles s'étendent plus à l'ouest et au sud que le secteur. L'absence de connaissance sur les parties méridionale et occidentale du clayonnage remet forcément en doute le rattachement de cette structure au mur ouest du Bâtiment D3. De plus, la chute orientée sud-est – nord-ouest renforce un peu plus ce doute. Toutefois, la proximité entre les restes carbonisés et le mur ouest de l'édifice D3 permet d'envisager un potentiel mur, orienté est-ouest et perpendiculaire au mur extérieur ouest du bâtiment (**fig. 4-45 - en pointillé**).

L'armature en bois dégagée se compose de 86 baguettes de clayonnage dont les diamètres sont compris entre 0,2 cm et 1 cm (moy. : 0,6 cm). Elles sont disposées de manière serrée et entrelacée avec les poteaux. Si les baguettes jointives ont en règle générale des orientations différentes – c'est-à-dire qu'une passe d'un côté d'un poteau et ses voisines passent de l'autre côté – il arrive que cette régularité ne soit pas parfaite. 85 de ces baguettes ont été analysées par anthracologie : elles sont toutes en viorne.

Trois autres pièces de bois ont été découvertes parallèles aux baguettes de clayonnage (086-032 ; 068-104 ; 068-105). Dès la fouille, elles se sont distinguées par leur morphologie et leurs dimensions : elles sont plus grosses (respectivement : 2 cm, 2,5 cm et 2 cm) et refendues

¹⁴ Ce qui de toute façon n'aurait pas été possible vu la conservation de la terre à bâtir.

(fig. 4-59c). Malheureusement, lors de la fouille, ces pièces n'ont pas été dégagées sur une longueur assez importante pour savoir si elles étaient entrelacées ou non avec les poteaux. Elles sont en noisetier et non pas en viorne comme les baguettes. Il est possible qu'elles aient eu une fonction architecturale différente des simples baguettes de clayonnage pour lesquelles il n'était pas courant de refendre les pièces de bois.

Dix poteaux ont été découverts au sein de cette structure. Généralement refendues, ils ont un diamètre moyen de 6,2 cm (min : 2,7 cm ; max : 12 cm). Sept poteaux sont en chêne, les trois autres sont en frêne.



Fig. 4-58 - Angle sud-ouest du secteur F. Clayonnage carbonisé coupé en deux par la tranchée F13. Cliché par A. Chohadzhiev.



Fig. 4-59 - Partie du clayonnage le long du profil ouest du secteur F. Les pièces de bois sont encore en connexion les unes avec les autres. Clichés par A. Chohadzhiev. a. et b. vues générales ; c. détail sur une des pièces refendues (flèche blanche) parallèle aux baguettes de clayonnage (Éch. clou = 3 cm).

c. Une plate-forme extérieure ?

La présence de plates-formes ou de chemins de bois à l'extérieur des bâtiments a déjà été décelée sur le site de Petko Karavelovo : les plates-formes 170W et 170N, ainsi que la plate-forme du Bâtiment 155 (*cf.* plus haut, p. 183 et 208).

Du côté ouest du Bâtiment D3, une structure similaire a été aperçue à la fouille sous le clayonnage carbonisé. Malheureusement, les conditions de conservation de cette plate-forme sont particulièrement mauvaises et sa morphologie, ainsi que ses dimensions, sont difficiles à reconstituer (**fig. 4-57** et **4-60**). Les pièces de bois horizontales formant le plancher de la plate-forme semblent s'apparenter à des planches dont les largeurs avoisinent 10 cm (trois exemples seulement ont permis des mesures). La mauvaise conservation des pièces de bois – probablement due à l'incendie et à la chute du mur dont l'armature était le clayonnage carbonisé – a entraîné des difficultés pour déterminer les essences de bois utilisées. Seule une pièce de bois a pu être identifiée comme du frêne (S.20.122).



Fig. 4-60 - Plate-forme carbonisée extérieure à l'ouest du Bâtiment D3 en cours de fouille. Les flèches indiquent les planchers. La couche de destruction qui se trouve au-dessus de cette plate-forme correspond vraisemblablement au mur en clayonnage discuté précédemment et tombé sur la plate-forme. Cliché par A. Chohadzhiev.

2.3. Résultats et interprétation

Par ses dimensions, ainsi que par le matériel archéologique qu'il abrite, le Bâtiment D3 est un édifice singulier sur le site de Petko Karavelovo. Le manque de données comparables sur des bâtiments du même horizon reste un frein à tout effort d'intégration du Bâtiment D3 dans son environnement social. Toutefois, il n'est pas improbable que ce bâtiment ait eu une fonction particulière sur le tell. En effet, il est possible qu'il ne soit pas à considérer comme une unité d'habitation, mais peut-être comme une construction communautaire de stockage : en atteste la quantité de poteries pleines de graines, mais également les stocks de coquilles percées ou de lames polies retrouvés dans des vases ou à proximité.

Le mode d'agencement utilisé pour la construction des murs est le torchis sur clayonnage. Les fragments de murs correspondent au Groupe A. Les baguettes font environ 0,9 cm de diamètre¹⁵ et sont majoritairement disposées de manière serrée. Ces baguettes sont presque exclusivement en viorne. Trois pièces de bois sont en noisetier, mais leurs morphologies pourraient laisser présager une fonction architecturale différente (*cf.* plus haut, p. 226-227). Les poteaux ont des diamètres moyens de 7,2 cm et sont souvent refendus. Ceux pour lesquels il a été possible de prélever des échantillons de charbon sont en chêne ou en frêne. Différentes couches de terre à bâtir sont appliquées sur ces armatures en bois. Le dernier enduit a été recouvert d'un badigeon de couleur variant de l'ocre au rouge avec peut-être quelques motifs géométriques blancs.

Le clayonnage carbonisé pourrait constituer l'armature du mur ouest de l'édifice. L'ouverture d'un nouveau sondage de fouille au sud du sondage F permettrait de tester cette hypothèse. Il est fort possible que le mur construit à l'aide de ce clayonnage soit en réalité perpendiculaire au mur ouest du Bâtiment D3.

Un premier plancher d'étage couvrirait sûrement toute la surface du bâtiment. Ce plancher est composé d'une armature faite de solives dont le diamètre moyen est de 10,2 cm soutenant un lit végétal dont les pièces de bois sont jointives, parallèles et ont un diamètre moyen de 3 cm. Sur cette armature sont appliquées plusieurs couches de terre à bâtir, dont les derniers enduits – les plus fins – semblent indiquer un entretien régulier du sol. Les fragments de ce plancher correspondent au Groupe B, retrouvés principalement dans la couche microstratigraphique la plus basse du niveau de destruction (pour une description détaillée de ce groupe : *cf.* plus haut, p. 221-222).

¹⁵ Sont comptabilisés ici les mesures prises sur les empreintes des fragments de terre à bâtir et celles prises sur les structures carbonisées.

Dans la partie nord du bâtiment, un deuxième plancher d'étage, plus haut, semble apparaître. Ce plancher est construit à l'aide d'une terre à bâtir, très minérale, (fragments du Groupe C) dont la composition offre une imperméabilité accrue au plancher. Il est donc possible que la partie septentrionale du Bâtiment D3 ait eu un premier étage (correspondant au fragment du Groupe B), ainsi qu'un deuxième étage apparenté à un toit plat, offrant une vue large sur les environs du site (**fig. 4-61**).

Enfin, il est fortement envisagé qu'une plate-forme extérieure en bois, semblable aux plates-formes 170W ou 170N et à celle du Bâtiment 155 (*cf.* plus haut, p. 183 et 208), ait existé à l'ouest du bâtiment (**fig. 4-61a**). Faite de planches en frêne notamment, elle permettrait sûrement de se déplacer aux abords du bâtiment et peut-être même d'un bâtiment à l'autre.

3. Le Bâtiment E10

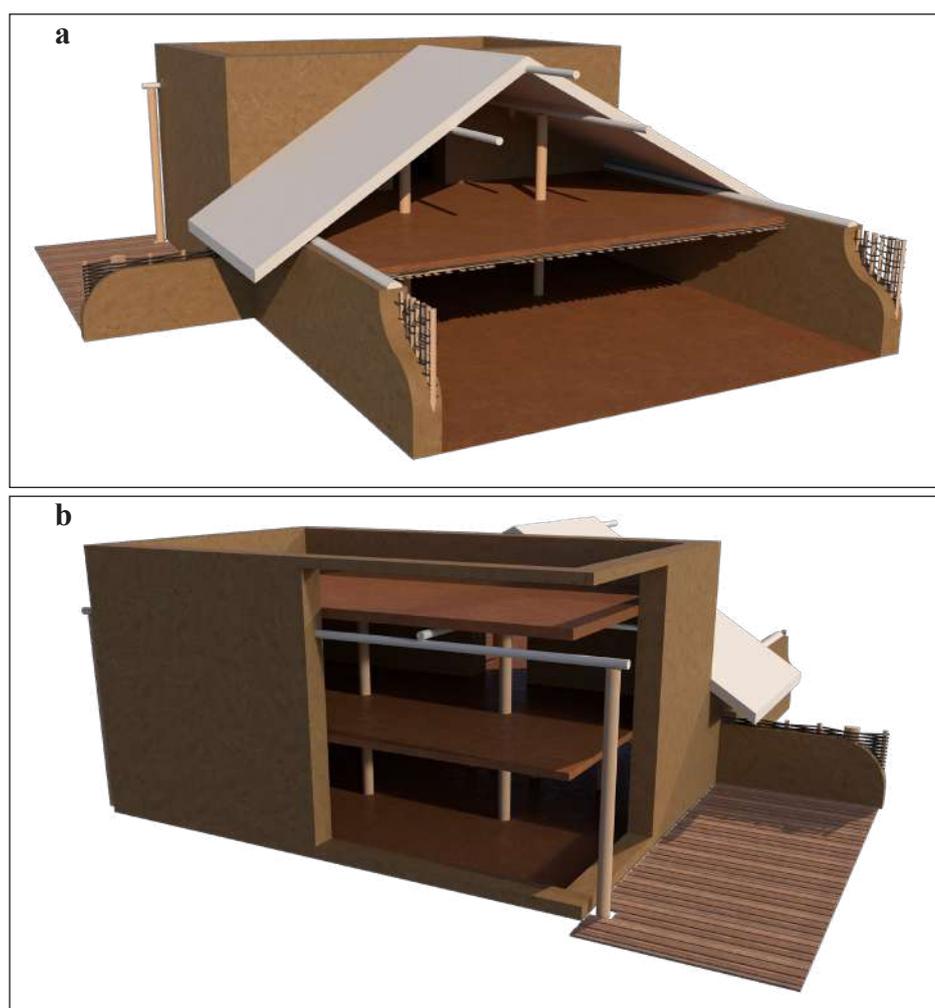


Fig. 4-61 - Reconstitution hypothétique de la partie nord du Bâtiment D3. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible. a. vue vers le nord-est ; b. vue axonométrique vers le sud-est.

3.1. Les données de la fouille

Les vestiges architecturaux du Bâtiment 10 ont été effleurés en 2017 (profil ouest du secteur D) et en 2018, puis fouillés et étudiés en 2019. Ce bâtiment n'a pas fait l'objet d'une datation radiocarbone. Stratigraphiquement, il se trouve au sein du sixième niveau d'occupation du site (PK-B1/B2). Ces restes sont conservés sur une très petite surface d'environ 1,72 m par 0,82 m dans la partie ouest du carré 79 directement en contact avec la partie supérieure de la couche de destruction du Bâtiment D3 (fig. 4-62). Une des interrogations majeures concerne d'ailleurs la dissociation des deux édifices. En effet, à plusieurs reprises, il est envisagé par les fouilleurs que les deux bâtiments pourraient en réalité n'être qu'un seul. Cela n'est pas avéré pour le moment et il convient de traiter leurs vestiges séparément. Le bâtiment s'étend sûrement vers le nord-est au nord du secteur B2, mais les activités agricoles ont perturbé ou détruit les vestiges dans cette zone. À l'instar des autres édifices de Petko Karavelovo, le niveau de destruction du Bâtiment E10 est largement perturbé par les activités anthropiques postérieures et notamment par le creusement de fosses ou de tranchées, le locus E14 par exemple.

Il est envisageable que les tranchées de fondation des murs sud et ouest du bâtiment correspondent aux *loci* E48 et E49 (fig. 4-46). Ces tranchées ne sont pas enduites et ont une



Fig. 4-62 - Couche de destruction en cours de fouille du Bâtiment E10 qui s'étend plus à l'ouest du secteur E, au-delà de la tranchée D, zone non fouillée. Cliché par A. Chohadzhiev.

largeur moyenne de 50 cm. Elles sont directement creusées dans le niveau de destruction du Bâtiment D3 et, ainsi, elles sont comblées avec un remplissage composé de terre à bâtir et de fragments de céramique de l'édifice sous-jacent (Chohadzhiev 2020).

Le matériel architectural issu de la fouille de cet édifice s'est révélé très riche en informations. Malheureusement, aucun prélèvement de charbon n'a pu être réalisé puisqu'aucune pièce carbonisée n'a été découverte sur cette petite surface. Au total, 27 fragments de terre à bâtir ont été prélevés. Ils portent 71 empreintes de pièces de bois, toutes rattachées à une fonction architecturale. On note 40 empreintes de baguettes de clayonnage, 24 empreintes de poteaux et 7 empreintes de baguettes de plancher.

3.2. L'étude du matériel

3.2.1. Torchis sur clayonnage

La majeure partie des fragments atteste une construction en torchis sur clayonnage (**fig. 4-63**). L'attribution des fragments à un élément architectural précis du bâtiment n'est pas aisée, puisqu'il n'est encore que très peu dégagé. Toutefois, la position et l'organisation des vestiges semblent indiquer qu'il s'agit des restes d'un mur périphérique du Bâtiment E10.

Concernant la terre à bâtir, la couche de torchis a une épaisseur totale de 10 cm. Elle comporte des inclusions de graviers et porte des empreintes de feuilles. La pâte est dégraissée avec de la paille d'une épaisseur moyenne à grosse en grande quantité (**fig. 4-64**). La surface de la couche de torchis est plane, elle est recouverte d'un enduit épais de 1,5 cm dégraissé à la paille fine et à la balle en faible quantité (**fig. 4-64**). Enfin, un dernier enduit d'environ 0,5 cm, fin et lissé, est appliqué. Il s'agit probablement de l'enduit de finition du mur.

L'armature en bois du mur correspondant se compose de poteaux généralement refendus et dont le diamètre moyen est de 6 cm (max : 9,5 cm ; min : 4 cm). L'espacement le plus réduit entre deux poteaux est de 7 cm, toutefois, les poteaux sont en règle générale espacés au moins de 12 cm. Les baguettes de clayonnage sont jointives et entrecroisées, sauf rares exceptions. Lorsqu'elles ne sont pas jointives, l'espace entre les baguettes n'excède jamais 6 cm et est régulièrement de l'ordre de 1 cm ou 2 cm. Les baguettes de clayonnage ont un diamètre moyen de 1 cm (max : 1,6 cm ; min : 0,5 cm). Ces baguettes sont très proches de la surface aplanie de la couche de torchis, qu'elles traversent à certains endroits. Ce sont donc les enduits successifs qui viennent couvrir complètement l'armature végétale. On connaît par ailleurs cette pratique en ethnographie, notamment dans le nord-ouest de la Bulgarie (**fig. 4-65**).

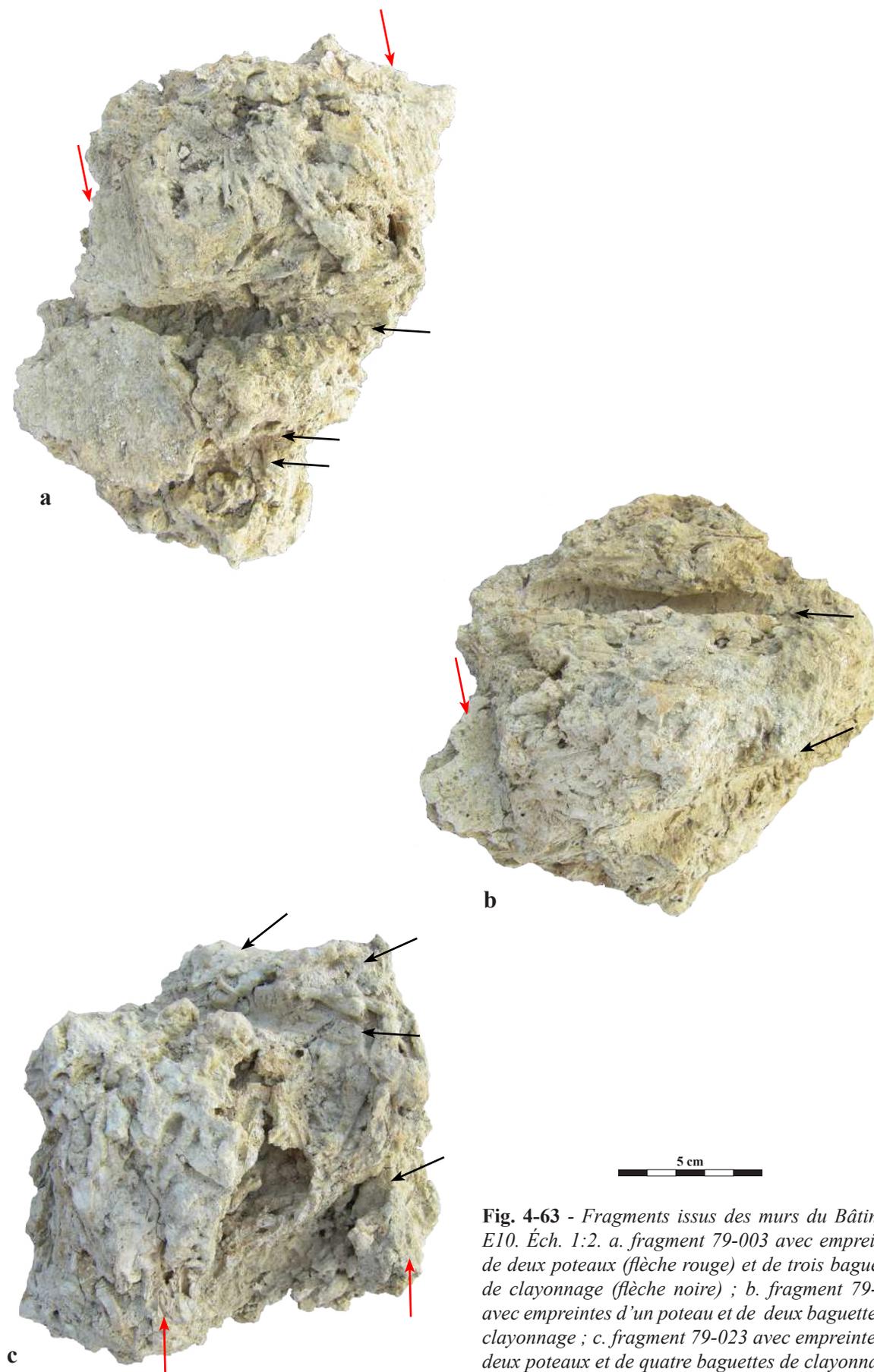


Fig. 4-63 - Fragments issus des murs du Bâtiment E10. Éch. 1:2. a. fragment 79-003 avec empreintes de deux poteaux (flèche rouge) et de trois baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 79-007 avec empreintes d'un poteau et de deux baguettes de clayonnage ; c. fragment 79-023 avec empreintes de deux poteaux et de quatre baguettes de clayonnage.



Fig. 4-64 - Fragment 79-001 issu des murs du Bâtiment E10. Superposition d'enduit épais 1,5 cm dégraissé finement et d'une motte de torchis dégraissée avec des grosses pailles. On aperçoit une empreinte de feuille (flèche). Éch. 1:1.

3.2.2. Torchis sur lit végétal

Un deuxième mode d'agencement des pièces a été identifié lors de l'étude du matériel architectural du Bâtiment E10. Peu représenté dans ce bâtiment, ce mode trouve un parallèle direct – et ainsi un appui à l'interprétation – au sein du matériel du Bâtiment D3 (cf. plus haut, p. 221-222). Il s'agit d'empreintes principalement arrondies (une seule empreinte de pièce refendue), jointives et parallèles dont le diamètre moyen est 4 cm (**fig. 4-66**). Perpendiculaires à ces perches, on trouve d'autres pièces de bois jointives ou légèrement espacées et qui sont, quant à elle, refendues (**fig. 4-66b**). La terre à bâtir appliquée sur cette armature est assez similaire à celle utilisée en torchis, mais elle est légèrement moins dégraissée. Aucun enduit n'a été identifié.



Fig. 4-65 - Clayonnage moderne photographié à Gortalovo (Bulgarie). En partie haute, le torchis et l'enduit sont tombés. En partie basse, on voit que la couche de torchis comble l'espace entre les baguettes, mais que c'est l'enduit qui les recouvre.

Expliqué lors de l'étude du matériel du Bâtiment D3, cet agencement rappelle les vestiges architecturaux du Bâtiment 67 (*cf.* plus haut, p. 192-194) dont l'interprétation comme armature de plancher avait été corroborée par l'étude microstratigraphique des restes, ainsi que par l'organisation spatiale des vestiges céramiques et de la structure de cuisson. Les empreintes semblent alors correspondre à un lit végétal composé de grosses perches reposant sur des lambourdes. Nous n'avons toutefois pas d'indices concernant la présence de solives soutenant les lambourdes.

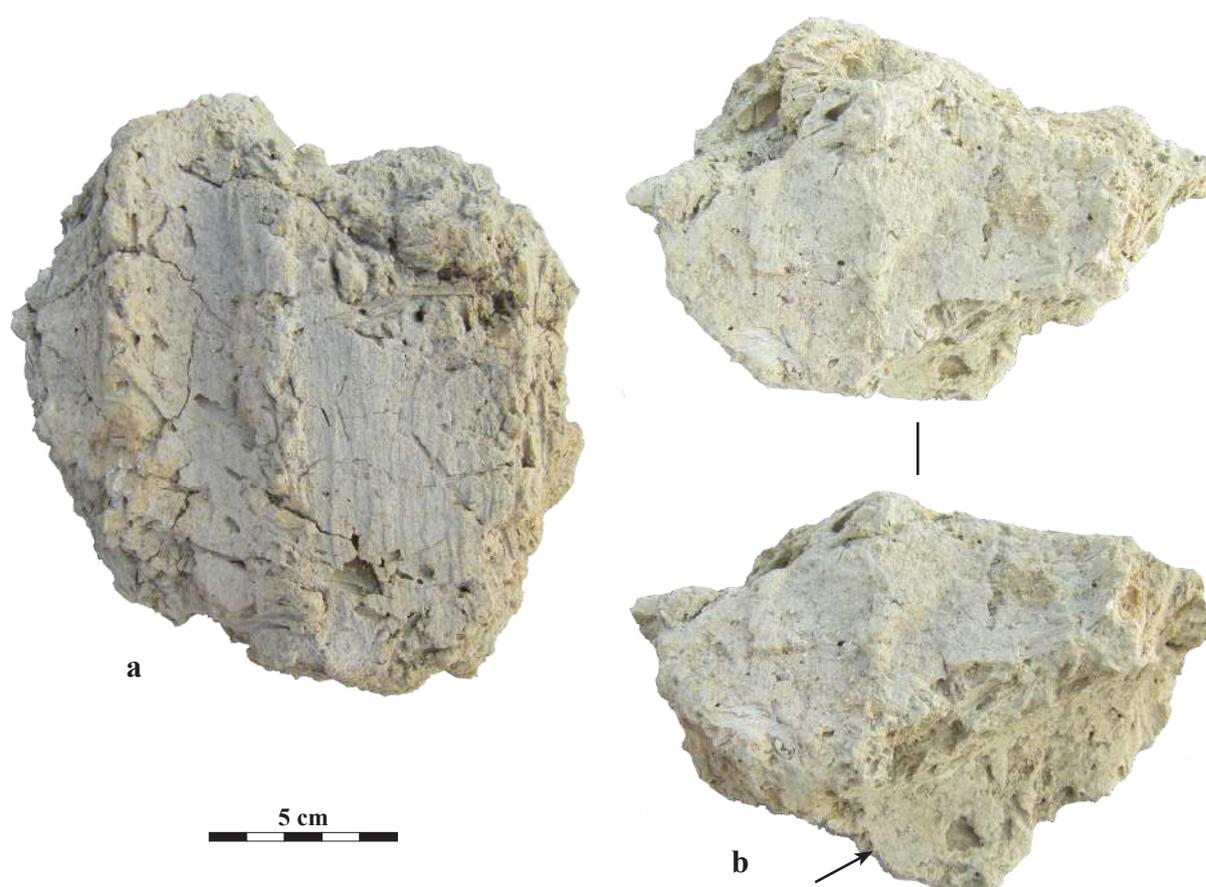


Fig. 4-66 - Fragments d'un plancher (?) du Bâtiment E10. Éch. 1:2. a. fragment 79-026 montrant trois empreintes parallèles et jointives dont deux arrondies et une plane et striée (refente) ; b. fragment 79-027 montrant trois empreintes arrondies parallèles et jointives et une empreinte de bois refendu qui leur est perpendiculaire (flèche).

4. Le Bâtiment F9

4.1. Les données de terrain

Situées dans la partie sud-ouest du secteur F, la tranchée F13 et la fosse F15 sont des structures de fondation présentant trois trous de poteau d'environ 8 cm de diamètre pour la tranchée et un seul pour la fosse. Les éléments architecturaux dont font partie ces poteaux sont sûrement à associer au Bâtiment F9, encore très peu étudié au moment de la rédaction de ce mémoire (Chohadzhiev 2021, p. 15, 18 et 26). Ce bâtiment est situé au septième horizon d'occupation du site (PK-B2).

4.2. Les restes végétaux

Concernant la structure architecturale attesté par la fosse F15 et la tranchée F13, seuls deux échantillons ont été prélevés. Le poteau fondé dans la fosse est en frêne, tandis que celui découverte dans un trou de poteau de la tranchée F13 est en chêne.

5. Le Bâtiment E39

5.1. Les données de terrain

La couche de destruction du Bâtiment E39 (**fig. 4-67 et 4-68**) est presque entièrement détruite par le nivellement de terrain pour la construction postérieure. Elle n'est épaisse que de 12 à 15 cm pour les zones les mieux préservées et est apparue directement sous la couche noire délimitant la partie inférieure du niveau de destruction de l'édifice suivant : le Bâtiment E26. Le Bâtiment E39 est contemporain stratigraphiquement du Bâtiment F9 (PK-B2).

La mauvaise préservation des vestiges de ce bâtiment n'a pas permis de délimiter son plan. Toutefois, il est fort possible qu'il recouvre la même surface que les trois bâtiments postérieurs (E26, E5 [cf. plus bas, p. 239-241 et 242-257] et E3). Les restes en terre à bâtir sont très mal conservés et trop

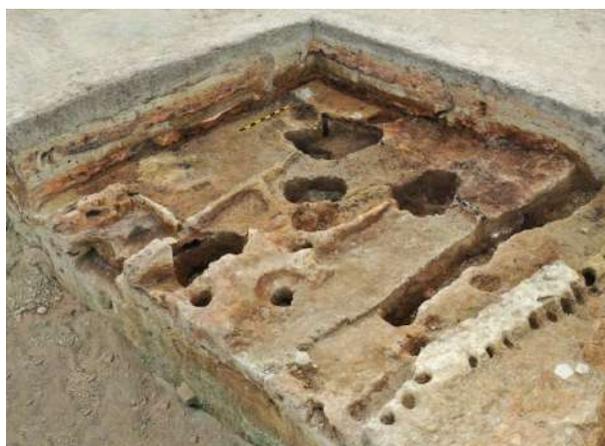


Fig. 4-67 - Niveau de destruction du Bâtiment E39. Cliché par A. Chohadzhiev.

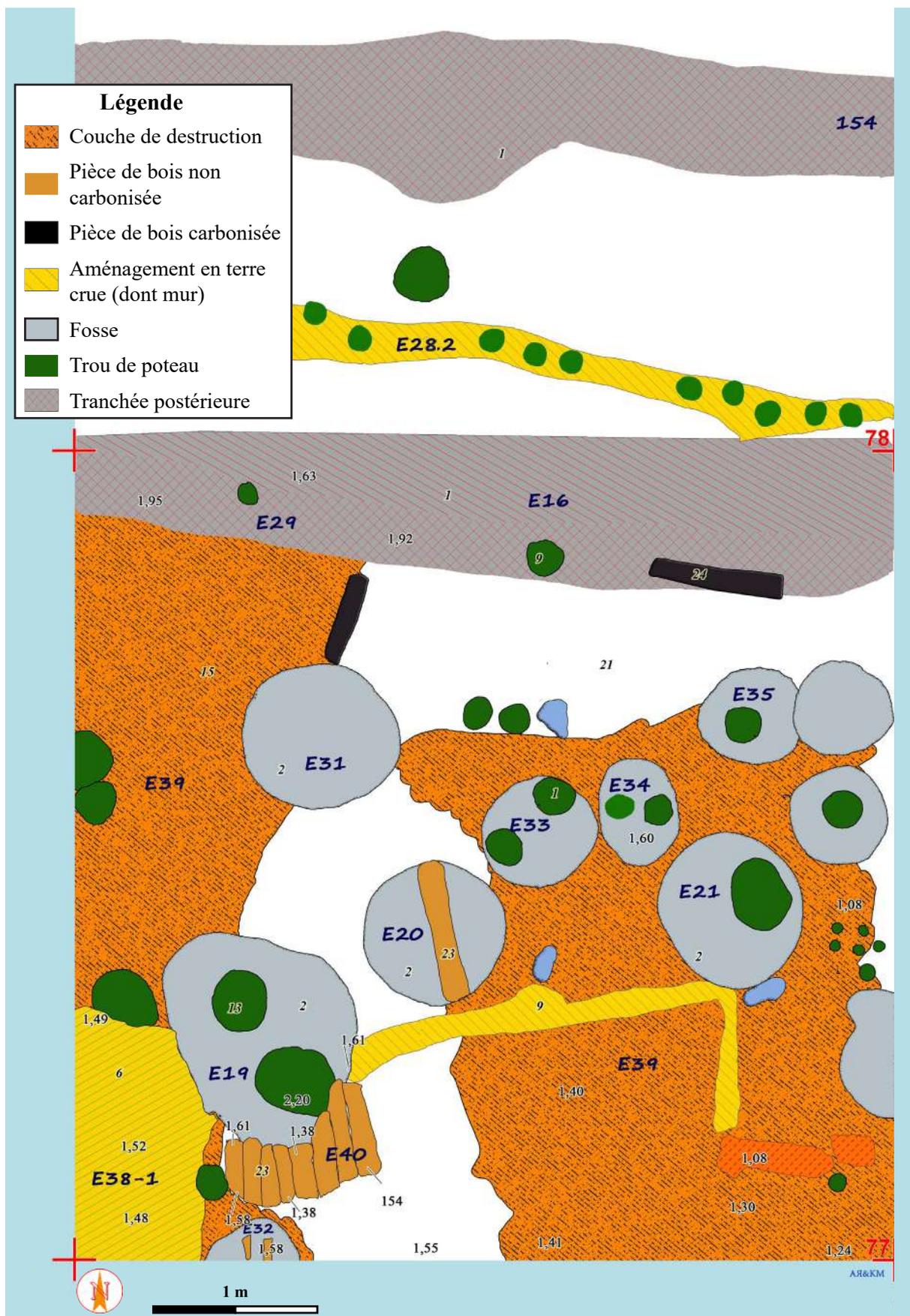


Fig. 4-68 - Plan du sud du secteur E au niveau de la couche de destruction du Bâtiment E39. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhev.

peu de fragments se prêtent à l'étude. En règle générale, la terre à bâtir est conservée sous la forme d'une poussière grossière (Chohadzhiev 2020, notamment p. 4).

5.2. Les restes végétaux

Concernant le Bâtiment E39, trois échantillons issus de poteaux ont été identifiés, il s'agit de nouveau uniquement de chêne. En outre, 16 autres échantillons rattachés à la construction – même si leur fonction architecturale n'a pas été déterminée – ont pu être identifiés. Ils attestent l'utilisation de l'aulne, du frêne, du noisetier et de la viorne.

6. Le Bâtiment F1

6.1. Les données de terrain

Le Bâtiment F1 n'est dégagé que sur une faible surface (2,34 m par 2,70 m) le long du profil ouest du secteur F. Il date du huitième horizon d'occupation du site (PK-C1), c'est-à-dire du début de l'EEB 9 (vers 4600/4500 av. n. è.). Sa couche de destruction, principalement composée de terre à bâtir incendiée réduite en poussière, mais sans fragment, ni céramique, fait au maximum 22 cm d'épaisseur. Toutefois, il est clair que les activités agricoles ont perturbé ce niveau, tout comme des fosses ou tranchées postérieures. À l'image du Bâtiment D3, l'édifice F1 présente également une «marche» avec un fort pendage nord-ouest – sud-est.

Deux poteaux ont été retrouvés carbonisés dans la partie sud de la couche de destruction. Stratigraphiquement, on se trouve dans la phase C du site, sûrement en contemporanéité avec le Bâtiment E26. Il est possible que les emplacements des murs sud et est aient été découverts ; leur épaisseur est d'environ 44-49 cm. Toutefois, aucune information technique n'a pu être obtenue à cause du faible nombre de fragments. Enfin, des possibles réfections de sol ont été identifiées, probablement trois réfections et donc quatre niveaux de sol (Chohadzhiev *et al.* 2021a, p. 2 et 6).

6.2. Les restes végétaux

Seuls deux échantillons provenant de poteaux dans la couche de destruction F1 ont été prélevés. Ces deux poteaux sont en chêne.

7. Le Bâtiment E26

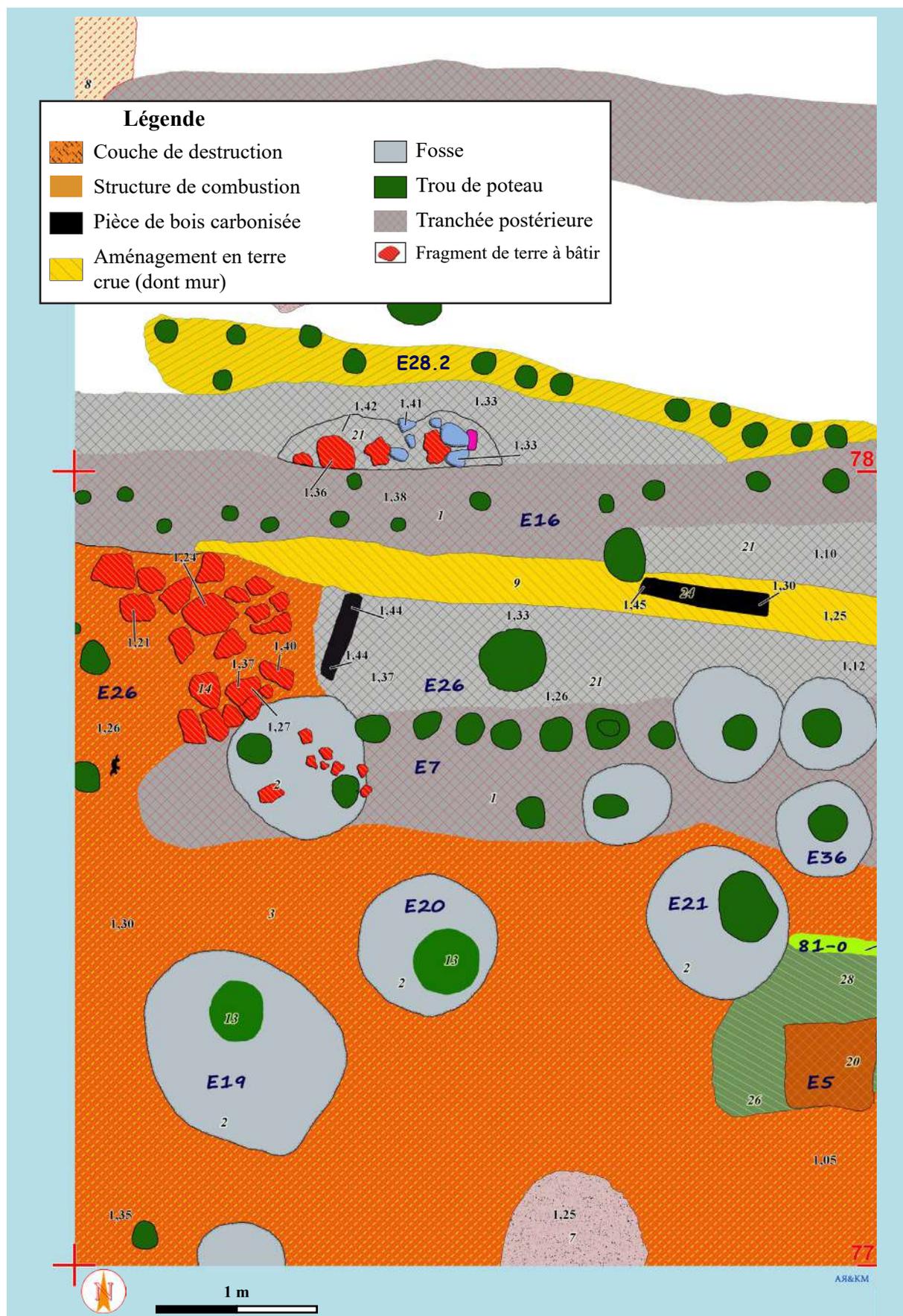
7.1. Les données de terrain

Le Bâtiment E26 est construit à l'aplomb du Bâtiment E39 (fig. 4-69 et 4-70). Il repose tantôt directement sur la couche de destruction sous-jacente, tantôt sur une couche d'argile jaune gris d'une épaisseur inférieure à 10 cm, qui semble avoir été nécessaire pour niveler le terrain d'implantation. Ce bâtiment est également situé au huitième horizon d'occupation du tell, soit au début de l'EEB 9 (PK-C1 ; vers 4600/4500 av. n. è.). Une nouvelle fois, la couche de destruction de l'édifice est perturbée par de multiples fosses et tranchées postérieures. Elle est épaisse d'environ 22 cm et elle n'est pas conservée sur toute la superficie de l'édifice. En effet, le mur sud est situé au sud du secteur E, le mur ouest apparaît dans le profil ouest du même secteur, enfin le mur est a été en grande partie détruit par le creusement de la canalisation des années 1970. Il est toutefois possible de proposer que la superficie minimale de ce bâtiment quadrangulaire corresponde à 12 m par 6 m.

L'incendie à l'origine de la destruction du bâtiment aurait été moins important que ceux des autres édifices selon les fouilleurs. De plus, les restes architecturaux sont très épars et mal conservés. Seuls 46 fragments – ayant livré 118 empreintes de bois – peuvent être étudiées. La



Fig. 4-69 - Niveau de destruction du Bâtiment E26. Cliché par A. Chohadzhiev.



mauvaise conservation des empreintes et des surfaces, ainsi que la difficulté induite à associer ces empreintes à des armatures végétales empêchent de tirer des conclusions architecturales. Aucune hypothèse de reconstitution technique n'est possible pour le moment (Chohadzhiev 2020, p. 3-4).

Enfin, dans la partie est du Bâtiment E26, les restes mal conservés d'un four ont été trouvés (81O). Quelques interprétations techniques peuvent être avancées, Il s'agit d'une armature en bois – dont une pièce a pu faire l'objet d'un prélèvement anthracologique – contre laquelle sont appliqués des colombins modelés à la main à section trapézoïdale avec une épaisseur en partie basse d'environ 15 cm et en partie haute d'environ 7 cm (**fig. 4-71**). La pâte utilisée est chargée en paille hachée et en balle et quelques inclusions de graviers sont visibles. Un badigeon blanchâtre de lissage est appliqué pour couvrir les zones de recouvrement des colombins (Bacoup 2020, p. 3-4).

7.2. Les restes végétaux

Le Bâtiment E26, auquel est rattaché ici le mur E28.2, a fourni 12 échantillons dont les fonctions architecturales d'origine sont connues. Les 11 poteaux échantillonnés sont en chêne, qu'ils proviennent des fosses internes ou des murs du bâtiment. Le chêne est utilisé pour la fabrication d'une armature de voûte du four. La pièce de bois a été prélevée dans une empreinte dans un fragment de terre à bâtir de la voûte du four 81O à l'intérieur du Bâtiment E26.

Enfin, 22 autres échantillons attestent, en outre, l'utilisation de l'érable champêtre, du noisetier et de la viorne dans la construction de ce bâtiment.

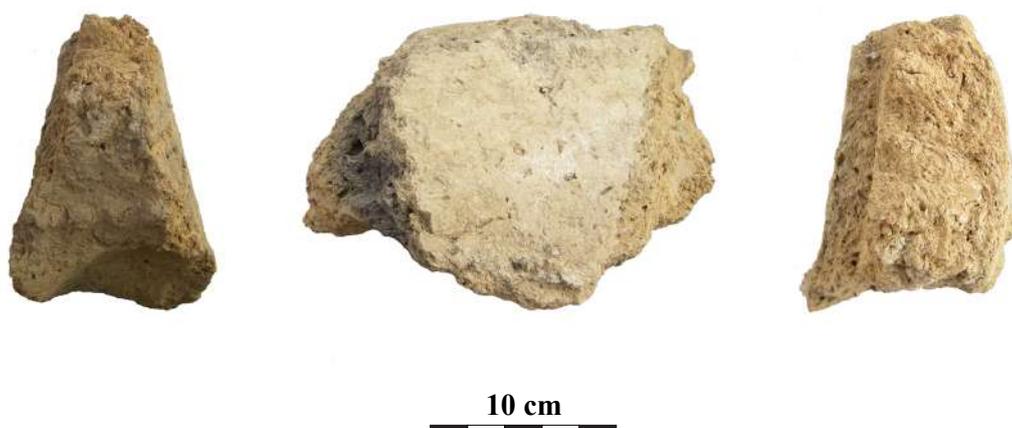


Fig. 4-71 - Fragment 77-132 de la voûte du four 81O. Éch. 1:4.

8. Le Bâtiment E5

8.1. Les données de terrain

Le Bâtiment E5 (**fig. 4-73**) est entrevu pour la première fois en 2017 dans le profil ouest du secteur D. Il date du dixième niveau d'occupation du site (PK-C3) avec une datation radiocarbone autour de 4692-4550 av. n. è. (Tsitsoni 2021, p. 389). Cet édifice est construit sur une couche de terre épaisse en moyenne de 16 cm, apportée pour niveler le terrain au-dessus des vestiges du bâtiment sous-jacent. Cette couche de terre est installée sous toute la superficie du Bâtiment E5, mais également aux alentours jusqu'à un mètre de distance au moins des murs périphériques. Même si la partie nord du bâtiment a été endommagée par les activités agricoles, son emplacement et son installation indiquent clairement que les Bâtiments E39, E26 et E5¹⁶ sont superposés et occupent le même emplacement. Ainsi, le Bâtiment E5, quadrangulaire, a des dimensions minimales de 12 m par 6 m (Chohadzhiev 2019, 2020, p. 3-4).

D'un point de vue architectural, le Bâtiment E5 se distingue par la présence d'un muret interne dont l'un des parements est peint en rouge avec des décors géométriques blancs (**fig. 4-72**). De plus, la campagne de fouille 2018 a été marquée par la découverte d'une fosse contenant 5 squelettes humains (Chohadzhiev et Atanassova 2019).



Fig. 4-72 - Vue vers le nord du muret interne du Bâtiment E5. Des restes d'enduit rouge à motifs géométriques blancs sont visibles in situ (flèche). Cliché par A. Chohadzhiev.

¹⁶ Liste à laquelle il est possible de rajouter le Bâtiment E3 (Chohadzhiev 2020, p. 4).

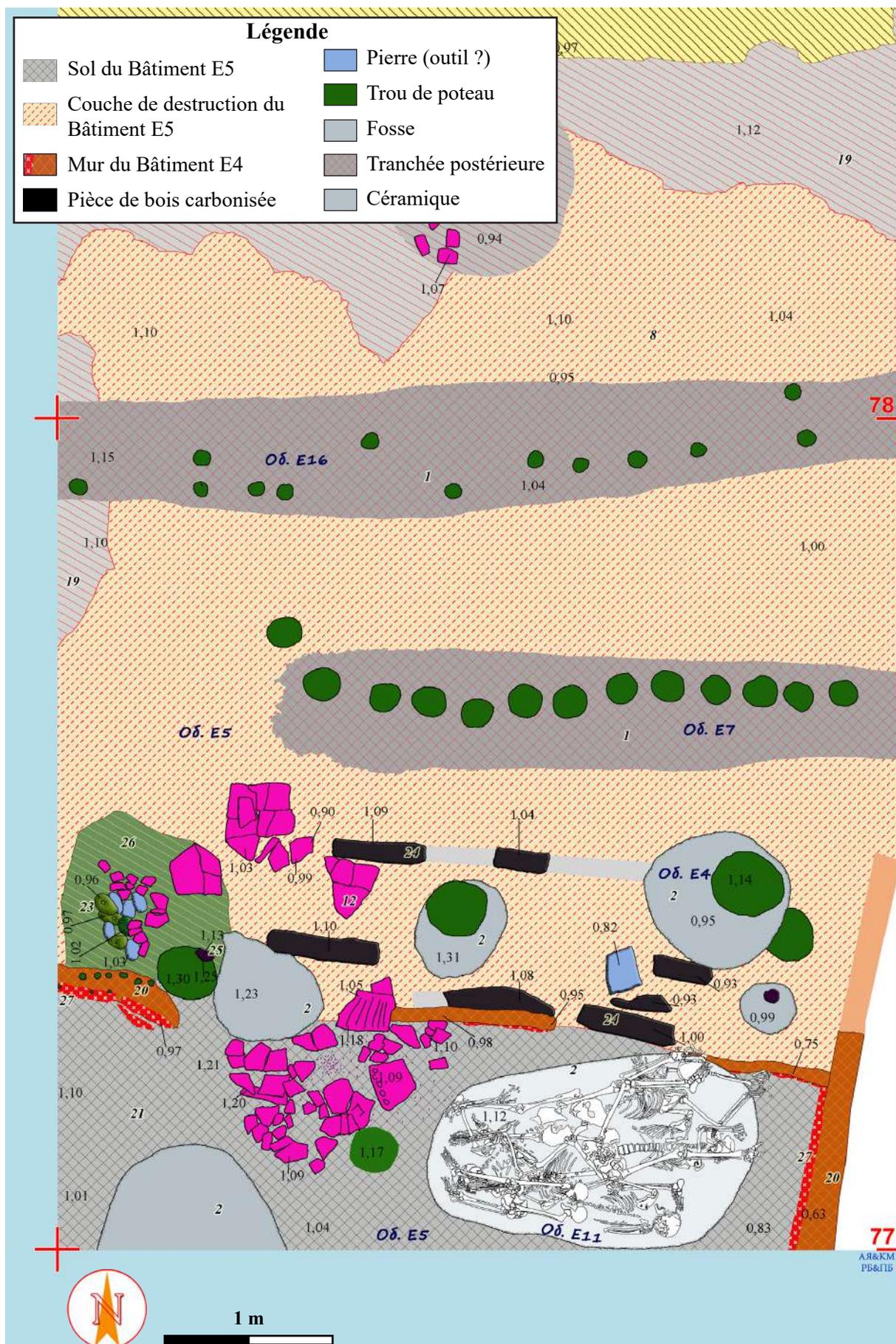


Fig. 4-73 - Plan du sud du secteur E au niveau de la couche de destruction du Bâtiment E5. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhev.

Concernant les aménagements intérieurs, le Bâtiment E5 a livré un seul fragment. Il s'agit probablement d'un rebord de plate-forme au sud-ouest de la zone de fouille. Il est composé de deux plaques superposées faites à partir d'une terre à bâtir dégraissée à la paille moyenne et à la balle en quantité faible à moyenne. Des empreintes digitales d'application et de mise en forme sont visibles sur la partie supérieure de la plaque du haut afin de donner à la bordure de la plate-forme sa forme légèrement pointue (**fig. 4-74**). Sous le fragment, l'empreinte d'un sifflet de colombin est visible, témoin d'un autre élément similaire en terre. Ce type de bordure en terre à bâtir pour les plates-formes intérieures est connu sur d'autres sites, comme Dikili Tash (Prévost-Dermarkar 2019, p. 41).

La fouille du Bâtiment E5 a permis de mettre au jour 383 pièces de bois, sous forme d'empreintes dans la terre à bâtir ou dans le sédiment et/ou sous forme de charbons. 152 fragments de terre à bâtir ont été prélevés et étudiés selon la méthodologie mise en place (*cf.* plus haut, p. 36-38). Enfin, 105 échantillons de charbon ont été prélevés, dont 86 sont rattachés aux bois de construction du bâtiment.

8.2. L'étude du matériel

8.2.1. Le muret interne

Le premier élément architectural de ce bâtiment ayant fait l'objet d'une étude exhaustive est un muret interne qui scinde en deux pièces l'intérieur de l'édifice (**fig. 4-73**). Conservé sur environ 20 cm de haut (**fig. 4-72**), il devait à l'origine s'élever sur 80 cm, avant de se terminer par un faîte plat et lissé (**fig. 4-75**).

D'un point de vue technique, le muret est construit en torchis sur clayonnage. L'agencement



Fig. 4-74 - Fragment 77-129. Rebord d'une plate-forme formé de deux plaques superposées formant un angle. On aperçoit les traces (flèches) que les doigts du bâtisseur ont laissées pour donner la forme au rebord. Éch. 1:2.

des pièces témoigne d'un clayonnage serré et lâche en alternance. L'étude des empreintes laissées dans la terre à bâtir par les pièces de bois indiquent en effet des baguettes de clayonnage jointives par trois, quatre ou cinq, puis un espacement de 5 à 7 cm avant un nouveau groupement de baguettes (fig. 4-76). Les baguettes de clayonnage ont des diamètres qui varient entre 0,4 et 3 cm. Cinq échantillons de charbon issus des baguettes ont été prélevés, les résultats indiquent l'utilisation de noisetier, de viorne et de chêne.



Fig. 4-75 - Fragment du faite du muret présentant un angle bien franc et des surfaces recouvertes d'un badigeon rougeâtre. Éch. 1:2. Cliché par A. Chohadzhiev.

L'armature en bois du muret est complétée par des poteaux de deux dimensions différentes. D'une part, 14 poteaux dont les diamètres sont compris entre 5 et 10 cm ont été répertoriés ; leurs empreintes indiquent que plusieurs d'entre eux sont refendus (fig. 4-76b). Certains

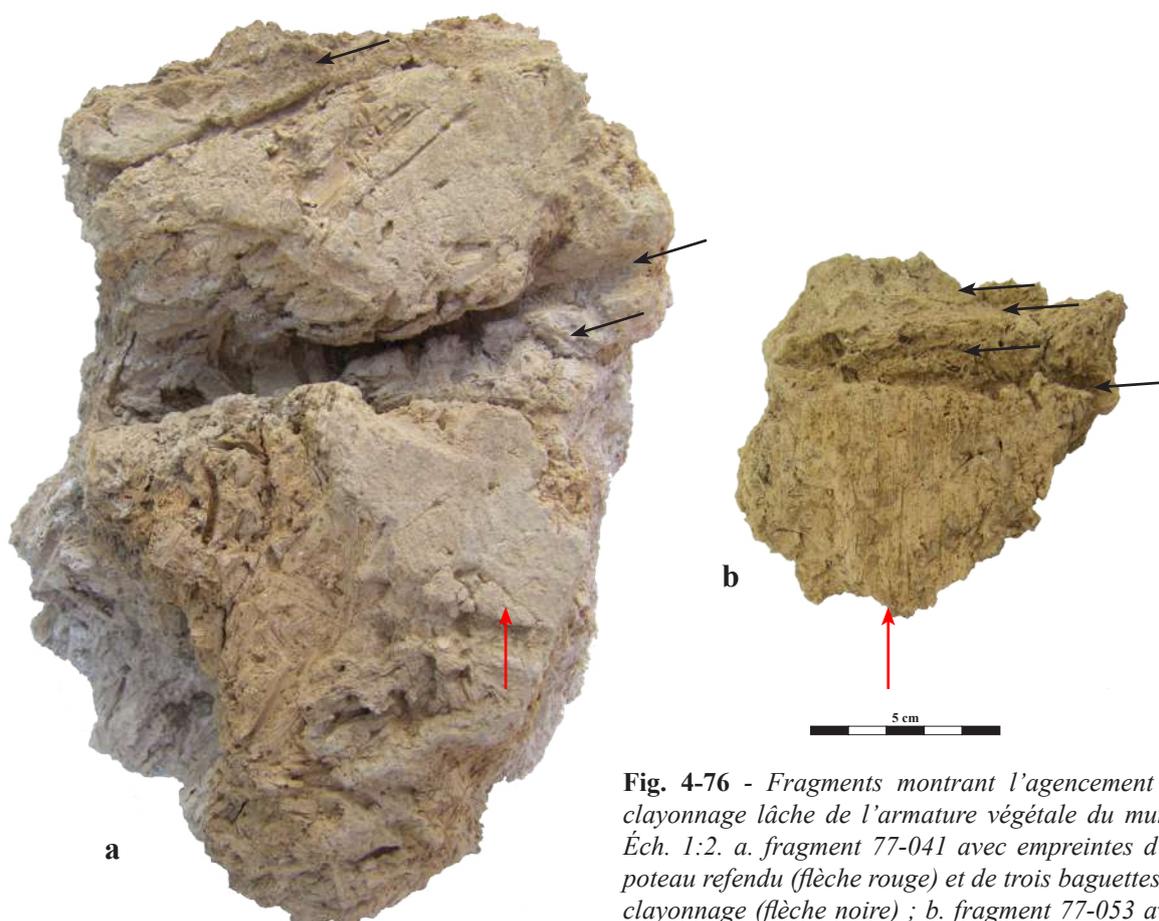


Fig. 4-76 - Fragments montrant l'agencement en clayonnage lâche de l'armature végétale du muret. Éch. 1:2. a. fragment 77-041 avec empreintes d'un poteau refendu (flèche rouge) et de trois baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 77-053 avec empreinte d'un poteau refendu et de quatre baguettes de clayonnage.



Fig. 4-77 - Fouille en cours de l'intérieur du muret. On aperçoit les poteaux carbonisés dont certains sont larges et refendus (flèche blanche) et d'autres sont cylindriques et d'un diamètre plus petit (flèche noire). Cliché par A. Chohadzhiev.

de ces poteaux sont en frêne (S.18.306) et en noisetier (S.18.294). D'autre part, entre ces poteaux d'assez fort diamètre, d'autres plus petits sont disposés, afin d'augmenter le nombre d'entrelacement des baguettes de clayonnage : leurs diamètres sont compris entre 1,5 et 3 cm (**fig. 4-77**). L'étude anthracologique indique l'utilisation d'érable champêtre, de noisetier et de frêne.

En ce qui concerne la terre à bâtir, on en dénombre au moins trois couches (**fig. 4-78**). La couche de torchis, appliquée contre la structure en bois décrite ci-dessus, est assez grossière avec un dégraissant composé de paille de taille moyenne (1 à 2 mm de diamètre ; une dizaine de centimètres de longueur) et quelques inclusions de galets, tessons et os. En partie haute du muret, la couche de torchis est plus finement dégraissée, chargée en balle et en paille hachée.

Le torchis est recouvert par une couche d'enduit de 2 cm qui est dégraissée avec de la paille ou avec de la balle. Certains fragments présentent alors une surface lissée. Lorsque cet enduit de 2 cm est lissé et représente l'enduit de finition, il est dégraissé à la balle plutôt qu'à la paille. L'épaisseur depuis les empreintes de ces fragments est d'environ 6,5 cm.

D'autres fragments présentent, par-dessus l'enduit de 2 cm, un deuxième enduit d'environ 1 cm d'épaisseur qui est dégraissé à la paille fine et à la balle. Ce deuxième et dernier enduit est alors recouvert d'une peinture rouge agrémentée de motifs géométriques blancs (fig. 4-78, 4-79 et 4-80). Ces fragments atteignent une épaisseur proche de 10 cm. Les motifs géométriques rappellent notamment les décors céramiques de la même période (fig. 4-81), ce qui est attesté de manière générale dans les Balkans (Dandrau 1997, p. 253-268).

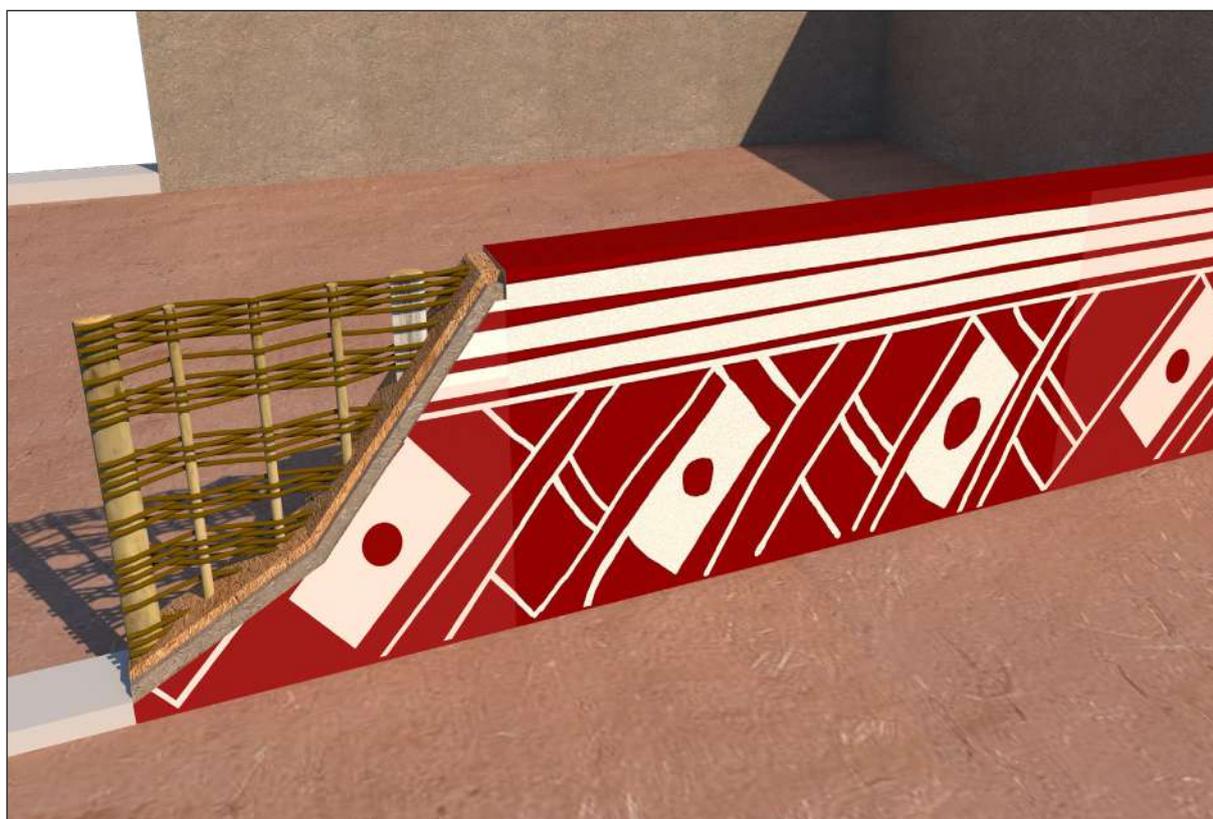


Fig. 4-78 - Reconstitution hypothétique du muret interne du Bâtiment E5. 3D et reconstitution technique par P. Bacoup, reconstitution graphique des décors par A. Yanakieva et A. Chohadzhiev.



Fig. 4-79 - Fragments d'enduit rouge à motifs géométriques blancs retrouvés in situ. Clichés par A. Chohadzhiev.

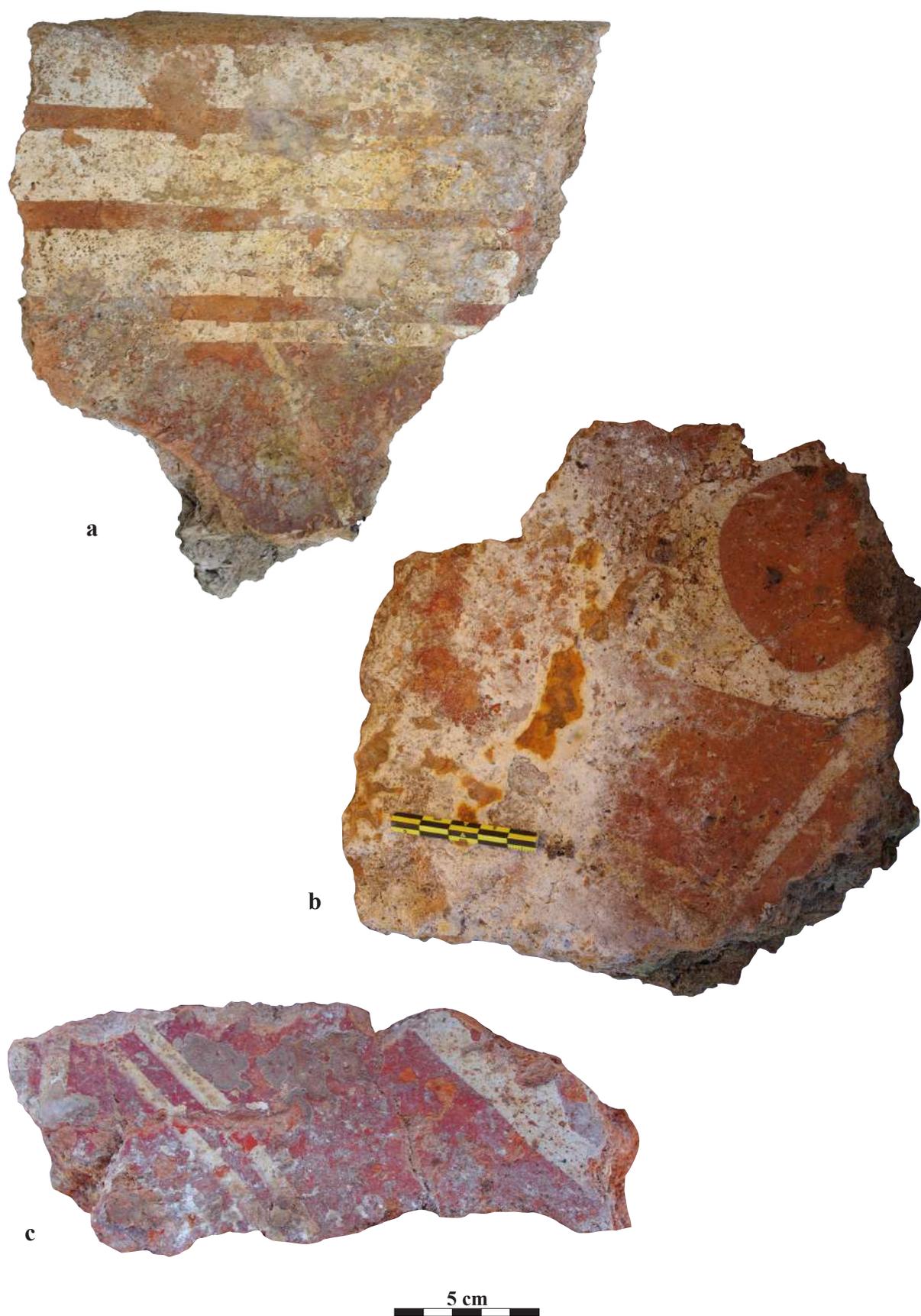


Fig. 4-80 - Fragments avec enduit rouge à motifs géométriques blancs. Éch. 1:2. a. fragment de la partie haute du muret ; b. et c. fragments portant différents motifs comme des disques, des traits, similaires à ce qu'on connaît pour la céramique du même bâtiment. Clichés par A. Chohadzhiev.

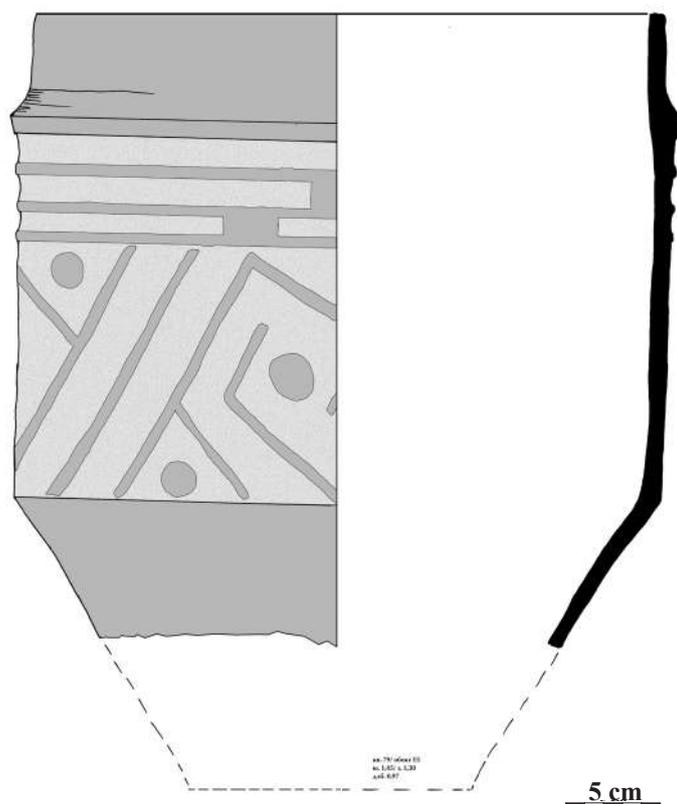


Fig. 4-81 - Dessin technique d'un vase découvert dans le Bâtiment E5 (carré 79) présentant des décors similaires au muret. Éch. 1:4. Dessin par A. Chohadzhiev.

La répartition spatiale des vestiges écroulés et l'observation de ceux *in situ* permettent d'affirmer que les fragments sans peinture, lissés sur l'enduit de 2 cm d'épaisseur, composent le parement nord du muret, alors que les fragments peints forment le parement sud. Le muret doit donc faire environ 20 cm d'épaisseur en tenant compte de l'armature en bois (**fig. 4-78**).

8.2.2. Les murs périphériques nord et est

a. Le cas général : torchis sur clayonnage

L'amas de terre à bâtir le plus important mis au jour se situe dans la partie nord de l'aire d'implantation du Bâtiment E5. Attribué aux murs périphériques à proximité et principalement aux murs nord et à la partie nord du mur est, cet amas atteste la technique du torchis sur clayonnage. Concernant l'armature végétale, le clayonnage mis en place est composé de poteaux refendus dont les diamètres se situent autour de 7 cm (**fig. 4-82a**). L'espacement entre chaque poteau est d'au moins 10,5 cm. Les baguettes de clayonnage sont entrecroisées et jointives, même si quelques espaces sans baguette allant jusque 5 cm sont à noter. Elles ont un

diamètre moyen de 1,5 cm (max : 2,5 cm ; min : 0,3 cm) (**fig. 4-82b**). L'analyse anthracologique des restes architecturaux de ces murs attestent l'utilisation du chêne, du frêne et de l'orme pour les poteaux et du chêne, du frêne, du cornouiller et de la viorne pour les baguettes de clayonnage.

La couche de torchis appliquée contre cette armature a une épaisseur comprise entre 8 et 18 cm. Elle est dégraissée avec des grosses pailles (entre 3 mm et 1 cm ; **fig. 4-83**) en quantité moyenne à importante. Une organisation des pailles en fagot est à noter et quelques inclusions, notamment de graviers calcaires ou de petits galets, ont également été identifiées (**fig. 4-84**). La surface de la couche de torchis porte des empreintes digitales liées à son aplanissement (**fig. 4-85**). Enfin, au niveau des poteaux, il arrive que les baguettes de clayonnage affleurent ou percent cette surface comme cela a déjà été vu pour le Bâtiment E10 et est corroboré par l'ethnographie (**fig. 4-65**).

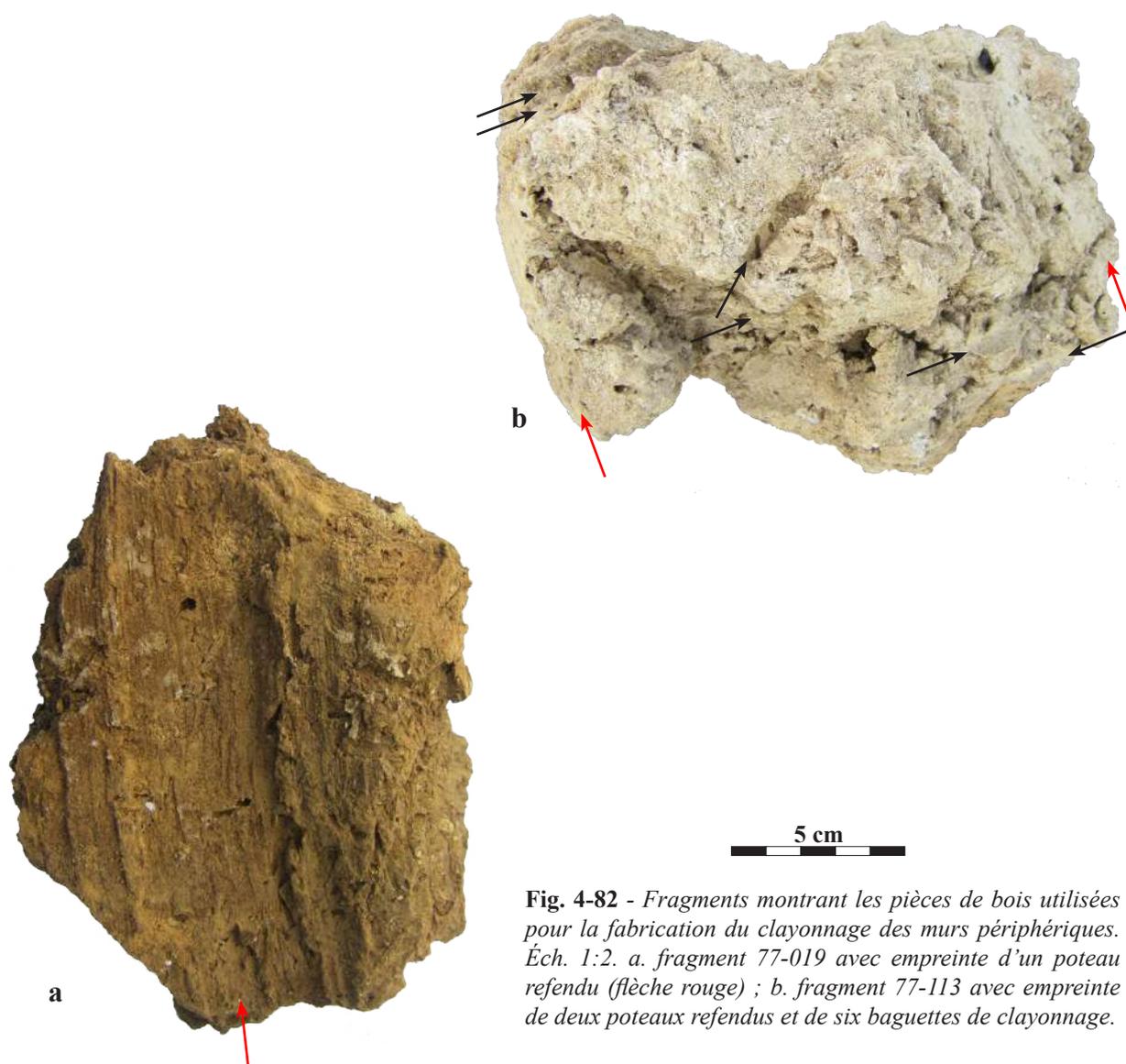


Fig. 4-82 - Fragments montrant les pièces de bois utilisées pour la fabrication du clayonnage des murs périphériques. Éch. 1:2. a. fragment 77-019 avec empreinte d'un poteau refendu (flèche rouge) ; b. fragment 77-113 avec empreinte de deux poteaux refendus et de six baguettes de clayonnage.



Fig. 4-83 - Détail sur la couche de torchis du fragment 77-021. Les pailles atteignent 1 cm de large.



Fig. 4-84 - Détail sur la couche de torchis du fragment 77-019. Inclusion d'un gros galet.

Un enduit assez mal conservé, épais de 0,8 à 1 cm, recouvre la couche de torchis. Il semble avoir une composition très similaire à celle du torchis. Aplani et/ou lissé, il est recouvert d'un badigeon blanchâtre. Ces fragments sont issus du parement extérieur, comme du parement intérieur de l'édifice.

b. L'exception : torchis en colombin sur poteaux jointifs

Le mur est de ce bâtiment n'est conservé *in situ* que sur une faible longueur dans le sud du secteur E (**fig. 4-73**). Orienté avec un léger désaxement sud-ouest – nord-est, ce mur n'est pas dégagé plus au sud car cette zone n'a pas encore été fouillée, ni plus au nord à cause de la tranchée moderne creusée dans les années 1970.

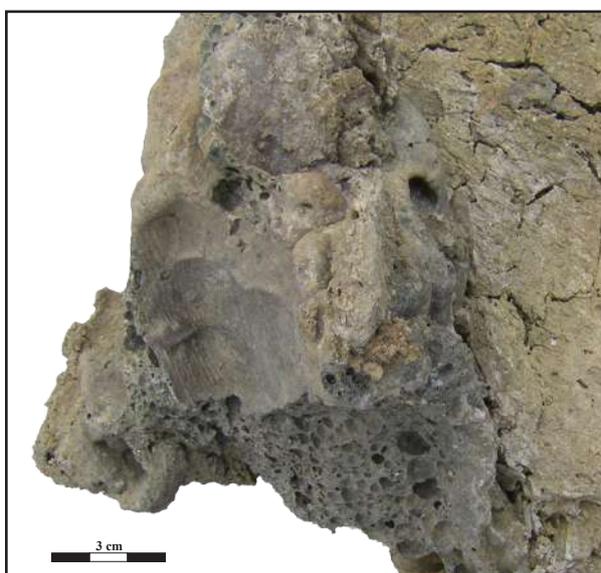


Fig. 4-85 - Détail sur la surface de la couche de torchis du fragment 77-060. Traces d'impressions digitales bien visibles grâce à vitrification du fragment due à la chaleur de l'incendie.

Si l'ensemble des restes en terre à bâtir étudiés et décrits ci-dessus montre l'utilisation prépondérante du clayonnage comme armature végétale, une portion longue d'environ 90 cm du mur est conservée sur 25 cm de haut environ et atteste l'utilisation d'une armature en poteaux jointifs (**fig. 4-86** ; Bacoup 2020, § 23). Il s'agit d'une technique jusqu'alors inédite pour le site. Seuls huit fragments de terre à bâtir prélevés dans le carré 77 au sein de la couche de destruction présente un agencement similaire. Il semble donc que cet agencement soit utilisé de manière très localisée, sûrement seulement sur cette courte portion du mur est.



Fig. 4-86 - Portion in situ du mur est présentant une armature en poteaux jointifs. Cliché par A. Chohadzhiev.

L'armature en bois est composée de poteaux refendus ou non, présentant des diamètres compris en 2,5 et 12 cm (22 empreintes ont permis une lecture dimensionnelle) (**fig. 4-87**). Le diamètre moyen est de 5,9 cm, ce qui est assez semblable aux autres mentions de poteaux jointifs dans l'aire égéo-balkanique : entre 6 et 10 cm à Avgi, 5,3 cm en moyenne à Servia, 6,9 cm en moyenne à Dikili Tash (Kloukinas 2012, § 7 ; Ridley *et al.* 2000, p. 79-84¹⁷ ; *cf.* plus haut, p. 85)¹⁸. Parmi les essences utilisées pour ces poteaux, sont attestés avec certitude le chêne (S.18.319) et l'érable (S.18.320). L'empreinte d'une pièce de bois (077-275) de 3,5 cm de diamètre, perpendiculaire aux autres empreintes, est conservée. Il s'agit probablement du négatif d'une traverse nécessaire au maintien de poteaux avant l'application de la terre à bâtir (**fig. 4-88**).

La terre à bâtir appliquée contre cette armature de bois est plutôt grossière : dégraissée à la paille avec quelques inclusions de balle (**fig. 4-89a**). En section, les fragments se présentent comme de gros colombins atteignant 25 cm de diamètre. Certains de ces fragments ressemblent d'ailleurs à des mottes roulées en spirale (**fig. 4-89**). Deux successions d'enduits sont décrites ensuite. La première, qui correspond au parement extérieur du mur, est caractérisée par deux enduits : l'un épais de 1 à 3 cm et le second (le plus à l'extérieur) d'environ 1 cm. Ces enduits sont mal conservés. L'enduit du parement interne du mur, décrit à partir de sept fragments, a une épaisseur d'environ 2,5 cm et est dégraissé finement, principalement avec de la balle (**fig. 4-90**). Il ne comporte que de petites inclusions de graviers et de graines carbonisées (**fig. 4-91**). Plusieurs fragments portent des traces de peinture rouge avec quelques motifs géométriques blancs (**fig. 4-92**).

¹⁷ Dimensions mesurées directement sur les figures.

¹⁸ Aucune dimension n'est donnée pour le site d'Orlitsa (Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 218).

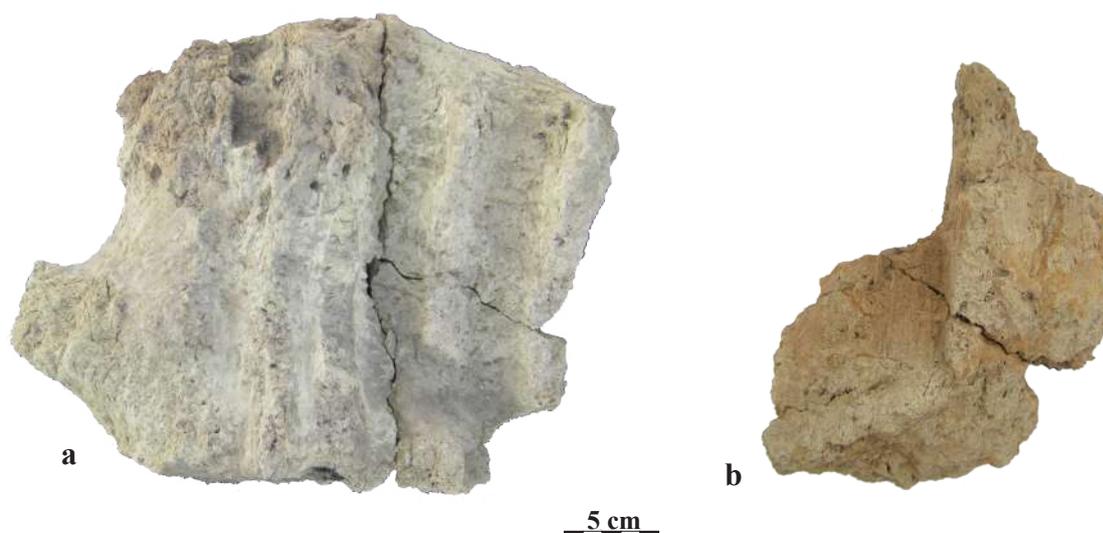


Fig. 4-87 - Fragments du mur est attestant l'utilisation de poteaux jointifs comme armature pour la construction d'une portion du mur. Éch. 1:4. a. fragment 77-123 portant des empreintes de petits poteaux non refendus ; b. fragment 77-050 portant des empreintes de gros poteaux refendus.

8.2.3. Sol et plancher d'étage ?

À l'image des autres bâtiments découverts sur le tell dont le sol du rez-de-chaussée n'est pas en bois, celui du Bâtiment E5 est difficile à appréhender. Il semble qu'il soit en terre. Une couche noire charbonneuse a été découverte sur ce sol, ce qui est assez courant pour les bâtiments de Petko Karavelovo. Dans l'angle sud-ouest du secteur E, il a été possible en 2018 de prélever des échantillons de charbon à l'intérieur de cette couche. Les deux échantillons (S.18.279 et S.18.280) ont été identifiés comment du chêne.

Enfin, une dernière structure architecturale est rattachée au Bâtiment E5. Il s'agit d'un ensemble de pièces de bois carbonisées, retrouvées en position horizontale, plus ou moins parallèles et espacées au maximum d'une dizaine de centimètres (**fig. 4-93**). Un léger pendage d'une vingtaine de centimètres est à noter depuis le mur est de l'édifice vers l'ouest.

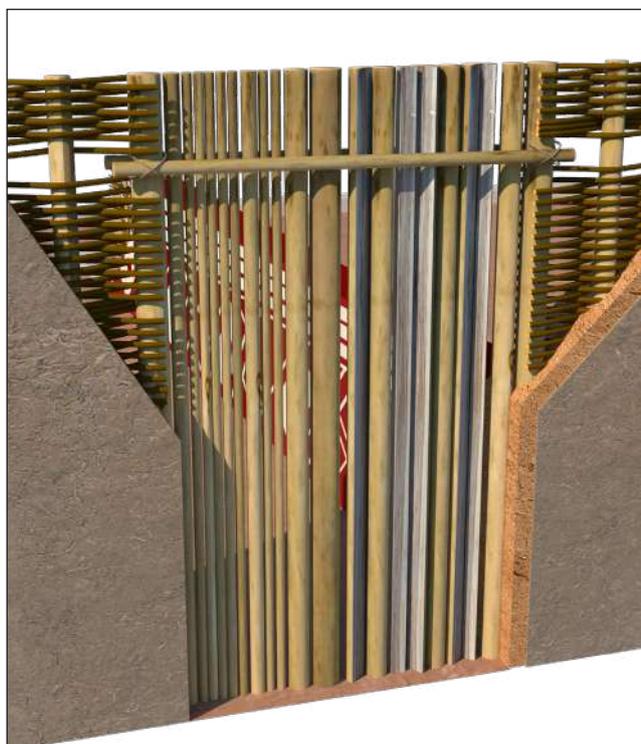


Fig. 4-88 - Reconstitution hypothétique de la partie en poteaux jointifs du mur est du Bâtiment E5.

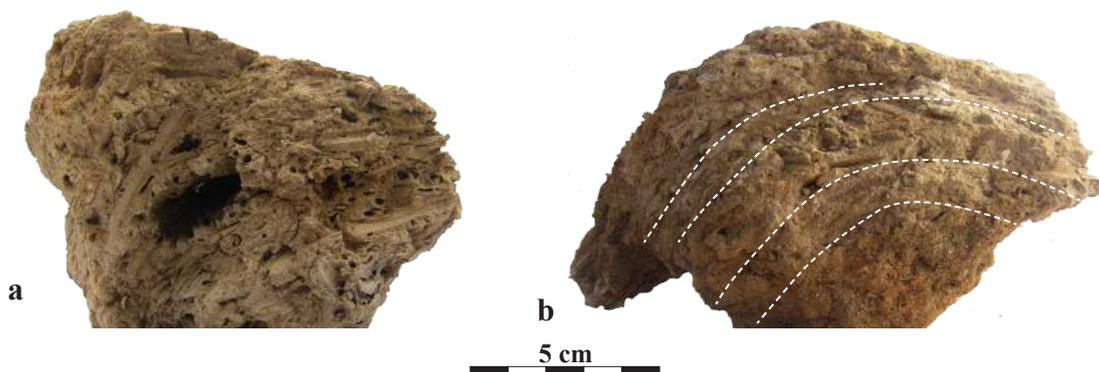


Fig. 4-89 - Fragments du mur est. Vues de détail sur la terre à bâtir appliquée contre les poteaux jointifs. Éch. 1:2. a. fragment 77-051 dont le dégraissant est sans organisation et est de taille moyenne ; b. fragment 77-022 dont les couches sont roulées.



Fig. 4-90 - Fragment 77-122 issu de l'enduit intérieur du mur périphérique est.



Fig. 4-91 - Détail du fragment 77-137 qui contient comme inclusion une graine de blé carbonisée.



Fig. 4-92 - Parement interne du mur périphérique est in situ du Bâtiment E5. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. photographie de terrain montrant l'enduit final peint en rouge ; b. fragment 77-137 avec à sa surface des restes de peintures rouge et de motifs blancs.



Fig. 4-93 - Fin de fouille du Bâtiment E5, découverte d'une structure carbonisée en bois. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale du Bâtiment E5 en fin de fouille ; b. détail sur la structure carbonisée.

Cet ensemble se compose de 10 pièces de bois dont certaines ont été découvertes en plusieurs tronçons à cause des fosses ou tranchées postérieures. Les pièces de bois qui ont la forme de rondins non-refendus ont un diamètre compris entre 12 cm (077-105) et 19 cm (077-093). Elles sont en chêne, en frêne et en orme (**fig. 4-94**). Un poteau en chêne (077-094) peut être associé à la structure ; il appartient vraisemblablement à la charpente globale du bâtiment, comme poteau porteur, voire comme poteau faitier.

Si cet ensemble a, dans un premier temps, permis d'envisager la présence d'un plancher surélevé sur toute la superficie du bâtiment (Bacoup 2019, p. 8-9, 2020a, § 28), la suite des fouilles et l'étude de la terre à bâtir n'ont pas corroboré cette hypothèse. L'interprétation la plus probable alors est d'envisager quelques pièces de bois posées sur les sablières hautes d'un mur ainsi que sur une poutre entre les poteaux porteurs internes de l'édifice (**fig. 4-95**). Cette structure est très localisée, permettant de ranger ou suspendre divers objets.

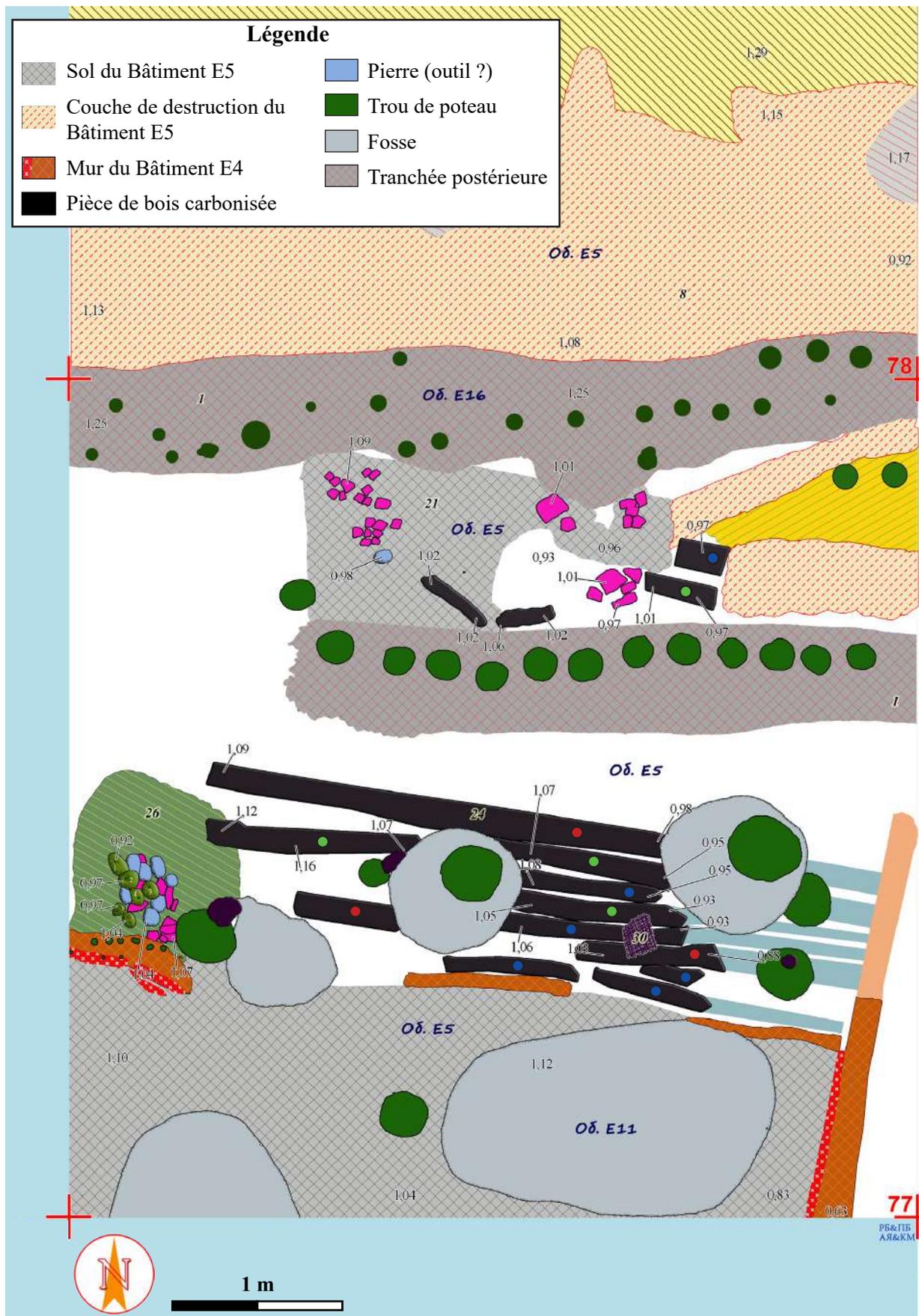




Fig. 4-95 - Reconstitution hypothétique de la structure haute en bois.

La plus longue pièce de bois mesure 2,90 m. Elle a une orientation est-ouest. Les pièces de bois n'ont pas été dégagées entièrement, mais, en l'état actuel, elles ne semblent pas s'étendre vers la partie occidentale du bâtiment (fig. 4-94). La structure se limite alors à un appui sur le mur est et un appui sur une poutre entre les poteaux internes du bâtiment.

8.3. Résultats et interprétation

Le Bâtiment E5 a une forme quadrangulaire. Ses dimensions exactes ne sont pas connues puisque les murs sud et ouest sont situés en dehors du secteur de fouille. De plain-pied et sans étage, le bâtiment dispose d'un sol en terre. L'édifice est *a minima* bipartite, avec deux pièces séparées par un muret interne d'environ 80 cm de haut et une vingtaine de centimètres d'épaisseur (fig. 4-94 et 4-96).

Ce muret en torchis sur clayonnage est décoré par un enduit peint rouge agrémenté de motifs géométriques blancs sur son parement sud (fig. 4-78). La portion *in situ* du mur extérieur est, préservée au sud du muret, est dotée d'un parement interne décoré de manière similaire (fig. 4-80). Le parement nord du muret ne porte pas une telle décoration, mais est recouvert d'un badigeon blanchâtre à l'image des autres murs de cette pièce. Ces deux espaces distincts indiquent peut-être une répartition des activités au sein de l'édifice.



Fig. 4-96 - Reconstitution hypothétique du Bâtiment E5. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible.

Les murs périphériques sont principalement construits en torchis sur clayonnage, recouvert d'enduits de terre à bâtir. Seule une faible portion du mur est d'environ 90 cm de long présente un mode d'agencement différent : les poteaux jointifs. Si le torchis sur poteaux jointifs est bien connu en Grèce du Nord ou dans les Rhodopes sur les sites de Dikili Tash¹⁹, de Avgi ou Orlitsa par exemple (Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 218), peu de mentions de ce mode d'agencement existent dans la littérature archéologique pour la partie septentrionale de la Bulgarie.

¹⁹ Références pour le 2^e programme de recherche sur le site de Dikili Tash : Martinez 2001 ; Prévost-Dermarkar 2003 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003. Références pour le 3^e programme : Pérello et Prévost-Dermarkar 2018 ; Prévost-Dermarkar 2019 ; Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021.

L'étude architecturale des édifices à Dikili Tash, à Avgi²⁰ et à Orlitsa atteste l'absence de tranchées de fondation sous les murs construits à l'aide d'armatures végétales en poteaux jointifs. La portion en torchis sur poteaux jointifs du mur est du Bâtiment E5 de Petko Karavalovo ne présente pas non plus de tranchée de fondation. Cette portion s'élève exactement à l'aplomb des restes du four 81O rattaché à l'occupation sous-jacente correspondant au Bâtiment E26. L'absence de tranchée de fondation à cet endroit précis semble être directement liée à la présence de ce four. En effet, creuser la tranchée à travers la sole sous-jacente est sûrement apparu comme une tâche trop difficile ou longue. Dans ce cas, cette tâche était même inutile puisque l'utilisation des poteaux jointifs est une réponse technique alternative au creusement d'une tranchée, tant que les poteaux aux extrémités des murs sont, eux, fondés. Les bâtisseurs ont donc dû s'adapter et modifier l'intention d'origine qui leur est prêtée, d'utiliser uniquement une armature en clayonnage fondée dans une tranchée. Cet ajustement à la situation rencontrée témoigne d'une certaine adaptabilité technique face à ce type d'imprévus spécifiques au contexte de construction.

En parallèle, une autre hypothèse peut être avancée quant à l'utilisation localisée de ce mode d'agencement et à l'absence de tranchée de fondation : la condamnation d'une entrée. En effet, il semble que la tranchée de fondation périphérique des bâtiments de Petko Karavelovo soit coupée au niveau des seuils de porte : l'exemple le plus parlant est celui du Bâtiment 127 (**fig. 4-08**). La découverte du four 81O par les bâtisseurs de l'édifice E5 lors du creusement de la tranchée de fondation a pu les conduire à placer à cet endroit une porte, qui dans un premier temps donnait accès à la pièce la plus au sud du bâtiment. Il est également envisageable qu'à ce moment, la pièce nord ait eu, elle aussi, une ouverture vers l'extérieur. Il est alors possible d'envisager que les deux pièces de ce bâtiment étaient deux espaces séparés, avec deux accès distincts. Les habitants de Petko Karavelovo auraient ensuite pu faire le choix de condamner l'accès à la pièce sud en comblant la baie par une technique ou un mode d'agencement différent, répondant parfaitement à l'objectif. Cette manière de combler les anciennes ouvertures est encore de nos jours très courante dans les Balkans, avec par exemple l'utilisation de briques cuites pour combler les baies dans des murs en torchis ou en brique crue (**fig. 4-97a**). On le voit également en France très régulièrement, lorsque d'anciennes baies de portes ou de fenêtres sont comblées par des parpaings dans des murs en pierre ou en terre (**fig. 4-97b**). C'est en réalité l'enduit posé *a posteriori* qui donnera l'impression d'unité aux parements des murs.

²⁰ Pour le site de Avgi, l'utilisation de poteaux jointifs est attestée pour la phase I (5700-5200/5100 av. n. è. ; EEB 5-6) pour laquelle aucune tranchée de fondation n'est connue. À la phase III (4900-4500/4300 av. n. è. ; EEB 8-9), des tranchées de fondation sont attestées, mais l'agencement des poteaux semblent plutôt correspondre à une armature en clayonnage (Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45 et 47-48).

L'absence de fouille dans la partie ouest du bâtiment ne permet pas, toutefois, de confirmer cette hypothèse.

L'utilisation de deux modes d'agencement au sein d'un même bâtiment doit être notée. Cette diversité n'est que très rarement attestée à l'échelle d'un édifice et cela principalement à cause de l'absence d'étude exhaustive du matériel architectural en terre. Quelques comparaisons peuvent être établies, une nouvelle fois surtout avec le site de Dikili Tash (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021, p. 62-63). Cette étude fine du matériel permet d'écarter une évolution chronologique des techniques ou des modes d'agencements. Elle offre la possibilité de se rapprocher de choix opportunistes faits par les habitants du site liés à une certaine adaptabilité technique afin de s'adapter à différentes situations.

Enfin, les décors muraux de la pièce sud du bâtiment sont particulièrement remarquables. En effet, aucun des autres bâtiments du tell ne présentent autant d'ostentation dans les décors. Cet élément pourrait être un argument pour étayer l'hypothèse que ce bâtiment ne soit pas une unité d'habitation, mais peut-être un édifice communautaire de réception par exemple. Il pourrait également être le témoin de la mise en place des inégalités sociales au sein de la population du tell avec une pièce d'apparat réservée pour la réception des élites par les élites. Toutefois, il serait nécessaire d'avoir un échantillon plus important de bâtiments datant du même horizon afin de consolider cette hypothèse.



Fig. 4-97 - Comblement d'une ancienne ouverture avec un autre matériau ou une autre technique que ceux utilisés pour construire les murs. Clichés par P. Bacoup et N. Lereau. a. en brique cuite à Gortalovo (Bulgarie, 2019) ; b. en parpaings à Neuilly-sur-Eure (France, 2022).

Chapitre 4 – Le bois de construction à Petko Karavelovo : synthèse de l'étude anthracologique

En parallèle de l'étude architecturale, des analyses anthracologiques ont été entreprises afin d'apporter des informations sur les essences utilisées dans la construction. Un des objectifs est de repérer si des essences végétales sont préférées à d'autres de manière générale, et si certaines sont favorisées pour des fonctions architecturales précises au sein des charpentes de mur, de plancher et de toit. Ainsi, un prélèvement exhaustif des charbons liés à l'architecture a été pratiqué et 367 pièces de bois carbonisées issues des constructions ont pu être examinées sous microscope optique à réflexion afin d'en déterminer l'essence.

Pour chaque étude architecturale analysée ci-dessus, les analyses anthracologiques correspondantes ont été présentées. Toutefois, l'étude anthracologique des fragments carbonneux issus de contextes de construction a porté sur bien plus d'échantillons, notamment sur des échantillons provenant de bâtiments non étudiés pour ce travail (le Bâtiment 50 ou le Bâtiment E26 par exemple).

1. Les essences et leurs propriétés

En regroupant toutes les identifications selon les périodes, il est alors possible de présenter un aperçu des essences végétales utilisées dans la construction (**fig. 4-98**). Au total, neuf essences ont servi à la construction des bâtiments du site : le chêne, le frêne, l'orme, l'érable, le noisetier, la viorne, l'aulne, le bouleau et le cornouiller.

Le premier constat notable correspond à l'absence de conifères au sein de ces essences, alors que sur de nombreux autres sites égéens et balkaniques l'utilisation dans l'architecture de conifères (pin, sapin, genévrier, if) est attestée (Gimbutas 1974a, p. 44 ; Couvert 1981, p. 633 ; Chatzitoulousis 2008a, p. 69 ; Giagkoulis 2019, p 46).

Pourquoi les bâtisseurs de Petko Karavelovo ont-ils uniquement utilisé des feuillus ?

Ce choix peut être dû à deux facteurs : un facteur lié à la disponibilité de ces arbres à proximité du site et/ou un facteur lié à des raisons techniques. Des analyses polliniques permettraient d'obtenir une réponse plus fiable, toutefois, les résultats de l'identification des charbons prélevés sur le site de Petko Karavelovo n'indique pas la présence de conifère. Il semble que ce soit le facteur décisif. En effet, si l'on s'intéresse aux raisons techniques de n'utiliser que des feuillus, les traités antiques mentionnent que les conifères ont des « usages

Essence	PK-A	PK-B	PK-C	Total
Chêne	22	61	66	149
Frêne	6	15	14	35
Orme	4	4	8	16
Érable dont champêtre	2	7	4	13
Noisetier	4	10	10	24
Viorne	4	97	10	111
Aulne		4		4
Bouleau	1			1
Cornouiller			1	1
NI	1	7	5	13
Total	44	205	118	367

Fig. 4-98 - Tableau des effectifs par essences utilisées dans la construction et par phase (N=367).

très nombreux et très importants » (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 1, 5). Leurs qualités sont même vantées au détriment des feuillus : « quand il s'agit de supporter une charge, le sapin et le pin sont solides s'ils sont placés de flanc. Ils résistent au lieu de fléchir comme le chêne » (V, 6, 1) ; « Le sapin est, peut-on dire, le bois le plus solide. Mais pour les ouvrages de charpente, c'est le pin qui se prête le mieux à l'assemblage par mortaises grâce à sa texture lâche et à la rectitude de son fil » (V, 6, 2) ; « Le sapin donc et le pin noir [...] servent à la construction navale, au bâtiment et encore à d'autres ouvrages » (V, 7, 5).

Il convient alors de s'intéresser aux propriétés physiques et chimiques des principales essences de feuillus attestées dans la construction à Petko Karavelovo. Par propriétés chimiques du bois, nous entendons sa durabilité naturelle en lien avec sa résistance vis-à-vis des champignons, des insectes xylophages et de la pourriture liée à l'humidité. Actuellement, pour analyser cette durabilité, l'aubier est mis de côté, seul le duramen compte. Plusieurs normes françaises et européennes (NF EN 350-2 ; NF EN 335-2), ainsi que des fascicules de documentation (FD P 20-651) existent afin de répertorier les essences en fonction de leur durabilité (Triboulot 2003 ; FNB 2016a, 2016b et 2016c ; Kutnik *et al.* 2020).

Face aux champignons, il existe cinq classes de durabilité naturelle (fig. 4-99a). Face aux insectes xylophages, il existe deux classements différents, l'un concerne la durabilité du bois face aux coléoptères, l'autre face aux termites et aux xylophages marins (fig. 4-99b et c). Concernant l'impact de l'humidité, six classes d'emploi (anciennement appelées classes de risque) sont proposées (fig. 4-99d). Elles permettent de « catégoriser les situations d'humidification des bois en vue de maîtriser les dégradations fongiques induites » (FNB 2016b, p. 1).

Classe de durabilité	Description
DC 1	Très durable
DC 2	Durable
DC 3	Moyennement durable
DC 4	Faiblement durable
DC 5	Non durable

a

Classe de durabilité	Description
D	Durable
S	Sensible – non durable

b

Classe de durabilité	Description
D	Durable
M	Moyennement durable
S	Sensible – non durable

c

Fig. 4-99 - Tableaux répertoriant les classes de durabilité du bois face aux champignons (a), aux coléoptères (b) et aux termites et xylophages marins (c). Tirés de la norme NF EN 350.

Situation en service	Type d'ouvrage	Classe d'emploi
Toujours à l'abri des intempéries // Humidité du bois < 18%	Parquets, meubles	1
Toujours à l'abri des intempéries // Humidité du bois < 18% // Humidifications possibles par condensations superficielles occasionnelles	Charpente, éléments de toiture, bois d'ossature	2
Bois soumis à des alternances rapides d'humidification // Pas de stagnation d'eau // Séchage complet avant réhumidification // Pas d'humidification significative en bois de bout et aux assemblages	Menuiseries (fenêtres, portes) et revêtements extérieurs	3.1
Bois soumis à des alternances rapides d'humidification (H>20%) et de séchage // Stagnation d'eau fréquente // Pénétration d'eau modérée en bois de bout et dans les assemblages	Menuiseries (fenêtres, portes) et revêtements extérieurs	3.2
Bois soumis à des humidifications fréquentes et permanentes, contact avec le sol, bois immergés (H>20%) et de séchage // Rétention et stagnation d'eau // Humidité du bois > 20% pendant de longues périodes ou en permanence // Risques d'attaques de termites importants	Clôtures, poteaux, passerelles extérieures	4
Bois en contact avec l'eau de mer // Collet et parties aériennes en situation de classe 4	Jetées, pontons...	5

Fig. 4-99d - Tableau explicatif des différentes classes d'emploi des bois. Tirés de la norme NF EN 335.

Grâce à ces normes modernes, il est possible de donner un rapide aperçu des capacités de durabilité naturelle des bois dans la construction à Petko Karavelovo (**fig. 4-99e**). Les poteaux des constructions correspondent à la classe d'emploi 4. Les pièces de bois utilisées horizontalement dans les armatures de mur, ainsi que les pièces formant les charpentes de plancher et de toit, correspondent à la classe d'emploi 2 (**fig. 4-99d**). Un tableau de correspondance est proposé par ailleurs, entre les classes d'emploi et de durabilité vis-à-vis des champignons (**fig. 4-99f**). Ainsi concernant la durabilité du bois en suivant les normes françaises et européennes, parmi nos essences, seul le chêne est conseillé comme poteau. Les autres essences peuvent être utilisées pour les pièces entrant dans la classe d'emploi 2.

Les caractéristiques physiques et mécaniques du bois sont reflétées et calculées à travers des notions physiques comme la contrainte de rupture en compression, en flexion ou encore le

module d'élasticité longitudinale. Ces notions, complexes, sont appliquées sur les bois utilisés actuellement couramment en charpente et en menuiserie (chêne, frêne, douglas, pin, *etc.*) et sur des pièces de bois standardisées (par exemple qui contiennent exactement 12 % d'humidité) et considérées aujourd'hui comme « parfaites » pour la construction (sans nœud, aux fibres rectilignes, *etc.*). Ces données sont en partie disponibles en se rapprochant du centre technique du bois et de l'ameublement (CTBA). Elles ne correspondent pour autant pas aux pièces de bois utilisées à la période qui nous intéresse. Afin d'obtenir des valeurs cohérentes à nos bois (essences et morphologies), il serait nécessaire de faire de nouvelles études physiques afin de vérifier si les données obtenues sur les mêmes essences sont similaires, mais également d'obtenir un premier référentiel pour des essences non considérées aujourd'hui comme constructives, à l'image du noisetier ou de la viorne. Il est toutefois possible de donner des informations qualitatives sur les essences utilisées dans la construction à Petko Karavelovo, en se fondant notamment sur les traités antiques et les connaissances des charpentiers et menuisiers modernes.

Essence	Durabilité naturelle			Classe d'emploi				
	face aux champignons	face aux coléoptères	face aux termites	1	2	3.1	3.2	4
Chêne	2	D	M	L3	L3	L3	L2	L1
Frêne	5	S	S	L3	L2	L1	N	N
Orme	4	S	S	L3	L3	L1	N	N
Érable	5	S	S	L3	L2	N	N	N
Aulne	5	S	S	L3	L2	L1	N	N
Bouleau	5	S	S	L3	L2	N	N	N

L3 : Longévité supérieure à 100 ans

L2 : Longévité comprise environ entre 50 et 100 ans dans l'utilisation initialement prévue

L1 : Longévité comprise environ entre 10 et 50 ans dans l'utilisation initialement prévue

N : Longévité incertaine et dans tous les cas inférieure à 10 ans (solutions à ne pas prescrire dans le bâtiment)

Fig. 4-99e - Tableau répertoriant les classes de durabilité naturelle et les classes d'emploi des essences de construction identifiées à Petko Karavelovo. Informations acquises dans la norme NF EN 335 et dans le fascicule de documentation FD P 20-651.

Classe d'emploi	Classe de durabilité				
	1	2	3	4	5
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	(0)	(0)
3	0	0	(0)	(0) - (X)	(0) - (X)
4	0	(0)	(X)	X	X
5	0	(X)	(X)	X	X

Fig. 4-99f - Tableau de correspondance entre les classes d'emploi et de durabilité vis-à-vis des champignons. Tirés de FNB 2016b, p. 3 s'appuyant sur les normes NF EN 335 et 350 et sur le fascicule de documentation FD P 20-651.

0 : Durabilité naturelle suffisante

(0) : Durabilité naturelle normalement suffisante, mais pour certains emplois un traitement de préservation peut être recommandé

(0) - (X) : La durabilité naturelle peut être suffisante, mais en fonction de l'essence de bois, de sa perméabilité et de son emploi final, un traitement de préservation peut s'avérer nécessaire

(X) : Le traitement de préservation est normalement recommandé, mais pour certains emplois la durabilité naturelle peut être suffisante

X : Traitement de préservation nécessaire.

2. Quelles essences pour quelles fonctions architecturales ?

Les traités d'architecture antiques mentionnent que le bois des diverses essences a des qualités différentes (*cf.* plus haut, p. 261-262). Tous les bois ne peuvent pas être utilisés dans la construction, ni pour les mêmes fonctions architecturales au sein de ces constructions : « les bois utilisés dans le bâtiment sont beaucoup plus nombreux [en comparaison avec les bois utilisés en construction navale] [...], en un mot n'importe quelle essence, pourvu qu'elle ne manque pas totalement de solidité. Toutes ne sont pas propres au même usage » (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 7, 4) ; « il s'en faut de beaucoup qu'on rencontre les mêmes propriétés dans le chêne, l'orme, le peuplier, le cyprès, le sapin, et dans les autres arbres qui sont principalement employés dans les édifices : car on ne peut pas faire avec le chêne ce qu'on fait avec le sapin, ni avec le cyprès ce qu'on fait avec l'orme. Les arbres n'ont point reçu de la nature les mêmes qualités ; chaque espèce, composée de principes qui lui sont propres, présente à la main d'œuvre des effets particuliers. » (Vitruve, *De architectura*, II, 9, 5).

2.1. L'omniprésence du chêne relativisée

La prédominance du chêne est flagrante. Cette donnée n'est pas inédite, puisque l'utilisation majoritaire du chêne dans l'architecture a été mise en évidence à de nombreuses reprises sur d'autres sites néolithiques de notre zone d'étude (Gimbutas 1974a, p. 44 ; Couvert 1981, p. 633 ; Wijnen 1981, p. 6 ; Treuil 1983, p. 249 ; Wardle 1996, p. 41 ; Leshtakov 2010, p. 735 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 212 ; Giagkoulis 2019, p. 45).

Si on regarde seulement les échantillons dont la fonction architecturale est certaine, soit 219 échantillons, on note l'utilisation du chêne pour 7 des 9 fonctions architecturales ayant fait l'objet d'analyses anthracologiques (**fig. 4-100**). Cette utilisation majoritaire et diversifiée du chêne s'explique très facilement par ses caractéristiques physiques et chimiques (**fig. 4-99e**). Elles sont corroborées par les traités antiques relatif au bois et à l'architecture. Ce bois est qualifié d'« imputrescible par nature » au contact de la terre et de l'eau douce (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 4, 2 et 3), il « dure éternellement » (Vitruve, *De architectura*, II, 9, 8). En plus de cet avantage de durabilité, le bois du chêne répond également à de nombreuses attentes techniques : c'est un bois qui s'utilise « dans le bâtiment, la construction navale, et de plus dans les ouvrages enterrés » (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 7, 5). D'autres exemples historiques corroborent le choix privilégié du chêne comme bois de construction, à l'image des plus de 10 000 ha de futaies de chênes plantées sous l'impulsion de Colbert en 1670 en France (Beauvais 2003, p. 14-15).

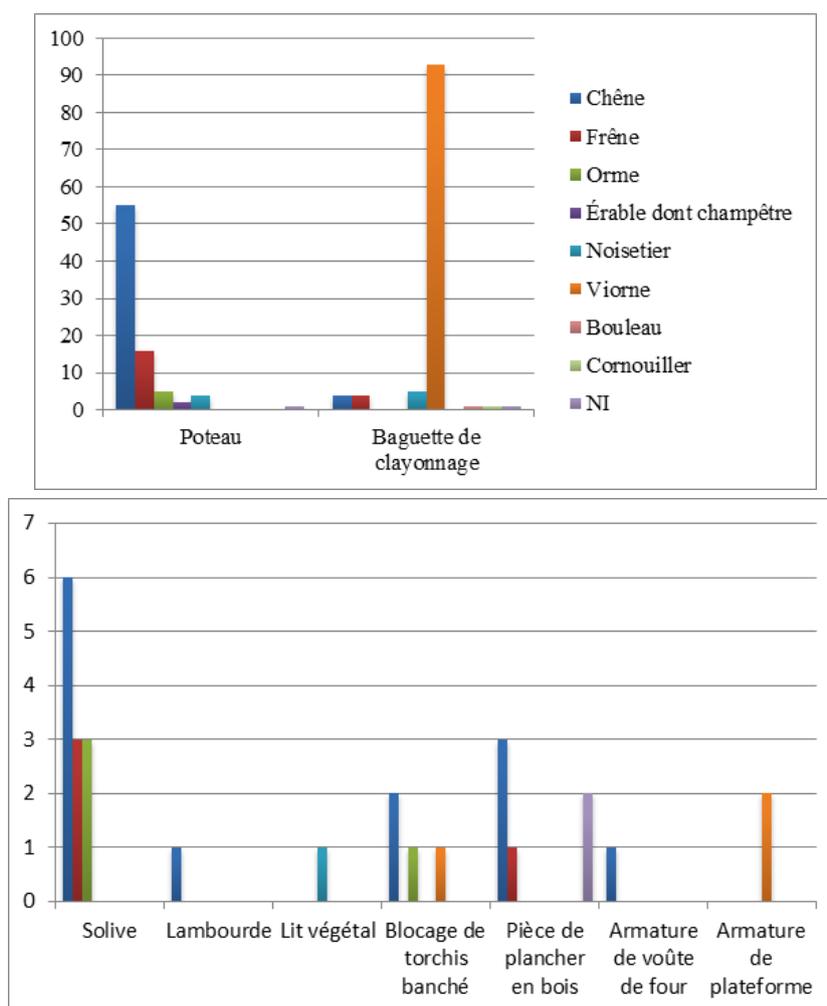


Fig. 4-100 - Diagrammes des effectifs de pièces de bois dont la fonction architecturale a été identifiée (N=219).

Néanmoins, les prélèvements exhaustifs menés sur chaque structure architecturale ont permis, sur le site de Petko Karavelovo, de modérer cette vision d'une utilisation exclusive du chêne. En prenant les exemples des poteaux jointifs du mur est du Bâtiment E5 (*cf.* plus haut, p. 251-253) et la structure surélevée du même édifice (*cf.* plus haut, p. 253-257), la majeure partie des échantillons a indiqué l'utilisation du chêne, mais le prélèvement d'autres pièces de cette structure a permis de mettre en lumière l'utilisation conjointe d'autres essences : le frêne et l'orme notamment. L'application de ce protocole de prélèvement à d'autres sites permettrait d'obtenir une image plus exacte du pourcentage de chêne utilisé dans la construction, même s'il est fort probable qu'il reste largement majoritaire.

2.2. L'utilisation de l'orme

Les pièces de bois identifiées comme de l'orme entre 2017 et 2019 ne correspondaient qu'à des fonctions architecturales surélevées par rapport au sol, des solives principalement.

L'emploi de cette essence pour les élévations semblait en accord avec les propriétés de ce bois (**fig. 4-99e**), réaffirmés dans des discussions avec des charpentiers modernes²¹. Cela reflétait également la perception des propriétés de l'orme véhiculée dans les textes de l'Antiquité. En effet, selon ces textes, l'orme ne doit pas être utilisé au contact du sol car il aura tendance à s'échauffer²² : « ajoutons que chacun de ces bois résiste à des formes de pourriture différentes et dans les conditions différentes, par exemple l'orme exposé à l'air, le chêne enterré ou immergé » (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 7, 3). Les auteurs anciens recommandent alors d'utiliser ce bois dans des ouvrages nécessitant de la flexibilité, voire de l'élasticité : « le bois du platane a de l'élasticité [...] ainsi que celui de l'orme » (V, 3, 4) ; le bois de l'orme « peut promptement fléchir » (Vitruve, *De architectura*, II, 9, 11). Ils le mentionnent également comme un bois d'une grande solidité et peu sujet au gauchissement, idéal pour les assemblages ou les huisseries (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 3, 5 et 7, 6 ; Vitruve, *De architectura*, II, 9, 11).

Ces données avaient dans un premier temps permis d'émettre l'hypothèse que l'orme était choisi exclusivement pour des pièces de bois qui ne sont pas en contact avec le sol (Bacoup 2018b, p. 57-59, 2020a, § 29), à l'image de ce qui est connu pour la station III de Chalais (Billard *et al.* 1997, p. 174). Toutefois, l'identification au cours des dernières analyses anthracologiques de poteaux muraux et libres en orme pour les phases A et C a montré, à l'encontre de notre hypothèse de départ que cette essence a aussi été utilisée pour des pièces en contact avec le sol.

2.3. Les baguettes de clayonnage

Les baguettes de clayonnage sont en grande majorité en viorne : 93 sur 109 (**fig. 4-100**). Toutefois, 85 d'entre elles proviennent du clayonnage retrouvé à l'ouest du Bâtiment D3 (*cf.* plus haut, p. 226-227). Si l'on regarde d'autres structures en clayonnage relativement bien conservées, à l'image du muret interne du Bâtiment E5, on se rend bien compte que toutes les pièces de bois dont le diamètre et la flexibilité sont en adéquation avec la construction d'un clayonnage sont utilisées (chêne, frêne, noisetier, bouleau, cornouiller). L'essence utilisée pour cette fonction architecturale semble être la conséquence des ressources et des pièces de bois disponibles. Dans le cas de la structure à l'ouest du Bâtiment D3, il faut croire que c'est l'anticipation de la construction de ce mur qui a incité les habitants du site de Petko

²¹ Communications personnelles avec MM. R. Bacoup et F. Bacoup.

²² L'échauffure du bois consiste en son attaque par des champignons entraînant son pourrissement (Campredon 1963, p. 12).

Karavelovo à s'approvisionner en baguette de bois en grand nombre. Des viornes étaient en effet disponibles à proximité (*cf.* plus haut, p. 166) en quantité répondant à tous les critères techniques souhaités : diamètre proche de 1 cm, flexibilité, longueur. L'utilisation de baguettes coupées récemment est toujours plus simple, celles-ci sont plus flexibles (*cf.* plus bas, p. 379-382). Ce choix lié à « la perception de la matière » atteste une « anticipation concernant sa mise en œuvre » (Procopiou 2011, § 37).

2.4. Les autres occurrences

Les autres fonctions architecturales ne font malheureusement pas l'objet d'un nombre assez suffisant d'occurrences pour permettre d'évaluer l'éventuelle sélection des essences. C'est surtout le cas lorsqu'on ne regarde que les identifications des pièces de bois dont les fonctions architecturales ont été définies. Par exemple, l'érable champêtre a été identifié 13 fois dans le corpus anthracologique de construction, mais seuls deux de ces échantillons peuvent être rattachés à une fonction architecturale.

En dernier lieu, on peut mentionner la polyvalence du noisetier qui semble pouvoir convenir dans beaucoup de situations, comme poteau, baguette de clayonnage ou encore lit végétal.

3. Une évolution dans le temps ?

Étudier comment évolue l'utilisation des essences dans l'architecture se heurte à plusieurs difficultés. En effet, même si cela a été tenté auparavant (Bacoup 2020a, § 34), la répartition du nombre des échantillons pour les trois phases d'occupation n'est pas égale (**fig. 4-98** et **4-101**). De plus, les conditions de conservation et de découverte des couches de destruction entraînent une disparité entre les bâtiments, notamment au niveau des éléments architecturaux. Une comparaison quantitative est donc complètement exclue. En tenant compte de toutes ces limites, il est néanmoins possible de proposer un récapitulatif – sur la base de la « présence/absence » – des essences utilisées dans la construction au cours des trois phases d'occupation du site (**fig. 4-101**).

Dans un premier temps, on peut noter des points communs à chaque phase sur la présence des essences. Les essences utilisées comme éléments horizontaux des murs sont notamment la viorne et le noisetier, tandis que le chêne et le frêne sont utilisés pour fabriquer les poteaux. L'orme et le noisetier sont également utilisés comme poteau aux phases ancienne et récente. Dans un deuxième temps et en excluant la phase ancienne qui a livré peu d'échantillons, les

Chêne	X			X		X	X	X	X
Frêne	X	X		X		X	X	X	X
Orme	X	X					X		X
Érable dont champêtre							X		
Noisetier	X	X	X		X		X	X	
Viorne		X			X			X	
Bouleau		X							
Cornouiller								X	
	Poteaux muraux ou libres	Éléments horizontaux des murs*	Éléments de plancher	Poteaux	Éléments horizontaux des murs*	Éléments de plancher	Poteaux	Éléments horizontaux des murs*	Éléments de plancher
	PK-A			PK-B			PK-C		

* représentés à 96 % par des baguettes de clayonnage. Les autres sont des traverses et des pièces retrouvées dans le blocage du mur nord du Bâtiment 127.

Fig. 4-101 - Tableau présentant la fonction architecturale des pièces des différentes essences identifiées par phase (N=214 ; PK-A=32 ; PK-B=126 ; PK-C = 56)

éléments de plancher semblent être faits avec les mêmes essences que les poteaux muraux ou libres. Enfin, si on regarde les phases A et C qui sont les périodes pour lesquelles les données anthracologiques sont les plus équilibrées, les essences sont employées pour presque toutes les fonctions architecturales.

4. Synthèse sur les essences utilisées dans la construction

Le premier critère de choix des essences utilisées est sans doute la disponibilité des arbres autour du site. Ce critère correspond à ce qui est attesté sur de nombreux autres sites où des analyses polliniques ont été menées, dans notre région d'étude (Chatzitoulousis 2008a ; Giagkoulis 2019), mais également plus à l'ouest (Lundström-Baudais *et al.* 1989, p. 108-109 et 112).

Le choix des essences en fonction de leur propriété chimique (résistance à la pourriture au contact du sol par exemple) ne semble pas avoir une place importante, comme nous l'avons vu avec l'utilisation à plusieurs reprises, contre toutes attentes, de l'orme comme poteau. L'influence réduite d'un tel choix entraîne une différenciation moins prononcée des essences que dans des contextes d'habitat particulier de type palafitte (Billard *et al.* 1997, p. 171 et 174).

En revanche, le choix des pièces de bois utilisées semble beaucoup plus influencé par les caractéristiques physiques du bois (flexibilité, résistance mécanique, *etc.*), à l'image de ce qui a été observé pour les baguettes de clayonnage. Ce critère primordial entraîne une sélection moins fondée sur les essences, mais plutôt sur la morphologie des pièces.

Chapitre 5 - Synthèse et interprétations architecturales

D'un point de vue général, il n'est pas envisageable de parler d'évolution dans le temps des techniques de construction à l'échelle du 5^e millénaire sur le site de Petko Karavelovo. On observe plutôt une constance importante des types architecturaux, des techniques de construction, des modes d'agencement et des matériaux choisis. Cette constance est également visible concernant les essences végétales utilisées, comme cela vient d'être discuté. Les variations de la technique du torchis enregistrées sur le site ne peuvent pas être considérées comme des évolutions techniques, à l'échelle de notre étude. Ces variations résultent plutôt d'une adaptation pour faire face à des imprévus techniques spécifiques liés au contexte de construction : on utilise les mêmes matériaux, mais différemment.

On peut également voir une adaptation architecturale aux aléas du terrain d'implantation, à l'image de la surélévation ou non des planchers qui dépend, là encore, de la situation et du contexte de construction ou de reconstruction.

1. Une continuité technique forte

1.1. Les fondations des murs et des poteaux

Les édifices de Petko Karavelovo présentent tous des fondations très similaires. Les murs périphériques sont fondés dans des tranchées dont le profil est en U et qui ne sont pas enduites. Leurs dimensions varient, mais elles ont généralement une largeur d'environ 50 à 70 cm pour une profondeur comprise entre 40 et 60 cm. Il est assez courant qu'aux angles des bâtiments, les tranchées de fondation s'étendent vers l'extérieur des bâtiments sur 50 à 60 cm. On peut citer les tranchées sud et ouest du Bâtiment E10, par exemple, ou encore les tranchées nord, est et ouest du Bâtiment 127. Des pierres peuvent alors être utilisées pour caler les poteaux qui se trouvent dans les tranchées de fondation, situées à l'extérieur des bâtiments (**fig. 4-08** et **4-13**). Il est assez difficile d'interpréter le rôle de ces poteaux s'élevant à proximité du mur à l'extérieur du bâtiment. Il est possible qu'ils soient utilisés pour porter les sablières hautes des murs gouttereaux par exemple (**fig. 4-102**), mais seuls quelques trous de poteaux le suggèrent. Ces sablières hautes ne reposent donc pas sur le mur en terre et ne risquent pas d'abîmer le revêtement en terre. On peut aussi envisager que ces poteaux permettent de réaliser la charpente de toit en déconnexion avec les murs, en la faisant reposer sur les poteaux. Ainsi, si les murs



Fig. 4-102 - Reconstitution du pignon nord du Bâtiment 127, les poteaux extérieurs portent les sablières hautes et les pannes. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible.

sous-jacents sont abîmés et que des réfections ne suffisent pas, il est possible de reconstruire le mur sans avoir à démonter toute la toiture.

En plus des tranchées de fondation, on retrouve des fosses de fondation permettant d'ancrer des poteaux dans le sol. Généralement ces fosses se trouvent à l'intérieur des bâtiments et les poteaux qui y sont fondés permettent de soutenir les charpentes de plancher ou de toit de ces édifices. Ces fosses comportent parfois plusieurs trous de poteau. Toutefois, la superposition des bâtiments et le recreusement des mêmes fosses à chaque installation troublent la stratigraphie. Il est pour le moment certain que ces fosses comportent au moins un trou de poteau par niveau d'occupation. Ces fosses peuvent atteindre 1 m de largeur et peuvent même dépasser cette mesure en termes de profondeur. Certaines se situent à l'extérieur des bâtiments, généralement à proximité des murs pignons. On y retrouve d'ailleurs parfois dans le fond des pierres pour caler les poteaux (**fig. 4-26**). Ces fosses recoupent pour certaines les tranchées de fondation des murs pignons (**fig. 4-08** et **4-13**). Les poteaux issus de ces fosses extérieures servent probablement à supporter les pannes faîtières et/ou intermédiaires qui ne s'appuient pas sur la pente du mur pignon en terre. Cela permet de prolonger ces pannes pour obtenir un débord de toit plus important et ainsi protéger le mur.

Outre ces deux points, il convient de mentionner les trous de poteau qui permettent de fonder un peu plus profondément les pièces de bois. La stabilité de ces poteaux est accrue, puisque l'espace du trou de poteau est réduit et que le sédiment autour est toujours compact. Ces trous de poteau ont des diamètres variés : dans les tranchées de fondation, ils ont généralement des diamètres compris entre 9 et 20 cm, alors que dans les fosses ces diamètres peuvent atteindre assez couramment 30 cm. Leurs profondeurs sont également très variées : dans les tranchées, elles sont en moyenne d'une vingtaine de centimètres, alors que dans les fosses elles peuvent atteindre 150 cm. Les trous de poteau qui ne se situent pas dans une de ces deux structures sont généralement semblables aux trous présents dans les fosses. Enfin, la conservation de certains poteaux par minéralisation permet de comparer les diamètres des pièces de bois à ceux des trous de poteau. Il est assez clair que les trous sont plus larges que les pièces de bois et qu'ils sont creusés avant l'installation des poteaux à l'intérieur.

1.1.1. Agencer et assembler les pièces de bois

Les pièces de bois étudiées à Petko Karavelovo sont décrites aussi bien d'un point de vue morphologique que fonctionnel. Il semble qu'une majeure partie de ces pièces soient refendues dès que leurs diamètres sont assez importants pour le permettre. Ainsi, bon nombre de poteaux, de solives et de lambourdes sont des pièces de bois refendues. Les baguettes de clayonnage et les traverses sont souvent utilisées non travaillées. La présence de planches montre également le travail qui peut être fait sur les pièces de bois. Ces refentes et débits de planche découlent probablement d'une volonté d'économiser le bois, ainsi que de réduire les moments d'abattage et les temps de transport. En effet, des pièces de bois s'apparentant à des quarts, voire à des quartiers, de rondins, sont visibles dans la terre à bâtir. Un tronçon d'arbre peut alors livrer quatre pièces de bois utilisables dans l'architecture.

Les assemblages sont les grands absents de l'étude architecturale menée sur le site de Petko Karavelovo. En effet, seuls des assemblages par brêlage sont visibles par les empreintes que les liens ont laissées dans la terre à bâtir (**fig. 4-103**). Aucun assemblage en bois n'a été découvert (utilisation de fourche naturelle, tenon-mortaise, mi-bois, *etc.*). Même s'il est fort probable que les pièces utilisées horizontalement dans le cadre des planchers (solives, lambourdes, lit végétale principalement) n'aient pas besoin d'être assemblées, mais puissent simplement reposer les unes sur les autres, il est plus difficile d'imaginer que toutes les autres pièces comme les pannes, les sablières hautes, les chevrons, les traverses, *etc.* n'aient pas eu besoin d'assemblage autre que le brêlage.



Fig. 4-103 - Fragments portant des empreintes de ligatures ayant servi de lien pour attacher les pièces des armatures végétales entre elles. Éch. 1:2. a, fragment 77-015 du Bâtiment E5 avec empreinte d'un poteau refendu derrière laquelle passe un lien (flèche noire) qui a été noué à cet endroit (cavité liée à un nœud ; flèche blanche) ; b, fragment 77-026 du Bâtiment E5 avec empreinte d'un lien sans empreinte de pièce de bois, on est vraisemblablement sur une extrémité de lien pris dans la terre à bâtir ; c, fragment 88-055 du Bâtiment 67 présentant l'empreinte d'un lien autour d'un poteau.

Outre la question des assemblages, différents modes d'agencement des matériaux sont utilisés dans la construction. Si la technique de hourdage, le torchis, est toujours la même, ce sont les armatures végétales qui varient.

Dans un premier temps, le mode d'agencement utilisé dans les planchers construits en terre et en bois est un lit végétal, composé de pièces de bois dont les diamètres sont en moyenne de 3 cm, qui repose sur des lambourdes soutenues à leur tour par des solives (**fig. 4-40**) ; les diamètres étant de plus en plus gros à mesure que l'on descend dans l'élément. Des poutres permettent sûrement de maintenir les solives, mais aucune n'a pu être identifiée. Cette armature de bois est ensuite recouverte de terre à bâtir. Il est toutefois important de noter que certains lits végétaux semblent être plus ordonnés que d'autres, à l'image de ceux des bâtiments D3 et E10 en comparaison avec celui du Bâtiment 67.

Dans un second temps, il convient de décrire les différents modes d'agencement utilisés pour l'érection des murs. Trois modes différents ont été utilisés : (1) le clayonnage dont les baguettes sont généralement d'un diamètre proche de 1 cm et peuvent être jointives ou espacées, voire jointives par groupes qui, eux, sont espacés de plusieurs centimètres ; (2) les poteaux jointifs, refendus ou non, qui ne sont pas fondés dans une tranchée ou dans des trous de poteau et sont maintenus par des traverses horizontales auxquelles ils sont brêlés ; (3) le double parement de bois qui sert de coffrage n'est pas retiré et se trouve recouvert d'un enduit une fois le mur construit. Le torchis sur clayonnage est l'agencement le plus courant pour la construction des murs périphériques et des cloisons, les deux autres sont plus ponctuels. Ces deux derniers ne sont par ailleurs jamais utilisés pour construire les murs de l'ensemble de l'édifice²³ et semblent être utilisés comme techniques de grosses réfections ou modifications des bâtiments. Par exemple, les poteaux jointifs sont utilisés pour construire une portion du mur est du Bâtiment E5, le reste du mur étant en clayonnage, ou encore le double parement permet de construire le mur pignon nord du deuxième état de construction du Bâtiment 127, les autres murs étant en clayonnage. C'est d'ailleurs cette utilisation simultanée des différents modes d'agencement qui permet d'écarter l'hypothèse d'une évolution chronologique des techniques.

Mais pourquoi utiliser ces deux autres modes d'agencement des matériaux si le clayonnage permettait de construire les murs ? Si l'on s'intéresse tout d'abord au torchis entre double

²³ L'association de deux modes d'agencement pour construire les armatures en bois d'un même bâtiment est attestée sur d'autres sites comme les Maisons 3 et 4 de Dikili Tash (*cf.* plus haut, p. 69-72 et 103), ou encore la Maison 5 d'Avgi (Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45).

parement de bois discontinu (mur nord du Bâtiment 67), la question est particulièrement ardue. Aucune raison technique ne peut facilement être avancée et aucun détail architectural ne fournit des éléments de réponse. Une étude expérimentale pourrait sans doute amener quelques pistes de réflexion. Toutefois, l'utilisation de ce mode d'agencement peut être dû à la nécessité de réutiliser des matériaux. En effet, le blocage tassé entre les deux parements est composé de terre à bâtir, mais également d'une quantité importante de petites branches et brindilles. La confection du mur nord du Bâtiment 127 intervient après un épisode de destruction partielle du bâtiment (liée à une crue de la rivière ?). Il est possible qu'une quantité importante de terre et de bois se soit trouvée à proximité du bâtiment au moment de la reconstruction du mur nord. L'utilisation de ce mode d'agencement permettrait alors de ne pas avoir à préparer de nouveau de la terre à bâtir, mais de réutiliser celle au sol, qui n'a néanmoins plus les qualités plastiques pour être appliquée sur un clayonnage.

Le seul autre exemple identifié de torchis entre double parement concerne le mur sud du Bâtiment 67. Sa construction intervient juste après la destruction du Bâtiment 127 (*cf.* plus haut, p. 167-168 et **fig. 4-06**) dont la cause n'est pas un incendie. Certains matériaux de construction du Bâtiment 127 ont pu être réutilisés. La terre à bâtir tombée des murs sur le sol a dû être nivelée, mais elle devait être présente en grande quantité et ne pas réutiliser ce matériau a pu être considéré comme un gaspillage important. Son recyclage dans le blocage du mur sud du Bâtiment 67 prend alors tout son sens. Il est d'ailleurs intéressant de noter que tous les autres bâtiments ont été incendiés et qu'aucun d'entre eux ne présente de mur en torchis entre double parement.

Concernant les poteaux jointifs, leur utilisation a déjà été bien discutée plus haut (*cf.* plus haut, p. 259-260). Il s'agit sûrement d'une réponse technique à une situation imprévue : la difficulté de creuser une tranchée en traversant les restes d'un four antérieur. Elle témoigne d'une adaptabilité des bâtisseurs fondée sur un compromis entre leurs connaissances techniques des différents modes d'agencement, les « traditions technologiques spécifiques au groupe » et les « coûts » en temps et en énergie sollicitées par l'érection de l'armature en bois. La solution n'est pas « parfaite », mais elle est le choix le plus « satisfaisant » au regard des différents facteurs ayant influés sur ce compromis (Horsfall 1987, p. 369 ; Ferguson 2010, p. 134).

Enfin, certains éléments architecturaux ne sont construits qu'en bois, sans utilisation de terre à bâtir. Il s'agit principalement de plates-formes intérieures ou extérieures aux bâtiments (par exemple les plates-formes à l'intérieur du Bâtiment 127, ou encore les plates-formes 170N, 170W, celle à l'ouest du Bâtiment 155 ou encore celle à l'ouest du Bâtiment D3). Certaines

d'entre elles, principalement les plates-formes intérieures, s'apparentent davantage à des radiers de bois posés à même le sol. Il semble dans ces cas que les pièces de bois soient des rondins ou des perches non refendus. Les autres plates-formes, à l'extérieur, sont des planchers dont les planches reposent sûrement sur des lambourdes qui sont, elles, posées au sol. Ces lambourdes sont rarement conservées. Il est possible que les planches soient posées à même le sol, mais cette idée ne remporte pas tous les suffrages. En effet, l'utilisation de pièces intermédiaires entre le sol et les planches permet d'isoler celles-ci de l'humidité du sol, ce qui est sûrement la fonction même de ces plates-formes extérieures : pouvoir circuler sans marcher sur le sol humide et ainsi pouvoir aller d'un bâtiment à un autre sans se salir ou ramener d'humidité à l'intérieur des bâtiments.

1.1.2. Les terres à bâtir

Il apparaît très clairement que différentes terres à bâtir sont utilisées. Il convient de rappeler que l'étude micromorphologique est encore en cours et que nous ne disposons d'aucune donnée concernant la provenance des terres argileuses.

À Petko Karavelovo, et c'est également le cas sur d'autres sites égéo-balkaniques (Prévost-Dermarkar 2019 ; Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021), la composition de la terre à bâtir n'est pas la même en fonction de l'élément architectural construit, ni en fonction de la position de la couche de terre sur cet élément. En effet, comme on n'a pu le montrer lors de l'étude des bâtiments plus haut, plus la terre à bâtir est utilisée pour une couche d'enduit fine et proche de la surface, plus celle-ci est dégraissée finement (à la balle ou à la paille fine et/ou hachée). À l'inverse, la terre à bâtir des couches de torchis est plus grossière : les dégraissants sont plus gros (paille plus grossière) et elle présente des inclusions qui prouvent que la terre n'a pas été nettoyée (galet, tessons, os, *etc.*)

Une terre à bâtir assez particulière a également été identifiée dans les vestiges des Bâtiments 67 et D3. La proportion de dégraissant est plutôt importante et il s'agit de balle. Elle ne présente jamais d'inclusions grossières. Elle est donc légère et sûrement collante. Ce mélange semble être caractéristique de la terre à bâtir appliquée dans les entrevous entre les solives.

Certaines terres à bâtir, exclusivement pour la construction de la partie nord du plancher d'étage du Bâtiment D3, sont minérales et n'ont pas d'ajout de dégraissant végétal. Ces terres qui ressemblent assez fortement à celles épandues lors de la fabrication des soles de four ont des caractéristiques d'imperméabilité intéressantes. Il est fort probable qu'elles soient utilisées au sein de ce plancher pour cette raison, permettant d'avoir une terrasse ouverte au nord du bâtiment.

Ainsi, si la terre argileuse utilisée dans la terre architecturale est probablement prise directement sur le site, ainsi que l'attestent les inclusions anthropiques comme les tessons (Bacoup 2022), la préparation de la terre à bâtir n'est pas la même en fonction de sa place architecturale. La quantité de dégraissant ou encore le nettoyage de la terre argileuse sont intimement liés à leur rôle architectural.

1.2. Les types architecturaux et leurs variantes

Le type architectural exclusivement rencontré sur le site de Petko Karavelovo correspond à celui majoritairement connu dans toute la zone égéo-balkanique au 5^e millénaire : les bâtiments quadrangulaires. Ils peuvent être bi- ou tripartites avec des cloisons centrales pleines ou ajourées (Bâtiment 127 ou Bâtiment E5 par exemple) ou bien ils peuvent n'être composés que d'une seule pièce avec des poteaux centraux délimitant sûrement des espaces (Bâtiment 67 par exemple).

Si ce plan quadrangulaire standard est la base sur laquelle sont construits les bâtiments, quelques-uns connaissent des variations. Le Bâtiment 67 par exemple a un mur pignon sud en forme d'abside dont la profondeur est environ de 80 cm (Chohadzhiev 2015, p. 6). Cette particularité architecturale n'est pas exceptionnelle dans le sud des Balkans : on connaît des bâtiments comportant un mur absidal à la même période sur le site de Makryghialos par exemple (Pappa et Besios 1999, p. 183 et 185) ou encore à une période légèrement plus ancienne à Liménaria (EEB 6 ; 5500/5400-5300/5200 av. n. è. ; Malamidou 1999, p. 27). Une autre particularité concerne le mur et la pièce sud du Bâtiment 127. Cette pièce située à l'avant du bâtiment, est une pièce ouverte vers l'extérieur, formant un vestibule ouvert ou un porche (Chohadzhiev 2016, 2017). Le mur périphérique sud ne rejoint donc pas les deux extrémités des murs gouttereaux et se trouve légèrement à l'intérieur du bâtiment, nous permettant de qualifier cet édifice de bâtiment à antes. Les bâtiments à antes sont rares au 5^e millénaire dans le sud des Balkans. Ils sont cependant attestés plus au sud, notamment en Thessalie à Dimini, à Sesklo (Tsountas 1908, col. 50, 60 et 89 ; Wace et Thompson 1912, p. 81 et 64-65 ; Theocharis 1973, fig. 185-186) ou encore à Vélestino/Viviski Magoula²⁴ (Aram-Stern et Dousougli-Zachos 2015, p. 504-506 ; Aram-Stern et al. 2017, p. 137-138).

²⁴ La première mention de ce bâtiment aurait été publiée par J. Benecke en février 1942, dans le journal « *Völkischer Beobachter* » sous le titre d'article « *Steinzeitdörfer in den Ebenen am Olymp* ». Cette référence est introuvable. Toutefois, la découverte en 1999 dans les archives du Musée national d'Athènes et du Pfahlbaumuseum Unteruhldingen d'un plan détaillé du bâtiment a permis de préciser les informations (Aram-Stern et Dousougli-Zachos 2015, p. 504 ; Schöbel 2015, p. 37).

Plusieurs bâtiments sont dotés de planchers d'étage. Ces planchers surélevés permettent de dégager un espace plus ou moins important au niveau du sol. Cet espace peut être assez haut pour être utilisé comme espace domestique, à l'image du rez-de-chaussée du Bâtiment D3, mais il peut également se limiter à une hauteur de quelques dizaines de centimètres afin de ne dégager qu'un vide sanitaire (Bâtiment 67). Dans ce cas, le véritable espace de vie se trouve simplement sur le plancher surélevé. L'utilisation d'étages et la présence d'activités domestiques sur ces planchers sont connues sur plusieurs sites dans le sud des Balkans entre le 7^e et le 4^e millénaire (Kalchev 2013, p. 23 et 90-91 ; Aslanis 2010, p. 38 et 41 par exemple).

2. De l'architecture à la société

2.1. S'installer à Petko Karavelovo

Présenté de manière générale en première partie de ce volume, le passage de l'EEB 7 à l'EEB 8, aux environs de 4900 av. n. è. est marqué dans certains cas par un changement dans l'emplacement des sites. Les populations qui s'installaient plus volontiers sur des plateaux (Kacica ou Samovodene par exemple dans la région de Veliko Tarnovo), migrent vers des lieux proches de cours d'eau. Le site de Petko Karavelovo ne fait pas exception et les premières installations connues (Bâtiment 127 et Bâtiment 72²⁵) datent du début du 5^e millénaire.

La construction de ces bâtiments de plain-pied à proximité de la rivière Yantra, alors que le site ne prend pas encore la forme d'une colline, montre sûrement le transfert des conditions d'installation antérieures sur les plateaux vers les bords de rivière sans modification des normes architecturales. Il est fort probable que dès les premières crues de la Yantra les habitations se soient retrouvées les pieds dans l'eau. On peut d'ailleurs avancer l'idée que les destructions partielles connues du Bâtiment 127 soient liées à ce type d'aléas. Les descriptions faites par A. Chohadzhiev (2017, p. 2-3) rappellent fortement le phénomène d'affouillement à la base des murs et notamment du mur est. Après avoir effectué diverses réparations, dont la reconstruction complète du mur nord, mais également les réfections successives du sol ou des fours, un énième phénomène de crue de la rivière a pu engendrer une destruction trop importante ou la destruction de « la fois de trop » qui a amené à abandonner cette habitation, à niveler le terrain et à l'installer le Bâtiment 67 directement sur les vestiges du Bâtiment 127, sans hiatus²⁶. C'est à ce moment, qu'on décide de faire varier le type architectural des bâtiments en surélevant

²⁵ Ce bâtiment a été découvert dans le secteur A qui ne fait pas partie du corpus étudié pour ce travail.

²⁶ Pour rappel, les niveaux d'occupation du Bâtiment 127 ne sont pas incendiés et le bois est conservé.

le plancher des deux occupations postérieures (Bâtiment 67 et Bâtiment 50). Ainsi, si une nouvelle crue avait lieu, les murs seraient affectés, mais le niveau d'occupation du bâtiment serait préservé, ainsi que les fours et les autres aménagements internes. En outre, le terrain d'implantation des bâtiments commence déjà à s'élever, protégeant un peu plus les bâtiments. C'est d'ailleurs une des raisons les plus probables pour expliquer le retour à des bâtiments de plain-pied au cours de la phase PK-B, le tell étant sûrement assez haut pour protéger les bâtiments et leur rez-de-chaussée.

Ainsi, très rapidement, les habitants du site prennent conscience du nouvel environnement dans lequel ils se sont installés et voient la nécessité de modifier quelque peu leur standard architectural pour s'y adapter. Toutefois, cette pratique n'est pas généralisée sur l'ensemble du site. Le Bâtiment 72, par exemple, est construit au même moment que le Bâtiment 127, mais son occupation est plus longue, puisqu'il est occupé de manière contemporaine avec le Bâtiment 67 (Chohadzhiev 2021). Plusieurs réfections ont dû être pratiquées afin de maintenir ce bâtiment en état malgré les crues et destructions partielles successives. Cette différence de traitement, ce choix fait par les occupants des différents bâtiments, apporte de nouveaux éléments sur la délimitation, voire la propriété, des surfaces constructibles du site (Bacoup 2022, p. 44 ; Chohadzhiev 2020, 2021). On remarque notamment la superposition exacte de plusieurs bâtiments au cours de périodes pouvant s'étaler sur quelques centaines d'années : les Bâtiments 127, 67 et 50 d'une part, les Bâtiments E39, E26, E5 et E3 d'autre part. Ce phénomène est d'ailleurs également connu sur des sites voisins comme à Pietrele (Reingruber *et al.* 2011, p. 125) ou encore à Ovcharovo (Bailey 1990, p. 31-39). En s'attachant plus particulièrement, à la succession des Bâtiments 127, 67 et 50 datant de la phase la plus ancienne du site, force est de constater que les tranchées de fondation des murs périphériques, mais également les fosses de fondation des poteaux internes sont parfaitement superposées.

On note le souvenir et la volonté de reconstruire précisément au même endroit de la part des bâtisseurs. Cette volonté peut être liée à une transmission intergénérationnelle (Schiffer et Skibo 1987 ; Sigaut 1996, § 15, 2009, p. 43, 2011, p. 205-206 ; Ferguson 2010, p. 234), à une facilité de travail, mais également à la possibilité que la parcelle de terrain sur laquelle est érigé le bâtiment appartienne, avec une délimitation assez précise, à une même unité familiale²⁷ (Milojčić 1983, p. 12 ; Treuil 1983, p. 372 et 398 ; Tringham 1995, p. 92-93 ; Pappa

²⁷ Pour rappel, la majeure partie des bâtiments ne présentent pas de cloisons internes pleines (Bâtiments 50, 67, E5, E26, E39). De plus, le seul cas présentant des cloisons internes pleines est le Bâtiment 127 qui n'a qu'une porte et trois pièces en enfilade dont une ouverte vers l'extérieur. Il est donc envisageable que chaque bâtiment du site ne soit occupé que par une unité familiale.

et al. 2017, p. 49). Celle-ci n'aurait alors, si l'on suit cette hypothèse, pas eu d'autre choix que de reconstruire au même emplacement. Cette pratique refléterait une planification générale et ordonnée de l'espace intrasite²⁸ dont il est couramment fait mention pour le 5^e millénaire (*cf.* plus haut, p. 33-34). L'orientation similaire des bâtiments tend aussi à renforcer cette interprétation.

L'humidité importante du sol semble également être un inconvénient pour les déplacements à l'intérieur du site. En effet, on se rend rapidement compte que les habitants du tell mettent en place des moyens pour se déplacer d'un bâtiment à l'autre sans avoir à marcher sur la terre humide. Dès la première phase étudiée, le Bâtiment 127 est entouré, du moins sur ses côtés nord et ouest, de plates-formes en bois. Ces plates-formes ne sont connues qu'à proximité directe du bâtiment pour le moment, puisque les profils du sondage B2 sont atteints, mais cela pourrait changer dans les années à venir avec la poursuite des fouilles dans le secteur E et peut-être l'ouverture d'un secteur au nord du sondage B2. Ces passages permettent non seulement de ne pas salir ses chaussures, mais aussi de ne pas s'enfoncer dans la terre humide et de ne pas ramener cette humidité à l'intérieur des bâtiments dont les sols sont majoritairement en terre. On retrouve ce genre de plates-formes à proximité d'autres bâtiments de la phase PK-B (Bâtiment D3, Bâtiment 155). En ce qui concerne la phase PK-C, aucun élément similaire n'est mis au jour.

L'absence de plates-formes à cette dernière phase peut s'expliquer par l'élévation du tell. Au fur et à mesure que le niveau d'installation s'élevait, l'humidité du sol, due à la présence de la rivière à proximité, devait être moindre. Cette élévation est donc sûrement intentionnelle (Chohadzhiev 2021), puisqu'il serait envisageable de se réinstaller au même endroit sans former un tell (Andreou et Kotsakis 1987, p. 63 ; Bailey 1999, 2000 ; Chapman 2008 ; Lloyd 1963, p. 10 ; Tringham 1971, p. 89-90, 1995). La destruction des bâtiments engendre un volume très important de restes architecturaux, notamment lorsque les bâtiments présentent un étage. À chaque reconstruction, les habitants du tell prennent soin de réorganiser les vestiges antérieurs, pratique connue ailleurs, notamment à Catalhöyük en Anatolie (Matthews et Farid 1996, p. 276 ; Steele 2007, p. 44). À partir de la fin de la phase PK-B, il devient courant d'aplanir la zone de construction en ajoutant une couche de sédiment (**fig. 4-104**). Des apports de sédiments similaires sont également attestés sur d'autres sites proches de Petko Karavelovo, comme celui de Pietrele en Roumanie (Reingruber *et al.* 2011, p. 119 et 125).

²⁸ Les dernières campagnes de fouille ont révélé la présence d'un fossé au nord du tell (Chohadzhiev *et al.* 2018a) qui pourrait s'apparenter à un fossé de délimitation du site.



Fig. 4-104 - Profil sud du secteur E. Superposition stratigraphique des couches de destruction des bâtiments entre lesquelles se trouvent des couches de sédiments nivelés. Éch. espace entre fils de même couleur = 1 m. Cliché par A. Chohadzhiev.

2.2. Vivre et construire à Petko Karavelovo

La gestion des ressources sur ou à proximité du site résulte de véritables choix sociétaux qui sont en lien direct avec les notions architecturales (Bacoup 2022).

S'il n'est pas nécessaire de revenir de manière spécifique sur les choix des essences dans la construction (*cf.* plus haut, p. 262-269), il convient tout de même de s'arrêter sur les pièces de bois utilisées. Les résultats de l'étude morpho-technologique montre que plus de 95 %²⁹ des pièces de bois, dont le diamètre est connu, ont un diamètre inférieur à 13 cm. Plusieurs études expérimentales montrent qu'au-delà de 13 cm, les temps d'abattage des arbres sont parfois jusqu'à trois fois plus longs (Mathieu et Meyer 1997 ; Pétrequin 1991). Toutefois, il serait nécessaire de mettre en place un projet expérimental sur le travail du bois en se focalisant sur les outils lithiques de Petko Karavelovo (*cf.* plus bas, Appendice 4.1., p. 285) afin de voir si l'utilisation de pièces de bois de 13 cm de diamètre pouvait également apporter un confort de travail et un gain de temps pour les habitants du site.

²⁹ 1111 pièces sur 1140 ; soit seulement 29 pièces de bois avec un diamètre strictement supérieur à 13 cm.

La question de la gestion et du transport du bois d'œuvre se pose également. Les quantités et les morphologies des pièces sont sûrement envisagées bien en amont de la construction. On observe une planification des étapes de la chaîne opératoire avec probablement l'anticipation des besoins en matière première et le stockage des pièces (Procopiou 2011, § 3). Ainsi, lorsque les bâtisseurs commencent la construction d'un bâtiment, la majeure partie du bois pour les armatures végétales est déjà sur place, prête à l'emploi. Il est fort probable d'ailleurs qu'une première mise en forme des pièces de bois (tronçonnage aux dimensions souhaitées, refentes, *etc.*) s'effectue sur les lieux d'abattage, réduisant ainsi le poids des pièces de bois à transporter. Les constructions en terre et en bois demandent une quantité relativement importante de bois. L'utilisation du clayonnage permet de réduire l'apport en pièces de gros diamètre et donc les efforts physiques liés à l'abattage et au transport. Les murs en torchis entre double parement et en torchis sur poteaux jointifs réclament des pièces de bois aux sections plus imposantes et en plus grand nombre.

Toutefois, certaines pièces de bois, comme les baguettes de clayonnage, ne peuvent pas être stockées et doivent être utilisées rapidement après avoir été coupées afin qu'elles conservent leur flexibilité. Si les résultats anthracologiques montrent une préférence vers la viorne et le noisetier pour les baguettes de clayonnage, le muret intérieur du Bâtiment E5 a des baguettes en chêne. Celles-ci avaient sans doute une morphologie et une flexibilité adéquates à leur utilisation pour ce rôle au moment de la construction. Il est également possible que la construction de ce muret ait eu lieu à un moment où les viornes n'étaient pas exploitables.

Cette dernière idée permet d'évoquer la saisonnalité des constructions. S'il est sûrement préférable de couper à l'automne les pousses de l'année des viornes à proximité du site pour construire les clayonnages, la préparation de la terre à bâtir devait également entrer dans un calendrier précis. La quantité importante de dégraissant végétal (paille et balle) utilisée dans la préparation de la terre à bâtir pose la question de leur approvisionnement. Bien que le stockage de la paille soit envisageable, l'intégration du rythme de construction à celui de l'agriculture est plus probable, à l'instar de ce que nous proposons pour le site de Dikili Tash (*cf.* plus haut, p. 119). Cette intégration est par ailleurs attestée par les données ethnographiques, ainsi que par les données archéologiques au Proche-Orient (Aurenche 1981 ; Anderson 1994, 1998, 2006). Le calendrier de la cité d'Umma (pays de Sumer, Irak actuel) daté de la fin du 3^e millénaire av. n. è. qualifie d'ailleurs le troisième mois de l'année comme « mois où les briques sont façonnées » qui intervient juste après le « mois de la récolte » (Cohen 1993, p. 161-188).

2.3. Se démarquer et vivre en communauté

À Petko Karavelovo, les derniers enduits des murs sont généralement lissés et colorés avec des teintes variant de l'ocre pâle au rouge. Plus exceptionnels, des décors aux motifs géométriques blancs sur fond rouges ont été découverts, rappelant les décors connus sur la céramique aux mêmes phases chronologiques. Ces revêtements sont de véritables marqueurs esthétiques et culturels des groupes humains. Les similitudes avec la céramique témoignent d'une esthétique partagée et communautaire avec des motifs assez standardisés. Toutefois, la localisation des parements avec ces motifs, les variations décoratives et le soin apporté à ces enduits permettent presque d'apercevoir des préférences individuelles.

La pièce au sud du muret interne du Bâtiment E5 est entièrement décorée de motifs géométriques blancs sur fond rouge. Une telle pièce n'est pas courante à Petko Karavelovo et seul le Bâtiment D3 montre l'utilisation du même type de décors, mais moins bien conservés. Un lien entre cette pièce exceptionnelle, la fonction du bâtiment et de ses occupants pourrait être envisagé. En effet, une pièce aussi bien appareillée pourrait être liée à un statut social élevé de ses occupants. En parallèle, il est possible d'envisager un caractère collectif du bâtiment, qui abriterait une partie de la communauté lors d'occasions spécifiques (réunions, banquets, cérémonies, fêtes, *etc.*).

L'autre bâtiment, le Bâtiment D3, qui a livré de tels décors muraux se trouve exactement en-dessous du Bâtiment E5³⁰. La notion de propriété ou du moins de continuité d'utilisation des parcelles de terrain peut être de nouveau envisagée. En outre, dès les débuts de la fouille du Bâtiment D3, une différenciation sociale de cet édifice par rapport aux autres avait été proposée (Chohadzhiev 2020). En effet, son plan le démarque puisqu'il atteint 10,3 m de large et au moins 14,5 m de long, alors que les autres bâtiments n'excèdent pas 8 m de large pour 16 m de long maximum. Ses dimensions, ses particularités architecturales (deuxième étage en toit terrasse, *cf.* plus haut, p. 230) et le mobilier archéologique associé, dont une très grande quantité de poterie, soutiennent également l'hypothèse qu'il s'agisse d'un bâtiment dont les fonctions ne se réduisaient pas seulement à l'habitation.

³⁰ Même s'ils sont superposés, ces deux bâtiments sont séparés par deux occupations successives (Bâtiments E26 et E39).

3. Conclusion

L'étude exhaustive du matériel architectural du tell de Petko Karavelovo a permis de décrire précisément chaque bâtiment et d'appréhender les processus mentaux et techniques de construction de ces édifices. Outre les techniques utilisées, on note l'importance des traditions techniques et de leur transmission de génération en génération, à travers le maintien des types architecturaux, des emplacements de construction et de l'utilisation systématique du torchis.

Les résultats obtenus démontrent une anticipation et une planification de chaque étape de la chaîne opératoire de construction en terre et en bois. Ces résultats sont obtenus en s'appuyant au maximum sur les connaissances qu'avaient les habitants du tell, notamment celles liées aux arbres, au bois et aux fonctions qu'il pouvait remplir, ainsi qu'à la terre à bâtir et à ses propriétés selon son rôle dans la construction. « Il en ressort une multiplicité de critères de choix et de décision, intimement liés à la perception de la matière et à l'anticipation concernant sa mise en œuvre et son utilisation » (Procopiou 2011, § 37). On remarque tout de même une certaine adaptabilité dont font preuve les bâtisseurs face aux situations parfois imprévues qu'ils rencontrent.

Enfin, des essais de reconstitutions de moments de vie liés aux constructions sont réalisables. C'est la possibilité d'accéder à l'ensemble des données dans le détail qui permet de se rapprocher au maximum des moments vécus par les groupes humains sur la rive gauche de la Yantra au 5^e millénaire avant notre ère. Il conviendra d'essayer d'appliquer à d'autres sites les méthodes d'étude utilisées ici afin d'ancrer ou non la communauté de Petko Karavelovo dans un environnement plus large.

Appendice 4.1 - Les lames polies de Petko Karavelovo

L'étude technologique menée sur le matériel de Petko Karavelovo a permis de dresser un portrait architectural assez complet du site. Toutefois, plusieurs questions sont restées en suspens et de nouvelles ont été soulevées, notamment sur la mise en œuvre de certaines techniques ou de certains modes d'agencement. Pour y répondre, les démarches ethnoarchéologique et expérimentale peuvent être mises à contribution.

Les données sur les outils utilisés pour transformer le bois manquent à l'étude menée jusqu'alors. L'absence d'outils en bois sur le site de Petko Karavelovo est sûrement liée au fait que les conditions de préservation du matériau bois ne sont pas réunies, en dehors du premier niveau d'occupation (*cf.* plus haut, p. 168). La destruction par incendie des autres niveaux d'occupation a vraisemblablement détruit ces outils s'ils se trouvaient dans les bâtiments. Concernant les outils en matière dure d'origine animale qui auraient pu jouer un rôle dans la chaîne opératoire du travail du bois d'œuvre, quelques exemples de ciseaux, souvent très fragmentaires, ont été mis au jour (Chohadzhiev 2020, p. 23 par exemple).

Concernant les outils lithiques, 84 lames polies en pierre ont été découvertes entre 2009 et 2018 sur le tell. Celles-ci ont pu faire l'objet de descriptions offrant une image assez précise des lames utilisées par les habitants du site.

Ces lames sont réparties en 3 catégories, les lames polies symétriques, les lames polies asymétriques et les « ciseaux » (**fig. 4-105**). L'asymétrie ou la symétrie des lames correspondent à la géométrie du tranchant. Elles ne correspondent en aucun cas à la géométrie de leur face supérieure ou inférieure. Sont appelées « ciseau » les lames ayant un profil longiligne avec généralement une largeur et une épaisseur qui sont assez proches et dont le tranchant est souvent asymétrique avec sa partie ventrale relativement plate. Ce dernier critère rend ambiguë

la différenciation entre les lames asymétriques et les « ciseaux ». C'est la morphologie générale de la lame qui permet de choisir entre l'une des catégories ou l'autre.



Fig. 4-105 - Exemples des trois morphologies de lames polies connues à Petko Karavelovo. Éch. 1:2 (a. b.) ; éch. 1:1 (c.). a. lame polie symétrique 3364 ; b. lame polie asymétrique 919 ; c. lame polie de ciseau 3296.

1. Description

Les lames de Petko Karavelovo n'ont pas fait l'objet d'une étude technologique ou tracéologique. Leurs emmanchements n'ont donc pas pu être reconstitués, ni leur mode d'action sur la matière. Toutefois, en se fondant sur une littérature archéologique et ethnographique abondante (Semenov 1964³¹), il est certain qu'elles ont été utilisées pour le travail du bois, en plus de bien d'autres activités possibles (Mitchell 1959, p. 191 ; Keefer 1993, p. 108-109 ; Pétrequin et Pétrequin 1993, 2006 ; Teschler-Nicola *et al.* 1996 ; Barkai 2011, p. 43).

Les données chiffrées enregistrées pour chacune des lames concernent leurs longueur maximale, largeur maximale, largeur du tranchant et épaisseur maximale. Les mesures ne sont prises que sur les lames qui ne présentent pas de fractures sur la portion mesurée. Par exemple, la lame CMPK-1624 a permis d'enregistrer la largeur du tranchant (**fig. 4-106**). Lorsque les fractures sont petites et qu'il est possible de reconstituer les dimensions d'origine, cette dernière est ajoutée aux données statistiques.

Les résultats statistiques principaux sont détaillés dans les tableaux suivant (**fig. 4-107**). Sur les 84 lames polies découvertes entre 2009 et 2018 sur le site de Petko Karavelovo, 23 sont trop fragmentées pour pouvoir être classées dans une des trois catégories. On dénombre alors cinq « ciseaux », dix lames symétriques et 46 lames asymétriques.

³¹ On ne cite ici que S. A. Semenov, pour plus de références : *cf.* plus bas, p. 305-309.



Fig. 4-106 - Fragment de la lame polie symétrique 1624. Éch. 1:2.

	Ciseau (N=5)				Lame asymétrique (N=46)				Lame symétrique (N=10)			
	L	l	ép.	tr*	L	l	ép.	tr*	L	l	ép.	tr*
Max	7	2,6	1,4	1,4	16,9	7,2	3,4	7,2	7,4	6,2	3,1	5,7
Min	3	0,9	0,8	0,7	2,9	2	0,8	2	3,5	3	1	3
Moy	5	1,5	1,2	1,0	5,7	3,9	1,5	3,7	5,8	4,3	2,1	4,2

* longueur d'origine du tranchant

Fig. 4-107 - Tableau de dimensions minimales, maximales et moyennes des lames polies.

Il faut noter les dimensions réduites des lames. Si la longueur maximale pour une lame asymétrique est assez élevée (16,9 cm), elle n'est qu'anecdotique. Les longueurs et largeurs moyennes (lame asymétrique : 5,7 par 3,9 cm ; lame symétrique : 5,8 par 4,3 cm) rendent parfaitement compte du premier constat fait à l'observation des lames : elles sont très petites. Leur utilisation pour des activités grossières telles que l'abattage est ainsi difficilement envisageable. De plus, les lames asymétriques présentent aussi régulièrement une asymétrie faciale (fig. 4-105b et 4-108). L'absence d'étude tracéologique ne permet pas de savoir si cette déformation est due à l'utilisation des lames ou si elle est souhaitée au moment de sa fabrication. Enfin, le tranchant de ces lames est majoritairement droit ou présente une très légère courbure (fig. 4-105, 4-106 et 4-108). Ce tranchant droit est d'autant plus marqué que la lame est petite.



Fig. 4-108 - Exemple de lames asymétriques ayant également une asymétrie faciale. Éch. 1:2 a. lame polie asymétrique 566 ; b. lame polie asymétrique 835 ; c. lame polie asymétrique 1105 ; d. lame polie asymétrique 2308.

2. Quelles lames pour quels outils ?

2.1. Les lames

D'un point de vue général, en contexte archéologique ces lames sont principalement découvertes non emmanchées : leur manche était le plus souvent en matériau périssable et plus rarement en bois de cervidé. Dès les premières études tracéologiques menées au cours de la première moitié du 20^e siècle de notre ère, l'accent a été mis sur l'étude microscopique des stigmates d'utilisation, afin de définir la fonction et le fonctionnement des lames polies (Semenov 1964, p. 122-134). En effet, la position et donc les mouvements du travailleur sont différents en fonction du mode d'utilisation de l'outil. Si on prend l'exemple d'un bûcheron, lorsqu'il travaille à l'aide d'une herminette ou d'une hache, il ne se positionne pas de la même manière par rapport à l'arbre. Avec la première, il se trouve face à l'arbre ou à l'objet qu'il travaille et effectue un mouvement vertical, alors qu'avec la seconde, le bûcheron se trouve sur le côté et effectue un mouvement horizontal dans le cas d'un abattage (Steenberg 1980, p. 40). Malgré ces études, il est resté assez courant de désigner les lames polies asymétriques comme des lames d'herminette, et les lames symétriques comme des lames de hache (Semenov 1964, p. 125 ; Barkai 2011, p. 40). En réalité, ces deux outils ne doivent pas être définis par la seule morphologie de leur lame, mais en intégrant aussi les caractéristiques de leur emmanchement – dont les positions, les modes de percussion et les stigmates décrits plus haut sont des conséquences directes – comme cela est régulièrement rappelé dans la littérature archéologique (Leroi-Gourhan 1943, p. 188 et 190 ; Steenberg 1980, p. 40 ; Christopoulou 2000, p. 298 ; Boleti 2017, p. 179).

2.2. Les outils

Les deux outils principaux en pierre polie pour le travail du bois sont la hache et l'herminette. Le tranchant de la lame d'une hache est parallèle au manche, peu importe l'angle que la lame forme avec ce dernier, tandis que le tranchant d'une herminette est perpendiculaire au manche et l'angle formé entre la lame et le manche est inférieur à 90°. Ces outils sont utilisés en percussion lancée.

Le ciseau est le troisième type d'outil impliqué au travail du bois. Contrairement aux lames symétriques ou asymétriques, on décrit généralement directement la lame comme étant l'outil. Les ciseaux sont utilisés en percussion posée avec percuteur. Les lames peuvent être emmanchées dans un manche en bois végétal ou en bois animal. En réalité, n'importe quelle lame polie peut en effet être utilisée comme ciseau et seules les traces de percussions sur les talons des lames peuvent donner une information quant à leur utilisation en ciseau (Leroi-Gourhan 1943, p. 190). Or cette donnée est difficilement vérifiable si le percuteur utilisé est tendre (maillet en bois) (Leroi-Gourhan 1943, p. 195) ou si la lame est emmanchée ce qui semble être le cas à Petko Karavelovo d'après les petites longueurs des lames (**fig. 4-105c**). Le manche des lames de ciseau est également connu pour certains modèles ethnographiques (Stewart 1984, p. 34).

Enfin, et peut-être surtout, toutes ces lames peuvent être emmanchées de nombreuses manières, indépendamment de leur morphologie. Même si certaines formes se prêtent plus aisément à certaines utilisations et positions d'attaque du bois, il est possible d'emmancher une lame asymétrique dans un manche pour en faire un ciseau ou de réutiliser une lame fracturée pour une autre fonction que celle prévue à sa fabrication. De même, les données ethnographiques et expérimentales nous conduisent à envisager d'autres gestes et d'autres modes d'utilisations des lames, comme des planes (reconstitution proposée et testée par F. Abbès³²).

3. Les modèles pour expérimenter

Sans analyse technologique et tracéologique, les emmanchements des lames de Petko Karavelovo n'ont pas pu être reconstitués. Afin de réaliser des facsimilés dans le but d'expérimenter le travail du bois dans des conditions proches des habitants de site, il est

³² Premières illustrations sur : https://twitter.com/Frederic_abbes/status/1356164480556793857, en attendant la parution d'un billet sur le carnet hypothèse d'ArchéOrient (<https://archeorient.hypotheses.org/>).

toutefois nécessaire de décider quels seront les types de lame emmanchés en hache ou en herminette. Représentatifs du corpus de Petko Karavelovo, les modèles CMPK-919 et CMPK-1105 seraient de bons exemples pour la reconstitution des herminettes (**fig. 4-105b** et **4-108c**). Concernant la reconstitution de haches, un profil de lame symétrique fait à partir des dimensions moyennes des lames polies symétriques est proposé. Quant aux ciseaux, les proportions de toutes les lames sont très proches. Des facsimilés préparés à partir des modèles CMPK-3296 ou CMPK-1427 permettraient de tester leur efficacité pour les différentes étapes de la chaîne opératoire de mise en forme du bois d'œuvre (**fig. 4-105c** et *cf.* **fig. 5-01c**).

Partie 5

Expérimenter les constructions en terre et bois

Chapitre 1 – Mise en place du programme expérimental

1. Objectifs

Le programme expérimental imaginé et mis en place dans le cadre du travail doctoral présenté ici a un triple objectif, à travers la construction d'un petit bâtiment en terre et en bois à l'aide des techniques et outils connus sur les sites archéologiques étudiés.

1.1. Objectif méthodologique

Le premier objectif du programme mis en place est l'obtention d'un référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée. Ce référentiel permet de comparer des fragments architecturaux issus d'une construction dont la chaîne opératoire est connue de bout en bout aux fragments architecturaux archéologiques. Il offre ainsi la possibilité de vérifier la fiabilité de notre méthodologie, en s'assurant que la lecture faite des fragments nous permet d'obtenir une image fidèle des techniques et des matériaux utilisés dans la construction.

1.2. Objectif historique

Ainsi, nous cherchons à comprendre les choix techniques faits par les bâtisseurs néolithiques et mis en avant par les études archéologiques présentées plus haut. Nous cherchons plus précisément à comprendre les choix des matériaux de construction, tant pour la terre à bâtir que pour le bois : leur nature, leur dimension, leur mise en forme, leur mise en œuvre, *etc.* Si dans un premier temps, il convient de se rapprocher au maximum des données architecturales connues par les fouilles et par l'étude du matériel archéologique, il est également important dans un second temps d'envisager d'autres solutions de construction qui s'offraient aux bâtisseurs afin de les comparer ensuite aux matériels archéologiques.

Outre l'aspect technique, nous voulons reconstituer les mouvements et les gestes des bâtisseurs pendant les différentes étapes de la chaîne opératoire. Il est important de comprendre l'influence du ressenti moral et sensoriel des constructeurs influant alors sur leur pratique et leur savoir-faire. En continuité, il convient de s'intéresser également à la transmission de ces savoir-faire et à l'apprentissage des techniques liées à la construction en bois et en terre. Ainsi, il est possible d'appréhender la relation entre les bâtisseurs et les constructions.

En lien direct avec les ressentis des populations néolithiques, il est nécessaire de se poser des questions concernant les outils utilisés. Un des objectifs de ce programme expérimental est de mettre en lumière quels outils (en pierre, en matière dure d'origine animale et en bois) parmi le panel disponible sont utilisés et pour quelles activités. Il est ainsi possible de comparer leur efficacité, mais également les ressentis et les sensations, pour une tâche donnée. De plus, cette approche nous permettra d'évaluer l'importance des outils en matériaux périssables, assez largement marginalisés dans les études archéologiques.

En s'écartant légèrement de l'action même de construire, l'expérimentation menée tente de comprendre l'impact des constructions en terre et en bois sur l'environnement en essayant d'estimer les quantités de matière première nécessaire et ainsi en évaluant l'impact de leur approvisionnement sur le paysage. En parallèle, un objectif est de comprendre les choix en matière première à travers leur détérioration naturelle ou anthropique, d'entreprendre alors des réfections afin de comprendre les processus de dégradation et de destruction des bâtiments néolithique en terre et bois.

1.3. Objectif médiatique

Le programme expérimental tel qu'il a été conçu nous offre également la possibilité de valoriser l'archéologie et l'expérimentation auprès de différents publics. Dès la mise en place du projet, des contacts ont été pris afin d'organiser des moments de médiation ouverts au public autour des expérimentations, mais également afin de faire participer des classes de collège ou de primaire à différentes activités. Si cet aspect peut paraître en marge, il doit apparaître comme un objectif à part entière de notre démarche expérimental. Les discussions, les avis, les ressentis, les impressions et même les conseils offerts par les personnes venues écouter ou participer entrent complètement dans le cheminement de pensée qui est le nôtre et sont prises en compte dans nos réflexions, tant techniques et sociales que méthodologique. S'il ne s'agit pas d'un objectif en lien direct avec la recherche archéologique à l'image des deux premiers, il influe largement sur ces aspects scientifiques.

2. Protocole, intervenants et déroulement

Le programme expérimental est composé de plusieurs sessions tout au long de l'année 2020. Les sessions suivent des protocoles scientifiques précis qui sont détaillés plus bas au sein des différents chapitres. Toutefois, des éléments sont communs à toutes les sessions. Chaque activité est chronométrée et est répétée plusieurs fois dans la mesure du possible, afin d'obtenir

des référentielles et des données fiables. Ces activités sont réalisées par des individus dont les niveaux de connaissance et de pratique sont variés. Pour chacune des tâches faites, les participants se sont auto-classés au sein d'une échelle de niveau répartie comme suit :

- Niveau 1-débutant : n'avait jamais pratiqué l'activité
- Niveau 2-familier : avait pratiqué une fois l'activité, ou avec des outils modernes
- Niveau 3-connaisseur : avait pratiqué plusieurs fois l'activité
- Niveau 4-expert : pratique couramment l'activité

Les expérimentateurs remplissent également une fiche dans laquelle ils donnent leur avis et leur ressenti sur chacune des activités et chacun des outils utilisés. Ils indiquent les difficultés rencontrées et les améliorations envisageables. Les moins expérimentés mentionnent également leur progression et les conseils qu'on a pu leur prodiguer et qui ont été utiles ou pas. Un enregistrement photographique et vidéographique de l'ensemble des sessions est évidemment pratiqué.

L'équipe ne se compose pas uniquement d'archéologues, mais est pluridisciplinaire (annexes¹ : **fig. A-020**). Elle rassemble donc en plus d'archéologues, des médiateurs et expérimentateurs habitués de l'utilisation d'outils néolithiques, des charpentiers et menuisiers, des écoliers et un directeur de production (derrière et devant la caméra pour ces occasions). Cette équipe confronte donc les points de vue de spécialistes du bois et de son travail à l'outil moderne, de spécialistes du travail du bois à l'outil préhistorique, de spécialistes des périodes préhistoriques, d'amateurs et habitués du travail manuel sans prétention scientifique ou professionnelle, mais également de personnes sans connaissance particulière dans le domaine, mais à la volonté de participer. Il est à noter qu'aucun bâtisseur professionnel n'est présent dans notre équipe. Si l'on suit l'échelle de niveau mis en place, les bâtisseurs seraient toutefois au niveau « 3-connaisseur », alors que les expérimentateurs habitués à construire des bâtiments en terre sont eux de niveau « 4-expert ». Tout comme un tailleur de pierre moderne ferait un piètre tailleur de lames de silex préhistoriques ou qu'un bûcheron moderne casserait son outil de pierre avant que l'arbre ne soit abattu (Lepic 1872, § 20 ; Jørgensen 1953, p. 42 ; Iverson 1956, p. 37-38 ; Steensberg 1957, p. 67-68), les bâtisseurs modernes ont l'habitude d'utiliser des outils et des matériaux qui n'étaient pas disponibles aux périodes étudiées. Pour notre programme expérimental, nous avons fait le choix de nous prémunir de ce biais et de nous fier aux savoir-faire d'individus ayant déjà préparé et manié de la terre à bâtir à la manière préhistorique. Individus dont les connaissances, en outre, du contexte d'étude sont un plus que

¹ Pour rappel, les annexes se trouvent à la suite de la conclusion de ce mémoire, à partir de la page 545.

des bâtisseurs modernes n'avaient pas.

Le programme expérimental s'est donc tenu sur l'ensemble de l'année 2020 en Sarthe. Les sessions se sont tenues sur un terrain privé d'une part, et sur des terrains communaux appartenant à la municipalité de Mézeray (72-Sarthe) d'autre part, selon un calendrier morcelé :

- 28-30 janvier : abattage des arbres et mise en forme des pièces de bois et médiation auprès du collègue Marcel Pagnol de Noyen-sur-Sarthe
- 10-11 février : préparation du bois d'œuvre et de la terre à bâtir et construction des murs du bâtiment. Médiation auprès de l'école élémentaire René Busson de Mézeray
- 29 mai : mise en place des enduits
- 11 juillet : réfection des enduits abîmés et application de nouveaux enduits
- 9-11 octobre : abattage des arbres et construction de la charpente de toit, ainsi qu'incendie du bâtiment. Moment de médiation ouvert au public
- 9-11 décembre : démontage du bâtiment et prélèvement des fragments de terre à bâtir

Ce projet a reçu de nombreux soutiens officiels et officieux qui ont permis de réunir tout le matériel et les matériaux nécessaires à sa bonne tenue. En premier lieu, il a reçu l'aide financière du Collège des écoles doctorales de Paris 1, de l'École Doctorale d'Archéologie de Paris 1 et de la municipalité de Mézeray. Les arbres à abattre dont est issu le bois de construction ont été généreusement offerts par la municipalité de Mézeray et par des particuliers². Les matières dures d'origine animale ont été offertes par la Boucherie Principale de Mézeray, ainsi que des particuliers, notamment concernant le bois de cervidé. La terre argileuse a été offerte par des agriculteurs de Mézeray. Les outils lithiques ont été fabriqués par l'entreprise de médiation Préhistoire interactive. Enfin, le terrain d'expérimentation est gracieusement mis à notre disposition par la municipalité de Mézeray.

3. Les outils utilisés

L'attachement au site de Petko Karavelovo pour les sessions expérimentales sur le bois alors que l'étude architecturale a également porté sur deux autres sites (Dikili Tash et Hotnitsa) est principalement lié à l'accès au matériel lithique et à l'opportunité offerte d'étudier l'ensemble des lames polies (*cf. plus haut, p. 285-289*). De plus, il était important de ne pas excessivement multiplier les paramètres ou les données, issus de différents sites par exemple, afin de garder un certain contrôle sur les activités expérimentales et les résultats. Enfin, de nombreuses

² Pour les noms de tous les particuliers ayant apporté leur aide au projet, *cf.* les remerciements.

expérimentations générales à l'outil en pierre ont été faites avec plus ou moins de rigueur scientifique (*cf.* plus bas, p. 305-309). Mais si l'on souhaite appréhender les rythmes de vie des bâtisseurs de Petko Karavelovo, il est nécessaire de se cantonner à leurs outils spécifiquement.

3.1. Les outils à lame en pierre

Les questions de détermination des emmanchements des lames en pierre ont déjà été évoquées plus haut et il est clair que, sans étude tracéologique des lames, il est difficile de distinguer haches et herminettes (*cf.* plus haut, p. 288 ; Steensberg 1980, p. 40-43). L'absence d'une telle étude est donc assez préjudiciable à la poursuite des interprétations fonctionnelles sur le matériel de Petko Karavelovo. Toutefois en observant le matériel, plusieurs modèles de lames asymétriques et symétriques ressortent. Ce sont ces modèles qui ont été les sources d'inspiration pour la réalisation de facsimilés par Emmanuel Guerton et Philippe Guillonnet.

Les lames asymétriques expérimentales sont inspirées de la lame CMPK-919 (**fig. 5-01a**). Le modèle CMPK-1105 avait également été évoquée, mais sa taille très réduite a conduit à son éviction au vu des objectifs fixés³. Les lames symétriques expérimentales ont été fabriquées en se fondant sur les dimensions moyennes des lames de Petko Karavelovo (**fig. 5-01b**). Parmi les lames de ciseaux, trois dessins avaient été envoyés aux expérimentateurs pour la fabrication des facsimilés et le choix s'est porté sur la lame CMPK-1427 (**fig. 5-01c**).

Un bloc de matière première correspondant à l'une des roches utilisées dans la fabrication des lames de Petko Karavelovo avait été importé de Bulgarie⁴. C'est une roche sédimentaire noire au grain fin⁵. Il a servi à la fabrication d'une lame symétrique, une lame asymétrique et de deux lames de ciseau. Une lame asymétrique, une lame symétrique et une lame de ciseau ont également été fabriquée en dolérite. Cette roche était très utilisée dans la fabrication des lames polies néolithiques en Bretagne (Le Roux 2011). Elle a été utilisée dans ce projet pour deux raisons : la facilité d'accès à la matière première et le partenariat avec le programme expérimental mené par V. Bernard et L. Beneteaud en Bretagne.

Les manches des haches sont en frêne, tout comme celui de l'Herminette_10. Ceux des autres herminettes sont en noisetier. Les manches de ces outils sont reproduits en se fondant

³ Pour des raisons financières, un seul des deux modèles pouvait être reproduit, ce qui a également pesé sur le choix du modèle CMPK-919.

⁴ Communication personnelle avec A. Chohadzhiev en 2019, responsable d'opération du site de Petko Karavelovo.

⁵ Je remercie C. Tomczyk et C. Membrivès (doctorants à l'Université Paris 1 ; UMR 7041 ArScAn - Archéologies Environnementales).

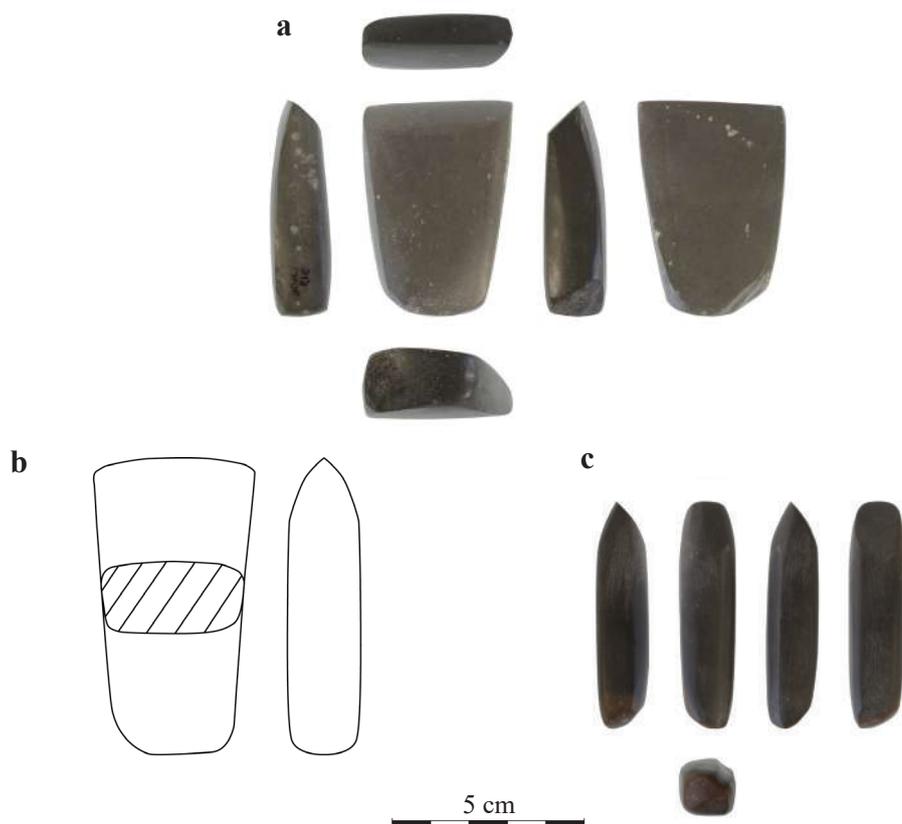


Fig. 5-01 - Modèles pour les reproductions des lames polies du site de Petko Karavelovo. Éch. 1:2. a. lame polie asymétrique CMPK-919 ; b. dessin synthétique des lames symétriques ; c. lame polie CMPK-1427.

sur des découvertes archéologiques, notamment à Chalain et à Charavines (en France ; Maigrot 2003 ; Bocquet 2010). La matière dure animale utilisée était du bois de cerf et les boyaux provenaient d'intestins de porc.

Dès les premières visualisations des lames avec les expérimentateurs, les dimensions très réduites des lames de Petko Karavelovo ont été un sujet de conversation important. En effet, habitués aux lames de plus grandes dimensions, la faisabilité des activités envisagées à l'aide du matériel du site de Petko Karavelovo était remise en cause, sans pour autant être niée. Les lames ont été emmanchées directement sans gaine en matière dure d'origine animale, puisqu'aucune gaine n'est connue dans les assemblages de Petko Karavelovo. Les lames de ciseau ont, quant à elles, étaient emmanchées dans un manche en bois de cerf.

En plus de ces outils fabriqués pour l'expérimentation, trois autres haches et une herminette ont été utilisées. Afin de simplifier la présentation de chaque outil, ils sont décrits dans les tableaux synthétiques ci-après, récapitulant les principales informations les concernant (fig. 5-02, 5-03 et 5-04).

Nom	Roche	Long. lame	Forme tranchant	Largeur tranchant	Long. manche	Emmanchement	Modèle de fabrication	Ill.
Hache_1	Verte alpine	4,4	Arrondi	4,2	52,3	Indirecte - gaine en bois de cerf et boyau - mortaise non traversante	Alpin	fig. 5-05a
Hache_2	Sédimentaire bulgare	7,8	Droit	3,9	72	Direct - mortaise non traversante	Lames symétriques de PK	fig. 5-05b
Hache_3	Dolérite de Plussulien	7,8	Droit	3,9	71,2	Direct - mortaise non traversante	Lames symétriques de PK	fig. 5-05c
Hache_6	Dolérite de Plussulien	10,5	Arrondi	4,8	59	Direct - mortaise traversante	Breton*	fig. 5-05d
Hache_11	Dolérite de Plussulien	15,5	Arrondi	4,7	74	Direct - mortaise traversante	Breton*	fig. 5-05e
Hache_12	Dolérite de Plussulien	21,5	Arrondi	5	89	Direct - mortaise traversante	Breton*	fig. 5-05f

* fabriquée dans le cadre d'un programme expérimental mené par V. Bernard et L. Beneteaud.

Fig. 5-02 - Tableau synthétique des haches utilisées pour les expérimentations (en cm).

Nom	Roche	Long. lame	Forme tranchant	Largeur tranchant	Emmanchement	Modèle de fabrication	Ill.
Herminette_4	Dolérite de Plussulien	6,8	Droit	4,4	Direct - en butée dans mortaise ouverte - boyau	CMPK-919	fig. 5-05g
Herminette_5	Sédimentaire bulgare	6,8	Droit	4,4	Direct - en butée dans mortaise ouverte - boyau	CMPK-919	fig. 5-05h
Herminette_10	Dolérite de Plussulien	10,3	Arrondi	3,5	Direct - boyau	Breton*	fig. 5-05i

* fabriquée dans le cadre d'un programme expérimental mené par V. Bernard et L. Beneteaud.

Fig. 5-03 - Tableau synthétique des herminettes utilisées pour les expérimentations (en cm).

Nom	Roche	Long. lame	Largeur tranchant	Manche	Emmanchement	Long. manche	Section manche	Ill.
Ciseau_7	Dolérite de Plussulien	6,5	1,1	Andouiller de cerf travaillé	Direct - mortaise - lame 1/3 int. 2/3 ext. - boyau	15,2	3,3 x 2,5	fig. 5-06a
Ciseau_8.1	Sédimentaire bulgare	6,5	1,1	Merrain de cerf non travaillé	Direct - mortaise - lame 1/3 int. 2/3 ext. - boyau	14	Ø 4,1	fig. 5-06b
Ciseau_8.2	Sédimentaire bulgare	6,5	1,1	Merrain de cerf non travaillé	Direct - mortaise - lame 1/2 int. 1/2 ext. - boyau	14	Ø 4,1	fig. 5-06c
Ciseau_9	Bulgare	6,5	1,1	Merrain de cerf non travaillé	Direct - mortaise - lame 1/3 int. 2/3 ext. - boyau	14,2	Ø 3,9	fig. 5-06d

Fig. 5-04 - Tableau synthétique des ciseaux utilisés pour les expérimentations. Modèle : CMPK-1427 (en cm).



Fig. 5-05 - Planche des différentes haches et herminettes utilisées pour les expérimentations. Éch. 1:10. Clichés par P. Guillonnet et P. Bacoup.

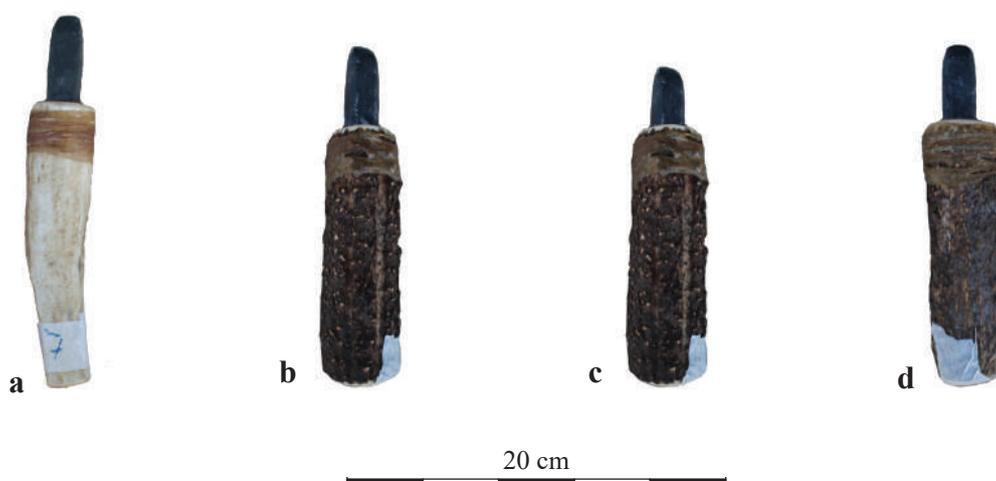


Fig. 5-06 - Planche des différentes ciseaux utilisés pour les expérimentations. Éch. 1:4.

3.2. Les autres outils

Quatre autres catégories d'outils sont utilisées. Il s'agit d'outils dont les manches et les parties actives sont en matière dure d'origine animale et en bois végétal. Les percuteurs et les coins sont principalement utilisés dans le travail de refente des tronçons de bois (fig. 5-07 et 5-08). Les deux dernières catégories sont les outils de creusement et les outils de déplacement de la terre (fig. 5-09 et 5-10).

Ces outils sont reproduits à partir des découvertes archéologiques issues de différents sites européens, comme à Bretteville-le-Rabet, à Jablines ou encore à Bougon (en France ; Desloges 1986 ; Bostyn et Lanchon 1992 ; Mohen et Scarre 2002), à Erkelenz-Kückhoven (en Allemagne ; Weiner 1992), à Jandrain-Jandrenouille et à Spiennes (en Belgique ; Hubert 1974, 1997). Pour les pelles en omoplate de bovidé, des exemples archéologiques sont également connus (Curwen 1926 cité dans Toussaint 2009). Tous ces types d'outils ont d'ailleurs déjà prouvé leur efficacité suite à dans des travaux expérimentaux, qu'il s'agisse de creusement de minière à silex, d'extraction de bloc de grès pour fabriquer des meules ou du creusement des tranchées d'implantation d'allées couvertes néolithiques (Bostyn *et al.* 2007 ; Jaccottey *et al.* 2021 ; Toussaint 2009). En revanche, nous n'utiliserons pas les outils qui ont pu servir lors d'autres expérimentations, mais qui ne trouvent pas de correspondance dans la littérature archéologique.

Deux catégories de percuteurs ont été utilisées pour les expérimentations : les percuteurs courts utilisés à une main permettant de maintenir soi-même le coin et les percuteurs longs mobilisant les deux mains de l'expérimentateur. Tous les percuteurs utilisés étaient en bois

végétal. Les perceurs courts ont été amenés avant l'expérimentation, les longs, eux, ont été trouvés ou fabriqués sur place. Deux perceurs de type maillet en bois ont été ajoutés lors de la construction du petit bâtiment néolithique.

Nom	Essence	Morpho.	Maniabilité	Long. manche	Diamètre manche*	Partie active	Diamètre part. act.	Ill.
Percuteur_2	Buis	Court	à 1 main	25	4,5	Extrémité du manche	6	fig. 5-35
Percuteur_3	Châtaignier	Long	à 2 mains	100	8,5	Extrémité du manche	9	fig. 5-54
Percuteur_4	Chêne	Long - masse monoxyle	à 2 mains	140	7,5	Tête de masse	14	fig. 5-57
Percuteur_5		Moyen - maillet bipartite	à 1 ou 2 mains	50	2,5	Tête de maillet	10	fig. 5-58b et e
Percuteur_6		Long - maillet bipartite	à 2 mains	60	2,5	Tête de maillet	16-17	fig. 5-74

* au niveau de la prise en main.

Fig. 5-07 - Tableau synthétique des perceurs utilisés pour les expérimentations (en cm).

Les coins utilisés, quant à eux, étaient majoritairement des coins courts qui pouvaient être enfoncés à l'aide des deux catégories de perceurs. Ces coins avaient été préparés en amont de l'expérimentation. Deux coins longs ont également été utilisés nécessitant un travail à plusieurs. Ils ont été fabriqués sur place. Enfin, un coin en bois de cerf permettait principalement les amorces des refentes.

Nom	Matière - générale	Matière - précisions	Morpho.	Maniabilité	Longueur	Section plan de frappe	Ill.
Coin_1	Bois végétal	Chêne	Court - base parallélépipédique	à 1 main	25	5x2	fig. 5-54
Coin_2	Bois végétal	Chêne	Très court - base parallélépipédique	à 1 main	14	4,5x2	
Coin_3	Bois végétal	Chêne	Court - base cylindrique	à 1 main	27	Ø 5,5	fig. 5-65b
Coin_4	Bois végétal	Chêne	Très court - base cylindrique	à 1 main	13	Ø 5	fig. 5-54
Coin_5	Bois végétal	Buis	Court - base cylindrique	à 1 main	23	Ø 7,5	fig. 5-54
Coin_6	Bois végétal	Chêne	Long - base cylindrique	à 2 mains	1	Ø 8,5	fig. 5-57
Coin_7	Bois animal	Meule, andouiller et merrain	Court	à 1 main	20	Ø 3,5	fig. 5-58a

Fig. 5-08 - Tableau synthétique des coins utilisés pour les expérimentations (en cm).

Les outils de creusement ont des parties actives en bois ou en matière dure d'origine animale. On retrouve des instruments non préparés comme un bois de cerf brut, ou très peu : bâton appointé/biseauté. D'autres ont nécessité une légère préparation comme les pioches en bois qui demandent à trouver deux branches formant un angle intéressant. Enfin, les pics en bois de cerf réclament la préparation d'un assemblage par tenon-mortaise.

Nom	Manche	Partie active	Maniabilité	Long. manche	Diam. manche	Type d' emmanchement	Profil partie active	Ill.
Pioche_1	Frêne	Frêne	à 2 mains	70	2,5	Monoxyle	appointée	fig. 5-71
Pioche_2	Noisetier	Noisetier	à 2 mains	50	2,5	Monoxyle	biseauté	fig. 5-71 et 5-72
Pioche_3	Bouleau	Bouleau	à 2 mains	43	3	Monoxyle	biseauté	fig. 5-90
Bâton biseauté_1	Noisetier	Noisetier	à 2 mains	110-170	4	Monoxyle	biseauté	fig. 5-90
Bâton appointé_1	Noisetier	Noisetier	à 2 mains	95-100	2,5	Monoxyle	appointée	fig. 5-90
Pic_1	Noisetier	Bois de cerf	à 2 mains	65	3	Tenon-mortaise	biseauté	
Bois_cerf_1	Bois de cerf	Bois de cerf	à 2 mains	70	2	Monoxyle	Pointue naturelle	fig. 5-92

Fig. 5-09 - Tableau synthétique des outils de creusement utilisés pour les expérimentations (en cm).

En dernier, les outils pour déplacer la terre (autres que les mains et les pieds) sont des pelles et des houes en omoplate de bovidé, ainsi qu'une peau de cerf.

Nom	Manche	Partie active	Maniabilité	Long. manche	Diam. manche	Type d' emmanchement	Ill.
Pelle_1	Noisetier	Omoplate de bœuf	à 2 mains	115	2,5	Tenon-mortaise	fig. 5-73
Houe_1	Noisetier	Omoplate de bœuf	à 2 mains	70	3	Tenon-mortaise	fig. 5-73

Fig. 5-10 - Tableau synthétique des outils utilisés pour déplacer la terre durant les expérimentations (en cm).

Chapitre 2 – De l’abattage à la mise en forme des pièces de bois

1. Objectifs et protocole

L’objectif principal de ces sessions expérimentales sur le bois est de reconstituer les techniques pour obtenir du bois d’œuvre exploitable. Ainsi toutes les étapes de la chaîne opératoire sont testées afin d’évaluer quels outils sont les plus efficaces pour chacune des activités, mais également de comprendre les difficultés, le temps de travail, les gestes et les sensations de travailleurs du bois novices ou expérimentés pour chaque étape. L’objectif est également de créer un référentiel de traces sur le bois, afin d’anticiper une étude future qui, par confrontation, cherchera à identifier les techniques employées sur les bois néolithique.

Le premier principe appliqué cherche à essayer chaque type d’outil lithique pour chaque étape de la chaîne opératoire et d’évaluer leur efficacité. L’équipe étant composée de membres aux niveaux d’expérience variés, il a été possible de calculer le temps de travail pour chacune des activités en fonction de l’outil et du travailleur. Tout en tenant compte des biais engendrés par les conceptions modernes des tâches et des outils des différents expérimentateurs, il est possible de proposer une première reconstitution des gestes et des positions de travail. On peut également essayer d’appréhender, toute comparaison excessive exclue, le ressenti et les efforts nécessaires à la pratique de ces activités. Enfin, la transmission des savoir-faire et l’apprentissage, par mimétisme ou par transmission orale, était une part importante de ces sessions expérimentales.

Tous les arbres travaillés sont des chênes afin d’obtenir un corpus cohérent et comparable. Ainsi, les différences de temps et de difficultés induites par la variation des essences ne seront pas traitées (pour cela, Mathieu et Meyer 1997, p. 341-345).

L’aspect pluridisciplinaire des sessions sur le travail du bois offrait en parallèle la possibilité à d’autres recherches d’obtenir des données expérimentales intéressantes, notamment sur les traces d’usure sur les lames lithiques¹, ainsi que sur l’abattage d’arbre à culée blanche au sein d’un projet plus global sur ce sujet².

¹ Travaux de Lucie Beneteaud, Univ. Rennes 1 ; UMR 6566 CReAAH.

² Travaux de Vincent Bernard, CNRS ; UMR 6566 CReAAH.

Concernant le déroulement des expérimentations, dans un premier temps, six abattages sont réalisés sur la commune de Saint-Jean-du-Bois en janvier 2020. Les chênes ont un diamètre compris entre 17 et 27 cm. Les outils utilisés sont détaillés plus haut²⁹⁶ (*cf.* p. 296-301). Deux abattages sont faits à l'herminette, trois à la hache (dont un avec des lames aux dimensions plus importantes que celles de Petko Karavelovo) et un dernier au ciseau. Tous les arbres sont ensuite ébranchés, puis tronçonnés en morceau de 2 m de long environ. Refendus ensuite, ces bois sont utilisés comme poteaux pour les murs du bâtiment reconstitué.

Dans un deuxième temps, en octobre, six abattages ont lieu sur la commune de Mézeray à la hache polie et concernent des arbres dont le diamètre est inférieur à 14 cm. Ces arbres servent principalement pour la charpente de toit du bâtiment. Il est nécessaire d'anticiper les différents assemblages et de choisir les arbres, si possible, en conséquence. Les arbres sont ébranchés à l'outil moderne pour des questions de rapidité. En revanche, ils sont tronçonnés à la hache en pierre, puis pour certains refendus.

2. Historique de la recherche

La reconstitution des activités liées aux bois de construction, de son acquisition à sa mise en forme, est très tôt envisagée par le biais de l'expérimentation. Dès la fin du 19^e siècle, les résultats de premières expériences sur le travail du bois à l'aide d'outils en pierre sont publiés (Lepic 1872 ; Sehested 1884 ; Smith 1891). Ils sont contemporains des prémices de la discipline archéologique elle-même (Hurcombe 2005, p. 110) On se trouve au sein d'un contexte général en Europe enclin aux approches ethnoarchéologiques des mondes ruraux afin de « comprendre comment vivaient les hommes de l'Antiquité » (Psycharis 1903, p. 33-34), notamment par les enquêtes menées dans le monde rural grec (Procopiou 2010, p. 149-151).

Si la fonction théorique des lames polies pour couper du bois est proposée très tôt (Müller 1888 par exemple), certains archéologues ont voulu le prouver d'un point de vue pratique (Smith 1891, p. 602). Dans ce but, les premières expériences furent menées principalement sur des conifères au bois tendre, afin d'abattre des pins (Sehested 1884, p. 21-22) ou de les tronçonner (Smith 1891, p. 603-604). Seul l'abattage enregistré par le Vicomte Lepic concerne un chêne (Lepic 1872, planche VII³). Si le bois était bel et bien le matériau travaillé, les objectifs de ces expérimentations concernaient surtout les outils : les manches et les emmanchements (Lepic

³ Cette expérimentation est bien citée comme celle de Lepic, mais publiée par Evans en 1897, sans jamais citer la source première. Ceci est sûrement dû à la difficulté d'accès à la publication de Lepic, qui n'a été trouvée que sur internet, sans pagination, à l'URL : <http://www.bmlisieux.com/curiosa/lepic000.htm>. Cet écrit sera donc cité par paragraphe ou par planche dans la suite de ce travail.

1872) ou encore la comparaison de l'efficacité entre les lames polies et celles taillées (Sehested 1884, p. 21). Dès ces premières expérimentations, les archéologues s'entourent d'artisans ou de professionnels afin de réaliser leurs outils : maître charpentier (Lepic 1872, § 3 ; Smith 1891, p. 602) ; ou leur abattage : bûcherons (Lepic 1872, § 21). Si Smith et Sehested ont mis en place un protocole scientifique afin d'enregistrer les données de leurs expérimentations, dont le diamètre des fûts, le temps, le nombre de personnes ou encore le nombre de coups portés (Sehested 1884, p. 21-22 ; Smith 1891, p. 603-604), Lepic (1872) n'a, quant à lui, pas suivi un tel modèle. Son intérêt se portait principalement sur la résistance des manches et des emmanchements aux activités expérimentées par les bûcherons à qui il avait confié les haches, l'herminette et le ciseau qu'il avait reconstitués. Selon les planches de sa publication, il proposa pour expérimentation 24 haches dont 11 emmanchées indirectement dans une gaine en bois de cerf, une emmanchée à deux reprises dans une gaine en bois végétal et deux dont les manches étaient en bois de cerf, ainsi qu'une herminette emmanchée indirectement dans une gaine en bois végétal, et enfin un ciseau dont le manche était en bois de cerf. Tous ces outils ont été utilisés et Lepic s'intéressait principalement à l'état dans lequel ils revenaient des travaux. Il n'a retranscrit à l'écrit qu'une seule activité d'abattage d'un chêne de 20 cm de diamètre réalisée par un bûcheron (Lepic 1872, planche VII). C'est cette « expérimentation » qui a été ensuite citée par Evans (1897, p. 162), puis mentionnée à plusieurs reprises par d'autres (synthèse de Clark 1945, p. 68 par exemple).

Au cours de la première moitié du 20^e siècle, peu de travaux de ce genre ont été entrepris : on connaît quelques expérimentations sur la fabrication des haches (Montelius 1906, p. 37-38) et sur l'abattage (Pond 1930, p. 93 ; Jacob-Friesen 1931 cité dans Nietsch 1939, p. 70 ; Morris 1939, p. 137), mais elles restent marginales.

À partir des années 1950, et plus précisément entre 1952 et 1955, un programme expérimental de grande envergure est mis en place par la Commission géologique et le Musée national du Danemark à Draved Skov (Danemark), sous l'expertise de J. Iversen, S. Jørgensen, A. Steensberg, J. Troels-Smith et K. Vilksuna. Ce projet scandinave marque un réel tournant dans l'approche expérimentale archéologique, notamment concernant le travail d'abattage, ouvrant la voie aux expérimentations postérieures. Ce programme avait pour objectif d'étayer les hypothèses sur le défrichement des forêts primitives par l'abattage et le feu dans le but d'obtenir des clairières cultivables. Il a fait l'objet de très nombreuses publications (Jørgensen 1953, 1985 ; Iversen 1956 ; Steensberg 1957, 1979), mais également d'un enregistrement

vidéographique de très belle qualité disponible sur le site du Musée national du film danois⁴. Si l'expérimentation était surtout centrée sur le processus de défrichage, les instigateurs du projet ont également enregistré des informations sur l'abattage de feuillus à la hache en pierre. Ils mettent en avant l'impossibilité d'utiliser des haches en pierre de la même manière que les haches en acier modernes : la manipulation des haches en pierre met beaucoup plus à contribution les coudes et les poignets. Ayant dans un premier temps fait appel à des bûcherons qui ne modifièrent pas leurs gestes habituels et cassèrent beaucoup de lames⁵, S. Jørgensen et J. Troels-Smith entreprirent ensuite eux-mêmes les abattages (Jørgensen 1953, p. 42 ; Iverson 1956, p. 37-38 ; Steensberg 1957, p. 67-68). Par cette expérimentation à Draved Skov, ils ont mis également en avant une différence de méthodes d'abattage en fonction du diamètre de l'arbre, les plus petits étant coupés sur toute leur circonférence et les plus gros étant abattus grâce à deux entailles opposées déterminant le sens de la chute (Jørgensen 1953, p. 42 ; Iverson 1956, p. 38 ; Steensberg 1957, p. 68).

Ces travaux ouvrent alors la voie à plusieurs décennies d'expérimentation et d'études ethnographiques sur le travail du bois, notamment de construction.

Si la question de la durée des opérations est au centre de ces travaux, elle est régulièrement traitée par comparaison entre l'efficacité des haches et herminettes en pierre et celle des haches modernes en acier (Townsend 1969 ; Saraydar et Shimada 1971, 1973 ; Godelier et Garanger 1973 ; Carneiro 1979 ; Steensberg 1980 ; Mathieu et Meyer 1997). Quelques études, moins nombreuses, ont également porté sur l'efficacité comparée entre les outils en pierre et ceux en bronze (Orme et Coles 1983 ; Coles et Orme 1985 ; Mathieu et Meyer 1997). En parallèle à ces questions comparatives et suite aux travaux pionniers de Semenov (1964), de nouvelles études apparaissent, portant sur les traces laissées par les activités du travail du bois sur les outils (Detev 1960 ; Coutts 1977 ; Steenberg 1980 ; Olausson 1982, 1983 ; Orme et Coles 1983 ; Roodenberg 1983 ; Coles et Orme 1985 ; Lewis *et al.* 2011 ; Masclans *et al.* 2016 ; Masclans *et al.* 2017). Ces chercheurs créent et étudient des référentiels expérimentaux ou ethnographiques afin d'associer les traces aux actions et ainsi les comparer à celles visibles sur le matériel archéologique⁶.

⁴ Adresse URL : <https://filmcentralen.dk/museum/danmark-paa-film/film/stenalderlandbrug-et-forsog-i-nutiden>.

⁵ Dès ses premières expérimentations, Lepic avait mis en garde ses successeurs sur ce sujet : « J'avertirai encore ceux qui voudront faire d'autres essais que moi que le maniement de ces outils est très spécial, et qu'il faut agir avec précaution ; sans quoi la pierre se casse, en deux ; on doit frapper toujours de biais, de haut en bas autant que possible, légèrement avec les petites haches et sans roideur avec les grandes ; si l'on agissait avec elles comme avec celles en fer, on briserait, je le répète, la pierre en deux morceaux. » (Lepic 1872, § 20).

⁶ Si la fabrication de répliques en bronze est assez rapidement effectuée, celles d'outils en pierre est plus tardive ; on utilise jusque dans les années 1990 des lames archéologiques conservées dans les collections des musées ou des universités (Mathieu et Meyer 1997, p. 336 par exemple).

L'opération d'abattage, qui nous intéresse plus particulièrement, est de loin la plus représentée et la mieux connue ; et bien plus à la hache qu'à l'herminette, malgré les données ethnographiques nombreuses sur l'abattage à l'herminette (Mitchell 1959 ; Townsend 1969 ; Godelier et Garanger 1973 ; Steensberg 1980 ; Pétrequin et Pétrequin 1993, 2006). L'abattage au ciseau lithique, lui, n'a, semble-t-il, jamais été expérimenté ; il n'est cité que dans l'ouvrage ethnographique de Stewart (1984, p. 36-38). Toutefois, une expérimentation envisageant l'utilisation de ciseaux en matière dure d'origine animale pour l'abattage d'arbres a été menée (Cinq-Mars et Le Blanc 2008). Seul l'abattage à culée blanche, c'est-à-dire l'abattage de l'arbre par coupe du tronc au-dessus du niveau du sol, a été publié dans la littérature archéologique expérimentale. L'abattage à culée noire a toutefois déjà été proposé pour expliquer la présence de certaines longues pièces de bois de construction ou de pièces de bois présentant du bois de racine à une extrémité (Bernard 2000 ; Praud *et al.* 2007, p. 456-457). Cette méthode consiste à dégager les racines d'un arbre, à les couper, puis à exercer une traction afin de déraciner l'arbre. Cette pratique a été expérimentée en 2018 et 2019 au sein d'un projet expérimental mené par V. Bernard et soutenu par la région Bretagne. Elle n'a, pour le moment, pas encore fait l'objet de publications.

Concernant le tronçonnage, des expérimentations, assez nombreuses ont porté sur l'utilisation d'outils en pierre pour le travail du bois et sur les traces d'usure que cette utilisation génère (Smith 1891, p. 603-604 ; Saraydar et Shimada 1971, p. 216-217 ; Olausson 1982, 1983 ; Choulot *et al.* 1997, p. 199-201). L'activité d'ébranchage (parfois nommée étêtage), quant à elle, n'est que très rarement mentionnée dans la littérature, car elle est sûrement considérée comme secondaire (Morris 1939, p. 137 ; Pétrequin 1991 p. 30 ; Choulot *et al.* 1997, p. 197-198 ; Olausson 1982, p. 41).

Le refend et le débit de planches sont également très peu évoqués (Olausson 1982, p.41, 1983, p. 42 ; Pétrequin 1991, p. 31 ; Gentizon et Monnier 1997, p. 149 ; Darrah 2006b, p. 127-130). L'appointage et autres types de mise en forme postérieures à la préparation du bois d'œuvre (préparation d'assemblage, creusement de mortaise, équarrissage) ont été testées dans différents programmes expérimentaux, liés à la construction ou non (Lepic 1872, planche V ; Olausson 1982, p. 41 et 71 ; Orme et Coles 1983 ; Coles et Orme 1985 ; Pétrequin 1991, p. 31 ; Gentizon et Monnier 1997, p. 149 ; Masclans *et al.* 2017, p. 184).

Peu d'études expérimentales portent sur toutes ces étapes de la chaîne opératoire. On peut néanmoins mentionner des travaux ethnographiques qui s'attachent à illustrer toutes les étapes de l'abattage à la mise en forme des pièces de bois en faisant varier les outils et les

techniques (Stewart 1984, p. 36-44). Les seules études expérimentales qui englobent toutes ces activités s'inscrivent dans des projets globaux de construction de bâtiments néolithiques depuis l'abattage des arbres jusqu'à l'utilisation de l'édifice (Pétrequin 1991, p. 28- 21 ; Gentizon et Monnier 1997) ou cherchant à créer des référentiels des traces d'usure pour chacune des activités (Olausson 1982, p. 38-42, 1983, p.42-55).

3. Le choix des arbres

Lorsque l'arbre à abattre est choisi par les bûcherons, plusieurs points sont à prendre en compte. Dans ce cas, ils anticipent les besoins liés à la construction pour laquelle ces abattages sont réalisés et les arbres choisis présentent des caractéristiques morphologiques utiles à l'édification des charpentes. Ils peuvent par exemple avoir une fourche naturelle intéressante pour les futurs assemblages, notamment ceux entre les poteaux faitiers et la panne faîtière des bâtiments (exp-071 et exp-072). Ces caractéristiques sont d'abord recherchées sur les arbres disponibles.

Très rapidement ensuite deux autres facteurs interviennent : l'accessibilité aux troncs et le sens de chute de l'arbre. Encore plus qu'avec les outils modernes de bûcheronnage, les expérimentateurs sont dépendants de l'inclinaison naturelle de l'arbre et du poids que les branches engendrent sur les troncs. Il est beaucoup plus difficile lors d'un abattage à la hache ou à l'herminette de modifier le sens de chute naturel d'un arbre. Ce sens de chute indique donc logiquement les faces du tronc qu'il sera nécessaire d'attaquer lors de l'abattage, il est alors important que ces faces soient accessibles aux bûcherons et qu'ils aient un espace suffisant pour la réalisation des mouvements.

Lorsque l'arbre ne fait pas l'objet d'un choix, mais qu'il est nécessaire de l'abattre, des difficultés peuvent être rencontrées obligeant parfois les expérimentateurs à modifier la technique d'abattage utilisée, voire à abattre un autre arbre et ainsi libérer de l'espace pour abattre le premier arbre désigné (Jørgensen 1953, p. 42). Dans certains cas, l'arbre est plus facilement accessible à un individu d'une manualité. Par exemple seul un gaucher peut aisément porter des coups sur un tronc de manière prolongée et avec une efficacité suffisante. Le choix des arbres est donc également dépendant des bûcherons sur place, de leurs compétences et de leurs caractéristiques physiques.

Ce choix est également dicté par les outils disponibles, ce qui sera discuté de manière plus approfondie par la suite. En effet, en fonction de ces outils, il est plus envisageable, ou au contraire absolument inenvisageable, d'abattre certains arbres. Par exemple, un arbre très

penché – et donc dont le sens de chute est clairement indiqué – sera plus difficile à abattre à l'aide d'une herminette en raison du mouvement à réaliser.

Enfin, parfois la hauteur d'abattage peut avoir une importance ; dans le cas contraire, on porte les coups à la hauteur qui correspond à la position la plus confortable pour le bûcheron en fonction de son outil, de sa taille, de ses préférences. Toutefois, cette hauteur peut être imposée, lorsqu'on cherche à obtenir un terrain nu par exemple ou si l'on souhaite conserver la partie basse du tronc (sous le niveau de coupe) pour une raison précise. Elle peut aussi l'être pour des raisons liées à la morphologie de l'arbre. En effet, lorsque les arbres sont de très petit diamètre, ils ont tendance à beaucoup bouger et à vibrer à cause des coups de hache ; dans ces cas-là, il est important d'abattre l'arbre le plus bas possible afin de limiter ces mouvements qui nuisent à l'efficacité de l'abattage.

4. L'abattage à culée blanche

Comme annoncé, l'objectif principal était de tester les lames lithiques polies de Petko Karavelovo dans les différentes activités du travail du bois de construction, et notamment pour l'abattage (*cf.* plus haut, p. 296-297 et 304-305). Le but premier, ici, est donc de noter l'efficacité de chaque outil (hache, herminette et ciseau).

Celles-ci ont eu lieu en trois temps. La majeure partie des activités du travail du bois se sont déroulées sur deux jours, les 28 et 29 janvier 2020. Quelques expérimentations sur ce sujet ont également été menées le 11 février 2020 et le 9 octobre 2020. Onze chênes dont les diamètres à hauteur de coupe étaient compris entre 4,8 cm et 26,8 cm ont été abattus, ébranchés, puis tronçonnés tous les deux mètres environ à l'aide d'outils lithiques. Des tronçons de différentes dimensions étaient ensuite refendus en demi-rondin, en quart de rondin ou débités en planches. Un douzième chêne a également été travaillé durant cette expérimentation.

À chaque tentative d'abattage, quel que soit l'outil, le temps de travail⁷, l'efficacité de l'outil choisi et le ressenti du bûcheron étaient notés systématiquement, ainsi que le diamètre de l'arbre et le déroulé précis de l'abattage (annexes : **fig. A-021**). Au final, neuf arbres ont été abattus à culée blanche à la hache et deux à culée blanche à l'herminette. Un douzième arbre a subi une tentative d'abattage au ciseau, mais il n'est pas tombé.

⁷ Les temps de travail affichés dans les tableaux et utilisés dans les différents graphiques sont rapportés à un individu.

Pour chaque abattage, des opérations préparatoires sont nécessaires, principalement pour retirer le lierre autour des arbres (**fig. 5-11**). Ces opérations préparatoires sont connues ethnographiquement, mais elles peuvent également consister en l'abattage d'arbres plus petits empêchant l'accès aux troncs souhaités (Jørgensen 1953, p. 42 et fig. 30 p. 41 ; Godelier et Garanger 1973, p. 200-201).

4.1. À la hache

Concernant plus précisément les abattages à culée blanche à la hache, les arbres dont le diamètre est supérieur à 15 cm sont abattus en binôme. Le positionnement des expérimentateurs dépend largement de la position de l'arbre à abattre. Lorsque l'arbre est facilement accessible, chacun attaque le tronc sur une face (**fig. 5-12**) dont l'une est la face de chute, l'entaille servant de charnière (Choulot *et al.* 1997, p. 189). À ce stade les manualités des bûcherons ne sont pas un problème : si elles sont opposées, ils travaillent l'un à côté de l'autre ; si elles sont similaires, ils travaillent chacun d'un côté de l'arbre. Toutefois, si une entaille n'est faite que par un individu, elle n'est pas homogène et présente un désaxement qui peut ralentir le travail d'abattage et désaxer la chute de l'arbre. Il est alors nécessaire, soit de passer sur sa main faible, soit d'échanger la face de travail si les deux individus sont de manualité opposée.



Fig. 5-11 - Coupe du lierre autour de l'arbre 1 à abattre.

Ainsi, malgré la possibilité de travailler sur les deux faces de l'arbre, droitiers et gauchers sont complémentaires pour attaquer les plans de frappe de manière homogène et rester à l'aise dans la tâche.

Même lorsque l'arbre est facilement accessible, il peut être nécessaire que les deux bûcherons frappent la même face du tronc pour diverses raisons. Dans ce cas – ainsi que dans celui où seule une face de l'arbre à abattre est accessible – les expérimentateurs travaillent l'un en face de l'autre (**fig. 5-13**). Ce travail à deux est grandement facilité lorsque le binôme est composé d'un gaucher et d'un droitier, permettant un travail face à face, debout ou à genou, sur la même entaille. La présence de deux individus aux manualités opposées permet ainsi que chacun travaille du côté de l'arbre où il est le plus à l'aise et le plus efficace. Un rythme de travail doit être trouvé entre les bûcherons pour que chacun frappe à son tour le tronc sans perturber le mouvement de son binôme.

En-deçà d'un diamètre de 15 cm, les arbres sont abattus par une seule personne. Cette répartition en fonction du diamètre, apparente une fois les abattages effectués, n'était pas préméditée. Elle s'est imposée d'elle-même. Les raisons peuvent être diverses, mais la principale semble être liée au temps que le bûcheron estime nécessaire à abattre l'arbre. En effet, plus l'arbre est imposant, plus il apparaît long à abattre aux yeux du bûcheron, entraînant naturellement une activité collective. On trouve ici un souci d'entraide et de soutien moral face à la tâche qui requière un investissement en temps et en énergie, ainsi qu'un investissement technique en amont de sa réalisation. Au contraire, lorsque les arbres à abattre paraissent frêles et qu'ainsi le temps d'abattage est envisagé court, les expérimentateurs se séparent



Fig. 5-12 - Abattage de l'arbre 1, les expérimentateurs travaillent chacun d'un côté du tronc.



Fig. 5-13 - Abattage de l'arbre 1, les expérimentateurs travaillent du même côté.

naturellement, s'attribuant les arbres en fonction de leur position et leur morphologie (*cf.* plus haut, p. 309-310). Pour abattre ces arbres de très petit diamètre, on ne pratique pas l'abattage par double entailles opposées, mais par entaille unique servant de simple charnière sur la face de chute après une poussée sur la face opposée (**fig. 5-14**) ainsi que par la coupe de l'arbre sur toute sa circonférence (**fig. 5-15** ; Jørgensen 1953, p. 42 ; Iverson 1956, p. 38 ; Choulot *et al.* 1997, p. 190). Cette dernière méthode ne permet toutefois pas d'être sûr de la direction de la chute de l'arbre.

L'orientation principale des mouvements faits par les bûcherons lorsqu'ils travaillent à la hache en pierre est légèrement oblique. Le contact entre la lame et le tronc ne se fait pas de manière perpendiculaire, outre le risque de casser (qui se révèle en réalité minime si la pierre n'a pas de défaut), l'efficacité de l'outil est quasiment nulle. La lame percute donc le tronc avec un angle compris entre 50° et 80°. On porte plusieurs coups depuis le haut, puis d'autres depuis le bas afin de retirer les copeaux.

Les abattages à la hache ne sont réalisés que par des individus de niveau « 4-expert ». La seule exception concerne l'abattage exp-001 durant lequel des relais sont assurés à plusieurs reprises par des personnes de niveaux « 2-familier » et « 3-connaisseur », afin de conserver un rythme régulier, de limiter les pauses et d'obtenir une chute rapide de l'arbre, la nuit nous rattrapant ce soir-là ; les individus de niveau « 4-expert » ont tout de même effectué deux tiers de l'activité (environ 65 % du temps de travail).



Fig. 5-14 - Abattage par entaille unique de l'arbre 10 par un seul expérimentateur.



Fig. 5-15 - Abattage sur toute la circonférence du tronc de l'arbre 7 par un seul expérimentateur.

4.1.1. Influence de la nature de la roche et de l'emmanchement

L'efficacité de certains types de roche lors de l'abattage n'est plus à prouver (Mathieu et Meyer 1997, p. 342-344) et ne fait pas partie des objectifs de l'expérimentation menée. Toutefois, l'utilisation de la dolérite en remplacement des roches sédimentaires bulgares, pourrait avoir un impact sur les résultats obtenus. Appréhender l'influence des roches utilisées dans la fabrication de nos lames n'a été possible que partiellement lors des expérimentations d'abattage.

Les abattages exp-001 et exp-004 ont été réalisés en binôme avec les Hache_2 et Hache_3 (fig. 5-05b, c et 5-13), présentant les mêmes caractéristiques morphologiques, l'une en roche bulgare, l'autre en dolérite. Si on avait tenu à faire une comparaison de l'efficacité des deux roches, il aurait été nécessaire qu'un seul individu abatte les arbres avec une seule hache, ce qui aurait considérablement augmenté le temps de travail ou bien il aurait été nécessaire d'avoir quatre haches aux caractéristiques morphologiques similaires, deux en dolérite et deux en roche bulgare, ce qui une nouvelle fois n'était pas possible étant donné les contraintes de temps et de financement. Néanmoins, l'utilisation conjointe des deux haches lors des travaux en binôme permet de limiter les disparités entre les deux roches. La Hache_2 a cassé lors des derniers coups portés à l'arbre de l'exp-004, dernier arbre abattu en binôme à l'aide des Hache_2 et Hache_3. « *Il semble que ce soit une fragilité de la pierre qui ait provoqué cette cassure* » notait Philippe Guillonnet⁸ à la sortie de la session d'abattage. L'utilisation de cette hache dans l'abattage des arbres aux diamètres inférieurs à 15 cm aurait permis d'envisager quantitativement les différences d'efficacité entre les deux roches, ce qui n'est malheureusement pas le cas.

Les limites ayant été anticipées dès la mise en place du projet, une appréciation qualitative par les expérimentateurs a été mise en place. Forcément subjective, cette appréciation n'en est pas moins précieuse. Si elle ne rend pas compte des différences de temps de travail qu'il aurait pu y avoir lors des abattages, elle nous donne des informations importantes sur le ressenti et les impressions de ceux qui manient les outils. Parmi les membres de l'équipe, quatre ont pu expérimenter l'abattage avec les Hache_2 et Hache_3 leur permettant de les comparer. Un cinquième membre (Vincent Bernard) n'a utilisé que la Hache_2 ; ses remarques seront seulement prises en compte pour les questions de morphologie et d'emmanchement.

⁸ Pour rappel, un descriptif détaillé des participants à l'expérimentation est présenté en annexes (fig. A-020). Tous les propos des expérimentateurs ont été recueillis oralement pendant les activités ou dans des fiches à la fin des expérimentations. Les propos sont parfois corrigés (orthographe, grammaire, syntaxe ou utilisation de synonymes afin d'éviter l'argot).

Si l'on s'attache, dans un premier temps, à une comparaison sur l'efficacité des outils dans le travail, Alexandre Cantin, Thomas Lagane et Philippe Guillonnet ne notent aucune différence entre les deux haches. Seul Emmanuel Guerton a ressenti une efficacité supérieure du tranchant en dolérite : « *tranchant plus efficace que la roche bulgare* ». Cette différence pourrait être due à un problème de réaffutage et d'usure de la lame. En effet, Philippe Guillonnet note même pour la lame en roche bulgare « *un tranchant relativement efficace* », sans attribuer de meilleures qualités à la lame en dolérite, mentionnant simplement qu'elle « *a parfaitement tenu le coup lors de son utilisation pour le travail d'abattage* ».

Concernant la maniabilité et le ressenti des expérimentateurs, seul Thomas Lagane mentionne une différence entre les deux haches, relevant des « *vibrations intenses* » et notant avoir « *les mains très vites tétanisées* » lors de l'utilisation de la Hache_2. Si Thomas Lagane ne prête pas ces caractéristiques à la Hache_3, Philippe Guillonnet et Alexandre Cantin notent ces vibrations pour l'utilisation des deux haches : « *pas mal de vibrations lors de l'utilisation [des] hache[s]* » (PG) ; « *rebondit pas mal* » (AC). En parallèle, Emmanuel Guerton décrit de la même manière les deux haches : « *outil plutôt agréable à utiliser, léger, maniable* », idée que rejoint Thomas Lagane, décrivant une « *prise en main facile* ». Cette légèreté apparaît d'ailleurs comme un frein à l'utilisation de ces haches pour l'abattage du point de vue de Vincent Bernard, ressenti également noté par Thomas Lagane : « *lame qui semble un peu petite* ».

La faible longueur de la lame est d'ailleurs, selon Philippe Guillonnet, une des raisons des vibrations décrites précédemment, mais également la raison du bruit particulier relevé lors de l'utilisation des deux haches : « *outil qui a tendance à claquer à l'usage* » (EG) ; « *sonorité très particulière* » (PG). En effet, la longueur réduite des lames ne permet pas de les emmancher dans une mortaise traversante. De fait, la lame venait à chaque coup buter dans la mortaise, déclenchant les vibrations et le bruit claquant. Emmanuel Guerton propose également que ce claquement – mais peut-être également les vibrations – soit « *probablement dû au profil droit du tranchant* », les lames utilisées généralement ayant un tranchant légèrement arrondi.

Si l'on synthétise ces données qualitatives transmises par les utilisateurs, il semble que les lames aient, d'un point de vue général, donné des impressions de maniabilité et d'efficacité similaires à chacun des expérimentateurs. Trois sur quatre ayant utilisé ces deux haches ne notent d'ailleurs pas de différence.

4.1.2. Influence de la morphologie/dimensions des lames

Afin de se rendre compte de l'influence de la morphologie des lames utilisées, il convient de s'intéresser dans un premier temps à deux paires de cas : exp-006 et exp-001 ; exp-066 et exp-065 (annexes : **fig. A-021**).

a. Les cas exp-006 et exp-001

L'exp-006 correspond à un abattage à culée blanche à la hache à l'aide d'outils en dolérite, plus grandes et plus robustes, avec lesquelles les expérimentateurs avaient davantage l'habitude de travailler jusque-là (**fig. 5-05e et f**). Ce cas, pour lequel le diamètre de l'arbre abattu est comparable aux autres (26,8 cm), sert de référence pour des abattages avec des outils plus robustes que ceux découverts à Petko Karavelovo. Il permet de tester l'importance de la morphologie des lames sur l'abattage. L'abattage s'est fait debout avec un rythme régulier, en binôme de niveau « 4-expert ». Seule une courte pause de trois minutes a été faite. En ramenant le temps de travail à un seul individu, il a fallu 56 minutes pour abattre l'arbre⁹.

Concernant l'exp-001, les expérimentateurs se relaient très fréquemment, toujours en binôme¹⁰ (le diamètre de l'arbre est de 24,4 cm), afin de garder un rythme de frappe régulier, un droitier succédant à un droitier, les gauchers faisant de même. Parmi les binômes, se succèdent des individus de niveau « 2-familier », « 3-connaisseur » et « 4-expert »¹¹. Les haches utilisées sont les Hache_2 et Hache_3 : la première en roche sédimentaire bulgare, la seconde en dolérite. Le temps d'abattage, ramené à un seul individu est de 108 minutes. La comparaison avec le cas exp-006, présenté juste au-dessus, est porteuse de sens puisque l'abattage exp-006 n'a demandé que 56 minutes, soit près de deux fois moins de temps de travail.

b. Les cas exp-066 et exp-065

L'exp-066 concerne l'abattage d'un arbre de très petit diamètre : 13,4 cm. Il est effectué par un seul individu de niveau « 4-expert » en position debout à l'aide de la Hache_11, plus robuste que les Hache_2 et Hache_3 (**fig. 5-16**). L'exp-065, quant à elle, concerne l'abattage

⁹ Les temps d'abattage sont ramenés à une personne en multipliant le temps de travail par le nombre de personne. Cela ne donne bien évidemment qu'une estimation puisqu'un individu peut avoir des variations de rythme dans le temps, mais permet de comparer grossièrement les différents abattages, peu importe le nombre de personnes.

¹⁰ Ce travail en relais pourrait expliquer le record de vitesse sur l'abattage de chêne enregistré par Jorgensen en 1953 (180 minutes pour un chêne de 73,2 cm). Même s'il semble plutôt que l'information soit fautive.

¹¹ Pour rappel, les individus de niveau « 4-expert » ont effectué deux tiers de l'activité (65 % du temps de travail).

d'un arbre comparable à l'exp-066, puisque son diamètre est de 14 cm. Il est réalisé par un seul individu, de niveau « 4-expert », en position debout à l'aide de la Hache_3 (fig. 5-17).

L'exp-066 a duré 12 minutes et 11 secondes (12,18 min), alors que l'exp-065 a été réalisée en 17 minutes et 8 secondes (17,13 min). À diamètre quasiment égal, l'abattage a pris 5 minutes de moins lorsqu'il a été réalisé avec une hache dont la lame est plus épaisse, plus longue et dont le tranchant est légèrement arrondi, bien que la roche utilisée soit la même.

Il peut toutefois être noté ici que l'utilisation de haches dont les lames sont de petites dimensions peut être un avantage sur les arbres dont le diamètre est très petit. En effet, dans ces cas-là, « *l'arbre vibre beaucoup* » (PG). L'utilisation de haches à petite lame permet de limiter ces mouvements, tout en attaquant le bois assez efficacement.

Il apparaît donc assez clairement que les dimensions et la morphologie des lames utilisées influent sur les temps d'abattage. Les lames plus longues et emmanchées dans des mortaises traversantes, les lames plus robustes dont l'épaisseur et le poids sont assez importants et les lames dont le tranchant est légèrement arrondi semblent mieux adaptées à l'abattage. Il reste toutefois indéniable que, sur de petits diamètres, l'écart de temps n'est pas si important.

4.1.3. Emmanchement direct vs. emmanchement indirect

L'utilisation de la Hache_1 (fig. 5-18) en remplacement de la Hache_2, après qu'elle ait cassé, pour les activités d'abattage des arbres de très petits diamètres a permis de poser la question de l'utilité des emmanchements indirects et de l'usage d'une gaine en bois de cerf. Il est nécessaire de rappeler que cette hache a été effectuée sur des modèles alpins en roche verte (Vaquer *et al.* 2012, fig. 9-3). De petites dimensions, elle est emmanchée indirectement dans le manche par le biais d'une gaine en bois de cerf. Son tranchant est arrondi.



Fig. 5-16 - Exp-066 : abattage de l'arbre 8 avec la Hache_11.



Fig. 5-17 - Exp-065 : abattage de l'arbre 7 avec la Hache_3.



Fig. 5-18 - Exp-067 : abattage de l'arbre 9 avec la Hache_1.

a. Données qualitatives

La Hache_1 a été une surprise totale pour tous les expérimentateurs. De petite taille, le manche avait été fait en conséquence, relativement court. Elle a été employée pour abattre des arbres dont les diamètres ne dépassent pas 15 cm et elle ressort comme l'une des lames les plus efficaces en comparaison à son gabarit : « *la plus [...] efficace selon moi* » (AC) ; « *à utiliser sans modération !* » et « *les haches 2, 3 et 6, de par leur manche assez long, offrent une inertie importante, mais la hache 1 est la plus agréable à utiliser* » (TL) ; « *efficace [...], pas trop lourde* » (AD) ; « *outil étonnamment efficace pour une taille plus que modeste* » (EG) ; « *efficace, légère* » (VB). Parmi les retours des expérimentateurs, on trouve notamment des commentaires récurrents sur le tranchant de la lame, qui semble parfait pour la pénétration dans les fibres du bois : « *mordante* » (VB) ; « *tranchant avec une bonne attaque* » (AC) ; « *meilleure pénétration dans le bois* » (TL) ; « *tranchant efficace* » (PG).

La longueur et le diamètre du manche ont également fait réagir les expérimentateurs. Si Thomas Lagane est le seul à trouver le manche « *un peu court* », il s'accorde avec les deux autres expérimentateurs de niveaux « 1-débutant » et « 2-familier » sur le confort de prise en main : « *la plus agréable, confortable* » (AC) ; « *le diamètre reste bien adapté à la prise en main* » (TL) ; « *bonne prise en main* » (AD). En comparaison avec les autres outils qu'il a l'habitude d'utiliser, Philippe Guillonnet trouve que « *seul le manche un peu rond complique la préhension au bout d'un certain temps d'utilisation* ».

Le confort d'utilisation a également été décrit à travers l'absence de fortes vibrations dans les mains lors de l'utilisation de cette hache, permettant notamment à certains de mettre un peu plus de force dans les coups sans retour trop douloureux dans les doigts : « *chocs amoindris : possibilité d'envoyer de la force dans les coups* » (AC). Cette absence relative des vibrations pourrait être expliquée par l'utilisation de la gaine en bois de cerf agissant comme un amortisseur de choc : « *les vibrations sont moins intenses qu'avec les autres haches, probablement en raison de la gaine en bois de cerf* » (TL) ; « *la gaine en bois de cerf absorbe probablement une partie des vibrations lors de son utilisation* » (PG). Ce confort d'utilisation apparaît également au niveau sonore pour d'autres expérimentateurs, notant que le claquement

habituel lors de l'abattage avec les autres haches n'était pas aussi présent lors de l'utilisation de la Hache_1 : « *confort de l'utilisation : outil qui ne claque pas (sans doute dû à l'amorti de la gaine)* » (EG).

b. Données quantitatives

D'un point de vue quantitatif, trois abattages d'arbres de très petit diamètre sont réalisés à l'aide de la Hache_3. En parallèle, deux abattages similaires sont effectués avec la Hache_1 (fig. 5-19).

Pour des diamètres variant entre 4,8 cm et 7,6 cm (soit en moyenne 6,2 cm), l'abattage à la Hache_3 dure en moyenne 2 minutes et 39 secondes (2,65 min). Comparativement, l'abattage d'un arbre dont le diamètre est de 6,5 cm dure 1 minute et 49 secondes (1,82 min). Concernant les diamètres plus élevés, l'abattage d'un arbre de 14 cm (exp-065) avec la Hache_3 dure 17 minutes et 8 secondes (17,17 min), tandis que celui d'un arbre de 11,4 cm à l'aide de la Hache_1 dure 14 minutes et 33 secondes (14,55 min).

Les courbes de tendance exponentielles, qui sont les plus adéquates à la lecture des graphiques d'abattage, montrent une efficacité légèrement supérieure de la Hache_1 pour les abattages d'arbres au diamètre inférieur à 4,5 cm et un inversement au-delà. Cette impression peut clairement être due au nombre trop réduit d'occurrences. Pour affirmer une telle tendance, il sera nécessaire de multiplier les abattages à l'aide de ces deux haches. En l'état actuel des données et au vu des faibles écarts, il semble qu'il n'y ait pas de différence notable dans l'efficacité d'abattage des deux haches.

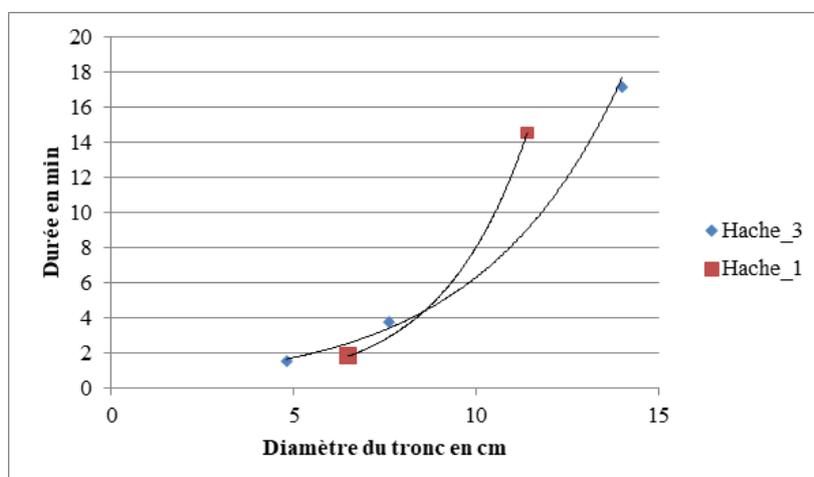


Fig. 5-19 - Temps d'abattage avec les Hache_3 et Hache_1 en fonction du diamètre des troncs

Il apparaît donc que la Hache_1 ne présente pas une efficacité supérieure ou inférieure notable aux haches dont les lames sont des répliques de celle de Petko Karavelovo concernant l'abattage d'arbres au diamètre inférieur à 15 cm. Les données obtenues avec l'une ou les autres peuvent donc être comparées. La Hache_1 se présente toutefois comme une des favorites des expérimentateurs grâce à un tranchant très efficace malgré une légèreté notable et des dimensions très modestes, ainsi que grâce à un confort d'utilisation supérieur aux autres haches, peut-être dû à la présence de la gaine en bois de cerf¹².

4.1.4. Ressenti des expérimentateurs sur l'abattage à la hache karavélovienne

Si l'on s'intéresse maintenant au ressenti des expérimentateurs, l'abattage à la hache de Petko Karavelovo paraît faisable de manière relativement efficace malgré des désavantages.

Dans un premier temps, la taille et le poids des lames sont notés comme des limites à l'utilisation des haches : « *haches fonctionnelles, mais temps plus long qu'avec des haches plus massives* » (PG), « *manque de poids, manque d'inertie avec mouvement du corps limité* » (VB), « *les lames sont trop petites et le manque de poids au niveau de la tête des haches rend l'abattage un peu long* » (TL). Dans un second temps, le tranchant droit et l'emmanchement en butée dans une mortaise des lames semble également être un frein à l'utilisation de ces haches en abattage, pour des raisons de sensations tactiles et sonores d'une part : « *j'étais un peu étonné de l'intensité des vibrations* » (TL), « *efficace malgré des sensations parfois désagréables (claquement de l'outil, manque d'inertie)* » (EG) ; et pour des raisons de préservation des lames d'autre part : « *l'emmanchement sollicite fortement les lames* » (PG).

4.1.5. Synthèse : résultats obtenus et comparaison avec les résultats antérieurs

a. L'abattage à Petko Karavelovo

Il est donc nécessaire d'exclure le cas l'exp-006 afin d'avoir une vision globale du temps d'abattage à l'aide d'outils comparables aux outils de Petko Karavelovo (**fig. 5-20**). D'un point de vue général, le temps nécessaire à l'aide des Hache_1, Hache_2 et Hache_3 semble

¹² Toutefois, lors de discussions postérieures avec E. Guerton et P. Guillonnet, la raison de la présence de la gaine ne semble pas, selon eux, devoir être mise en relation avec le confort d'utilisation. Ils évoquent plutôt une raison technique, permettant d'emmancher de petites lames, moins longues à préparer, ou de remmancher des lames cassées.

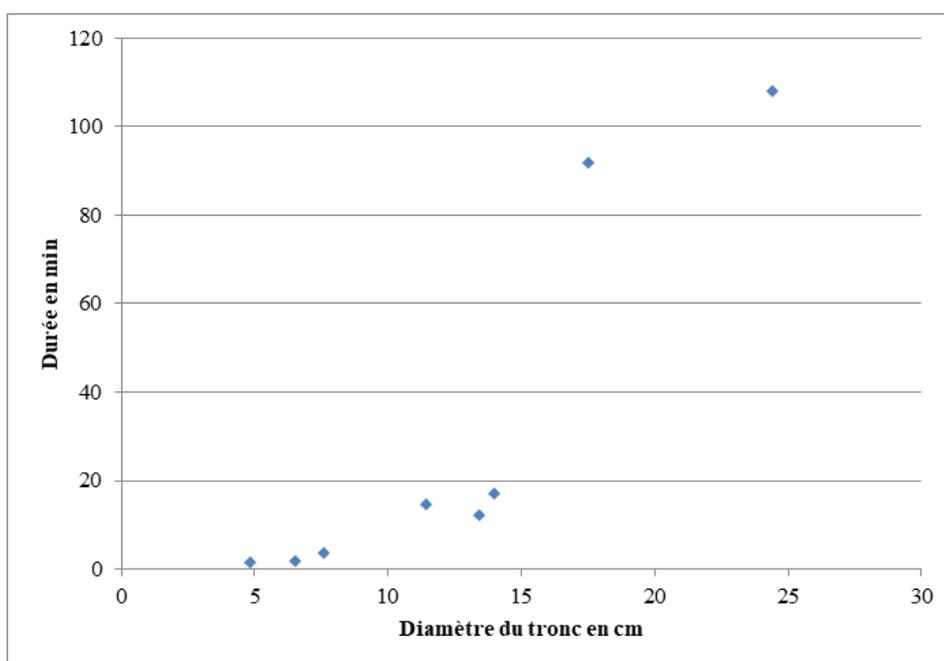


Fig. 5-20 - Temps d'abattage en fonction du diamètre du tronc (exp-066 exclue).

exponentiel en fonction des diamètres des arbres abattus jusqu'à un diamètre d'environ 20 cm. L'envolée de cette courbe est située aux alentours de 15 cm de diamètre, avec un passage de 17 minutes à 92 minutes pour seulement 3,5 cm d'écart de diamètre (14 cm et 17,5 cm). Une multiplication des abattages permettrait de confirmer ce résultat, mais celui-ci ressort déjà très clairement des données obtenues par les sept abattages comparables effectués. Avec un arbre dont le diamètre était de 24,4 cm, l'exp-001 ne se place pas sur la même courbe de tendance exponentielle que les autres occurrences (fig. 5-21). La raison en est difficile à comprendre, puisque nous n'avons pas multiplié les expérimentations sur des arbres dont le diamètre était

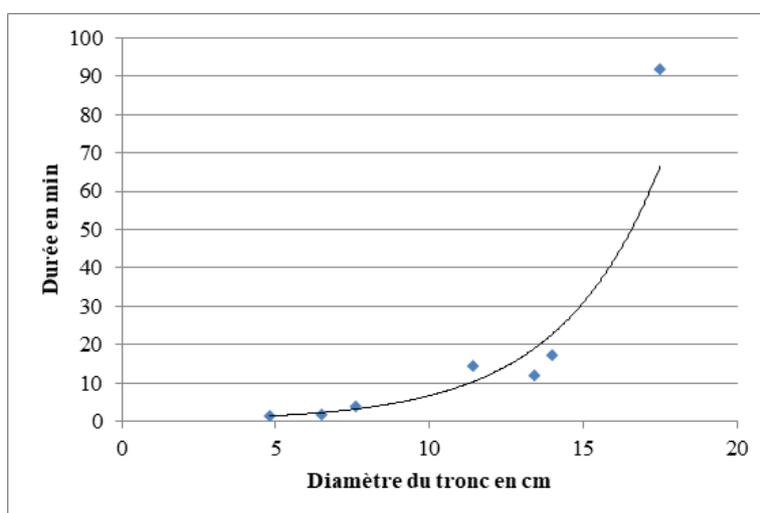


Fig. 5-21 - Temps d'abattage des troncs inférieurs à 20 cm de diamètre (exp-066 exclue).

supérieur à 20 cm. Toutefois, il n'est pas à exclure que la courbe de tendance des données devienne linéaire une fois passé un certain diamètre. C'est d'ailleurs ce qui avait été remarqué lors de travaux ethnographiques en Nouvelle-Guinée concernant l'abattage à l'herminette en pierre (Townsend 1969, p. 203).

b. Comparaison avec les résultats de programmes expérimentaux antérieurs

Annoncé dans la partie sur l'historique de l'abattage expérimental à la hache, un nombre assez important d'expériences est connu dans la littérature. Toutefois, les protocoles mis en place n'étaient pas toujours complets, ni les publications, ou bien les objectifs n'étaient pas similaires à ceux du présent travail. Ainsi, seuls trois des programmes expérimentaux antérieurs précisent le diamètre des arbres et le temps de travail pour l'abattage de feuillus comparables aux chênes : frêne, hêtre, orme et érable (Jørgensen 1953, 1985 ; Olausson 1982, 1983 ; Mathieu et Meyer 1997¹³ ; annexes : **fig. A-022**).

De manière générale, ces cinq essences présentent des temps d'abattage très similaires (**fig. 5-22**). La faible représentativité du hêtre et du frêne ne permet pas d'étudier ces genres végétaux séparément. Toutefois, intégrées à l'ensemble des données, celles obtenues pour ces deux essences concordent très bien (**fig. 5-23**). En comparant les résultats des abattages pratiqués en Sarthe à ceux des trois autres programmes expérimentaux, plusieurs constats déjà entrevus dans les points précédents, mais renforcés par le nombre d'occurrences, s'imposent. Tout d'abord, concernant l'abattage des arbres dont le diamètre est inférieur à 14-15 cm, les données obtenues à l'aide des haches à petite lame de Petko Karavelovo sont parfaitement comparables à celles acquises avec des lames aux morphologies et aux roches complètement différentes. Ensuite, pour des arbres d'un diamètre supérieur à 14-15 cm, les exp-001 et exp-004, réalisées avec les mêmes haches, présentent des temps d'abattage largement supérieurs à ceux obtenus à l'aide de haches aux lames de plus grandes dimensions par Jørgensen, Olausson et en Sarthe.

À première vue, en s'intéressant à l'ensemble des données expérimentales publiées et acquises au cours de notre programme, la tendance semble plutôt linéaire (**fig. 5-22**). Toutefois, si on ne s'intéresse qu'aux temps d'abattage sur des arbres dont les diamètres sont inférieurs à 20 cm, la courbe de tendance est indéniablement exponentielle (**fig. 5-24**). Si l'on regarde

¹³ Concernant les expérimentations d'abattage coordonnées par P. Pétrequin, seul des fourchettes de diamètres et de temps sont données, ne permettant pas de les inclure d'un point de vue statistique. Elles restent toutefois des points de comparaison importants pour le frêne (Pétrequin 1991, p. 29 ; Gentizon et Monnier 1997, p. 149)

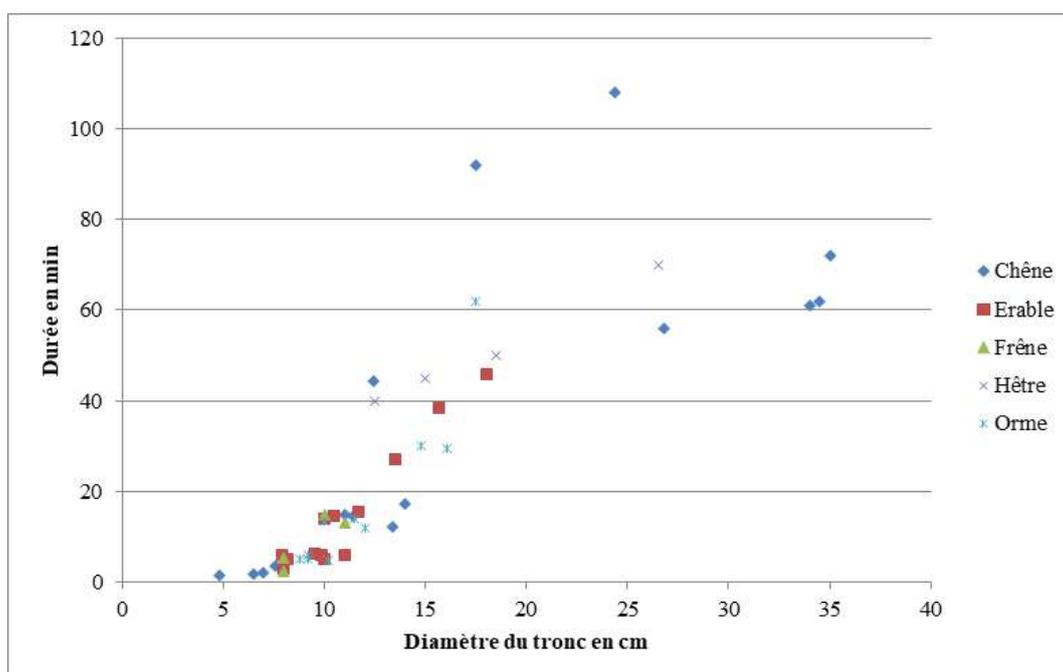


Fig. 5-22 - Temps d'abattage expérimentaux (incluant les nôtres et ceux donnés dans la bibliographie) sur le chêne, l'érable, le frêne, le hêtre et l'orme..

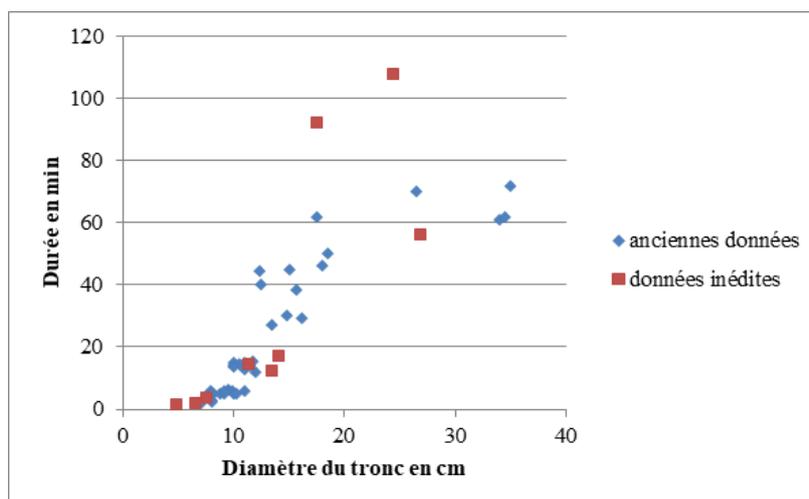


Fig. 5-23 - Temps d'abattage expérimentaux dont les nôtres (en rouge) et ceux donnés dans la littérature (en bleu).

essence par essence (en excluant le hêtre et le frêne pour lesquels le nombre d'occurrences est trop faible), chacune des courbes de tendance est d'ailleurs exponentielle¹⁴ et fortement similaire, voire identique pour l'orme et l'érable (fig. 5-25). Le point de croissance rapide de la courbe de tendance se place aux alentours de 12-13 cm. Cette « envolée » des temps d'abattage pouvait déjà être entrevue sur les graphiques de Mathieu et Meyer (1977, p. 342).

¹⁴ Dans leur article de synthèse, Mathieu et Meyer (1997, p. 345) attribuaient à l'érable et au chêne des courbes de tendances linéaires. Il semble que la multiplication des données modifie ce résultat. Seuls quatre abattages de chêne avaient été pris en compte par exemple.

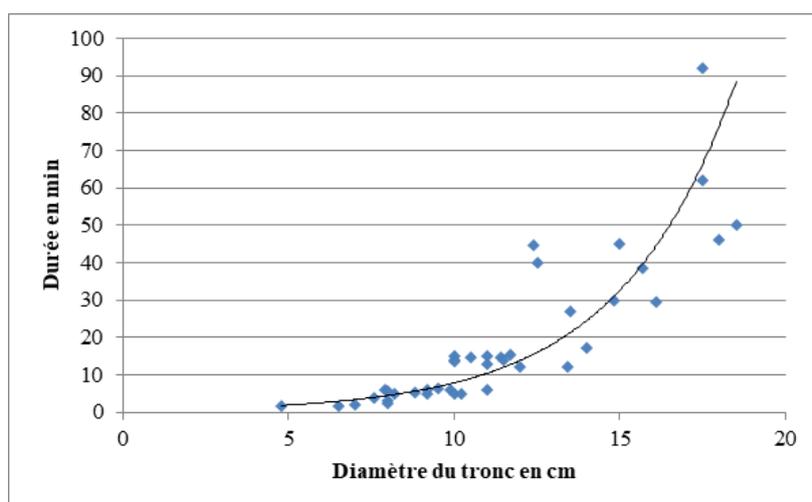


Fig. 5-24 - Temps d'abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres inférieurs à 20 cm. La courbe de tendance est exponentielle.

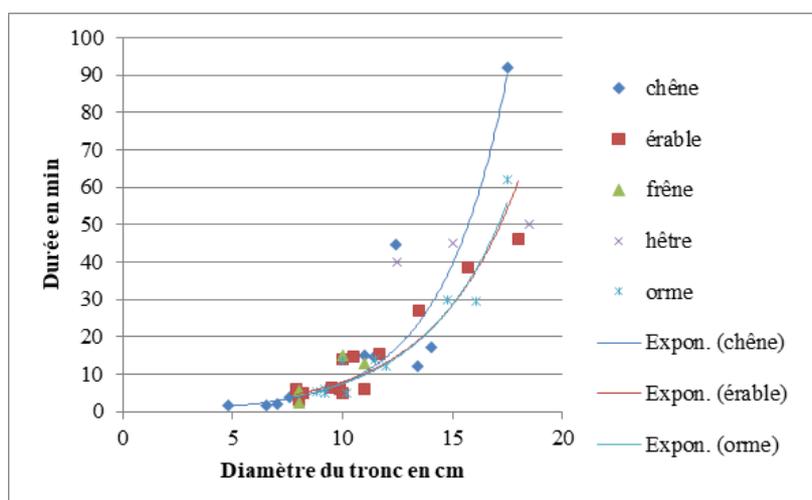


Fig. 5-25 - Temps d'abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres inférieurs à 20 cm en fonction des essences.

Notre expérimentation est venue corroborer ce résultat¹⁵.

En parallèle, en s'intéressant aux abattages faits sur des arbres dont les diamètres sont supérieurs à 20 cm (exclusivement des chênes, ainsi qu'un hêtre : 26,5 cm pour 70 minutes), la courbe de tendance semble cette fois linéaire (fig. 5-26). Une multiplication des expérimentations pour des diamètres compris entre 40 et 70 cm viendrait toutefois appuyer le propos tenu ici.

Lors de son enquête ethnographique, Townsend (1969, p. 203) avait également montré

¹⁵ Une fourchette englobant ce résultat pouvait également être vue de manière qualitative lorsque P. Pétrequin dissociait l'abattage en 10 minutes de frênes dont les diamètres étaient de 9-10 cm et l'abattage entre 65 et 120 minutes pour des frênes dont les diamètres étaient de 17 à 24 cm.

une rupture dans la courbe de tendance des temps d'abattage à l'herminette de pierre en fonction du diamètre de l'arbre. Cette rupture entre une première courbe exponentielle et une seconde linéaire se situait à environ 71 cm de diamètre (28 pouces). La différence entre les 20 cm annoncés ici (fig. 5-27) et les 71 cm mentionnés par Townsend peut être lié à différents facteurs : principalement l'outil utilisé, ainsi que l'expérience des populations de Nouvelle-Guinée et des expérimentateurs, bien moins habitués à travailler à l'outil de pierre, mais aussi les essences des arbres abattus, puisqu'il n'est pas possible de comparer des feuillus à bois dur européens et des essences de forêts tropicales humides.

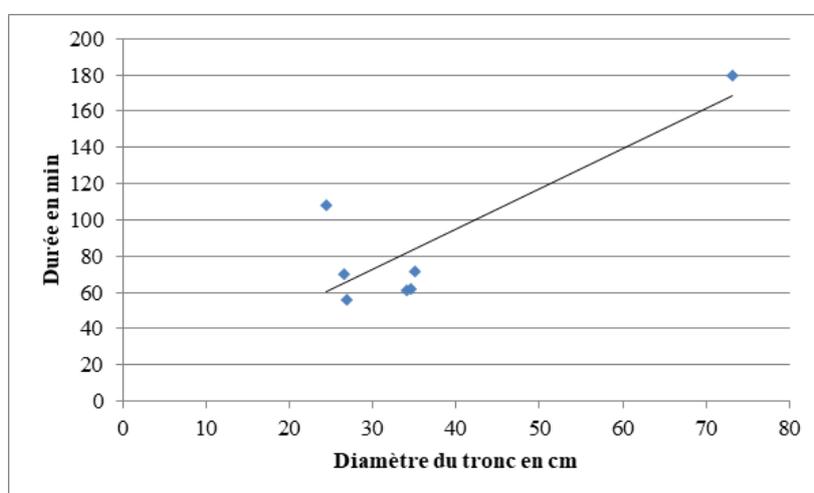


Fig. 5-26 - Temps d'abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres supérieurs à 20 cm. La courbe de tendance est linéaire.

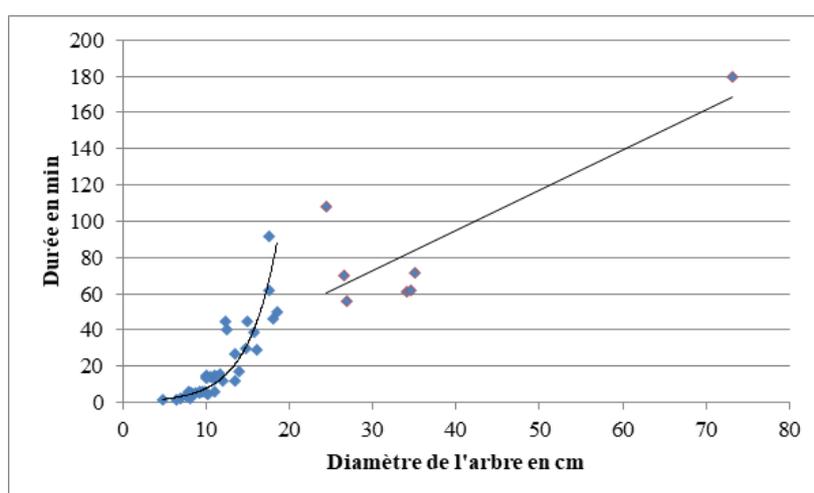


Fig. 5-27 - Temps d'abattage expérimentaux. Une rupture est visible dans la courbe de tendance entre les troncs inférieurs et ceux supérieurs à 20 cm.

4.2. À l'herminette

L'abattage à culée blanche à l'herminette est expérimenté à deux reprises durant les sessions expérimentales menées en Sarthe. L'objectif est une fois encore de comparer les différents outils à notre disposition pour chaque activité de la chaîne opératoire. Ces deux expérimentations (exp-002 et exp-003) sont réalisées sur des chênes par deux individus de niveau « 4-expert » et deux de niveaux « 2-familier » travaillant en binôme aléatoire.

Le mouvement général des membres supérieurs est vertical pour cette activité. Le principe est de venir percuter l'arbre de manière presque tangentielle. L'angle d'attaque est inférieur à 45°. Les deux mains se situent à l'extrémité du manche. Ensuite toujours avec ce même mouvement, on vient creuser petit à petit l'entaille depuis le haut. Les abattages ont été effectués en position agenouillée (**fig. 5-28a**), les deux expérimentateurs travaillant l'un en face de l'autre et attaquant le tronc sur deux faces opposées. Contrairement au travail à la hache, lorsqu'une des entailles est jugée terminée, il n'est pas possible de travailler ensuite à deux sur la dernière afin de finir l'opération. Trois herminettes ont été utilisées : Herminette_4 ; Herminette_5 et Herminette_10. Comme décrit plus haut, l'Herminette_5 est en roche bulgare et de morphologie de Petko Karavelovo, l'Herminette_4 est une réplique en dolérite de la précédente, enfin l'Herminette_10 est en dolérite et de morphologie bretonne (**fig. 5-05g, h et i**). Le protocole expérimental ne prévoyait l'utilisation que des Herminette_4 et Herminette_5. Toutefois, la casse de l'Herminette_4 lors de l'abattage exp-003 (réalisée chronologiquement avant l'exp-002) a obligé à utiliser une herminette de secours.

Dans une position plus confortable, mais surtout plus statique au niveau de l'emplacement du corps, que l'abattage à la hache, les expérimentateurs organisent très rapidement leur espace afin de travailler dans les meilleures conditions possibles. Les genoux contre le sol humide et dur, ils récupèrent des fougères sèches afin de s'en faire des coussins qu'ils disposent sous leurs articulations (**fig. 5-28a**). Plus confortables, ces petits matelas végétaux ne sont pas forcément retirés après abattage. On choisit plutôt de couper d'autres fougères sèches avant de passer à l'abattage suivant. Près des souches, on voit encore après l'abattage les places où se tenaient les bûcherons marquées par ces matelas (**fig. 5-28b**). La deuxième position la plus utilisée est un mixte d'une position agenouillée et d'une autre accroupie : un genou au sol et un pied, posé à plat, parallèle au genou (**fig. 5-29**). Cet ancrage dans le sol par le pied d'appui permet peut-être de mettre un peu plus de force dans les coups portés au tronc, mais n'est pas aussi confortable sur la durée que les deux genoux posés au sol. En dernier, deux autres positions ont été utilisées, de manière plus sporadique. La première position s'apparente à une



Fig. 5-28 - Abattage de l'arbre 2 à l'herminette. *a.* travail à deux, face à face, à genoux ; *b.* abattage terminé, seuls restent les matelas de fougères installés sous les genoux.



Fig. 5-29 - Abattage de l'arbre 4 à l'herminette en position mixte en agenouillé et accroupi : un genou au sol.

position assise. Elle peut être réalisée les jambes écartées de chaque côté du tronc ou une jambe ramenée en tailleur sous l'autre (**fig. 5-30a, b et c**). Cette position assise est plutôt confortable, elle s'accompagne généralement d'un petit coussin de fougère déposé sous le fessier du bûcheron. Si elle limite légèrement la force mise dans le

coup¹⁶, elle a pour principal atout de permettre d'atteindre une zone plus basse du tronc. Elle permet également de travailler sur une face du tronc en dévers par rapport à l'expérimentateur (**fig. 5-30b**). La troisième position est, pour cette activité, la moins courante. L'expérimentateur travaille debout soit en fente avant soit en écartant énormément les pieds dans un début de grand écart (**fig. 5-30d et e**).

Enfin, une autre position est utilisée occasionnellement. Elle consiste à se placer debout dos au tronc, légèrement décalé par rapport à ce dernier et à travailler horizontalement afin de sectionner les copeaux détachés verticalement lors du travail dans les autres positions précédemment décrites. Cette position est particulièrement nécessaire à la réalisation de la charnière de chute du tronc (**fig. 5-30f**).

¹⁶ La force mise dans les coups est en tous les cas limitée par les outils utilisés en eux-mêmes.



Fig. 5-30 - Positions utilisées plus rarement lors du travail d'abattage à l'herminette. a. position assise avec une jambe repliée sous l'autre ; b. même position permettant d'accéder à une zone de frappe en dévers ; c. position assise les deux jambes écartées ; d. position debout en fente avant ; e. position debout les jambes écartées ; f. position debout et retournée.

4.2.1. Données quantitatives et comparaisons avec l'abattage à la hache

L'exp-003 a été effectuée sur un chêne de 17,50 cm de diamètre par un individu de niveau « 4-expert » et un autre de niveau « 2-familier ». Toutes les positions décrites précédemment ont été prises afin de répondre à des besoins ressentis par les expérimentateurs (mettre plus de force ou frapper plus bas le tronc par exemple). Dans un premier temps, les outils utilisés étaient l'Herminette_4 et l'Herminette_5, la casse de cette dernière 19 minutes après le début de l'activité a obligé les expérimentateurs à utiliser l'Herminette_10. L'arbre est tombé après 81 minutes d'effort (temps calculé pour un seul individu).

L'exp-002, quant à elle, concerne un chêne de 19,10 cm de diamètre. Il a été abattu par deux individus de niveau « 4-expert » et un individu de niveau « 2-familier » dans des positions exclusivement à genoux avec matelas de fougère. Cet abattage a été effectué à l'aide des Herminette_4 et Herminette_10. Le temps d'effort, ramené à un seul expérimentateur, est de 114 minutes, soit 33 minutes de plus que le cas précédent.

Si l'on compare ces résultats avec les abattages à l'aide de haches dont les lames ont des caractéristiques ou sont comparables aux lames de Petko Karavelovo, les résultats temporels obtenus sont tout à fait similaires (**fig. 5-31**). L'exp-003 a duré moins longtemps que l'exp-004 (92 minutes) pour laquelle l'arbre abattu à la hache faisait le même diamètre. On se rend donc compte que pour des diamètres comparables, autour de 20 cm, le temps de travail à l'herminette ou à la hache de Petko Karavelovo est plutôt équivalent.

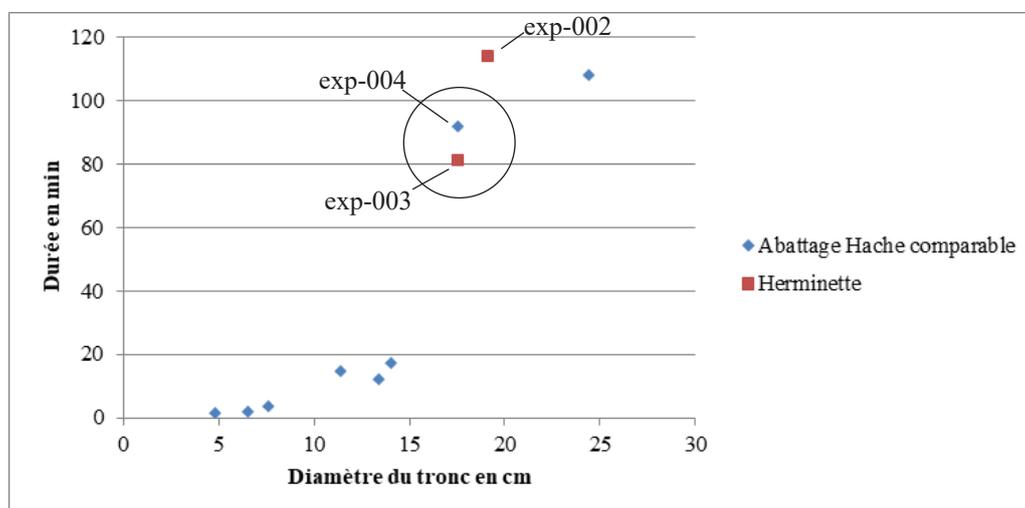


Fig. 5-31 - Temps d'abattage lors de nos expérimentations à la hache (bleu, hors exp-006) et à l'herminette (rouge).

Le faible nombre d'occurrence de ces abattages à l'herminette ne permet pas d'avoir autant de comparaisons et de discussions qu'au point précédent concernant l'abattage à la hache, ce qui n'était d'ailleurs pas recherché dans notre protocole. L'impact de la différence envisageable d'efficacité entre les deux herminettes de même morphologie, mais de roche différente sur notre projet était restreint dans un premier temps par l'utilisation conjointe des Herminette_4 et Herminette_5. De plus, les résultats obtenus pour l'exp-002, faite uniquement à l'aide d'herminettes en dolérite, démontrent que l'efficacité de ces deux herminettes est tout à fait comparable.

4.2.2. Données qualitatives sur les outils

Le ressenti des expérimentateurs quant aux herminettes utilisées pour l'abattage est plutôt contrasté.

Concernant les Herminette_4 et Herminette_5, d'un point de vue général, Emmanuel Guerton et Philippe Guillonnet sont plutôt satisfaits de ces outils : « *outil agréable à utiliser. Sentiment d'efficacité supérieure aux haches à tranchant droit [morphologie de Petko Karavelovo]* » (EG) ; « *confort d'utilisation du manche favorisé par l'angle très ouvert (même si le manche manque un peu d'épaisseur [pour l'Herminette_4]). L'outil reste efficace malgré la longueur réduite de la lame* » (PG). En revanche, Vincent Bernard note que le tranchant n'est « *pas efficace* », que le « *biseau est mal adapté* » et mentionne une « *productivité médiocre* ».

Concernant les lames de ces deux herminettes, les remarques principales concernent la faible longueur des lames qui contraint l'emmanchement. En effet, cette longueur réduite oblige un emmanchement avec une mortaise vive non traversante (**fig. 5-32**), servant de butée à la lame, entraînant un inconfort tactile, à cause des vibrations importantes, et sonore, à cause des claquements secs : « *le type d'emmanchement avec lame en butée sur le manche crée un claquement désagréable à l'usage et probablement contraignant pour la lame (qui a fini par casser [pour l'Herminette_5]) un emmanchement par gaine de bois de cerf pourrait être une solution* » (EG) ; « *la longueur relativement courte de la lame fait qu'elle « claque » énormément en venant frapper violemment la mortaise du manche.[...] la lame semble être soumise à pas mal de chocs du fait de la morphologie de la mortaise et de sa façon d'être emmanchée. Les vibrations semblent proportionnellement plus importantes du fait de ce type d'emmanchement imposé par la courte taille de la lame. La ligature en boyau aide à éviter la sortie de la lame de la mortaise et est efficace.* » (PG). De plus, la taille réduite de ces lames allège considérablement l'outil, limitant l'efficacité des coups portés : « *l'outil est moins*

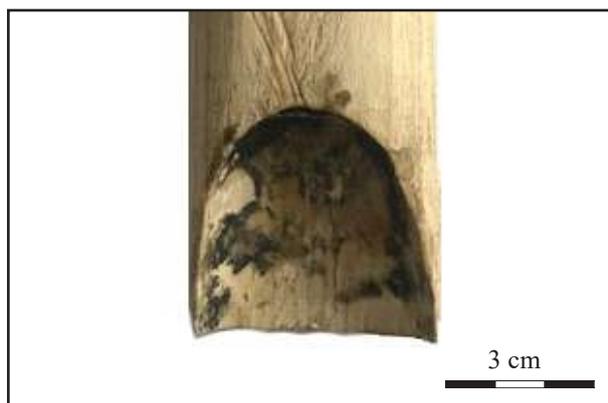


Fig. 5-32 - Détail du manche de l'Herminette_5. Mortaise vive pour positionner la lame.

efficace qu'une lame plus longue et plus lourde. Il manque un peu d'inertie » (PG).

En comparaison, l'Herminette_10 apparaît comme une référence d'efficacité et de maniement aux yeux des expérimentateurs : *« le top du top en matière d'herminette, légère, efficace »* (EG), *« bon équilibre, tranchant pas mal du tout, bon rendement »* (VB), *« la lame a été particulièrement résistante et efficace du fait*

de l'efficacité du tranchant, du poids de l'outil et du confort d'utilisation de l'emmanchement ligature en boyaux » (PG) ; on souligne notamment l'intérêt d'avoir un *« tranchant arrondi qui amortit les coups »* (EG).

Concernant l'activité en soi, les expérimentateurs ne s'accordent pas forcément. La faisabilité de la tâche n'est jamais remise en question, mais leurs ressentis diffèrent. Emmanuel Guerton trouve l'activité *« efficace et agréable »*, soulignant le fait qu'elle pouvait s'effectuer *« même à genoux »*. Philippe Guillonnet, lui, note évidemment qu'il est possible d'abattre des arbres à l'aide d'herminettes, il trouve toutefois que cet outil est *« moins bien adapté que la hache »*. Il détaille son propos, expliquant que *« l'abattage d'arbres a pu se faire avec des herminettes, même si l'outil semble moins confortable à utiliser pour la réalisation de la charnière, principalement pour l'encoche en bas de tronc »*. Afin de passer outre cette limite évoquée, la position de travail debout décrite plus haut est une solution assez efficace, permettant de *« réaliser néanmoins des charnières propres »*. Dans la même idée, et suite à la comparaison entre les différentes herminettes, Vincent Bernard note l'importance d'*« outils bien lestés et bien équilibrés »* afin de faciliter l'abattage à l'aide de ce type d'outil.

Le principal point négatif que mentionnent les expérimentateurs concerne l'emmanchement des lames qui *« sollicite fortement les lames »* (PG) et provoque des casses. Un emmanchement indirect pourrait permettre de corriger ce problème tout comme *« le bruit claquant »* (EG), peu agréable et témoin de cette sollicitation trop importante des lames.

4.2.3. Synthèse

Au sein de la littérature présentée, l'abattage expérimental à l'herminette est plus que rare : un seul exemple est connu et il n'a pas été décrit (Lepic 1872, planche XXIII¹⁷). Si on s'intéresse à l'expérimentation menée en Sarthe, l'abattage à l'aide d'herminettes dont les lames ont des morphologies de Petko Karavelovo n'est pas moins efficace que celui à l'aide des Hache_1, Hache_2 et Hache_3. Certains expérimentateurs ressentaient même une efficacité supérieure des Herminette_4 et Herminette_5 sur ces haches (corroboré par les résultats des exp-003 et exp-004). Même si l'Herminette_10 apparaît comme le modèle favori des expérimentateurs, les résultats obtenus pour l'abattage avec cet outil ne montrent pas une efficacité supérieure. Bien évidemment deux occurrences ne permettent pas de tirer de conclusions de portée générale. Toutefois ce n'était l'objectif ici. Nous avons pu montrer que les herminettes de Petko Karavelovo semblent pouvoir être utilisées pour l'abattage autant que les haches du même site.

4.3. Au ciseau

L'abattage au ciseau lithique et au percuteur n'est pas une activité commune et n'avais jamais été expérimentée. Les expérimentations menées sur des bois tendres de conifère (*Picea glauca* et *Picea mariana*) à l'aide de coins/ciseaux en bois de caribou restent néanmoins une référence importante pour cette activité (Cinq-Mars et Le Blanc 2008). Toutefois, leur utilisation ne peut pas être comparée à celle de ciseaux en pierre sur du chêne. Cette dernière a été envisagée suite à des discussions et à des lectures notamment sur des travaux ethnographiques (Stewart 1984, p. 38). Le principe est proche du travail à l'herminette, mais réalisé en percussion posée avec percuteur (Leroy-Gourhan 1943, p. 46 et 48) : il s'agit d'attaquer le tronc dans un premier temps de manière tangentielle, avec un mouvement du haut vers le bas et une percussion posée linéaire (**fig. 5-33**), puis dans un second temps de sectionner par une percussion posée ponctuelle et horizontale le copeau obtenu (**fig. 5-34**). Bien qu'il eût été possible de travailler à deux sur l'arbre choisi (exp-005), le nombre restreint de ciseaux et de percuteurs et l'absence de référentiel pour ce type d'abattage ont orienté l'expérimentation vers un travail à un seul individu. Les personnes qui se sont succédées sur la tâche étaient de niveau « 1-débutant » puisqu'aucun des expérimentateurs n'avait pratiqué cette méthode d'abattage auparavant.

Du point de vue des positions adoptées par les expérimentateurs, la plus confortable est la position assise. L'expérimentateur peut être soit les deux jambes de chaque côté de l'arbre

¹⁷ Pour rappel, Lepic a fait utiliser tous les outils dont il avait reconstitué les emmanchements.



Fig. 5-33 - Abattage au ciseau de l'arbre 3. Percussion tangentielle.

Fig. 5-34 - Abattage au ciseau de l'arbre 3. Percussion ponctuelle.

(**fig. 5-35a**), soit une jambe en tailleur sous l'autre (**fig. 5-35b**). D'autres positions, très proches de celles adoptées pour le travail à l'herminette, complètent le panel : agenouillé et position mixte entre agenouillé et accroupi¹⁸ (**fig. 5-35 c et d**). Une dernière position est utilisée : debout, les jambes d'un côté de l'arbre, le corps plié en deux et les bras agissant de l'autre côté de l'arbre (**fig. 5-35f**). Afin de rendre l'activité plus confortable, des petits matelas de fougères sont là encore utilisés sous les genoux et les fessiers. Dans la même idée, pour être à la bonne hauteur et avoir une position des jambes confortables pour les moins souples, un coussin de fougères recouvrant une bûche de bois sert de siège de fortune à l'expérimentateur (**fig. 5-36**). Ce siège est resté sur place ensuite.

L'abattage au ciseau est testé sur un chêne de 19,40 cm de diamètre. Les trois ciseaux : Ciseau_7 (en dolérite), Ciseau_8.1 et Ciseau_9 (tous deux en roche bulgare) disponibles à ce moment de la session expérimentale sont utilisés (**fig. 5-33, 5-34 et 5-35**). Le Percuteur_2, en buis et court, est choisi comme outil de percussion. Après environ 180 minutes d'activité, on constate que très peu de bois a été retiré du tronc : entre 0,5 et 2 cm de profondeur sur une hauteur comprise entre 7 et 11 cm et sur environ la moitié de la circonférence du tronc, soit 31 cm (**fig. 5-37**). Sur cette surface, seuls l'écorce, le cambium et une partie de l'aubier ont pu être retirés. Il n'est d'ailleurs pas envisageable de calculer le temps nécessaire à la chute de l'arbre par une règle de trois, via le volume retiré en 180 minutes et le volume à retirer avant la chute. En effet, les ciseaux en pierre, bien que toujours affûtés, ne pénètrent plus le bois en profondeur ; de plus, aux deux extrémités droite et gauche de l'entaille, seuls l'écorce et le cambium peuvent être retirés, le bois (aubier) restant quasiment inattaquable par les ciseaux.

L'arbre choisi pour tester l'abattage au ciseau et percuteur est légèrement penché vers le

¹⁸ Position décrite pour l'abattage à l'herminette : un genou au sol et un pied, posé à plat, parallèle au genou.



Fig. 5-35 - Positions utilisées lors du travail d'abattage au ciseau avec le Percuteur_2. a. position assise les deux jambes écartées de chaque côté du tronc ; b. position assise avec une jambe repliée sous l'autre ; c. position à genoux ; d. position avec un genou au sol ; e. position debout et retournée.



Fig. 5-36 - Fin de tentative d'abattage au ciseau. Le siège de fortune est resté sur place.

sud-ouest-ouest à sa base, sur 120 cm, puis a une croissance verticale. Ce désaxement est principalement dû à la présence d'un arbre plus âgé à environ 70 cm à l'est (**fig. 5-35a**). Étonnamment, c'est la partie sud-ouest de la circonférence de l'arbre qui est impossible à entamer avec nos outils. Chez les angiospermes, afin de redresser une tige ou une branche subissant un stress

la faisant dévier de sa croissance normale, l'arbre produit un bois appelé de tension dont les caractéristiques physiques et anatomiques sont différentes du bois normal. Ce bois de tension, plus dense et donc plus dur, est produit sur la face supérieure de la tige : celle que nous avons travaillée. Contrairement aux angiospermes, les gymnospermes produisent un bois de compression afin de redresser leurs tiges. Ce bois, plus dense et plus dur, est produit sur la face inférieure du tronc (Clair 2001, p. 9). Cependant c'est le bois de la face inférieure du chêne choisi qui a posé des problèmes aux expérimentateurs, comme si l'arbre avait produit un bois de compression et non de tension.

Les deux ciseaux en roche bulgare ont cassé rapidement – ils n'ont pas été utilisés plus d'un quart d'heure chacun (**fig. 5-38**). Assez rapidement on constate que le dernier Ciseau_7 en dolérite n'attaque quasiment plus le bois. Toutefois, on décide d'essayer de poursuivre la tâche. Cette décision a entraîné la cassure du Ciseau_7 après un peu plus de 150 minutes d'utilisation. Des stigmates d'usure sont visibles à l'arrière des manches aux endroits où les coups ont été portés (**fig. 5-39**). Les tranchant des lames sont, quant à eux, très peu abîmés (**fig. 5-40**)



Fig. 5-37 - Fin de tentative d'abattage au ciseau. a. vue générale de l'entaille amorcée ; b. vue de détail des traces caractéristiques d'une percussion indirecte tangentielle au ciseau.

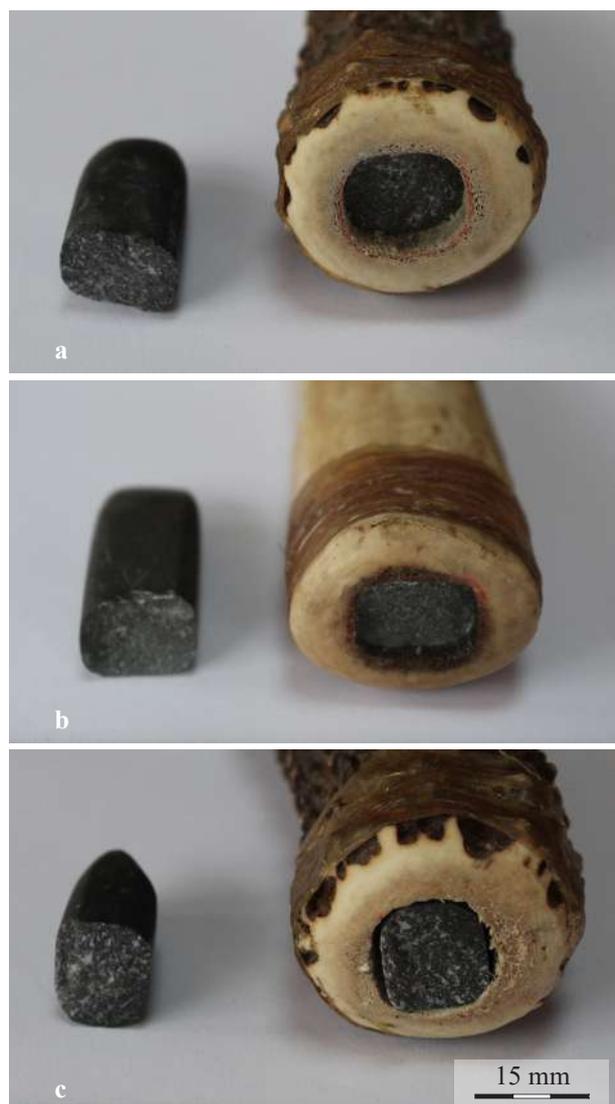


Fig. 5-38 - Ciseau en pierre cassé suite à leur utilisation pour abattre l'arbre 3. Éch. 1:1. a. Ciseau_9 ; b. Ciseau_7 ; c. Ciseau_8.1.

Les Ciseau_8.1 et Ciseau_9 ont été jugés efficaces, malgré leur courte utilisation due à la cassure accidentelle des lames : « *Outil efficace, [...], mais utilisation trop fugace* » (EG). C'est surtout les manches et l'emmanchement qui ont fait réagir de manière négative les expérimentateurs. En effet, les manches de ces deux ciseaux étaient en bois de cerf non travaillé, entraînant « *un manche trop gros* » (VB) et « *une prise en main moins agréable* » (EG). Selon Emmanuel Guerton, « *un emmanchement avec une partie extérieure plus petite [...] pourrait apporter plus d'endurance à l'outil* ». Le Ciseau_7, utilisé plus longtemps, était plus maniable pour une efficacité similaire : « *outil efficace, prise en main agréable* » (EG) ; « *manche plus fin et mieux axé* » (VB). Il a notamment été apprécié par les expérimentateurs, car il présentait des caractéristiques plus proches de celles des outils modernes : « *geste plus proche d'un travail au ciseau métallique* » (VB).

L'abattage de chênes au ciseau à morphologie de Petko Karavelovo et au percuteur n'est donc pas envisageable, selon les expérimentateurs : « *Long, très long, trop long !!!* » (EG). L'efficacité est complètement inexistante, le rendement est « *nul* », d'autant plus sur le « *chêne, trop dur* » pour cette activité (VB). Les exemples ethnographiques en Amérique du Nord parlent d'ailleurs plutôt de bois tendre, notamment de conifères comme le thuja géant ou cèdre rouge (*Thuja plicata*) et le cèdre jaune d'Alaska (*Chamaecyparis nootkatensis*) (Stewart 1984, p. 21-26). De plus, les outils employés possèdent des lames en métal (Stewart 1984, p. 32-36).

Toutefois, l'objectif était de tester l'hypothèse de l'utilisation des ciseaux, pourtant nombreux, dans le travail d'abattage à Petko Karavelovo. Notre expérimentation apporte des éléments qui conduisent à écarter cette hypothèse.



Fig. 5-39 - Détail sur le talon du manche du Ciseau_9 sur lequel on peut voir des stigmates de percussion. Éch. 1:1.



Fig. 5-40 - Détail sur les tranchants des lames de ciseau. L'observation macroscopique ne montre aucune partie émoussée. Éch. 1:1.

4.4. Synthèse sur l'abattage

L'objectif principal de la session sur l'abattage était de tester l'efficacité des différents outils à notre disposition sur le site de Petko Karavelovo : hache, herminette et ciseau. Le choix des reproductions s'était porté sur des lames aux caractéristiques les plus communes dans la collection des outils lithiques polis découverte entre 2003 et 2018 (cf. plus haut, p. 285-290).

Dès le début de cette synthèse, il est possible d'écarter les ciseaux comme outils d'abattage pour les sociétés dont la construction est essentiellement fondée sur le chêne. En revanche, les herminettes et les haches permettent de réaliser ce travail.

L'abattage de chêne avec des haches et des herminettes dont les lames sont de petite taille et ont un tranchant droit est en effet faisable. Il ne présente pas le même confort que dans le travail réalisé à l'aide d'outils aux lames plus grosses, amenant du poids et de la force aux coups portés, et dont les tranchants sont arrondis, réduisant les vibrations et augmentant la pénétration de la lame dans le bois. L'utilisation de petites haches peut toutefois être un avantage lors de l'abattage d'arbres au diamètre très petit, limitant les vibrations et les mouvements du tronc.

Les différences de temps d'abattage sur les troncs aux diamètres inférieurs à 15 cm entre les lames de Petko Karavelovo et celles plus grosses sont néanmoins, mais logiquement, moindres que celles pour les troncs aux diamètres plus élevés. L'absence de pièces de bois supérieures à ces diamètres dans la construction sur le site de Petko Karavelovo, comme sur d'autres sites du monde égéo-balkanique, pourrait donc avoir un lien direct avec cet outillage : soit parce que les bâtisseurs recherchaient ce gabarit de bois, ils n'ont pas éprouvé le besoin de fabriquer des lames plus grandes ; soit parce qu'ils fabriquaient ces lames aux tailles réduites, ils n'abattaient pas d'arbres aux diamètres importants.

L'utilisation de haches ou d'herminettes plus grosses accélérerait, sans aucun doute, le processus d'abattage, mais l'efficacité de ces outils dans les activités suivantes de la chaîne opératoire de mise en forme du bois de construction n'est pas certaine. Il était donc important de tester de manière expérimentale les outils de Petko Karavelovo afin de définir leurs efficacités dans les tâches postérieures à l'abattage.

5. L'ébranchage et le tronçonnage

Ces deux activités incontournables dans la chaîne opératoire de préparation du bois de construction ne sont en réalité que très peu décrites dans la littérature expérimentale en archéologie. Elles peuvent être mentionnées, parfois sous d'autres appellations, comme des étapes réelles, mais elles font très rarement l'objet d'un enregistrement (Pétrequin 1991, p. 30 ; Choulot *et al.* 1997, p. 197-201). En essayant de trouver dans ces publications un enregistrement de trois données fondamentales : diamètre, temps et outil, on se rend vite compte qu'au moins l'un des paramètres est absent, attestant principalement d'objectifs différents de ceux du présent travail (Olausson 1982, 1983).

Si on sépare les deux activités, l'ébranchage est souvent perçu comme une activité secondaire simplement mentionnée. Les seules données chiffrées sur cette tâche sont généralement données pour un arbre ou une portion d'arbre, sans mention du nombre de branches ou de leur diamètre (Morris 1939, p. 137¹⁹). Le tronçonnage est, quant à lui, plus souvent cité. En effet, il s'agit de l'activité fondamentale afin de montrer l'efficacité des haches en pierre et de la comparer à celles des haches modernes (Smith 1891 ; Saraydar et Shimada 1971). Il s'agit également d'une activité qui vise à créer des référentiels tracéologiques (Olausson 1982, 1983). Toutefois, les tronçonnages ne sont pas toujours réalisés jusqu'à ce que le tronc (positionné à l'horizontale pour cette tâche) soit sectionné en deux parties. On s'intéresse plus régulièrement au nombre de coups portés et au temps imparti à l'action avec les différents outils (Saraydar et Shimada 1971, p. 216). Le seul programme expérimental mentionnant des tronçonnages avec un enregistrement des diamètres et des temps de travail a été réalisé sur du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*), et par conséquent, il n'est pas comparable à l'expérimentation faite en Sarthe (Smith 1891, p. 603-604).

Ébranchage et tronçonnage sont en réalité très comparables. C'est pourquoi il a été décidé de les traiter ensemble. Principalement effectuées à la hache, ces tâches sont réalisées sur

¹⁹ Il s'agissait pour cette expérimentation de l'ébranchage en 6 minutes d'un tronc de peuplier de 240 cm de long.

des arbres couchés et au contact du sol²⁰ et donc sur des pièces plus ou moins horizontales, entraînant un mouvement de travail assez similaire. Les chênes abattus lors des sessions expérimentales en Sarthe étant de diamètre plutôt réduit, les données quantitatives successives permettent d'obtenir un nombre d'occurrences de coupe de pièces de bois horizontales assez important et représentatif (22 ébranchages à la hache, cinq ébranchages à l'herminette et 14 tronçonnages à la hache : soit 41 expérimentations au total). Le diamètre minimum coupé pour ces expérimentations est 3,2 cm en 0,3 minutes et le diamètre maximum est 22 cm en 59 minutes.

Si on peut être tenté de voir l'anticipation des coupes comme principale différence entre l'ébranchage et le tronçonnage dans un premier temps, on s'aperçoit rapidement que ce n'est pas le cas. En effet, d'une part, la conceptualisation des pièces de bois nécessaires à la construction implique forcément que les dimensions et les morphologies des tronçons obtenus lors de la découpe des troncs soient réfléchies en amont de l'activité. Suivant la fonction architecturale (poteaux, chevrons, etc.) et les mises en forme que recevra la pièce de bois (refend, appointage, débit de planche, etc.), les caractéristiques du tronçonnage peuvent varier. Toutefois, d'autre part, ce type de conceptualisation est également nécessaire – ou, au moins, utile – lors de l'ébranchage, pour garder une fourche naturelle propice à un assemblage par exemple. Cela peut également s'avérer très utile lorsqu'on visualise en amont de la construction la place qu'occupera la pièce de bois. En effet sur certains poteaux – notamment ceux portant la panne faîtière – le fait de garder quelques moignons de branches sur une vingtaine de centimètres permet d'obtenir une échelle pour la construction et des portants pour l'utilisation du bâtiment. Il est également possible de les couper après leur utilisation comme échelle.

Enfin, au sein du programme expérimental mené en Sarthe²¹, ces deux activités ont été fondamentales dans le processus d'apprentissage du maniement des outils en pierre pour le travail du bois. En effet, ces travaux ont été réalisés par tous les membres de l'équipe d'expérimentation, c'est-à-dire un individu de niveau « 1-débutant », deux individus de niveau « 2-familier » et trois individus de niveau « 4-expert » ; ces derniers ayant donné bon nombre de conseils aux trois premiers.

²⁰ Ce critère est assez important pour éviter que le tronc ou la branche ne rebondisse sous les coups. Si le contact avec le sol n'est pas assez important, on cale les pièces de bois avec d'autres rondins déjà coupés.

²¹ L'ébranchage et le tronçonnage ont été expérimentés les 28 et 29 janvier 2020.

5.1. L'ébranchage

Les branches sont rarement coupées jusqu'à la dernière fibre de bois. Généralement, une fois l'entaille assez profonde, on tord la branche dans un sens ou dans l'autre jusqu'à ce qu'elle se détache du tronc.

5.1.1. À la hache

Au total, 22 ébranchages à la hache en pierre ont été menés à l'aide des Hache_1, Hache_2, Hache_3 et Hache_6 (annexes : **fig. A-021**).

Le travail d'ébranchage à la hache est principalement pratiqué debout et légèrement penché en avant afin d'atteindre le point d'impact (**fig. 5-41**). Cette position permet de donner de la force aux coups portés ; de plus, elle permet de pratiquer une pression sur la branche qu'on est en train de couper à l'aide d'une main ou d'un pied.



Fig. 5-41 - Position lors de l'activité d'ébranchage à la hache en pierre : debout, légèrement penché vers l'avant.

a. Individus de niveau « 4-expert »

Les individus de niveau « 4-expert » ont réalisé 14 expérimentations d'ébranchage comprenant des branches dont les diamètres sont compris entre 3,2 et 10,2 cm (**fig. 5-42**). Les temps de travail sont compris entre 0,3 et 3,22 minutes. La courbe de tendance la plus adéquate à cette série de données est tangentielle ($R^2=0,7499$) et non linéaire ($R^2=0,5782$), même si la pente de la courbe est très réduite sur cet intervalle de 3,2 à 10,2 cm. Tout comme le travail d'abattage, il semble que le modèle exponentiel corresponde le mieux pour cette activité.

En règle générale, le travail d'ébranchage est donc rapide pour une personne expérimentée. Même si les branches atteignent ou dépassent légèrement 10 cm de diamètre, le temps de travail ne dépasse jamais 4 minutes par branche. De plus, si le diamètre est inférieur ou égale à 8 cm, le temps de coupe est 12 fois sur 13 inférieur à 2 minutes.

En recueillant le ressenti des expérimentateurs sur cette activité, il reflète parfaitement les données quantitatives : « *pas de difficulté particulière de fait du faible diamètre des branches coupées* » (PG) ou encore un simple « *tranquille* » (EG).

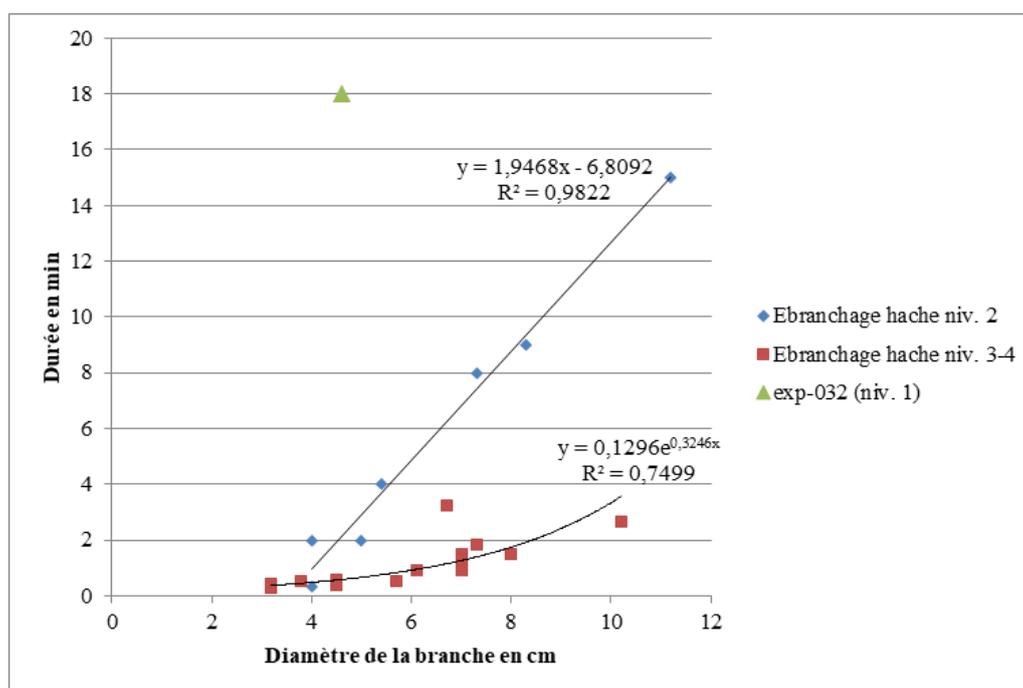


Fig. 5-42 - Temps d'ébranchage à la hache en fonction du diamètre de la branche et du niveau de l'opérateur.

b. Comparaison avec les individus de niveau « 1-débutant » et « 2-familier »

Huit ébranchages ont été effectués par les individus de niveau « 1-débutant » et « 2-familier » (**fig. 5-42**). Ces coupes concernent des branches dont les diamètres varient entre 4 cm et 11,2 cm (soit une répartition des diamètres similaires à ceux travaillés par les individus de niveau « 4-expert »).

L'exp-032 (4,6 cm en 18 minutes), faite par un individu de niveau « 1-débutant » illustre les difficultés rencontrées par l'individu qui manie une hache, lithique ou moderne pour la première fois (*cf.* plus bas, p. 469-472).

Pour les individus de niveau « 2-familier », les temps d'ébranchage en fonction du diamètre de la branche ont une croissance positive entre 0,33 minutes et 15 minutes. La courbe de tendance obtenue sur le graphique est linéaire²² présentant une pente importante, témoignant des difficultés grandissantes qu'éprouvent les individus sans ou avec très peu d'expérience lorsque le diamètre des branches augmente. L'obtention d'une courbe linéaire ne coïncide pas avec les résultats, obtenus pour l'abattage et le tronçonnage (**fig. 5-24 et 5-48**). Une multiplication des occurrences avec un N supérieur à 10 serait nécessaire pour affiner le propos et vérifier si le travail d'ébranchage par des individus débutants obéit bel et bien à une courbe linéaire.

²² $R^2=0,9822$ contre une courbe exponentielle ayant un $R^2=0,7113$.

En comparant ces résultats avec ceux précédemment décrits concernant les individus de niveau « 4-expert », on se rend compte que dès les diamètres les plus petits, le temps de travail d'un individu de niveau « 2-familier » peut être environ quatre fois plus long : respectivement exp-025 (4 cm en 2 min) et exp-020 (3,8 cm en 0,5 min) par exemple. Seule l'exp-027 (4 cm en 0,33 min) se détache de cette tendance. Il s'agit d'un ébranchage réalisé par un individu de niveau « 2-débutant » et dont le temps de réalisation en fonction du diamètre de la branche est tout à fait comparable à celui des individus plus expérimentés. En outre, la principale différence entre les deux nuages de points réside dans les pentes des courbes de tendance. En effet, la pente obtenue pour les données des individus de niveau « 4-expert » est très inférieure à la seconde. Il en ressort que même si le temps de travail s'accroît dans les deux cas, l'entraînement et l'expérience permettent de réduire fortement la durée de la tâche lorsque les diamètres des branches augmentent.

Si on s'intéresse maintenant aux ressentis des expérimentateurs débutant et familiers, les avis divergent. En effet, les individus de niveau « 2-familier » ont un ressenti similaire aux individus expérimentés, c'est-à-dire : « *efficace* » (AC) ou encore « *très bon ressenti [notamment] avec la hache I²³* » (TL). En revanche, pour l'individu le moins expérimenté de l'équipe, cette tâche a paru assez complexe, notamment à cause du positionnement des mains sur le manche pour réussir à allier précision et force : « *ma main gauche se trouvait proche de la lame (celle de droite à l'extrémité du manche) pour remédier à une mauvaise orientation de ma part des coups de hache. Ce qui fait que le poids de la lame n'a pas été utilisé comme un atout* » (AD).

5.1.2. À l'herminette

L'ébranchage à l'herminette s'est révélé très peu pratique pour la simple raison que les mouvements et l'angle d'attaque adaptés au maniement de l'herminette ne peuvent pas être effectués et atteints. En effet, la pièce de bois étant horizontale, l'angle entre la lame et la branche se rapproche régulièrement de 60°-70° (**fig. 5-43**). Les individus du niveau « 4-expert » se sont donc détournés de ces outils pour cette tâche. Plusieurs ont porté quelques coups d'essais, mais aucun enregistrement n'a été fait pour ces simples tests. L'angle bien trop perpendiculaire de l'action les a poussés à s'en remettre aux haches par crainte d'abîmer les lames d'herminette : « *moins adapté selon moi* » (EG) ou un simple « *mouais* » (VB).

²³ La question des outils utilisés pour les activités d'ébranchage et de tronçonnage est traitée plus bas (*cf.* p. 350-351).



Fig. 5-43 - Ébranchage à l'herminette par une personne de niveau « 2-familier » à califourchon sur le tronc.



Fig. 5-44 - Ébranchage à l'herminette en position avec un genou au sol.

Du point de vue du positionnement du corps, cette tâche est principalement pratiquée accroupi, à côté de l'arbre ou à califourchon sur le tronc (fig. 5-43). La position mixte entre accroupi et agenouillé est aussi prise par certains (fig. 5-44). Quelle que soit la position adoptée, les expérimentateurs ont cherché à trouver une posture confortable, comme c'est souvent le cas lorsqu'on travaille à l'herminette.

Cette activité a surtout été une activité de formation à l'utilisation de l'herminette pour les individus débutants. Les temps enregistrés sont ceux des ébranchages pratiqués par les novices²⁴, qu'il est possible de comparer entre eux, ainsi qu'avec les temps d'ébranchage à la hache qu'ils avaient obtenus (fig. 5-45). Cette fois encore, l'individu de niveau « 1-débutant » présente un temps élevé par rapport à l'individu de niveau « 2-familier », alors qu'aucun des deux n'avait d'expérience au maniement de l'herminette en pierre.

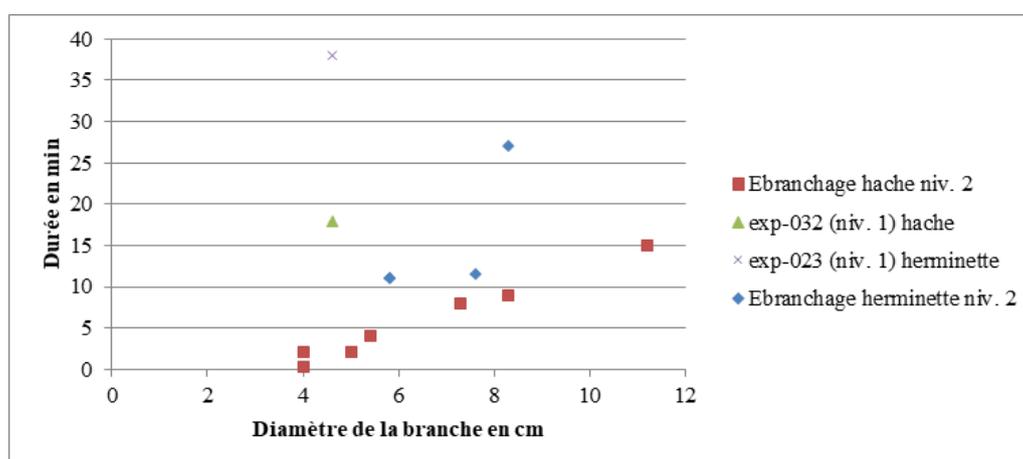


Fig. 5-45 - Temps d'ébranchage à la hache et à l'herminette en fonction du diamètre de la branche et du niveau de l'expérimentateur.

²⁴ Afin de tester l'ébranchage à l'herminette, il était plus commode de ne pas couper une branche strictement horizontale, mais légèrement oblique afin que l'angle d'attaque soit le plus aigu possible.

À titre de comparaison, pour un diamètre de 4,6 cm l'individu débutant a travaillé durant 38 minutes, alors que pour un diamètre de 5,8 cm l'individu de niveau « 2-familier » a travaillé 11 minutes. En s'intéressant maintenant à la comparaison des temps obtenus, l'ébranchage à la hache est, d'un point de vue quantitatif, plus efficace et rapide que celui à l'herminette.

Le faible nombre d'occurrence est un biais pour le résultat énoncé ci-dessus. Toutefois, le ressenti des expérimentateurs va également dans ce sens. La difficulté à appréhender le mouvement de travail à l'herminette en pierre a été au centre des premiers essais de l'individu de niveau « 2-familier » : « *bien que la pénétration dans le bois soit aisée, j'ai énormément galéré au début, car je me contentais d'attaquer le bois de front* », néanmoins après quelques conseils d'individu plus expérimenté, « *les gestes techniques sont assez intuitifs même si l'ébranchage reste plus long qu'à la hache* » (TL). En revanche, en comparant les deux outils, l'individu de niveau « 1-débutant » a eu un ressenti différent : « *j'ai l'impression que la courbe du manche m'a permis de mieux comprendre la gestualité de la coupe du bois* » ; « *je me suis sentie plus à l'aise avec celui-ci (plus léger ? plus fin ? courbe du manche ?)* » ; « *[en cherchant] la précision de mes coups. J'ai trouvé [...] l'herminette plus efficace que la hache (mes deux mains se trouvaient à l'extrémité du manche)* » (AD).

En revanche, en s'attardant sur l'efficacité de travail des outils, tous deux sont unanimes : « *la durée [de travail à l'herminette] m'a semblé plus longue que pour l'ébranchage à la hache* » ; « *L'ébranchage à l'herminette semble efficace, mais moins que l'ébranchage à la hache (énergie + durée)* » ; « *L'ébranchage à la hache me paraît plus physique. [...] Cependant l'ébranchage à la hache semble avoir été plus rapide que celui à l'herminette, donc plus efficace* » (AD). Même si cette tâche lui semblait également plus efficace à la hache, Thomas Lagane appréciait tout de même travailler à l'herminette, en effet il a été « *très impressionné par l'efficacité et le confort d'utilisation des herminettes* ».

5.2. Le tronçonnage

Le tronçonnage – ou fait de couper en tronçon – a été réalisé par des individus de niveaux « 2-familier » (cinq occurrences), « 3-connaisseur » et « 4-expert » (neuf occurrences). Ainsi 14 expériences de tronçonnage ont été réalisées. Cette activité n'a été réalisée qu'à la hache. En effet, le travail à l'herminette n'était pas envisageable, car la gestuelle habituelle avec cet outil n'est pas adaptée à cette activité.

Plusieurs positions sont utilisées pour le tronçonnage. Après avoir testé la position agenouillée ou mixte (**fig. 5-46a et b**), plus confortable, notamment pour le dos, les individus de

niveau « 2-familier » optent rapidement pour une position debout légèrement penchée en avant. Cette position est déjà celle adoptée par les plus expérimentées, elle permet en effet de mettre plus de force dans les coups (**fig. 5-46c, d et e**). Afin de s'adapter aux situations, ces derniers peuvent se mettre dans d'autres positions : debout sur le tronc, debout avec un rehausseur si le tronc est trop haut (**fig. 5-46d**) ou à genoux pour obtenir un meilleur angle d'attaque. Le principe est de répéter les entailles de coupes sur plusieurs faces du tronc avant de finir par casser les dernières fibres du bois par flexion (**fig. 5-46d et e**).



Fig. 5-46 - Tronçonnage à la hache. *a. en position avec un genou au sol ; b. en position à genoux ; c. position debout légèrement penché vers l'avant ; d. utilisation d'un rehausseur pour être à bonne hauteur de frappe ; e. position debout sur le tronc et penché vers l'avant.*

5.2.1. Les données acquises par l'expérimentation

Les courbes de tendances obtenues par les analyses graphiques montrent une évolution exponentielle du temps de tronçonnage en fonction des diamètres des troncs (**fig. 5-47**).

La courbe des temps pour les individus de niveau « 2-familier » présente une croissance plus abrupte. L'envolée de la courbe se situe à partir d'environ 11,5-12 cm de diamètre. Sur l'intervalle [12,6;17,2] cm, le temps de travail passe de 20 minutes à plus de 80 minutes, indiquant la difficulté importante que rencontrent les individus moins expérimentés dès que le diamètre des troncs excède une dizaine de centimètres.

La courbe de tendance des individus expérimentés, quant à elle, présente une croissance moins abrupte. Elle montre toutefois une augmentation importante des temps de tronçonnage pour les diamètres supérieurs à 16 cm. En effet, sur l'intervalle [16;22] cm, la durée de travail passe de 20 minutes à plus de 70 minutes.

5.2.2. L'efficacité des outils de Petko Karavelovo

Si l'expérience joue une nouvelle fois son rôle sur l'efficacité des bûcherons, les temps de tronçonnage atteints par les plus expérimentés paraissent élevés pour des diamètres relativement réduits (20-22 cm). Si l'efficacité des outils n'a pas été trop relevée concernant l'ébranchage à cause des faibles diamètres à couper, elle prend une nouvelle fois tout son sens ici.

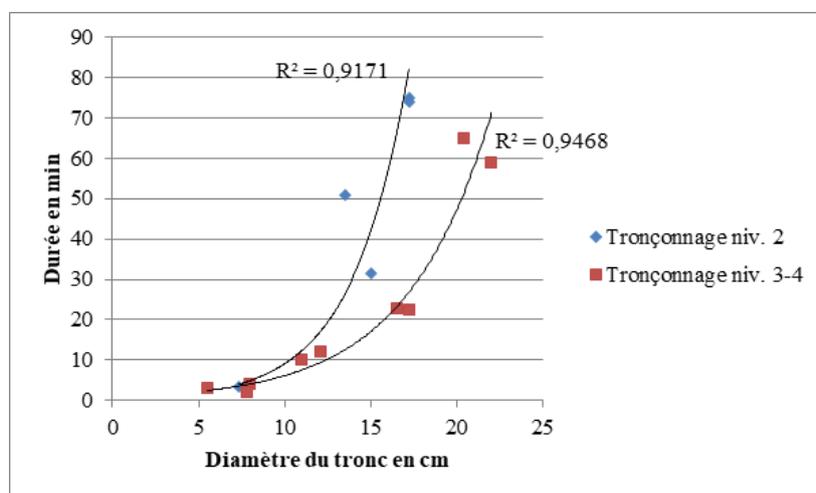


Fig. 5-47 - Temps de tronçonnage à la hache (modèles de Petko Karavelovo ou similaires) en fonction du diamètre du tronc et du niveau de l'expérimentateur.

Dans le but d'appréhender l'efficacité des haches de Petko Karavelovo, d'autres expérimentations de tronçonnage sont faites à l'aide de haches dont les lames sont plus grosses : Hache_11 et Hache_12 (fig. 5-48). Les résultats obtenus indiquent que ces haches sont plus efficaces sur les troncs de gros diamètres. Toutefois, à l'instar de l'abattage, les temps de travail du tronçonnage quelle que soit la taille de la hache sont très similaires sur des petits diamètres, inférieurs à 13 cm. Lorsque cette dimension est dépassée, les outils de Petko Karavelovo sont moins efficaces. On peut de nouveau y voir une corrélation avec les diamètres des pièces de bois utilisées sur le site de Petko Karavelovo, mais également sur d'autres sites égéo-balkanique.

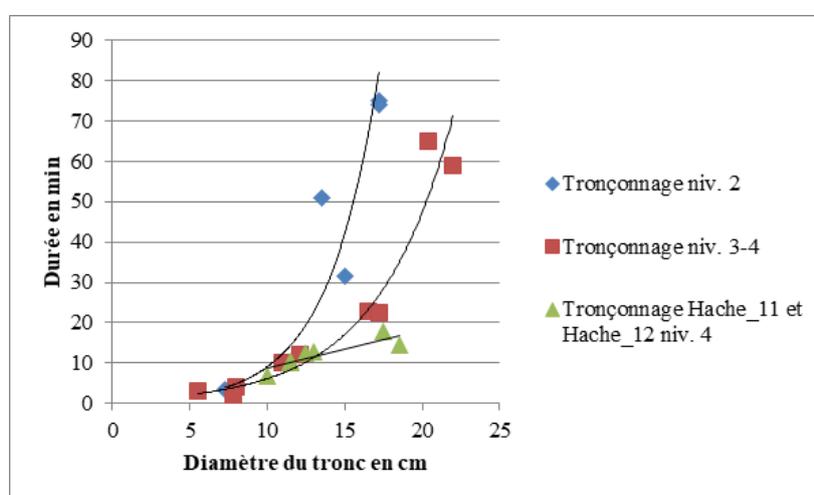


Fig. 5-48 - Temps de tronçonnage à la hache (dont Hache_11 et Hache_12) en fonction du diamètre du tronc et du niveau de l'expérimentateur.

5.2.3. Données qualitatives

Concernant le tronçonnage, les remarques des expérimentateurs rejoignent souvent celles faites pour l'abattage lorsque le diamètre du tronc devient important. En effet, la taille réduite des lames, les vibrations induites par leurs tranchants droits et l'absence de gaines pour amortir sur les Hache_2 et Hache_3 se présentent à ce stade comme un inconvénient : « *il faut du poids, sinon taper très fort* » (VB) ; « *les petites lames et les vibrations intenses rendent le travail pénible, mais le manque d'expérience joue beaucoup* » (TL) ; « *haches fonctionnelles, mais temps plus long qu'avec des haches plus massives. L'emmanchement sollicite fortement les lames* » (PG) et enfin « *long mais faisable* ».

5.3. Synthèse sur l'ébranchage et le tronçonnage

La synthèse des données de tronçonnage et d'ébranchage à la hache indique une corrélation marquée entre les deux activités concernant les temps obtenus par les individus de niveau « 2-familier » ou pour par les individus « 3-connaisseur » et « 4-expert » (**fig. 5-49**). La position du corps et les mouvements étant proches, ce phénomène s'explique assez facilement. Ces deux activités montrent l'importance de l'expérience sur l'efficacité des individus pour chaque tâche et ceux dès les diamètres les plus petits (**fig. 5-50**). Une fois regroupées par niveau, toutes les données sont représentées par des courbes de tendance exponentielle, même les données acquises par les individus de niveau « 2-familier » cette fois ($R^2=0,8736$)²⁵. Ces courbes s'inscrivent au modèle qui ressort généralement sur le travail de coupe du bois à l'aide d'outils dont les lames sont en pierre.

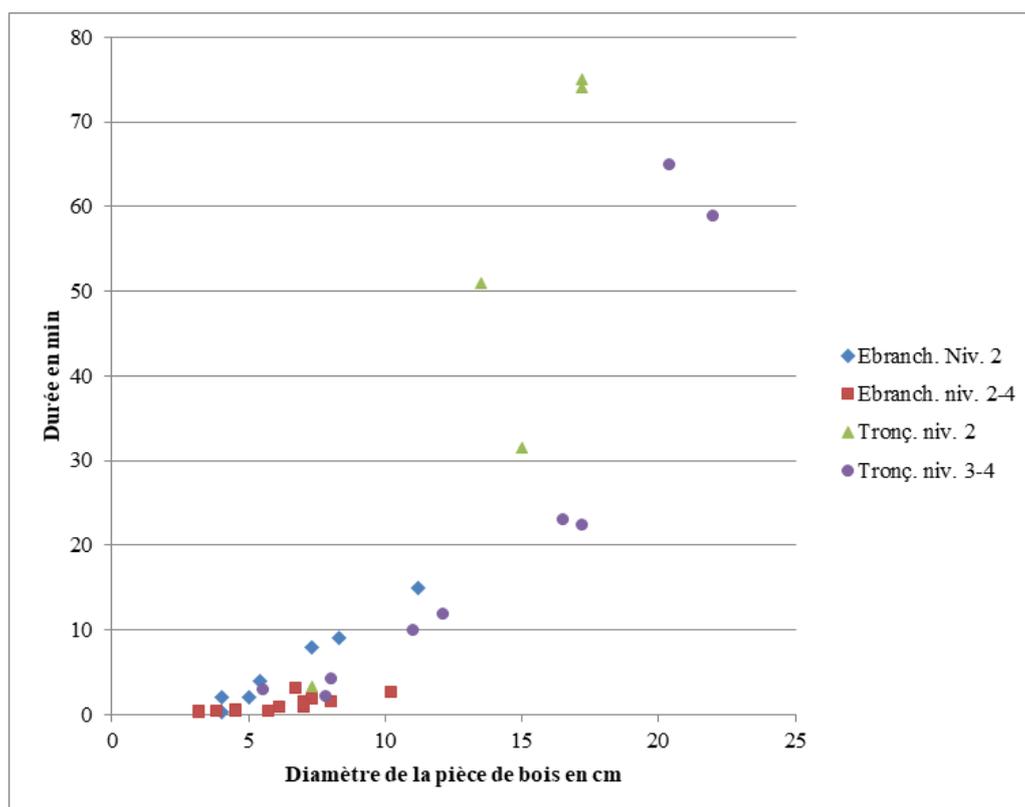


Fig. 5-49 - Temps d'ébranchage et de tronçonnage à la hache (hors Hache_11 et Hache_12) en fonction du diamètre de la branche ou du tronc et du niveau de l'expérimentateur.

²⁵ Pour rappel, les temps d'ébranchage des individus de niveau « 2-familier » concordaient avec une courbe de tendance linéaire. Ici, la courbe de tendance linéaire aurait un $R^2=0,859$.

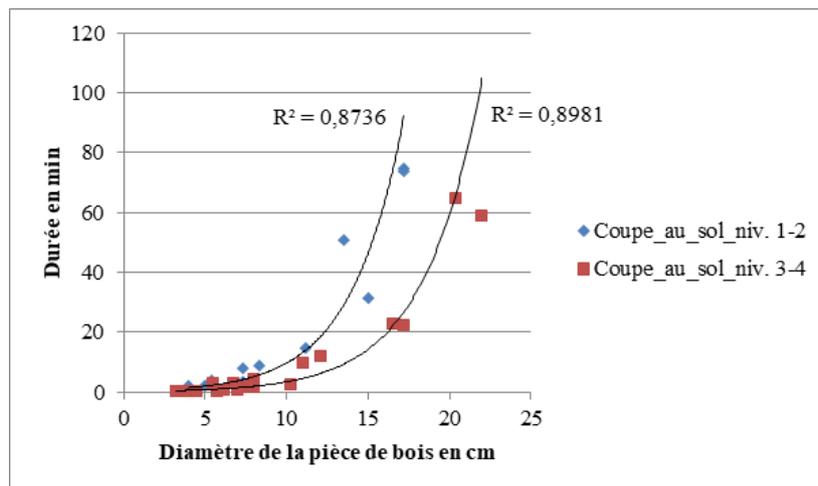


Fig. 5-50 - Temps d'ébranchage et de tronçonnage (coupe au sol) à la hache (hors Hache_11 et Hache_12) réunis selon le niveau de l'expérimentateur. Les courbes de tendance sont exponentielles avec un décalage lié à l'expérience.

5.3.1. Bref comparatif avec l'abattage

Si on compare le travail de coupe d'éléments horizontaux à celui d'abattage (les deux effectués à la hache), il apparaît clairement que le travail de tronçonnage ou d'ébranchage est plus rapide à diamètre équivalent (**fig. 5-51**). En s'attachant à l'étude des courbes, la différence est notable dès un diamètre de 8 cm. Si on regarde les occurrences, cette différence se fait réellement sentir à partir de 12-13 cm. La raison principale est le mouvement effectué et la possibilité qu'il donne de mettre de la force dans les coups et d'utiliser le poids de la hache.

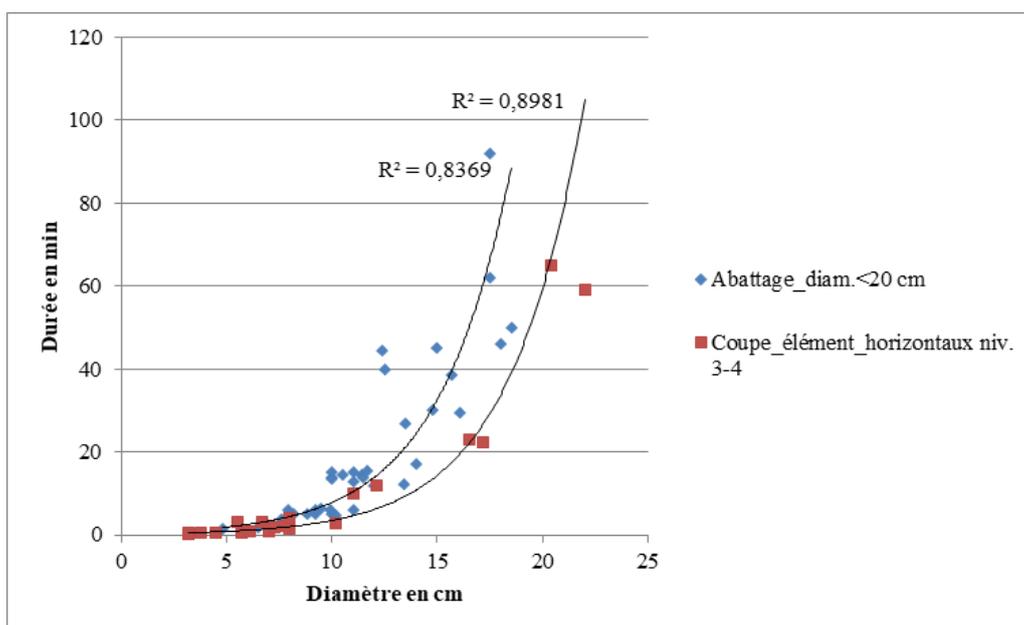


Fig. 5-51 - Comparaison entre les temps d'abattage (inédit et bibliographique) à la hache et de coupe au sol (niv. 3-4). Le tronçonnage et l'ébranchage sont plus rapides à diamètre équivalent.

En effet, si les mouvements dans les deux cas sont obliques par rapport au point d'impact, l'orientation générale du mouvement est inversée : pour l'abattage, cette orientation est horizontale ; pour l'ébranchage et le tronçonnage, elle est verticale (**fig. 5-52**). L'orientation générale verticale du geste permet d'utiliser la gravité terrestre en se servant de la vitesse acquise par la hache dans sa chute. En y ajoutant la force donnée par l'expérimentateur, l'impact est plus puissant et donc l'efficacité augmente.



Fig. 5-52 - Les deux mouvements principaux effectués en fonction de la tâche : a. mouvement à trajectoire plutôt horizontale (abattage) ; b. mouvement à trajectoire plutôt verticale (tronçonnage).

5.3.2. Des outils adaptés aux petits diamètres

Les lames de Petko Karavelovo sont très bien adaptées aux coupes et à l'abattage sur des fûts de bois de diamètre réduit, généralement inférieur à 13-14 cm. Au-delà, elles souffrent fortement de la comparaison avec des lames plus grosses, plus lourdes et dont les tranchants sont légèrement arrondis.

Ce constat est fait par tous les expérimentateurs concernant l'utilisation des outils pour ces activités d'ébranchage et de tronçonnage. Concernant les Hache_1, Hache_2, Hache_3 et Hache_6, la longueur et le poids réduit des lames nous conduisent à les attribuer à des activités que l'on pourrait qualifier de « *bricolage* » (VB), notamment parce que les outils sont légers. Toutefois, les faibles diamètres de la majeure partie des branches et troncs coupés ont rendu ces outils plutôt « *efficaces pour le travail de tronçonnage* » (PG). De plus, le poids réduit des lames offre une maniabilité intéressante à ces haches : « *la prise en main [est] facile avec un manche bien adapté pour l'ébranchage* » (TL), ces outils étaient « *plutôt agréable[s] à utiliser; léger[s], maniable[s]* » (EG).

En s'intéressant à la Hache_1, ses dimensions et notamment la faible longueur de son manche avait un « *intérêt notable : possibilité de l'utiliser à 1 ou 2 mains* » (EG) (**fig. 5-53**),

intérêt noté par d'autres expérimentateurs : « *la hache est relativement peu lourde mais peut aussi s'utiliser occasionnellement à une seule main en fonction du travail à réaliser* », ce qui est pratique pour l'ébranchage, permettant de maintenir ou de tordre la branche avec l'autre main. Concernant les Hache_2 et Hache_3, Thomas Lagane trouve les « *manches bien adaptés pour l'ébranchage* », même si « *la petite taille des lames est perturbante dans le sens où elle ne semble pas convenir à un si grand manche* ». Les comparant à la Hache_1, elle lui semble plus adaptée : « *largement plus maniable que les autres haches* ».



Fig. 5-53 - Utilisation de la Hache_1 à une main.

Enfin, sur la Hache_6 dont les dimensions sont assez similaires aux lames de Petko Karavelovo²⁶, les avis se rejoignent. Le principal problème à son utilisation dans un mouvement à orientation générale verticale est que le lame sort très souvent de son manche : « *réemmanchement facile si un coup malencontreux éjecte la lame* » (AC) ; « *cependant la lame s'enlève régulièrement* » (TL) ; « *cette lame a régulièrement eu du mal à rester dans son manche du fait de sa forme et de sa taille, et ce malgré l'ajout de martyrs en cuir pour essayer de la caler. Cela a été particulièrement gênant lors d'une utilisation verticale de la hache* » (PG). L'outil n'est donc pas « *efficace pour le travail de tronçonnage* » (PG), en revanche il a semblé plutôt bien « *pour ébrancher* » (VB). Il est toutefois à noter que son tranchant arrondi et la mortaise traversante ont été notés comme des éléments mélioratifs, notamment par rapport aux sensations tactiles et auditives des expérimentateurs : « *aussi légère que les haches 2 et 3 mais plus "agile et souple" dans le travail. Sensation à relier à la finesse du manche et/ou le tranchant arrondi ?* » (AC) ; « *le fait que la lame ne soit pas en butée dans le manche rend la lame moins sujette aux vibrations et cela semble se confirmer "au son" lors de son utilisation (cela "claque" moins)* » (PG).

²⁶ « *Le tranchant s'est révélé efficace même si l'outil manque d'inertie du fait de son faible poids* » (PG).

6. La refente

6.1. Informations générales

La refente est une activité à part. En effet, elle n'implique ni l'utilisation d'herminettes, ni celle de haches en percussion lancée directe. Les outils sont principalement en bois et en matière dure d'origine animale, utilisés en percussion posée indirecte (**fig. 5-54**). Toutefois, il s'agit d'une étape essentielle dans la chaîne opératoire suivie ici, puisqu'elle permet de multiplier considérablement le nombre de pièces de bois. La solidité de la pièce de bois obtenue est moindre, mais son utilisation au sein d'une armature végétale pour soutenir une couche de torchis ne requière pas une résistance importante.



Fig. 5-54 - Refente en deux parties d'un rondin. Utilisation du Percuteur_3 et des Coins_1, 4 et 5 (de g. à d.).

Cette activité est bien connue, puisqu'elle est encore assez largement pratiquée aujourd'hui, les coins et les parties actives des percuteurs étant simplement en métal. C'est d'ailleurs sûrement une des raisons pour lesquelles cette activité n'attire que très peu l'attention des coordinateurs des programmes expérimentaux. Outre les recherches dont les objectifs étaient fixés sur les traces d'usure (Olausson 1982, p.41, 1983, p. 42), la refente est simplement évoquée dans les grands programmes expérimentaux avec quelques données qualitatives et/ou quantitatives approximatives servant d'exemple (Pétrequin 1991, p. 31 ; Gentizon et Monnier 1997, p. 149). L'une des seules expérimentations de refente rencontrée dans la littérature, fondée sur un protocole scientifique a été réalisée sur un chêne d'un diamètre de 150 cm afin de répondre à des questions précises sur le bois de construction d'une chambre mortuaire néolithique à Haddenham en Allemagne (Darrah 2006a, 2006b).

La refente permet d'obtenir deux types de pièce de bois : des demi- ou quartier de rondin, ainsi que des planches (ou pseudo-planches). On entend par le mot « planche », une pièce de bois plane à section rectangulaire dont l'épaisseur est inférieure à 4 cm, voire 5 cm (Morisot 1814b, p. 41 ; Bacoup 2018b, p. 23). L'expression pseudo-planche est utilisée ici pour nommer les pièces de bois à l'épaisseur inférieure à 4 cm, mais dont la section est triangulaire ou trapézoïdale en fonction de la refente pratiquée. En effet, afin d'obtenir ces pièces de bois, il

existe deux catégories de refente : la refente radiale et la refente tangentielle (fig. 5-55 ; Darrah 2006a, p. 118). La première catégorie de refente permet d'obtenir des demi- ou quartiers de rondins, tandis que la deuxième est exclusivement réservée à la production de planches.

En bref, la refente radiale, à l'image de son nom, correspond à un fendage suivant les rayons médullaires du bois. Il est amorcé en section, puis les coins sont ensuite enfoncés dans le tronc d'un seul côté de l'arbre en suivant la fente. Les produits obtenus s'apparentent donc à des quartiers de rondin dont des pseudo-planches. En scierie, on appelle ce dernier cas le débit sur quartier. Les produits obtenus ont donc une largeur égale ou inférieure au rayon de l'arbre (fig. 5-55a et 5-56).

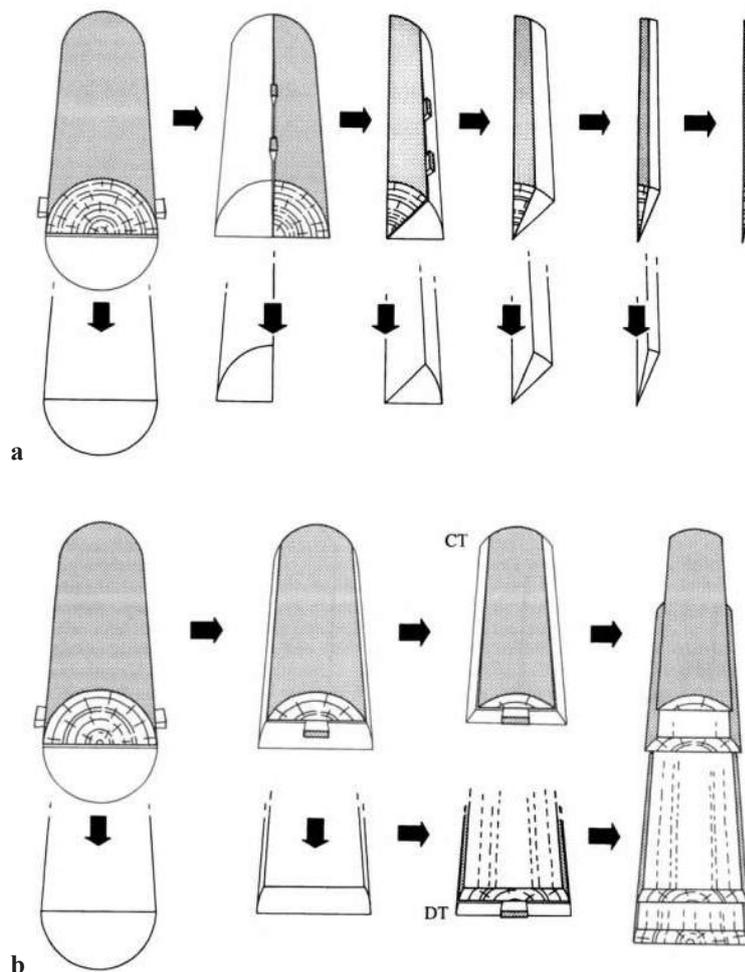


Fig. 5-55 - Schéma des deux types de refente. Tiré de Darrah 2006a, p. 119, fig. 3.41. a. refente radiale ; b. refente tangentielle.

La refente tangentielle, appelée en scierie le débit sur dosse, est également amorcée depuis la section du tronc ; toutefois elle ne suit pas les rayons naturels du bois, mais est entamée en suivant une ligne définie par le travailleur et parallèle à celle de la première refente en demi-rondin. Ensuite, des coins sont enfoncés dans le tronc des deux côtés de la fente obtenue. Les planches obtenues ont alors des largeurs égales à la longueur de la corde géométrique choisie comme ligne d'amorce. Cette refente est beaucoup plus difficile à contrôler, notamment lorsque les troncs ne sont pas rectilignes ou lorsqu'ils présentent de nombreux nœuds (Darrah 2006a, p. 118).



Fig. 5-56 - Produit obtenu après des refentes en quart et en quartier.

La première étape dans les deux types de refente est une partition en deux parties du tronçon. Ce fendage en demi-rondin s'apparente théoriquement à une refente radiale, puisqu'il s'agit de suivre le diamètre – et donc les rayons – du tronc. En réalité, le fendage en demi-rondin est un mixte entre les refentes radiales et tangentielles. On peut également le comparer à une double refente radiale menée en parallèle de chaque côté de l'arbre. En effet, une fois l'amorce faite, on enfonce les coins sur deux côtés de l'arbre, tout en suivant les rayons médullaires du bois (**fig. 5-57**).



Fig. 5-57 - Refente en deux parties d'un rondin à l'aide d'une masse monoxyle (Percuteur_4) et de coins longs (Coin_6).

6.2. L'expérimentation en Sarthe

Les refentes en Sarthe ont été expérimentées les 28 et 29 janvier, ainsi que le 11 février 2020. Elle a été pratiquée par sept individus de niveaux « 1-débutant » et « 2-familier » et trois de niveaux « 3-connaisseur » et « 4-expert ». Au total, 26 refentes ont été réalisées parmi lesquelles 24 correspondent à des refentes radiales (dont sept en demi-rondins) et deux correspondent à des refentes tangentielles²⁷. Les rondins refendus ont des dimensions assez similaires : les diamètres varient entre 17 et 22 cm et les longueurs entre 185 cm et 235 cm (et quelques occurrences à 295 cm).

Les outils utilisés sont nombreux. Il s'agit d'une part d'outils préparés en amont de l'expérimentation à l'image de certains coins et perceurs en bois ou en matière dure d'origine animale, ainsi que les Hache_1 et Hache_3. D'autre part, certains outils ont été ramassés ou fabriqués sur place ; il s'agit exclusivement de coins et de perceurs en bois²⁸. Cette activité est très rarement pratiquée seule, les expérimentateurs se rassemblant généralement en équipe de deux ou trois, notamment pour tenir les coins pendant qu'un autre porte les coups, mais également pour maintenir en place le rondin à refendre. Qu'ils soient deux ou trois à effectuer la tâche, cela n'influe pas sur le temps de travail.

Un des critères qui influe véritablement sur le temps de travail, en revanche, c'est la morphologie du rondin à fendre. En effet, le choix des rondins est souvent fait en fonction des départs de branches, qui forment des nœuds dans le fil du bois, ou de l'orientation des fibres. Lorsqu'il y a de tels nœuds ou que les fibres du bois sont torses, la refente est plus difficile à réaliser et la fente pratiquée risque de dévier de la trajectoire envisagée. Le choix se porte donc souvent dans un premier temps vers les tronçons les plus rectilignes possibles et avec le moins de départs de branche. La quantité de bois nécessaire à la construction du petit bâtiment néolithique était toutefois importante et il a été nécessaire de refendre les rondins dont les fibres étaient torses et avec des nœuds. Ces expérimentations ont été, en réalité, très informatives. En effet, elles ont entraîné des échecs dans un premier temps (exp-043 ; exp-055), mais elles ont ensuite permis aux expérimentateurs de comprendre la raison de ces échecs et de mener à bien les refentes suivantes, malgré la présence des éléments perturbateurs.

²⁷ Pour rappel, un tableau récapitulatif de toutes les expérimentations se trouve en annexes (**fig. A-021**).

²⁸ Cf. plus haut, p. 297-303.

6.2.1. L'amorce

L'amorce des refentes n'est pas faite au hasard. On observe attentivement les fibres du bois, ce qui est facilité lorsque le tronc est déjà fendu en deux parties. On essaie d'anticiper la fente que va produire l'enfoncement des coins et d'éviter que celle-ci ne passe au niveau des nœuds ou d'autres défauts du bois.

Généralement, l'amorce est faite par une seule personne, à l'aide d'un percuteur et du Coin_7 en bois de cerf (**fig. 5-58a**). La morphologie et le type d'emmanchement de la Hache_3 permet également de s'en servir comme d'un merlin pour amorcer les refentes ; dans ce cas, une personne maintient la hache pendant qu'un deuxième individu la frappe avec un percuteur long (**fig. 5-58b**). Parfois, lorsque trois refentes sont commencées en même temps et que le Coin_7 et la Hache_3 sont utilisés, certains expérimentateurs utilisaient la Hache_1 pour faire une encoche, avant d'y insérer un premier coin en bois (**fig. 5-58c** ; Gentizon et Monnier 1997, p. 152). Cette méthode est toutefois beaucoup plus aléatoire car elle ne permet pas de choisir exactement l'endroit de l'amorce à l'inverse d'une percussion indirecte posée. Une amorce à l'Herminette_10 pour la refente tangentielle est également pratiquée (**fig. 5-58d**).

L'amorce est faite sur la partie basse du tronçon lorsqu'il est repositionné sur son tronc d'arbre d'origine. Ainsi, on suit le sens de croissance des fibres de bois au fur et à mesure de la refente. Les amorces se trouvent donc généralement sur la partie appointée du tronçon issue de l'abattage de l'arbre ou du tronçonnage du tronc. Cette partie est souvent posée sur un autre rondin afin de surélever le tronçon²⁹ (**fig. 5-54, 5-57 et 5-58**). Les expérimentateurs qui amorcent la refente seuls (percussion directe ou coin et percuteur courts) se positionnent généralement assis ou debout, une jambe de chaque côté du tronçon (**fig. 5-58e**), mais peuvent également se mettre sur le côté. Une autre personne peut se tenir à l'arrière pour maintenir la pièce de bois en place. Si l'amorce est faite à deux, la personne qui tient le coin se trouve généralement debout, une jambe de chaque côté du tronçon et l'autre sur le côté (**fig. 5-58f**). Pendant la refente, les positions des expérimentateurs varient beaucoup pour se mettre dans les meilleures conditions pour frapper les coins. Généralement, l'individu qui manie le percuteur se tient debout afin d'augmenter la force de ses coups. Une autre personne place les coins. Enfin, une troisième personne peut maintenir la pièce de bois en place.

²⁹ Ce constat a été fait lors d'autres expérimentations (Pétrequin 1991, p. 31)



Fig. 5-58 - Différentes amorces de refente et les positions. a. au coin en bois de cerf (Coin_7) ; b. avec l'utilisation d'une hache comme merlin et d'un maillet (Percuteur_5) ; c. avec utilisation d'une hache en percussion lancée ; d. avec utilisation d'une herminette en percussion lancée ; e. amorce seule en position debout les jambes de chaque côté du tronc ; f. amorce à deux personnes, une est à califourchon sur le tronc et tient le coin, la deuxième est sur le côté et actionne le percuteur.

6.2.2. La refente en demi-rondin

La refente en demi-rondin est particulière puisqu'il s'agit de fendre le tronçon sur toute sa longueur en suivant deux rayons médullaires du bois symétriquement opposés par rapport au centre du tronc. Toutefois, cette activité n'est pas comparable à la refente radiale, elle demande, entre autres, plus de temps de travail (**fig. 5-59**). Le temps moyen de refente en demi-rondin pour nos expérimentations est de 26,93 minutes pour des tronçons de chêne d'environ 2 m de long et 19 cm de diamètre. Plusieurs éléments permettent d'expliquer cela. Tout d'abord, la refente en demi-rondin est réalisée sur le diamètre du tronçon et non sur la moitié du diamètre comme les autres refentes radiales, doublant ainsi la surface du refend. La difficulté de suivre les deux fentes parallèlement est également à noter. De plus, lorsque le tronçon est intact les fibres sont comprimées au sein d'un système cohérent, y enfoncer un coin est donc difficile puisqu'aucun espace n'est disponible pour que les fibres du bois s'écartent. Enfin, certains tronçons refendus ont des caractéristiques morphologiques peu propices à la refente, notamment des nœuds et des fibres torses (**fig. 5-60**).

Malgré le degré de difficulté assez important de cette activité, aucun échec n'est enregistré. Même si le plan de refente de certaines occurrences n'est pas toujours plan et que les deux parties obtenues n'étaient pas équivalentes, cette refente permet toujours d'obtenir deux pièces de bois utilisables pour la suite des opérations expérimentales. Les explications sur le processus de refente en demi-rondins sont données plus haut (*cf.* plus haut, p. 352-354).

6.2.3. La refente radiale

La refente radiale permet d'obtenir une multitude de pièces de bois à partir d'un seul tronçon. Plus les pièces refendues sont fines, plus elles s'apparentent à des pseudo-planches (**fig. 5-61**). Le fendage le plus fin réalisé a permis de séparer un demi-rondin en six pseudo-planches larges de 10 cm et longues de 235 cm. Ces refentes radiales sont étonnamment faciles et rapides, contrairement à ce que le laissent présager les nœuds et les morphologies de certains troncs. Lorsque la fente est amorcée correctement et qu'elle est rattrapée ; si elle s'oriente dans la mauvaise direction, les refentes radiales sont des succès rapides.

Deux échecs sont enregistrés. Le cas exp-046 est causé par un trop grand nombre de départs de branches et la fente est sortie à la moitié de la longueur du tronçon. Ainsi, un quartier de rondin est obtenu et une chute. Le cas exp-043, quant à lui, est dû à une certaine précipitation des expérimentateurs. Ils n'ont pas vu, dans leur rapidité, que la fente déviait et ne l'ont pas rectifiée. Les deux mêmes produits finis qu'au cas précédent ont été obtenus.

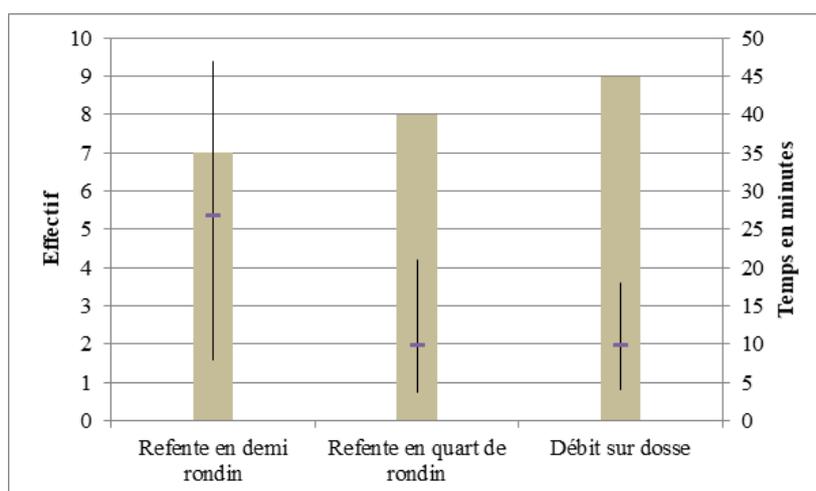


Fig. 5-59 - Temps moyens, maximum et minimum des différentes refentes.



Fig. 5-60 - Obtention de deux demi-rondins tordus suite à la refente d'un tronçon aux fibres torses.

Fig. 5-61 - Refente radiale d'un demi-rondin en pseudo-planche.

Le temps de réalisation des refentes radiales qu'il s'agisse de refentes en quarts ou en quartiers de rondin, est comparable. Le temps moyen pour effectuer une refente en quart de rondin est de 9,97 minutes et celui pour une refente en quartier est de 9,92 minutes. Les étendues des données temporelles sont également similaires, pour un effectif tout aussi comparable (fig. 5-59). La refente radiale est donc près de trois fois moins longue que celle en demi-rondin.

Le débit de planches sur quartier a permis d'obtenir des pseudo-planches dont les dimensions sont vraiment très proches de celles des pièces de bois identifiées comme des « planches » au moment de l'analyse morpho-technologique du matériel architectural des sites de Hotnitsa et Petko Karavelovo (cf. plus haut, p. 133-141 et 177-185 par exemple). La conservation semi-minéralisée de ces pièces de bois avait induit une approximation dans l'étude morphologique que l'expérimentation semble avoir dissipée.

6.2.4. Différence connaisseur/débutant

La principale différence entre les individus familiers avec la tâche de la refente et ceux qui débutaient s'est concentrée sur la compréhension du travail et le choix des outils. En effet, à partir du moment où les individus de niveau « 1-débutant » ont pris le temps d'observer les premières refentes réalisées par des personnes plus expérimentées et ont testé pendant quelques minutes les outils, les temps de travail ont été comparables.

Plus précisément, la durée de travail des individus de niveau « 1-débutant » pour la refente en demi-rondin et le débit sur quartier de pseudo-planches est comprise dans celle des individus de niveau « 3-connaisseur », même si la moyenne de ces derniers est inférieure à celle des débutants. Concernant la refente en quart de rondin, les individus les plus expérimentés sont les plus rapides (**fig. 5-62**). Il convient tout de même ici de mentionner le faible nombre d'occurrences dans chacune des catégories qui peut largement influencer sur le résultat.

6.2.5. La refente tangentielle

La refente tangentielle, ou débit sur dosse, permet donc d'obtenir des planches en bois assez régulières. Les attestations archéologiques de telles pièces de bois pour une période aussi ancienne sont rares. Concernant la zone égéo-balkanique, rien ne permet de considérer que ce type de débit de planches était pratiqué. Le débit sur quartier a d'ailleurs montré des résultats très proches de ceux proposés par les études techno-morphologiques. Toutefois, il était important de suivre le protocole établi et d'expérimenter la refente tangentielle de demi-rondins.

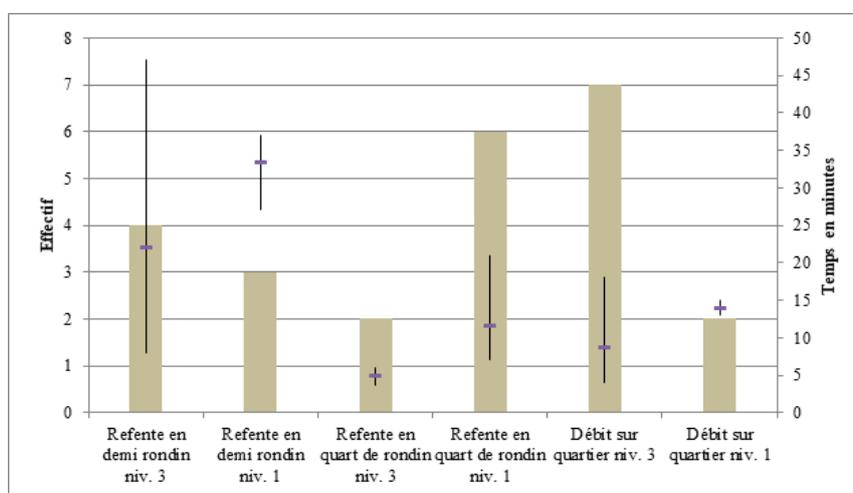


Fig. 5-62 - Temps moyens, maximum et minimum des différentes refentes en fonction du niveau de l'expérimentateur.

Le débit sur dosse n'a été expérimenté qu'à deux reprises durant la session expérimentale en Sarthe (exp-055 et exp-057). Aucun des expérimentateurs n'étaient familier avec cette technique, les résultats sont donc peu révélateurs sur cette pratique. Toutefois, il apparaît très clairement que le débit sur dosse est plus complexe que la refente radiale. Il est très important « *de préparer la fente sur toute la largeur de la bille* » de bois afin de contrôler au maximum l'avancée du fendage et « *d'équilibrer en deux masses d'égal volume les parties à débiter* » (VB) comme le mentionne par ailleurs R. Darrah dans son étude de la chambre mortuaire néolithique à Haddenham en Allemagne (2006a, p. 118).

L'exp-055 est la première tentative de débit de planche sur dosse. Elle a échoué : seule la moitié de la longueur du rondin s'est détachée (**fig. 5-63**). La longueur de la fente d'amorce est de 13,5 cm et celle du rondin de 205 cm. L'épaisseur de la planche est de 3,5 cm. Le débit de cette planche sur seulement la moitié de la longueur du rondin a duré 13 minutes.

L'exp-057 est un succès. Deux planches sont obtenues dans un demi-rondin long de 235 cm (**fig. 5-64**). Le trait d'amorce fait environ 17 cm. Le débit a duré 16 minutes. Les planches font respectivement 16 cm de large pour 5 cm d'épaisseur et 18 cm de large pour 7 d'épaisseur. Elles sont ensuite retravaillées à l'herminette et aux coins afin de régulariser les surfaces. Cette opération est rapide : 7 et 9 minutes (**fig. 5-65**).

La comparaison de ces deux tentatives atteste la difficulté d'obtenir des planches dont l'épaisseur est inférieure à 5 cm à l'aide des outils disponibles au 5^e mill. av. n. è. En plus de la complexité apparente de la tâche, puisqu'il n'est pas possible de suivre les fibres naturelles du bois, le temps de réalisation du débit sur dosse est proche du double de celui du débit sur quartier. Toutefois, les planches obtenues ont une largeur plus importante.



Fig. 5-63 - Tentative de débit sur dosse ratée.



Fig. 5-64 - Planches obtenues par débit sur dosse.



Fig. 5-65 - Travail de régularisation des planches. a. à l'herminette ; b. au coin (Coin_3) et percuteur.

6.3. Outils et ressenti des expérimentateurs

6.3.1. Les outils utilisés

Tous les percuteurs et tous les coins présentés dans le tableau des outils ont été utilisés (fig. 5-07 et 5-08). De plus, la Hache_3, la Hache_1 et l'Herminette_10 ont également servi afin d'amorcer les refentes : la première comme merlin dans un travail de percussion lancée indirecte ; les deux autres comme des outils en percussion lancée directe afin d'ouvrir les fibres du bois avant d'y insérer un coin.

D'un point de vue général, les coins en chêne (Coin_1, Coin_2, Coin_3 et Coin_4) ont été appréciés pour leur utilisation juste à la suite de l'amorce. Le grain du chêne permettait aux coins de ne pas rebondir et sortir de la fente à chaque coup porté. Toutefois, les biseaux de ces coins avaient tendance à s'abîmer très rapidement. Il était nécessaire de les réaffûter, réduisant ainsi leur longueur et augmentant l'angle du biseau. Le Coin_5 en buis était pour sa part beaucoup plus résistant, il n'a pas subi de casse ou d'usure particulière. Son principal défaut était qu'il avait tendance à sortir de la fente assez vite après les coups à cause de son grain très fin. Les Coins_6 ont été utilisés pour fendre les plus gros troncs. Faciles à fabriquer dans une branche brute, ils s'utilisent dans la longueur du rondin à refendre. Ils nécessitent l'utilisation de percuteurs de grande taille (fig. 5-57). Ces grands coins n'étaient pour autant pas les plus précis et ont semblé plus difficiles à utiliser aux individus les moins familiers avec la tâche. Enfin, le Coin_7 fabriqué dans un bois de cerf était essentiel au travail d'amorce. Sans ce coin, les refends auraient été beaucoup plus longs, voire des échecs dans de nombreux cas. En effet, ce coin permettait, en plus d'amorcer le refend, de rattraper les fentes qui déviaient de la trajectoire voulue. Il présentait l'avantage d'être maniable à une main et donc d'utiliser avec sa deuxième main un percuteur. Ainsi, le travail était plus précis.

Concernant les perceurs, il était surtout important d'adapter le perceur aux coins utilisés. L'utilisation de maillet lors de la session expérimentale de février a légèrement changé la vision des expérimentateurs. En effet, les maillets en bois ont une morphologie plus proche des perceurs actuels (marteau, masse, maillet) que les perceurs simples. Si, avant leur utilisation, les expérimentateurs les moins familiers avec la refente préféraient les perceurs courts, maniables à une main, ils ont très rapidement utilisé les maillets à partir du moment où ils ont été disponibles. Enfin le Perceur_4 (masse monoxyle en chêne) a permis d'utiliser efficacement les Coins_6. Fabriquée sur place dans un des chênes abattus, cette masse était indispensable pour arriver à faire progresser les coins longs, elle a permis de fendre en deux le plus gros des troncs de chêne de 20,4 cm de diamètre sur une longueur proche de 300 cm.

6.3.2. Le ressenti des expérimentateurs

a. Les différentes refentes

Concernant le ressenti des expérimentateurs quant à la refente en demi-rondin, une différence apparaît entre l'amorce, difficile, et la refente qui a paru très simple et rapide : « *initier la fente reste la tâche la plus difficile, mais la plus importante. Bien que le bois soit assez dur, le refend n'est pas si difficile à réaliser* » (TL) ; « *se passe facilement une fois la fente initiée (peut-être le plus difficile sans outils modernes et manque d'expérience)* » (AC) ; « *amorçage du refend plus long, mais refend [...] facile* » (EG) ; « *le démarrage n'est vraiment pas évident. Une fois que la fente est amorcée, si le rondin est régulier c'est plutôt rapide* » (JB).

La refente en quart de rondin et le débit sur quartier a semblé encore plus simple : « *plus facile encore* » (AC) ; « *pas de difficulté particulière* » (AD) ; « *pas de difficulté particulière dans l'amorce ni la conduite du refend* » (PG/EG) ; « *une formalité* » (EG) ; « *plus facile que le refend en demi* » (JB) ; « *techniques efficaces et rapides* » (CB). Selon les expérimentateurs, cette facilité est liée aux fibres du bois qui sont visibles permettant ainsi d'amorcer et de faire progresser la fente : « *possibilité d'initier la fente sur la tranche de coupe et sur la face plane du refend précédent* » (AC) ; « *car on voit les fibres du bois et c'est plus facile de suivre la fente* » (JB).

En ce qui concerne le débit sur dosse, il a paru plus délicat à réaliser aux expérimentateurs. La principale raison qui est évoquée est la qualité du bois refendu et plus particulièrement l'accroissement non rectiligne des fibres du bois : « *difficulté à avoir une épaisseur fine et*

homogène sur toute la longueur lors du travail de refend. Cela semble lié au sens de la fibre du bois » (PG) ; *« beaucoup moins évident, mais la qualité du bois est aussi à mettre dans la balance »* (EG).

b. Les outils

Outre les généralités évoquées plus haut sur l'utilisation des outils pour les refentes, certains expérimentateurs ont tenu à louer les qualités de certains instruments ou au contraire à pointer les défauts de certains autres. En premier, les individus débutants ont noté l'importance de l'utilisation du bon coin au bon moment, alors que les individus expérimentés n'en font pas mention : *« il faut par contre savoir quel coin est le plus adapté et où le positionner »* (AD) ; *« techniques efficaces et rapides une fois les outils choisis et maîtrisés »* (CB). En réalité, le choix de l'outil le plus adapté n'est pas mentionné par les plus familiers, car il apparaît évident à leurs yeux.

Concernant les coins, les expérimentateurs notent l'importance de multiplier les coins utilisés : *« utilisation de 3 coins simultanément »* (AC). De plus, ils mentionnent l'importance d'avoir *« une surface de frappe un peu large et perpendiculaire à l'axe du coin »* (VB), mais également le fait que des *« essences en bois dures pour les coins semblent à privilégier »* (PG). Enfin, les Coins_6 ont semblé plus difficiles à utiliser aux individus débutants : *« le refend avec les coins 6 reste assez aléatoire »* (TL), alors qu'ils ont paru essentiels aux individus plus expérimentés pour la refente de gros rondins.

Pour les perceurs, les perceurs longs et les maillets permettaient de mettre plus de force dans les coups. Toutefois ils ont semblé moins maniables et précis aux individus débutants : *« j'ai préféré fendre les tronçons avec des perceurs [courts] plutôt qu'avec le perceur long, car on maîtrise mieux la fente »* (TL) ; *« c'est plus efficace avec un perceur (en l'occurrence maillet en bois) lourd qu'avec un plus petit même si ce dernier semble plus maniable »* (JB). Pour Thomas Lagane, *« le perceur court est mieux adapté »* aux refentes en quart de rondin et au débit sur quartier.

Enfin l'utilisation des haches pour amorcer les refentes ont été mentionnées par beaucoup des expérimentateurs. Ces utilisations ont généralement semblé efficace : *« utilisation de la hache pour reprendre la coupe de l'extrémité du demi-rondin afin de mieux insérer l'outil pour l'amorçage de la fente : efficace »* (AD) ; *« attaquer à la hache le plan à fendre avant d'insérer les coins »* (VB) ; notamment en ce qui concerne l'utilisation en de la Hache_3 en merlin : *« très pratique et ergonomique en attaque de refend »* (EG). Toutefois, la percussion lancée indirecte

avec la hache comme pièce intermédiaire abîmait considérablement l'outil : « *intéressante mais le manche et la lame sont extrêmement sollicités lors d'un usage en percussion posée* » (PG) ; « *peut être trop brutale pour ce type d'outil. Le manche morfle* » (EG). De plus, le maniement des haches est resté pour certains débutants une limite : « *quelques difficultés pour l'encoche de départ car coups pas toujours précis à la hache et frappe pas assez puissante* » (CB).

c. Les arbres et le bois

Enfin, concernant le ressenti des expérimentateurs sur le bois et les arbres travaillés, le premier constat a été que les nœuds et les départs de branches ne sont pas considérés comme un problème si embêtant au succès des refentes : « *la présence de nœuds n'a pas posé de difficultés particulières lors du refend. Le travail de refend se fait dans nos expérimentations toujours depuis la base de l'arbre* » (PG) ; « *étonnamment facile malgré les nœuds* » (EG). Les nœuds posent en réalité problème lorsqu'on cherche à obtenir des pièces de bois régulières. Pour atteindre cet objectif, les torsions que peuvent présenter les fibres du bois liées au contexte d'accroissement de l'arbre sont également une limite souvent mentionnée par les expérimentateurs : « *la présence de nœuds est une donnée importante dans la régularité des pièces refendues ainsi que le fil du bois* » (EG) ; « *pas de difficulté particulière si le fil du bois est favorable* », « *difficulté à avoir des quarts réguliers. Cela semble lié au sens de la fibre du bois* » (PG) ; « *quelques soucis de refends qui ont dévié et qui n'ont pas permis de réaliser des quartiers égaux* » (CB).

6.4. Synthèse sur la refente de rondins

Pour résumer, la refente radiale des rondins de bois à l'aide d'outils néolithiques apparaît facile. Même si la refente en demi-rondin et le débit de planches sur dosse paraissent plus complexes et demandent un peu plus de temps de réalisation, ces tâches sont réalisables aisément avec des instruments qui ne demandent pas une préparation importante.

Une nouvelle fois, l'expérience permet de réaliser plus efficacement les refentes. Toutefois après avoir observé les plus expérimentés et en reproduisant leurs gestes avec les mêmes outils, les individus débutants obtiennent très rapidement des résultats équivalents.

Concernant les outils, il est important d'utiliser des coins différents avec des angles et des dimensions variées, fabriqués dans des matériaux différents afin de répondre le plus efficacement aux utilisations possibles : amorce ou poursuite de refente. Pour éviter d'abimer les coins en bois, il est assez opportun d'amorcer les refentes avec du bois animal ou des outils

en pierre (Gentizon et Monnier 1997, p. 152). De la même manière, il convient d'adapter les perceurs utilisés aux coins à enfoncer, mais également à la tâche à réaliser : amorce, reprise d'une fente déviante, poursuite de refente. Lorsque le choix des deux instruments est idéal, les refentes se sont révélées les plus rapides.

7. Synthèse sur la mise en forme des pièces de bois de construction

Toutes les activités ont fait l'objet d'une synthèse détaillée plus en amont dans ce chapitre. Il convient alors ici de noter les données générales relatives au travail du bois avec des outils en pierre sur des modèles de Petko Karavelovo et des outils en bois communément admis pour le Néolithique. Les temps de travail semblent toujours exponentiels quelle que soit l'activité pratiquée sur du chêne et les autres essences comparables. Lors de l'abattage à la hache, et ceci peu importe la taille de la lame, il semble qu'il y ait une réelle démarcation entre les temps de réalisation pour des troncs inférieurs et supérieurs à 14-15 cm de diamètre. Bien évidemment, l'expérience de travail à l'outil de pierre permet une efficacité accrue dans la tâche. Toutefois, sur des tâches simples pour lesquelles l'apprentissage et la compréhension des techniques sont rapides, les novices ne souffrent pas forcément de la comparaison avec les plus expérimentés. Nous reviendrons plus loin sur les notions d'apprentissage et de transmission des avoir (*cf.* plus bas, p. 469-472).

Concernant les outils, les tranchants droits des lames de Petko Karavelovo semblent être moins adaptés au travail par percussion que les tranchants arrondis. Une autre utilisation de ces lames, via un autre emmanchement, nous échappe peut-être et il serait intéressant de tester leur efficacité dans d'autres activités. Toutefois, nos outils sont plutôt intéressants et efficaces pour le travail du bois, en dehors du travail d'abattage pour des arbres dont le diamètre est important. En revanche, les outils de Petko Karavelovo sont plus en adéquation avec les activités de la chaîne opératoire de mise en forme du bois d'œuvre postérieures à l'abattage. Ils sont même plutôt bien adaptés pour ces étapes et potentiellement pour la fabrication de mobiliers en bois ou d'assemblages (Guillonnet 2021, p. 42 ; *cf.* plus bas, p. 494-495). Ces outils apparaissent alors comme des instruments polyvalents dont le manque d'efficacité sur l'abattage est vite oublié par son adaptabilité aux autres tâches. Il est d'ailleurs intéressant de noter que ce n'est pas toujours l'outil le plus efficace qui apparaît le plus agréable. Il serait alors intéressant d'appréhender le temps de fabrication des lames de Petko Karavelovo et de les comparer aux temps de fabrication des plus grosses lames. Ainsi, il sera envisageable de comprendre complètement ces lames et les rapports qu'elles ont avec leur utilisateurs depuis les temps et difficultés de fabrication des outils, jusqu'à leur utilisation et leur efficacité.

Chapitre 3 – Référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée

1. Objectifs et protocole scientifique

1.1. Les objectifs

La deuxième partie du projet expérimental correspond à la construction du petit bâtiment néolithique sur la commune de Mézeray (Sarthe). Les objectifs de ces sessions de construction et d'étude de la construction sont les mêmes que les objectifs généraux du programme expérimental dans sa globalité (*cf.* plus haut, p. 293-294). Ces sessions permettent de se pencher davantage sur les objectifs principaux de ce travail : l'obtention d'un référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlés. Afin d'obtenir ce référentiel, nous reproduirons les techniques du torchis et les différents modes d'agencement des matériaux observés sur le matériel archéologique (armatures végétales et modes d'application de la terre à bâtir). Une fois incendié et démonté, le bâtiment sera l'objet d'une étude architecturale précise avec les mêmes méthodes que celles utilisées sur le matériel archéologique afin de vérifier la fiabilité de la grille de lecture du matériel archéologique mise en place sur le terrain.

La construction du bâtiment, des fondations à la charpente de toit, sera l'occasion de traiter plusieurs aspects de l'objectif historique du projet expérimental. Elle offrira la possibilité de se questionner sur les choix techniques faits par les bâtisseurs néolithiques concernant les matériaux de construction et leurs propriétés, concernant les outils, concernant les techniques d'assemblage, *etc.* Elle permettra en outre d'évaluer la quantité de matière première nécessaire et à l'impact sur le milieu de vie de ces constructions. Pour ce faire, on souhaite mettre au point un modèle théorique fondé sur le rapport entre la masse et le volume de cette terre à bâtir afin d'évaluer la quantités de matériaux utilisée pour construire un mur en fonction de ses dimensions, sa forme, son armature végétale et ses ouvertures.

Enfin, la démarche expérimentale menée à Mézeray fait l'objet d'une médiation scolaire et d'une valorisation plus large. Quatre classes de l'école élémentaire « René Busson » de Mézeray, ainsi que plusieurs habitants de la commune ont suivi le processus de construction (**fig. 5-66 et 5-67**). Il s'agissait ici de tenir compte des mises en garde évoquées régulièrement sur les dérives que peut engendrer une démarche expérimentale faite en présence du public ou avec le public (Giligny 2010). Se sont alors mis en place des temps d'expérimentation et des



Fig. 5-66 - Médiation auprès des élèves de l'école élémentaire René Busson à Mézeray lors de la session expérimentale de construction du bâtiment.



Fig. 5-67 - Lissage d'un enduit en terre avec un des écoliers, Nolan.

temps de médiation¹ relativement distincts afin de ne pas fausser les résultats expérimentaux en s'attachant à notre protocole scientifique de recherche lors des moments expérimentaux. Toutefois les moments de médiation ne se cantonneront pas à des démonstrations, il y aura également des moments participatifs dont les résultats (tant techniques qu'oraux) seront pris en compte. Les personnes venues s'intéresser aux projets ont en partie souvent un intérêt pour la construction moderne (professionnels ou amateurs) ou pour les cultures constructives anciennes et leurs remarques ainsi que leur savoir doivent être valorisé et permettent parfois de s'interroger sur nos résultats (Daune-Le Brun 2001).

1.2. Le protocole

1.2.1. Matière première et outils

Les armatures végétales sont en partie faites à partir du chêne abattu pendant la première session expérimentale quelques semaines avant la construction des murs et le matin de la construction de la charpente. En plus, des perches et des baguettes de noisetier, de bouleau, d'érable champêtre, de frêne et de seringa ont été récupérées de la taille d'arbres chez des particuliers². La terre argileuse provient du creusement de fosses agricoles sur la commune de Mézeray. C'est une terre composée en grande proportion d'argile grise (**fig. 5-68**). Les dégraissants végétaux sont du foin acheté à un agriculteur et des graminées sauvages coupées sur place et utilisées frais. Le foin est un mélange d'herbes fauchées vertes, de graminées

¹ Je tiens ici à remercier et citer Monsieur Michel Philippe, ancien directeur du Musée du Grand-Pressigny, pour les discussions que nous avons eu à ce sujet.

² Pour les noms de tous les particuliers ayant apporté leur aide au projet, cf. les remerciements.



Fig. 5-68 - Arrivée de la terre argileuse en tracteur.

fourragères et de légumineuses de type trèfle ou luzerne. L'eau provient d'une tonne à eau prêtée par la commune de Mézeray. Enfin, le terrain d'expérimentation est également mis à disposition par la Mairie de Mézeray à titre gratuit, on utilisera également la terre présente sur place.

Les outils utilisés sont présentés au premier chapitre de cette partie (*cf.* plus haut, p. 296-303). Ils n'apparaissent qu'au tout début de la chaîne opératoire de construction (creusement des tranchées de fondation et installation des poteaux). Par la suite, ce sont les mains qui prennent le relai et qui seront les seuls outils utilisés.

1.2.2. Données à enregistrer

Toutes les étapes de la construction et de l'incendie sont enregistrées par photographie et par vidéo. Pour chacune des activités, le niveau d'expérience des expérimentateurs est enregistré, ainsi que leur ressenti pendant et après la tâche, le temps de travail et enfin les outils utilisés. Ainsi, il sera possible de comparer les difficultés et les temps de travail en fonction du niveau des expérimentateurs. La même échelle de niveau que pour la session expérimentale sur le bois est utilisée.

À chaque fois que cela s'avère nécessaire un relevé papier est effectué. Pour cela, un point de géoréférencement est installé sur place, appelé R1.

Pour les armatures végétales, on note à chaque fois quel bois est utilisé, le nombre de pièces et leurs dimensions (annexes : **fig. A-023**). Pour la terre à bâtir, les mélanges sont décrits et on pèse chaque seau afin de savoir la masse de terre exacte appliquée contre les armatures végétales.

1.2.3. Le protocole

La session expérimentale s'est déroulée en plusieurs moments, pour permettre le séchage des murs en terre par exemple :

- Construction des murs (10-11 février 2020 ; **fig. 5-69**)
- Application des enduits (29 mai 2020)
- Construction de la toiture et incendie du bâtiment (9-11 octobre 2020)
- Démontage du bâtiment et prélèvement des fragments (10-11 décembre)

a. Construction des murs

Étape 1	Creusement des tranchées de fondation des murs ouest, sud et est	Largeur : 40 cm Profondeur : 40 cm Longueur : 220 cm Terre entreposée à proximité pour les étapes suivantes
	Creusement des fosses pour la préparation de la terre à bâtir	À proximité du bâtiment Une grosse fosse (env. 100 cm de diamètre) Une petite fosse (env. 60 cm de diamètre) Profondeur : 50 cm Terre entreposée à proximité pour les étapes suivantes
Étape 2	Installation des poteaux	Creusement des trous de poteau dans le fond des tranchées Cinq poteaux pour le mur sud Sept poteaux pour le mur ouest Trois poteaux pour le mur est Remblai des tranchées ouest et sud avec la terre extraite de leur creusement Remblai des deux tiers de la tranchée est
Étape 3	Mise en place des clayonnages	Clayonnage lâche pour le mur ouest (équipe « niveau 3 » ou « niveau 4 »), utilisation de différentes essences végétales Clayonnage serré pour le mur sud (équipe « niveau 3 » ou « niveau 4 ») utilisation seulement de noisetier Clayonnage serré sur un mur témoin (mur n° 5 ; équipe « niveau 1 ») utilisation au maximum de noisetier Cinq poteaux pour le mur sud Sept poteaux pour le mur ouest Trois poteaux pour le mur est
	Préparation de la terre à bâtir	Deux personnes dans la grande fosse Une personne dans la petite fosse Fouillage au pied Foin arraché du round baller Relevé des quantités de matière première issues de chaque fosse Préparation d'une terre à bâtir directement sur la source d'argile

Fig. 5-69 - Tableau récapitulatif des étapes de construction des murs du bâtiment expérimental.

Étape 4	Préparation de l'armature végétale du mur est avec un double parement de bois discontinu	Mise en place des poteaux externes du mur au niveau des limites de la tranchée de fondation Sept poteaux pour le parement extérieur Cinq poteaux pour le parement intérieur Remblai du dernier tiers de la tranchée de fondation Mise en place des deux premières planches basses du coffrage avec brèlage des planches aux poteaux et entre elles d'un parement à l'autre
	Préparation des poteaux jointifs du mur nord	Creusement du sillon de fondation (env. 10 cm de large pour 10 cm de profondeur) Mise en place des traverses par brèlage aux poteaux corniers Mise en place des poteaux Brèlage de certains poteaux aux traverses
	Application de la terre à bâtir sur les clayonnages	Application de la terre à bâtir issue des fosses par projection contre le clayonnage serré (sud) Application de la terre à bâtir fabriquée sur le tas contre le clayonnage lâche (ouest)
Étape 5	Remplissage du mur est	Remplissage avec de la terre à bâtir, de la terre du creusement des fosses et les restes de baguettes des clayonnages Mise en place régulière de planches pour le coffrage et montage progressif du mur
	Application de la terre à bâtir sur les poteaux jointifs	Application de la terre à bâtir fabriquée sur le tas pour le parement extérieur Application de « briquettes » contre le parement intérieur
Étape 6	Pose d'enduits	Quelques semaines plus tard Pose d'un enduit plus finement dégraissé contre les murs (env. 5 cm d'épaisseur)

Fig. 5-69 (suite) - Tableau récapitulatif des étapes de construction des murs du bâtiment expérimental.

b. Construction de la charpente et incendie

La construction de la charpente suit un ordre logique, avec d'abord la mise en place des poteaux faîtiers, de la panne faîtière, des sablières hautes sur les murs ouest et est, puis des chevrons. Viennent ensuite les liteaux sur lesquels une couverture sommaire de paille est installée à l'aide de corde et de perches de bois. Toutes les pièces de bois sont brêlées à l'aide de cordage végétal. Enfin, les pignons sont comblés par des panneaux de clayonnage serrés non hourdis. Avant la fermeture du bâtiment, les artefacts à installer à l'intérieur sont installés en fonction des demandes des différents collaborateurs.

L'incendie est allumé au sol depuis l'angle sud-ouest du bâtiment. Photographiées et filmées, les étapes de l'incendie font l'objet d'une prise de notes détaillées.

c. Fouilles et relevés. Prélèvement et étude des fragments

Après l'incendie, un relevé du bâtiment photographique et papier du bâtiment sont effectués. Puis, il est fouillé et le matériel prélevé.

Un démontage des murs est réalisé. On prélève un tiers de chaque mur afin d'étudier les fragments. La même méthodologie d'étude que celle suivie pour l'analyse des collections archéologiques est appliquée.

2. Historique de la recherche

La littérature concernant les constructions en terre et/ou en bois est très abondante. Elle s'étend des traités théoriques de construction modernes aux connaissances archéologiques en passant par de nombreux travaux expérimentaux et ethnographiques. Il ne convient pas ici de réaliser l'historique complet des recherches portant sur ces constructions, historique déjà entrepris par plusieurs chercheurs (De Chazelles et Klein 2003 ; Guillaud *et al.* 2007 ; De Chazelles *et al.* 2011, 2018). De même, la question des constructions en terre et bois expérimentales aux protocoles plus ou moins scientifiques est courante dans la littérature, notamment avec des visées propre à la médiation culturelle.

Bien que notre démarche expérimentale visant l'obtention d'un référentiel de fragments incendiés de terre à bâtir provenant de murs en torchis soit inédite, elle s'inscrit dans la continuité de plusieurs travaux. En effet, la création de référentiels de terre à bâtir brûlée n'est pas nouvelle. Si on exclut tous les travaux expérimentaux sur du matériel céramique, il convient de citer ceux pionniers menés à Dikili Tash par S. Prévost-Dermarkar qui ont mis en place un référentiel de fragments issus de structures de combustion néolithiques (Prévost-Dermarkar 2019, p. 7 et 18)³.

Toutefois, la majorité des travaux expérimentaux sur la destruction par incendie des constructions en terre et en bois concernent l'intentionnalité de ces destructions au Néolithique dans les Balkans, notamment à propos de la culture Cucuteni, sujet tant discuté depuis près de trente ans (*cf.* Chapman 1999). Ce débat a entraîné quelques programmes expérimentaux qu'il convient de mentionner.

Au total, sept programmes expérimentaux concernent des reconstitutions préhistoriques en terre et bois qui ont été incendiées. Il est possible de les ranger dans quatre catégories. La première concerne des incendies survenus accidentellement sur les archéosites de Lejre (Danemark) en 1958 (Coles 1973, p. 64) et d'Archeon (Hollande) en 1995 (Flamman 2004). La deuxième concerne des incendies expérimentaux menés avant l'arrivée de l'hypothèse

³ Un projet visant à poursuivre ces investigations expérimentales et à les diriger vers l'obtention d'un référentiel de fragments de terre à bâtir provenant de murs avait été entamé. Il s'est toutefois cantonné à la construction et à l'incendie, sans étude exhaustive du matériel expérimental ensuite (Prévost-Dermarkar 2019, p. 39 et 52).

sur leur caractère intentionnel (Tringham et Krstič 1990 ; Tringham 1992). Il s'agit, d'une part, des expérimentations menées par H.-O. Hansen à Lejre dans les années 60 (Hansen 1966, Rasmussen 2007) qui cherche à apporter des données sur les techniques de construction protohistoriques et, d'autre part, de l'incendie d'une maison en ruine construit en torchis avec un double parement de bois discontinu en Serbie (Bankoff et Winter 1979). Ces deux programmes tentent de comprendre les altérations des constructions en bois et en terre et de comparer les vestiges obtenus après incendie expérimental à ceux connus archéologiquement. Il est d'ores et déjà important de noter un certain nombre de biais dans ces expérimentations, engendrés par l'utilisation d'un bâtiment moderne, avec l'utilisation de techniques d'assemblage modernes (cloutage principalement) pour lier les pièces de bois (Bankoff et Winter 1979).

La troisième catégorie se rapporte à trois programmes expérimentaux fondés sur les travaux de recherche sur les bâtiments des cultures Cucuteni et Trypillia, mis en place après la naissance de l'idée sur les incendies volontaires. Le premier mentionne clairement avoir pour objectif de comprendre le processus de destruction des bâtiments lors d'un incendie volontaire en se fondant sur différents paramètres, notamment la température durant les incendies et l'état des matériaux post-destruction (Cotiugă 2009, p. 303-304). Le protocole mis en place s'appuie sur la destruction de quatre bâtiments expérimentaux : deux simulant des incendies involontaires, les deux autres des incendies volontaires. Alors même que les techniques de construction néolithiques ont été respectées lors de l'érection des bâtiments, elles sont très peu exploitées dans les publications qui se cantonnent à alimenter le débat sur l'origine des incendies (Cotiugă 2009, p. 319). Le deuxième programme a notamment pour objectif de référencer clairement les techniques de construction utilisées en se fondant sur une bibliographie archéologique solide (Gheorghiu 2008, p. 56). Toutefois, l'objectif principal est une nouvelle fois de tenter d'apporter de nouveaux arguments pour corroborer l'intentionnalité des incendies. Si, lors des premières présentations des objectifs du projet, l'idée de créer une base regroupant toutes les données sur les fragments de terre à bâtir est mentionnée (Cavulli et Gheorghiu 2008, p. 41-42), elle n'apparaît plus dans les publications présentant les résultats (Gheorghiu 2008, p. 64). Enfin, le troisième programme est le dernier pour le moment à s'intéresser aux cultures Cucuteni et Trypillia. Il s'est attaché à la reconstitution de deux bâtiments néolithiques Trypillia (Johnston *et al.* 2018, 2019). Si l'étude du matériel architectural a, une nouvelle fois, été l'occasion de corroborer l'hypothèse sur l'intentionnalité des destructions par incendie, elle a également permis sur une dizaine de lignes de mentionner quelques résultats sur les empreintes des armatures végétales, et plus précisément sur leurs orientations après la chute et la fouille des bâtiments (Johnston *et al.* 2018, p. 405-406). Toutefois, l'exploitation de ses résultats pose

problème Toutes les étapes de construction ont en effet été réalisées à l'aide d'outils modernes et le bois utilisé principalement est du pin sous la forme de pièces équarries achetées dans le commerce (Johnston *et al.* 2019, p. 65-67). De même, les bâtiments n'ont pas de fondation et les armatures en bois reposent sur des sablières basses. Les murs sont faits en colombages simples à l'intérieur desquels se trouvent de petits panneaux de clayonnage hourdis de terre (Johnston *et al.* 2019, p. 66). Ces techniques ne présentent aucune compatibilité avec celles attestées au Néolithique. De même, les pièces de charpente sont, selon les images publiées, liées les unes aux autres à l'aide de clous ou de vis comme Le rendu global esthétique est plutôt abouti, mais les techniques utilisées ne sont pas appropriées.

Enfin, la quatrième catégorie est représentée par un seul programme. Non publié pour le moment, ce programme a fait l'objet d'une communication en 2021 au *12th Experimental Archaeology Conference* par D. Pomstra *et al.*⁴. Complet et très bien documenté, ce programme expérimental s'attache à comprendre très précisément les données de construction (techniques, économiques et sociales), mais également celles de destruction après un certain temps d'utilisation d'un bâtiment néolithique. Enfin, l'abandon des vestiges pendant un temps avant leur fouille permet également les processus post-destruction. Pour le moment, aucun résultat quant à l'étude exhaustive des fragments de terre à bâtir et notamment des empreintes des pièces de bois n'ont été diffusés.

Ainsi (en exceptant le programme de D. Pomstra, non publié pour le moment), il existe des travaux expérimentaux sur la construction néolithique en terre et en bois dans les Balkans, toutefois, ces expérimentations ne sont jamais fondées sur l'étude exhaustive et fine de tous les fragments de terre à bâtir des bâtiments découverts et de toutes les empreintes de bois qu'ils arborent. Elles se cantonnent à une observation large des vestiges architecturaux permettant un rendu global de l'architecture. Dans ce sens, les données acquises suite à l'expérimentation sont obligatoirement biaisées et ne peuvent pas permettre l'obtention de résultats fiables qu'il s'agit de résultats techniques d'une part, mais également de résultats précis sur le processus de destruction d'autre part.

⁴ Diederik Pomstra, Annelou van Gijn, Annemieke Verbaas et Leo Wolterbeek, *A House Biography: Building and Burning an Experimental Reconstruction of a Neolithic House*, [communication en ligne]. URL : <https://www.youtube.com/watch?v=vCEW9kRKzlw&t=1>

3. Construire les murs

3.1. Préparer les fondations

Le bâtiment possède quatre murs chacun construits avec un mode d'agencement différent. Le protocole établi en amont a alors été suivi afin d'adapter les faits et gestes expérimentaux aux données et réflexions archéologiques, ethnographiques et techniques.

Le mur nord possède une armature en poteaux jointifs. Les données de fouille acquises sur le site de Dikili Tash principalement et corroborées par d'autres sites indiquent régulièrement l'absence de tranchée de fondation sous ce type d'armature (*cf.* plus haut, p. 55 et 259 ; Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 218). Les trois autres murs présentent des armatures végétales qui nécessitent le creusement de tranchées de fondation. Elles sont longues de 250 cm, larges d'une cinquantaine de centimètres et profondes d'environ 40 cm (**fig. 5-70**). Au total, environ 750 cm de tranchée sont creusés pour un volume de terre équivalent à 1,5 m³. La préparation des fondations dans sa quasi-totalité est réalisée par deux individus de niveau « 4-expert ». Un troisième individu de niveau « 2-familier » aide régulièrement les deux premiers.

Les outils utilisés sont les Pioches_1/2/3 en bois, le Pic_1 en bois de cerf, ainsi que les Houe_1 et Pelle_1 en omoplate de bovidé (**fig. 5-71, 5-72 et 5-73**). Les tranchées sont d'abord grossièrement tracées au sol à l'aide d'une pioche (**fig. 5-71**). Elles sont ensuite creusées par deux personnes en continu et une troisième personne sur la deuxième moitié du temps de travail. Le sol étant très sableux, et par conséquent meuble et sans pierre, les expérimentateurs ne notent aucune difficulté particulière. Cette tâche a duré 69 minutes.



Fig. 5-70 - Vue vers le sud. Creusement des tranchées de fondation des murs terminées. Éch. bâton appointé = 1m.



Fig. 5-71 - Début du creusement des tranchées. On les délimite à l'aide d'une pioche en bois (Pioche_1 ; premier plan). Au deuxième plan, travail à la Houe_1 après avoir creuser à la Pioche_2.



Fig. 5-72 - Creusement à l'aide d'une pioche en bois (Pioche_2).



Fig. 5-73 - Utilisation de la Pelle_1 et la Houe_1 en omoplate de bovidé pour extraire le sédiment.

Suite à l'étude architecturale du site de Petko Karavelovo, on sait que la majorité des trous de poteau sont creusés avant d'y installer les poteaux (cf. plus haut, p. 173-175). Lors de l'expérimentation, les trous sont creusés à l'aide d'un bâton appointé enfoncé à force et/ou sur lequel on frappe avec un maillet de bois (Percuteur_6 ; **fig. 5-74**). Dans l'hypothèse où les poteaux seraient d'une hauteur proche de 200 cm, à l'instar de ce qu'on envisage pour les constructions de Petko Karavelovo ou de Dikili Tash, il serait d'ailleurs difficile de les enfoncer directement dans le sol. Le creusement préalable des trous permet de contourner cette difficulté.

Les trous ont une profondeur d'environ 30 cm sous la tranchée de fondation. Suite à une réflexion sur les poteaux corniers qui permettent de chaîner les armatures des différents pans entre eux, on décide de creuser des trous légèrement plus profonds : 35 à 45 cm sous la tranchée de fondation. À plusieurs moments, de l'eau est apparue au fond des trous. Les poteaux ont des fondations de près de 70 à 80 cm sous la surface du sol.

Les trous sont plus larges que les poteaux et sont circulaires contrairement aux poteaux, qui ont des sections demi-circulaires ou pseudo-triangulaires. Enfin, les trous sont creusés dans le fond de la tranchée, sont espacés régulièrement en fonction du nombre nécessaire à la construction de l'armature végétale. Le mur ouest dont l'armature est un clayonnage lâche est composé de sept poteaux dont les deux corniers. Le mur sud, en clayonnage serré, a cinq poteaux dont deux corniers. Enfin, le mur est, fait en torchis avec un double parement de bois discontinu, n'a que trois poteaux dont deux corniers. Le creusement de ces 13 trous a demandé 15 minutes de travail pour un individu.



Fig. 5-74 - Creusement des trous de poteau dans la tranchée de fondation à l'aide d'un Bâton_appointé_1 et d'un maillet (Percuteur_6).

3.2. Mise en place des armatures végétales des murs

3.2.1. Mise en place des poteaux et comblement des tranchées

Avant de se lancer dans la fabrication des armatures, les poteaux sont mis en place dans les trous de poteaux. En plus d'avoir des trous de poteau plus profonds, les quatre poteaux corniers font l'objet d'une sélection particulière afin de choisir les pièces de bois les plus robustes (**fig. 5-75**). Sont ensuite installés les autres poteaux. Afin de les ancrer complètement dans le sol, mais également d'homogénéiser la hauteur des poteaux, plusieurs coups de maillet sont portés (Percuteur_6 ; **fig. 5-76**). En sachant qu'on cherche à obtenir un mur d'une hauteur de 100 cm, les pièces de bois utilisées mesurent donc environ 170-180 cm. La mise en place de tous les poteaux a duré 32 minutes à deux personnes de niveau « 4-expert ». Tous ces poteaux sont en chêne.



Fig. 5-75 - Mise en place des poteaux corniers.



Fig. 5-76 - Mise en place des autres poteaux.

Une fois les poteaux installés, cinq personnes comblent les tranchées. Le comblement est fait en trois couches superposées qui sont tassées avant l'ajout de la couche suivante. La terre est tassée avec les pieds et avec des maillets (Percuteur_6). Pour charrier la terre, laissée à proximité des tranchées au moment de leur creusement, on utilise les houes et la pelle. Pour ramener de la terre de plus loin, on remplit une peau de cerf qu'on apporte ensuite jusqu'aux tranchées (**fig. 5-77**). Le remblai des tranchées dure environ 45 minutes pour cinq personnes en moyenne.



Fig. 5-77 - Comblement des tranchées de fondation après l'installation des poteaux.

3.2.2. Clayonnage

Trois armatures en clayonnage sont finalement faites : celle du mur ouest du bâtiment (clayonnage lâche), celle du mur sud (clayonnage serré) et celle d'un mur annexe appelé « mur n° 5 » (clayonnage serré) (fig. 5-78 et 5-79). Les poteaux étant déjà en place, les temps et les difficultés de réalisation concernent l'installation de baguettes de clayonnage. Les diamètres des baguettes sont variables d'une baguette à l'autre, et d'une extrémité à l'autre de chaque baguette. Au niveau de leur section de coupe, elles varient généralement entre 0,5 cm et 2,8 cm.



Fig. 5-78 - *Vue vers le nord-est de l'armature en clayonnage lâche du mur ouest et en clayonnage serré du mur sud. Éch. hauteur du poteau cornier = 1 m.*



Fig. 5-79 - *Armature en clayonnage serré du mur n° 5. Éch. hauteur maximale du clayonnage = 1 m.*

L'armature du mur ouest est érigé par un individu de niveau « 3-connaisseur » (fig. 5-80). Parmi les sept poteaux de ce mur, cinq sont des quarts et deux sont des demi-rondins. Leur largeur moyenne est de 6,4 cm. Le diamètre d'origine moyen des futs utilisés est 10,9 cm. Après quelques discussions, il est décidé de laisser un espace de la taille d'une main environ entre les pièces de bois. Cette moyenne n'est pas strictement respectée et est aménagée en fonction de la situation. Ainsi, l'espace entre les baguettes est d'environ 5 à 7 cm, mais il n'est pas rare au niveau des poteaux que cet écart soit réduit, voire nul. Cette armature comprend des baguettes issues de différents arbres taillées deux semaines avant la session expérimentale : noisetier, seringua, érable champêtre et frêne (annexes : fig. A-023). Ces pièces de bois sont parfois trop courtes pour couvrir toute la longueur du mur. En termes de rangée, on obtient au niveau du deuxième poteau depuis le nord : neuf baguettes du côté externe au bâtiment et dix baguettes du côté interne ; et au niveau du cinquième poteau depuis le nord : neuf baguettes du côté externe et 13 baguettes du côté interne. Au total, 21 baguettes longues 200 cm et aux diamètres *maxima* de 2,8 cm sont donc nécessaires pour cette armature de 100 cm de haut. La construction du clayonnage lâche a demandé 40 minutes à l'individu de niveau « 3-connaisseur » qui note deux avantages importants : « *très rapide et économique en matière première* » (EG). Toutefois, il

mentionne une « *seule difficulté : la nature cassante de certain bois (l'érable champêtre par exemple)* ». Il ne semble pas que cette difficulté incombe à une taille prématurée des arbres, mais bien à l'essence en elle-même. On note que cette essence est connue pour cette fonction architecturale dans la construction de Petko Karavelovo.

Le mur sud a une armature en clayonnage serré réalisée par deux individus de niveau « 3-connaisseur » et « 1-débutant ». Cette armature est exclusivement en noisetier sur les poteaux de chêne déjà mis en place précédemment (**fig. 5-81**). Ces poteaux (cinq quarts de rondin) ont une largeur moyenne de 7 cm, pour un diamètre moyen d'origine proche de 14 cm. Les relevés du nombre de baguettes se sont faits sur les deuxième et quatrième poteaux depuis l'ouest. On note respectivement 41 baguettes internes et 39 externes, ainsi que 38 baguettes internes et 39 externes. Théoriquement, 78 baguettes longues de 200 cm et aux diamètres *maxima* de 2,8 cm permettent donc de fabriquer un clayonnage serré sur 100 cm de haut. Cette tâche a duré 50 minutes sans qu'aucune difficulté particulière ne soit relevée : « *Pas de difficulté particulière dans la mise en œuvre. L'écart entre les piquets et le diamètre des branches de noisetier utilisées, n'a pas posé de souci pour le montage du clayonnage* » (PG). On note toutefois l'importance d'alterner le sens des baguettes utilisées, c'est-à-dire de superposer alternativement la section de coupe et l'extrémité des baguettes, afin d'élever de niveau le clayonnage : « *Il faut veiller à bien gérer l'alternance des branches en fonction de leur diamètre si l'on veut réaliser un clayonnage droit* » (PG).

Enfin, une troisième armature en clayonnage serré est faite pour le mur n° 5. Il est réalisé par deux individus de niveau « 1-débutant » et permet de comparer le ressenti et le temps de travail entre un équipe composée uniquement de novices et une autre comprenant un individu expérimenté (**fig. 5-82**). Même si la majeure partie des branches utilisées sont en noisetier, quelques autres essences (seringua, érable champêtre et frêne) sont utilisées afin de compléter le clayonnage. De même, les baguettes utilisées sont plus courtes et ont des diamètres inférieurs variant entre 0,5 et 1 cm. Les poteaux s'élevant à plus de 100 cm au-dessus de la surface du sol, la fabrication du clayonnage s'est arrêtée à cette hauteur précise.

À l'instar du mur sud, le relevé du nombre de baguettes s'est fait sur les deuxième et quatrième poteaux depuis l'ouest. On note respectivement 60 baguettes internes et 57 externes, ainsi que 65 baguettes internes et 52 externes. Théoriquement, 117 baguettes longues 200 cm ayant des diamètres inférieurs à 1 cm permettent donc de fabriquer un clayonnage serré sur 100 cm de haut. Le montage du clayonnage du mur n° 5 a duré 64 minutes et si l'on prend en compte les difficultés supplémentaires liées au matériau (dimensions des baguettes), les temps de travail entre les deux groupes de travail sont tout à fait comparables.



Fig. 5-80 - Construction de l'armature en clayonnage lâche du mur ouest.



Fig. 5-81 - Construction de l'armature en clayonnage serré du mur sud.



Fig. 5-82 - Construction de l'armature en clayonnage serré du mur n° 5.

Les deux personnes novices ne mentionnent d'ailleurs pas non plus de difficulté particulière : « *très facile à faire, une fois que le principe est compris* », « *rapide à faire* » (CB), outre la qualité des baguettes qui restaient pour la construction de cette armature : « *[utilisation des] branches qui restaient pour le faire, donc pas que du noisetier et pas toujours suffisamment longues* » (CB) ; « *on l'a fait sous la pluie et avec les branches qui n'avait pas été utilisées (trop courtes). Le résultat n'est pas aussi net ni régulier et on a eu un peu de mal à garder une épaisseur constante. Le choix et la longueur des branches est vraiment déterminante pour la réalisation. On a utilisé 2 ou 3 branches pour chaque longueur de mur* » (JB). L'essence et les dimensions des baguettes jouent vraiment un rôle important dans la construction de ces armatures. Généralement, les difficultés liées à la qualité des matériaux sont rapportées par les individus expérimentés, les néophytes n'ayant pas toujours assez de recul sur les tâches pour pouvoir juger cet aspect. Avoir ce type de jugement est même assez souvent un critère sur le niveau du travailleur. Il semble ici que la fabrication des clayonnages soit une tâche pour laquelle les novices acquièrent rapidement de l'expertise. Après quelques essais et quelques mises en place de baguettes, chacun est capable de juger de manière analogue la situation. Malgré ces données, les individus plus expérimentés restent plus efficaces en termes de temps de travail.

La principale différence que l'on peut noter entre les deux groupes concerne leurs attitudes et leur vision de la tâche. En effet, Julia Bude exprime le plaisir qu'elle a pris à réaliser cette activité : « *j'ai bien aimé faire le clayonnage, la sensation de tresser un mur est vraiment sympa* ». De même, Clémence Bernard mentionne que le « *résultat est très satisfaisant* », exprimant sa satisfaction à avoir réalisé la tâche. Beaucoup plus porté sur l'activité que sur son propre ressenti, Philippe Guillonnet ne mentionne à aucun moment si la tâche a un côté ludique et plaisant pour lui. On est dans un lexique professionnel.

3.2.3. Poteaux jointifs

L'armature en poteaux jointifs du mur nord ne nécessite pas de tranchée de fondation si on s'attache aux données architecturales connues à Dikili Tash, à Orlitsa et à Avgi (Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 216-218 ; Stratouli et Kloukinas 2020⁵). Toutefois, il a été noté au moment de la fouille de la Maison 4 de Dikili Tash qu'un léger sillon pouvait être présent afin de caler la base des poteaux. Le creusement du sillon de 200 cm sur 10 cm de large et 10 cm de profondeur n'a pris que 9 minutes à l'aide d'une pioche en bois.

⁵ Cf. note 20 p. 259 de ce mémoire.

La mise en place de l'armature en poteaux jointifs est réalisée par deux individus de niveau « 3-connaisseur ». La première tâche consiste à installer les quatre traverses horizontales qui rejoignent les poteaux corniers. Ces traverses dont les diamètres varient entre 1,5 et 3 cm sont attachées à l'aide de liens végétaux aux poteaux corniers (fig. 5-83). Par paire, elles sont installées à une vingtaine de centimètres au-dessus du sol, ainsi qu'à une quinzaine de centimètres du haut des poteaux.

On vient alors disposer les poteaux entre les traverses qui les maintiennent en place (fig. 5-84). Il est important de choisir les pièces de bois qui sont juxtaposées les unes aux autres en fonction de leur morphologie suite à la refente des tronçons de bois. Cette notion est notamment rappelée par les deux expérimentateurs : « *le travail de refend a permis d'avoir des bois homogènes qui ont pu être approchés facilement les uns des autres* » (PG et EG). Ainsi le fait d'avoir refendu les rondins de bois permet, en plus de multiplier le nombre de pièces de bois, d'avoir une armature de bois homogène et cohérente, avec des pièces qui ne sont pas juste posées les unes à côté des autres, mais qui sont en interaction.

À plusieurs endroits, les traverses sont liées l'une à l'autre afin de resserrer la structure, de maintenir plus fermement les poteaux et de limiter les espaces entre ces derniers (fig. 5-85). Plusieurs poteaux



Fig. 5-83 - Brélage des traverses à un des poteaux corniers avec un lien végétal.



Fig. 5-84 - Installation des poteaux entre les traverses.



Fig. 5-85 - Lien permettant de serrer les deux traverses l'une vers l'autre.

sont brûlés aux traverses, à l'image de ce qui est connu sur le site de Dikili Tash afin de renforcer la stabilité de l'armature de manière régulière (**fig. 5-86**). Pour l'armature du mur nord, ce sont les poteaux 5, 6, 17 et 18 depuis l'est qui sont ainsi attachés.



Fig. 5-86 - Lien permettant de brûler un poteau à une traverse.

Au total, 21 poteaux dont les deux corniers sont installés entre les traverses : 13 en chêne et 8 en châtaignier (annexes : **fig. A-023**). Ces poteaux ont une largeur moyenne de 7,4 cm, pour un diamètre moyen d'origine proche de 14 cm. Cette tâche a demandé 27 minutes aux deux personnes concernées qui précisent qu'elle ne présente « *pas de difficulté* » (PG et EG). À ce stade toutefois, une interrogation ressort sur la cohésion du mur global lorsque la terre à bâtir sera appliquée : « *Technique douteuse structurellement ... dans la cohésion de l'ensemble des trois couches de matériaux* » (EG).

3.2.4. Torchis avec un double parement de bois discontinu

a. Le modèle archéologique

La mise en place de l'armature en bois du torchis avec un double parement de bois discontinu est beaucoup plus soumise à réflexion que les précédentes puisqu'il s'agit d'un mode d'agencement inédit pour l'ensemble des expérimentateurs. L'étude architecturale du deuxième état du mur nord du Bâtiment 127 du site de Petko Karavelovo a révélé l'utilisation de planches horizontales sur les parements internes et externes du mur. Ces planches se trouvent d'ailleurs contre les faces extérieures des poteaux périphériques du mur. Ces poteaux

semblent principalement s'apparenter à des planches. L'étude du mur sud du Bâtiment 67 avait également montré l'utilisation du torchis avec un double parement de bois discontinu. Cette fois un des parements présente un coffrage de bois aux planches verticales.

Pour le mur est du bâtiment expérimental, on s'attache à reproduire la structure connue du deuxième état du mur nord du Bâtiment 127. Les explications sur la mise en place de l'armature végétale et celles sur l'application de la terre à bâtir sont dissociés ici dans un premier temps, les deux sont en réalité intimement liées comme on le verra juste après.

b. L'expérimentation

Les poteaux périphériques du mur est sont des pseudo-planches obtenues par refente radiale successive. Sept d'entre eux sont disposés à intervalle régulier pour le parement externe du mur : depuis le nord, trois sont en châtaignier et quatre en chêne. Ces poteaux ont une largeur moyenne de 6,1 cm, pour un diamètre moyen d'origine proche de 14,3 cm. Le parement interne est composé de cinq poteaux pseudo-planches : trois en châtaignier et deux en chêne. Ces derniers ont une largeur moyenne de 7,7 cm, pour un diamètre moyen d'origine proche de 15,4 cm. La mise en place des poteaux par deux individus de niveau « 3-connaissseur » dure 12 minutes, soit une minute par poteau. Les poteaux sont posés à leur place, puis quelques coups de maillet (Percuteur_6) permettent de les enfoncer dans le sédiment de la tranchée de fondation (**fig. 5-87**). Ces poteaux auraient pu ne pas être enfoncés dans le sol, afin de refléter exactement la réalité archéologique. Il aurait alors fallu fonder les poteaux aux extrémités et utiliser une traverse pour les maintenir en place. Toutefois, les quelques coups de maillet (Percuteur_6) portés ne les enfoncent pas profondément dans le sol. Il s'agit simplement de les maintenir verticalement le temps d'installer les premières planches ou pseudo-planches du coffrage. Cet enfoncement serait relativement difficile à observer lors des fouilles.



Fig. 5-87 - Installation des poteaux des parements.

Les planches utilisées pour réaliser les parements de ce mur sont des pièces de bois modernes de récupération. Il s'agit de reconstituer la technique de construction générale. Ces planches sont alors installées en vis-à-vis les unes aux autres contre les poteaux périphériques (**fig. 5-88**). Elles sont ensuite brêlées par paire à l'aide d'un lien végétal au niveau des poteaux périphériques (**fig. 5-89**) ; ainsi lorsque la terre sera mise en place et tassée, le risque de voir les deux parements s'écarter, voire se casser, est pratiquement nul à condition que les liens ne rompent pas. Ces planches ont une largeur moyenne de 10,6 cm, pour une étendue de 5 à 16 cm. Suite à l'expérimentation menée sur le bois de construction décrite plus haut, il semble d'ailleurs très probable que les pièces archéologiques s'apparentaient plutôt à des pseudo-planques. En se fondant sur les découvertes archéologiques, on ne met pas en place un coffrage continu, mais simplement assez dense pour qu'il maintienne la terre en place. Les brêlages des planches sont réalisés par les deux individus « 3-connaisseur ». Ces derniers ne remettent pas en question la structure en bois du mur malgré les interrogations préalables qui ont été soulevées : « *la pose des planches à l'extérieur des piquets n'a pas posé de soucis* » (PG et EG). Toutefois, la technique d'assemblage des pièces de bois ne les satisfait pas entièrement : « *se pose la question des techniques d'assemblage des deux rangées de poteaux. Le fait de lier des poteaux opposés permet de leur éviter de s'écarter mais nécessite de faire attention lors du remplissage pour ne pas rompre ces liens qui traversent toute l'épaisseur du mur* » (PG et EG). Il n'est pas possible de donner un temps de construction de l'armature végétale seule, puisque le comblement de terre était fait en même temps. Ainsi, seul le temps de construction général du mur peut être établi une fois la terre mis en place (*cf.* plus bas, p. 398).



Fig. 5-88 - Mise en place des planches formant le double parement du mur.



Fig. 5-89 - Exemple de brêlage des planches au niveau des poteaux des parements.

3.3. La terre à bâtir

3.3.1. Préparation

La terre à bâtir utilisée est composée de terre argileuse, d'eau et de dégraissant végétal. Il peut arriver que le mélange semble trop collant et qu'on y rajoute de la terre issue du creusement des tranchées de fondation et des fosses de préparation.

a. Creusement des fosses de préparation

En suivant le protocole expérimental qui prévoyait la préparation de la terre à bâtir en fosse, deux fosses sont creusées : une large (fosse n° 1) et une petite (fosse n° 2). On souhaite ainsi comparer les modalités de préparation de la terre à bâtir dans des fosses aux dimensions différentes.

La fosse n° 1 est creusée par quatre individus de niveau « 2-familier » à l'aide du Bois_de_cerf_1, du Pic_1 en bois de cerf et des Bâtons_biseautés_1/Bâtons_appointés_1 (fig. 5-90). La terre est évacuée à l'aide des Houe_1 et Pelle_1 en omoplate de bovidé. Deux personnes décaissent et deux évacuent la terre. Cette fosse a un diamètre moyen de 145 cm à son ouverture



Fig. 5-90 - Creusement de la fosse n° 1 pour la préparation de la terre à bâtir. Utilisation de la Pioche_3 à gauche, du Bois_de_cerf_1 au fond, d'un Bâton_appointé_1 à droite et de la Houe_1 au premier plan. Bâton_biseauté_1 posé au premier plan.

et 115 cm au fond pour une profondeur de 30 cm (**fig. 5-91a**). Un volume de 0,4 m³ de terre est retiré en 45 minutes de travail.

Le creusement de la fosse n° 2, plus petite, est commencé à trois personnes, mais très rapidement la fosse devient trop étroite et nous oblige à réduire l'équipe à deux individus de niveau « 2-familier ». Les mêmes outils que pour la fosse n° 1 sont utilisés. Cette fosse est alors prête en 35 minutes de travail. Elle a un diamètre moyen à l'ouverture de 92,5 cm et un diamètre moyen au fond de 64 cm. Sa profondeur est de 34 cm (**fig. 5-91b**). Le volume de terre retiré est de 0,16 m³.



Fig. 5-91 - Les deux fosses prêtes à l'emploi. Éch. trait noir = 50 cm . a. fosse n° 1 ; b. fosse n° 2.

Les difficultés rencontrées par les individus de niveau « 2-familier » concernent principalement les bâtons appointés et biseautés : « je n'ai participé qu'à la fosse n° 1. Au début avec un bâton à fouir, mais je n'ai pas vraiment trouvé le bon geste donc peu efficace » (JB) ; « bâton à fouir reste difficile à utiliser, surtout pour la fosse n° 2 plus petite » (CB). Afin de contrer ce problème, Philippe Guillonnet conseille de prendre des bâtons plus larges et de l'utiliser avec un angle d'attaque réduit par rapport à la surface du sol, en posant un genou au sol et en réalisant un mouvement proche de celui de l'utilisation d'une rame. Suite à ces conseils, certains trouvent l'utilisation des bâtons « plus efficace et plus agréable » (TL). Pour les autres outils, Clémence Bernard note que les parties actives de certains outils ne sont pas assez lourdes pour être efficaces : « pioche en bois avec un angle peu pratique et tête pas assez lourde, donc nécessité d'un peu d'effort pour creuser » (CB). En revanche, plusieurs mentionnent l'efficacité, la maniabilité et la polyvalence d'un bois de cervidé brut : « puis utilisation du bois de cerf comme pioche et pour déplacer la terre, très solide et maniable, facile à utiliser et très efficace » (JB) ; « utilisation de plusieurs outils. Bois de cervidé pratique pour creuser la couche supérieure » (CB), notamment en utilisant les andouillers hauts comme poignée et l'andouiller de massacre comme partie active (**fig. 5-92**).



Fig. 5-92 - Utilisation d'un bois de cerf brut (Bois_de_cerf_1) pour le creusement de la fosse n° 1.

D'un point de vue général, la tâche leur a paru simple et ne présentant que peu de difficultés : « *beaucoup plus rapide que ce que je pensais en utilisant des outils néo. Le fait de creuser dans le sable est quand même la raison principale de la facilité de creusement* » (JB) ; « *une fois le rythme pris, assez facile à faire* » (CB).

Si on tente de comparer le creusement des fosses de préparation à celui des tranchées de fondation, il semble que l'expérience dans le maniement d'outils en bois animal ou végétal augmente l'efficacité. En effet, le creusement des 1,5 m³ de terre des tranchées de fondation avait demandé 69 minutes à des individus habitués aux outils néolithiques, soit 10 minutes de moins pour près de trois fois plus de terre par rapport aux creusements des fosses par des individus de niveau « 1-débutant ».

b. Le torchis

La préparation de la terre en fosse pour le torchis est faite par foulage au pied (fig. 5-93a). On utilise également des bâtons biseautés et parfois les pioches en bois pour réussir à mélanger de la manière la plus homogène possible la terre argileuse, l'eau et le dégraissant (fig. 5-93b). Bien entendu, l'utilisation des mains est continue afin mélanger la terre à bâtir en raclant la paroi et le fond des fosses. Le dégraissant utilisé pour la réalisation du torchis est du foin dont les tiges ont un diamètre ou une épaisseur d'env. 3-5 mm. Le foin est déchiré à la main en tige d'une trentaine de centimètres de long, puis est ajouté en vrac dans le mélange.



Fig. 5-93 - Préparation de la terre à bâtir dans la fosse n° 2. a. foulage au pied ; b. utilisation d'un bâton.

Dans un premier temps, il a semblé que plus la fosse est grande, plus il est difficile et long d'obtenir un mélange assez homogène. Cela est d'ailleurs corroboré par les conseils de Philippe Guillonnet (« 3-connaisseur ») qui propose plus volontiers d'abord de multiplier les petites fosses.

Le premier essai de préparation de la terre dans la fosse n° 1 est assez difficile. Il faut noter qu'il est réalisé par deux individus de niveau « 1-débutant ». À cause de la grandeur de la fosse, semble-t-il d'abord, la terre argileuse présente dans le fond de la fosse ne se mélange pas du tout. On essaie alors de diluer le mélange en ajoutant de nouveau de l'eau. Malheureusement, cela entraîne l'obtention d'un mélange beaucoup trop liquide et inutilisable : « euh... *On a eu beaucoup de mal... C'était la première tentative de préparation et on n'a pas réussi à vraiment mélanger les matériaux. L'argile s'est tassée sans se mélanger avec le foin. C'était assez fatiguant et vraiment pas très efficace. Je suppose qu'on a mal dosé les proportions et l'ordre d'ajout des matériaux. On a finalement dilué complètement le mélange pour pouvoir homogénéiser l'ensemble* » (JB) ; « *pas très pratique, beaucoup d'ajouts de matériaux pour rectifier la préparation, foulage qui tasse le mélange et qui ne permet pas d'homogénéiser la préparation. Beaucoup de temps consacré à cette activité. Beaucoup d'eau pour homogénéiser le mélange, mais trop liquide par la suite* » (CB). Il est donc nécessaire de rajouter de la terre sableuse et notamment celle retirée pour le creusement des fosses ensuite. Au total, 103 kg de terre argileuse, 31 L d'eau et 60 kg de terre sableuse (sédiment local) sont mélangés et la préparation est terminée au bout de 72 minutes.

En parallèle, la première préparation de la terre à bâtir dans la fosse n° 2, plus petite, se déroule bien (**fig. 5-93**). Elle est également réalisée par un individu de niveau « 1-débutant ». Sans accroc, elle se termine en 36 minutes avec 60 kg de terre argileuse, 10 L d'eau et 17 kg de terre sableuse.

Alors que les difficultés semblent plus importantes pour la préparation dans la fosse n° 1, au final le double de terre à bâtir est préparé en un temps exactement deux fois supérieur que pour la fosse n° 2, le rendement est donc parfaitement similaire. Le ratio terre/eau est également assez proche avec un ratio de 5,3 pour la fosse n° 1 et un ratio de 7,7 pour la fosse n° 2.

En réalité, il semble que le temps nécessaire pour trouver le rythme d'intégration des différents éléments amène cette sensation de difficulté à la préparation de la terre à bâtir en grande fosse : « *je suppose qu'on a mal dosé les proportions et l'ordre d'ajout des matériaux. [...] La dimension de la fosse est plutôt bien, mais il ne faut pas la remplir trop vite sinon c'est très difficile de mélanger...* » (JB). Une fois le rythme trouvé, le mélange se fait aisément

et assez rapidement. On note que par la suite, seule la fosse n° 1 est utilisée continuellement par tous les membres de l'équipe alors que la fosse n° 2 l'est plus sporadiquement. Si on s'attache aux ressentis des expérimentateurs ce sont des difficultés accrues qui ressortent lors de l'utilisation de la fosse n° 1, mais une efficacité plus importante : « *la préparation en grande fosse n'est pas forcément la plus simple, mais a été efficace. La difficulté de la grande fosse est d'extraire la terre préparée extrêmement collante, située en milieu de fosse* » (PG).

En revanche, Emmanuel Guerton n'est pas convaincu par ce type de préparation en grande fosse qui ne lui « *semble pas adaptée lorsqu'on souhaite charger [les murs] en épaisseur* » la terre sur les armatures végétales. Il trouve que ce type de préparation oblige à « *trop vite surcharger en eau* » le mélange et que celui-ci « *n'a pas de tenue* ». Il recommande l'utilisation de ce type de préparation « *pour des enduits ou des épaisseurs de 5 cm maximum* » (EG). La suite de l'expérimentation, notamment l'application de la terre à bâtir lui donnera en grande partie raison (*cf.* plus bas, p. 395-396). La session expérimentale se tenant au mois de février en Sarthe, la terre argileuse utilisée est déjà très humide. Emmanuel Guerton propose alors d'utiliser cette terre telle qu'elle est, directement depuis le tas.

On étale alors une partie du tas de terre argileuse à l'aide des pioches en bois, puis on incorpore le foin à la terre à la main et à l'aide des outils en bois (**fig. 5-94**). Quelques rares apports d'eau rendent le malaxage de la terre argileuse plus aisé. Cette manière de faire est assez rapide et ne nécessite pas de transporter la terre argileuse depuis le tas et l'eau depuis la tonne à eau jusqu'aux fosses. Toutefois, il est important de noter que le mélange entre la terre et le dégraissant est moins homogène : « *préparation la moins couteuse en manutention si on accepte une moindre homogénéité du mélange. Mais les quelques reprises de matière*



Fig. 5-94 - Fabrication de la terre à bâtir à même le tas de terre argileuse à l'aide d'un pic en bois.

entre le tas et l'application participent à mélanger les éléments » (EG) ; « préparation assez laborieuse, mais intéressante car un peu moins de manutention. Pas de foulage réalisé ici, mais une préparation sans apport d'eau, uniquement avec de l'argile et des végétaux apportés en complément et intégrés avec des bâtons à fourir » (PG). Il est important de rappeler que c'est grâce à la plasticité de la terre argileuse et à la météo humide de la période que cette terre peut être travaillée ainsi. À une période de l'année plus proche de celle envisagée pour les constructions néolithiques, c'est-à-dire après les moissons, il serait nécessaire de rajouter de l'eau : « technique très intéressante au vu de la nature de la terre utilisée ici, mais peut-elle convenir à toutes les terres ? » (PG).

c. Particularités du torchis avec un double parement de bois discontinu

La terre à bâtir utilisée comme comblement entre les deux parements est particulière. En effet, si on se fonde sur les informations obtenues et les hypothèses formées suite à l'étude du matériel archéologique de Petko Karavelovo, cette terre à bâtir est associée à une multitude de petites branches de bois incorporées en vrac dans le blocage du mur. Il est également possible que cette terre soit un matériau de récupération de murs plus anciens détériorés (*cf.* plus haut, p. 184-185).

Ainsi, pour la session expérimentale, on utilise de la terre préparée en fosse, mais qui ne semblait pas avoir la bonne consistance pour être utilisée sur les autres armatures végétales, de la terre préparée sur le tas d'argile, de la terre sableuse issue du creusement des fosses et des tranchées, de la terre issue de la construction d'autres murs, de foin, ainsi que le reste des baguettes prévues pour le clayonnage, cassées en morceau d'une vingtaine de centimètres (**fig. 5-95**).



Fig. 5-95 - Deux expérimentateurs en train de casser des baguettes de bois qui serviront de comblement.

d. Les enduits

Plusieurs enduits en terre sont réalisés à différents moments dans le processus de construction. Certains sont faits et appliqués dès la fin de la construction des murs, d'autres sont réalisés plusieurs semaines après le séchage du torchis. La terre de ces enduits a été préparée en fosse pour la grande majorité (**fig. 5-96**). Une seule terre d'enduit de réfection est préparée dans une auge de maçon selon le même principe qu'en fosse (**fig. 5-97**). L'utilisation de cette auge moderne est due au fait que la préparation en fosse de la terre à bâtir avait déjà été expérimentées à plusieurs reprises. Afin de gagner du temps et de ne pas avoir à creuser de nouvelles fosses, lors d'une des sessions de pose des enduits, on a décidé d'utiliser une auge.

Plusieurs terres à bâtir sont préparées pour les enduits. Une première s'apparente à celle utilisée en torchis. Une seconde est composée d'eau, de terre argileuse triée et concassée finement, ainsi que de foin coupé en petites fractions de 5 cm environ à l'outil moderne. Enfin une troisième terre est faite d'un mélange d'eau, de terre argileuse triée et concassée finement, ainsi que de foin ou de graminées sauvages, tous deux hachés très finement (**fig. 5-98**). Le concassage des fragments de terre argileuse se fait à l'aide des bâtons en bois.

L'objectif est d'obtenir un mélange correspondant au futur emplacement de l'enduit et à l'épaisseur souhaité. Si l'on souhaite réaliser un enduit assez épais de plus de 4-5 cm, il est nécessaire d'avoir une terre à bâtir assez grossière. Si l'enduit est moins épais, voire un enduit de finition, une terre à bâtir plus fine est requise afin d'obtenir un rendu plus lisse et homogène.



Fig. 5-96 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit en fosse.



Fig. 5-97 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit en auge.



Fig. 5-98 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit avec un dégraissant de pailles fines et courtes. a. terre argileuse ; b. ajout des dégraissants ; c. ajout d'eau ; d. terre à bâtir prête après malaxage.

3.3.2. Application

a. Torchis

Il est nécessaire de rappeler ici que chaque seau de terre à bâtir est pesé avant son application contre les armatures végétales. Cela oblige à mettre la terre dans des seaux, alors qu'il aurait été possible d'appliquer directement contre les murs la terre à bâtir préparée à même le tas de terre argileuse. Les durées données ici comprennent à chaque fois les temps de pesage, même si cela ne change sûrement pas beaucoup les temps de travail globaux.

a.1. Les murs sud et ouest

Concernant les murs sud et ouest, la terre à bâtir est appliquée par projection contre les armatures, ce qui apparaît pour les expérimentateurs comme le mode d'application favori : « *c'est la technique à privilégier d'après moi pour une bonne cohésion des matériaux (pénétration de la terre dans le clayonnage et soudure aux mottes précédentes)* » (EG).

La terre à bâtir issue des fosses est projetée par petites mottes prises à une main par les expérimentateurs (**fig. 5-99**). Assez liquide, cette terre pénètre bien entre les baguettes de clayonnage serrées du mur sud et la présence de dégraissant permet qu'elle accroche à l'armature : « avec une terre à bâtir humide cela marche bien. » (PG). Les mottes sont ensuite tassées à la main, puis lissées à la main également pour former une couche homogène avec une surface relativement plane (**fig. 5-100**). L'utilisation de cette terre ne permet pas d'obtenir de couches de torchis épaisses rapidement ; il est ainsi nécessaire de largement multiplier les projections. De plus, la terre issue des fosses – et notamment de la fosse n° 1 – est assez liquide, rendant difficile le maintien d'une épaisseur de mur constante. On est notamment obligé d'avoir un pied plus large. Enfin, il faut noter que le parement extérieur du mur sud qui est construit entièrement avec la terre à bâtir issue des fosses s'est affaissé deux fois, entraînant la chute d'une portion de sa partie haute (**fig. 5-101**).

La terre à bâtir préparée directement sur le tas de terre argileuse ne peut pas être appliquée par petites mottes, mais est projetée ou plaquée avec force par grosses mottes de terre à bâtir



Fig. 5-99 - Application de la terre à bâtir contre l'armature végétale par projection de petites mottes à la main.



Fig. 5-100 - Tassement et lissage de la couche de torchis formée par projection de petites mottes.



Fig. 5-101 - Mur sud, parement extérieur, construit avec la terre à bâtir issue des fosses. a. effondrement d'une partie de la couche de torchis ; b. affaissement de la couche.

(**fig. 5-102a**). Ces grosses mottes sont ensuite tassées contre l'armature avec les mains ou à l'aide des manches des pioches en bois (**fig. 5-102b**). Elles sont ensuite lissées à la main. Cette méthode d'application présente deux avantages principaux. Premièrement, les grosses mottes de terre à bâtir sont cohérentes. Il est alors possible de réaliser des couches de torchis épaisses d'une bonne dizaine de centimètres de chaque côté de l'armature et sur toute leur hauteur (**fig. 5-102c**), comme d'ailleurs le suggèrent les études techno-morphologiques du matériel archéologique : « *la tenue est sans commune mesure en fortes épaisseurs. Très bonne stabilité de haut en bas* » (EG) ; « *l'avantage est de constituer des murs très épais depuis la base du mur avec une terre qui se tient bien car très peu humide* » (PG). De même, ces grosses mottes de terre à bâtir peuvent être appliquées contre un clayonnage lâche. En effet, la terre issue des fosses paraît un peu trop liquide pour être appliquée sur l'armature du mur ouest alors que celle préparée sur le tas est adéquate.

D'un point de vue chiffré, 829 kg de terre à bâtir en torchis sont appliqués contre l'armature du mur ouest qui a une épaisseur de 20 cm, ainsi que 971 kg contre celle du mur sud qui a une épaisseur moyenne de 23 cm. Pour ces deux murs, érigés en même temps, il a fallu 5 heures et 42 minutes pour terminer leurs couches de torchis internes et externes. On considère dans ces temps et masses données, les 190 cm de longueur des deux murs.

a.2. Le mur est

Exposé plus haut, le comblement du mur oriental est fait à partir des restes des matériaux de construction des murs précédents. Ainsi, des branches de clayonnage, du foin et les restes de terre à bâtir sont mis entre les banches du coffrage. Lors de l'affaissement du parement extérieur du mur sud du bâtiment, le surplus de terre à bâtir qui résulte de sa réfection est également ajouté au blocage entre les parements du mur est. Le principe est de monter les parements de



Fig. 5-102 - Application de la terre à bâtir par grosses mottes plaquées contre l'armature en bois. a. deux grosses mottes plaquées contre l'armature en clayonnage lâche ; b. utilisation d'un manche de pioche pour tasser la terre à bâtir ; c. les parements font dès la première application environ 10 cm d'épaisseur.

bois en même temps que le blocage de terre. On tasse la terre à bâtir à l'aide d'outils comme des maillets en bois (Percuteur_5 et Percuteur_6) ou bien directement en marchant sur le mur (**fig. 5-103**). Le comblement est fait couche par couche. On ne remplit pas le mur sur une trop grande hauteur, pour éviter le risque d'un tassement insuffisant de la terre à bâtir.

Le mur a une épaisseur d'un parement à l'autre de 40 cm pour une longueur de 180⁶ cm (volume à remplir : 0,81 m³). 1636 kg de terre sont utilisés comme blocage, ainsi que 28 poignées d'une dizaine de petites branches. Le volume à remplir est au final très important, mais l'opération n'a duré que 4 heures et 13 minutes.

Sceptiques dans un premier temps sur ce mode d'agencement, les expérimentateurs voient très vite un intérêt quant à la rapidité de construction : « *technique très rapide et intéressante pour monter des murs* » (EG) ; « *technique très rapide et intéressante pour monter des murs épais en peu de temps* » (PG) ; « *assez rapide, une fois que les différents matériaux sont apportés par plusieurs personnes* », « *plusieurs matériaux qui ne nécessitent pas de préparation car c'est déjà fait (petit bois, foin, terre sableuse et herbeuse retirée des fosses, préparation récupérée)* » (CB) ; « *j'étais un peu sceptique, mais ce procédé est finalement simple et rapide à réaliser. Et le résultat semble vraiment solide* » (JB). Un inconvénient est néanmoins mentionné concernant l'obligation d'être assez nombreux pour réaliser rapidement cette tâche : « *demande plus de matériaux que les autres murs, donc peut-être assez long à réaliser si on avait été moins nombreux* » (CB).



Fig. 5-103 - Tassement du blocage entre les deux parements en marchant sur les couches de terre.

⁶ On retire les 20 cm d'épaisseur du mur sud.

a.3. Le mur nord

Le mur nord a une armature végétale en poteaux jointifs. L'application de la terre à bâtir contre ce type d'armature a entraîné quelques questionnements, notamment parce que la projection de petites mottes n'est pas efficace à cause du manque de supports horizontaux. Le parement extérieur de ce mur est donc façonné à partir des grosses mottes issues de la préparation sur le tas, à l'instar du mur est (fig. 5-104). Le parement intérieur est, quant à lui, construit à l'aide d'une autre mode d'application : le placage de « briquettes » préformées (fig. 5-105 et 5-106). Ces « briquettes » sont faites à partir de la terre à bâtir préparée directement sur le tas de terre argileuse. Elles sont en réalité des mottes pseudo-parallélépipédiques qui sont projetées avec un angle d'environ 45° vers le bas sur le sol ou sur la « briquette » sous-jacente. Le montage par pseudo-assise réalisée pose toutefois des questions sur « la cohésion de la terre à bâtir entre briquettes » (EG). Afin d'éviter d'obtenir un résultat morcelé, les briquettes sont tassées contre le mur, puis mêlées et entassées les unes avec les autres à l'aide des doigts.

Le parement est ensuite aplani ou lissé à la main. Si quelques centimètres séparent deux poteaux, on essaye de relier les deux parements de terre afin d'avoir une cohésion entre les parements (fig. 5-107). Les traverses horizontales permettent d'accrocher plus aisément le parement de terre à l'armature en bois.

Ce mode d'application est une « optimisation de la technique [par grosse] motte projetée » (EG). Elle présente les mêmes avantages, c'est-à-dire d'avoir une couche de torchis épaisse et égale sur toute la hauteur du mur. Elle permet aussi de maîtriser plus facilement l'épaisseur



Fig. 5-104 - Construction du parement extérieur du mur nord.



Fig. 5-105 - « Briquette » préformée prête à l'emploi.



Fig. 5-106 - Application d'une briquette.



Fig. 5-107 - Mise en place de terre à bâtir entre les poteaux afin de lier les deux parements de terre.

du torchis : « l'avantage est de constituer des murs très épais depuis la base du mur avec une terre qui se tient bien car très peu humide » (PG).

Le mur nord est le dernier à recevoir ses parements de terre à bâtir ; l'épaisseur des murs est et ouest réduisent la surface à couvrir de ce mur. Épais au final de 20 cm, la terre à bâtir n'est appliqué que sur 150 cm de long en un temps de 2 heures et 15 minutes. De plus, l'armature en bois étant beaucoup plus volumineuse, la construction de ce mur ne nécessite pas autant de terre que les autres murs. Seule la terre à bâtir appliquée contre le parement nord est pesée : 282 kg.

b. Enduits et réfections

Un premier enduit est appliqué sur le mur est dès la fin de la mise en place du torchis. Il permet de recouvrir le coffrage en bois du parement extérieur (**fig. 5-108**). Le parement intérieur est laissé nu. Cet enduit est fait de la même terre à bâtir que le torchis et a une épaisseur d'environ 3 cm. Pour cet enduit, 87 kg de terre à bâtir préparée en fosse sont projetés contre le mur, puis lissés (**fig. 5-109**).

Dès le lendemain de la construction des murs, des premières fissures apparaissent sur les parements (**fig. 5-110a**). Quatre jours après, de nouvelles fissures apparaissent et les premières se sont agrandies. Certaines, notamment sur le faite du mur nord, font 1 cm de large (**fig. 5-110b, c et d**). Enfin, trente-huit jours après la construction des murs, il semble que les parements et



Fig. 5-108 - Application d'un premier enduit contre le parement extérieur en bois du mur est.

leurs fissures n'évoluent plus. Par endroit les fissures sont assez importantes et laissent même entrevoir les armatures en bois (**fig. 5-110e, f et g**). Toutefois, elles n'excèdent jamais 1,5 cm de large.

Les murs reçoivent alors tous un nouvel enduit de terre à bâtir épais de 3 à 4 cm sur

leurs parements extérieurs. Ces enduits sont appliqués directement sur le torchis pour les murs nord, ouest et sud. La terre à bâtir correspond à celle composée de terre argileuse concassée et de foin coupé dans des fractions de 5 cm. Si, pour les trois autres murs, l'enduit est appliqué par projection, le mur nord, lui, reçoit un enduit composé de « briquettes » appliquées, en théorie, de la même manière que celles formant la couche de torchis du même mur (**fig. 5-111**). Les enduits sont ensuite lissés à la main et avec de l'eau qui est projetée sur le parement (**fig. 5-112**).

L'application de ces enduits demande de beaucoup humidifier la surface de la couche de torchis afin d'assurer la cohésion des deux couches et de limiter le décrochement de l'enduit (**fig. 5-113**). Si la pose d'enduit par projection de motte ne montre pas de différence flagrante entre personnes expérimentées et individus novices, l'application en « briquette » demande vraisemblablement un apprentissage ; une simple explication ne suffit pas. En effet, l'enduit du parement extérieur du mur nord est effectué par deux personnes : la majeure partie ouest par un individu de niveau « 3-connaisseur » et le reste par un individu de niveau « 1-débutant ». Une ou deux autres personnes préparent les briquettes. Dès la fin de l'application les différences sont clairement visibles (**fig. 5-114a**). Tout d'abord, le rendu visuel est moins abouti sur la partie est. Ensuite, on peut voir directement que les « briquettes » sont simplement juxtaposées et ne sont pas correctement liées entre elles.



Fig. 5-109 - Parement extérieur du mur est après application d'un badigeon sur l'enduit.



Fig. 5-110 - États des murs après différents temps de séchage. a. parement extérieur du mur sud le lendemain de la construction ; b. parement extérieur du mur sud à J+4 ; c. parement extérieur du mur nord à J+4 ; d. détail du faite du parement intérieur du mur nord à J+4 ; e. vue vers le sud-est du bâtiment à J+38 ; f. parement extérieur du mur nord à J+38 ; g. détail du faite du parement extérieur du mur est à J+38, l'armature de bois est visible par les fissures.



Fig. 5-111 - Préparation de « briquettes » pour réaliser l'enduit du parement extérieur du mur nord.

Très rapidement, les premières fissures liées au séchage sont apparues. L'apparition rapide de fissures avait déjà été observée dès la fin de la construction et les premiers jours de vie des bâtiments construits à Allerslev en 1956-1958 (Coles 1973, p. 63). Toutefois, les défauts d'application évoqués

juste au-dessus entraînent l'apparition de fissures suivant les contours des « briquettes » (**fig. 5-114b**). De plus, il semble que la surface du torchis contre laquelle était appliquée cette couche de terre n'ait pas été assez mouillée en amont. En effet, dix jours après la pose des enduits, des fragments de la partie est de l'enduit commencent à tomber. Puis, d'autres fragments se sont également décollés les jours suivants, obligeant à faire une réfection importante sur la partie est.



Fig. 5-112 - Enduit après lissage à la main avec ajout d'eau



Fig. 5-113 - Pose d'un enduit sur une couche de torchis déjà sèche. Une bonne humidification de la surface est nécessaire.

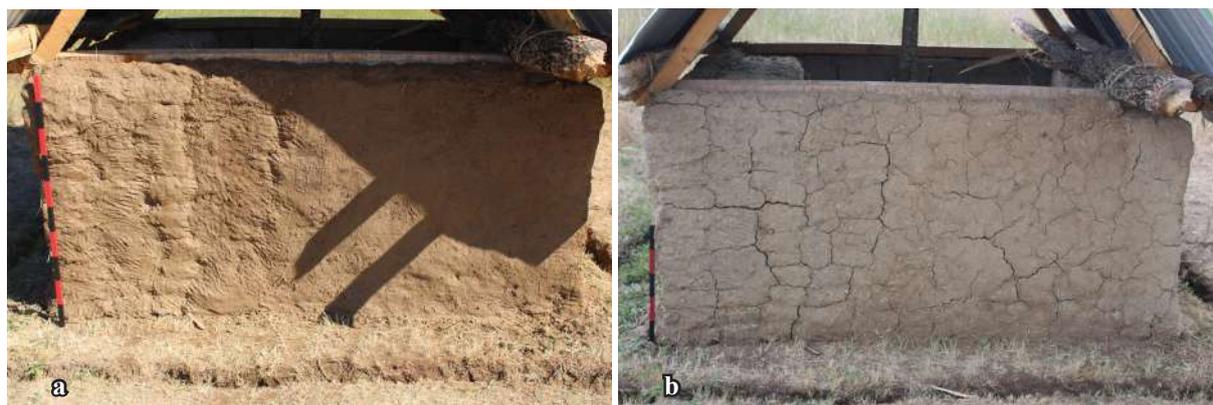


Fig. 5-114 - Mur nord, parement extérieur après la pose de l'enduit par « briquette ». a. dès la fin de l'application de l'enduit une différence est visible entre la partie ouest (droite) faite par un individu de niveau « 3-connaisseur » et la partie est (à gauche) faite par un individu de niveau « 1-débutant » ; b. les fissures suivent les limites des « briquettes » dans la partie faite par l'individu de niveau « 1-débutant », fragilisant sévèrement l'enduit.

En termes de temps, l'enduit du mur sud est réalisé par deux individus de niveau « 1-débutant » et « 2-familier » en 57 minutes. Au total, 112 kg de terre à bâtir sont fabriqués pour cette couche. L'enduit du mur ouest est appliqué par les deux mêmes personnes ; 96 kg de terre à bâtir sont plaqués contre le torchis en 47 minutes. Enfin, la couche d'enduit du mur est contient 120 kg de terre à bâtir, elle est réalisée par deux individus de niveau « 1-débutant » et « 3-connaisseur » en 41 minutes.

La réfection de la partie est du parement extérieur du mur nord est faite par un individu de niveau « 3-connaisseur ». Il est nécessaire de retirer du mur tous les fragments issus de l'application par l'individu « 1-débutant » afin de redonner une cohérence à l'ensemble de la couche d'enduit, mais également au mur lui-même en liant correctement la couche d'enduit au torchis (**fig. 5-115**). Ces fragments sont ensuite cassés et écrasés afin de réutiliser la même terre à bâtir en rajoutant de l'eau. On applique ensuite la terre à bâtir par projection de mottes cette fois (**fig. 5-116**). En effet, l'application en « briquettes » nécessite la présence d'un deuxième individu pour les préparer, ce qui rend l'opération assez rapide et permet d'éviter que les « briquettes » ne sèchent.

Afin d'effectuer des réfections sur la partie ouest du parement extérieur du mur nord : boucher les fissures principalement et obtenir une surface la plus plane possible, on utilise une terre à bâtir très fine, préparée à l'aide de graminées sauvage hachées très finement à l'outil moderne (**fig. 5-117**). Ce tout dernier enduit de finition permet l'obtention d'un parement lisse de manière assez pérenne dans le temps. Il n'aurait été nécessaire de réaliser de nouvelles réfections que plusieurs mois, voire une année plus tard, après les intempéries de l'hiver suivant. Ainsi, un rythme de réfection annuel se serait alors installé.



Fig. 5-115 - Parement extérieur du mur nord, l'enduit défectueux a été retiré afin de bien humidifier la couche de torchis et de réutiliser la terre à bâtir retirée.



Fig. 5-116 - Parement extérieur du mur nord, réfection de la partie est terminée.



Fig. 5-117 - Parement extérieur du mur nord, enduit très fin appliqué sur tout le parement pour combler les fissures.

En dernier point, le 9 octobre 2020, soit 133 jours après l'application des enduits et 90 jours après les réfections du mur nord, la partie ouest du parement du mur nord est parfaitement bien conservée. Elle ne présente aucune fissure et l'enduit est toujours bien aplani (**fig. 5-118a et b**). Les autres parements extérieurs présentent toujours des traces de doigts de la pose des enduits et des fissures (**fig. 5-118c, d et e**). Pour rappel, il n'y a pas eu de finition appliquée sur ces parements. Toutefois, depuis la fin du séchage de ces couches, les murs n'ont pas subi de modifications majeures. On observe seulement quelques détériorations liées à l'action de la pluie qui a créé des marques avec retrait de matière aux niveaux des impacts des gouttes d'eau sur les murs (**fig. 5-118b et f**) et un phénomène d'affouillement lié au ruissellement de l'eau au pied des murs (**fig. 5-119**). Ces altérations sont attestées à plusieurs reprises sur d'autres bâtiments expérimentaux (Coles 1973, p. 63), mais également lors d'enquêtes ethnographiques ou de missions archéologiques (Aurenche 2004, p. 14). C'est à cette date que nous décidons de construire la charpente de toit et d'incendier le bâtiment, nous nous trouvons donc au stade final de l'évolution des murs de notre expérimentation (**fig. 5-120**).

3.4. Synthèse sur la construction des murs

3.4.1. Fonder et construire les murs

Le creusement des tranchées de fondation et des fosses de préparation de la terre à bâtir est très rapide et ne présente aucune difficulté. Le sédiment présent sur place étant très meuble, léger et sans caillou, les outils en bois et en matière dure d'origine animale se sont avérés efficaces. La fabrication de la terre à bâtir semble dans un premier temps assez difficile lorsqu'elle est faite dans une grande fosse. Très rapidement, il est possible de se rendre compte que les difficultés ne sont pas dues à la taille de la fosse, mais plutôt aux proportions et au rythme d'intégration des matériaux dans le mélange. Toutefois, le tas de terre argileuse utilisée pour la construction est déjà humide et il n'est pas nécessaire d'utiliser les fosses pour préparer la terre à bâtir utilisée pour la couche de torchis. En outre, la terre à bâtir issue des fosses est assez liquide et il est relativement facile de charger les parements des murs en épaisseur. Cette terre est plus adaptée aux enduits qui réclament un mélange plus homogène, des couches moins épaisses et une terre plus collante pour adhérer aux surfaces des couches de torchis. Ainsi, pour réaliser les couches de torchis, on utilise la terre directement du tas en incorporant le dégraissant végétal à l'aide d'outils en bois. Les terres les plus fines permettent, quant à elles, d'obtenir des lissages plus réussis et des enduits avec de belles surfaces sans aspérités, augmentant l'imperméabilité du mur.



Fig. 5-118 - État des parements extérieurs des murs au moment de la construction de la charpente, juste avant l'incendie, soit 133 jours après la construction des murs et 90 jours après l'application des enduits. a. mur nord présentant une partie est avec des fissures et une partie ouest sans fissure puisque cette dernière a reçu un enduit de finition supplémentaire ; b. détail du parement du mur nord présentant des traces liées à la pluie ; c. mur est ; d. mur sud ; e. mur ouest ; f. détail du parement du mur ouest présentant des traces liées à la pluie.

La construction d'armature en clayonnage ne nécessite pas un savoir-faire ou des connaissances poussées. Du moins, elles sont très rapidement acquises de manière empirique par les individus novices. Il faut principalement réfléchir à l'agencement des baguettes lorsque le clayonnage est serré, afin de monter l'armature de manière régulière. De même, il semble important d'utiliser des baguettes assez longues et souples. Cette souplesse est due à la fois à la longueur et au type d'essence. Les avantages à réaliser des clayonnages lâches résident principalement en la rapidité d'exécution et l'économie de matériaux. De plus, cela permet de

s'abstenir de la réflexion quant à l'élévation de niveau de la structure. Dans les deux configurations, aucun assemblage n'est nécessaire.

Construire une armature en poteaux jointifs nécessite de choisir des poteaux qui ont des morphologies qui se combinent bien et qui permettent ainsi de former une ossature homogène et solide. La refente des fûts de bois permet d'obtenir des pièces, qui répondent à ce critère, en plus grand nombre à partir d'une quantité réduite de fûts. En outre, la refente radiale n'est pas si chronophage (*cf.* plus haut, p. 358-360). La mise en place des poteaux, quant à elle, est très rapide, il est donc possible que, malgré la refente de plusieurs tronçons de bois, ce mode d'agencement des pièces de bois soit plus rapide que la mise en place des clayonnages et la récolte d'un nombre suffisant de baguettes souples. De plus, si ce mode d'agencement nécessite des assemblages, il ne s'agit que d'un brêlage simple entre les poteaux et les traverses, ou entre les traverses elles-mêmes. Toutefois, une interrogation persiste quant à la cohérence du mur : les deux parements en terre sont séparés par une palissade de bois.



Fig. 5-119 - *Phénomène d'affouillement lié au ruissellement de l'eau au pied des murs formant l'angle sud-est du bâtiment.*

Plusieurs types d'application de la terre à bâtir sur ces armatures sont expérimentés. D'abord, on applique cette terre contre le mur sud par projection de petites mottes tenues dans une main et faites à partir de la terre assez liquide issue des fosses. Ce mode d'application permet à la terre à bâtir de mieux pénétrer entre les pièces de bois des armatures serrées, notamment lorsqu'elle est plus liquide. De même, il est particulièrement bien adapté à la confection d'enduits peu épais. Toutefois, il ne convient pas aux armatures lâches et il ne permet pas de réaliser facilement des couches de torchis homogènes et épaisses. Il nécessite la formation d'un pied de mur plus épais. Il y a, de plus, un grand risque d'affaissement, à l'image des incidents survenus lors de la construction du parement externe du mur sud. Ensuite, on peut appliquer la terre à bâtir par grosses mottes plaquées contre l'armature végétale. Ce mode d'application permet d'obtenir une couche de torchis plus cohérente, avec un maintien plus fort et pouvant

présenter atteindre une épaisseur importante et relativement régulière de haut en bas. Ces grosses mottes peuvent être appliquées contre toutes les armatures végétales. Toutefois, elles ne sont pas pratiques pour la confection d'enduits peu épais. Enfin, on expérimente également l'application des mottes de terre préformées en « brique » et plaquées contre l'armature végétale. Ce mode d'application permet, à l'instar du précédent, de plaquer la terre à bâtir contre tout type d'armature et d'obtenir un parement épais et régulier (avec un contrôle facilité de l'épaisseur) sur toute la hauteur du mur. Il nécessite toutefois du temps et de la main d'œuvre pour la fabrication des « briques », et il oblige de bien lier les « briques » entre elles avant afin d'éviter le morcèlement du parement. De même, utilisé pour fabriquer les enduits, ce mode d'application semble nécessiter un savoir-faire plus important.

Enfin, la construction du mur est en torchis avec un double parement de bois discontinu ne cherche pas à répondre aux mêmes questions que celles des autres murs. En réponse à l'étude menée sur le site de Petko Karavelovo, il semble assez probable que les pièces de bois utilisées comme poteaux extérieurs et comme coffrage soient plutôt des pseudo-planches issues d'une refente radiale, notamment d'après les dimensions des pièces de bois. Il apparaît très rapidement que les brêlages traversant l'épaisseur du mur afin de maintenir les deux parements sont gênants pour le tassement de la terre. Cette terre ne nécessite d'ailleurs pas de propriétés particulières puisqu'elle est retenue par le coffrage. On peut alors y mettre tous les restes de construction. Ce mode d'agencement est caractérisé par la rapidité et la simplicité de construction de murs épais en peu de temps. Néanmoins, il demande énormément de matière première.



Fig. 5-120 - État des murs du bâtiment avant la construction de la charpente et son incendie.

3.4.2. Masse et masse volumique de la terre à bâtir utilisée

Concernant les quantités de matière première utilisée, il est possible de calculer les volumes des murs, des armatures végétales et de terre à bâtir (**fig. 5-121**).

Les formules utilisées sont simples. Le calcul du volume du mur s'apparente au calcul du volume d'un parallélépipède rectangle, soit :

$$V_{\text{mur}} = L_{\text{mur}} \times l_{\text{mur}} \times h_{\text{mur}}$$

Pour le calcul du volume des armatures en bois, on utilise la formule ci-après, en prenant les mesures moyennes. On considère x le nombre de demi-rondin, y le nombre de quart de rondin et z le nombre de baguette/traverse.

$$V_{\text{bois}} = V_{\text{poteaux}} + V_{\text{baguettes/traverses}}$$

$$V_{\text{bois}} = (V_{\text{poteaux demi-rondin}} + V_{\text{poteaux quart de rondin}}) + V_{\text{baguettes/traverses}}$$

$$V_{\text{bois}} = (x(\pi \times R_{\text{poteau}}^2 \times h_{\text{mur}} / 2) + y(\pi \times R_{\text{poteau}}^2 \times h_{\text{mur}} / 4)) + z(\pi \times R_{\text{baguette/traverse}}^2 \times L_{\text{mur}}^2)$$

Il suffit alors de soustraire le deuxième résultat au premier et on obtient le volume de terre à bâtir.

	Longueur (en cm)	Épaisseur (en cm)	Volume de l'armature en bois (en m ³)	Volume total du mur (en m ³)	Volume à comblé avec de la terre à bâtir (en m ³)	Masse de terre à bâtir utilisée (en kg)	Masse de terre à bâtir pour 1m ³ (en kg)	Masse de terre ramenée pour des murs de 180x100x20 cm (soit 0,36m ³ ; en kg)
Mur nord	150	10	0,0012	0,15	0,1500	282	1880,0	676,8
Mur ouest	190	20	0,0360	0,38	0,3800	829	2181,6	785,4
Mur sud	190	23	0,0454	0,44	0,4370	971	2222,0	799,9
Mur est	180	40	0,0115	0,72	0,7085	1636	2309,2	831,3

Fig. 5-121 - Tableau des volumes (terre à bâtir et bois) et des masses (terre à bâtir) utilisés pour la construction des murs avec différentes armatures végétales. Comparaison faisable en ramenant les masses à un mur de mêmes dimensions.

En tenant compte ensuite des masses de terre à bâtir pesées sur le terrain, il est alors possible de ramener les données à des murs de mêmes dimensions afin de les comparer : 180 cm de long par 20 cm de large pour une hauteur de 100 cm. Si l'on excepte le mur est dont les caractéristiques sont trop différentes pour être mises dans la comparaison, la masse de

la construction de ce mur, il semble qu'il soit impossible pour le moment d'intégrer ces données dans notre calcul global.

En effet, alors que la masse de terre et de terre à bâtir utilisée pour le construire est très importante : 1636 kg, lorsqu'elle est ramenée pour un mur aux dimensions identiques, mais construits avec d'autres modes d'agencement (torchis sur poteaux jointifs et clayonnage), cette masse n'est plus si élevée (831,3 kg), elle est même inférieure à celles des murs ouest et sud. Ce phénomène peut peut-être s'expliquer par deux raisons principales.

Premièrement, le blocage de terre est également armé d'une quantité assez importante de petites baguettes de bois cassées. Il serait donc nécessaire d'inclure dans le calcul ces pièces de bois. Une estimation peut être faite à partir des photographies et vidéos faites sur le terrain. On sait que 28 poignées d'environ dix baguettes ont été utilisées. Ces baguettes semblent être en moyenne longues de 25 cm et leur diamètre moyen s'apparente à celui des baguettes des autres structures : 1,5 cm. Toutefois, une fois les calculs réalisés, la masse de terre à bâtir utilisée ne change pas beaucoup : 846,1 kg.

Deuxièmement, le blocage de terre ne contenait pas seulement de la terre à bâtir dont la masse volumique semble être autour de 2444,7 kg/m³, mais également de la terre argileuse (1700 kg/m³) et de la terre sableuse (1600 kg/m³)⁸. Ne connaissant pas la proportion de chacune de ces terres dans le mélange, il n'est donc pas possible de connaître la réelle masse volumique de ce mélange.

4. Préparation de la charpente de toit et des pignons

Il est important de rappeler ici que la charpente de toit construite sur les murs précédemment décrits ne correspond pas à la construction d'une charpente d'un bâtiment néolithique. Dans ce dernier cas, la charpente de toit est anticipée et est construite – pour une part en tout cas – en même temps que les armatures végétales structurant les murs. Cela permet notamment de lier les sablières hautes des murs gouttereaux aux poteaux ; la charpente n'est pas ainsi simplement posée sur les murs, ce qui entraîne des fissures et autres dégâts sur les faîtes des murs en question. D'autres solutions peuvent être envisagées, elles ont été discutées plus haut, notamment lors des réflexions sur la charpente de toit du Bâtiment 127 de Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, p. 270-271), afin de détacher la charpente des murs, mais cela ne semble pas être courant.

⁸ Donnée recueillie sur dans les *tables des masses volumiques de diverses substances* proposées par Tri Matic : <http://www.machinerie-spectacle.org/poids-et-masse.html> ;

Dans tous les cas, le fait d'ériger une toiture à deux pans nécessite la construction de pignons. Bien que la partie haute et triangulaire de ces pignons ne soit pas nécessairement construite avec la même technique de construction ou le même mode d'agencement que la partie basse – à l'instar d'exemples archéologiques ou ethnographiques – ces deux parties sont érigées en parallèle. La partie triangulaire n'est certainement pas construite *a posteriori* comme pour cette session expérimentale.

La raison est simple, cela ne correspondait pas aux objectifs de l'expérimentation menée ici : l'obtention d'un référentiel de fragments de terre à bâtir brûlée comportant les empreintes des différents modes d'agencement utilisés pour l'érection des murs. Afin de simplifier la logistique de la session expérimentale, il était plus facile de différencier les deux sessions de construction : mur d'un côté, toit d'un autre. Cette toiture permet donc principalement de répondre aux questions sur les assemblages des pièces de charpente entre elles et de clore le bâtiment afin de l'incendier.

4.1. Mises en place des poteaux faîtiers, de la faîtière et des sablières hautes

La première étape est de creuser les trous qui reçoivent les poteaux faîtiers. Ils se situent à l'extérieur du bâtiment près des murs nord et sud. Le trou de poteau nord (TP-1) est à 15 cm du mur, a un diamètre de 27 cm et une profondeur de 50 cm. Le trou de poteau sud (TP-2) est accolé au mur sud, il fait 48 cm de profondeur pour un diamètre de 20 cm (**fig. 5-123**).

On positionne alors les poteaux en chêne dans leur trou une première fois afin de vérifier qu'ils s'élèvent à la hauteur souhaitée et que les fourches naturelles qui soutiendront la panne faîtière sont au même niveau (**fig. 5-124**). Pour rappel, la présence des fourches naturelles avait



Fig. 5-123 - Creusement du trou pour fonder le poteau faîtier nord du bâtiment expérimental.



Fig. 5-124 - Vue vers le sud-est des poteaux faîtiers soutenant dans des fourches naturelles la faîtière de niveau.

été anticipée au moment de l'abattage et du tronçonnage. On garde également des départs de branches afin de former une échelle naturelle pour atteindre le haut des poteaux. On rectifie les différences de hauteur et de niveau en tronçonnant le bas du poteau. Il est également possible de jouer sur l'inclinaison du poteau pour gagner quelques centimètres, sans que cela ne mette la stabilité de la charpente en péril.

La mise en place de la panne faîtière, qui est également en chêne, se fait en deux temps. Tout d'abord, on l'installe temporairement dans les fourches afin de vérifier son niveau. Si besoin, on agit de nouveau sur les poteaux. Dans le cas présenté ici, le poteau nord est toujours légèrement plus haut, on décide de le pencher légèrement, jusqu'à ce qu'il s'appuie contre le mur nord.

Le brêlage de la panne faîtière aux poteaux peut sembler superflu dans le cas de cette session expérimentale. D'ailleurs dans une construction plus importante, le poids que supporterait la panne faîtière serait tel qu'il ne serait pas forcément nécessaire de les brêler. Toutefois, ce brêlage reste important en cas de grosses tempêtes par exemple ou bien si une des branches formant la fourche casse (**fig. 5-125**). Ce n'est qu'une fois la panne faîtière installée qu'on prend soin de boucher les trous de poteau. Ainsi, il a été possible d'ajuster facilement les hauteurs et niveaux des éléments faîtiers. Le poteau nord (TP-1) est calé avec des pierres et du sédiment tassé, tandis que le poteau sud (TP-2), adossé au mur sud, n'est calé qu'à l'aide de sédiment tassé (**fig. 5-126**).



Fig. 5-125 - Brêlage du poteau faîtier nord avec la panne faîtière.



Fig. 5-126 - Tassement du sédiment autour du poteau faîtier sud.

Afin de finaliser l'ossature principale de la charpente, on installe les sablières hautes sur les murs est et ouest. La sablière ouest est faite d'une pièce de chêne sèche et refendu alors que la seconde est une pièce de chêne non refendue et abattue le matin même. L'utilisation de sablières hautes a ouvert la discussion sur leur utilité et leur importance, discussion déjà évoquée lors des études du matériel architectural de Dikili Tash et de Petko Karavelovo. Lors de cette session expérimentale, cela semble être un « *réflexe d'en installer puisqu'il n'y a pas d'inconvénient [à en utiliser], mais seulement des avantages notamment pour fixer les chevrons ensuite* » à en utiliser (EG). Alexis Bacoup, menuisier-charpentier, mentionne également que « *l'utilisation d'une sablière haute permet de stabiliser la charpente en maintenant l'écartement entre les chevrons, de lier la charpente au mur [à condition que la sablière haute soit liée à l'armature du mur] et de rattraper le niveau du faite du mur s'il y a des bombés ou des creux suite au séchage des murs en terre* ». La question de l'ancrage des sablières est importante, la présence de fosses avec des trous de poteaux à l'extérieur de certains bâtiments dans la continuité des murs gouttereaux pourrait y faire référence (Bâtiment 127 ou encore Bâtiment D3 de Petko Karavelovo). Toutefois, cette disposition des éléments n'est pas courante sur d'autres sites, ni même à Petko Karavelovo.

À trois, la mise en place de ces pièces de bois n'a duré que 25 minutes

4.2. Installation des chevrons

4.2.1. Les chevrons

On choisit les chevrons parmi les pièces de chêne sèches refendues quelques semaines auparavant. On refend de nouveau certaines des pièces afin d'en obtenir suffisamment pour installer quatre paires de chevrons. On installe les plats des chevrons (face fendue) sur les sablières hautes et la panne faitière afin d'assurer un peu plus la stabilité de la structure. On essaie dans un premier temps d'assembler les chevrons au sol, en réalisant un brêlage simple et relativement lâche (**fig. 5-127a**). Cela évite d'installer un chevron d'un côté de la toiture, puis de l'autre et alors de déséquilibrer la structure. De plus, deux personnes suffisent pour leur mise en place. Malgré un brêlage lâche, il y a trop de tensions et les deux chevrons une fois installés sur la panne faitière ne touchent pas les sablières hautes (**fig. 5-127b**). Les chevrons sont ramenés au sol et le brêlage est légèrement desserré. Une fois les chevrons réinstallés, le brêlage est trop lâche cette fois-ci et les chevrons ne sont pas maintenus. On décide donc de les brêler une fois installés et maintenus, ce qui est plus simple, mais nécessite d'être plus nombreux (**fig. 5-127c**). Les huit chevrons sont installés par paire pour ne pas déséquilibrer la



Fig. 5-127 - Mise en place des chevrons. a. tentative d'assemblage au sol ; b. installation des chevrons brêlés au sol, ils ne touchent pas les sablières hautes ; c. installation des chevrons en les brêlant sur la charpente.

structure, ils sont assemblés par brêlage entre eux et à la panne faitière. Puis, on brêle également les chevrons aux sablières basses. On recoupe ensuite les bas des chevrons. À cinq personnes, l'activité a duré 33 minutes.

Un biais important de l'expérimentation est atteint ici. Elle concerne la chute des chevrons pendant l'incendie. Les liens seront sûrement les premiers à brûler, assez rapidement. Les chevrons tomberont à l'extérieur du bâtiment à cause de leur poids qui est tourné vers l'extérieur du bâtiment, à cause de la faible largeur de ce dernier. Ils entraîneront avec eux la couverture et le combustible à l'intérieur du bâtiment sera alors très limité. Philippe Guillonnet émettait déjà des doutes sur la capacité de l'incendie à brûler les murs de manière à atteindre l'objectif fixé. Suite à cette réflexion, on décide d'ajouter une quantité importante de combustible dans le bâtiment. Ce combustible peut d'ailleurs être considéré comme l'équivalent du mobilier en bois et d'autres matériaux inflammables contenus dans un bâtiment.

4.2.2 Les brêlages

Aucun des expérimentateurs n'est expert à la fabrication des nœuds ou de brêlage. On travaille surtout instinctivement en s'assurant que les nœuds obtenus sont solides. Ils le seront d'ailleurs puisque nous pourrons monter sur la charpente à plusieurs sans problème par la suite.

Pour plus de facilité, on plie la corde en matière végétale en deux afin de commencer le nœud en repassant simplement les deux brins dans la boucle formée, en le serrant bien autour d'une des deux pièces. En commençant ensuite son brêlage à l'inverse, on obtient un « nœud » presque autobloquant.

Les premiers brêlages faits sont toujours un peu anarchiques, mais ne sont pas forcément faibles. En général, la difficulté réside dans la finition du nœud. Après quelques essais, un schéma mental est construit par chaque personne qui fait le brêlage et il suffit de le répéter. En fonction de la position des pièces de bois deux types de brêlage sont réalisés :

- Le brêlage en croix, utilisé lorsque la pièce de bois la plus proche du noueur est horizontale ou verticale/oblique, consiste à former une croix avec les brins sur l'avant et l'arrière de l'assemblage avec simplement quelques passages perpendiculaires aux pièces de bois (**fig. 5-128**).
- Le brêlage à deux passages perpendiculaires, utilisé principalement lorsque la pièce de bois la plus proche du noueur est horizontale, consiste à suivre un même chemin en passant de manière perpendiculaire aux pièces de bois sans faire de croix (**fig. 5-129**).

Ces deux brêlages sont serrés en enroulant la fin des brins autour des passages de la corde au niveau de la jonction des deux pièces.



Fig. 5-128 - Exemple de brêlage en croix entre un chevron et une sablière haute.



Fig. 5-129 - Exemple de brêlage à deux passages perpendiculaires entre un chevron et un liteau.

4.3. Finition de la charpente et des pignons

On décide alors de mettre en place quatre liteaux sur chaque pan de la toiture qui serviront à fixer la couverture (**fig. 5-130**). Ces pièces de bois sont en chêne et en noisetier. On ne brûle pas les liteaux à chaque chevron, mais seulement aux deux extrémités. Les deux types de brêlages précédemment décrits pour la fixation des chevrons sont de nouveau utilisés. Il est plus simple de commencer par les liteaux les plus bas, ainsi on peut s'en servir comme échelle pour monter progressivement vers le faîtage. La mise en place des liteaux ne nécessite que deux personnes. Toutefois, l'activité se fait plus rapidement, si on est plus nombreux. À quatre personnes, cette activité est terminée en 36 minutes.

Parallèles aux chevrons, des perches de bouleau ou de noisetier sont disposées, entrelacées avec les liteaux afin que la couverture ne tombe pas dans le bâtiment. Trois perches sont installées par espace entre les chevrons (**fig. 5-131**).

Afin d'obtenir un espace clos, on comble les pignons avec des clayonnages serrés dont les poteaux sont posés sur le faite des murs nord et sud et dont les extrémités hautes sont brûlées aux liteaux (**fig. 5-132**). Ces clayonnages sont faits en bouleau et en noisetier. Contrairement à ce qui est attesté sur les sites lacustres alpins (Lundström-Baudais *et al.* 1997) et à notre mise en œuvre expérimentale, lors de la construction d'un bâtiment dans notre région d'étude, les pignons ne forment sûrement qu'une seule structure avec les parties basses des murs (*cf.* plus haut, p. 69-72). À six personnes, 45 minutes sont nécessaires pour réaliser ces deux panneaux de clayonnage triangulaires.

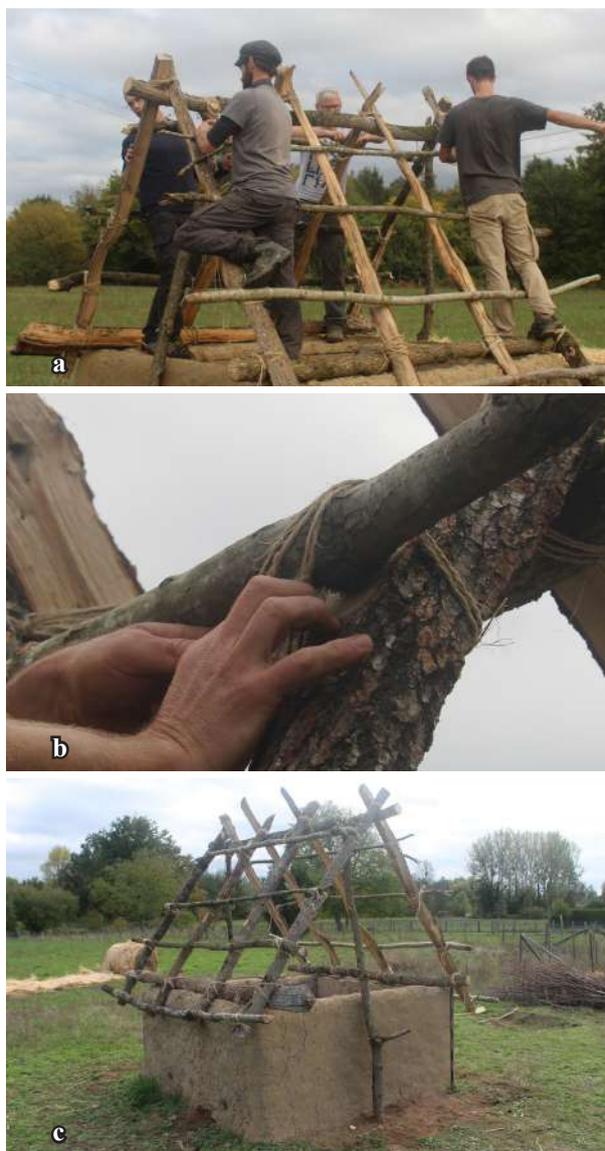


Fig. 5-130 - *Vue vers le sud-ouest Mise en place des liteaux sur les chevrons. a. brêlage des liteaux en les prenant à deux, chacun attachant une extrémité du liteau ; b. détail sur le brêlage d'un des liteaux ; c. installation terminée.*



Fig. 5-131 - *Vue vers le sud-ouest. Mise en place de perches ou baguettes de noisetier et de bouleau, clayonnées aux liteaux et parallèles aux chevrons.*



Fig. 5-132 - *Vue vers le nord-est du clayonnage fermant le pignon du mur sud.*

4.4. Couverture végétale sommaire

Les techniques de couverture végétale n'entrent pas du tout dans les objectifs, ni le protocole scientifique de cette session d'expérimentation. La paille de blé utilisée provient d'un *round-baller* acheté à un agriculteur. On décide donc de le dérouler et de prélever des « plaques » de paille que l'on vient appliquer contre la charpente. Afin de les maintenir en place, des perches de noisetier ou de bouleau sont placées par-dessus la paille et sont liées aux liteaux (**fig. 5-133**). À huit personnes, 55 minutes sont nécessaires pour recouvrir sommairement de paille une toiture de 22 m² (**fig. 5-134**).



Fig. 5-133 - *Maintien de la paille à l'aide de perches brêlées aux liteaux.*



Fig. 5-134 - *Vue vers le sud-ouest du bâtiment expérimental terminé, prêt à être incendié.*

5. Incendies et fouilles

L'incendie est lancé depuis l'angle sud-ouest du bâtiment, au plus proche du sol, afin de simuler un incendie dont le départ se situe au niveau d'une structure de combustion au sol. L'objectif est donc d'obtenir des murs suffisamment incendiés pour être comparables au matériel archéologique. Toutefois, la propagation de l'incendie, son intensité au cours du temps et la réaction des différents matériaux sont également des données qui sont enregistrées. Malheureusement, suite à un problème technique en lien avec le matériel, il n'a pas été possible d'utiliser des thermocouples pour obtenir la courbe de chaleur de l'incendie. Des estimations peuvent cependant être réalisées en partenariat avec les pompiers, grâce à leur analyse de l'incendie.

5.1. Matériel archéologique dans le bâtiment

Avant de clore complètement le bâtiment, plusieurs artefacts sont déposés à l'intérieur. Dans un premier temps, en collaboration avec Alexandre Pinto⁹, on décide de déposer des sistres en argile expérimentaux dans différentes positions à l'intérieur du bâtiment (**fig. 5-135**). On tente par ailleurs de maintenir l'angle nord-est avec peu de combustible afin de répondre au protocole mis en place par A. Pinto. L'objectif est de noter l'impact de l'incendie sur ces instruments sonores (Pinto, en cours). D'autres objets sont alors placés dans le bâtiment (**fig. 5-136**). Ils permettent d'apporter du combustible similaire à celui qui entraînait les incendies.



Fig. 5-135 - Mise en place d'artefacts expérimentaux dans le bâtiment. a. sisres O-014 et O-015, sac O-009 et petit pot biconique O-013 installés au sol ; b. sistre O-018 et sac O-010 suspendu dans le bâtiment.

⁹ Doctorant en archéologie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

N° artefact	Nature	Contexte de dépôt
O-009	Sac* de blé n°3	Posé au sol près de l'angle sud-est, le long du mur sud.
O-010	Sac de blé n°1	À côté d'O-018. Suspendu au deuxième chevron ouest en partant du nord, à proximité du mur ouest.
O-011	Sac de blé n°2	Accroché à la panne faîtière au niveau du haut du poteau faîtier nord.
O-013	Petit pot biconique, argile cuite (céramique). Modèle tourné, reproduction gauloise.	Rempli de blé, posé au sol, légèrement enfoncé dans le sédiment meuble, le long du mur est, près de l'angle sud-est du bâtiment.
O-014	Grande moitié du sistre 2, argile cuite (céramique)	Posé au sol (sédiment très meuble) près du mur sud du bâtiment, légèrement excentré à l'ouest. Situé juste à l'est d'O-015.
O-015	Sistre 1 et disque, argile crue	Posé au sol (sédiment très meuble) près du mur sud du bâtiment, légèrement excentré à l'ouest. Situé en bordure du foyer de l'incendie (angle sud-ouest). Le disque est placé dans le sistre. Situé juste à l'ouest d'O-014.
O-017	Fragment du sistre 2, argile cuite (céramique)	Accroché dans une fissure du parement interne du mur nord. À 45 cm de hauteur, légèrement décentré vers l'est. Pas de matériel inflammable placé à proximité. Peu de branches dans ce secteur et pas de contact avec le sistre 2.
O-018	Sistre 3, argile cuite (céramique)	Suspendu à la sablière haute du mur ouest, 15 cm au sud du deuxième chevron en partant du nord. Il s'appuie contre le mur ouest. Juste à ses côtés se trouve O-010, suspendu au chevron précédemment cité. Au-dessous se trouvent des branches principalement de noisetier et un peu de bouleau. Les branches sont posées sur le sol en sédiment très meuble.

* Tous les sacs sont en toile de jute naturelle.

Fig. 5-136 - Tableau récapitulatif des contextes de déposition des artefacts dans le bâtiment.

Le reste du volume compris entre les murs est comblé par des branches et quelques restes de rondins de la construction de la charpente. Une grande quantité de bois mort, principalement en noisetier est ajouté, récupéré dans un petit bois. Au total, une quantité assez importante, difficile de quantifier, est déposée dans le bâtiment.

5.2. L'incendie

Au moment de l'incendie, il n'y a pas de pluie, il fait 12 °C et le vent est à 12/14 km/h direction sud-est. L'incendie est allumé dans l'angle sud-ouest du bâtiment à l'aide d'une torche en bois entourée de ficelle et de papier. L'idée est de simuler le départ d'un incendie accidentel depuis un foyer au sol, à l'image de plusieurs autres expérimentations d'incendie non volontaire (Bankoff et Winter 1979, p. 11 ; Cotiugă 2009, p. 312). Par un interstice dans le clayonnage, la torche est insérée dans le bâtiment et tout de suite emmenée vers le sol. Il est important de rapidement plonger la flamme vers le sol afin que la couverture ne s'enflamme pas directement. Néanmoins, la quantité de combustible mis dans le bâtiment et la faible hauteur des murs ont rapidement entraîné les flammes vers la paille de la couverture qui s'embrase dès les premières secondes de l'incendie. Avec toit plus haut et sans plancher d'étage, les autres programmes expérimentaux mentionnent des durées allant de quelques secondes à une dizaine

de minutes avant que la couverture prenne feu (Hansen 1966 cité dans Coles 1973, p. 66 ; Bankoff et Winter 1979, p. 13 ; Cotiugă 2009, p. 312).

Les étapes importantes de l'incendie :

- 0min10 : le pan ouest du toit prend feu (**fig. 5-137**)
- 0min26 : les liens brûlant les liteaux et traverses hautes du pan est lâchent
- 0min32 : la moitié sud du pan ouest est en flamme
- 0min40 : le clayonnage sud est en flamme
- 1min00 : le feu ravage l'intérieur et le pan ouest sur ses deux tiers
- 1min10 : le haut du pan est prend feu (**fig. 5-138**)
- 1min14 : les liens brûlant les pièces de charpente du pan est lâchent
- 1min16 : les liens brûlant les liteaux et traverses du pan ouest lâchent
- 1min20 : première affaissement de la partie sud du pan ouest
- 1min27 : le clayonnage nord prend feu
- 1min28 : le clayonnage commence à s'effondrer
- 1min30 : les traverses hautes du pan est tombent
- 1min50 : Les deux chevrons sud du pan ouest s'écroulent entraînant la partie sud du pan à l'extérieur du bâtiment



Fig. 5-137 - Incendie à 0min10 : le pan ouest du toit prend feu.



Fig. 5-138 - Incendie à 1min10 : le haut du pan est prend feu.

- 1min55 : le feu atteint le faîtage nord du bâtiment via la couverture
- 2min14 : le chevron sud du pan est s'écroule entraînant la partie sud du pan à l'extérieur du bâtiment (**fig. 5-139**)
- 2min40 : le lien brêlant les deux chevrons nord l'un à l'autre brûle
- 2min56 : tout le pan est en feu (**fig. 5-140**)
- 3min02 : le pan est s'écroule (sauf chevron nord)
- 3min37 : le haut du pan ouest s'écroule
- 4min33 : le pan ouest s'écroule complètement avant d'avoir entièrement brûlé. Les deux derniers chevrons tombent jusqu'au sol
- 5min33 : la paille du pan ouest est complètement brûlée.
- 6min20 : les derniers chevrons encore en place tombent (chevron nord du pan est) (**fig. 5-141**)
- 6min39 : le clayonnage nord reprend légèrement feu sur son parement interne
- 13min40 : la paille a complètement fini de brûler, les chevrons sont calcinés, les murs sont intacts
- 23min : plus de flammes à l'extérieur du bâtiment
- 32min : plus de flammes importantes à l'intérieur, seulement des braises (**fig. 5-142**)



Fig. 5-139 - Incendie à 2min14 : le chevron sud du pan est s'écroule entraînant la partie sud du pan.



Fig. 5-140 - 2min56 : tout le pan est en feu.



Fig. 5-141 - Incendie à 6min20 : les derniers chevrons encore en place tombent.

Jusqu'à présent les études sur l'estimation de la chaleur ont porté sur les bâtiments incendiés expérimentalement en simulant un incendie involontaire et les températures enregistrées sont très basses : 270 °C et « inférieur à 500 °C », (Cotiugă 2009, p. 312 et 315), alors que pour des incendies volontaires avec ajout de combustible les températures tournent généralement autour de 700 °C (Cavulli et Gheorghiu 2008, p. 41 ; Cotiugă 2009, p. 317 ; Johnston *et al.* 2019, p. 77). Elles se fondent généralement soit sur l'aspect de la terre à bâtir après l'incendie, soit sur des enregistrements faits à l'aide de thermocouples. L'expérimentation menée par Hansen à Lejre a atteint 900 °C au niveau du sol et 700 °C au niveau des murs (Coles 1973, p. 66). Malgré l'ajout de « broussailles » contre les murs, il semble que cet incendie puisse être comparable à un incendie involontaire, sans ajout de combustible à l'intérieur du bâtiment.



Fig. 5-142 - Incendie à 32min : plus de flammes importantes à l'intérieur, seulement des braises.

Concernant notre incendie, il a été possible d'estimer les températures atteintes à des moments précis de l'incendie en se fondant sur l'analyse du « système feu » qui s'est développé¹⁰. La phase ascendante de l'incendie, avant d'atteindre un embrasement généralisé du volume à l'intérieur du bâtiment, dure environ 1min10 (**fig. 5-143**). Ce laps de temps est très court car le bâtiment est ventilé de façon idéale – suite à la combustion rapide du clayonnage sud – et les matériaux sont très inflammables et aérés. Durant cette phase ascendante le feu est limité par le combustible (FLC), c'est-à-dire que la puissance est limitée par la production de gaz de pyrolyse des matériaux soumis à la chaleur de l'incendie.

Suit une phase de stagnation de l'incendie jusqu'à 2min14. Durant cette phase, le feu est limité par la ventilation (FLV), c'est-à-dire que la puissance du feu est limitée par l'apport en air disponible. Il est possible d'estimer à ce moment une température aux environs de 500 °C.

À 2min14, l'effondrement du pan est de la toiture augmente considérablement l'apport d'air. On distingue clairement une augmentation de la puissance du feu et une diminution du volume de fumées (quasiment aucune). Cette quasi-absence de fumée atteste que l'intégralité du combustible brûle de manière quasi-complète (peu de gaz de pyrolyse et peu de résidus imbrulés).

¹⁰ Estimations et analyses réalisées par le Second-Maître Clément Bacoup du bataillon des marins-pompiers de Marseille. Ces estimations ont été approuvées par plusieurs autres marins-pompiers du bataillon.

La température avoisine probablement les 800 °C et pourrait s'élever, sur un laps de temps très court, proche de 1000 °C. Cette phase de pleine puissance du feu dure entre 1min15 et 1min30 (soit jusqu'à 3min30/3min45 de l'incendie). Durant cette phase, le feu est pleinement ventilé. Il est donc limité par le combustible qui a atteint son énergie calorifique maximale.

Ensuite, la phase de déclin de l'incendie commence avec une diminution progressive de la puissance du feu.

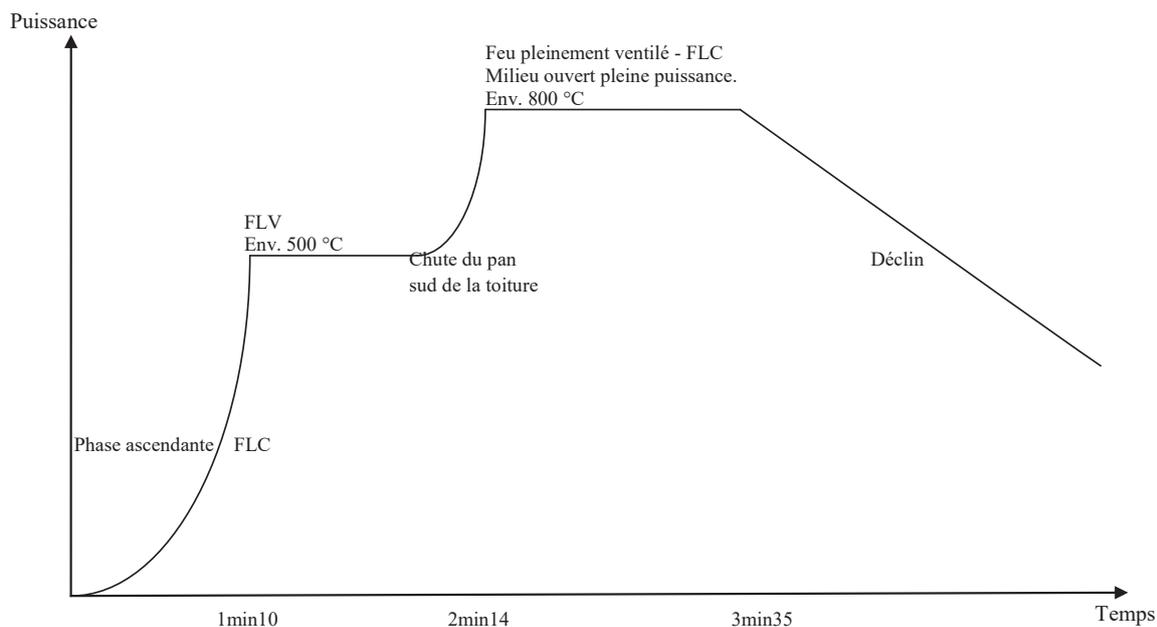


Fig. 5-143 - Courbe schématique de l'évolution de la puissance de l'incendie expérimental au cours du temps. Schéma par C. Bacoup.

5.3. Aspect post-incendie

5.3.1. La charpente

Environ 14 heures après le début de l'incendie, on revient auprès du bâtiment. Durant la nuit qui s'est écoulée, plusieurs pièces de bois ont continué de se consumer, notamment la sablière haute du mur oriental en chêne, sèche et refendue. Le clayonnage du pignon nord est encore en place dans sa majeure partie basse, mais présente des traces de calcination, tout comme les poteaux faîtiers et la panne faîtière¹¹ (**fig. 5-144**). La plupart des cordes utilisées ont, quant à elles, brûlé, seules deux restes ont pu être identifiés. Au final, plusieurs des pièces de bois, sèches ou non, qui n'étaient pas recouvertes de terre n'ont pas brûlé. Cela semble être courant dans des incendies involontaires de bâtiments en terre (Cotiugă 2009, p. 314).

¹¹ Un constat similaire a été fait par Cotiugă (2009, p. 313), le feu a détruit les liens qui tenaient le chaume, les chevrons ont donc brûlé très lentement ensuite.

À l'extérieur du bâtiment, des côtés est et ouest se trouvent les restes épais de la paille de couverture carbonisée aux pieds des chevrons (fig. 5-144). Mêlés à ces restes, on retrouve carbonisés les liteaux et les perches utilisés pour maintenir la couverture. Utilisées fraîches, ces pièces n'ont pas brûlé entièrement, de la sève suinte même de certaines. Les deux sablières hautes se trouvent encore à leur place, même si celle sur le mur est s'est consumée presque entièrement sur une faible portion. Une majorité des chevrons est encore adossée aux murs (fig. 5-144). Leurs parties hautes se sont consumées pendant la nuit. Enfin, les restes du clayonnage sud sont tombés à l'extérieur du bâtiment à savoir des poteaux et quelques baguettes de clayonnage. Les autres baguettes sont tombées sur le mur (fig. 5-144 et 5-145). Quelques baguettes du clayonnage nord sont également tombées à l'extérieur du bâtiment.

Seul un liteau est tombé en équilibre sur les murs est et sud et il a ainsi empêché la partie haute du troisième chevron est en partant du nord de tomber dans le bâtiment. La partie nord du quatrième chevron repose, quant à elle, sur le faîte du mur est.



Fig. 5-144 - *Vue vers le nord-est du bâtiment juste après l'incendie. Le pignon nord est encore en partie debout. Les extrémités basses des chevrons sont tombées au sol. Les poteaux faitiers et la panne faitière sont presque intacts..*



Fig. 5-145 - *Restes du clayonnage sud. a. baguettes et poteaux calcinés tombés le long du mur sud ; b. baguettes tombées sur le faîte du mur sud.*

5.3.2. Le mobilier

À l'intérieur du bâtiment, plusieurs éléments du mobilier entreposé sont visibles, notamment le sistre O-016, la petite partie du sistre O-017, la poterie O-013, ainsi que les restes des sacs de blé O-009, O-010 et O-011 (**fig. 5-146**). Un élément qui correspond à de la toile de jute brûlée se trouve au centre du bâtiment (O-012). Le sistre O-015 et la grande partie du sistre O-014, eux, ne sont pas visibles, recouverts par une couche de cendres. Quelques pièces de charbons sont apparentes, mais la grande majorité du combustible s'est consumée intégralement jusqu'à devenir de la cendre. Enfin, des fragments de terre à bâtir tombés du parement interne du mur est sont également visibles, mêlés à une couche de cendres et de charbons assez conséquente.

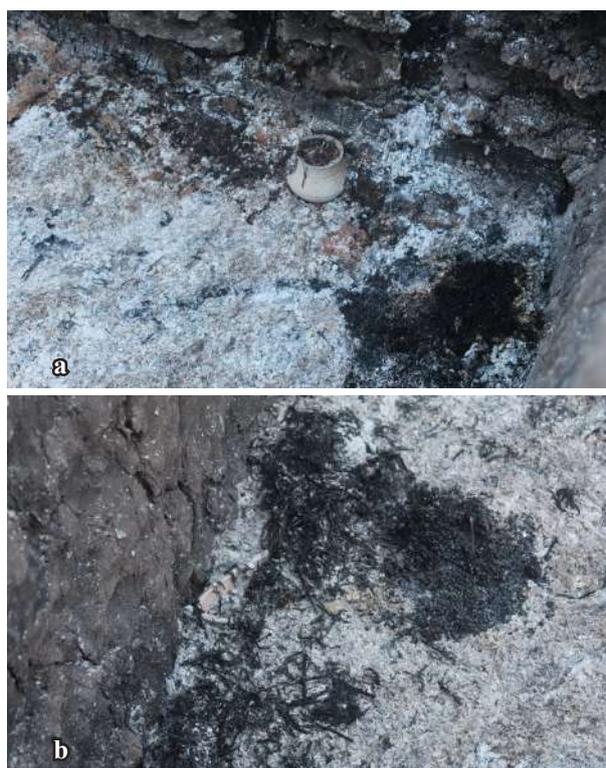


Fig. 5-146 - *Artefacts visibles après l'incendie. a. vue du petit pot biconique et graines carbonisées du sac O-009 ; b. vue du sistre O-018 et des graines carbonisées du sac O-010.*

5.3.3. Les murs

Les parements externes des murs sud et nord n'ont quasiment pas subi l'effet de l'incendie. Le parement externe nord est exactement le même qu'avant l'incendie, exceptée une petite tache noircie dans la partie basse de l'angle ouest (**fig. 5-147a**). Le parement externe sud présente deux zones dont la couleur a réellement brunie : 30 à 40 cm à son extrémité ouest sur toute la hauteur ; 10 à 20 cm à son extrémité orientale sur les 35 cm les plus haut (**fig. 5-147b**). Ces deux zones sont touchées de manière plus importante par l'incendie suite à la consommation des chevrons sud adossés aux sablières hautes.

Les parements externes des murs ouest et est ont été beaucoup plus atteints par l'incendie, notamment parce que les chevrons et les autres éléments de toiture se sont consumés contre ces murs. Le parement ouest présente un faitage dont la couleur a vraiment changé : elle varie du brun-rougeâtre au noir. Pour sa façade, c'est principalement sa moitié sud qui a été atteinte, avec des teintes brunes à noires (**fig. 5-147c**). En ce qui concerne le parement externe du mur



Fig. 5-147 - État des parements extérieurs des murs après l'incendie du bâtiment. a. mur nord présentant un parement intact exceptée une petite tâche dans l'angle bas ouest (flèche blanche) ; b. mur sud pour lequel les traces de calcination se trouvent surtout aux extrémités est et ouest ; c. mur ouest très marqué par l'incendie, notamment sa moitié sud et sa partie haute ; d. mur est très marqué par l'incendie, notamment sa moitié sud et sa partie haute ; e. détail sur la partie centrale haute du mur est où l'on peut très bien voir les traces de lissages.

est, il est le plus affecté par le changement de couleur : sa moitié sud est complètement brune avec une bande basse de 20 cm et une bande haute de 30 cm noire, ou presque (**fig. 5-147d**). Pour la moitié nord, la partie à proximité du premier chevron est brune-noire, tout comme une bande de 20 cm le long du sol, probablement due à la carbonisation au sol de la paille. Enfin, il est à noter que les traces digitales de lissage/aplanissement ressortent beaucoup plus après incendie sur ces parements (**fig. 5-147e**).

Les parements internes des murs ouest, nord et sud ont changé de couleur suite à la chaleur et aux flammes : ils sont devenus brun foncé, voire noirs par endroit (**fig. 5-148**). Ce changement de couleur vers des tons rougeâtres est noté dans plusieurs autres expérimentations (Cavalli et Gheorghiu 2008, p. 40 ; Cotiugă 2009, p. 314). Toutefois, après avoir retiré un fragment

des murs nord et sud, on se rend vite compte que seuls 1-3 mm de l'épaisseur de terre a vraiment subi l'effet de la chaleur dans la partie basse des murs (**fig. 5-149a**). Un petit excès de calcination est visible au niveau des restes des sacs de blés, notamment sur les parements nord et sud. Les armatures en bois sont intactes, comme l'atteste l'armature en poteaux jointifs (**fig. 5-149b**).

Le parement interne du mur est présente un faciès complètement différent (**fig. 5-150a**). En effet, l'armature végétale du parement était à l'air libre avant l'incendie et a donc en grande partie brûlé. Pour les pièces horizontales, seule la planche la plus basse est encore en place, toutes les autres ont brûlé. Celle encore en place est brûlée sur ses deux tiers hauts, le tiers bas, étant enfoncé dans le sédiment meuble du sol, n'a pas brûlé. Les cinq poteaux sont encore en place sous la forme de pièces carbonisées. Plusieurs fragments de terre à bâtir de ce parement sont tombés, notamment au-dessus des troisième et quatrième poteaux



Fig. 5-148 - État des parements intérieurs des murs après l'incendie du bâtiment. Éch. hauteur du mur = 1 m. a. mur nord ; b. mur sud ; c. mur ouest.

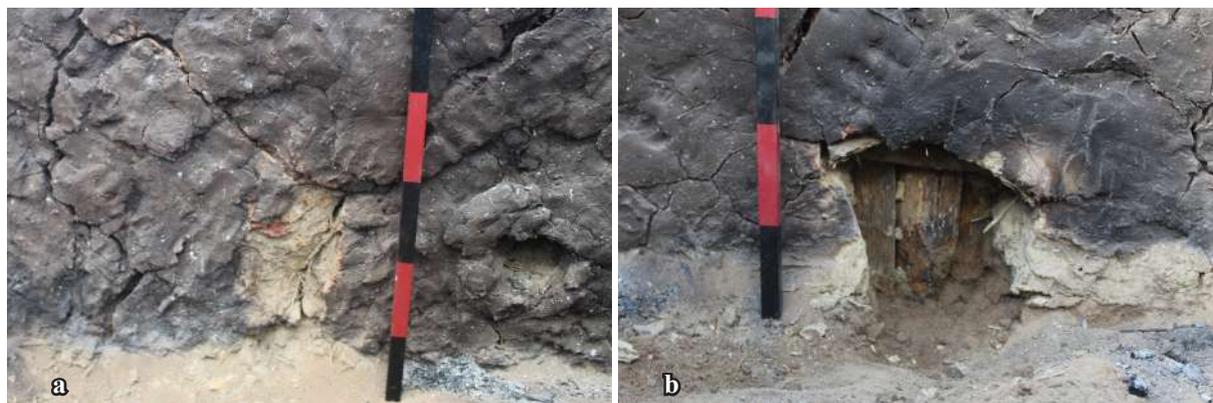


Fig. 5-149 - Retrait d'un fragment de terre à bâtir en partie basse des parements intérieurs des murs sud et nord. a. mur sud, seuls quelques millimètres ont brûlé ; b. mur nord, l'armature en poteaux jointifs est intacte.

en partant du nord. Les empreintes laissées par les planches horizontales sont bien visibles, leurs négatifs sont francs, mais les stries sont assez faibles (fig. 5-150b). Dans la terre à bâtir, entre les empreintes, on trouve des baguettes de bois carbonisées provenant du remplissage du mur (fig. 5-150c).



Fig. 5-150 - Parement intérieur du mur est après incendie. a. vue générale du parement, les planches horizontales ont brûlé, les poteaux sont carbonisés. Éch. hauteur du mur = 1 m. ; b. détail sur les empreintes des planches du parement en bois (flèche blanche) ; c. détail sur une baguette de remplissage carbonisée.

5.4. Fouille du bâtiment

Les abords du bâtiment sont rapidement nettoyés : la paille et les restes de charpente sont retirés et jetés dans une fosse creusée à cet effet. Les dessus des murs sont également nettoyés (**fig. 5-151**).



Fig. 5-151 - Intérieur du bâtiment après incendie.

La fouille fine de l'intérieur du bâtiment s'est faite principalement avec des petits instruments et des pinceaux, parfois une truelle (**fig. 5-152**). Apparaissent alors les sistres posés initialement au sol, ainsi que des pièces de charbon, isolées ou en amas, principalement issues du combustible ajouté à l'intérieur du bâtiment (**fig. 5-153a, b et c**). À l'est du sistre O-014 est découvert une coquille d'escargot. Tous les vestiges sont proprement dégagés et photographiés. Ils sont ensuite numérotés, puis relevés à trois dimensions et enfin prélevés (**fig. 5-153d et 5-154** ; annexes : **fig. A-024**).

L'étude plus approfondie des sistres est réalisée par A. Pinto dans le cadre de sa thèse de doctorat. Lors du prélèvement, on note que les sistres déjà cuits n'ont pas subi de modification visible. Le sistre cru et son disque ont davantage subi l'effet de la chaleur, visible notamment par un changement de couleur, potentiel indice d'une première cuisson.

Les sacs ont brûlé et les grains de blé se présentent sous la forme de conglomérats carbonisés très légers (**fig. 5-155a, b et c**). Les sacs en toile de jute O-010 et O-011 sont brûlés intégralement. Le sac O-009 se consume toujours avec une production de fumée marquée, environ 20h après le début de l'incendie. En le prélevant, on retrouve une partie du sac, ainsi que plusieurs grains de blé non carbonisés en cours de consommation. Le sédiment sous le sac est encore très chaud, il est impossible d'y poser la main plus d'une ou deux secondes.



Fig. 5-152 - Intérieur du bâtiment après la fouille du bâtiment.



Fig. 5-153 - Matériel retrouvé à la fouille et relevé topographiquement. a. coin sud-ouest du bâtiment, sistres O-014 et O-015 et amas de charbon ; b. le long du mur est, pot O-013, charbon et fragments de terre à bâtir ; c. pot biconique O-013 ; d. relevé du matériel.

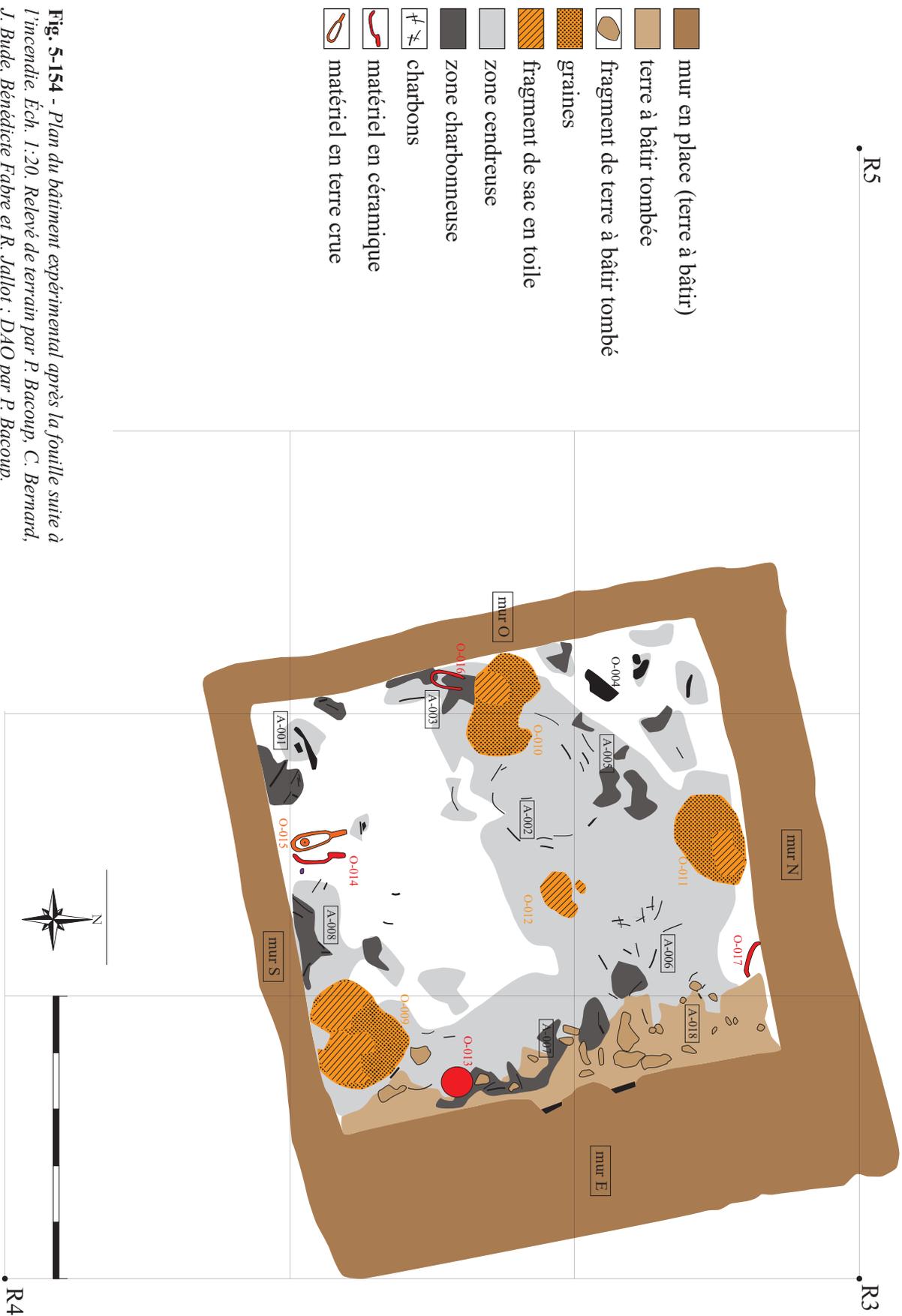


Fig. 5-154 - Plan du bâtiment expérimental après la fouille suite à l'incendie. Éch. 1:20. Relevé de terrain par P. Bacoup, C. Bernard, J. Bude, Bénédicte Fabre et R. Jallot ; DAO par P. Bacoup.

Le petit pot biconique quant à lui présente plusieurs couleurs (**fig. 5-155d**). Tout d'abord, la partie basse qui est enfoncée dans le sédiment n'a pas changé de couleur et est toujours grise, liée à la cuisson primaire réductrice du vase. Au-dessus, la partie de la panse du pot tournée vers le mur présente une couleur très noire. Elle correspond au dépôt de particules carbonées lié à la combustion du parement interne du mur est, qui est à proximité directe du pot (**fig. 5-135a, 5-153b et c**). Enfin, toute la partie haute du pot (lèvre, col et le reste de la panse orientée vers l'ouest) présente une couleur beige-orangé qui correspond aux surfaces recuites en atmosphère oxydante. Une fissure s'étend horizontalement sur cette partie, 1-1,5 cm au-dessus de la partie noire lustrée.



Fig. 5-155 - Vestiges des contenants disposés dans le bâtiment. a. graines carbonisées du sac O-010 ; b. graines carbonisées et restes du sac O-011 ; c. restes d'un sac, numéroté à la fouille O-012 ; d. petit pot O-013 après prélèvement.

5.5. Un buché à l'intérieur des murs

5.5.1. Le buché : mise en place et déroulé

L'incendie prévu dans le protocole expérimental n'ayant donc pas permis d'atteindre l'objectif premier de cette session expérimentale, une deuxième chauffe est donc nécessaire. Cette fois, il s'agit tout simplement d'un buché mis en place à l'intérieur du bâtiment (**fig. 5-156**). Une quantité importante de petit bois (pin, noisetier, bouleau, frêne), de bûches (chêne, pin, noisetier, frêne) et de paille est ordonnée entre les murs en laissant une « cheminée » au centre du bâtiment afin de pouvoir allumer au plus près du sol. La hauteur du buché (environ 1,50 m) dépasse largement celle des murs. Au départ, environ 4,28 m³ de combustible sont mis en place.

Les étapes importantes de l'incendie :

- 20min : ajout de combustible par cinq personnes pendant 20 minutes (**fig. 5-157**)
- 45min : ajout de combustible par cinq personnes pendant 10 minutes
- 80min : tout le bois est en feu. La chaleur n'est pas supportable à moins d'un mètre des murs. Les parements extérieurs en terre sont légèrement tièdes, excepté le mur est, complètement froid (**fig. 5-158**)
- 287min (4h47) : tout le combustible est à l'état de braises. Une très forte chaleur s'en dégage toujours. Les parements extérieurs des murs ouest et sud tiédissent. Le parement extérieur du mur est reste froid. Il est possible de s'approcher du bâtiment,



Fig. 5-156 - Buché préparé à l'intérieur du bâtiment.



Fig. 5-157 - Buché à 20 min : ajout de combustible.



Fig. 5-158 - Buché à 80 min : tout le bois est en feu.

mais il faut se protéger le visage de la chaleur très rapidement. L'intérieur du mur nord est en braise. Le feu a pris par le trou réalisé pour vérifier l'état de cuisson des murs après le premier incendie. On voit les braises par les fissures au faîte du mur

- 340min (5h40) : des flammes sortent des fissures au milieu du sommet du mur nord.
- 389min (6h39) : les flammes se déplacent vers l'est et l'ouest à l'intérieur du mur nord. Le parement extérieur du mur est chaud
- 900min (15h) : la chaleur à l'intérieur du bâtiment est encore assez importante ; sous les cendres visibles s'étale une couche de braises encore incandescentes. L'aspect extérieur des murs est le même qu'après le premier incendie. La fissure sommitale du mur nord est très élargie, elle correspond à une perte de matière qu'à l'écartement des deux parements. S'en échappe toujours de la fumée des parties est et ouest du mur. De la fumée sort également de l'extrémité nord du mur ouest par les fissures (**fig. 5-159**)
- 1290min (21h30) : exactement le même constat que le précédent
- 1520min (25h20) : seul l'angle nord-ouest fume encore à travers ses fissures, il est encore très chaud. La partie est du mur nord est toujours chaude
- 1697min (28h17) : même constat, mais la température de la partie est du mur nord est plus basse
- 2280min (38h) : les murs sont bien tièdes, dans l'angle nord-ouest on ressent la perception de la chaleur à l'intérieur, mais il n'y a plus de fumée
- 2811min (46h51) : il n'y a plus de braises visibles, mais les murs sont encore tièdes. Le mur nord sonne creux et semble fragilisé



Fig. 5-159 - Buché à 900 min (15h). a. vue générale du bâtiment vers le sud-est ; b. de la fumée se dégage du faîte du mur nord ; c. de même pour le mur ouest.

5.5.2. Les murs après le buché

Suite au buché qui a produit de la chaleur pendant environ trois jours (à l'instar de Cotiugă 2009, p. 317¹²), l'aspect des parements extérieurs des murs n'a quasiment pas changé. Le parement extérieur du mur nord présente une tache brune-noire supplémentaire, quasiment au centre de son parement, ainsi qu'une portion large d'un mètre en son centre qui a légèrement bruni. Les autres parements extérieurs sont dans le même état qu'avant le buché.

Concernant les parements intérieurs, les murs ouest, sud et nord ont clairement de nouveau changé d'aspect. Ils paraissent brûlés plus en profondeur, mais les fissures n'ont pas évolué et les murs sud et ouest ne semblent pas fragilisés (**fig. 5-160**). Le parement interne du mur est également évolué : la terre à bâtir apparaît clairement plus brûlée que lors de l'incendie et de nouveaux fragments de terre à bâtir sont tombés (**fig. 5-161**). Les pièces de bois verticales carbonisées qui étaient toujours en place dans leurs empreintes ont complètement brûlé. Il ne reste que quelques restes au niveau des parties plantées dans le sol (Cotiugă 2009, p. 318). Les empreintes sont toujours aussi visibles.

Les armatures en clayonnage des murs ouest et sud n'ont pas brûlé, à l'instar d'autres expérimentations utilisant les mêmes techniques de construction (Cotiugă 2009, p. 333-334). Toutefois, celle du mur nord a bel et bien disparu sur une grande partie. Elle a pris feu par le trou réalisé pour vérifier si les armatures avaient brûlé après le premier incendie. Toutefois, malgré sa disparition et la calcination importante subie par le mur sur son parement interne, ce dernier ne s'est pas écroulé pendant l'incendie. Au moment du démontage des murs, deux mois après le buché, les murs sont toujours debout. Ce résultat est assez courant, surtout pour les incendies involontaires pour lesquelles « seul le toit brûle complètement, les murs restent debout, peu touchés par le feu » (Cotiugă 2009, p. 314 ; mais également Coles 1973, p. 64 ; Bankoff et Winter 1979, p. 12-13).

5.6. Synthèse et interprétation sur les incendies

Très rapidement lors du premier incendie, on a compris que les murs n'allaient pas brûler autant qu'espéré. Il était tout à fait possible d'anticiper ce résultat, puisque les programmes expérimentaux précédents mentionnent une cuisson de la terre à bâtir seulement sur une épaisseur de 2 à 6,77 mm au cours d'incendies involontaires, le reste de la terre à bâtir n'étant que bien séché (Coles 1973, p. 64 ; Flamman 2004, p. 97 ; Cotiugă 2009, p. 314). Toutefois, il était

¹² Bâtiment n° 2 incendié volontairement



Fig. 5-160 - Parement intérieur du mur sud après le buché.



Fig. 5-161 - Parement intérieur du mur est après le buché.

important de suivre rigoureusement le protocole mis en place. L'objectif n'est donc pas atteint : les murs ne se sont pas effondrés et la terre à bâtir n'est pas cuite à cœur, enfin le bois n'est pas brûlé à l'intérieur des murs : en bref le référentiel d'empreintes n'est complètement pas obtenu.

Les dimensions du bâtiment et ses caractéristiques morphologiques permettent de reconstituer les techniques de construction des murs, puis d'observer le matériel expérimental en comparaison au matériel archéologique. Ni la hauteur des murs, ni leurs longueurs ne peuvent être remis en cause au vu de ces objectifs. En revanche, c'est l'incendie qui est en cause. En effet, l'incendie d'un bâtiment aux dimensions aussi réduites a engendré des biais qui n'avaient pas été anticipés au moment de la mise en place du protocole. Plus précisément, la faible longueur des murs a engendré la chute de la couverture et de la charpente vers l'extérieur du bâtiment, réduisant l'apport en combustible à l'intérieur des murs.

Toutefois, cet incendie a permis de soulever de nombreuses questions. Les murs des maisons néolithiques s'écroulent-ils lors des incendies ? Le bois des armatures des murs brûle-t-il ? Comment des incendies accidentels pourraient réussir à brûler de cette manière les murs, sans apport de combustible ?

Certes, l'absence de portes et d'ouvertures consolide largement le bâtiment. De même, la charpente de toit du bâtiment n'était pas liée aux murs, la combustion de proche en proche du bois depuis les pièces de charpente de toit vers les poteaux n'a pas pu se faire. En outre, les murs étaient récents et ne présentaient pas de grosses dégradations laissant apparaître le bois. Si tel avait été le cas, les armatures auraient brûlé, à l'image du mur nord et des autres expériences pratiquées sur des murs enduits seulement sur un parement ou d'une très fine couche de terre à bâtir (Cotiugă 2009, p. 313). De plus, les pignons en clayonnage et le toit de paille n'ont pas permis de faire monter la température à l'intérieur du bâtiment. Faire des fagots de paille

aurait peut-être permis d'avoir une couverture plus dense, s'enflammant moins rapidement et permettant peut-être à la toiture de résister plus longtemps. Toutefois, les données publiées par les autres programmes expérimentaux suggèrent que même une toiture plus régulière n'aurait pas tenu beaucoup plus longtemps. En effet, des toitures avec des surfaces bien plus importantes que celle faite en Sarthe ont généralement disparu au cours des 30 premières minutes (Coles 1973, p. 66 ; Bankoff et Winter 1979, p. 13 ; Flamman 2004, p. 96 ; Cavulli et Gheorghui 2008, p. 40 ; Cotiugă 2009, p. 312-313 ; Gaydarska et Chapman 2019, p. 264). La difficulté à reconstituer le mobilier inflammable dans les maisons néolithiques entre également en jeu. Toutefois, la quantité de bois à l'intérieur correspondait largement au maximum de mobilier en bois pouvant être installé dans l'espace. Il est difficile d'imaginer réellement toutes les substances inflammables présentes dans un bâtiment néolithique, notamment en peau, en vannerie, les liquides inflammables (huile par exemple). Cela reste un biais pour toutes les expérimentations, tout comme la question du groupement des bâtiments. En effet, à une seule exception (Cotiugă 2009, p. 313), les expérimentations portent sur des bâtiments isolés.

Une autre question soulevée par l'incendie concerne les parements des murs ; il serait possible d'envisager l'absence de parements internes en terre pour les murs néolithiques, qui conduirait à une combustion aisée de l'armature en bois. Toutefois, la présence de deux parements est attestée pour certains murs néolithiques et dans les deux cas de figure (mur à un seul parement, mur à deux parements), l'apparence des empreintes restent la même sur le matériel issu des fouilles.

Il apparaît clairement que lors des expérimentations les parements extérieurs ne montent pas en température lors de l'incendie et sont très loin d'atteindre un aspect proche de celui connu en fouille. Que cela indique-t-il sur les incendies des bâtiments archéologiques ? L'incendie est-il présent tant à l'intérieur, qu'à l'extérieur du bâtiment ? La réponse est oui sans aucun doute. Mais la question qui reste ouverte est celle de l'intentionnalité des incendies. Le feu est-il *allumé* tant à l'intérieur qu'à l'extérieur avec ajout de combustible ? ou le feu est-il tout simplement *présent* tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments par la propagation de l'incendie de bâtiment en bâtiment et aux vestiges se trouvant entre les bâtiments ? Aucune réponse ne nous semble pouvoir être donnée pour le moment.

Sur un autre thème, il apparaît clairement qu'un incendie n'entraîne pas en soi la chute de murs en terre (Coles 1973, p. 64 ; Bankoff et Winter 1979, p. 12-13 ; Cotiugă 2009, p. 314). Premièrement, si l'armature en bois ne brûle pas, les murs ne s'effondrent pas, comme en témoigne notre expérimentation. Le fait que les murs expérimentaux (nord, sud, ouest) étaient

moins épais que les murs périphériques des bâtiments néolithiques renforce cette proposition. Certes, il est important de prendre en considération le poids de la charpente sur un bâtiment ayant une largeur de 4 à 6 m, voire 8 m, ainsi que la fragilité que représentent les ouvertures dans les murs.

Les murs pourraient alors rester debout après l'incendie et ne s'écrouler que quelques années plus tard. Toutefois, d'un point de vue stratigraphique, une fine couche d'abandon serait visible entre les vestiges des murs au-dessus et les vestiges de l'incendie en-dessous. Ce qui n'est pas le cas. Pourquoi retrouve-t-on les murs écroulés alors ? S'agit-il d'un processus de plusieurs années ? Cependant, les murs peuvent rester debout encore deux ans après l'incendie (Cotiugă 2009, p. 314). De plus, sur de nombreux sites, dont celui de Petko Karavelovo, les niveaux d'occupation s'enchaînent trop rapidement, notamment aux phases B et C pour l'exemple cité. Il est fort probable que les murs en terre soient abattus volontairement et rapidement, l'absence de couche d'abandon semble d'ailleurs aller dans ce sens. On peut envisager que faire tomber les murs permet de sceller la maison incendiée et la cantonner au monde du disparu. On pourrait également envisager que les murs soient abattus alors même que l'incendie n'est pas terminé, afin de l'étouffer.

Cette expérimentation, en accord avec les autres expérimentations, montrent que les incendies involontaires d'un seul bâtiment ne provoquent pas des dégâts comparables à ceux observés dans le registre archéologique. Afin de tester la portée de ce résultat et de ne pas énoncer simplement que comme un fait est faux, son inverse est vrai, de nouvelles expérimentations sont nécessaires, introduisant de nouveaux paramètres et notamment la présence de plusieurs bâtiments utilisés et disposés dans un espace restreint.

6. Les fragments de terre à bâtir¹³

6.1. Protocole de prélèvement et démontage des murs

Il n'existe que très peu de parallèles sur le démontage des murs, puisque généralement les programmes expérimentaux laissent les murs s'écrouler afin de suivre le processus de destruction sur plusieurs mois, voire plusieurs années. Publié, seul l'un des bâtiments de l'expérimentation de V. Cotiugă en 2009 a été partiellement démonté.

¹³ L'étude des fragments expérimentaux présentée ici a en partie fait l'objet d'une communication lors de la 3^e Journée Thématique de l'APERÀ du 4 juin 2021 à Paris, intitulée *Expérimentons la Protohistoire. Dialogues interdisciplinaires*. Un article tiré de cette communication a été publié dans la revue *le Bulletin de l'APERÀ*, n° 1, paru en 2021, <https://apera.hypotheses.org/555> (Bacoup 2021a).

Le démontage des murs du bâtiment expérimental en Sarthe est réalisé deux mois après les incendies. On décide de les démonter en sciant des portions à l'aide de scies égoïnes permettant d'obtenir de larges tronçons de parement dont les empreintes n'étaient pas abîmées par la découpe (fig. 5-162). La stratégie de prélèvement mise en place prévoit de récupérer un tiers des murs nord, ouest et sud. Concernant le mur est, la présence de terre sableuse et de nombreuses baguettes en vrac rend compliqué d'anticiper le démontage. On essaiera à la scie, mais également à la truelle si besoin, voir à la pelle bêche. Chaque groupe de fragments reçoit un numéro unique et est déposé sur une planche en bois. Les groupes sont ensuite entreposés à l'abri avant d'être étudié.



Fig. 5-162 - Découpage des murs à la scie égoïne.

Le mur nord est le plus simple à scier et prélever. L'absence de l'armature végétale à l'intérieur du mur simplifie grandement la tâche. Seules les parties des poteaux jointifs encore légèrement enfoncées dans la terre n'ont pas brûlé (fig. 5-163), phénomène déjà vu lors des expérimentations précédentes (Cotiugă 2009, p. 318). Il est donc possible de réaliser toute l'opération à la scie sans grande difficulté. Les premiers prélèvements montrent clairement que



Fig. 5-163 - Soubassement du mur nord, vu vers l'est. Bases des poteaux jointifs non carbonisées.

le parement intérieur a brûlé dans toute son épaisseur. Au niveau des empreintes, la terre à bâtir des deux parements du mur nord est également brûlée (fig. 5-164).

En revanche, les prélèvements des murs ouest et sud posent plus de problème à cause de la présence du clayonnage intacte dans la masse du mur. On décide alors de bien délimiter la portion voulue pour le prélèvement, puis de creuser les parements jusqu'aux armatures végétales à l'aide d'une pioche (fig. 5-165a). Les armatures sont ensuite sectionnées à la scie ou à la tronçonneuse. Il apparaît clairement que l'intérieur des murs en clayonnage n'a



Fig. 5-164 - Démontage du mur nord, la terre à bâtir autour des empreintes a bien brûlé.

pas brûlé du tout (**fig. 5-165**). La terre à bâtir est simplement sèche et compacte. Cet état de la terre crue altère légèrement la conservation des empreintes des baguettes de clayonnage (**fig. 5-165d**). Pour de nombreux fragments, on décide de conserver les baguettes sur les fragments, afin de ne pas abîmer les empreintes.

Enfin, on commence le démontage du mur est en retirant les enduits extérieurs et en prélevant plusieurs fragments. On démonte ensuite le coffrage extérieur qui n'a pas du tout subi les effets de la chaleur (**fig. 5-166**). Le blocage du mur apparaît alors, il est compact, sec et présente des traces de cuisson sur une épaisseur de 3 à 5 cm du côté interne au bâtiment. Par endroit, près du parement extérieur, la terre argileuse est presque malléable. Les fragments montrent clairement les lits de pose suite à la mise en place de l'intérieur du mur par couches de terre horizontales successives (**fig. 5-167**). Afin de conserver les empreintes des pièces de bois mises dans le blocage de terre et d'obtenir le référentiel souhaité, on décide de chauffer à nouveau les fragments dans un foyer ouvert à une faible température.



Fig. 5-165 - Démontage des murs en clayonnage. L'intérieur des murs n'a pas brûlé. a. tiers du mur sud prêt à être prélevé après le creusement des parments jusqu'à l'armature de bois ; b. mur ouest après prélèvement du parement extérieur ; c. coupe verticale du mur ouest avant prélèvement ; d. vue des empreintes abîmées du mur sud en cours de démontage.

6.2. Les fragments expérimentaux

Une fois le démontage des murs terminé (**fig. 5-168**), l'étude des fragments de terre à bâtir est dans un premier temps fait sans tenir compte de la position des fragments. En effet, leurs caractéristiques les rattachent directement à un mur et à un parement, mais il est important de commencer les descriptions en appliquant la même méthodologie que sur le terrain. Ensuite, il sera nécessaire de comparer les résultats à ceux obtenus par l'étude des collections archéologiques.



Fig. 5-166 - Parement extérieur du mur est après démontage des enduits et de l'armature en bois. Les empreintes des poteaux et des planches sont bien visibles.



Fig. 5-167 - Démontage du remplissage du mur fait d'une succession de lits de terre tassée.



Fig. 5-168 - Vue vers le nord-ouest. Fin du démontage des murs, il ne reste que les soubassements.

6.2.1. Les armatures végétales

a. Le mur nord

Au total, 34 empreintes de pièce de bois sont visibles sur le matériel expérimental prélevé du mur nord (**fig. 5-169**). On dénombre 29 empreintes de poteaux et cinq empreintes de traverses. Les premières sont comprises entre 4 et 10 cm, avec une largeur moyenne de 7,5 cm et ne sont associées qu'à des pièces refendues. Parmi ces empreintes, 17 permettent d'établir le diamètre moyen d'origine des fûts utilisés pour faire ces poteaux : 13,7 cm. Ces poteaux sont jointifs ou quasi-jointifs (espacement de 1 ou 2 cm parfois) et plusieurs empreintes montrent les extrémités des poteaux avec les cernes du bois conservés (**fig. 5-170**). Les secondes ont des diamètres compris entre 2,1 et 3 cm, pour une moyenne de 2,4 cm (**fig. 5-172**). Ces traverses ne sont pas refendues. On note la présence d'empreintes de liens au niveau des brêlages des traverses sur les poteaux. Certains liens sont d'ailleurs toujours en place, carbonisés (**fig. 5-171**).

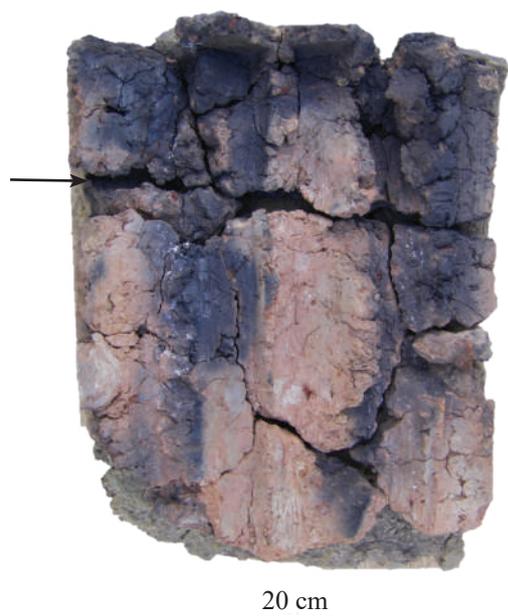


Fig. 5-169 - Ensemble de fragments 1-002 du parement extérieur du mur nord portant l'empreinte d'une traverse (flèche noire) et de six poteaux. Éch. 1/10.

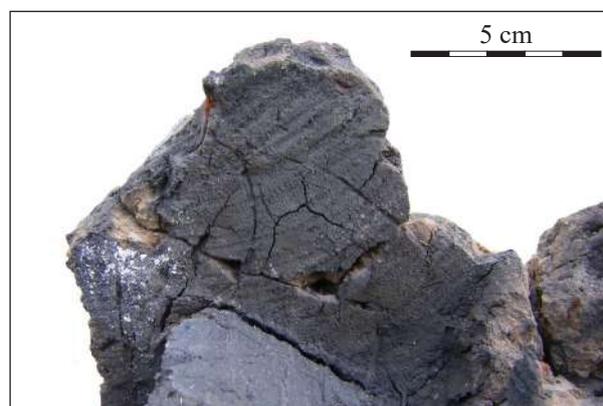


Fig. 5-170 - Détail sur la terre à bâtir recouvrant les abouts des poteaux du mur nord. Ensemble de fragments 1-002.

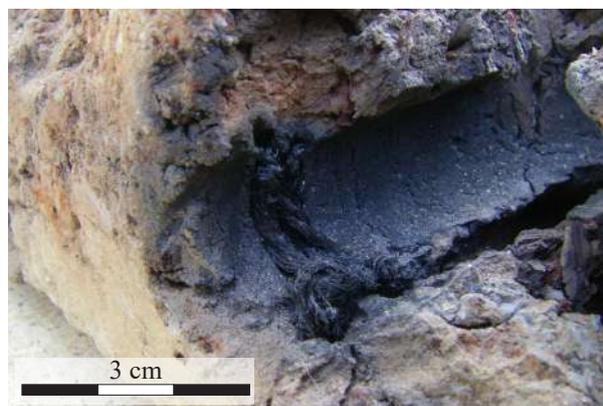


Fig. 5-171 - Restes de lien végétal dans l'empreinte de la traverse de l'ensemble de fragments 1-002. Éch. 1:1.

Mur nord	Effectif	D. max	D. min	D. moy
Poteau	29	10	4	7,5
Traverse	5	3	2,1	2,4
Mur ouest	Effectif	D. max	D. min	D. moy
Poteau	10	9	4	6,2
Baguette de clay	61	2,2	0,5	1,3
Mur sud	Effectif	D. max	D. min	D. moy
Poteau	1			
Baguette de clay	95	3,8	0,5	1,5
Mur est	Effectif	D. max	D. min	D. moy
Poteau	9	7	5,5	6,3
Baguette remplissage	31	2,8	0,3	1,2
Coffrage	8	16	9	12,5

Fig. 5-172 - Tableau sur les empreintes expérimentales étudiées : effectifs et diamètres.

b. Le mur ouest

L'échantillonnage du mur ouest a permis de prélever des fragments portant 71 empreintes, apparentées à des poteaux (dix empreintes) et des baguettes de clayonnage (61 empreintes) (fig. 5-173). Les poteaux, tous refendus, ont des largeurs qui varient entre 4 et 9 cm, pour une largeur moyenne de 6,2 cm. Le diamètre moyen des futs utilisés est de 10,8 cm. Certaines des empreintes arrondies (MEZ-TAB-2-001) ont une surface très striée. Deux espacements apparaissent grâce à la conservation de deux empreintes de poteaux sur le même fragment ou groupe de fragments : 22 cm et 30 cm. Les baguettes de clayonnage, ont un diamètre moyen de 1,3 cm, pour une étendue allant de 0,5 à 2,2 cm. On note la présence d'empreintes de baguettes arrondies courbes et dont la surface est très striée. Quelques départs de branches sont à noter. Concernant leur agencement, ces baguettes sont régulièrement espacées de 4 à 7 cm (fig. 5-172). Seules deux baguettes jointives sont visibles sur les fragments. Les empreintes de baguette conservées sont généralement celles qui passent derrière le poteau, reflétant ainsi le parement prélevé. Les empreintes des baguettes sont mal conservées, car l'armature en bois n'a pas brûlé à l'intérieur du mur et n'a pas solidifié la terre à bâtir.

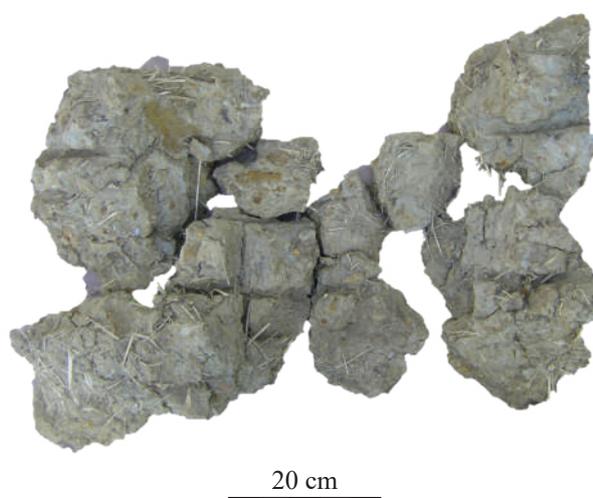


Fig. 5-173 - Ensemble de fragments 2-003 du parement extérieur du mur ouest portant l'empreinte d'un clayonnage lâche. Éch. 1:10.

c. Le mur sud

Au total, 96 empreintes de pièce de bois sont visibles sur les fragments issus du mur sud : une empreinte de poteau et 95 empreintes de baguette de clayonnage (**fig. 5-174**). Ces dernières ont des diamètres compris entre 0,5 et 3 cm, pour une moyenne de 1,5 cm. L'empreinte du poteau est très mal conservée. Plane et striée, elle n'a pas la largeur du diamètre originel du poteau, qui est supérieur à 2 cm (**fig. 5-172**). Tout comme pour le mur ouest, les empreintes des baguettes sont particulièrement mal conservées.

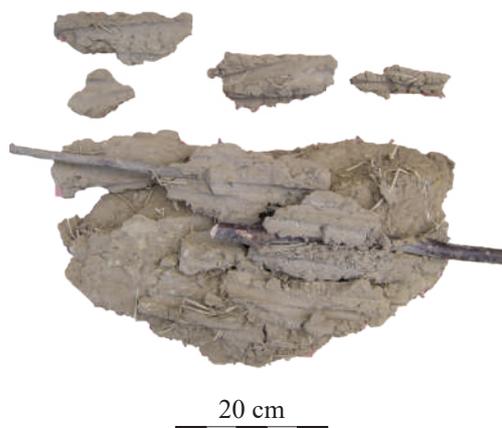


Fig. 5-174 - Ensemble de fragments 3-004 du parement extérieur du mur sud portant l'empreinte d'un clayonnage serré. Éch. 1:10.

d. Le mur est

Les empreintes du mur est reflètent les poteaux et les planches des coffrages, ainsi que des pièces de bois utilisées pour remplir le mur (**fig. 5-175**). Les empreintes des poteaux varient entre 5,5 à 7 cm et sont en moyenne larges de 6,3 cm. Le diamètre moyen des futs d'origine est de 12,7 cm. Les pièces de coffrage ont des largeurs variant entre 9 et 16 cm, pour une moyenne de 12,5 cm. Enfin, les baguettes présentes dans la masse de terre ont un diamètre moyen de 1,2 cm et varient entre 0,3 et 2,8 cm (**fig. 5-172**). Ces baguettes sont majoritairement orientées dans la longueur du mur, même si quelques-unes sont perpendiculaires. Les empreintes sont généralement rectilignes, mais certaines présentent un profil courbe. On note également la présence de départ de branches dans certaines empreintes (**fig. 5-176**). Sur certains fragments, ces empreintes pourraient largement correspondre à des empreintes de baguettes de clayonnage, notamment lorsqu'elles se trouvent à proximité d'empreintes attribuées à des poteaux (**fig. 5-177**).



Fig. 5-175 - Fragment 4-005 du remplissage du mur est avec des empreintes de baguettes. Éch. 1:10.

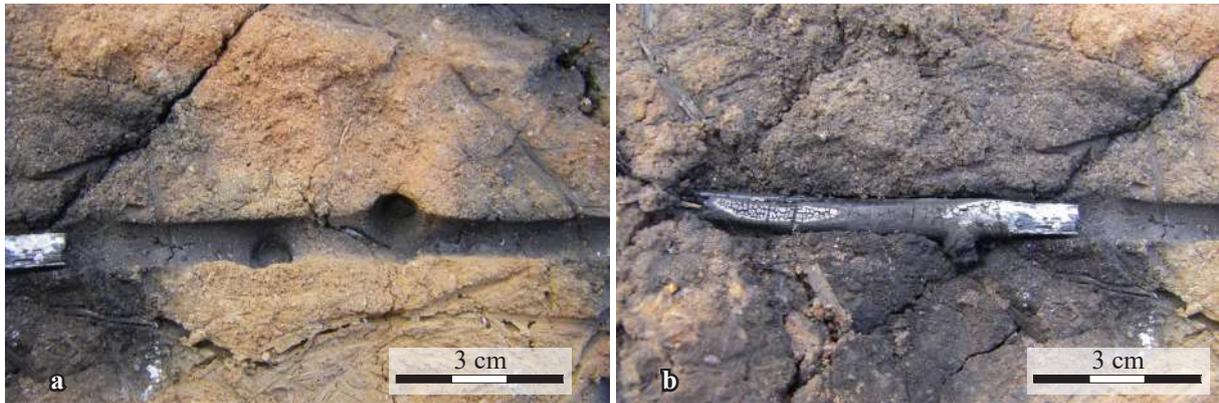


Fig. 5-176 - Départs de branches de certaines baguettes, similaires à ceux observés sur le matériel archéologique. a. empreintes ; b. restes d'une baguette avec un départ de branche.



Fig. 5-177 - Un fragment de l'ensemble 4-006 du remplissage du mur est avec des empreintes de baguettes derrière l'empreinte d'un poteau refendu très semblable à un clayonnage. Éch. 1:2.

6.2.2. La terre à bâtir

Les parements internes et externes du bâtiment n'ont pas reçu le même traitement : le parement interne n'a pas d'enduit ni de réfection et ne peut pas être comparé sur ce point au matériel archéologique. Une distinction est donc faite d'emblée entre les deux parements.

a. Le mur nord

Deux types de torchis sont visibles. D'une part, certains fragments (MEZ-TAB-1-002/003/004) issus du parement externe du mur, présentent une couche épaisse de 10 cm et dégraissée avec de la paille de taille moyenne en quantité moyenne. Des grosses mottes sont visibles et les fractures entre les fragments de terre à bâtir suivent les jointures entre ces mottes (fig. 5-169 et 5-178). Pris séparément ces fragments sont relativement informes. Le parement externe présente également une couche d'enduit épaisse de 3 à 5 cm (MEZ-TAB-1-001/003/004). Cet enduit n'est pas brûlé ; il est toujours cru, mais sec et compact. Il porte quelques traces de rubéfaction, notamment à l'interface avec la couche de torchis (fig. 5-179). Quelques fragments présentent un enduit dégraissé à la paille fine.

D'autre part, les fragments issus du parement interne (MEZ-TAB-1-006/007) se caractérisent par une couche de torchis sans enduit (fig. 5-180). Cette couche est épaisse de 10 cm en moyenne et est dégraissée avec de la paille en faible quantité. Quelques fractures entre certains fragments sont très régulières et les fragments ont une forme parallélépipédique.



Fig. 5-178 - Ensemble de fragments 1-004 du parement extérieur du mur nord. Les fragments sont des grosses mottes informes. Éch. 1/10.



Fig. 5-179 - Ensemble de fragments 1-001, enduit du parement extérieur du mur nord portant des traces de rubéfaction. Éch. 1/10.

Toutefois, la majeure partie de ces fragments sont informes avec des fractures visibles au niveau des empreintes des traverses. La surface de cette couche de torchis porte des empreintes de lissage à la main (**fig. 5-181**).



Fig. 5-180 - Fragment 1-007 du parement intérieur du mur nord présentant une empreinte de traverse et quatre empreintes de poteau refendu. Éch. 1:10.

Fig. 5-181 - Deux fragments de l'ensemble 1-006 du parement intérieur du mur nord portant des empreintes de lissage. Éch. 1:10.

b. Le mur ouest

Les fragments du parement externe (MEZ-TAB-2-001/002/003) présentent une couche de torchis similaire à celle du parement extérieur du mur nord. Elle est épaisse d'environ 8 cm et est dégraissée à la paille en quantité moyenne. Toutefois, la paille n'a pas brûlé ; elle est simplement sèche et compacte, tassée contre l'armature en bois. Les fragments sont informes, leurs fractures sont irrégulières (**fig. 5-182a**). Ces fragments portent des enduits dont la surface est légèrement rubéfiée sur quelques millimètres de profondeur. La composition de cette couche est proche de celle du torchis avec des pailles moyennement grosses et en moyenne quantité. L'enduit est épais de 2,5 à 3 cm en moyenne, sauf au niveau du faîte du mur où il est réduit à une épaisseur de 1 cm (**fig. 5-182b**). Il est particulièrement bien appliqué contre la couche de torchis.

Concernant les fragments du parement intérieur (MEZ-TAB-2-004/005/006/007), ils présentent une couche de torchis épaisse de 11,5 à 13,5 cm. Sur une épaisseur de 3 cm depuis la surface, la terre à bâtir est bien brûlée. Les 4 cm suivants montrent des indices de chauffe, avec un changement de couleur et de dureté du matériel. Le reste de l'épaisseur des fragments attestent d'une terre sèche, mais non brûlée (**fig. 5-182c**). Cette intensité de cuisson de la terre à bâtir est en accord avec d'autres expérimentations d'incendie avec ajout de combustible (Cavulli et Gheorghiu 2008, p. 41 ; Cotiugă 2009, p. 317). D'un point de vue de la composition, on note la même pâte que le parement extérieur.

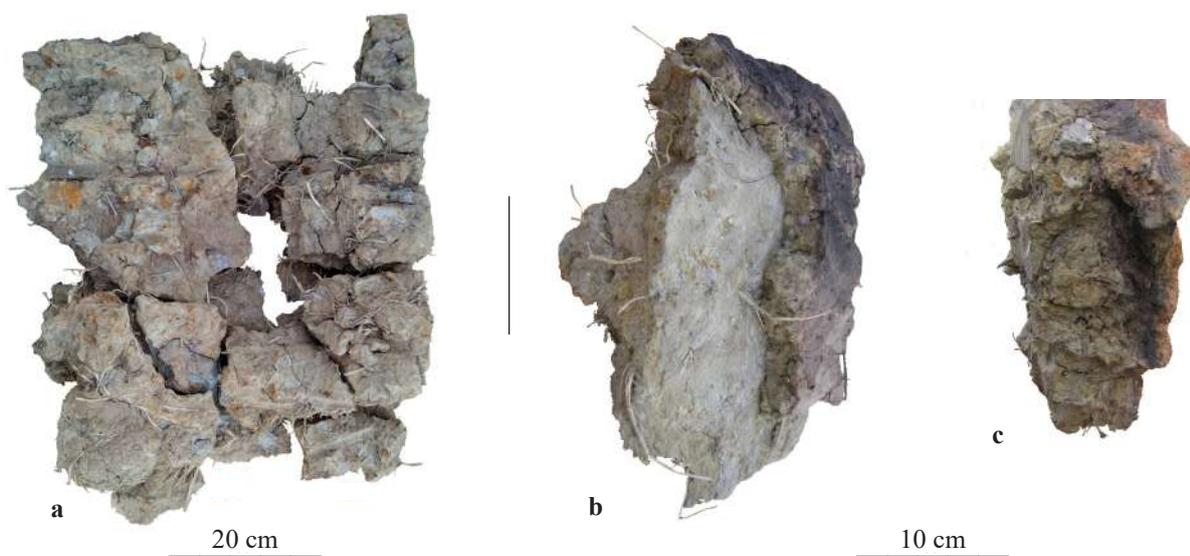


Fig. 5-182 - Fragments et ensemble de fragments du mur ouest. a. ensemble de fragments 2-001 du parement extérieur présentant des cassures irrégulières entre des grosses mottes. Éch. 1/10 ; b. un fragment de l'ensemble 2-001 avec un enduit épais de 2-3 cm qui s'affine en partie haute. Éch. 1:5 ; c. fragment 2-006 du parement intérieur vu en coupe, la surface est bien brûlée, plus on avance vers le cœur du mur, moins la terre a brûlé, Éch. 1:5.

c. Le mur sud

Les restes architecturaux de ce mur se présentent sous la forme d'une multitude de petits fragments. Ceux issus du parement externe (MEZ-TAB-3-003/004) ne sont pas cuits et présentent une composition proche des parements externes des autres murs. Ce sont des petits, voire de très petits, fragments et il est difficile de parler ici d'une « couche » de torchis. Il s'agit plutôt d'une mosaïque de fragments avec des empreintes, mais pas de surface aplanie, ou inversement, avec la surface aplanie, mais pas d'empreintes (**fig. 5-174** et **5-183a**). De nombreux fragments ne présentent d'ailleurs ni l'un, ni l'autre. La couche d'enduit, quant à elle, n'est plus en contact avec les fragments formant le torchis (MEZ-TAB-3-001/002). Cette couche est assez homogène, non cuite, épaisse de 2 à 3 cm. Elle est composée de paille en moyenne quantité (**fig. 5-183c**).

Enfin, les fragments provenant du parement interne de ce mur (MEZ-TAB-3-005/006/007/008/009) présentent les mêmes caractéristiques morphologiques que ceux du parement externe. Cette « couche » de torchis présente également les mêmes stigmates que le parement intérieur du mur ouest : la terre à bâtir est brûlée sur 6 à 8 cm avec une rubéfaction importante sur les trois premiers centimètres (**fig. 5-183b**). Sur plusieurs fragments, on note une couche qui ressemble à un enduit partiel sur 1 cm d'épaisseur. Il s'agit sûrement d'une motte rajoutée afin de régulariser le parement. Les fragments présentant les vestiges de la surface aplanie portent souvent des empreintes de doigts (**fig. 5-184**).

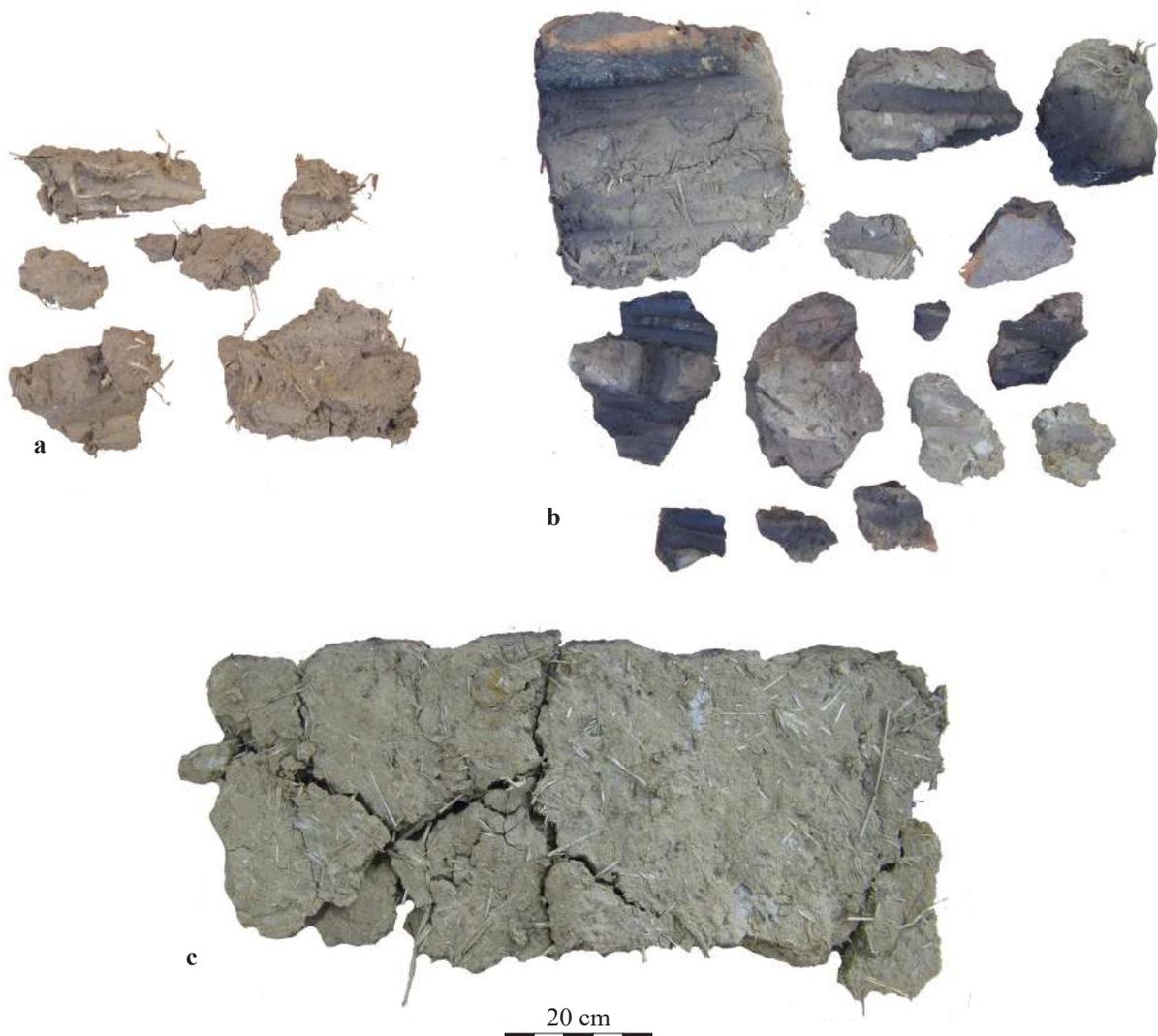


Fig. 5-183 - Ensembles de fragments du mur sud. Éch. 1/5 a. ensemble de fragments 3-003 du parement extérieur se présentant sous la forme de nombreux petits fragments avec ou sans empreintes ; b. ensemble de fragments 3-005 du parement intérieur présentant quelques fragments carbonisés au niveau des empreintes ; c. ensemble de fragments 3-005 (enduit) du parement extérieur; couche homogène et paille en moyenne quantité.



Fig. 5-184 - Traces de lissage aux doigts sur l'enduit au faite du mur sud, parement intérieur. Éch. 1:2.

d. Le mur est

Concernant le mur est, le blocage de terre se présente sous la forme d'une terre très tassée, très compacte. Les fragments montrent clairement les lits de pose suite à la mise en place de l'intérieur du mur par couches de terre horizontales successives. On voit clairement des faces de pose et d'autres d'attente (**fig. 5-167**). On note également la différence importante dans la composition de ces couches : de la terre à bâtir préparée et du sédiment sableux non travaillé. Les fragments non recuits (MEZ-TAB-4-006) attestent que la chaleur émise par le buché a atteint une épaisseur seulement de 5 à 6 cm maximum à l'intérieur du mur. Le reste n'est absolument pas cuit (**fig. 5-185**). Enfin, les deux enduits issus du parement extérieur du mur n'ont pas cuit (MEZ-TAB-4-003/004) (**fig. 5-186**). L'enduit final de 2 cm présente tout de même quelques millimètres rubéfiés en surface et des empreintes de doigts suite à l'aplanissement de la couche. L'enduit intermédiaire, qui recouvrait le coffrage de bois, est épais de 3 cm et présente une composition similaire au précédent, à savoir un dégraissant végétal fait de paille en moyenne quantité.



Fig. 5-185 - *Vue en coupe horizontale du remplissage du mur est. Seuls les premiers centimètres du parement intérieur ont été rubéfiés.*



Fig. 5-186 - *Enduit extérieur (4-004) du mur est ne présentant aucune trace d'incendie. Éch. 1:10.*

6.3. Comparaison avec les données de construction expérimentale

La confrontation entre les données de construction du bâtiment expérimentale et celles issues de la lecture du référentiel expérimental permettra de tester la fiabilité de notre méthode d'analyse.

6.3.1. Les armatures végétales

Concernant les armatures végétales, la comparaison entre les dimensions des pièces utilisées pour la construction du bâtiment et les données acquises sur le référentiel expérimental donne des résultats plus que probants concernant les dimensions des pièces (**fig. 5-187**).

Il n'est pas nécessaire de revenir sur chaque catégorie de pièce de bois en détail, mais il s'avère qu'il n'existe jamais un écart supérieur à 3 mm entre la dimension mesurée depuis l'empreinte et la dimension réelle de la pièce de bois. Ainsi, il est d'ores et déjà possible de supprimer une des incertitudes liées à la méthodologie d'étude appliquée sur les restes architecturaux : les mesures reflètent bel et bien les dimensions d'origine des pièces de bois.

Concernant les planches de coffrage, les dimensions mesurées lors de la construction expérimentale et celles mesurées sur les fragments du référentiel sont une nouvelle fois du même ordre de grandeur. Toutefois, les empreintes des planches de coffrage ne sont pas nombreuses et n'ont pas permis d'obtenir leur largeur exacte.

S'attachant maintenant à l'agencement des pièces de bois entre elles, l'espacement entre les pièces de bois décrit par l'étude des fragments correspond, cette fois encore, bien aux données de construction. Par exemple, la reconstitution des écarts entre les baguettes de clayonnage du mur ouest faite à partir des empreintes reflète parfaitement la réalité de construction. En revanche, la reconstitution, à partir des fragments prélevés, du nombre de baguettes utilisées sur la hauteur du mur pose problème. En effet, les empreintes des baguettes ne sont pas continues et elles apparaissent plusieurs fois sur différents fragments, sans qu'on puisse se prononcer s'il s'agit ou non des mêmes baguettes, puisque le diamètre varie depuis la base de la baguette jusqu'à son extrémité.

Enfin, la présence de stries très marquées dans certaines empreintes de baguettes arrondies courbes, et particulièrement pour le mur ouest, correspond parfaitement au type de bois employé, et notamment à l'érable champêtre dont l'écorce est caractéristique.

	Mur nord (001)		Mur ouest (002)		Mur sud (003)		Mur est (004)	
	Données de construction	Données d'étude des fragments expérimentaux	Données de construction	Données d'étude des fragments expérimentaux	Données de construction	Données d'étude des fragments expérimentaux	Données de construction	Données d'étude des fragments expérimentaux
Poteau	Largeur moy. mesurée	7,4	7,5	6,4	6,2	7	7,4	6,3
	Diamètre moy. d'origine	14	13,7	10,9	10,8	14	14,8	12,7
Baguette de clayonnage	Diamètre moy. d'origine			1,5	1,3	1,5		
Traverse	Diamètre moy. d'origine	2,3	2,4					
Planche coffrage	Largeur moy. mesurée						10,6	12,5
Baguette de remplissage	Diamètre moy. d'origine						1,5	1,2

Fig. 5-187 - Comparaison entre les dimensions des pièces de bois utilisées pour la construction et celles des empreintes du référentiel expérimental.

Il s'avère ainsi que la méthodologie de lecture des empreintes mise en œuvre pour étudier le matériel architectural archéologique est fiable et qu'elle permet une reconstitution des dimensions des pièces de bois d'origine. L'échantillonnage, correspondant au prélèvement d'un tiers des éléments architecturaux, semble également fiable et propose une image générale fidèle des armatures de bois et des pièces qui les composent. Des détails peuvent être aperçus et illustrés (écorce, nœuds, départ de branche, *etc.*) et permettront ensuite lors des interprétations d'aller plus loin sur la compréhension sociale et économique des sociétés. En revanche, le nombre de pièces de bois utilisés, ne peut pas être évalué avec certitude.

6.3.2. La terre à bâtir

Dès l'étude des fragments expérimentaux, il a été possible d'observer les conséquences des différents modes d'application et des différentes compositions de terre à bâtir sur le matériel incendié. Nous présentons ici, de façon synthétique, les différentes séquences techniques de la construction et les conséquences qu'elles ont eues sur les fragments incendiés (**fig. 5-188**).

Concernant la fabrication de la terre à bâtir, il n'est pas aisé de déterminer à partir de l'étude macroscopique des fragments expérimentaux si la terre à bâtir est préparée en fosse ou à même le tas de terre argileuse. Le seul indice dans cette direction est la répartition du dégraissant, réparti de façon assez homogène. Toutefois, malgré l'utilisation d'une fosse, si le foin n'est pas coupé ou haché, mais plutôt mis par poignée dans la préparation comme semble l'attester les études présentées plus haut, il est compliqué d'obtenir un mélange homogène et les brins végétaux sont souvent accolés les uns aux autres. Ainsi, le fait de préparer la terre à bâtir en fosse en ajoutant un dégraissant haché permet d'obtenir un mélange homogène.

Les modes d'application du torchis utilisés pour la construction des murs du bâtiment expérimental révèlent deux catégories bien distinctes les fragments. D'une part, on note de tous petits fragments en grande quantité dont certains portent des empreintes courtes et indépendantes, voire isolées, mêlés à d'autres sans empreintes. D'autre part, des fragments plus gros portent des empreintes plus longues et donc présentant des indices de leurs agencements et peuvent plus facilement être interprétées. La première catégorie est issue des murs construits par projection de petites mottes de terre à bâtir issues des fosses. La seconde correspond aux fragments de murs construits par application de grosses mottes ou de « briquettes » fabriquées directement sur le tas de terre. Enfin, la terre à bâtir utilisée comme blocage entre les deux parements en bois du mur est n'entre pas dans ces catégories. Elle s'apparente à des lits de terre tassée et compacte. Les fragments sont généralement gros et lités.

La terre à bâtir les différentes étapes techniques	Référentiel de fragments caractéristiques macroscopiques
Préparation - Préparation en fosse	Impossible de terminer à partir des fragments si la préparation a été faite en fosse Répartition assez homogène du dégraissant dans la terre
Préparation - Préparation à même le tas	Impossible de terminer à partir des fragments si la préparation a été faite à même le tas Variations de la quantité de dégraissant dans la terre
Préparation - Foin non haché/coupé	Variations de la quantité de dégraissant de la terre. Elle semble avoir été mal mélangée Présence de fagots
Préparation - Foin haché/coupé	Dégraissant réparti de manière assez homogène dans la terre Dégraissant sans orientation spécifique
Préparation - Graminée sauvage hachée/coupée	Dégraissant fin. Dégraissant réparti de manière homogène dans la terre Dégraissant sans orientation spécifique
Torchis - Projection de petites mottes	Tendance de petits fragments ; pas de cohérence entre les fragments Empreintes courtes sur les fragments Difficulté à lire les agencements entre les pièces de bois Grand nombre de petits fragments sans empreinte, ni surface
Torchis - Plaquage de grosses mottes	Fragments assez gros et informes Fractures entre les fragments irrégulières Empreintes plus faciles à lire, notamment pour leur agencement
Torchis - Plaquage de « briquettes »	Fragments assez gros et informes à tendance parallélépipédique Empreintes plus facile à lire, notamment pour leur agencement
Torchis/blocage - Tassement dans le coffrage	Gros fragments à tendance parallélépipédique Lit de terre très tassée et très compacte
Enduit - Projection de petites mottes	Enduit homogène pour les mottes lissées, plus hétérogène si aucun lissage Fragments assez gros et informes
Enduit - Plaquage de « briquettes »	Fragments assez gros et informes à forte standardisation parallélépipédique

Fig. 5-188 - Tableau synthétique des caractéristiques macroscopiques des fragments expérimentaux suivant l'étape technique de préparation ou d'application de la terre à bâtir.

Enfin, concernant les enduits, la projection de petites mottes donne un rendu différent de celui obtenu pour le torchis pour ce même mode d'application de la terre. En effet, les fragments sont assez gros et cela résulte probablement de l'obligation de tasser, de mêler et de lisser la couche de terre afin qu'elle reste en place contre la surface plane des murs. L'utilisation de « briquettes » donne un résultat similaire, si ce n'est que les fractures entre les fragments sont beaucoup plus régulières. Elles sont d'ailleurs plus régulières que celles entre les fragments issus des couches de torchis construites par application de « briquettes ».

7. Synthèse : comparaison du référentiel expérimental au matériel archéologique

Le référentiel d'empreintes étant acquis et la fiabilité de la méthodologie prouvée, l'objectif principal de l'expérimentation est presque entièrement atteint. Il convient à présent de confronter ce référentiel au matériel archéologique.

7.1. Mur à double parement de bois discontinu

Il est alors important de revenir en premier sur le mode d'agencement du mur est, qui est très mal connu archéologiquement. Rare dans la construction en terre en général, ce mode d'agencement des matériaux n'est connu exhaustivement que pour une occupation non incendiée du site de Petko Karavelovo. En s'attardant sur le mode d'agencement et l'organisation des pièces de bois les unes par rapport aux autres, plusieurs constats se dégagent.

Concernant les murs construits avec un double parement de bois discontinu, l'absence de référentiel solide jusqu'à présent et de communication autour de ce mode d'agencement n'était pas propice à son identification sur le terrain et parmi les collections architecturales. Il était alors nécessaire de s'interroger sur une possible confusion des fragments issus de ce type de mur avec ceux d'un autre mode d'agencement. Les résultats expérimentaux montrent clairement que plusieurs fragments du mur est du bâtiment portent des empreintes de baguettes comparables à celles des baguettes de clayonnage, notamment pour les fragments de taille réduite (**fig. 5-177**). Dans un premier temps, la présence d'une empreinte de poteau en connexion avec ces empreintes de baguettes semblait nécessaire pour identifier le clayonnage. Toutefois, plusieurs fragments issus du mur est ont également livré ce type d'empreinte, infirmant cette hypothèse. L'indice le plus fiable reste la courbure des empreintes de baguettes de clayonnage qui est plus importante que celles observées sur les fragments de torchis du mur expérimental. Cependant cet indice de courbure, est difficile à identifier sur le matériel archéologique, où les empreintes le plus souvent sont trop courtes.

En revanche, le mode d'application de la terre à bâtir que nous avons adopté a livré des indices absents du registre archéologique.

L'utilisation d'un coffrage semblable aux banches utilisées dans la technique du pisé a induit, par comparaison abusive, à la volonté de tasser la terre de manière excessive, notamment en marchant sur le faite du mur. Les caractéristiques morphologiques de l'agencement de la terre à bâtir pour les fragments obtenus ne correspondent pas aux données archéologiques

concernant la construction en torchis. La volonté de pouvoir autant tasser la terre à bâtir a conduit à espacer suffisamment les deux parements pour qu'une personne puisse marcher sur le mur. Par ce fait, le mur a une épaisseur trop importante par rapport aux murs archéologiques. L'ajout des deux enduits extérieurs a encore augmenté d'une petite dizaine de centimètres cette épaisseur. Enfin, le tassement de la terre entraîne l'utilisation d'une très grande quantité de terre pour réaliser ces murs. Finalement, il semble assez probable que la terre à bâtir n'était pas tassée, mais simplement déposée à l'intérieur du mur. Cela poserait également moins de problème concernant les liens qui brûlent les planches de coffrage, d'un parement à l'autre. Il y aurait moins de risque de les casser. Comme proposé en synthèse de l'étude sur le site de Petko Karavelovo, il est possible que la terre utilisée soit un matériau de récupération de constructions antérieures détruites ou détériorées.

La reconstitution expérimentale de ce mode d'agencement, ainsi que les potentiels parallèles ethnographiques, montrent qu'il n'est pas encore clairement compris, notamment en raison du faible nombre d'occurrences archéologiques documentées à ce jour. Si d'un point de vue visuel, il semblerait assez aisé de faire un parallèle avec le torchis sur lattis (Dewulf 2007, p. 25), les éléments techniques viennent cependant contrecarrer cette hypothèse. En effet, la terre à bâtir n'est pas simplement projetée contre l'armature de planches, elle est d'abord placée à l'intérieur du mur, puis très légèrement tassée. Au regard de la reconstitution expérimentale réalisée, c'est le principe d'une élévation simultanée des parements en bois et du niveau de terre à bâtir qui est retenue. Il serait donc nécessaire de réitérer cette expérience en proposant un nouveau protocole, en tirant partie de ces premiers résultats et en faisant varier les paramètres afin d'atteindre un résultat en adéquation avec la réalité archéologique.

7.2 Les armatures en bois

L'armature en poteaux jointifs a été construite en se fondant sur les données issues de l'analyse des fragments archéologiques de Dikili Tash. La proximité entre les agencements expérimentaux et archéologiques des empreintes semble montrer la fiabilité des hypothèses de reconstitutions techniques et architecturales (**fig. 5-189**).

Concernant les armatures végétales en clayonnage, l'intérêt était une fois encore de s'assurer que les dimensions mesurées sur les empreintes archéologiques pouvaient être considérées comme les dimensions d'origine des pièces de bois et ce résultat a été confirmé. En ce qui concerne l'agencement des matériaux, pour les murs périphériques des bâtiments néolithiques construits en torchis sur clayonnage, les empreintes les plus comparables entre

les matériels archéologique et expérimental correspondent au clayonnage lâche (**fig. 5-190**). En effet, on s'est aperçu que la réalisation de ce type de clayonnage plaçait tout de même certaines baguettes de clayonnage jointives. La majeure partie des fragments archéologiques étudiés témoigne de ce type de reconstitution. Les plus rares cas de clayonnage parfaitement serrés seraient alors plutôt réservés pour certaines cloisons internes, dont l'épaisseur est réduite et sans fonction porteuse.

Les études archéologiques montrent à plusieurs reprises des poteaux très rapprochés les uns des autres. En fonction des essences utilisées, il semble possible que les bâtisseurs n'entrelaçaient pas les baguettes à chaque poteau, mais qu'ils les passaient du même côté de deux poteaux consécutifs. En effet, certaines baguettes cassaient plus facilement lors de l'utilisation, à l'image de l'érable champêtre par exemple qui est pourtant utilisé sur le site de Petko Karavelovo pour cette fonction. Lorsque les poteaux sont proches les uns des autres et qu'on souhaite entrelacer les baguettes autour d'eux, il est nécessaire de choisir une essence très souple. Le clayonnage en viorne est par exemple attesté à l'ouest du Bâtiment D3 sur le site de Petko Karavelovo.



Fig. 5-189 - Comparaison des empreintes entre le fragment expérimental 1-007 et le fragment 611004-020 de Dikili Tash. Les empreintes et leurs espacements sont similaires (flèche noire). Éch. 1:10.

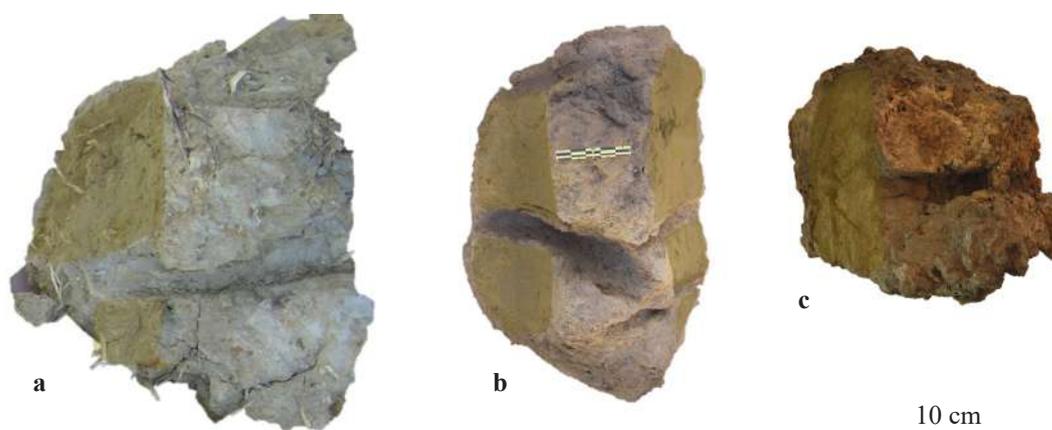


Fig. 5-190 - Comparaison entre trois fragments présentant des empreintes de clayonnage. Les empreintes de poteaux sont surcolorées en marron transparent. La proximité des agencements est flagrante. Éch. 1:5. a. fragment expérimental de l'ensemble 2-003 ; b. fragment du site de Petko Karavelovo ; c. fragment 611004-019 du site de Dikili Tash.

Au sein du matériel expérimental, des poteaux non-écorcés ont majoritairement été utilisés et les empreintes arrondies qu'ils ont laissées présentent des stries, généralement absentes sur le matériel archéologique. Cette faible représentativité dans le matériel archéologique d'empreintes associées à des poteaux semble montrer que les poteaux étaient écorcés. Concernant les écorces toujours, aucune empreinte archéologique de baguettes de clayonnage ne présente de surface proche de celles attribuées à l'érable champêtre sur le matériel expérimental. Toutefois, les empreintes expérimentales des autres essences utilisées correspondent bien aux empreintes archéologiques. Il semble donc possible que les baguettes de clayonnage ne soient pas écorcées au Néolithique, et que les essences choisies n'aient que rarement des écorces striées comme celle de l'érable champêtre, sporadiquement employé pour cette fonction à Petko Karavelovo.

En dernier lieu, aucune empreinte de cerne de bois n'a été identifiée au sein du corpus archéologique étudié. Ce phénomène peut être expliqué par l'absence de sciage franc des poteaux ou des autres pièces de bois. Ainsi, même lorsqu'une empreinte s'arrête sur un fragment, les cernes ne sont pas visibles. Cette absence pourrait également s'expliquer par la présence récurrente de sablière haute des armatures en bois, avant l'application de la terre à bâtir. Ainsi, sur les murs en poteaux jointifs par exemple, la terre à bâtir n'est pas directement en contact avec les abouts des poteaux.

7.3 La terre à bâtir

Concernant les couches de torchis, la proximité entre les fragments expérimentaux issus des murs construits avec des grosses mottes appliquées contre les armatures et les fragments archéologiques est flagrante. Les fragments peuvent être relativement gros et ont des formes irrégulières. Ils portent assez généralement des empreintes de l'armature en bois tout en affichant la surface aplanie du parement qu'ils composaient.

Les fragments issus du parement interne du mur nord, construit en « brique » appliquée contre l'armature, sont également assez proches des fragments archéologiques. Toutefois, la régularité des fractures suivant les assises, notée sur le matériel expérimental n'est jamais observée au sein des études archéologiques. Il semble donc qu'on puisse écarter cette hypothèse d'application pour les sites étudiés.

Les tous petits fragments caractéristiques des couches de torchis faites par projection de petites mottes ne sont, quant à eux, que très peu courants dans le matériel archéologique. Du moins, il n'existe pas d'amas de terre à bâtir des EEB 8-9 formés uniquement de ce type de

petits fragments. En revanche, il est tout à fait possible de comparer ces fragments au matériel provenant d'autres niveaux d'occupation plus récents dans la zone égéo-balkanique, à l'instar du matériel de Gortalovo pour les Âges du Bronze et du Fer (Chohadzhiev *et al.* 2020b), ou de Gorni Dabnik de la période hellénistique (Petraiev et Goryanova 2020) ou encore de certains amas du secteur 7 de Dikili Tash au Bronze récent (Darcque *et al.* 2020d, § 15 et fig. 10).

Il semble alors envisageable de proposer que les murs néolithiques sont principalement composés d'une couche de torchis faite de grosses mottes informes plaquées contre les armatures végétales. Il n'est pas à exclure que des mottes préformées, à l'instar des « briquettes », aient pu être utilisées. En revanche, la projection de petites mottes ne semble pas correspondre au matériel archéologique étudié.

Concernant les enduits, le parallèle entre les enduits fabriqués par projection de petites mottes et les enduits archéologiques a conduit à des résultats significatifs. Pour des enduits dont l'épaisseur est inférieure ou égale à 5 cm, il semble que ce soit cette technique d'application qui soit utilisée au Néolithique. Les couches sont vraiment similaires. Il est nécessaire de rendre cohérent l'ensemble en lissant et en mêlant correctement les mottes. Elles apparaissent alors comme une seule couche, avec parfois la possibilité de déceler des fractures ou des fissures caractéristiques de ces mottes. Ce schéma est observé aussi bien sur le matériel expérimental que sur le matériel archéologique.

L'application des enduits par « briquette » plaquée contre la couche de torchis ne semble pas être attestée sur le matériel archéologique. Il est rare de trouver dans le registre archéologique des fragments à tendance parallélépipédique très marquée comme ceux issus de l'expérimentation.

Très tôt lors de la construction du mur nord avec une armature en poteaux jointifs, on évoquait le problème de cohérence entre les deux parements en terre, séparés par une armature aussi importante. L'expérimentation semble montrer qu'il n'y a au final aucun problème de ce type tant que les parements en terre sont construits avec une assise solide et sont ainsi suffisamment stables. De plus, les raccords au niveau du faîte du mur et entre certains poteaux permettent de relier les deux parements. De même, les traverses servant à maintenir les poteaux dans un premier temps permettent également d'accrocher les parements en terre à l'armature végétale. Enfin, suite à l'incendie, cette dernière a complètement disparu, ce qui n'a pas empêché le mur de rester debout encore plusieurs mois après l'incendie, jusqu'au démontage des murs.

Enfin, les questions liées à la composition des terres à bâtir sont assez complexe à saisir suite à cette expérimentation. S'il a été mis en lumière lors de l'étude du matériel archéologique que pour des raisons techniques, les compositions sont conçues et réalisées en fonction de la position architecturale notamment, ou également de l'élément architectural construit, cet aspect n'a pas fait l'objet de l'expérimentation. L'utilisation d'un dégraissant plus fin pour les enduits a simplement facilité les lissages et a permis d'obtenir des surfaces plus esthétiques ; sur ces surfaces plus lisses l'eau ruisselait sans trop s'infiltrer.

Chapitre 4 – Synthèse sur le programme expérimental

Chaque étape de la chaîne opératoire a reçu sa propre synthèse au sein des deux chapitres précédents permettant de répondre en grande partie aux trois objectifs introduits en début de partie. Il convient de synthétiser ici les résultats principaux obtenus lors du programme expérimental mis en place.

1. La médiation

Les résultats concernant la médiation et la valorisation des activités archéologiques expérimentales sont peut-être les moins tangibles dans les chapitres précédents puisque nous nous sommes cantonnés à l'aspect scientifique de ce travail. Malgré cela, ces résultats ont, à de nombreuses reprises, contribué à son développement. De nombreux conseils ont été donnés à l'équipe pendant la réalisation des différentes tâches. De plus, le partage des connaissances archéologiques et de l'apport expérimental auprès d'un public scolaire nous a permis de faire des synthèses régulières et nous a obligés à rendre accessibles nos idées auprès d'un public non averti. « Tous les chercheurs se sont heurtés un jour ou l'autre à la difficulté de communiquer leur expérience par les moyens ordinaires de l'écrit, de l'oral et même de l'image, et tous aussi ont pu se trouver dans l'embarras de s'apercevoir, au moment de la communiquer, que leur expérience était incomplète ou insuffisante » (Sigaut 2009, p. 43). Ainsi, ce partage, cette transmission de nos connaissances nous a obligés à éprouver nos théories. Cela nous également permis de confronter nos approches à des visions critiques et très souvent empiriques (et modernes).

De nombreuses amorces des réflexions présentées dans les chapitres précédents sont issues de ces discussions et des questions posées par les écoliers ou le public plus âgé. En outre, et nous y reviendrons plus bas, la participation des collégiens à certaines tâches concernant le travail du bois permet également de compléter nos observations, concernant la position du corps, les réflexes de préhension des outils et les gestes effectués.

2. L'apport méthodologique

Le protocole expérimental mis en place a permis d'obtenir un référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir. La comparaison des données observées sur le matériel expérimental et des données de construction du bâtiment incendiés a prouvé la fiabilité de la méthodologie mise en place pour étudier les armatures végétales à travers leurs empreintes dans la terre à

bâtir. Elle nous permet, à quelques millimètres près, de reconstituer les dimensions des pièces de bois utilisées, mais également les modes d'agencement de ces pièces de bois, sans pour autant permettre un calcul du nombre de pièces utilisées.

3. Les résultats : techniques et société

Bien entendu, ces résultats sont les plus nombreux. Mais ils ne sont fiables que grâce au fait d'avoir atteint les deux premiers objectifs (méthodologie et valorisation). De nombreux aspects de la société néolithique ont pu être abordés à travers le programme expérimental monté. Il est temps ici de les rappeler, mais également de développer ceux qui n'ont pas pu l'être dans les chapitres précédents, notamment la transmission des savoir-faire, mais également sur le ressenti des expérimentateurs.

3.1. Outillage, techniques et environnement

Concernant l'abattage, il apparaît clairement qu'au sein de notre outillage de Petko Karavelovo, les ciseaux en pierre sont à écarter. L'abattage à l'aide des haches et des herminettes dont les lames sont de petites tailles et ont des tranchants droits est envisageable, mais ne présente ni le confort des lames plus grosses et aux tranchants arrondis, ni leur efficacité. Ces petites lames, moins lourdes, présentent toutefois des avantages dans l'abattage de petits arbres, permettant une meilleure précision et limitant les vibrations du tronc. De même, concernant les arbres dont les troncs ont un diamètre inférieur à 14-15 cm, la rapidité d'exécution des abattages avec les petites lames n'est pas si différente de celle avec des lames plus grosses. On retrouve sûrement ici une des raisons pour laquelle peu de pièces de bois aux diamètres supérieurs sont retrouvées sur le site de Petko Karavelovo. Enfin, l'intérêt de ces lames au format réduit réside surtout dans leur polyvalence. En effet, ces lames sont alors bien adaptées aux activités suivantes de la chaîne opératoire.

En effet, les haches expérimentales faites sur les modèles de Petko Karavelovo sont tout à fait adaptées aux tronçonnages et à l'ébranchage des arbres abattus. De même la morphologie des haches permet leur utilisation comme merlin pour amorcer les refentes ensuite. Les herminettes sont également bien adaptées au travail de mise en forme des pièces de bois (reprise des planches par exemple), mais également des assemblages (tenon-mortaise ; cf. plus bas, p. 493-496).

Évaluer l'impact sur l'environnement boisé de l'utilisation du bois de construction est au final difficile. Même si l'on tente régulièrement de quantifier le nombre d'arbres à abattre par le calcul (Ravry *et al.* communication 2021) ou en discutant avec des bucherons et des charpentiers (Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021, p. 60-61), il semble que ces estimations soient facilement biaisées¹ par le manque de données concernant le nombre de refentes possibles et pratiquées sur un tronc, la longueur de celui-ci, sa morphologie. Ces paramètres influent sur le nombre d'arbres à abattre et à travailler et malgré le développement de travaux expérimentaux, il semble pour le moment encore très hasardeux de proposer des résultats quantifiant le nombre d'arbres à abattre et donc l'impact de ces constructions sur le couvert forestier.

En revanche, le programme expérimental mené en Sarthe permet de proposer une première méthode de quantification du volume de terre à bâtir « type » étudiée dans notre région de recherche (*cf.* plus haut, p. 410-411). En effet, à la suite de plusieurs calculs il a été possible de donner une tendance quant aux quantités et aux masses de terre à bâtir « type » utilisées dans la construction de murs à Petko Karavelovo et à Dikili Tash pour la période étudiée. La multiplication de constructions de mur en enregistrant ces données permettrait d'affiner nos mesures, mais il semble plutôt fiable pour le moment de donner la valeur de 2444,7 kg/m³ comme masse volumique pour ce type de terre à bâtir. Ainsi il est possible de calculer la masse de terre à bâtir utilisée pour une construction et d'en déduire ensuite l'impact de cette construction sur l'environnement à proximité (terre argileuse, bois, dégraissant, eau). Il est également possible d'envisager alors les investissements en termes de temps et de main d'œuvre que nécessitaient les différentes constructions.

Concernant les techniques de construction, on peut citer ici en premier lieu la remise en question globale du principe d'érection des murs à double parement de bois discontinu. Les informations archéologiques de ce mode de construction étant très peu nombreuses, le recours à l'expérimentation se présentait comme une des rares alternatives, afin de progresser dans notre connaissance de ce mode. Tout d'abord, il semble qu'une confusion soit possible lors de l'étude du matériel archéologique architectural incendié avec des constructions en clayonnage. Ensuite, la terre à bâtir mise entre les deux parements n'était pas tassée comme peut l'être celle utilisée dans le pisé, malgré la ressemblance entre les parements et les banches. Les parements des murs à double parement de bois discontinu sont d'ailleurs bien plus rapprochés que les banches utilisées dans la construction en pisé et, surtout, la terre à bâtir archéologique ne se

¹ Comme l'a fait remarquer V. Bernard lors des *Journées bois, échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés*, tenues à Paris les 18 et 19 octobre 2021 (organisateurs : P. Bacoup et J. Taïeb).

présente pas sous forme de lits de terre tassée comme peut l'être la terre lorsqu'on la comprime entre des banches. Enfin, nous proposons l'élévation des parements de bois et celle du niveau de terre à bâtir sont faites simultanément.

La reconstitution des armatures végétales a permis d'évaluer l'investissement technique requis lors de leur réalisation. Il n'y avait pas de difficultés particulières et d'autres expérimentations avaient précédemment reconstitué ces armatures. Leur construction expérimentale était plutôt tournée vers l'objectif méthodologique dont les résultats sont présentés plus haut. S'agissant de la terre à bâtir, la comparaison entre le matériel expérimental et le matériel archéologique, son application contre les armatures végétales s'apparente à des grosses mottes assez peu liquides et très dégraissées. L'application de la terre à bâtir par petites mottes plus liquides s'apparente à des découvertes plus récentes. On ne peut pas exclure complètement l'utilisation de mottes préformées en pseudo-parallélépipèdes rectangles, mais celles-ci semblent tout de même présenter, une fois incendiée, des fractures entre elles plus rectilignes que sur le matériel archéologique.

Les questions quant aux gestes, aux mouvements et aux outils préférentiels pour chaque tâche se trouvent à la frontière entre les résultats techniques et les résultats d'ordre humain et sensoriel. Lors des synthèses de chacune des activités dans les deux chapitres précédents, nous avons présenté les réponses apportées par notre programme expérimental aux aspects techniques soulevés par nos objectifs. Il convient donc maintenant de s'y intéresser plus en détail concernant les aspects sociaux.

3.2. Savoir-faire, apprentissage et transmission

La mise en place au sein de notre protocole d'une échelle de niveau pour chaque tâche entreprise a permis à chaque expérimentateur de se situer au sein du groupe d'un point de vue expérience. Les retours sur leur ressenti pour chacune des activités a ensuite offert la possibilité de corrélérer le niveau de connaissance et de pratique auto-attribué par les expérimentateurs, avec leurs sensations et leurs avis, mais également avec leurs résultats et l'évolution de leur efficacité. On a ainsi pu mettre en avant l'importance d'avoir des personnes plus expérimentées dans le groupe de travail et l'influence qu'elles avaient sur les plus novices.

3.2.1. Petit détour terminologique

En effet, qu'il s'agisse de membres de l'équipe ou des personnes venues participer aux moments de médiation, un processus naturel de transmission du savoir-faire des plus expérimentés c'est mise en place. Toute la question réside ici dans le fait que peut-on appeler « apprentissage » ces moments d'échange et de transmission des savoirs pratiques ? Il semblerait que oui dans le cas où l'on s'attache à l'idée que « transmettre un savoir, c'est placer quelqu'un dans les conditions les meilleures pour qu'il puisse acquérir lui-même ce savoir, à l'aide de ses propres ressources sensorielles et mentales. Cela n'est pas, cela n'a jamais été et cela ne peut pas être autre chose. C'est pourquoi, à mon sens, il y a bien transmission de savoir dans l'apprentissage. C'en est même peut-être la forme la plus directe et la plus haute » (Sigaut 1996, § 19).

Il n'en reste pas moins que cet apprentissage peut prendre différentes formes, en fonction du processus d'apprentissage suivi : par essais et erreurs ; par façonnage ; par échafaudage (Greenfield et Lave 1979). L'apprentissage varie également en fonction des différents acteurs, de leur sexe, de leur âge, de leur histoire personnelle, de leur capacité à transmettre, à recevoir, du contexte social, culturel et économique dans lequel se déroule le processus, *etc.* (Bril 1996a, § 7). Il convient également de prendre en compte le statut et la relation entre les différents acteurs de l'apprentissage. Les moments d'expérimentation et de médiation ont été très courts et peu des personnes novices (expérimentateurs ou écoliers) n'ont réitéré l'expérience (un seul en réalité : TL). Il ne convient alors pas d'apparenter les relations d'apprentissage qui se sont mises en place durant nos expérimentations à la relation maître/apprenti décrite par les ethnologues et sociologues (Sigaut 1996, § 15). Dans notre cas, nous sommes plus proches d'une relation formateur/apprenant. La notion d'apprenant est large et apparaît régulièrement dans les travaux sociologiques et philosophiques (Loarer 1998 ; Dieumegard 2011 ; Eastes 2013 par exemple). La relation formateur/apprenant dans l'apprentissage technique, quant à elle, n'est pas régulièrement décrite dans la littérature. Il semble qu'une des raisons principales à son absence soit due au caractère nouveau dans notre société d'un apprentissage technique différent de celui maître/apprenti, notamment par le biais des formations courtes, dans le cadre de reconversions par exemple, dans de nombreux établissements et organismes (CFA, formation pour adultes (CAParis par exemple), *etc.* Mais cela n'empêche en rien, selon les formateurs professionnels, de considérer cette relation comme étant à part entière un apprentissage, ces modalités en sont juste différentes.

À l'image des distinctions faites par F. Sigaut (1996) entre apprenti et écolier, qu'il relativise et nuance ensuite, il semble important ici de définir ce que nous entendons par les termes « formateur » et « apprenant » avant de détailler les résultats obtenus grâce à notre étude. En réalité, les qualités intrinsèques des personnes derrière le qualificatif sont les mêmes que lorsque les ethnologues et sociologues parlent de « maître » et d'« apprenti ». Les formateurs détiennent un savoir empirique et des connaissances théoriques acquises d'un apprentissage plus ancien et d'une longue expérience dans le domaine. Les apprenants cherchent, eux, à acquérir ou à perfectionner des connaissances et des savoir-faire auprès d'un groupe prêt à transmettre « la somme des expériences que ses membres partagent entre eux ». Et c'est en cela que parler d'apprenti ou d'apprenant ne remet pas en cause la présence d'un apprentissage sous une certaine forme : la recherche de la connaissance d'un groupe qui guide l'apprenant, « on n'expérimente pas seul (ce qui est le propre du savant fou dans nos romans de science-fiction). L'expérience est aidée, guidée, facilitée par ceux qui l'ont déjà acquise, et c'est cette aide, ce guidage qui sont socialement institués dans l'apprentissage » (Sigaut 2009, p. 43). La différence entre « formateur/apprenant » et « maître/apprenti » se trouve en vérité dans la relation même qui les lie, ainsi que dans la finalité de l'échange. « L'apprenti acquiert des connaissances, mais aussi des valeurs, une identité et toute la culture du groupe social dans lequel l'apprentissage le fait entrer » (Sigaut 1996, § 15, 2011, p. 205-206). L'apprenant vient chercher les connaissances techniques pratiques et théoriques, mais n'acquiert pas les valeurs identitaires et culturelles, et sa finalité n'est pas forcément d'entrer ensuite dans le groupe. C'est en cela qu'il existe des apprentissages aux finalités et modalités différentes, dont nous exposons ici deux exemples. En découlent alors des différences de filiations et d'appartenance culturelle, mais également des différences évidentes de temporalité dans le processus d'apprentissage, de quelques jours pour les apprenants à plusieurs années, voire dizaines d'années, pour les apprentis à l'image de l'apprentissage des Compagnons du Tour de France par exemple (Guédez 1994).

3.2.2. Les processus d'apprentissage durant le programme expérimental : du jeu à l'exercice

Il apparaît très clairement que, durant notre programme expérimental, deux expériences partagées dans la transmission des savoirs se sont mises en place (Sigaut 2009, p. 44). Le premier est le jeu ; le second correspond à l'exercice. Ces expériences n'ont pas suivi les mêmes processus d'apprentissage.

Le jeu est l'expérience partagée qui ressort le moins de nos travaux, puisqu'il a principalement eu lieu durant les temps de médiation avec les groupes scolaires, mais

également à quelques reprises durant les expérimentations elles-mêmes : « *j'ai bien aimé faire le clayonnage, la sensation de tresser un mur est vraiment sympa* » (JB) ; « *résultat est très satisfaisant* » (CB). Nous parlons du jeu selon la définition de F. Sigaut (2009, p. 45) : « le jeu proprement dit, c'est qu'il n'y a plus d'utilité du tout, même différée : le plaisir de la réussite est l'unique finalité de l'action ». Ici, la transmission de la connaissance se faisait selon les processus d'apprentissage par façonnage ou par échafaudage de Greenfield et Lave (1979). Ainsi, soit les actions « du novice sont maîtrisées, autant que possible, par le maître [/formateur], qui organise les difficultés rencontrées selon une séquence progressive et linéaire », dans le cas des expérimentateurs débutants ; soit « le maître [/formateur] intervient directement dans l'accomplissement de la tâche, ne s'en dégageant qu'au fur et à mesure de la maîtrise du novice », dans le cas des écoliers (Bril 1996a, § 14). On ne laissait alors que peu de place à la tentative, à l'expérience, en guidant précisément l'apprenant dans son chemin d'apprentissage. Ce guidage constant de l'action technique faite par l'apprenant entraînait *a fortiori* une certaine réussite, et donc le plaisir, but ultime du jeu.

Toutefois, ce n'était pas tant là que nos yeux se posaient durant notre recherche ; le jeu n'aboutissant pas forcément à une acquisition technique des mouvements et des connaissances. Et c'est là que la notion d'« exercice » entre dans notre discours au sens où l'« on peut pratiquer [une action technique] dans le but de s'exercer, et l'effet est alors apprécié pour lui-même, pour sa valeur de réussite, parce qu'il témoigne de l'habileté du sujet ». Contrairement au jeu, il y a alors une notion d'« utilité » dans l'exercice : on s'exerce pour être utile lorsque le moment sera venu d'utiliser les compétences acquises (Sigaut 2009, p. 45).

Le processus d'apprentissage, établi alors tacitement entre formateurs et apprenant, était celui dit par essais et erreurs (Greenfield et Lave 1979) : « Le savoir-faire ne s'acquiert que par expérience personnelle » (Sigaut 2009, p. 43).

Dans un premier temps, revenons sur l'importance du langage dans le processus mis en place. S'il est couramment mentionné théoriquement comme élément essentiel de l'apprentissage (Borzeix et Lacoste 1996), des exemples ethnographiques démontrent que ce n'est en réalité pas toujours le cas (Lioger 1988 ; Voisenat 1991). Ainsi la première phase qui s'est mise en place dans le processus d'apprentissage du travail du bois à l'outil de pierre durant notre expérimentation a été muette. C'était une phase d'observation des gestes et d'écoute des connaissances théoriques : « *l'apprentissage des gestes techniques et du vocabulaire s'est principalement fait par imitation et observation du travail de Philippe, Emmanuel et Vincent* » ou encore « *n'ayant jamais pratiqué cette activité j'ai procédé par imitation et observation* ».

du travail de Philippe Emmanuel et Vincent » (TL). Très rapidement après cette phase d'observation, les novices firent leurs premiers essais, « on ne peut pas se contenter de regarder faire autrui, même si ce regard joue un rôle essentiel. Il faut passer à l'acte » (Sigaut 2009, p. 43). Sont alors apparues les premières erreurs, et ainsi les premiers conseils d'aide et de guidage, se mettait alors le processus de transmission oral du savoir : « *bien que la pénétration dans le bois soit aisée, j'ai énormément galéré au début car je me contentais d'attaquer le bois de front. Philippe m'a conseillé d'utiliser la même technique que pour la hache, c'est-à-dire faire quelques copeaux dans un sens, puis les détacher en quelques coups dans l'autre sens* » (TL). Puis les progrès se font sentir, teinté des préférences des uns et des autres en fonction de leur ressenti : « *le travail à la hache est le plus fatiguant et le plus douloureux pour les mains. En revanche je suis très impressionné par l'efficacité et le confort d'utilisation des herminettes. Les gestes techniques sont assez intuitifs même si l'ébranchage reste plus long qu'à la hache. J'ai progressé bien plus vite avec l'herminette qu'avec la hache, d'autant plus qu'avec l'expérience, les coups [sont] plus précis pour un travail plus net* » ; « *grosse galère au début mais l'apprentissage se fait rapidement* » (TL). Les savoirs transmis pouvaient être de tout type, depuis le geste jusqu'au son que fait l'outil contre le bois, ou encore concernant la meilleure manière d'attaquer le bois ou la meilleure position à adopter pour une activité donnée.

3.2.3. Représentation mentale des activités

Nos résultats nous amènent enfin à parler des représentations mentales des expérimentateurs lors des activités. Il est intéressant de voir que lorsqu'ils cherchent à se faire technographe (Ampère 1834, p. 80 ; Sigaut 2009, p. 42), c'est-à-dire à simplement décrire une action technique qui est jusqu'à alors peu connue ou mal maîtrisée, les expérimentateurs tentent toujours de la rattacher à une autre qui elle leur est familière. Dans certains cas, on retrouve la comparaison avec les techniques modernes : « *lentement mais sûrement. Il faut accepter de prendre son temps avec des outils en pierre : importance d'adopter un rythme de fond. [...] La gestion du V de coupe n'est pas là même qu'avec une hache métallique. Ce V doit être bien plus large* » (AC). Dans d'autre cas, on les compare aux techniques animales : « *pour le tronçonnage de grosses sections, nécessité de répéter ce V sur plusieurs faces jusqu'à leur moitié avant de casser les dernières fibres par flexion. Jouer au castor humain quoi* » (VB), et ce depuis de nombreuses années : « *The scars are not as clean as those made with a modern sharp ax but one can say that the stone ax enabled the worker to do a respectable bit of "beavering" which certainly is the equal of a cut made with a really dull steel ax.* » (Pond 1939, p. 94).

On trouve également au sein de notre expérimentation la question d'anticipation mentale des gestes techniques en lien avec l'apprentissage des tâches. On retrouve par exemple cette notion au moment de la construction de la charpente du bâtiment et l'utilisation de brêlage : « les premiers brêlages faits sont toujours un peu anarchiques, mais ne sont pas forcément faibles. En général, la difficulté réside dans la finition du nœud. Après quelques essais, un schéma mental est construit par chaque personne qui fait le brêlage et il suffit de le répéter » (cf. plus haut, p. 416-417). Le fait de brêler deux pièces de bois de manière solide apparaissait dans un premier temps assez compliqué. Il donnait l'impression de mobiliser des connaissances qui permettaient de suivre un schéma de gestes complexes menant à la réalisation du brêlage. Or, après quelques essais et en décomposant les étapes de réalisation de manière à ce que chacune apparaisse simple, le schéma mental de réalisation se mettait en place. Cette analyse des stratégies cognitives, a été appliquée notamment sur la taille de la pierre par exemple : « la stratégie de taille paraissant plus intellectuelle, avec une vision anticipée apparemment complexe, on pourrait croire qu'elle mobilise davantage l'intelligence et la planification à long terme que l'opportunisme tactique. En fait, elle répond à une *représentation* du schéma opératoire, une image du volume général du nucléus configuré, intégrant la représentation d'un processus assez simple à appliquer dans ses grandes lignes » (Pigeot 2011, p. 163).

En outre, il convient de s'intéresser à l'anticipation et la planification des activités techniques par les bûcherons (Procopiou 2011). La schématisation mentale par le bûcheron du temps que lui prendra la réalisation d'une tâche va largement modifier son comportement. Nous avons pu voir, par exemple, que lorsque les arbres à abattre étaient de petites dimensions (diamètre inférieur à 14-15 cm), les bûcherons se séparaient. Ils auraient très bien pu abattre ces arbres à deux et passer plus rapidement d'arbre en arbre, mais, sachant la tâche simple et déjà assez rapide pour une personne, cela n'a pas été le cas. En revanche, lorsque le diamètre des arbres était plus imposant, ils ont préféré travailler à deux, plutôt que se répartir les arbres, et passer ensuite à l'arbre suivant, à deux toujours. En outre, le schéma mental des activités que se construisent les bûcherons influence également sur leurs postures de travail : plus la tâche est longue et plus le travailleur cherche à avoir une posture confortable permettant une endurance dans l'activité (assis, à genou, avec un siège, etc.). Ces deux exemples attestent d'une anticipation et d'une planification des besoins, matériels certes, mais physiologiques et psychologiques également.

3.2.4. Postures et mouvements : analyse des gestes et du ressenti des expérimentateurs lors du travail du bois

L'analyse des postures et de la gestuelle a une assise forte dans la recherche anthropologique, notamment en ce qui concerne leurs aspects socio-culturels (Boas 1911 ; Mauss 1936 entre autres). Sur les aspects techniques de l'analyse des gestes, les fondements sont mis en place par A. Leroi-Gourhan (1965). Des analyses techniques des mouvements et des postures ont été ensuite entreprises en s'intéressant souvent à des thèmes précis, comme l'agriculture ou le travail de la pierre (Procopiou 2013, p. 74-75). Un de ces travaux qui nous intéresse particulièrement a été entrepris par B. Bril (1984/2010 ; 1996b) sur les mouvements et postures, notamment lors de percussion lancée et de percussion posée avec percuteur, les deux types de percussion utilisés durant notre programme expérimental.

Nous nous tiendrons donc ici aux définitions qu'elle donne des termes posture et mouvement : « Deux systèmes sensori-moteurs sont à la base de toute activité gestuelle (Paillard 1974). Le premier comprend les activités d'ajustement préparatoire qui fournissent à l'activité cinétique une base stable indispensable à son déroulement harmonieux. Il s'agit des fonctions de positionnement antigravitaire et directionnel qui intéressent en premier la tête, le cou, l'axe vertébral. Le terme de « posture » fait référence au résultat de ces activités. Le deuxième système concerne les activités fines de manipulation et de transport des différents segments corporels nécessaires à ces manipulations, ainsi que les activités de guidage visuo-moteur. Il concerne en premier lieu les membres, particulièrement les mains et les doigts. Pour simplifier, on désignera par « mouvement » l'ensemble des déplacements, par rapport à la posture, des différents segments corporels. » (Bril 1996b, § 10 et 11).

Il convient alors d'étudier les postures et les mouvements des activités principales faites à l'outil en pierre. Nous nous cantonnerons ici aux gestes des individus de niveau « 4-expert » afin d'avoir un corpus cohérent et fiable pour la reconstitution des positions et des gestes techniques néolithiques. Cette étude est faite à la fois grâce à nos observations de terrain, mais également par l'analyse des mouvements captés en vidéo. Nous fonderons nos observations sur la méthode mise en place par B. Bril (1996b, § 18-32), ainsi la posture sera décrite via trois aspects : « la dynamique de l'articulation de la hanche (positionnement de l'axe vertébral), le positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral et les points d'appui ». Le mouvement sera également décrit selon trois critères : sa segmentation, l'aspect temporel du geste (séquence de coups portés) et son aspect spatial. B. Bril met en avant quatre séquences différentes de coups portés : les percussions isolées, les séquences de trois à cinq percussions, les séquences d'une dizaine de percussions et les séquences longues de plus de quinze percussions.

Dans le cas du travail du bois à la hache, mais également à l'herminette, la segmentation du mouvement est simple à effectuer. Le mouvement étant répétitif la séquence gestuelle est la même, même si le mouvement change. Le moment T0 des mouvements étudiés lors de ces expérimentations est celui où la tête de hache ou d'herminette et le plus loin du plan de frappe, entre le mouvement vers l'arrière (armement) et celui vers l'avant (frappe). Il en est de même lors de l'utilisation de percuteur. Les postures sont donc décrites pour ce moment T0. Généralement, lors d'un maintien de l'outil à deux mains, la main forte est plus haute sur le manche. Il peut apparaître chez quelques individus une préférence inversée. Lors de la percussion indirecte, la main forte tient le percuteur et la main faible le ciseau.

a. L'abattage à la hache

Influant sur les postures et les mouvements (**fig. 5-191 et 5-192**), il est important de rappeler que les coupes étaient réalisées à environ 50 cm de hauteur.

	Points d'appui	Dynamique de l'articulation de la hanche (positionnement de l'axe vertébrale)	Positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral
Posture 1 à genoux (fig. 5-199a)	Les deux genoux au sol écartés à largeur d'épaule, voire légèrement supérieure. Les pointes de pied en appui, moins espacées que les genoux. Variante : le fessier assis sur les talons (très rarement utilisé pour cette activité, souvent à cause de la fatigue).	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Il y a une rotation des épaules et du buste vers la tête de hache. L'épaule la plus proche de l'arbre est plus haute que la seconde.	Dans la continuité de l'axe vertébral.
Posture 2 un genou au sol (fig. 5-199b)	Un genou au sol (celui correspondant à la main forte en général). La pointe de pied de la même jambe est également en appui. Toute la plante du second pied.	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Il y a une rotation des épaules et du buste vers la tête de hache. L'épaule la plus proche de l'arbre est plus haute que la seconde.	Dans la continuité de l'axe vertébral.
Posture 3 debout (fig. 5-199e)	Les deux pieds au sol écartés à largeur d'épaule, voire légèrement supérieure. Le pied opposé à la main forte est en avant.	Dos voûté sur le haut. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Il y a une rotation des épaules et du buste vers la tête de hache. L'épaule la plus proche de l'arbre est plus haute que la seconde.	Dans la continuité de l'axe vertébral.

Fig. 5-191 - Tableau synthétique des postures de base lors des abattages à la hache.

	Objectifs	Description temporelle : séquence des coups	Description spatiale	
			Trajectoire de la tête de hache	Mouvement des segments corporels (inexistant, faible, moyen, prononcé, important)
Mouvement 1 (fig. 5-200)	Décoller un copeau dans le sens de la fibre depuis le haut. Détacher un copeau en coupant les fibres.	Rythme : 1,24 coups/sec Séquences de trois à cinq percussions	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus bas que le point de la posture initiale.	Posture 1 : Mouvement poignet-main faible. Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule- coude faible. Rotation des épaules faible (une seule souvent). Mouvement des hanches inexistant. Pas de mouvement de la partie inférieure du corps. Posture 2 :
Mouvement 2 (fig. 5-200)	Décoller un copeau dans le sens de la fibre depuis le haut. Détacher un copeau en coupant les fibres.	Rythme : 1 coup/sec Séquences de trois à cinq percussions	Trajectoires formant une boucle avec trois points de rupture. Le point de frappe est plus bas que le point de la posture initiale.	Mouvement poignet-main faible. Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule- coude prononcé. Rotation des épaules moyenne. Mouvement hanche faible. Mouvement pied d'appui : talon se soulève, transfert du poids vers l'avant. Posture 3 :
Mouvement 3 (fig. 5-200)	Décoller un copeau dans le sens de la fibre depuis le bas. Détacher un copeau en coupant les fibres.	Rythme : 1,30 coups/sec Séquences de trois à cinq percussions	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus haut que le point de la posture initiale.	Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule- coude important. Rotation des épaules importante. Mouvement hanche-épaule prononcé. Variante : Mouvement pied arrière : talon se soulève, transfert du poids vers l'avant.

Fig. 5-192 - Tableau synthétique des mouvements réalisés lors des abattages à la hache.

b. L'abattage à l'herminette

Influant sur les postures et les mouvements (**fig. 5-193 et 5-194**), il est important de rappeler que les coupes étaient réalisées à environ 60-70 cm de hauteur.

	Points d'appui	Dynamique de l'articulation de la hanche (positionnement de l'axe vertébrale)	Positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral
Posture 4 à genoux (fig. 5-199a)	Les deux genoux au sol écartés à largeur d'épaule, voire légèrement supérieure. Les pointes de pied en appui, moins espacées que les genoux. Variante : le fessier assis sur les talons (autant utilisée que le fessier relevé, l'important étant d'avoir le buste à la hauteur de la zone de frappe)	Dos droit et vertical. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Dans la continuité de l'axe vertébral.
Posture 5 un genou au sol (fig. 5-199b)	Un genou au sol (celui correspondant à la main forte en général). La pointe de pied de la même jambe est également en appui. Toute la plante du second pied.	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Inclinée vers l'avant.
Posture 6 assis (fig. 5-199c)	Le fessier. Les talons. Variante : le côté extérieur d'un des deux pieds ramené sous l'autre jambe (autant utilisée que la posture principale)	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Dans la continuité de l'axe vertébral.
Posture 7 debout (fig. 5-199e)	Les deux pieds au sol très écartés et parallèle, afin de descendre le buste au maximum Variante : en fente, le pied opposé à la main forte en avant.	Dos droit, incliné vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Légèrement inclinée vers l'avant.
Posture 8 debout et penché (fig. 5-199d)	Les deux pieds au sol légèrement écartés et parallèles.	Dos voûté et incliné vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Très inclinée vers l'avant.

Fig. 5-193 - Tableau synthétique des postures de base lors des abattages à l'herminette.

	Objectifs	Description temporelle : séquence des coups	Description spatiale	
			Trajectoire de la tête de l'herminette	Mouvement des segments corporels (inexistant, faible, moyen, prononcé, important)
Mouvement 4 (fig. 5-200)	Décoller un copeau dans le sens de la fibre depuis le haut.	Rythme : 1,73 coups/sec Séquences d'une dizaine de percussions.	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus bas que le point de la posture initiale.	Postures 4, 5, 6, 7 : Mouvement poignet-main : inexistant pour le poignet bas, faible pour le poignet haut. Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule-coude prononcé. Pas d'autres mouvements.
Mouvement 5 (fig. 5-200)	Détacher un copeau en coupant les fibres.	Rythme : 1,80 coups/sec Séquences de trois à cinq percussions.	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus bas que le point de la posture initiale.	Postures 8 : (un seul bras en action) Mouvement poignet-main faible. Mouvement coude-poignet important. Pas d'autres mouvements.

Fig. 5-194 - Tableau synthétique des mouvements réalisés lors des abattages à l'herminette.

c. L'abattage au ciseau

Influant sur les postures et les mouvements (fig. 5-195 et 5-196), il est important de rappeler que la coupe était réalisée à environ 20 cm de hauteur.

	Points d'appui	Dynamique de l'articulation de la hanche (positionnement de l'axe vertébrale)	Positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral
Posture 9 à genoux (fig. 5-199a)	Les deux genoux au sol légèrement écartés. Les pointes de pied en appui. Le fessier assis sur les talons.	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Inclinée vers l'avant.
Posture 5 un genou au sol (fig. 5-199b) (même position pour abattre à l'herminette)	Un genou au sol (celui correspondant à la main forte en général). La pointe de pied de la même jambe est également en appui. Toute la plante du second pied.	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Inclinée vers l'avant.
Posture 10 assis (fig. 5-199c)	Le fessier. Les talons. Variante : le côté extérieur d'un des deux pieds ramené sous l'autre jambe (autant utilisée que la posture principale)	Dos droit. Sa partie haute est légèrement inclinée vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Inclinée vers l'avant.
Posture 11 debout et penché (fig. 5-199d)	Les deux pieds au sol légèrement écartés et parallèles.	Dos droit et incliné vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur avec une légère rotation pour permettre au bras qui tient le ciseau d'être plus bas que celui qui tient le perceur.	Dans la continuité de l'axe vertébral.

Fig. 5-195 - Tableau synthétique des postures de base lors de l'abattage au ciseau.

	Objectifs	Description temporelle : séquence des coups	Description spatiale	
			Trajectoire de la tête du perceur	Mouvement des segments corporels (inexistant, faible, moyen, prononcé, important)
Mouvement 6 (fig. 5-200)	Frapper l'arrière du ciseau pour : - décoller un copeau, - détacher un copeau.	Rythme : 2,54 coups/sec - séquences d'une dizaine de percussions, voire longues de plus de 15 percussions. - séquences de trois à cinq percussions.	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus bas ou au même niveau que le point de la posture initiale.	Mouvement poignet-main faible. Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule-coude inexistant. Pas d'autres mouvements.

Fig. 5-196 - Tableau synthétique du mouvement réalisé lors de l'abattage au ciseau.

d. Le tronçonnage et l'ébranchage

Les arbres tronçonnés et ébranchés étaient au sol, influençant les postures et les mouvements (fig. 5-197 et 5-198). Nous considérons ici seulement le travail à la hache.

	Points d'appui	Dynamique de l'articulation de la hanche (positionnement de l'axe vertébrale)	Positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral
Posture 12 à genoux (fig. 5-199a)	Les deux genoux au sol écartés à largeur d'épaule, voire légèrement supérieure. Les pointes de pied en appui, moins espacées que les genoux. Le fessier est assis sur les talons.	Dos voûté sur la partie haute. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Dans la continuité de l'axe vertébral
Posture 13 un genou au sol (fig. 5-199b)	Un genou au sol (celui correspondant à la main forte en général). La pointe de pied de la même jambe est également en appui. Toute la plante du second pied.	Dos droit, incliné vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Dans la continuité de l'axe vertébral.
Posture 14 debout (fig. 5-199e)	Les deux pieds au sol plus écartés que la largeur d'épaule.	Dos voûté, incliné vers l'avant. Les deux épaules sont à la même hauteur, sans rotation.	Très inclinée vers l'avant.

Fig. 5-197 - Tableau synthétique des postures de base lors des tronçonnages.

	Objectifs	Description temporelle : séquence des coups	Description spatiale	
			Trajectoire de la tête de hache	Mouvement des segments corporels (inexistant, faible, moyen, prononcé, important)
Mouvement 7 (fig. 5-200)	Décoller un copeau dans le sens de la fibre depuis le haut. Détacher un copeau en coupant les fibres.	Rythme : 1,55 coups/sec Séquences de trois à cinq percussions	Trajectoires aller et retour superposées. Deux points de ruptures : le point de frappe et le point T0. Le point de frappe est plus bas que le point de la posture initiale.	Mouvement poignet-main faible. Mouvement coude-poignet important. Mouvement épaule-coude faible. Mouvement hanche-épaule moyen.

Fig. 5-198 - Tableau synthétique du mouvement réalisé lors du tronçonnage.

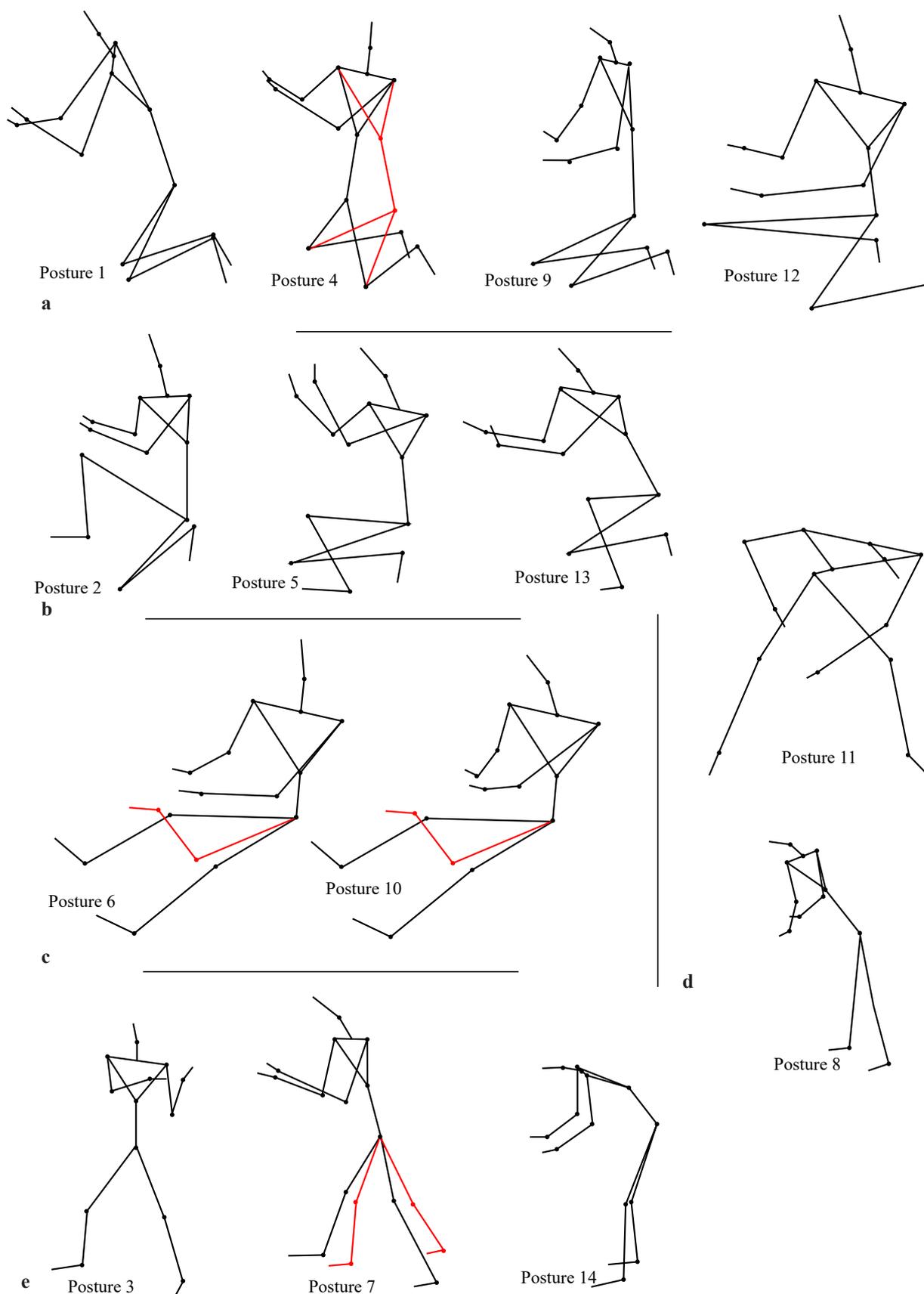


Fig. 5-199 - Représentation schématique sur le modèle proposé par B. Bril (1996b) des postures de base adoptées pour l'abattage et le tronçonnage/ébranchage. Descriptions détaillées dans les tableaux précédents (fig. 5-191, 5-193, 5-195 et 5-197). En rouge, les variantes décrites. a. les postures à genoux ; b. les postures un genou au sol ; c. les postures assises ; d. les postures debout et penché ; e. les postures debout.

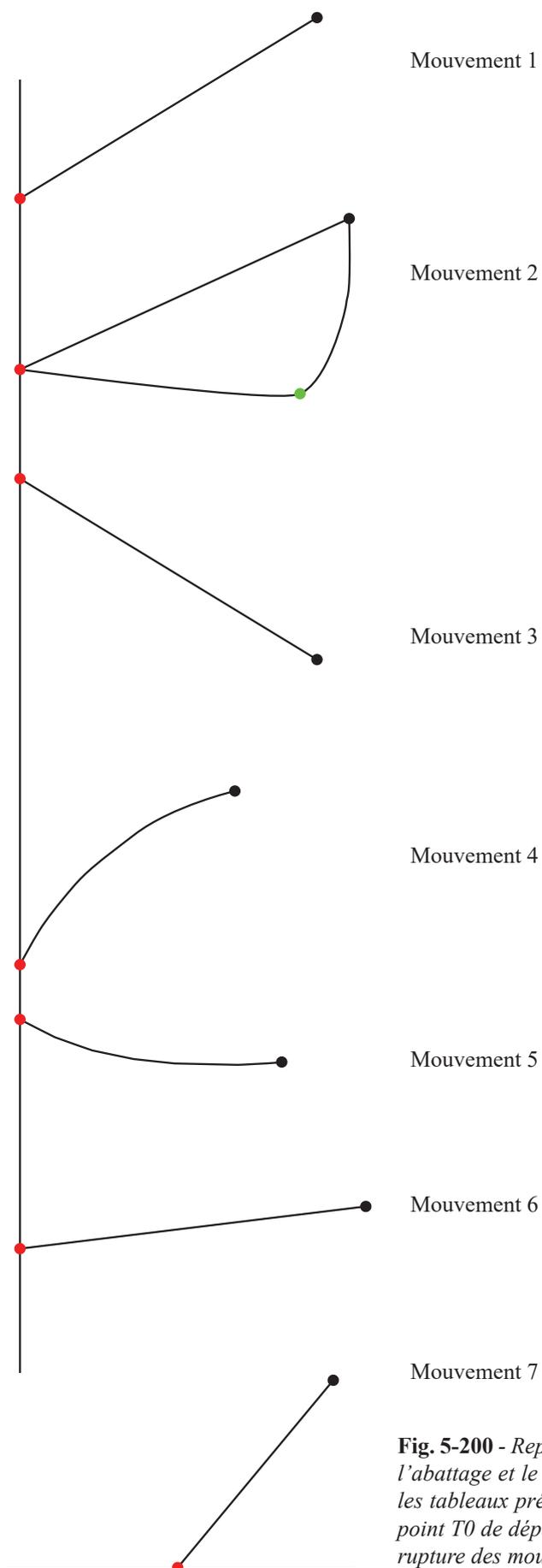


Fig. 5-200 - Représentation schématique des mouvements réalisés pour l'abattage et le tronçonnage/ébranchage. Descriptions détaillées dans les tableaux précédents (fig. 5-192, 5-194, 5-196 et 5-198). En noir le point T0 de départ ; en rouge, le point d'impact ; en vert, les points de rupture des mouvements autres que T0 et que le point d'impact.

e. Synthèse sur les postures et mouvements

Si, lors de son étude, B. Bril (1996b, § 54) avait noté que les postures de travail étaient peu diversifiées, on ne peut pas tirer la même conclusion. Si l'on se limite à regarder la description générale des postures (à genoux, un genou au sol, debout, *etc.*), ces postures reviennent régulièrement pour les différentes activités. Peut-être pourrions-nous parler alors ici de position du corps ? Dans ce cas les mêmes positions sont récurrentes et semblent dépendre de l'activité plutôt que de l'outil. En revanche si l'on s'attache aux postures de départ en se fondant sur les trois critères « points d'appui », « dynamique de l'articulation de la hanche » et « positionnement de la tête par rapport à l'axe vertébral », on dénombre 14 postures différentes pour les seules trois activités décrites. Il peut s'agir d'un écartement plus ou moins grand des points d'appui, ou de l'inclinaison du buste, ou bien encore de celle de la tête.

Pour quelles raisons le nombre de postures est élevé ? Il semble qu'on puisse y voir quatre raisons. Tout d'abord, lors de nos travaux les zones de frappe des outils n'étaient pas toutes à la même hauteur par rapport au sol, il était donc nécessaire pour les expérimentateurs d'adapter la posture à ces différentes hauteurs de frappe. Une autre raison concerne les outils. D'une part, l'utilisation d'outils différents implique nécessairement un changement des postures. D'autre part, tous les outils ne nécessitent pas le même degré d'adaptation de la posture. En effet, lors d'un travail à la hache, on voit une tendance à adapter le mouvement plus que la posture, alors que durant un travail à l'herminette, on note l'inverse avec une adaptation de la posture plutôt que du mouvement qui lui reste le même. Une troisième raison à cette pluralité des postures s'attache aux ressentis des expérimentateurs : les engourdissements, les ankyloses, *etc.* lors du maintien d'une même posture durant des actions qui peut être longues. L'abattage au ciseau est un bon exemple. En effet, la coupe très basse de notre exemple nécessite de se voûter fortement entraînant des douleurs au dos par exemple et amenant les expérimentateurs à se relever et à travailler debout, penchés, mais le dos droit. La position « un genou au sol » peut également être douloureuse à la longue au niveau des ischio-jambiers, par exemple. Toutefois cette position permet de mettre plus de puissance dans les coups, sans pour autant utiliser les épaules. C'est ici notre quatrième raison, technique pour la stabilité du corps et la puissance des coups. En effet, à l'instar des positions « debout » avec un pied en avant, la position « un genou au sol » permet un transfert du poids du corps vers l'avant et donc une puissance supérieure de percussion. Le pied d'appui avant permet une stabilité plus importante en retenant alors le poids envoyé vers l'avant, évitant de basculer. Dans une position « à genoux », même si les pieds qui se trouvent à l'arrière permettent une poussée vers l'avant, elle est moindre à cause du risque de bascule (pour les questions de stabilisation du bassin, *cf.* Kapandji 2009, p. 44).

Dans une position « assise », il n'y a tout simplement pas la possibilité de transférer le point vers l'avant avec les jambes. Ce sont les abdominaux et les lombaires qui vont prendre le relai de poussée et de retient du buste, ce qui est moins efficace puisqu'ils développent moins de puissance que les muscles des membres inférieurs qui comprennent les deux muscles les plus puissants du corps : les grands fessiers et les quadriceps (Kapandji 2009, p. 142).

Enfin, concernant les mouvements, ceux-ci sont au final peu variés puisque leurs objectifs sont les mêmes : décoller un copeau dans le sens de la fibre ou détacher un copeau en coupant les fibres. Ces motifs sont très répétitifs et la fréquence des mouvements est rythmée pendant les tâches en donnant une importance au son, notamment lorsqu'on travaille à plusieurs sur une tâche. On coordonne ainsi les mouvements sur un rythme régulier. Aucun chant n'a été entonné durant les activités ; les outils sur le bois produisant déjà des notes différentes et créant une atmosphère de travail rythmée par le son. Enfin, lorsqu'elle parle des bûcherons modernes, B. Bril parle de percussions isolées pour l'abattage, « la plupart du temps ce type de stratégie est dû, au moins en partie, au fait qu'il y a déplacement de la cible (c'est-à-dire du lieu d'impact de la percussion) » (Bril 1996b, § 36). Les haches modernes coupent les fibres du bois, elles les tranchent efficacement permettant à chaque coup de retirer un copeau et donc de faire avancer le travail d'abattage. L'étude des travaux expérimentaux avec des lames en pierre de tailles réduites, montrent que les séquences de percussion sont plus longues avec les outils néolithiques en fonction du mouvement et de l'outil. On est régulièrement sur des séquences de trois à cinq percussions et dans quelques cas sur des séquences d'une dizaine de percussions, voire de plus de quinze coups.

Enfin, les outils n'attaquent que très rarement les fibres du bois de manière perpendiculaire. Les descriptions des trajectoires des têtes des outils montrent des attaques en grande majorité inférieures à 80°. Enfin, le travail assis ou à genoux ne permet pas de développer un mouvement global du corps contrairement au travail debout qui met en mouvement de plus nombreux segments corporels. En fonction de l'outil utilisé, les segments corporels actifs ne sont pas les mêmes. Lors de son mouvement principal d'utilisation (mouvement 4), l'herminette ne va principalement mettre en action que le segment coude-poignet peu importe la posture. *A contrario*, la hache va obligatoirement mettre en action le segment épaule-coude en plus du segment coude-poignet, ainsi qu'une rotation des épaules, et cette fois la posture va également jouer un rôle, puisqu'il peut également y avoir un mouvement du segment hanche-épaule.

Appendice 5.1 - Expérience de fabrication de cordes

Lors du défrichage d'une parcelle de terrain sur le site de Dikili Tash dans le but d'implanter le nouveau secteur de fouille, le secteur 9, un certain nombre d'arbres ont été abattus. Principalement des ormes et des frênes, mais également quelques chênes et muriers. Nous avons alors mis en place une expérience didactique consistant à la fabrication de cordes végétales en liber en se fondant sur les données obtenues durant les études des matériels archéologiques des sites de Dikili Tash et de Petko Karavelovo : les liens n'excèdent jamais 1,5 cm de diamètre et sont composés de deux torons torsadés, eux-mêmes composés de plusieurs fils de caret (**fig. 5-201**). Les cordes fabriquées serviront ensuite à la reconstitution de la Maison 4 du secteur 6 sur le site. Cet appendice rend compte des données obtenues lors de cette modeste expérience qui ne peut en aucun cas s'apparenter à une expérimentation fondée un protocole scientifique.

Il est possible de trouver de nombreuses vidéos sur la fabrication de cordes en végétaux, notamment en liber (https://www.youtube.com/results?search_query=fabriquer+corde+liber), toutefois les expérimentations s'étant attachées à reproduire des cordes archéologiques ne sont pas nombreuses (Boucherat 2009, 2013). On trouve également des mentions de fabrications de cordes au sein de travaux expérimentaux sur le mégalithisme (Guillonnet 2021, p. 42) ou encore sur l'archerie (Arkéo Fabrik 2020, § 1-5 ; Barbé 2020).

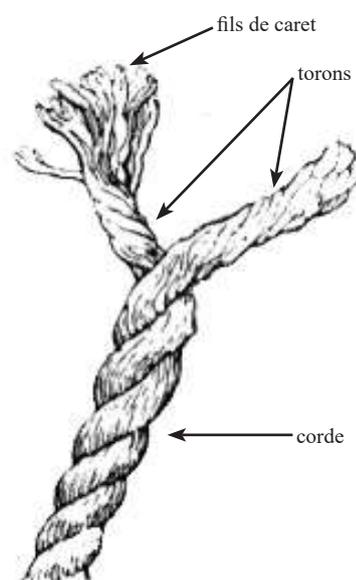


Fig. 5-201 - Schéma d'une corde toronnée.
D'après Sallamah 2014, p. 145.

1. La récolte de l'écorce

L'abattage des arbres ayant été fait au début du printemps, au moment des montées de sève, l'écorçage est grandement facilité. En commençant la récolte de l'écorce au niveau de la section coupée pour l'abattage, il suffit d'insérer une branche de bois légèrement biseauté entre l'aubier et l'écorce¹ et cette dernière se détache facilement. Une fois cette entame réalisée, il suffit de tirer sur l'écorce ou d'avancer l'outil simple en bois ou la main sous l'écorce (**fig. 5-202**). La récolte a été réalisée, d'une part, sur des arbres assez jeunes, à l'écorce lisse et ne dépassant pas 10 cm de diamètre et, d'autre part, sur des arbres plus vieux, aux diamètres compris en 15 cm et 20 cm et à l'écorce plus épaisse et craquelée.

Une fois les écorces récoltées et avant de les mettre à rouir², on a réalisé une première tentative de séparation de l'écorce extérieure, d'une part, et de l'association liber/cambium, d'autre part. Cet essai a été pratiqué sur quelques morceaux d'écorce, les autres ont été mis à rouir. Cette opération est rendue possible par la présence importante de sève qui détrempe les fibres de bois. Toutefois, les écorces récoltées sur les arbres les plus âgés ne se séparent pas facilement et les brins de liber/cambium obtenus sont courts et cassants. En revanche, la séparation des fibres sur les écorces des arbres plus jeunes est facile. Les brins obtenus sont toujours supérieurs à 25 cm.



Fig. 5-202 - Écorçage d'un orme. a. à l'aide d'une branche ramassée au sol et légèrement appointée ; b. avec les mains.

¹ À ce stade, on ne fait pas de différence entre l'écorce, le liber et le cambium.

² Rouissage : action consistant à « isoler les fibres utilisables des plantes textiles en détruisant la matière gommorésineuse qui les soude, par une macération dans l'eau ou par tout autre procédé » (tirée de CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/rouissage>). Autrement dit, c'est « le procédé par lequel les fibres libériennes commencent à se séparer des fibres de la moelle ou autres tissus végétaux » (Baxter 2000).

Pour réaliser la séparation entre l'écorce extérieure et le liber/cambium, on utilise ses doigts (**fig. 5-203b**) après avoir craquelé l'écorce contre l'arête d'une pierre (**fig. 5-203a**). Ensuite, pour retirer le cambium et ne garder que le liber qui nous intéresse pour la fabrication des cordes, on passe les brins obtenus contre le tranchant d'une pièce de bois biseauté ou contre le bord d'un roseau refendu. La chair du cambium est retenue par le tranchant. La moitié des brins obtenus a été mis à rouir, l'autre a été utilisée directement (**fig. 5-203c**).

À ce moment, la question de la nécessité de rouir les écorces se posait, puisqu'on avait réussi sans rouissage à éliminer les parties de l'écorce qui ne nous intéressaient pas pour la confection des cordes et à ne garder que le liber. La lecture des traités de cordonnerie indique clairement l'importance du rouissage pour le travail des cordes aux périodes historiques (de Garsault 1767, p. 3). La question de l'utilisation de cette technique au Néolithique reste complètement ouverte. Des analyses sur les quelques restes connues pourraient être menées afin de tenter de répondre à cette question, dans la continuité des travaux menés par Mila Andonova par exemple sur les vanneries (Andonova 2021).

2. Le rouissage

Deux rouissages ont été pratiqués, d'une part, en eau stagnante dans des bacs (**fig. 5-204a**), et, d'autre part, en eau vive dans un ruisseau (**fig. 5-204b**). Les écorces ont ainsi roui pendant 52 jours, durée entre mes deux visites sur le site de Dikili Tash où rouissaient les écorces. Les

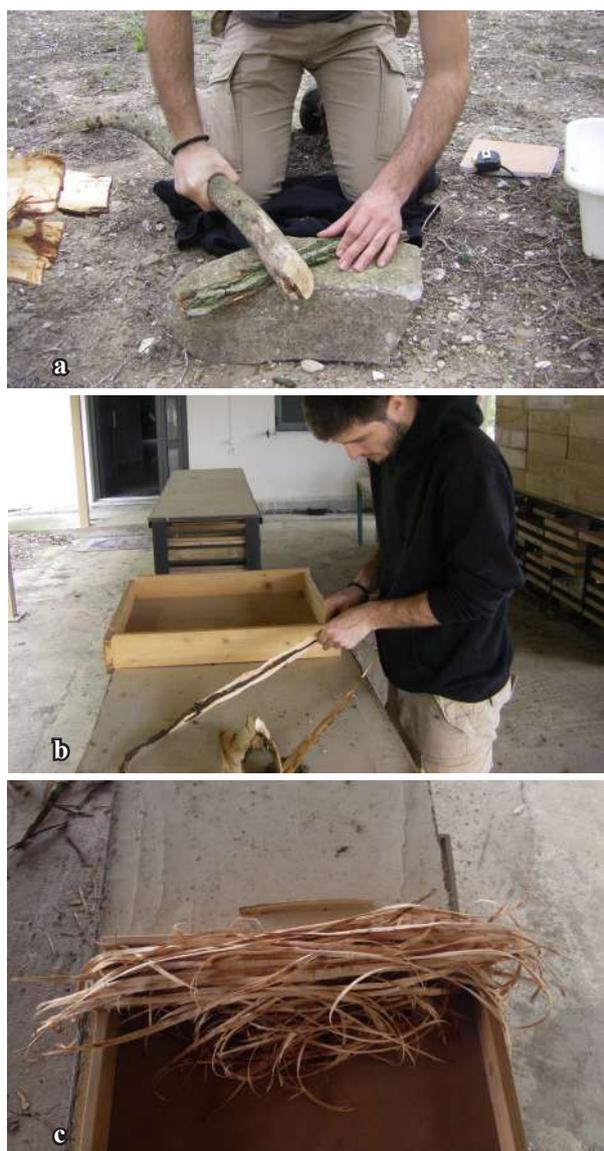


Fig. 5-203 - Traitement de l'écorce juste après la récolte. a. création de fissures dans l'écorce ; b. séparation de l'écorce et du liber ; c. brins de liber obtenus sans rouissage, éch. : plateau en bois large de 60 cm.

traités évoquant le rouissage sont souvent fondés sur le travail du lin ou du chanvre (de Garsault 1767, p. 3 ; Rozier 1789, p. 654). Les temps de rouissage varient largement en fonction de l'endroit de récolte et de la période de l'année, « chacun le fait durer à sa fantaisie, & l'on se règle souvent selon l'usage du pays & l'emploi auquel le chanvre est destiné » (Rozier 1789, p. 654). À titre d'exemple, la durée du rouissage du chanvre et du lin est généralement donnée entre 5 et 15 jours pour du rouissage en eau (Rozier 1789, p. 654) et d'environ 28 jours pour le rouissage à l'air libre avec exposition aux éléments naturels (Baxter 2000).

Au moment de la sortie des écorces de l'eau, qu'elle ait été stagnante ou vive, de nombreuses larves les recouvraient (fig. 5-205). L'eau des bacs avait pris une couleur marron foncé qui a légèrement teinté les fibres (fig. 5-206).



Fig. 5-204 - Mise au rouissage des écorces. a. en eau stagnante ; b. en eau vive.



Fig. 5-205 - Larves sur les écorces après le rouissage.



Fig. 5-206 - Bac à rouissage 52 jours après le début. a. écorces complètes ; b. brins de liber prêts.

3. Le traitement des écorces après rouissage

À la sortie du rouissage, les écorces ont subi un traitement similaire à celles qui avaient été préparées sans rouissage. Le cambium a complètement pourri et se retire en passant simplement les écorces entre le pouce et l'index, ou rapidement entre un tranchant en bois et le pouce (fig. 5-207a). L'écorce extérieure se retire également facilement à la main (fig. 5-207b). Les extrémités des brins déjà débarrassés de leur écorce avaient noirci et étaient cassantes, elles se détachaient d'elles-mêmes généralement au passage entre le tranchant en bois et le pouce (fig. 5-207c).

Une nouvelle fois, il est possible de faire une différence entre les écorces prélevées sur les arbres plus jeunes et ceux sur les arbres plus âgés. Celles prélevés sur les arbres plus vieux se séparaient plus difficilement et les brins de liber obtenus étaient courts et cassants, contrairement aux brins issus des écorces d'arbres plus jeunes.

4. La fabrication des cordes

Les cordes réalisées sont toronnées. Il ne s'agit pas d'un tressage, puisque selon les exemples archéologiques ou leurs empreintes, les cordes ne se composent que de deux torons torsadés entre eux et non tressés. Le principe de commettage³ de ce genre de corde consiste à torsader des brins végétaux (fil de caret) pour former deux torons, qui seront à leur tour



Fig. 5-207 - Traitement de l'écorce après le rouissage. a. raclage des brins pour enlever les restes de cambium et d'écorce ; b. déchet après raclage ; c. brins de liber obtenus après rouissage.

³ « réunir par torsion les éléments qui composent un cordage » (tirée de CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/rouissage>).

torsadés entre eux, mais dans le sens de rotation contraire à la torsade des brins (Sallamah 2014, p. 147⁴ ; **fig. 5-208**).



Fig. 5-208 - *Fabrication des cordes. a. vue de profil ; b. vue face au fabricant ; c. vue du fabricant.*

Les cordes obtenues avec les brins non rouis sont d'aspect jaune après qu'elles aient séché (**fig. 5-209a**). Elles sont assez solides et relativement malléables. Les cordes obtenues ont des diamètres variant entre 0,5 et 2 cm. Ces dernières ont donc un diamètre légèrement supérieur à celles connues archéologiquement sur les sites de Dikili Tash et Petko Karavelovo, mais les fibres ne permettaient pas de torsader plus finement les fils de caret.

Les cordes obtenues à partir des brins rouis sont d'aspect brun après leur séchage (**fig. 5-209b**). Elles sont très malléables et même élastiques, ce qui n'était pas à noter pour les cordes précédentes. Après 5 jours de séchage, ces cordes sont complètement malléables, elles peuvent facilement être enroulées autour de la main par exemple. Quant à la solidité, elles semblent aussi solides que les précédentes, mais leur utilisation nous donnera plus d'informations. Les diamètres des cordes rouies sont compris entre 1 et 1,5 cm, ce qui est plus proche des cordes ou empreintes connues archéologiquement. Toutefois, la différence n'est pas très grande.

⁴ Voir aussi l'article « La fabrication de cordes » de Christian Lepers sur le site Paleosite : <http://paleosite.free.fr/>

En quelques chiffres, le commettage d'une corde de 1 m a été réalisé en 16 min, celui d'une corde de 1,75 m en 32 min. En outre, une écorce de 80 cm de long et de 5 cm de large a permis de réaliser une corde de 92 cm de long et de 1-1,5 cm de diamètre.



Fig. 5-209 - Cordes terminées. a. corde dont les brins n'ont pas roui ; b. corde dont les brins ont roui. Éch. : les deux cordes ont un diamètre compris entre 1 et 1,3 cm.

Appendice 5.2 - Préparation de tenons et de mortaises

En parallèle de la session expérimentale sur le travail du bois, quelques tests de mise en forme de tenons et de mortaises ont été réalisés. Ces expériences prennent place en dehors du protocole expérimental strict. Elles correspondent à des tests didactiques en vue d'un prochain programme expérimental, fondé sur un protocole, visant à reconstituer la Maison 4 du secteur 6 de Dikili Tash, dont l'armature en bois comprend plusieurs assemblages par tenon-mortaise.

Les programmes expérimentaux reconstituant des bâtiments néolithiques utilisent très généralement en priorité des assemblages simples : le brêlage et les fourches naturelles. Ces assemblages sont efficaces, permettant de réunir solidement des pièces de bois sans avoir de mise en forme à effectuer. On trouve, toutefois, également quelques mises en forme de gueule pour la réalisation d'enfourchement (Pétrequin 1991, p. 32-44).

Pourtant bien connus archéologiquement (Bocquet 2010, p. 27 ; Tegel *et al.* 2012, figure 4 ; *cf.* plus haut, p. 70-72 et 138), les assemblages par tenon-mortaise sont rarement reconstitués lorsqu'il s'agit de construire des bâtiments. Le creusement de mortaises à l'outil en pierre est, toutefois, connu dans d'autres domaines, pour l'emmanchement de lames de hache en pierre par exemple (Pétrequin et Pétrequin 2006, p. 229) ou encore le déplacement de mégalithes (Guillonnet 2021, p. 41-42, fig. 6 et 7).

L'expérience menée en parallèle de l'expérimentation visait à la préparation de deux tenons et de deux mortaises dans des pièces en chêne fraîchement abattues. En se fondant sur la même échelle de niveau que celle utilisée pour le programme expérimental (*cf.* plus haut, p. 295), un tenon et une mortaise sont préparés par des individus de niveau « 4-expert ». L'autre paire est mise en forme par des individus de niveau « 1-débutant ».

1. Les tenons

Le premier tenon est réalisé par un individu de niveau « 4-expert » (exp-061). De forme parallélépipédique rectangle, il a une hauteur de 7 cm pour une largeur de 3,5 cm. Le rondin utilisé provient de l'arbre 2 et a un diamètre de 12,10 cm (**fig. 5-210a**).

Le rondin est posé sur un autre rondin perpendiculaire afin de surélever l'extrémité travaillée. Une personne tient le rondin à l'autre bout afin qu'il ne bouge pas pendant le travail de mise en forme (**fig. 5-210b**). Afin de dégrossir le travail, plusieurs coups, pendant 2 min ont été portés avec la Hache_3, mais très vite le travail se fait à l'Herminette_10 (**fig. 5-210c**). La longueur du tenon ne doit pas être prise en compte dans un premier temps. Afin d'avoir un confort de travail, on met en forme un tenon assez long qui sera recoupé par la suite. Cette pratique est toujours utilisée en menuiserie actuellement¹. Le tenon brut obtenu mesure 20 cm de long.



Fig. 5-210 - Mise en forme d'un tenon par un individu de niveau « 4-expert ». Éch. : hauteur du tenon = 7 cm. a. tenon fini ; b. travail à l'herminette pendant qu'une deuxième personne maintient la pièce de bois ; c. vue rapprochée du travail à l'herminette.

La mise en forme de ce tenon a été très rapide. En 27 minutes, il était prêt à être emmanché. Comme seul commentaire, l'expérimentateur dit : « travail à l'herminette. Pas de difficulté particulière sur du bois frais » (PG).

Le deuxième tenon est réalisé par un individu de niveau « 1-débutant » (exp-063). De forme pseudo-parallélépipédique rectangle, il n'a pas pu être terminé par manque de temps. Dans son état, après 30 minutes de travail, il a une hauteur de 10,5 cm pour une largeur de 5 cm (non régulière). Le rondin utilisé provient de l'arbre 4 et a un diamètre de 11,8 cm (**fig. 5-211**).

¹ Formation pratique personnelle auprès de F. Bacoup, maître artisan en menuiserie.

Le tenon n'est pas exploitable dans l'état, toutefois, il permet de comparer les deux mises en forme qui ont été faites sur des temps de travail similaires. Pour le deuxième tenon, l'expérimentateur dit : « *par manque de temps je n'ai pas pu terminer ma tentative de mise en forme du tenon. Il faut d'abord bien visualiser la pièce qu'on souhaite réaliser avant d'entamer le bois, d'autant plus que le tronçon n'était pas régulier. J'ai utilisé l'Herminette_10 pour cette activité. Elle reste efficace et précise. Pour la finition du tenon, peut-être qu'un ciseau serait bien adapté* » (TL).



Fig. 5-211 - Tenon mis en forme par un individu de niveau « 1-débutant ».

Une nouvelle fois, comme pour toutes les expérimentations sur le bois, l'expérience permet d'accélérer le processus de mise en forme des pièces de bois. De même, l'individu expérimenté n'a pas ressenti le besoin de passer à un outil plus fin pour les finitions. En effet, l'herminette apparaît comme l'outil idéal de bout en bout et l'expérimentateur possède une maîtrise de l'outil qui lui permet même de l'utiliser pour les finitions. En revanche, l'individu novice, même s'il ressent l'efficacité de l'herminette, a besoin de se rapprocher un peu plus de l'objet fabriqué en utilisant un outil plus court, qu'il perçoit comme plus précis. Ce processus est souvent visible lorsqu'une personne commence à travailler avec des outils à percussion lancée. Par exemple, les débutants à l'herminette ou à la hache vont avoir tendance à remonter leurs mains le long du manche pour se rapprocher de l'objet travaillé, se sentant plus précis². C'est avec de l'entraînement qu'ils vont réussir à reculer leurs mains vers l'extrémité du manche, en étant tout aussi précis, gagnant alors en efficacité.

2. Les mortaises

Les expériences de préparation de mortaises n'ont malheureusement pas pu être menées jusqu'au bout et une prochaine session sera mise en place.

² Ce phénomène est bien visible lors des expérimentations menées par l'APERÀ (<https://apera.hypotheses.org/actualites>), notamment sur le travail du bois avec des outils mésolithiques.

Dès le début de travail de creusement d'une mortaise par un individu de niveau « 4-expert », le dernier Ciseau_8.2 s'est brisé (exp-062). L'expérimentateur n'a pu réaliser que la délimitation de la mortaise rectangulaire à l'aide du ciseau et du Percuteur_5 en buis dans une planche de l'arbre 5 (fig. 5-212).



Fig. 5-212 - Début du creusement d'une mortaise au ciseau en pierre et au percuteur en buis.

En revanche, concernant la mortaise préparée par un individu de niveau « 1-débutant » (exp-048), une ébauche a été réalisée dans un demi-rondin issu de l'arbre 4. En 37 minutes, l'expérimentateur a pu percer de part en part de demi-rondin à l'aide des Hache_3 et Hache_6 (fig. 5-213). Il a ressenti la nécessité de terminer la mortaise au ciseau, outil qui n'était plus disponible : « *dégrossissage faisable à la hache. Besoin d'un ciseau pour faire quelque chose de propre* » (AC). Une tentative d'utiliser le Coin_7 en bois de cerf comme un ciseau a été réalisée, elle s'est révélée inutile. Même si cette mortaise n'est pas complètement terminée, elle est parfaitement fonctionnelle. Un individu plus aguerri aurait sans doute mis moins de temps à réaliser une ébauche de mortaise similaire. Toutefois, il apparaît clairement que la réalisation d'assemblages travaillés comme le tenon-mortaise est envisageable avec nos outils par des personnes n'ayant que peu d'expérience dans ce domaine. Un des points clés semble résider dans la remarque précédemment citée : « *il faut d'abord bien visualiser la pièce qu'on souhaite réaliser avant d'entamer le bois* » (TL). Ce sont cette conceptualisation mentale et la planification des actions à réaliser qui jouent un rôle primordial dans la réalisation des assemblages (cf. plus haut, p. 472-473).

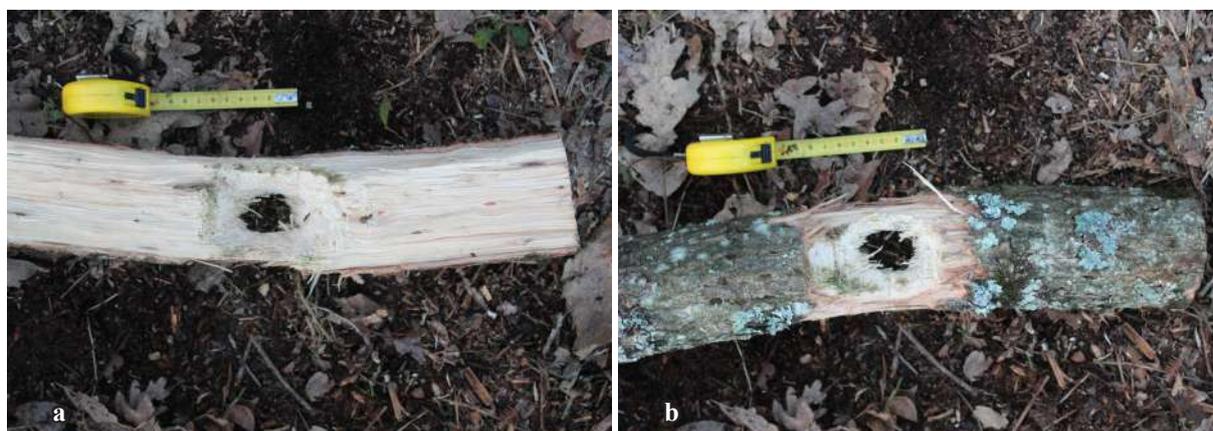


Fig. 5-213 - Ébauche d'une mortaise creusée à la hache par un individu de niveau « 1-débutant ». a. vue côté refente ; b. vue côté écorce.

Synthèse

Le bois de construction
dans le sud des Balkans au
5^e millénaire avant
notre ère

Au sein du monde égéo-balkanique, seule une étude exhaustive, comparable à celle menée ici, a été publiée. Il s'agit de l'étude sur le bois de construction de la phase lacustre de Dispilio en Macédoine occidentale grecque (5500/5400-5300/5200 av. n. è. ; EEB 6 ; Chatzitoulousis 2008a, 2008b). Cette étude apporte des informations détaillées sur les essences de bois et leurs provenances grâce aux analyses xylogiques et paléo-environnementales, sur l'utilisation de ces essences dans la construction, leurs places et leurs fonctions grâce aux études architecturales, ainsi que sur les techniques employées et les outils utilisés grâce aux traces et marques de travail visibles sur les pièces. Les méthodes d'analyse et les comparaisons sont fondées sur les études menées dans des contextes palafittes en Europe Occidentale principalement (Billamboz 1982 ; Coles et Lawson 1987 ; Pétrequin 1989, 1997 ; Bocquet 2010), mais également dans les Balkans, comme en Albanie (Lera *et al.* 1996).

La découverte récente d'une cinquantaine de sites dont plusieurs présentent des niveaux d'occupations palafittes dans la région d'Amindeon, également en Macédoine occidentale, permettra peut-être de compléter les données issues de l'étude de Dispilio (Chrysostomou *et al.* 2015 ; Giagkoulis 2020 ; Naumov 2020a, p. 115-117). Pour le moment, les études techniques du matériau bois restent préliminaires et peu détaillées (Giagkoulis 2019, 2020). Les autres sites présentant des restes architecturaux en bois en Albanie et en Macédoine du Nord (*cf.* plus haut, p. 30-31) ne permettent que quelques brèves comparaisons.

De nombreuses autres publications mentionnent régulièrement des essences de bois utilisées dans la construction identifiées par anthracologie. Malheureusement, l'utilisation de ces essences comme bois d'œuvre n'est pas toujours avérée. La présence de charbons au sein d'une couche de destruction ne certifie en rien leur rattachement à une pièce de bois architectural et il convient d'utiliser avec précaution ces données anthracologiques. De même, les prélèvements sur les pièces carbonisées dont les fonctions architecturales sont certaines sont rarement exhaustifs, les échantillons étant prélevés sur seulement quelques pièces. Or, pour avoir la vision la plus fidèle des essences utilisées en construction, il est nécessaire d'appliquer un protocole de prélèvement le plus complet possible.

Notre étude, réalisée près de 15 ans après celle de Dispilio, suit la même démarche et tente de considérer de manière aussi exhaustive les informations techniques, botaniques et environnementales, essentielles à la compréhension du bois d'œuvre. Ainsi, il est possible de proposer des hypothèses sur les stratégies d'utilisation et sur les choix d'approvisionnement. Toutefois, il est important de rappeler que les études réalisées sur les sites lacustres se fondent sur des analyses xylogiques, alors que la nôtre s'appuie sur des analyses anthracologiques.

S. Chatzitoulousis (2008a, p. 73) souligne des différences sur les éventails d'essences identifiées par chacune des deux méthodes en comparant avec les résultats des études anthracologiques menées par M. Ntinou (2002) sur ce même site. Il explique que cette différence est probablement due aux larges contextes de provenance des charbons étudiés (construction, chauffe, mobilier, *etc.*). En cela, notre étude anthracologique sur le matériel archéologique de Petko Karavelovo se distingue, car elle se fonde sur des prélèvements individuels de charbon dont l'origine architecturale est certaine (*cf.* **fig. 4-100**).

L'utilisation quasi-systématique de la technique du torchis permet une étude minutieuse du bois de construction à travers les empreintes qu'il laisse dans la terre à bâtir lorsque les bâtiments ont été incendiés. Quelques études non systématiques ont été menées sur différents sites de la Grèce du Nord (Mould et Wardle 2000 ; Efstratiou *et al.* 1998 ; Stratouli et Kloukinas 2020 par exemple). Mais les études exhaustives réalisées à Dikili Tash par S. Prévost-Dermarkar et ses collègues (Martinez 2001 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018 ; Prévost-Dermarkar 2019), ainsi que celles présentées en partie 2 et 4 de ce volume, ont montré tout leur potentiel pour la reconstitution des techniques architecturales.

Aucune étude n'a été réalisée sur un matériel similaire à celui de Hotnitsa. Les comparaisons avec d'autres collections dans notre zone d'étude sont donc limitées. Toutefois, l'étude des vestiges en bois de ce site permet de compléter l'analyse technique globale sur le bois de construction tentée ici.

1. Le bois de construction

En se limitant aux essences utilisées avec certitude dans la construction, un choix déjà très large émerge. L'étude xylogique menée à Dispilio est fondée sur 357 morceaux de bois (Chatzitoulousis 2008a, p. 69) et celle menée à Anarghiri IXb sur 805 échantillons couvrant la période allant de 5500 à 4300 av. n. è. (EEB 6-9 ; Giagkoulis 2019, p. 49). L'étude anthracologique de Petko Karavelovo est fondée sur 214 morceaux de charbon. Pour les autres sites cités, Sovjan (phase entre 6000 et 5600 av. n. è. ; EEB 4-5), Maliq (phase IIa ; 4600-4000 av. n. è. ; EEB 9-10) et Ohridati (phase datée entre 5620 et 5370 av. n. è. ; EEB 5-6), les informations sont issues de données générales ou non détaillées (Léra et Touchais 2003, p. 602-603 ; Korkuti 1975, p. 397 ; Westphal *et al.* 2011, p. 87-89).

Au final, au moins 15 essences ont pu être identifiées, dont quatre conifères : le genévrier, identifié à Dispilio et à Ohridati, ainsi que le sapin, l'if et le pin dont le pin noir identifiés seulement à Dispilio. Concernant les feuillus, onze essences ont été identifiées :

le chêne (Dispilio, Anarghiri IXb, Maliq et Petko Karavelovo), le frêne (Dispilio, Sovjan et Petko Karavelovo), l'érable dont l'érable champêtre (Dispilio, Anarghiri IXb (?) et Petko Karavelovo), l'orme (Anarghiri IXb et Petko Karavelovo), le saule, le peuplier, le hêtre (Dispilio), le noisetier, la viorne, le bouleau et le cornouiller (Petko Karavelovo). À Anarghiri IXb, et seulement sur ce site, des informations sur l'âge des troncs utilisées ont été obtenues grâce à une étude dendrologique : le chêne est utilisé jeune alors que les conifères (dont on ne connaît pas les essences) sont plutôt des vieux arbres (Giagkoulis 2019, p 46). Ces données peu détaillées – aucun âge n'est précisé – et isolées ne permettent malheureusement pas de proposer une interprétation fondée sur l'exploitation des arbres en fonction de leur âge, sachant qu'elles ne sont pas croisées avec les diamètres des troncs (Billard *et al.* 1997, p. 179).

Le bois est utilisé pour toutes les fonctions architecturales dans la construction. On le retrouve dans la confection des murs (poteaux, baguettes de clayonnage, sablières, linteaux, *etc.*), ainsi que dans la confection des planchers ou des plates-formes extérieures (poutres, solives, lambourdes, *etc.*). Il est unanimement admis qu'il est également utilisé dans la fabrication des charpentes (chevrons, pannes, *etc.*).

Concernant les essences utilisées pour chacune de ces fonctions, de nombreux aspects sont à prendre en compte. Tout d'abord, on note des choix partagés par l'ensemble des communautés. Alors qu'elles étaient à proximité des sites en quantité, les essences ripisylves sont peu exploitées comme en témoignent le très faible nombre d'effectifs (une occurrence de saule et deux occurrences de peuplier à Dispilio par exemple). Cette faible exploitation des ripisylves est également attestée à Dikili Tash, où l'aulne est très présent, mais n'apparaît pas dans le panel anthracologique issu des couches de destruction des maisons du secteur 6 (Malamidou *et al.* 2018, p. 74, Figure 16). Ces essences semblent donc d'emblée être écartées de la construction. La mise à l'écart de ces essences reste toutefois difficile à expliquer. Certes, elles ne disposent pas des mêmes qualités que le chêne, le frêne ou encore le pin (*cf.* ci-dessous), mais ces bois peuvent être utilisés dans la construction. Le saule par exemple est une essence qui présente des caractéristiques de flexibilité intéressantes pour la réalisation de clayonnage. Le peuplier et l'aulne peuvent être utilisés dans la construction de charpentes¹. Il ne faut pas qu'ils soient en contact avec le sol afin d'éviter qu'ils pourrissent. Mais ces deux essences peuvent parfaitement être utilisées en tant que liteaux et même en tant que chevrons. Le principal inconvénient de ces bois réside dans leur très faible résistance aux insectes

¹ Discussion avec M. Roger Bacoup, charpentier, menuisier, à propos des charpentes du Perche dans la deuxième moitié du 20^e siècle.

xylophages. Leur utilisation alors qu'ils sont encore verts permet de limiter l'attaque de ces insectes, mais, sans traitement, des restaurations très régulières doivent avoir lieu (une dizaine d'année). Ainsi, si d'autres essences sont à disposition, l'aulne et le peuplier ne sont sûrement pas le premier choix en matière de bois d'œuvre.

Le choix des essences de construction est guidé par les propriétés de ces essences en fonction de leur future utilisation dans le bâti, ce que nous avons pu mettre en évidence lors de l'étude du matériel de Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, p. 265-268). L'une des hypothèses avancées grâce à l'étude des matériels de Dispilio et d'Ohridati concerne la faculté du genévrier à résister à la pourriture au contact de l'eau (Chatzitoulousis 2008a ; Westphal *et al.* 2011, p. 88). Ainsi, les caractéristiques chimiques de l'essence auraient été recherchées. Toutefois, si l'on prend en considération les données acquises sur d'autres sites lacustres européens, le chêne² est l'essence privilégiée pour les constructions en contexte humide et son utilisation est également justifiée par ses propriétés qui le rendent imputrescible (Billamboz 1982 ; Billard *et al.* 1997 ; Lundström-Baudais *et al.* 1997). Plus proches, les sites d'Anarghiri IXb ou de Maliq (phase IIa) attestent également l'utilisation du chêne comme essence majoritaire pour la confection des pieux en contact récurrent ou permanent avec l'eau.

Il semble donc que ce choix technique, lié aux caractéristiques de résistance à la pourriture des essences, soit dans un premier temps guidé par le milieu et par la disponibilité des essences. En effet, à Dispilio, la présence du genévrier à de plus faibles distances du site que celle du chêne semble avoir guidé sa sélection, tout autant que sa capacité de résistance à l'eau. En revanche, le genévrier n'est pas un arbre qui se travaille facilement. Si le bois est tendre, il est très noueux et par conséquent peu enclin à la refente. Ainsi, les bâtisseurs sont obligés d'utiliser un fût dont la section est complète pour chaque pièce de bois, ce qui implique la multiplication du nombre d'arbres à abattre. Avoir des genévriers à proximité était donc primordial.

Toutefois, il convient également de souligner que la sélection est aussi liée à la morphologie et aux caractéristiques physiques des pièces de bois (flexibilité, résistance mécanique). Pour certaines fonctions architecturales, il semble que cet aspect soit primordial, à l'image des longues pièces de bois en pin noir utilisées horizontalement, sans contact avec l'eau, à Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, 2008b). Cette essence n'est pas disponible aux abords immédiats du site, contrairement aux autres essences majoritaires (genévrier, chêne, frêne). Ainsi, les avantages des longs troncs droits et faciles à travailler dépassaient les inconvénients dus au

² Il est également couramment fait mention du frêne, ce qui est assez étonnant lorsqu'on se fonde sur les normes modernes : *cf.* fig. 4-99a à f).

temps de transports. De la même manière, nous avons pu montrer lors de l'étude des pièces de bois de Petko Karavelovo, notamment celle des baguettes de clayonnage, que si une essence est utilisée de manière préférentielle (en l'occurrence la viorne), d'autres sont exploitées en parallèle (chêne, frêne, noisetier, bouleau, cornouiller), à condition que les pièces de bois aient un diamètre et une flexibilité en adéquation avec la construction d'un clayonnage. De plus, la viorne étant présente aux abords immédiats du site (*cf.* plus haut, p. 166), sa sélection est liée tant à sa disponibilité qu'à ses caractéristiques physiques. On retrouve la même stratégie concernant les essences exploitées pour la confection des poteaux à Petko Karavelovo. Même si le chêne est majoritaire, le frêne, l'orme, l'érable et le noisetier ont pu être utilisés si les pièces de bois avaient une morphologie et des propriétés de résistance mécanique adéquates. Ainsi, dans des contextes de constructions terrestres (ou sans contact avec l'eau), il semble que ces deux critères soient suffisants pour choisir les pièces de bois, d'autant plus si elles sont protégées de terre à bâtir ensuite.

En dernier lieu, les bâtisseurs néolithiques faisaient également un choix morphométrique des pièces de bois. Les études morphométriques des pièces utilisées dans la construction sur les sites de Dikili Tash, Hotnitsa et Petko Karavelovo montrent l'utilisation de pièces aux diamètres et aux largeurs réduites qui n'excèdent qu'à de rares occasions les 15 cm et qui sont en moyenne plus proche de 7-8 cm. Dans l'hypothèse où ces dernières pièces seraient issues d'une refente radiale, le fût d'origine des pièces de bois serait de l'ordre de 15 cm. Les données bibliographiques sur les fragments de terre à bâtir d'autres sites égéo-balkaniques vont également dans ce sens, comme à Servia (Mould et Wardle 2000). Les dimensions des pièces de bois (diamètre ou largeur) des sites de Dispilio et d'Anarghiri IXb corroborent cette hypothèse puisque, dans leur grande majorité (plus de 90 % pour Anarghiri IXb), elles ont des diamètres inférieurs à 15 cm (Chatzitoulousis 2008b, p. 96, fig. 3 ; Giagkoulis 2019, p. 48-49). Ce petit diamètre, comme l'a montré notre démarche expérimentale, doit être mis en relation avec les dimensions réduites des lames de pierre utilisées, en l'occurrence celles de Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, p. 285-289). Les traces laissées sur les pièces de bois de Dispilio attestent l'emploi d'outils aux lames en pierre dont les dimensions sont assez similaires : longueur : env. 4 à 5,1 cm, largeur : env. 2,5 à 3,3 cm (Chatzitoulousis 2008a, p. 96). Plus l'arbre est imposant, moins ces petites lames sont efficaces, en termes de temps d'abattage. Toutefois, notre programme expérimental a prouvé que lors de l'abattage d'arbres dont le diamètre est inférieur à 14-15 cm, l'efficacité des lames de petites et grandes dimensions est assez similaire. Ce sont sur les diamètres plus importants que la différence est vraiment remarquable. Il convient de rappeler que notre programme expérimental a porté sur le chêne et il n'est pas possible d'extrapoler nos résultats à l'abattage de conifères. Selon les

expérimentations menées par J. R. Mathieu et D. A. Meyer (1997, p. 344), la limite se situerait plutôt aux alentours de 16-17 cm pour les bois tendres. La présence de pièces de bois de conifères aux diamètres équivalents semble témoigner d'un processus assez similaire.

Toutes ces données suggèrent qu'il n'y a pas une solution, un choix parfait en matière de bois de construction. Les bâtisseurs faisaient plutôt des compromis entre les propriétés des matériaux (leur « performance ») et leur disponibilité (les « coûts » engendrés) afin d'obtenir un résultat « satisfaisant » sans pour autant qu'il soit le « meilleur » (Horsfall 1987, p. 335 ; Ferguson 2010, p. 134 sur la *Design Theory*). Plusieurs possibilités s'offrent aux bâtisseurs afin de réaliser une pièce de bois à la fonction précise. Mais ces solutions sont « limitées par des normes socioculturelles rencontrées à travers des traditions technologiques spécifiques au groupe » (Ferguson 2010, p. 134 en s'appuyant sur Horsfall 1987, p. 369). En effet, le compromis impliqué dans la sélection du bois d'œuvre est ensuite ancré dans les traditions techniques du groupe humain : « la connaissance des principes qui structurent la performance technologique se transmet d'une génération à l'autre » (Schiffer et Skibo 1987 ; Ferguson 2010, p. 134).

2. La mise en forme du bois de construction : la chaîne opératoire

La chaîne opératoire de transformation du bois d'œuvre comprend quatre étapes : l'abattage, l'ébranchage, le tronçonnage et enfin la mise en forme, si nécessaire. Cette dernière étape est différente en fonction de la pièce de bois qu'on souhaite obtenir. Il est très rare dans la littérature de trouver des indices archéologiques d'abattage. Cette étape n'est pas attestée de manière directe au sein de notre zone d'étude. Le tronçonnage semble être attesté au Néolithique en Europe Occidentale, notamment grâce aux découvertes de copeaux de bois sur certains sites, comme à Charavines (Bocquet 2010, p. 40). Dans notre zone d'étude, il y a peut-être des indices à Dispilio et à Anarghiri IXb, même si le rattachement à cette activité des copeaux découverts en fouille n'est pas certain (Chatzitoulousis 2008a ; Giagkoulis 2019, p. 84-85). Ces copeaux pourraient provenir d'une étape ultérieure de la chaîne opératoire (la préparation d'assemblages par exemple), voire peut-être d'une utilisation autre que la construction. Une étude des copeaux expérimentaux est en cours et contribuera à mettre en place des référentiels des copeaux selon différentes activités du travail du bois en fonction de l'outil manié (abattage, tronçonnage, refente, creusement de pirogue, *etc.* ; Poissonnier *et al.* soumis) En revanche, l'ébranchage et les différents types de mise en forme du bois sont, eux, bien attestés à Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, p. 74-81) et dans une moindre mesure sur d'autres sites.

2.1. Abattage, ébranchage, tronçonnage

Comme nous l'avons vu précédemment, les temps d'abattage varient en fonction des dimensions des lames en pierre utilisées. Toutefois, ils dépendent bien plus encore de l'arbre abattu (diamètre et essence). Ces abattages ont lieu généralement à proximité du site afin de réduire le temps de transport. Les modes de transport sont difficiles à aborder puisqu'aucun indice de charriage ou de harnachement n'a été découvert dans la zone égéo-balkanique (Chatzitoulousis 2008a, p. 74 par exemple) comme ce fut le cas pour d'autres sites européens (Billamboz 1982, p. 40 ; Choulot *et al.* 1997, p. 202). Pour Dispilio, S. Chatzitoulousis propose l'utilisation d'animaux (comme à Chalain : Pétrequin 1991, p. 30), le transport à dos/épaules d'hommes ou encore le transport par voie d'eau. Si les temps d'abattage ont déjà été explicités juste au-dessus (*cf.* plus haut, p. 503-504), il convient cependant de revenir sur les techniques d'abattage.

Afin d'appréhender les types d'abattage pratiqués, il convient d'étudier les pièces de bois et plus particulièrement celles qui sont appointées. Les expérimentations montrent que, dès l'abattage, les pièces de bois ont une forme appointée ou biseautée adéquate pour être enfoncées (Giagkoulis 2019, p. 55). Ainsi, selon les travaux de P. Pétrequin et de ses collaborateurs, mais également selon des travaux expérimentaux antérieurs, trois types d'abattage, que nous avons également testés (*cf.* plus haut, p 311-313), ont sûrement été pratiqués dans notre région d'étude : 1) l'abattage par doubles entailles opposées dont l'une est plus profonde, servant de charnière, 2) l'entaille unique servant de simple charnière sur la face de chute après une poussée sur la face opposée et 3) la coupe de l'arbre sur toute sa circonférence³. Les deux premiers présentent l'avantage de pouvoir contrôler, dans une certaine mesure, le sens de chute de l'arbre⁴ (Choulot *et al.* 1997, p. 189) ; le premier se pratique plutôt sur les gros arbres, contrairement au second. Le troisième ne permet pas de diriger la chute de l'arbre, mais il offre la possibilité d'obtenir directement une pointe après l'abattage. Il permet également de limiter la profondeur nécessaire des entailles et donc de ne pas avoir à élargir le V de coupe pour atteindre aussi profondément le duramen que pour les types d'abattages décrits précédemment. Étudiés lors de notre programme expérimental, les mouvements et les postures utilisés pour abattre un arbre vont dépendre de l'outil, mais également de la hauteur de coupe. Ils dépendront

³ D'autres types d'abattage ont pu être mis en avant par des études techniques menées sur le matériel archéologique de sites lacustres d'Europe Occidentale (Choulot *et al.* 1997, p. 189-197), mais aucun indice ne permet pour le moment de les envisager pour le monde égéo-balkanique.

⁴ Il n'est pour autant pas possible, pour des arbres de gros diamètres, de changer complètement le sens de chute naturelle de l'arbre comme l'attestent les travaux expérimentaux en cours menés par l'association Koruc (www.koruc.org).

aussi très largement du schéma mental que se fait le bûcheron de la tâche à accomplir en tenant compte de la connaissance et du savoir-faire qu'il possède, du temps qu'il envisage, des difficultés auxquelles il s'attend, *etc.* (*cf.* plus haut, p. 483-484).

L'ébranchage est une activité qui peut être exécutée une fois les troncs ramenés sur le site, si on s'en tient aux interprétations proposées pour Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, p. 75). Il est probable en réalité que seule une petite partie de cette activité soit réalisée sur le site. La nature très ramifiée des essences choisies engendrerait la découverte d'une quantité beaucoup plus importante de branches que celle mentionnée dans les publications. Les études réalisées sur d'autres sites européens proposent d'ailleurs plutôt un ébranchage sur le lieu d'abattage (Choulot *et al.* 1997, p. 197 ; Bocquet 2010, p. 42), afin de faciliter le transport (Pétrequin 1991, p. 29). Toutefois, dans notre zone d'étude, mais également ailleurs en Europe, l'ébranchage n'était pas toujours réalisé de façon exhaustive et des branches de plusieurs dizaines de centimètres de long étaient laissées en connexion avec le fût principal (Giagkoulis 2019, p. 52 et 55-56). Ces branches pouvaient servir à attacher des cordes pour tracter les troncs par exemple (Pétrequin *et al.* 1992 ; Choulot *et al.* 1997, p. 202). Elles pouvaient également être utilisées comme fourche naturelle dans des assemblages (Choulot *et al.* 1997, p. 203 ; Giagkoulis 2019, p. 52 et 55-56) ou encore permettre de limiter l'enfoncement dans le sédiment meuble une fois que le poteau recevait à porter une masse importante (Giagkoulis 2019, p. 52 ; 2020, p. 141). Notre programme expérimental, confronté à d'autres plus anciens, indique que l'ébranchage peut se faire à la main pour les plus petits rameaux ou bien avec des outils en pierre. Il est rapide, notamment pour les branches à petit diamètre. Les coups avec l'outil en pierre sont généralement portés uniquement sur un côté de la branche, puis on finit en arrachant à la main les dernières fibres (*cf.* plus haut, p. 440-443 ; Choulot *et al.* 1997, p. 197).

Le tronçonnage, quant à lui, est probablement opéré dans un premier temps sur le lieu d'abattage. La longueur des pièces de bois nécessaires à la construction est anticipée dans une certaine mesure pour faciliter le transport. Néanmoins, il est fort probable que des tronçonnages aient ensuite eu lieu sur le site afin d'adapter une pièce de bois à sa position architecturale, même si aucune coupe sur billot n'est attestée dans notre région (Choulot *et al.* 1997, p. 202). Les temps de tronçonnage sont inférieurs à ceux d'abattage avec des outils en pierre équivalents, notamment car l'orientation générale du mouvement est inversée : pour l'abattage, cette orientation est horizontale ; pour le tronçonnage, elle est verticale. Notre expérimentation a montré que le type de tronçonnage dépend, à l'instar de l'abattage, du diamètre du tronc. Lorsque celui-ci est petit, une seule entaille est pratiquée sur la face tournée vers le ciel du

tronc, les dernières fibres sont cassées par flexion à la main. Lorsqu'il est plus important, le travail est effectué sur la quasi-totalité du périmètre du tronc ou sur deux faces opposées⁵.

2.2. Mise en forme

L'écorçage est une des mises en forme des pièces de bois attestée pour la période. À Dispilio, il a pu être mis en évidence grâce à la présence de certaines pièces de bois avec leur écorce tandis que d'autres en étaient dépourvues. Il est possible que cette activité ne soit pratiquée qu'« en fonction de l'usage auquel chaque morceau de bois était destiné » (Chatzitoulousis 2008a, p. 76). L'étude des empreintes dans la terre à bâtir n'a révélé aucun indice sur la présence de cette écorce pour les pièces utilisées comme armature de torchis. En revanche, certaines pièces carbonisées, plus spécifiquement les baguettes de clayonnage, présentent régulièrement une fine écorce, ce qui laisse supposer que les pièces de bois les plus minces n'étaient pas souvent écorcées. En outre, l'écorçage permettait également de récolter une matière première utile, pour la confection de cordes par exemple, pour assainir les sols humides ou encore comme couverture des bâtiments (Gentizon et Monnier 1997, p. 155). Cette activité est simple et se pratique plus facilement en période de montée de sève. Des outils simples en bois (*cf.* plus bas, p. 534-535) sont très bien adaptés pour cette tâche (*cf.* plus haut, p. 585-589), une fois l'amorce faite à l'outil de pierre ou en matière dure d'origine animale (Gentizon et Monnier 1997, p. 155-156).

La refente des pièces de bois est attestée sur de nombreux sites comme nous avons pu le montrer. Les outils utilisés pour la refente sont principalement des percuteurs en bois et des coins en bois animal ou végétal. Des outils en pierre pour amorcer les refentes peuvent également être utilisés (*cf.* plus haut, p. 356-357 ; Gentizon et Monnier 1997, p. 152).

L'étude des empreintes diagnostiques de cette activité ne permet pas de distinguer le type de refente utilisé : radiale ou tangentielle (Darrah 2006a, p. 118). Les études expérimentales ont permis de montrer les difficultés supplémentaires qu'engendre la refente tangentielle par rapport à la refente radiale et les découvertes archéologiques de Dispilio et d'Anarghiri IXb semblent aller dans ce sens. En effet, à Dispilio, seulement deux planches fabriquées par refente tangentielle ont été découvertes, contre une vingtaine de pièces de bois refendues radialement (sur 447 pièces de bois mises au jour ; Chatzitoulousis 2008a, p. 75 et 78). À Anarghiri IXb,

⁵ S. Choulot et ses collaborateurs parlent d'une utilisation « systématique » de « la technique de l'encoche à biseau plat » pour éviter de briser les lames (Choulot *et al.* 1997, p. 199). Toutefois, notre programme expérimental a montré qu'il était possible de tronçonner les troncs sur toute leur périphérie, en pointe, sans qu'il n'y ait de problème au niveau des lames.

53 planches obtenues par refente tangentielle ont été découvertes contre 200 pièces de bois refendues radialement (sur 3334 pièces de bois mises au jour⁶ ; Giagkoulis 2019, fig. 44).

L'intérêt technique de refendre des pièces de bois est triple : il permet l'obtention de plusieurs pièces de bois utilisables dans un seul fût, mais également parce qu'« à surface portante égale, les fûts refendus offrent une plus longue portée et ont une meilleure résistance mécanique », et enfin parce que « l'aménagement des mortaises et/ou des encoches en bout est largement facilité sur des troncs de cette forme » (Lundström-Baudais *et al.* 1989, p. 112). En outre, la refente permet un séchage plus rapide des pièces de bois (Dubourg 2022).

Comment expliquer le nombre important de pièces refendues à Dikili Tash, Hotnitsa et Pekto Karavelovo, par rapport à leur faible proportion dans les collections de Dispilio et d'Anarghiri IXb ? Le premier élément de réponse concerne la fonction des pièces de bois étudiées. Les sites lacustres ont livré en grande majorité des pieux utilisés comme poteaux de pilotis supportant la construction de plates-formes ou de bâtiments. Peu de pièces de bois destinées à d'autres fonctions ont été étudiées, et c'est d'ailleurs au sein de celles-ci qu'on retrouve les morceaux refendus.

Le deuxième élément de réponse concerne les essences utilisées. Le genévrier, essence prédominante dans la construction de Dispilio, ne se prête pas du tout à la refente, notamment à cause de la grande quantité de nœuds liés aux nombreux départs de branches qui le caractérise. En revanche, le chêne et le frêne sont des essences en parfaite adéquation avec les activités de refente (Billamboz 1985 ; Lundström-Baudais *et al.* 1989, p. 112 ; Billard *et al.* 1997, p. 241). Lorsque ce sont des individus habitués à travailler avec des outils de type néolithique, la refente radiale prend rarement plus de 10 minutes pour des tronçons de chêne de 200-250 cm. Les étapes les plus longues sont l'amorce et la refente en demi-rondin (*cf.* plus bas, p. 356-358).

Toutefois, le site d'Anarghiri IXb présente des pieux principalement en chêne qui ne sont pas pour autant refendus. Outre l'argument de la fonction des pièces, un dernier élément doit être pris en compte : la dimension des pièces de bois (Billamboz 1985 ; Lundström-Baudais *et al.* 1989, p. 112). En effet, sur ce site, 2015 pièces sur 3561 ont un diamètre inférieur à 8 cm, et 2822 ont un diamètre inférieur à 10 cm (Giagkoulis 2019, p. 48-49 et fig. 37). Il est donc possible que pour des diamètres aussi faibles, les bâtisseurs n'aient pas pratiqué de refente, contrairement à des arbres de 13-15 cm de diamètre.

⁶ Le nombre total donné n'est pas toujours le même lorsqu'il est question des statistiques sur le bois de construction en général (« *structural wood* ») (3334 en fig. 44 ; 3561 en fig. 37 ; 3643 en fig. 34).

L'équarrissage de pièce de bois, qui peut être réalisé tant avec des outils en pierre qu'avec le retrait des quatre dosses par refente tangentielle, n'est quasiment pas attesté dans notre zone d'étude. L'obtention de madrier ne semble pas faire partie des objectifs courants de la mise en forme du bois d'œuvre au Néolithique égéo-balkanique. Il semble que ce type de mise en forme soit rarement effectué, pour des pièces à la fonction architecturale précise, à l'image du linteau de porte de la pièce A de la Maison 4 du site de Dikili Tash. Un autre exemple, déjà évoqué, provient d'une charpente de toit découverte sur le site de Prodromos II (attribué à la fin du 7^e millénaire av. n. è. ; EEB 3 ; Hourmouziadis 1971).

L'appointage est assez difficile à identifier lorsque les pièces de bois ne sont pas conservées. Dans notre zone d'étude, ce sont les sites de Dispilio et d'Anarghiri IXb qui nous livrent les informations les plus précises. Ces informations sont d'ailleurs comparables à celles connues sur d'autres sites européens (Coles et Orme 1985 ; Choulot *et al.* 1997 ; Bosch *et al.* 2000 ; Leuzinger 2000, 2007). Trois types d'appointages sont connus (Chatzitoulousis 2008a⁷, p. 77, fig. 13, 14 et 15 ; Giagkoulis 2019, p. 52-54) :

- le double biseau (en forme de « coin ») mis en forme par un travail sur deux faces opposées de la pièce de bois.
- le biseau simple (en forme de « ciseau ») mis en forme par un travail sur une seule face de la pièce de bois.
- la pointe cylindrique (en forme de « crayon ») mise en forme par un travail sur tout le périmètre de la pièce de bois.

Ces trois types d'appointage sont largement influencés par le type d'abattage (*cf.* plus haut, p. 505) ou de tronçonnage de la pièce de bois. À Anarghiri IXb, 17,6 % des pièces de bois appointées ou biseautées présentent une extrémité tronquée qui correspond sûrement à la partie des fibres non coupées lors d'un abattage ou d'un tronçonnage (Giagkoulis 2019, p. 53). Ces pièces n'ont pas été retravaillées ensuite avant d'être utilisées. Toutefois, il semble qu'une reprise des abouts soit régulièrement effectuée. En effet, outre les pièces dont la pointe ou le biseau est tronqué, les traces laissées par les outils lors de la mise en forme des pointes présentent des angles d'attaques assez faibles : 20° à 40° (Chatzitoulousis 2008a, p. 78). Ces angles semblent trop faibles pour être ceux laissés par des haches au moment de l'abattage ou du tronçonnage selon nos résultats expérimentaux qui montrent des angles compris entre 40° et 80°⁸. L'étude de six poteaux du site d'Ohridati semble attester des traces de travail aux

⁷ Les définitions suivantes sont données à partir de cet article.

⁸ Cette donnée est corroborée par d'autres travaux expérimentaux (Choulot *et al.* 1997, p. 199).

ciseaux, éventuellement en os, permettant l'appointage des pieux. Elle se fonde sur la largeur (inférieure à 3 cm) des traces laissées par l'outil et sur leur forme. Si cette pratique est avérée, il s'agit d'une donnée inédite (Westphal *et al.* 2011, p. 88).

Ce travail d'appointement n'est pas réalisé uniquement pour la fabrication de pieux puisqu'il permet également la mise en forme d'assemblages.

L'assemblage est la dernière étape de mise en forme des pièces de bois attestée pour notre période. Plusieurs types d'assemblage sont connus : des assemblages simples et des assemblages travaillés. Nous y reviendrons plus bas (*cf.* plus bas, p. 512-515). Dans le cadre des assemblages travaillés, les pièces de bois subissent des modifications (creusement de mortaise, de gueule, mise en forme de tenon, *etc.*). Les travaux expérimentaux, mais également les enquêtes ethnographiques, montrent que ces mises en forme sont généralement commencées avec des outils assez imposants (hache, herminette), puis, très vite, avec des outils plus précis : ciseau en pierre, ciseau en matière dure d'origine animale. Il est également possible de terminer la mise en forme de certains assemblages au feu (Pétrequin et Pétrequin 2006, p. 229 ; Guillonnet 2021, p. 41-42). Un certain nombre de ces assemblages, notamment les assemblages simples cette fois, qui ne demandent pas un travail de la pièce de bois autre que ceux de tronçonnage ou d'ébranchage, nécessite d'être anticipé bien plus tôt dans la chaîne opératoire, souvent dès le tronçonnage, voire même dès l'abattage. C'est le cas pour les fourches naturelles par exemple, afin d'anticiper leur position au sein de la construction.

3. Construire en bois

3.1. Les techniques de fondation

Ancrer les bâtiments dans le sol en creusant des fondations n'est pas systématique. En réalité, certains bâtiments possèdent une structure globale maintenue en élévation par l'unité architecturale que forme le bâtiment terminé, à l'instar des constructions étudiées à Dikili Tash. Une fois la terre à bâtir appliquée, la charpente et la couverture installées, l'ensemble architectural solidifié tient debout sans difficulté. C'est également le cas sur le site plus ou moins contemporain d'Orlitsa qui présente des poteaux seulement enfoncés de 5 cm (Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 211 et 214). Il n'y a donc pas de réelle fondation dans le sol, les poteaux sont juste enfoncés pour assurer leur maintien le temps d'ajouter les autres éléments de construction.

3.1.1. Tranchées et fosses

L'utilisation de tranchées de fondation est courante néanmoins dès les premières phases du Néolithique dans notre région d'étude, à l'image du site de Néa Nikomedeia (daté de 6100-5800 av. n. è. ; EEB 3-4 ; Pyke 1996, p. 39-40 ; Tsirtsoni 2021). On les retrouve par la suite sur un nombre important de sites égéo-balkaniques comme à Servia, à Hotnitsa, à Avgi et à Petko Karavelovo par exemple (Mould et Wardle 2000 ; Chohadzhiev *et al.* 2018b ; Stratouli et Kloukinas 2020 ; Chohadzhiev 2021). Elles ont généralement des profils en U, des largeurs et des profondeurs qui oscillent entre 20 et 60 cm. En parallèle de ces tranchées, sont observées également des fosses permettant généralement d'ancrer dans le sol des poteaux libres qui supportent les charpentes de toit et permettent parfois de délimiter des espaces à l'intérieur des bâtiments (Stratouli et Kloukinas 2020 ; Chohadzhiev 2021 par exemple). Les profondeurs de ces fosses peuvent être assez importantes, à l'image de celles de Petko Karavelovo qui ont des profondeurs proches de 1 m (Chohadzhiev 2021).

Le creusement des fosses comme des tranchées se fait vraisemblablement à l'aide d'outils en bois et en matière dure d'origine animale. L'utilisation d'outils en pierre ne permet pas de gagner en efficacité et le risque de casse des lames augmente, même si l'utilisation de ces outils pour travailler la terre est attestée. La nature du sédiment joue forcément un rôle important sur la facilité à creuser à l'aide d'outils en bois, notamment lorsqu'il s'agit d'un tell et qu'il est nécessaire de creuser dans les couches de destruction sous-jacentes souvent durcies par le feu. À Petko Karavelovo, la présence de vestiges trop durs ou trop massifs, comme les restes de structures de combustion par exemple, semble expliquer l'absence par endroits de tranchée de fondation. Dans un sédiment sableux, le creusement des fondations est simple et ne présente pas de difficulté particulière.

3.1.2. Trous de poteau

Tantôt situés au fond des tranchées et des fosses, tantôt directement creusés dans le sol, les trous de poteaux offrent un ancrage et une stabilité au poteau. Plus la partie enfoncée est importante, plus le poteau est stable. L'étude minutieuse des trous de poteau du Bâtiment 127 de Petko Karavalevo a montré un creusement des trous en amont de l'installation des poteaux. Ainsi, il n'est pas nécessaire de frapper avec un perceur sur les poteaux hauts de 2 m pour les enfoncer dans le sol. Le creusement des trous de poteaux peut se faire avec une petite pelle en omoplate de porc par exemple, mais également à l'aide d'un bâton appointé qu'on enfonce dans le sol, puis qu'on remue pour augmenter le diamètre du trou. Dans le cas des

milieux humides en permanence, les poteaux sont souvent directement enfoncés dans le sol. Les profondeurs des trous de poteau varient énormément : de quelques centimètres à 150 cm, notamment sur le site de Petko Karavelovo pour les trous de poteaux se situant dans des fosses de fondation.

Les poteaux pouvaient ensuite être calés soit en tassant la terre autour, soit en ajoutant des matériaux. Par exemple, l'utilisation de pierres de calage est connue pour plusieurs sites de notre période, comme à Karanovo⁹ (Georgiev 1961, p. 78 et Pl. XVIII), à Orlitsa (Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 211) ou encore à Petko Karavelovo (Bacoup 2021a) où le calage de poteaux est également assuré par le réemploi de fragments de terre à bâtir brûlée (Chohadzhiev 2021, p. 177). Ces calages avec des pierres sont également attestés pour des phases plus anciennes, comme à Porodin entre 5800 et 5400 av. n. è. (EEB 5 ; Grbić 1960, p. 97 ; Naumov 2016, p. 176). Il est également possible que des semelles de bois aient pu être utilisées à Sovjan¹⁰, découvertes juste au-dessus d'une couche datée entre 6000 et 5600 av. n. è. (EEB 4-5 ; Léra et Touchais 2003, p. 602-603).

3.2. Les techniques d'assemblage

Plusieurs types d'assemblage sont connus dans la zone égéo-balkanique au 5^e millénaire av. n. è. Si certains d'entre eux ne sont pas forcément attestés dans les niveaux datés des EEB 8 et 9 (4900-4250 av. n. è.), ils le sont pour des étapes antérieures. On peut donc assez facilement supposer que ces assemblages étaient encore utilisés. Nous diviserons ici les assemblages en deux catégories : les assemblages simples et les assemblages travaillés. Ceux dits simples correspondent à l'assemblage entre elles de pièces de bois qui ne nécessitent pas d'être retravaillées une fois les étapes précédentes de la chaîne opératoire terminées. À l'inverse, les assemblages travaillés correspondent à ceux qui nécessitent de travailler les pièces de bois à l'aide des différents outils à disposition du bâtisseur.

3.2.1. Assemblages simples

On dénombre quatre types d'assemblage simple. Le premier correspond à la simple superposition des pièces de bois les unes par rapport aux autres. C'est le cas par exemple pour la construction des planchers de Hotnitsa (*cf.* plus haut, partie 3). Les planches sont simplement

⁹ Dans la note 133 de la page 270, R. Treuil (1983) annonce l'utilisation de pierres de calage pour l'horizon VI (4600-4250 av. n. è. ; EEB 9). Après lecture de la source bibliographique citée, il semble qu'il s'agisse plutôt de l'horizon V, soit 4900-4600 av. n. è..

¹⁰ P. Léra et G. Touchais émettent des réserves sur l'appartenance de cette semelle en frêne aux couches datées entre 6000 et 5600 av. n. è. (EEB 4-5).

posées sur les lambourdes et ne sont maintenues que par la gravité et le poids du mobilier déposé au-dessus. Cette pratique est attestée en ethnographie au 20^e siècle en France¹¹. On retrouve également cette superposition simple des pièces dans la confection des armatures de plancher en terre des sites de Dikili Tash et Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, parties 2 et 4).

Le deuxième type d'assemblage simple correspond à l'entrelacement des pièces de bois dont l'exemple le plus éloquent apparaît dans la confection de clayonnage. Les pièces de bois sont déformées afin de les obliger à prendre la position souhaitée par le bâtisseur. La tendance naturelle de la pièce de bois à reprendre sa morphologie d'origine permet d'auto-serrer l'assemblage. L'utilisation de cette technique d'assemblage par entrelacement est attestée dès les premières phases du Néolithique (6100-5800 av. n. è. ; fin de l'EEB 3-4) dans notre zone d'étude : à Néa Nikomédeia, à Paliambéla ou encore à Slatina (Pyke 1996, p. 39-40 ; Burkhalter et Philippa-Touchais 2003, p. 911 ; Nikolov et Takorova 2021, p. 46) et elle perdure jusqu'au 5^e millénaire sur de nombreux sites à commencer par Dikili Tash et Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, parties 2 et 4).

Le troisième type d'assemblage correspond au brêlage des pièces de bois, c'est-à-dire à l'utilisation de ligature en matière végétale ou animale afin d'assembler plusieurs pièces de bois entre elles. L'utilisation de ligature est certaine entre 4900 et 4250 av. n. è. Elle est attestée sur de nombreux sites, y compris les sites de Dikili Tash et de Petko Karavelovo. Toutefois, les exemples archéologiques sont souvent partiels et il est difficile de reconstituer exactement le schéma mental du bâtisseur lorsqu'il a serré son assemblage. Nos résultats expérimentaux proposent deux schémas assez simples de brêlage possible : le brêlage en croix, utilisé lorsque la pièce de bois la plus proche du noeud est horizontale ou verticale/oblique, et le brêlage à deux passages perpendiculaires, utilisé principalement lorsque la pièce de bois la plus proche du noeud est horizontale (*cf.* plus haut, p. 416-417). Ces schémas de brêlage obligent les bâtisseurs à une certaine anticipation et impliquent un degré d'apprentissage des gestes techniques et de technicité plus important que les deux premiers types d'assemblage décrits (Pigeot 2011).

Le dernier assemblage simple correspond à l'utilisation de fourches naturelles. Il est très probablement l'un des premiers assemblages en bois utilisé par l'Homme dans la construction (Gerner 1995, p. 17-22). Dans notre zone d'étude, cette technique est particulièrement bien connue à Anarghiri IXb (Giagkoulis 2019, p. 55-56), mais n'est attestée dans aucun de nos trois sites principaux.

¹¹ Communication personnelle avec Frédéric Bacoup, maître artisan en menuiserie.

3.2.2. Assemblages travaillés

Les assemblages travaillés peuvent correspondre à la reproduction d'une fourche naturelle dans une pièce de bois en creusant une gueule dans une de ses extrémités. Cette technique s'appelle l'enfourchement (Gerner 1995, p. 138). Il peut être en T si la pièce de bois placée dans la gueule continue après l'assemblage. Il est dit en L, si cette pièce de bois s'arrête au niveau de l'assemblage. L'exemple le plus éloquent dans notre zone d'étude provient de Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, p. 79, fig. 17). Parfois, la pièce de bois qui repose dans la gueule nécessite aussi d'être travaillée. Il peut s'agir de simplement amincir l'un de ses bouts, s'il ne l'a pas déjà été lors des étapes de la chaîne opératoire précédente. Il peut aussi s'agir d'amincir une portion de la pièce dans le cadre d'un assemblage en T. Cet assemblage semble surtout être utilisé pour la confection de planchers surélevés afin de soutenir les poutres ou les solives.

Le deuxième type d'assemblage travaillé correspond à l'utilisation de tenons et de mortaises. Ces assemblages tenons-mortaises sont plus ou moins travaillés et ajustés. Il s'agit d'une pièce de bois amincie (le tenon) dont l'extrémité pénètre une cavité (la mortaise), traversante ou non, creusée dans une autre pièce de bois. Pour notre période, cet assemblage est connu sur le site de Hotnitsa, et sûrement sur celui de Dikili Tash (*cf.* plus haut, p. 138 et 70-72). Des mortaises sont également attestées à Dispilio (Chatzitoulousis 2008a, p. 76) et à Anarghiri IXb où les occurrences sont nombreuses (Giagkoulis 2019, p. 55-56). Cet assemblage semble avoir plutôt servi à la construction des superstructures des bâtiments, plutôt qu'à la confection des planchers au cours du Néolithique égéo-balkanique. Il est probable qu'au Bronze Ancien et Moyen, cet assemblage soit aussi utilisé pour les planchers, comme à Sovjan où des rondins composant le plancher présentent « des mortaises dans lesquelles venaient s'encastrent les tenons des pièces de bois verticales appartenant soit à la superstructure soit [...] à l'infrastructure du plancher » (Léra *et al.* 2000, p. 640 ; Léra et Touchais 2001, p. 717). À Sovjan, à l'âge du Bronze toujours, une ouverture large de 80 cm a été découverte. Les deux pièces verticales formant les piédroits de l'ouverture avaient des doubles tenons sur lesquels venaient « s'encastrent les mortaises d'un seuil » (Léra et Touchais 2003, p. 590).

Enfin, il convient de mentionner un dernier assemblage cité dans la littérature : l'utilisation de chevilles qui permet de solidifier d'avantage un assemblage. Cette mention concerne la charpente de bois découverte à Prodromos II en Thessalie, attribuée à la fin du 7^e millénaire av. n. è. (EEB 3 ; Hourmouziadis 1971, p. 174). Lors de leur découverte, G. Hourmouziadis a préféré l'expression « clou en bois », cependant R. Treuil (1983, p. 257, n. 48) utilise le terme de

cheville en bois. Il s'agit de la seule attestation de cette technique pour le Néolithique égéobalkanique. Une cheville est un petit morceau de bois, souvent cylindrique, qu'on insère dans un seul trou creusé dans au moins deux pièces d'un assemblage afin de le tenir ferme. Un assemblage par tenon-mortaise par exemple peut être chevillé afin d'éviter le retrait du tenon de la mortaise. Pour le moment, il semble assez difficile d'imaginer un tel degré d'exécution. Il pourrait en revanche s'agir de clefs, permettant d'éviter le retrait du tenon, mais plus faciles à exécuter puisqu'elles sont insérées dans un trou creusé dans une seule pièce de bois : la partie traversante du tenon. Cette technique est connue pour la fabrication des coffrages en bois des puits néolithiques anciens d'Europe centrale par exemple (Tegel *et al.* 2012, fig. 4 et 5).

3.3. Les modes d'agencement

Les pièces de bois sont agencées de sorte à former des armatures cohérentes. Dans ce but, plusieurs assemblages peuvent être utilisés. Les armatures sont multiples et varient en fonction de l'élément architectural construit, mais également en fonction de l'association possible avec d'autres matériaux, la terre à bâtir par exemple.

3.3.1. Les murs

Nous avons identifié, pour notre période d'étude, quatre modes d'agencement des pièces de bois pour la confection d'armatures verticales. Plusieurs modes sont parfois utilisés dans la construction d'un même bâtiment à l'image des Bâtiments E5, 127 et 67 du site de Petko Karavelovo (*cf.* plus haut, partie 4 ; Bacoup 2020a, 2022), mais également de la Maison 4 de Dikili Tash (*cf.* plus haut, p. 69-72).

Le premier mode d'agencement, qui semble être le plus courant, est le clayonnage. Cette armature est composée de poteaux verticaux entre lesquels sont entrelacées des baguettes de bois. Le clayonnage est attesté à toutes les étapes du Néolithique (Mikov et Dzhambazov 1960, p. 51-53 ; Pyke 1996, p. 39-40 ; Pappa et Besios 1999, p. 183 ; Burkhalter et Philippa-Touchais 2003, p. 911 ; Lichardus-Itten 2006, p. 207 ; Koukouli-Chryssanthaki *et al.* 2007, p. 48 ; Andreeva 2010, p. 49-50 ; Leshtakov 2014, p. 100 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 34 ; Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45 ; Nikolov et Takorova 2021, p. 46 par exemple en plus des études de cas sur Dikili Tash et Petko Karavelovo plus haut). Ce mode d'agencement présente l'avantage d'un assemblage par entrelacement de toutes les pièces. Il n'y a pas besoin d'avoir recours à d'autres assemblages pour obtenir des armatures solides. Les armatures peuvent par ailleurs avoir une maille très serrée, avec des baguettes collées les unes aux autres, ou bien

plus lâche avec un espace de plusieurs centimètres entre chaque baguette. Elles sont rarement parfaitement régulières.

Le deuxième mode d'agencement des pièces de bois correspond à la mise en place de poteaux verticaux de manière jointive et plus ou moins parallèles. Ces poteaux sont maintenus par des traverses horizontales. Ce mode d'agencement est généralement nommé « poteaux jointifs » et est attesté dans plusieurs sites de la zone égéo-balkanique, depuis l'EEB 4, vers 6000 av. n. è., jusqu'à la fin de l'EEB 9, vers 4250 av. n. è. (Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a, p. 218 ; Mould et Wardle 2000, p. 79-80 et 82-83 ; Özdoğan 2013, p. 188 ; Pernicheva-Perets *et al.* 2011, p. 71, 85-86 et 101 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 37 ; Stratouli et Kloukinas 2020, p. 45). Il nécessite qu'au moins deux des poteaux soient fondés dans le sol. Il nécessite également l'utilisation de brêlages afin de lier les traverses à ces poteaux fondés dans le sol. En revanche, ces armatures sont rarement associées à des tranchées de fondation, à l'image de ce qui a été observé à Dikili Tash, à Orlitsa ou encore à Avgi.

Le troisième mode d'agencement est assez similaire au précédent : des roseaux ou des petites baguettes de bois sont disposés verticalement et maintenus par un lien végétal ou par un roseau disposé perpendiculairement aux précédents. Ces canisses peuvent être utilisées directement au contact du sol pour réaliser des cloisons enduites ou non, mais elles peuvent également être utilisées pour clore certaines parties des murs, comme les impostes. Ce mode d'agencement est rare, mais attesté à Maliq, à Néa Nikomédeia, à Servia et pour la construction de la Maison 4 de Dikili Tash (Prendi 1966, p. 257 ; Pyke 1996, p. 43 ; Rhomiopoulou et Ridley 1973, p. 422 ; Mould et Wardle 2000, p. 71-72 ; *cf.* plus haut, p. 76-79).

Enfin, le quatrième agencement était jusqu'alors inédit pour la région et a été mis en évidence par notre étude à Petko Karavelovo. Il s'agit de la construction de doubles parements discontinus en bois (*cf.* plus haut, p. 177-179 ; Bacoup 2021a, p. 94 ; Bacoup 2022, p. 48). Le seul parallèle se trouve à Ilipinar, dans la partie nord-ouest de la Turquie, au sein de la couche VIII (5700-5600 av. n. è. ; EEB 5) (Roodenberg 1995a, p. 47-48). Ce mode d'agencement est le seul utilisé obligatoirement avec de la terre à bâtir. Les autres peuvent être utilisés pour la confection de murs seulement en bois, notamment en dehors de l'architecture domestique (palissade, enclos, *etc.*). Les deux parements sont parallèles et espacés d'une vingtaine de centimètres. Des poteaux verticaux, plus ou moins espacés, reçoivent un parement discontinu de planches servant de coffrage à un remplissage de terre. Les parements de bois restent en place une fois le blocage intérieur installé. La construction de ces parements nécessite un ancrage dans le sol d'au moins deux poteaux de chaque parement. Elle nécessite également

l'utilisation de brélage pour assembler les planches aux poteaux, mais également pour lier les parements entre eux et ainsi éviter que les parements ne s'écartent durant la mise en place de la terre.

3.3.2. Les planchers

Il convient de séparer en deux catégories les planchers construits à l'aide des pièces de bois : les planchers en bois et les planchers en terre à armature de bois.

Concernant les planchers faits exclusivement en bois, ils peuvent être à même le sol comme à Omurtag (Angelova 1999, p. 66-67) ou bien surélevés comme à Hotnitsa (*cf.* plus haut, p. 136-137). Généralement, les pièces de plancher ont des épaisseurs homogènes afin d'obtenir une surface de vie la plus plane possible. Au besoin, les lames de plancher pouvaient être régularisées à l'herminette ou à la hache. Les planchers à même le sol pouvaient être constitués d'un seul niveau de pièces de bois directement posées au sol de manière jointive et parallèle. Ils pouvaient également, à l'instar des planchers surélevés, être composés de plusieurs niveaux de pièces de bois : solives, lambourdes, puis lames de plancher. Dans le cas où plusieurs niveaux étaient utilisés, l'étude des planchers de Hotnitsa nous a permis d'identifier trois schémas de construction :

- utilisation de lames de plancher aussi longues que la largeur de la pièce reposant sur un nombre réduit de lambourdes.
- utilisation de lames de planchers aux longueurs variées qui reposent sur des lambourdes plus nombreuses et donc moins espacées.
- utilisation de lames de planchers ayant des longueurs précises afin qu'elles reposent sur une lambourde le long d'un des murs et une autre lambourde environ au centre de la pièce.

Les planchers en terre à armature en bois répondent à une autre logique de conception. Les pièces de bois ne sont plus destinées à constituer la surface du plancher. Ainsi, le soin à apporter aux pièces de bois formant le lit végétal recouvert de terre est moindre que dans un plancher uniquement composé de bois. De tels planchers sont courants et attestés sur plusieurs sites dans notre région d'étude au 6^e millénaire, comme à Dunavec, et au 5^e millénaire, comme à Ovcharovo, à Radingrad, à Targovishte ou encore à Golyamo Delchevo (Korkuti 1975, p. 397 ; Todorova *et al.* 1983, p. 31-33 ; Ivanov 1984, p. 6 ; Angelova 1986, p. 33-37 ; Todorova *et al.* 1975, p. 23-36). Les planchers étudiés à Dikili Tash et à Petko Karavelovo entrent dans cette catégorie. Ce type de plancher, s'il est construit à même le sol, ne comprend généralement

qu'un niveau de bois. En revanche, lorsqu'il est surélevé, sa construction fait toujours appel à au moins trois niveaux de pièces de bois : solives, lambourdes et lit végétal¹². À Dikili Tash, par exemple, on trouve un quatrième niveau avec l'utilisation d'une poutre soutenant les solives de la mezzanine dans la pièce A de la Maison 4 (*cf.* plus haut, p. 81). Le lit végétal est composé de pièces de bois refendues ou non travaillées et agencées de manière plus ou moins parallèle et jointive. Ces planchers sont également connus pour des phases légèrement antérieures dans notre zone d'étude comme à Stara Zagora, à Servia ou à Promachonas-Topolnitsa (Kalchev 2013, p. 23 et 90-91 ; Mould et Wardle 2000, p. 90 ; Aslanis 2010, p. 38 et 41). L'utilisation de panneau de clayonnage comme armature de plancher n'est pas attestée avec certitude au Néolithique dans le monde égéo-balkanique.

3.3.3. Ouvertures

Les ouvertures dans les murs des bâtiments sont des éléments architecturaux qui ne sont pas toujours faciles à déceler dans les édifices. Elles semblent pouvoir être détectées par l'arrêt de la tranchée de fondation à l'image de celles de Néa Nikomédeia ou encore de celle de Petko Karavelovo dont le seuil est constitué de planches de bois (Pyke 1996, p. 44 ; Chohadzhiev 2016, p. 4).

Le fait de percer les murs affaiblit leur solidité architecturale. Il est nécessaire de décharger l'ouverture par un élément architectural permettant de répartir la charge liée au poids des matériaux de construction se trouvant au-dessus, à l'image du triangle de décharge mycénien (Küpper 1996, p. 14-21 ; Tiret 2000, fig. 50 et 51) ou encore des arcs de décharges des constructions médiévales (Viollet-le-Duc 1856, p. 83). Dans notre cas, la largeur de l'ouverture étant relativement faible et la masse sus-jacente étant modérée, un linteau est probablement suffisant pour répartir la charge. Les baies utilisées simplement pour l'entrée d'air et de lumière se trouvent sûrement en partie haute des murs, protégées par le débord de toit, à l'image de la Maison 4 de Dikili Tash. Le rôle de linteau est alors joué par la sablière haute du mur. Concernant les ouvertures permettant d'entrer et de sortir dans les bâtiments, soit elles montaient jusqu'à la sablière haute du mur dans lequel elle se trouvait, soit il était nécessaire de mettre en place un autre linteau permettant de supporter la masse de l'imposte et de la charpente au-dessus (*cf.* plus haut, p. 67).

En ce qui concerne les « portes », c'est-à-dire l'élément mobilier « qui sert à fermer une ouverture pratiquée dans un mur, une cloison » (Morisot 1814b, p. 41), aucun indice n'a encore

¹² Seul le Bâtiment D3 ne présente que deux niveaux de pièce de bois : solives et lit végétal (*cf.* plus haut, p. 222).

été découvert dans le monde égéo-balkanique. Toutefois, des découvertes de portes néolithiques plus récentes (entre 3700 et 3000 av. n. è.) en Suisse, à Zurich, à Robenhausen ou encore à Pfäffikon (Bleicher et Harb 2015 ; van Willigen 2019), attestent l'utilisation de portes en bois dans cette région. Ces portes peuvent être fabriquées en assemblant plusieurs pièces de bois comme à Robenhausen ou encore à Zurich où deux exemplaires ont été découverts, un réalisé en planches de peuplier et l'autre en rondins refendus de tilleul. Elles peuvent également être monoxyles comme à Pfäffikon.

3.3.4. Charpente de toit et couverture

Les charpentes de toit et leurs couvertures sont très mal connues. Si l'on excepte celle découverte à Prodromos II (Hourmouziadis 1971), même si des doutes persistent sur « l'identification de ces vestiges » (Hourmouziadis 1973, p. 22, n. 4 ; Treuil 1983, p. 257, n. 48), aucune autre fouille n'a mis au jour une charpente de toit en bois. On admet généralement que les toitures des bâtiments du monde balkanique au Néolithique se présentent sous une forme en bâtière à deux rampants, en se fondant notamment sur des comparaisons avec des maquettes de maisons (Chohadzhiev et Yordanova 2014 ; Treuil 1983, p. 258-260 ; Treuil 2008, p. 67). La disposition des fosses de fondation et des trous de poteau peut également donner des indices.

La reconstitution de la morphologie des toits (plat ou en bâtière) passe également par l'étude d'autres matériaux. Lorsque le bois n'est pas conservé, la terre à bâtir nous donne des indices (par sa composition par exemple, ou par les empreintes des pièces de bois et leurs agencements) qui peuvent être fiables, mais nécessitent une étude approfondie. L'étude de la terre à bâtir de Dikili Tash et de Petko Karavelovo a permis de proposer des reconstitutions argumentées de toits plats pour l'ensemble ou pour une partie des bâtiments. On retrouve assez couramment des reconstitutions morphologiques de toit qui ne sont pas fondées. Par exemple, aucune mention n'atteste de la découverte d'éléments de toit dans les notes de Rodden à Nea Nikomedeia (Pyke 1996, p. 44). Toutefois, un toit à quatre pans a été restitué sans aucun indice, ni aucune argumentation. Il y est fait mention de l'importance, dans des régions aux fortes précipitations, d'un toit aux pentes assez fortes et avec un débord permettant de protéger les murs. Si ces hypothèses sont importantes et communément admises depuis leur apparition dans les années 1950 (Clark 1952), elles ne justifient pas la présence d'un toit à quatre pans.

Les éléments de couverture (paille, roseau, écorce, *etc.*) ne sont également que très rarement connus sur les sites archéologiques. Au sein de la phase IIIA du site d'Achilleion en Thessalie (6100-6000 av. n. è. ; EEB 3 ; Reingruber *et al.* 2017 ; Tsirtsoni 2021), une « construction en

bois et en roseau, possiblement issue d'un toit effondré » a été découverte (Gimbutas 1974a, p. 287). À Sesklo dans la même région, les toits semblent avoir été construits à partir de branchages et de roseaux tout au long du Néolithique (Winjen 1981, p. 50). Toutefois, R. Treuil émet ici des réserves et rappelle que rien ne prouve que les mottes de terre à bâtir sur lesquelles les empreintes de roseaux ont été retrouvées proviennent du toit (Treuil 1983, p. 260). Ces hypothèses sur les matériaux employés dans la couverture proviennent généralement d'études ethnographiques ou d'études paléobotaniques qui attestent la présence de végétaux potentiellement utilisables à cet effet à proximité des sites.

Ainsi, s'il est possible de trouver quelques indices sur les morphologies des toits lorsqu'une étude architecturale exhaustive et précise est entreprise et si les matériaux de couverture peuvent être envisagés par des études interdisciplinaires, les techniques détaillées de construction des charpentes et de couverture ne peuvent pas être réalisées en l'état actuel des connaissances. Les restitutions très détaillées proposées par certains auteurs (Nikolov et Takorova 2021, p. 49-53 par exemple) sont fondées sur des études partielles ou superficielles du matériel architectural et s'appuient sur des éléments issus d'un imaginaire collectif et moderne, mais qui ont au moins le mérite de satisfaire l'attente des lecteurs, quel que soit le public visé.

Il convient, je pense, de faire un bref aparté sur les reconstitutions en trois dimensions faites des bâtiments néolithiques. Dans le cadre de ces modélisations, la tentation est grande de restituer de telle sorte que le rendu corresponde visuellement et esthétiquement aux standards actuels de construction. C'est d'ailleurs un biais qui est retrouvé dans des reconstitutions de plusieurs archéologues, notamment du point de vue des proportions des bâtiments, en particulier pour leurs hauteurs.

Au sein de ce mémoire, pour les modélisations 3D présentées, j'ai fait le choix de ne pas reconstituer les éléments architecturaux pour lesquels je n'avais aucun indice, ou du moins de les laisser blancs. Notons à titre d'exemple les pentes des pans des toits en bâtière des bâtiments de Petko Karavelovo ou les hauteurs des murs de ceux de Hotnitsa. C'est en me confrontant à cet exercice que je me suis rendu compte de la tentation de vouloir appliquer ma propre perception esthétique des proportions que « doit » avoir un bâtiment. Il était important d'attribuer des cotations aux différents éléments architecturaux, spécifiquement à la hauteur des murs, avant d'élever le bâtiment. S'en remettre à notre propre jugé visuel engendre des aberrations au sein des reconstitutions proposées dans plusieurs ouvrages scientifiques.

Je ne donnerai ici qu'un seul exemple, mais on pourrait aisément le multiplier. La « Large House » du site de Slatina présente un plan bien connu à la fouille (Nikolov et Takorova 2021,

p. 50). Légèrement trapézoïdale, elle mesure 9,67 m de largeur maximale pour 12,46 m de long. Cet édifice présente toutes les caractéristiques d'un bâtiment d'habitation (plates-formes en terre crue, four, vases-silos en terre crue, plates-formes en bois, poteries, etc.). Cette habitation a un rez-de-chaussée avec l'espace domestique et un premier étage sous comble possiblement non utilisé.

En se penchant sur la reconstitution argumentée, ne laissant que peu de place au doute, le bâtiment ferait près de 12 m de haut (Nikolov et Takorova 2021, p. 53). Cette mesure est sans doute vertigineuse pour un bâtiment dont seul le rez-de-chaussée est utilisé (volume à chauffer, quantité et dimensions des matériaux de construction, *etc.*). En entrant plus dans le détail, le seul rez-de-chaussée ferait plus de 4,70 m de haut et la porte d'entrée du bâtiment aurait une hauteur de près de 4 m. Ces dimensions semblent complètement démesurées et improbables. En exagérant davantage, les baguettes de clayonnage ont un diamètre d'environ 5 cm, ce qui est bien évidemment impossible techniquement. Une telle reconstitution s'explique assez facilement par la volonté de calquer sur les édifices néolithiques les standards esthétiques modernes des proportions d'un bâtiment, en accord avec la conception des dimensions « normales » d'une construction propre aux archéologues qui les ont réalisées.

4. L'association avec la terre à bâtir

L'étude du bois de construction est indissociable de l'étude de la terre à bâtir. Si l'on excepte les découvertes encore exceptionnelles des sites lacustres, l'étude des indices directs du bois (anthracologique, xylogologique et, dans de rares cas jusqu'ici, technologique) n'offre pas la possibilité d'obtenir une connaissance complète du bois d'œuvre. C'est à travers l'étude des indices indirects du bois qu'il est possible de l'appréhender dans son ensemble. L'aire étudiée ici est caractérisée par l'utilisation quasi-systématique de la technique du torchis pour la construction des murs. L'étude de la terre à bâtir est donc indispensable.

De nombreux articles sur l'étude technique de la terre à bâtir dans les Balkans méridionaux concernent Dikili Tash (pour les références, *cf.* n. 16, p. 528). Toutefois, c'est la première fois qu'une étude aussi exhaustive que celle présentée plus haut a été effectuée, en s'intéressant, fragment par fragment, tant à la terre à bâtir qu'à chacune des empreintes laissées par les pièces de bois. Cette étude est fondée sur la méthodologie mise en place et déjà éprouvée par les analyses précédentes (Prévost-Dermarkar 2019). Afin de répondre également aux problématiques liées au bois d'œuvre, des développements méthodologiques ont été effectués (*cf.* plus haut, p 36-38).

4.1. Les terres à bâtir

4.1.1. Provenance

Les études macroscopiques menées sur le matériel en terre à bâtir de Dikili Tash, Hotnitsa et Petko Karavelovo attestent très clairement que la terre utilisée pour la construction des murs et des planchers provient du tell même. On y retrouve de nombreuses inclusions anthropiques comme des tessons céramiques, des empreintes de nattes¹³, des os ou des graines carbonisées. En outre, sur le site de Petko Karavelovo, ces inclusions sont plus nombreuses dans la terre à bâtir de la phase récente que dans celle de la phase ancienne. La terre étant disponible sur place et répondant aux caractéristiques techniques recherchées pour la construction, il n’y avait aucune nécessité de multiplier le temps de transport du matériau, ainsi que les efforts physiques liés au transport (Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188 ; Bacoup 2022, p. 52).

4.1.2. Préparation

Si l’étude de la terre à bâtir utilisée dans la fabrication des structures de combustion de Dikili Tash a montré « une sélection rigoureuse et une préparation très poussée de la terre utilisée pour chacune des parties du four » (Germain-Vallée *et al.* 2011, p. 61), cela ne semble pas être le cas pour la préparation de toutes les terres à bâtir utilisées pour la construction des bâtiments.

En effet, les études présentées dans les parties 2 et 4 de ce volume attestent différents modes de préparation. La terre à bâtir utilisée comme torchis contre les armatures végétales semble préparée à partir d’une terre argileuse non lavée, non triée, non purifiée. En témoignent les inclusions anthropiques décrites ci-dessus, mais également la quantité importante d’inclusions naturelles : des galets de toutes tailles, des empreintes de feuilles ou encore des coquilles de mollusques. Ainsi, en plus de réduire le transport, on cherche à réduire le temps de traitement de la terre argileuse, dont la quantité nécessaire à la réalisation des murs est colossale comme l’a montré le programme expérimental exposé en partie 5. Outre la terre argileuse non triée, les couches de torchis sont en règle générale préparées à l’aide d’un dégraissant végétal grossier : de longues pailles, dont les diamètres sont généralement supérieurs à 3 mm, incorporées dans le mélange par poignées. Ce dégraissant offre une meilleure cohésion au mélange et permet de l’alléger et de faciliter la confection des mottes de terres (Germain-Vallée *et al.* 2011, p. 61). Il permet également une meilleure adhérence à l’armature en bois.

¹³ Sur plusieurs fragments du site de Dikili Tash, il est très clair que ces empreintes ne sont pas issues de l’application de la terre à bâtir contre une natte, mais bien de la présence d’un morceau de natte dans la terre à bâtir.

Ces études pionnières sur la terre à bâtir de Dikili Tash ont pu montrer une véritable différence de nature et de proportion des dégraissants utilisés en fonction de la structure en terre construite (Malamidou *et al.* 2018, p. 66 et 69; Perello et Prévost-Dermarkar 2018, p. 188 ; Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021, p. 62). La multiplication des études que nous avons menées, sur d'autres bâtiments et sur d'autres sites, corrobore ce constat.

Ainsi, différentes préparations ont été identifiées pour les terres à bâtir utilisées pour la confection des enduits. Certains enduits, généralement appliqués contre la couche de torchis, présentent le même mélange que ce dernier c'est à dire une préparation grossière avec de nombreuses inclusions involontaires et un dégraissant végétal grossier. D'autres enduits sont réalisés à l'aide d'une terre à bâtir beaucoup plus fine sans inclusions involontaires. La terre argileuse utilisée dans la préparation semble cette fois avoir été l'objet d'un processus plus ou moins poussé de purification, à l'image de la terre utilisée dans la confection des voûtes de four (Germain-Vallée *et al.* 2011, p. 61). Ces enduits sont généralement dégraissés avec de la balle de céréales ou bien de la paille broyée finement. La reconstitution expérimentale de ces enduits a montré qu'ils permettaient non seulement de former une couche de finition homogène et lisse, mais également de colmater les fissures apparues au moment du séchage des couches de terre précédentes. Il existe alors toute une gamme d'enduits, allant des enduits grossiers similaires aux couches de torchis jusqu'aux enduits très fins décrits ci-dessus.

Deux autres types d'enduits, dépourvus de dégraissant végétal, sont connus pour la construction en terre dans le sud des Balkans. Le premier concerne les badigeons qui peuvent être de couleurs (blanchâtre ou variant de l'ocre pâle au rouge) et qui recouvrent le dernier enduit de construction. Le deuxième concerne les derniers enduits qui recouvrent les toits plats. Ces enduits sont assez épais et ont une composition très minérale.

Enfin, on trouve également au sein du corpus étudié des mélanges particuliers préparés dans un but précis. On peut citer les fragments souvent beige-blanchâtre et friables, sans grosses inclusions et dégraissés en grande quantité avec de la balle (*cf.* plus haut, p. 222 par exemple). Il semble que cette préparation ait pour objectif d'obtenir une terre à bâtir à la fois légère et collante qui puisse être utilisée pour combler des interstices depuis le bas, à l'image des entrevous des planchers surélevés.

L'étude de la préparation des dégraissants n'entre pas dans les objectifs de notre thèse, car cela n'apporte pas d'indices sur le bois de construction. Toutefois, il convient de mentionner ici que la quantité de dégraissant nécessaire à la construction en torchis est considérable. Selon notre étude corroborée par les études antérieures sur le site de Dikili Tash, il semble que la

paille utilisée comme dégraissant des couches de torchis n'a pas subi un traitement spécifique après la moisson et la récupération des épis, puisqu'elle est utilisée longue. En revanche, pour les enduits ou pour la terre à bâtir utilisée pour la fabrication des structures de combustion, par exemple, il est nécessaire d'avoir une paille hachée plus ou moins finement. Le hachage des dégraissants peut être très long si l'on utilise de simples lames taillées, même emmanchées sous forme de couteau à moissonner (Lundström-Baudais *et al.* 1997, p. 272). Les études tracéologiques menées sur les lames lithiques taillées attestent l'utilisation du tribulum au Néolithique en Bulgarie (Gurova 2001, 2014). Il permettrait non seulement de dépiquer les céréales sur l'aire de battage, mais d'obtenir en même temps rapidement la quantité nécessaire de dégraissants adaptés (Anderson *et al.* 2004, p. 122 ; Anderson 2006, p. 311-314).

4.2. L'application de la terre à bâtir

4.2.1. Application du torchis contre les armatures végétales

Plusieurs modes d'application de la terre à bâtir ont été expérimentés afin de créer un référentiel expérimental qui a été confronté avec le matériel archéologique. Il est assez probable que sur les sites de Petko Karavelovo et de Dikil Tash la couche de torchis est appliquée par plaquage de grosses mottes assez peu liquides et très dégraissées contre les armatures végétales, qu'il s'agisse des murs ou des planchers. La forme, les dimensions des fragments, mais également leurs cassures semblent parfaitement en adéquation avec ce mode d'application (Bacoup 2021a, p. 106). L'étude de corpus architecturaux sur d'autres sites permettrait de vérifier si ce mode d'application est répandu de manière homogène sur le territoire sud-balkanique au 5^e millénaire av. n. è., ou si des tendances techniques régionales existent.

En outre, notre référentiel expérimental nous permet d'affirmer que les dimensions mesurées des empreintes de bois dans la terre à bâtir reflétaient bel et bien les dimensions d'origine des pièces de bois utilisées dans la construction (Bacoup 2021a, p. 104).

Concernant les enduits, une poursuite des travaux expérimentaux serait nécessaire afin d'obtenir des résultats aussi fiables que ceux sur les couches de torchis. Toutefois, il semble que différents modes d'application soient utilisés en fonction de la position de l'enduit. Pour les murs, nos expérimentations suggèrent que les enduits les plus épais et les plus proches de la couche de torchis sont également appliqués par plaquage de grosses mottes. Concernant les

enduits les plus fins, on utilise probablement la projection de poignées d'une terre à bâtir plus homogène. En outre, l'étude des collections archéologiques semble indiquer que les enduits utilisés dans la confection des planchers sont plutôt épandus.

4.2.2. Une utilisation particulière : le torchis avec un double parement de bois discontinu

La construction des parements en bois est uniquement attestée pour l'érection de deux murs (Bâtiments 127 et 67) sur le site de Petko Karavelovo. Ce type de construction devrait être considéré, en l'état actuel des connaissances, comme un moyen de réaliser une très grosse réfection, voire une reconstruction, d'un élément architectural abîmé ou en partie effondré, sans que cela ne mette en péril la stabilité du bâtiment. En effet, le premier état du mur nord du Bâtiment 127 était construit en torchis sur clayonnage (*cf.* plus haut, p. 176-177). Un probable épisode de crue de la rivière bordant le site de Petko Karavelovo a entraîné une destruction partielle du mur. Une partie de l'armature en bois, notamment plusieurs poteaux, est restée en place évitant l'effondrement du bâtiment. Toutefois, il apparaît que la terre à bâtir et les baguettes de clayonnage n'ont pas résisté à l'inondation. Afin de réutiliser les matériaux effondrés, les bâtisseurs auraient décidé de construire les deux parements parallèles et de placer entre eux la terre à bâtir mélangée aux autres débris de destruction. Ainsi, ce mélange sert de blocage : la terre n'est pas tassée de manière importante entre les deux parements et comprend de nombreuses petites pièces de bois sans orientation particulière.

4.2.3. Faut-il remettre en question l'utilisation du terme torchis ?

Lors de notre publication sur le torchis sur poteaux jointifs aux 5^{es} Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue de Montpellier, nous avons soulevé quelques réserves sur l'utilisation du terme « torchis » pour ce type d'agencement des matériaux (Bacoup 2022, p. 47-48). Ces réserves concernaient la fonction même de la couche de terre à bâtir appliquée contre l'armature en bois, puisqu'elle ne sert pas simplement de remplissage, mais acquiert vraisemblablement une fonction structurelle grâce à son épaisseur. Cette fonction structurelle, selon plusieurs spécialistes qui ont nourri la discussion, semble contraire à la définition même du torchis (de Chazelle *et al.* 2018). Il convient toutefois de rappeler que les armatures de bois ne doivent pas être réduites à une simple idée de coffrage interne, car elles gardent un rôle structurel prépondérant dans la tenue des bâtiments.

Il convient donc de reprendre les différentes définitions techniques attribuées au torchis. Il est important d'abord de se détacher de toutes les définitions anciennes qui emploient le terme de « torchis » comme synonyme de « bauge » ou de « pisé » (Morisot 1814a, p. 95), mais également toutes celles où le torchis désigne improprement le matériau de construction et est employé comme synonyme de « terre à bâtir » (Aurenche 1977, p. 170). Il faut alors se cantonner aux définitions illustrant le torchis pour ce qu'il est : une technique de construction.

En s'attachant dans un premier temps aux définitions données par les bâtisseurs et spécialistes modernes de la construction en torchis, on trouve généralement des définitions qui se rejoignent :

« Les torchis désignent un complexe de matériaux solidaires associant terre, fibres végétales et supports en bois. [Le matériau comble] les vides de la structure porteuse sur laquelle il est appliqué » (Doussinault *et al.* 2018, p. 7).

La technique du torchis concerne la « mise en œuvre à l'état plastique [de] la terre [à bâtir qui] recouvre une structure en lattis de bois fixée entre des poteaux, [...] la terre constitue un excellent matériau de garnissage, facile à poser » (Anger et Fontaine 2009, p. 78).

« À l'inverse de la bauge ou du pisé utilisés en murs monolithes, le torchis n'a jamais un rôle porteur et ne sert qu'au remplissage de structure en bois en tant que hourdis [...]. On attend donc de lui avant tout des qualités d'isolant et non une résistance mécanique par rapport à des charges » (Dewulf 2007, p. 10).

Il apparaît donc clairement que la terre à bâtir, lorsqu'elle est utilisée dans une construction en torchis, n'est actuellement considérée que comme un matériau de garnissage, sans fonction structurelle. Toutefois, le regard porté par les spécialistes actuels de la construction en terre est largement influencé par l'utilisation médiévale et moderne de cette technique. Il en est de même pour les recherches scientifiques pluridisciplinaires menées depuis plusieurs années, notamment par des archéologues. Le manque d'études précises et exhaustives des collections archéologiques en terre à bâtir issues de construction en torchis a tourné de force le regard des chercheurs, dans un but de comparaison, vers ce qui est connu et illustré : les textes antiques (Plinie, Vitruve, Palladius par exemple, cités dans de Chazelles 2003, § 59-73) ou les bâtiments conservés des périodes médiévales et modernes. Ces périodes où les techniques de construction en bois, symbiotiquement liées à la construction en torchis, ont largement évolué, s'accompagnent d'une évolution de l'utilisation de la terre dans la construction en torchis.

Faut-il alors cantonner la technique du torchis à ces acceptions récentes, sans prendre en compte les variations et l'évolution qu'elle a connues au cours du temps ? En 1989, H. Houben et H. Guillaud proposent une répartition des modes d'application de la terre crue en douze

même si la première définition citée ne l'exclut pas (Doussinault *et al.* 2018). Peu connue en dehors de la zone égéo-balkanique, et surtout en dehors du Néolithique¹⁵, le torchis de Dikili Tash et de Pekto Karavelovo apparaît esseulé et il est donc tentant de le catégoriser comme une technique à part entière. Toutefois, la multiplication et l'hyperspécialisation des termes ne nous semble pas être la bonne solution.

En reprenant les modes d'application de la terre crue dans la construction proposés en 1989, la technique identifiée à Dikili Tash et à Petko Karavelovo pourrait s'apparenter à la « bauge sur poteaux ». Toutefois, cette appellation pose problème. D'une part, l'ambiguïté de l'expression est importante, puisque la « bauge sur poteaux » n'est pas associée à la technique de construction de la bauge (**fig. 6-02**). La bauge consiste à empiler, sans coffrage, des mottes de terre à bâtir façonnées à la main. Les murs obtenus sont « épais et monolithiques » (définition proposée à partir de celles données par Anger et Fontaine 2009, p. 70 ; PMCB 2010, p. 2 ; Paulus 2015, p. 35-36). Il n'y a donc par définition aucun coffrage interne ou externe, ni aucune ossature de bois pour les murs en bauge qui sont « monolithiques », c'est-à-dire composés d'un seul matériau : la terre à bâtir. D'autre part, l'utilisation du terme « poteau » n'est pas non plus adéquate car les armatures végétales ne sont pas nécessairement sous forme de poteaux.

Il est donc manifeste que l'expression « bauge sur poteaux » est à revoir. Il s'agit plutôt de « grosses mottes de terre appliquées contre une armature végétale ». Qu'en est-il alors de l'association entre ce mode d'application et la technique du torchis ? Les études du matériel architectural de Dikili Tash menées depuis 1993, soit près de trente ans¹⁶, montrent que sur une échelle de temps long, il ne faut pas cloisonner, à l'image des catégorisations modernes, le torchis à une simple technique de garnissage. Son étude approfondie à travers des collections préhistoriques montre que cette technique a connu des évolutions, ainsi que des spécificités régionales et chronologiques.

Ainsi, en suivant une classification fondée sur la technique générale, le torchis, et des sous-types fondés sur le mode d'application de la terre à bâtir, il semble que l'ensemble de la catégorie 10 de H. Guillaud et H. Houben doit être associée historiquement à la technique du torchis (**fig. 6-03**). Cette technique comprend deux modes d'application de la terre à bâtir :

¹⁵ Des parallèles ethnographiques réalisés concernent l'agencement des pièces de bois et non pas le mode d'application de la terre à bâtir (Prévost-Dermarkar 2019, p. 40). La couche de torchis est beaucoup plus fine et non structurelle dans les exemples ethnographiques donnés.

¹⁶ Dandrau 1997 ; Martinez 2001 ; Martinez et Prévost-Dermarkar 2003 ; Prévost-Dermarkar 2003 ; Perello et Prévost-Dermarkar 2018 ; Prévost-Dermarkar 2019 ; Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021 ; Bacoup 2021a, 2022, ainsi que l'étude présentée dans le présent volume.

« mottes contre armature végétale » et « terre de garnissage ». De nouvelles découvertes pourraient révéler d'autres modes d'application.

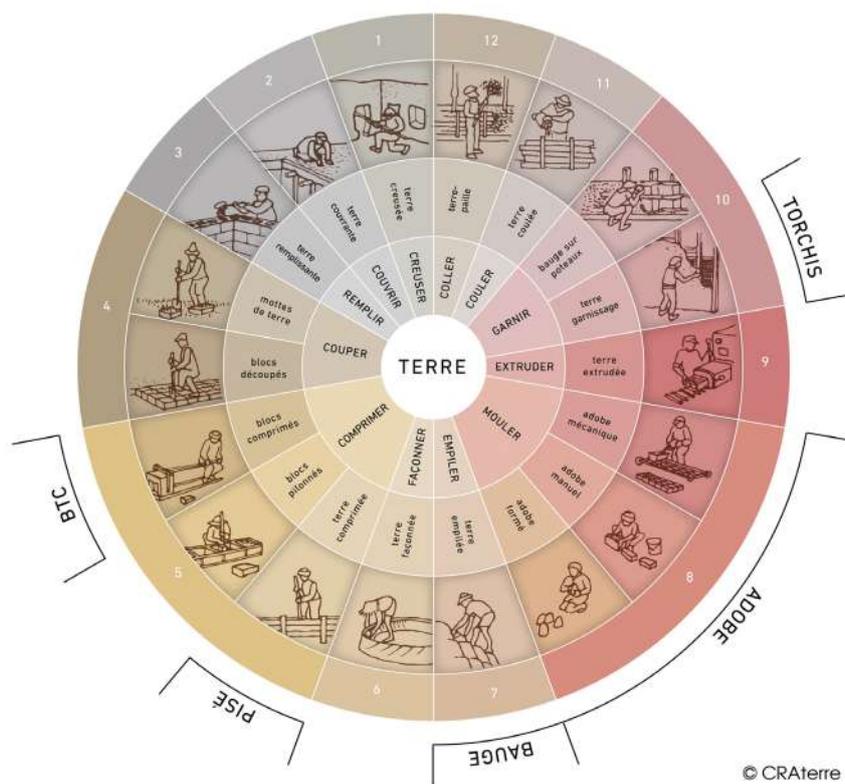


Fig. 6-02 - Roue des techniques de construction en terre revue par le réseau CRAterre, tiré de Anger et Fontaine 2009, p. 26.

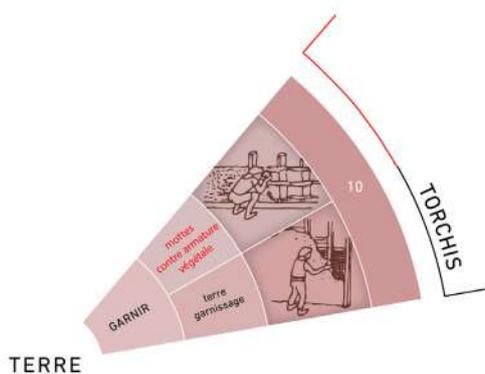


Fig. 6-03 - Quartier n° 10 de la roue des techniques de la construction en terre (Anger et Fontaine 2009, p. 26) avec nos propositions de révision (en rouge) pour la technique du torchis.

5. Les outils pour travailler le bois d'œuvre

L'analyse des outils utilisés dans le travail du bois est un sujet de recherche à part entière qui nécessiterait d'étudier les réseaux d'approvisionnement, les zones d'exploitation des matières premières, la fabrication des outils, parties actives et manches s'il y en a, leur utilisation, leur réutilisation, leur rejet et enfin les processus taphonomiques post-dépositionnels. Tous ces aspects seraient développés en se fondant sur des méthodes variées et spécifiques à l'instar d'études technologiques, tracéologiques, géologiques, morphométriques, *etc.* Nous conviendrons ici qu'une telle analyse ne rentre pas dans le cadre de notre recherche. Toutefois, il n'est pas possible d'envisager le bois de construction sans prendre en considération l'importance et l'influence qu'ont pu avoir les outils utilisés sur sa mise en œuvre. Au sein de la littérature archéologique sur le monde égeo-balkanique, les lames en pierre, outils emblématiques du Néolithique, ont fait l'objet de très nombreuses études. Les études sur les outils dont la partie active est en matière dure d'origine animal se développent largement. Les éventuels outils en bois ne sont pas conservés. Enfin, les outils en métal de cette période ne servaient vraisemblablement pas dans la chaîne opératoire du travail bois de construction.

5.1. Outils en métal

Concernant les outils en métal, d'abord, ceux susceptibles d'être utilisés dans le travail du bois de construction, notamment les différentes haches et herminettes et quelques ciseaux, sont peu attestés en contexte fiable en Grèce du Nord (Zachos 2007, p. 168-173). En revanche, les dépôts de Bulgarie et du sud de la Roumanie sont assez nombreux en contexte funéraire et d'habitat (Hansen 2013, p. 140-144 ; Chernakov 2018, p. 10). L'émergence et surtout la diffusion de ces outils se situeraient entre 4600 et 4250 av. n. è. (EEB 9 ; Todorova 1986, p. 146-147, fig. 24). L'introduction de ces outils en cuivre ou en alliage cuivreux a permis de supposer qu'ils avaient eu un impact important sur le travail du bois, avec l'élargissement de la « gamme d'outils disponibles pour les travailleurs du bois » (Branigan 1974, p. 133). Toutefois, les quelques analyses tracéologiques menées sur les lames de haches ne semblent pas révéler d'utilisation particulière de ces outils (Chernakov 2018, p. 8). Pour le moment, le caractère utilitaire des outils en métal n'est pas attesté et leur fonction semble plutôt être rattachée à des fins d'échanges ou d'apparat, en lien avec le prestige des objets et le statut social de leurs propriétaires (Chernakov 2018, p. 11-12). La multiplication des études tracéologiques sur les dépôts retrouvés hors contexte funéraire permettrait de compléter les données encore peu nombreuses sur l'utilisation des lames de hache et d'herminette en cuivre.

5.2. Outils en pierre

5.2.1. Les lames polies

Une distinction entre la morphologie des lames et celles des outils est nécessaires. Cette distinction requiert de reconstituer le mode d'emmanchement de la lame (*cf.* plus haut, p. 288 ; Leroi-Gourhan 1943, p. 188 et 190 ; Steenberg 1980, p. 40 ; Christopoulou 2000, p. 298 ; Boleti 2017, p. 179). Il convient d'ailleurs de s'interroger sur l'emmanchement systématique de toutes les lames. Des enquêtes ethnographiques en Nouvelle Galles du Sud ou encore en Australie méridionale respectivement menées par Dawson (1830) et Tindale (1941) montrent que certaines lames polies n'étaient pas emmanchées, mais utilisées à la main (cités dans Mitchell 1959, p. 192-193). Il semble que cette hypothèse puisse être retenue pour cinq petites lames retrouvées dans la grotte de Kitsos en Attique (Perlès 1981, p. 199). L'une d'entre elles n'est attribuée à aucune couche. Deux autres sont attribuées à la couche 4 datée entre 4900 et 4500 av. n. è. (EEB 8). Les deux dernières sont attribuées à la couche 2, non datée par le radiocarbone, mais associée par comparaison stylistique au 3^e millénaire av. n. è. (Lambert 1981, p. 101-102).

Les outils dont les parties actives sont des lames polies sont attestés bien avant le 5^e millénaire dans le sud des Balkans¹⁷. On retrouve des lames asymétriques et des lames symétriques. Il n'existe pas de synthèse sur l'outillage poli au 5^e millénaire av. n. è. en Bulgarie et en Grèce du Nord ; seule une synthèse sur l'outillage taillée a été entreprise (Manolakakis 2005 avec quelques mises à jour postérieures Manolakakis 2017). Un large travail de recensement et d'étude reste à effectuer. Toutefois, des études de cas portant sur l'outillage d'un site ou d'une région ont été menées (Séfériadès 1992a ; Elster 2003b ; Tsoraki 2011a, 2011b ; Boyadzhiev 2014, 2016).

Les quelques analyses tracéologiques menées sur les corpus néolithiques de lames polies du sud des Balkans ont permis d'identifier plusieurs exemplaires de haches, d'herminettes et de ciseaux. Ces analyses des traces d'usure montrent l'utilisation de ces outils dans l'abattage

¹⁷ L'arrivée de la lame polie dans la zone égéo-balkanique n'est pas uniforme. Au Levant, les lames polies, de « petites haches et herminettes en roches vertes et noires », apparaissent vers 9500 av. n. è. (Néolithique précéramique ; Sánchez Priego 2016, p. 548). L'apparition de la lame polie au Proche-Orient, et plus particulièrement en Syrie-Palestine, semble être le résultat de la rencontre entre l'herminette taillée, déjà présente, et la technique du polissage (Cauvin 1978, p. 95, 97, 100 et 142 ; de Beaune 2011, p. 78). Cette innovation technique semble se diffuser vers le monde égéo-balkanique depuis le Proche-Orient durant le 7^e millénaire av. n. è. (Sánchez Priego 2016, p. 549). Il ne faut pas non plus exclure la possibilité d'une diffusion depuis l'Europe centrale où l'apparition de manière indépendante de la technique du polissage est attestée à la fin du Mésolithique, soit aux alentours de l'EEB 1 (Valdeyron 2011, p. 432).

d'arbres et le travail du bois. Ils ont également été utilisés pour le traitement des peaux, la mise à mort d'animaux, le travail de l'os, le travail de la terre, la fabrication de vaisselle et de contenants, ainsi que dans le lissage des plantes¹⁸ (Gimbutas 1974b, p. 51-52¹⁹ ; Elster 2003b, p. 178 ; Tsoraki 2011b, p. 233).

Le programme expérimental mis en place a permis d'enregistrer et de décrire les différentes postures et les mouvements impliqués dans chaque étape de la chaîne opératoire du travail du bois en fonction de l'outil lithique utilisé (*cf.* plus haut, p. 474-484). En se fondant sur un protocole mis en place dans le cadre d'études socio-psychologiques sur l'apprentissage (Bril 1996b ; Mauss 1934), il apparaît clairement que les positions générales du corps (debout, à genoux, un genou au sol, *etc.*) au départ de l'action ne sont pas très variées et dépendent en grande partie de l'activité. Les postures, quant à elles, sont nombreuses. Lors de notre programme expérimental, au moins 14 postures différentes ont été identifiées pour les activités d'abattage, de tronçonnage et d'ébranchage à l'aide d'une hache, d'une herminette ou d'un ciseau. Cette diversité est liée à la hauteur de la zone de frappe par rapport au sol, à l'outil utilisé, au ressenti des bûcherons et à la stabilité du corps/puissance des coups. Enfin, les mouvements réalisés pour les trois premières étapes de la chaîne opératoire du travail du bois d'œuvre (abattage, ébranchage, tronçonnage) sont peu variés, principalement parce que leur objectif est le même : d'abord décoller un copeau de bois, puis le détacher. En effet, on n'attaque que très rarement les fibres du bois de manière perpendiculaire avec les outils en pierre, les coups sont plutôt portés avec un angle inférieur à 80°.

En dernier lieu, une grande importance est donnée au rythme des coups lors du travail à l'outil de pierre. Lors d'un travail à plusieurs ce rythme permet une motivation et un entrain entre partenaires. Le son produit par les coups guide ce rythme. En outre, le son produit par la lame contre le bois guide également le bûcheron. En fonction du son, il sait si ses coups sont efficaces ou non et s'il doit changer d'angle d'attaque par exemple. Le son lui indique également comment réagit l'arbre et le bois au travail, guidant également sa stratégie.

Peu d'exemplaires de manches néolithiques nous sont parvenus. Dans notre région d'étude, un des manches les mieux conservés a été découvert à Sovjan en Albanie dans un niveau daté du Bronze Moyen (première moitié du 2^e millénaire av. n. è.). Il s'agit d'un merlin en andouillier de cerf avec manche en frêne de 56 cm de long et de 2 cm de diamètre (Léra et Touchais 2002,

¹⁸ « *serving for the manufacture of vessels and containers, for the cutting down of small trees, and for the smoothing of plants* » (Gimbutas 1974b, p. 52)

¹⁹ Étude tracéologique réalisée par B. Smoor.

p. 642). D'autres exemples, en frêne également, issus de sites lacustres européens permettent d'envisager les types de manches néolithiques pour les lames polies (Maigrot 2003 ; Bocquet 2010). Dans ce cas, il semble que ce soit le manche qui reçoit la mortaise dans laquelle est ensuite insérée la lame.

5.2.2. Les autres outils lithiques

Les lames polies restent les outils lithiques principaux utilisés dans le travail du bois d'œuvre au Néolithique. Leur capacité d'intervenir dans un travail fin, ainsi que leur efficacité et leur solidité en font les outils les plus perfectionnés et performants pour les tâches où une découpe de grosses pièces de bois est nécessaire (abattage, tronçonnage, ébranchage). Toutefois, les études tracéologiques attestent largement de l'utilisation d'outils lithiques taillés pour le travail du bois dès le Paléolithique inférieur (Caspar *et al.* 2003, p. 454). Si l'on attribue souvent ces outils à la fabrication de mobilier en bois, plutôt qu'à son utilisation pour travailler le bois d'œuvre, les enquêtes ethnographiques réalisées entre autres auprès de peuples aborigènes d'Australie prouvent leur utilisation dans les deux domaines (Mitchell 1959).

Les deux autres types d'outils en pierre que l'on retrouve dans la littérature égéo-balkanique et qui peuvent potentiellement avoir été utilisés dans la construction en bois sont les marteaux (à Dikili Tash par exemple : Séfériadès 1992a, p. 97) et les coins en pierre (à Petko Karavelovo par exemple : Chohadzhiev 2013b). Il reste assez difficile de certifier leur utilisation pour la mise en forme du bois d'œuvre ou la construction. Certains coins en pierre sont en réalité des lames polies réemployées (Perlès 1981, p. 196-199).

5.3. Outils en bois végétal et en matière dure d'origine animale

5.3.1. Les outils en bois végétal

Aucun outil en bois ayant pu être utilisé dans la mise en forme et en œuvre du bois de construction n'a été identifié dans le monde égéo-balkanique néolithique. La tentative de compréhension du rôle de ces outils dans la chaîne opératoire se fonde donc sur les découvertes archéologiques dans d'autres aires géographiques et sur des études expérimentales.

Les outils en bois utilisés depuis la mise en forme du bois de construction jusqu'à sa mise en œuvre peuvent être répartis en trois catégories : les coins, les percuteurs et les pioches ou bâtons pour creuser. Les coins en bois peuvent être de tailles très différentes et sont principalement utilisés pour les activités de refente. Ces outils nécessitent une légère mise

en forme afin d'obtenir un biseau qui permettra la pénétration entre les fibres du bois. Les perceurs peuvent également présenter des morphologies différentes (pièce de bois droite plus ou moins longue, masse et maillet monoxyle ou composite, *etc.*). Ces outils ne nécessitent pas forcément de mise en forme préalable, sauf s'ils sont composites. Ils sont utilisés pour la refente afin d'enfoncer les coins, pour la réalisation d'assemblages, pour percuter l'arrière des ciseaux, mais également dans la construction des murs en bois pour enfoncer les poteaux. Enfin, les outils pour creuser servent principalement à excaver les tranchées de fondation et les trous de poteau. Ils peuvent également être utilisés pour creuser autour des racines dans le cadre d'abattage d'arbres à culée noire. On retrouve ici des pioches ou de simples bâtons appointés/biseautés. Si les pioches demandent un certain investissement pour leur préparation, les bâtons ne nécessitent pas de mise en forme particulière, mis à part l'obtention d'une légère pointe à une extrémité, dans les cas où celle-ci n'est pas naturellement présente.

Ainsi, la majorité de ces outils peuvent être qualifiés d'outils simples (Sigaut 2012). Seules les pioches et les masses/maillets ne doivent pas être considérés comme tels, si l'on s'en tient à la définition donnée par S. A de Beaune (2014, p. 138-139) : les outils simples sont « des objets naturels utilisés bruts [...] [mais également] des outils ne portant que quelques traces d'aménagement ». Ces outils sont simplement ramassés, mais une sélection est réalisée, fondée sur la ressemblance entre la morphologie des pièces de bois naturelles disponibles et les outils fabriqués : « L'homme n'aperçoit et ne reconnaît donc dans du tout fait naturel que les formes qu'il a construites » (Haudricourt et Delamarre 1955, p. 45). Utilisés sans une mise en forme importante, ces outils sont remplaçables, comme le montrent les études expérimentales, ainsi que les enquêtes ethnographiques (El Alaoui 2007). On se les procure facilement lors de l'activité directement sur place, puis on les y abandonne lorsque la tâche est terminée. Cet aspect correspond à la deuxième définition donnée des outils simples : « un outil fabriqué sur le moment à l'aide de matières premières directement disponibles, de gestes simples et de séquences de production brèves, en vue de la réalisation d'opérations techniques immédiates. Le terme d'expédient (Binford 1977) vient apporter un complément avec la prise en compte de la gestion de l'outil : les utilisations sont courtes, le rejet rapide sans séquences de ravivage et de recyclage » (Astruc 2014, p. 151).

La question de la valeur sociale et symbolique de ces outils simples est régulièrement posée : « on estime souvent que les outils simples jouaient un rôle secondaire dans les sociétés que nous étudions et que les groupes humains qui les produisaient et les utilisaient ne leur accordaient que peu de valeur sociale et symbolique » (Astruc 2014, p. 151) ou encore « l'usage de ces outils simples est-il réservé à une certaine classe de la population ? En

d'autres termes, la simplicité d'un outil peut-elle être liée à son statut et à son utilisateur ? » (de Beaune 2014, p. 146-147). Malgré les lacunes matérielles de ces outils, quelques éléments de réponses sur la valeur technique de ces outils simples peuvent être apportées (Chauvière et Joye 2014). Dans le cas des outils du travail du bois d'œuvre, l'efficacité de ces outils simples les rend irremplaçables pour l'exécution de nombreuses étapes de la chaîne opératoire, notamment pour la refente. Si l'outil simple en lui-même est interchangeable, son utilisation est indispensable. En outre, le rapport investissement de préparation et efficacité de l'outil est incomparable par rapport à n'importe quel autre outil « travaillé ». Facilement reproduit, il n'y a aucune crainte de l'abîmer, voire de le briser. Enfin, ces outils étant fabriqués au moment de leur utilisation, ils sont faits sur mesure afin de répondre parfaitement à l'activité. Il n'est pas nécessaire d'anticiper toutes les situations possibles de travail afin de préparer en amont l'outil. Le bûcheron peut s'adapter à la difficulté qu'il rencontre en fabricant brièvement l'outil qui lui conviendra.

5.3.2. Les outils en matière dure d'origine animale

L'outillage en matière dure d'origine animale pouvant avoir servi dans la mise en forme du bois d'œuvre et dans la construction est assez courant sur les sites archéologiques du sud des Balkans au Néolithique, notamment entre 5400 et 4250 av. n. è. (EEB 6-9 ; Gaul 1948, p. 67 ; Séfériadès 1992b, p. 100-102 et 105-106 ; Christidou 1997, p. 130 et 133-134 ; Elster 2003a, p. 44-45, 53, 56 et 62). Malheureusement, les études tracéologiques sont assez rares (Christidou 1997 par exemple). En Thessalie, pour la grotte de Theopetra entre 5300/5200 et 4900 av. n. è. (EEB 7), l'étude tracéologique de deux outils tranchants biseautés, l'un en os, l'autre en bois de cervidé, atteste leur utilisation dans le travail du bois (Stratouli 2000, p. 321-322).

Tout comme pour les outils en bois végétal, on trouve des outils simples en matière dure d'origine animale. Ils s'apparentent à des bois de cerf bruts, ou simplement recoupés, pour faire des pics, mais également aux omoplastes de bœuf ou de porc qui peuvent être utilisées comme pelle ou comme houe. Il n'existe pas, à notre connaissance, d'autres exemplaires d'omoplastes emmanchées sur les sites égéo-balkaniques que ceux décrits à Dunevac (Korkuti 1975, p. 397). Toutefois, ces outils sont courants ailleurs en Europe (Curwen 1926 cité dans Toussaint 2009).

Des outils travaillés présentent également des parties fabriquées en matière dure d'origine animale dans notre région d'études au Néolithique. Des gaines en bois de cervidé sont attestées ; elles permettaient généralement d'emmancher des lames polies en pierre. La gaine sert alors de

pièce intermédiaire entre le manche en bois végétal et la lame. Bien qu'elles n'apportent pas d'indice direct sur le travail du bois, plusieurs exemplaires sont connus et laissent supposer un emmanchement avec une lame polie (Séfériadès 1992b, p. 105). De nombreux outils tranchants biseautés sont également attestés. Leurs utilisations varient en fonction de leur emmanchement et de leur morphologie. On trouve des ciseaux qui peuvent servir dans la confection et dans le creusement des mortaises par exemple, ainsi que les coins, très utiles pour amorcer les refentes. Aucune mention n'atteste la présence de merlins/haches-marteaux en bois de cerf sur les sites égéo-balkaniques au Néolithique. Les premiers exemples connus dans la région apparaissent au Bronze Moyen (Léra *et al.* 2000, p. 637 ; Léra et Touchais 2002, p. 642). Toutefois, l'utilisation de gaines en bois de cerf permet d'envisager leur existence pour le Néolithique dans le sud des Balkans. Concernant les manches, on envisage qu'ils sont du même type que pour les lames polies (*cf.* plus haut, p. 532-533). Toutefois, dans le cas des gaines, les mortaises semblent couramment réalisées dans le bois de cerf, plutôt que dans le manche.

6. Construire en bois : qui et quand ?

L'étude technique des constructions en bois et *a fortiori* en terre permet d'appréhender de nombreux aspects culturels de la société du 5^e millénaire av. n. è. dans le sud des Balkans. On décèle ainsi des informations sur les rythmes de vie des sociétés néolithiques et sur l'intégration de la construction à ces rythmes. Elle nous permet également d'aborder la gestion économique et sociale du milieu par ces groupes humains, ainsi que les connaissances et les savoir-faire requis pour le travail du bois.

6.1. Les étapes de la construction dans le temps

Le calendrier de la construction en bois n'est pas continu dans le temps. Les différentes étapes de la chaîne opératoire se déroulent pendant les différentes saisons et sont dictées par la nature et par le milieu dans lequel elles sont pratiquées, mais également par la possibilité de stocker à plus ou moins long terme les matériaux (Gentizon et Monnier 1997, p. 165).

6.1.1. Acquérir et mettre en forme le bois d'œuvre

L'abattage des arbres aurait lieu selon la littérature archéologique durant la saison hivernale ou au tout début du printemps, comme le montrent plusieurs études dendrologiques (Lundström-Baudais 1986 ; Lundström-Baudais *et al.* 1987, p. 114-115, 1989 ; Jacomet *et al.* 1989 ; Pétrequin 1991, p. 28 ; Choulot *et al.* 1997, p. 205-206). Cependant, dans d'autres cas, des conceptions

européennes modernes de l'abattage, sans réels indices issus du matériel archéologique, fondent cette interprétation. Si l'on se fonde sur Théophraste et sur les critères détaillés qu'il donne, la période d'abattage varie en fonction de l'essence, de la lune, du bourgeonnement et de la fructification. À propos des essences employées dans la construction dans notre zone de recherche (*cf.*, plus haut, p. 500-501), s'il ne parle pas du genévrier, il place l'abattage du sapin et du pin noir au printemps, celui du hêtre et de l'érable à la fin de l'été et celui du chêne en hiver (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 1, 2-4). Les intérêts d'un abattage en hiver sont les suivants : le bois contient moins d'eau, il est donc moins lourd ; son temps de séchage est plus rapide et progressif ; il se trouve dans de meilleures dispositions pour résister à la pourriture ; enfin, on obtient généralement des bois de meilleure qualité (Théophraste, *Recherche sur les plantes*, V, 1, 2 ; Choulot *et al.* 1997, p. 206).

Toutefois, plusieurs réserves peuvent être émises concernant cette appréciation. Si les résultats dendrologiques placent en majorité les abattages des sites lacustres en hiver, pour répondre au besoin ponctuel d'une pièce de bois particulière, de nombreux abattages sont réalisés à d'autres périodes de l'année (Lundström-Baudais 1986 ; Lundström-Baudais *et al.* 1987, p. 114-115, 1989 ; Choulot *et al.* 1997, p. 205-206). En outre, pour répondre au besoin ponctuel d'une pièce de bois particulière, des abattages sont pratiqués au moment de la construction ou au moment de la découverte d'un arbre aux qualités intéressantes (Lundström-Baudais *et al.* 1987, p. 114-115 ; Choulot *et al.* 1997, p. 206). On trouve également un argument en faveur de l'abattage en avril-mai, en période printanière. En effet, à cette période, le bois contient moins de 3 % d'amidon, pourcentage qui ne permet pas le développement des larves de lyctus. En hiver, les arbres ont des réserves d'amidon « en prévision de la reprise de végétation au printemps » et sont beaucoup plus propices aux développements de ces insectes xylophages (Triboulot 2003, p. 192). Enfin, la question de l'abattage en hiver des arbres a longuement été débattue au cours de l'histoire et dans les traités antiques et médiévaux, sans que l'on arrive à un consensus (Ramsbottom 1937, p. 244-246).

L'utilisation majoritaire de la période hivernale pour l'abattage des arbres sur les sites alpins est donc probablement due à la baisse d'activité agricole durant cette période, libérant du temps pour la préparation du bois. Dans notre zone d'étude, la multiplication des analyses dendrologiques visant à observer le faciès du dernier cerne des troncs utilisés serait importante afin d'identifier la saison d'abattage.

La suite de la chaîne opératoire de mise en forme du bois d'œuvre se déroule très rapidement après l'abattage, soit directement sur le lieu d'abattage, soit une fois les troncs apportés sur le

site (*cf.* plus haut, p. 505-510 ; Pétrequin 1991, p. 29 ; Chatzitoulousis 2008a, p. 75 ; Bocquet 2010, p. 42). Le bois se travaille plus facilement lorsqu'il est encore vert que ce soit pour le couper ou pour le fendre. L'utilisation d'outils en pierre (Pétrequin et Pétrequin 1993), mais surtout d'outils en bois et en matière dure d'origine animale, va dans le sens d'une mise en forme des pièces de bois au moment où celles-ci sont encore vertes. Seule la confection des assemblages pourrait déroger à cette règle. En effet, le retrait de l'humidité contenue dans le bois durant son séchage va engendrer une déformation des fibres, en général un amincissement de la pièce, voire une fissuration si celle-ci n'a pas été refendue (site de la fédération nationale du bois²⁰). La préparation d'assemblages précis et fermes nécessite donc l'utilisation d'un bois assez sec.

6.1.2. Le stockage

Aucune preuve archéologique directe de stockage du bois n'existe à ce jour. La chute de l'écorce a été considérée comme un critère de bois stocké, en se fondant sur un temps théorique de chute de l'écorce après l'abattage. Toutefois, la présence ou l'absence de l'écorce n'est pas un critère fiable pour argumenter sur un possible stockage du bois. En effet, il semble que la chute de l'écorce soit plus souvent liée au « type de façonnage » des pièces de bois, la refente des troncs engendrant par exemple plus facilement une perte de l'écorce qu'un simple appointage (Choulot *et al.* 1997, p. 207-208). Il convient plutôt de se référer à d'autres critères, et notamment à des critères techniques, pour étayer la thèse d'un potentiel stockage.

Par exemple, l'utilisation du bois vert engendre une déformation importante des pièces, notamment en flexion, lorsque celles-ci sont utilisées horizontalement (Gentizon et Monnier 1997, p. 154-155). Si les risques de casse ne sont pas forcément élevés, la déformation des pièces de bois dans le cadre de constructions en terre comme celles que nous avons étudiées pourrait engendrer des dommages collatéraux importants, allant de la fissuration à la démolition des couches de terre à bâtir. Le poteau 6-434, qui soutient les solives de la mezzanine de la pièce A dans la Maison 4 du secteur 6 du site de Dikili Tash, correspond potentiellement à un étaillage de la mezzanine postérieur à sa construction. Les solives, dont la portée est de 5 m, semblent avoir fléchi sous le poids de la terre à bâtir. Cette flexion pourrait être un indice de l'utilisation de pièces de bois non stockées en amont de leur utilisation.

Il est possible d'imaginer que certaines pièces qui nécessitent un temps de séchage pour

²⁰ <https://www.fnbois.com/premiere-transformation/secher-le-bois/>.

leur utilisation étaient stockées. En revanche, nous ne pouvons pas affirmer que toutes les pièces de bois étaient stockées au préalable. D'autant plus que le temps de séchage complet du bois est élevé : environ 2 cm d'épaisseur par an (Dubourd 2022). Si stockage il y avait, cela n'était pas en priorité pour des questions de séchage du bois, mais parce qu'un certain temps séparait la période d'abattage de celle de construction.

6.1.3. La période de construction

La construction des bâtiments se situe probablement après les moissons et le traitement des céréales (dépiquage, égrainage, stockage). Ainsi, on dispose du dégraissant végétal en quantité afin de préparer la terre à bâtir, preuve de l'intégration du rythme de construction dans celui de l'agriculture (notion proposée par S. Prévost-Dermarkar : Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021). Cette intégration est proposée au Proche-Orient, notamment avec l'utilisation du tribulum (*cf.* travaux de P. Anderson et de ses collaborateurs²¹). Elle est par ailleurs visible dans le calendrier de la cité d'Umma (pays de Sumer, Irak actuel) pour une période plus récente (3^e millénaire av. n. è.) où l'on trouve le « mois où les briques sont façonnées » juste après le « mois de la récolte » (Cohen 1993, p. 161-188).

Les bâtisseurs se retrouvent donc en possession de gros bois d'œuvre abattu et d'une grande quantité de dégraissant à la fin de l'été/début de la saison automnale. Qu'en est-il des baguettes de clayonnage, dernier élément important des constructions en torchis ? Dans notre zone d'étude, peu d'études anthracologiques sur les baguettes de clayonnage ont été menées. En se fondant sur les données issues de l'étude de Petko Karavelovo, l'essence principalement utilisée est la viorne. Le choix de cette essence en particulier, et dans une moindre mesure du noisetier, peut s'expliquer par sa présence en quantité importante à proximité du site, mais seule une étude palynologique pourrait le certifier. La période automnale correspond au pic de croissance des pousses de l'année de ces essences qui sont alors propices à l'utilisation et qui doivent être utilisées rapidement afin de conserver leur flexibilité. Sur les sites du sud des Balkans pour la période que nous étudions, nous ne connaissons pas de panneaux de clayonnage amovibles (Lundström-Baudais *et al.* 1997), ce qui signifie que les murs et cloisons en clayonnage sont construits peu de temps après la coupe, puisqu'on ne stocke ni les baguettes (perte des caractéristiques physiques de flexion intéressantes), ni les clayonnages sous forme de panneaux (aucune attestation dans notre zone d'étude). C'est donc cette impossibilité de stocker de tels matériaux qui impose la construction des bâtiments à cette période de l'année

²¹ Anderson 1994, 1998, 2006 ; Anderson et Inizian 1994 ; Anderson *et al.* 2004.

(Gentizon et Monnier 1997, p. 165). En outre, les baies des viornes attestées sur le site sont récoltées au cours de l'été et au début de l'automne²². La récolte des noisettes commence également à la fin de l'été et se poursuit tard dans l'automne pour certaines variétés. On se trouve donc, au début de l'automne, à une période où la récolte des viornes est terminée et celle des noisettes est bien avancée. La légère différence entre le temps de récolte des deux fruits pourrait expliquer la dominance de la viorne comme baguette de clayonnage, afin de récolter le plus de noisettes possible, même après la période de construction. Toutefois, il serait nécessaire de multiplier les études anthracologiques des baguettes de clayonnage afin de vérifier si cette tendance se confirme.

En dernier lieu, il est possible d'envisager un stockage des dégraissants afin de construire plus tard dans la période automnale, voire en saison hivernale. Toutefois, il semble que ce soit le climat qui s'oppose cette fois à cette hypothèse. La construction en terre s'accommode parfaitement des conditions climatiques de la fin de l'été et du tout début de l'automne dans le sud des Balkans, puisqu'il fait encore chaud et beau ce qui permet à la terre à bâtir de sécher ; les fortes chaleurs de l'été entraînerait un séchage trop rapide de la terre et donc des fissurations importantes. En revanche, les conditions climatiques de la période hivernale en Grèce du Nord, en Macédoine du Nord et en Bulgarie ne sont pas propices à construire en terre, l'humidité et le froid qui peuvent être très intenses rendant le travail de construction difficile.

6.2. Un savoir-faire et des connaissances

Les données archéologiques, ethnographique et textuelles, ainsi que les expérimentations, attestent qu'un savoir-faire technique est nécessaire afin de réaliser la chaîne opératoire du travail du bois d'œuvre avec une certaine efficacité et afin d'obtenir des pièces de bois exploitables et solides pour la construction. L'utilisation des outils, les mouvements, le choix de postures efficaces et permettant de se prémunir contre d'éventuelles blessures doivent être intégrés et bien maîtrisés, en plus des connaissances liées au matériau.

L'apprentissage du savoir-faire technique peut être étudié, entre autres, au travers de programmes expérimentaux. Tout un pan de notre recherche expérimentale était axé sur cette transmission des savoirs et nous avons pu détailler de nombreux résultats et hypothèses (*cf.* plus haut, p. 469-472). Il semble que l'apprentissage purement technique soit très rapide pour la préparation du bois et de la construction. L'utilisation des outils (gestes,

²² Fin juillet/début août pour la viorne lantane et septembre/octobre pour la viorne obier ; toutefois, pour cette dernière, il est possible de faire toute la récolte en septembre et de laisser mûrir les fruits ensuite.

postures, *etc.*), les différentes manières d'attaquer le bois, les astuces à adopter pour les différentes activités, la mise en œuvre du bois pour la confection des armatures végétales sont autant de notions qui sont acquises sans difficulté et pour lesquels les novices acquièrent rapidement de l'efficacité.

Toutefois, le savoir-faire technique ne suffit pas. Le choix des différents arbres en fonction de leurs conditions de croissance pour faciliter l'abattage (bois de tension/bois de compression par exemple), en fonction de la position des pièces dans l'architecture, notamment dans des contextes d'utilisation particuliers, mais également en fonction des propriétés physiques et chimiques des essences pour qu'elles répondent exactement aux attentes du bâtisseur, montrent clairement que des connaissances précises, en plus du savoir-faire, sont nécessaires. La transmission des connaissances et du savoir-faire technique en lien avec le bois de construction intervient lors de l'encadrement des plus jeunes par les plus expérimentés (Ferguson 2010, p. 234), transmettant « aussi des valeurs, une identité et toute la culture du groupe social dans lequel l'apprentissage le fait entrer » (Sigaut 1996, § 15, 2011, p. 205-206). Afin de suivre cet apprentissage, nous ne disposons pas, au sein de notre corpus archéologique, d'indices de tâtonnement ou d'échec lié à la mise en forme du bois de construction. Toutefois, des études archéologiques, ethnographiques, sociologiques et psychologiques sur l'apprentissage fournissent quelques pistes de réflexion (Mauss 1936 ; Leroi-Gourhan 1965 ; Greenfield et Lave 1979 ; Borzeix et Lacoste 1996 ; Bril 1996a ; Chevallier 1996 ; Sigaut 1996, 2009, 2011 ; Pigeot 2011 ; Fassoulas *et al.* 2020).

Il est donc indéniable que certains membres des communautés humaines néolithiques disposent de ces connaissances. On note une répartition des tâches au sein des communautés humaines néolithiques balkaniques et une spécialisation technique d'un sous-groupe plus ou moins nombreux d'individus. R. Treuil (1983, p. 398) proposait déjà une possible répartition genrée des tâches, attribuant aux hommes le soin du travail du bois. Il insistait toutefois sur le fait que « les preuves manqu[aient] encore » pour affirmer et détailler cette hypothèse. Il n'est pas possible, non plus, d'affirmer que le statut social de ces individus change du fait qu'ils disposent de ce savoir-faire. Les études menées n'apportent aucun indice d'une spécialisation techno-économique de ce sous-groupe d'individus, permettant d'affirmer l'existence d'artisans du bois « à temps plein » au 5^e millénaire, au sens où ces individus tireraient la majeure partie de leurs moyens de subsistance de leur activité (Treuil 1983, p. 401). On se situe plutôt au sein d'une société « proto-artisanale » (Leroi-Gourhan 1971, p. 41-42). Si la répartition des tâches semble attestée, la saisonnalité des activités d'approvisionnement en bois d'œuvre et de construction et la connexion du rythme de construction à celui de l'agriculture suggèrent que

les travailleurs du bois et les bâtisseurs ne cessent pas « d’assumer la partie majeure de leur acquisition alimentaire » (Leroi-Gourhan 1971, p. 42).

Ainsi, les études que nous avons menées attestent, d’une part, une planification des étapes de la construction et une anticipation des besoins qui y sont liés, en se fondant sur les connaissances des propriétés des matériaux utilisés (Procopiou 2011). Toutefois, l’étude exhaustive et minutieuse de chaque pièce de bois et de chaque fragment de terre à bâtir permet de mettre en exergue une adaptabilité technique des bâtisseurs qui font preuve d’opportunisme, au sens où ils agissent en fonction des circonstances et exploitent les occasions qui s’offrent à eux²³. Selon le principe de la *Design Theory*, les bâtisseurs réalisent un compromis entre leurs connaissances (qui leur ont permis une planification et une anticipation des tâches), leurs héritages techniques, le contexte général et la situation particulière de construction, leur permettant d’aboutir à la solution qui leur paraît la plus satisfaisante (Horsfall 1987, p. 369 ; Ferguson 2010, p. 134).

²³ Définition d’opportunisme par le CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/opportunisme>.

Conclusion et perspectives

L'étude du bois de construction joue un rôle important dans la compréhension des groupes humains néolithiques. Elle nous permet de comprendre de nombreux aspects de ces sociétés humaines : techniques et architecturaux, sociaux et économiques. Il est également possible d'entrevoir l'évolution de tous ces aspects au cours du temps en lien avec des facteurs environnementaux et culturels. Réaliser un travail aussi fin sur ce sujet a été possible grâce à l'exhaustivité des études et à la précision de l'enregistrement des contextes archéologiques d'où proviennent les collections étudiées. Dans le sud des Balkans, une synthèse de ce type, fondée sur des études techniques et paléobotaniques du bois d'œuvre et de la terre à bâtir qui l'accompagne généralement, comparées à des référentiels expérimentaux et ethnographiques, n'avait encore jamais été réalisée. Toutefois, la réalisation de cette synthèse s'est trouvée entravée par le manque de travaux comparables à ceux menés sur les sites de Dikili Tash, de Hotnitsa et de Petko Karavelovo. Seuls de rares programmes de recherche, comme celui effectué sur les collections de la phase lacustre du site de Dispilio, ont offert des résultats comparables aux nôtres.

Ainsi, il serait nécessaire de multiplier l'application de la méthodologie proposée dans ce mémoire à de nombreux sites néolithiques du sud des Balkans, en ne se contentant pas d'étudier le bois de manière exhaustive seulement lorsqu'il est conservé, mais à chaque fois que des indices, même indirects, existent. L'étude exhaustive des restes architecturaux et paléobotaniques permet de déconstruire certains *a priori* généralisant très souvent pointés, voire actés. L'étude de ces empreintes est primordiale pour comprendre le bois d'œuvre, puisqu'elle offre une image fiable des assemblages et des agencements des pièces utilisées, contrairement aux morceaux de bois retrouvés très souvent isolés ou hors connexion.

La mise en place d'un protocole d'analyse du bois conservé de manière particulière sur les sites de Hotnitsa, Petko Karavelovo ou encore Sushina est également une perspective de recherche à développer en s'appuyant sur des analyses micromorphologiques des couches sédimentaires entourant les structures archéologiques (Ferland 2018). S'il semble peu probable que des analyses dendrologiques puissent être réalisées à court terme, une telle étude permettrait de mieux comprendre les processus taphonomiques que subissent les vestiges archéologiques ligneux dans cette région.

En outre, l'étude de la terre à bâtir, qui n'était pas notre sujet de recherche principal, mais y était largement mêlée, pourrait être développée en collaboration avec des archéobotanistes,

notamment pour des recherches sur les types de dégraissants utilisés et sur leur traitement (Anderson 1994, 1998 ; Bonnaire et Tengberg 2007 ; Bonnaire 2011). Les découvertes régulières de stigmates de lissage à la main des couches de terre à bâtir appliquées contre les armatures en bois offrent également la possibilité d'envisager l'étude de ces traces digitales qui permettrait de déterminer l'âge et éventuellement le sexe des individus chargés de ces tâches (Sjöquist et Åström 1985, 1991 ; Lambert *et al.* 2018).

Enfin, une question sur laquelle nous ne nous sommes volontairement pas attardés concerne la destruction des bâtiments néolithiques en terre et bois dans les Balkans. La majorité des niveaux d'occupation fouillés sont incendiés et un débat scientifique existe à propos de l'intentionnalité des incendies qui ont détruit ces bâtiments (Tringham et Krstič 1990 ; Tringham 1992 ; Chapman 1999 ; Becker 2016 ; Lichter 2016). Un programme de recherche, ayant recours à la démarche expérimentale et se fondant sur des études pédo-sédimentaires des vestiges incendiés, permettrait sans doute d'apporter des éléments de réponse (Membrivès *et al.* 2019 ; Guiblais-Starck *et al.* 2020). Il serait alors nécessaire de ne pas se limiter à l'incendie d'un seul bâtiment, mais bien d'une agglomération d'une dizaine d'édifices au moins ayant été utilisés pendant un temps long, afin de se rapprocher au maximum des conditions de destruction des bâtiments néolithiques balkaniques et de supprimer les nombreux biais engendrés par l'incendie de bâtiment isolé.

Annexes

Table des annexes

Fig. A-001 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_SITE. Enregistrement du site de Petko Karavelovo.	549
Fig. A-002 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_LOCUS. Enregistrement du locus 67 du site de Petko Karavelovo.	550
Fig. A-003 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_CHRONO-CULTURE. Enregistrement de l'EEB 8 et ses correspondances terminologiques et culturelles.	551
Fig. A-004 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_DATATION. Enregistrement de la datation Lyon-15590 réalisée par AMS sur un charbon du locus 67 du site de Petko Karavelovo.	552
Fig. A-005 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ARCHITECTURE. Enregistrement des données architecturales du site de Petko Karavelovo à l'EEB 8.	553
Fig. A-006 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_BÂTIMENT. Enregistrement des données architecturales du Bâtiment 67 de Petko Karavelovo à l'EEB 8.	554
Fig. A-007 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_BIBLIOGRAPHIE. Enregistrement de la référence correspondante à l'appel Chahodzhiev 2021).	555
Fig. A-008 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_PIECE-DE-BOIS. Enregistrement de la pièce de bois 088-038 du site de Petko Karavelovo.	556
Fig. A-009 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_FRAGMENT-TAB. Enregistrement du fragment 88-131 du site de Petko Karavelovo.	557
Fig. A-010 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ASSEMBLAGE. Enregistrement de l'assemblage par tenon-mortaise 001 du site de Hotnitsa.	558
Fig. A-011 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ÉCHANTILLON. Enregistrement de l'échantillon 17.75 du site de Petko Karavelovo.	559
Fig. A-012 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_FONDATION. Enregistrement du trou de poteau 110 du site de Petko Karavelovo.	560
Fig. A-013 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_OUTIL. Enregistrement de la Hache_2 utilisée lors des expérimentations en Sarthe.	561
Fig. A-014 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_EXPÉRIMENTATION. Enregistrement de l'expérimentation 001 (abattage d'un chêne à la hache) réalisée en Sarthe.	562
Fig. A-015 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_EXPÉRIMENTATEUR. Enregistrement les informations sur Philippe Guillonnet, médiateur en archéologie.	563
Fig. A-016 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_EXPÉ-EXPÉRIMENTATEUR. Enregistrement du ressenti et du niveau de Philippe Guillonnet par rapport à l'exp-093.	563
Fig. A-017 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_OUTIL-EXPÉRIMENTATEUR. Enregistrement du ressenti de Thomas Lagane sur la Hache_1.	563
Fig. A-018 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_PHOTO. Enregistrement de la photographie MM-142 correspondante à la prise de vue du fragments 88-131 du site de Petko Karavelovo.	564
Fig. A-019 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_GRAPH. Enregistrement ddu graphique 6 correspondant au plan du Bâtiment 67 du site de Petko Karavelovo.	565
Fig. A-020 - Liste des participants au programme expérimental et niveaux auto-attribués pour chaque activité (barème p. 295 du volume texte).	567

- Fig. A-021** - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.....568-574
- Fig. A-022** - Tableau répertoriant les données concernant des abattages de feuillus au bois dur. En rouge, les données qui semblent fausses. En bleu, celles non comptabilisées dans les statistiques à cause de leur approximation... 575-576
- Fig. A-023** - Tableau des pièces de bois utilisées pour la construction des quatre murs du bâtiment expérimental... 577
- Fig. A-024** - Tableau des artefacts retrouvés dans le bâtiment expérimental après l'incendie. Les données « nord » et « est » sont mesurées à partir des lignes R5-R3 (nord) et R4-R3 (est). Cf. **fig. 5-154**, p. 434 du volume texte..... 578

Site	Petko Karavelovo - CMPK
Abréviation	CMPK
Pays	Bulgarie
Région	Bulgarie du NE
	<p>Tell chalcolithique (EEB 8-9) au bord de la Yantra (rive gauche). 3 phases (A : ancien ; B : moyen ; C : récent). Au moins 13 horizons et plus de 15 bâtiments découverts.</p> <p>Construction : principalement en torchis sur clayonnage + poteaux jointifs et double parement</p> <p>Bâtiments quadrangulaires (possible à antes et à étage).</p>
4	BACOU P. (2018) Le bois de construction : un témoin environnemental, technique et architectural des sociétés du passé. Un exemple régional en Bulgarie du Nord au Chalcolithique, Vol. 1, Mémoire de Master 2, Paris, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 75 p. (en français)
5	CHOHADZHIEV A. (2015) Селуцна мозаика Петко Каравелово. Разкопки 2014 г.; Омчеи, Veliko Tarnovo (en bulgare, rés. ang)
18	CHOHADZHIEV A. (à paraître) To rise a tell and raise it well. Some Odd Regularities of the Early Chalcolithic Construction Techniques and the Building Strategies in Tell Petko Karavelovo, Studia Praehistorica, 15, (en anglais)

Fig. A-001 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_SITE. Enregistrement du site de Petko Karavelovo.

Id locus

Localisation et information

Locus N°

Site

Abréviation du site

Région

Pays

Type

Secteur

Bâtiment

Pièce

Commentaires

Id pièce de bois	Type de pièce	Fonction architecturale	Structure architecturale
CMPK-085-001	Charbon	NI	NI
CMPK-088-032	Perche/rondin	Poteau	Mur
CMPK-088-033	Perche/rondin	Poteau	Mur
CMPK-088-034	Charbon	NI	Construction
CMPK-088-035	Charbon	NI	Construction
CMPK-088-036	Charbon	NI	Construction
CMPK-088-038	Perche petite	Baguette de plancher	Plancher surélevé
CMPK-088-039	Rondin moyen	NI	NI
CMPK-088-040	Rondin	Poteau	Mur
CMPK-088-041	Rondin petit	NI	NI

Horizon relatif au site

Informations chrono-culturelles

Période globale Correspondance à Petko: PK-A/B

Terminologie bulgare

Terminologie égéenne

Datation globale de la période

Fig. A-002 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_LOCUS. Enregistrement du locus 67 du site de Petko Karavelovo.

Phase globale	EEB 8	
Terminologie bulgare	Chalcolithique ancien/moyen	
Terminologie égéenne	Néolithique récent II	
Datation globale de la période	5000/4800-4600 avant notre ère.	
Correspondance à Peiko	PK-A/B	
Culture du NE bulgare (terre)	Polyanitsa I-III	
Culture NE bulgare (côte)	Hamangia III - Sava I-III	
Culture du NW bulgare	Gradesnitsa	
Culture du SW bulgare (Rhodopes)		
Culture SW bulgare (Struma)		
Culture du SE bulgare (côte)	Kableskovo (variante de Sava)	
Culture SE bulgare (Thrace)	Maritsa I-III	
Culture en Macédoine et Thrace égéenne	Hiatus ? (Paradimi IV ?)	

Locus datés de la période			
CMPK-67	PK-A2	bâtiment	Maison 15 (67)
CMPK-72	PK-A1	bâtiment	Maison 1
CMPK-50	PK-A3	bâtiment	Maison 10
CMPK-50 ?	PK-A3	bâtiment	Maison 10
CMPK-67 ?	PK-A2	bâtiment	Maison 15
CMPK-67 (50?)	PK-A2	bâtiment	Maison 15

Fig. A-003 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_CHRONO-CULTURE. Enregistrement de l'EEB 8 et ses correspondances terminologiques et culturelles.

PROVENANCE		DATATION	
Site	Petko Karavelovo - CMPK	Id datation	Lyon-15590
Région	NE bulgare	Méthode de datation	AMS
Horizon relatif au site	PK-A2	Type de matériau	Charbon
Locus	CMPK-67	Date BP	6000 +/- 35
Contexte de découverte de l'échantillon	Maison 67 (deuxième maison consécutive dans la partie centrale du tell) ; bois de construction du mur Sud ; prof. 3,02 m	Dates calBC	4986-4799 (95 %)
Référence	Tsirtsoni Z. (2021) Le temps et ses noms : construire une chronologie égéobalkanique du 7e au 4e millénaire avant J.-C., Manuscrit inédit d'habilitation à diriger des recherches (en français)	Courbe de calibration	OxCal2013
Page de réf	p. 381	Période globale :	EEB 8
		Term bg :	Chalcolithique ancien/moyen
		Term égée :	Néolithique récent II

Fig. A-004 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_DATATION. Enregistrement de la datation Lyon-15590 réalisée par AMS sur un charbon du locus 67 du site de Petko Karavelovo.

4	BACQUÉ P. (2018) Le bois de construction : un témoin environnemental, technique et architectural des sociétés du passé. Un examen régional en Bulgarie du Nord au Chalkolithique Vol. 1, Mémoire de Master 2, Paris, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 75 p. (en français)
5	CHOHADZHIEVA, (2015) Септица мостула Петко Каравелово. Фаховки, 2014 г.; Омвнн, Велико Тарново (en bulgare, révisé, angl)
18	CHOHADZHIEVA, (2021) To rise a tell and raise it well. Some Odd Regularities of the Early Chalcolithic Construction Techniques and the Building Strategies in Tell Petko Karavelovo, Studia Praehistorica, 15, p. 149-179 (en anglais)

Id architecture

Site

Id période

Bâtiments quadrangulaires d'une à trois pièces, pouvant être à antes ou à étage. Construits en torchis.

Maison 15	Bâtiment quadrangulaire (Rectangulaire absidial)	de 1 pièce(s) en Torchis sur clayonnage
Bâtiment 50	Bâtiment quadrangulaire () de 1 pièce(s) en Torchis sur clayonnage
Bâtiment 127	Bâtiment quadrangulaire (à antes)) de 3 pièce(s) en torchis sur clayonnage
Bâtiment 72	Bâtiment quadrangulaire () de 1 pièce(s) en Torchis sur clayonnage ?
Bâtiment E67	Bâtiment quadrangulaire () de pièce(s) en Torchis sur clayonnage ?

Fig. A-005 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ARCHITECTURE. Enregistrement des données architecturales du site de Petko Karavelovo à l'IEEB 8.

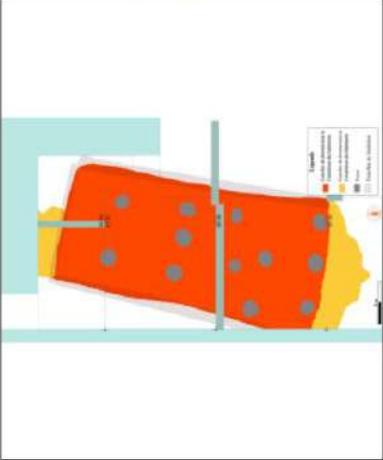
Id bâtiment CMPK-Maison 15		Id architecture CMPK-CHA	
Fiche d'identité			
Nom bâtiment	Maison 15	Locus	CMPK-67
Site	Petko Karavelovo - CMPK CMPK		
Id période	EEB 8		
com.			
Type architectural			
Bâtiment quadrangulaire			
Forme précise	Rectangulaire absidal	Etage	Demi
Contexte d'implantation	Terr.	Nbr de pièces	1
Orientation	N-S (12° NNE-SSW)	Dimensions	
Longueur mur N	7,5 m	Epaisseur moyenne sous-sol	0,4 m
mur S	?	Epaisseur moyenne mur	0,4 m
mur E	?		
mur W	15 m		
Sol			
litière végétale + sol enduit			
com. lière végétale au rdc et enduit à l'étage			
Porte			
Position			
Largeur			
m			
Aménagements intérieurs			
Sous-bassement			
com.			
Elevation (murs)			
Torchis sur clayonnage			
com.			
+ sandwich construction			
Toiture			
sur poteau porteur			
com.			
3 rangées de poteaux fondés dans des fosses prévidées, utilisation des poteaux centraux pour la toiture			
Fondation			
tranchée en U			
com.			
en 50 cm de large pour 50 cm de prof. Trou de poteau creusé dans le fond des tranchées			
GR-6			
 <p>Plan du bâtiment 67 avec emplacement des murs, des fosses de fondation des poteaux libres et de la répartition de la couche de destruction.</p>			
4			
BACQU P. (2018) <i>Le bois de construction : un témoin environnemental, technique et architectural des sociétés du passé. Un exemple régional en Bulgarie du Nord au Chalcolithique, Vol. 1. Mémoire de Master 2</i> . Paris, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 75 p. (en français)			
5			
CHOHADZHIIEV A. (2015) <i>Селушка мостра Петко Каравелово, Пазарник 2014 г.</i> , Орм-ен, Veliko Tarnovo (en bulgare, rés. ang)			

Fig. A-006 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_BÂTIMENT. Enregistrement des données architecturales du Bâtiment 67 de Petko Karavelovo à l'EEB 8.

Id biblio 18

Réf complète (remplissage automatique)
 CHOHADZHIEV A. (2021) To rise a tell and raise it well. Some Odd Regularities of the Early Chalcolithic Construction Techniques and the Building Strategies in Tell Petko Karavelovo, *Studia Praehistorica*, 15, p. 149-179 (en anglais)

Auteur
 CHOHADZHIEV A.

Titre traduit (si nécessaire)

Titre original
 To rise a tell and raise it well. Some Odd Regularities of the Early Chalcolithic Construction Techniques and the Building Strategies in Tell Petko Karavelovo.

Directeur ouvrage
 rajouter (ed.)

Titre ouvrage / revue
 rajouter "

Studia Praehistorica, 15,

Titre ouvrage / revue traduit

Année
 2021

Collection

Ville d'édition
 rajouter "

Editeur
 rajouter "

Langue
 anglais

Nbr pages

Pagination
 p. 149-179

Continent
 Europe

Pays
 Bulgarie

Région
 Nord

Site
 Petko Karavelovo

Epoque
 Protohistoire

Période
 Chalcolithique

Phase
 Ancien

Commentaire - contenu
 Article sur les premières occupations du tell (Chalcolithique ancien), sur l'installation humaine sur le site et la volonté d'élever un tell.

Pdf oui non

Fig. A-007 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_BIBLIOGRAPHIE. Enregistrement de la référence correspondante à l'appel Chahodzhiev 2021).

Id pièce de bois

Type de pièce

Fonction de la pièce

Type de conservation

Élément architectural

Année d'étude

Site
Carré B-82
Locus

Type de structure

Horizon relatif au site
 Terminologie bugare
 Terminologie égéenne

Mise en forme
Trace de travail Présence Absence
Type d'outil

Longueur conservée cm
Largeur conservée cm
Épaisseur conservée cm
Diamètre d'origine cm
Fourchette dimensionnelle cm

Commentaires
 empreinte de pièce de plancher (figmt TAB 88-131) donnant un charbon identifié comme du noisetier (CMPK-S.17.75)

Orientations
 Orientation originale
 Orientation actuelle

N° fondation **Technique de fondation** **Sud** **Ouest**

N° échantillon **Nature** **Objectif** **Résultat**
 Charbon retrouvée dans une empreinte de clayonnage (figmt TAB 88-131)
 Confirmé par M. Elliot et C. Menbrives

N° a assemblage **Technique d'a assemblage**

Description locus
 Bâtiment à plancher surélevé

Commentaires sur le figmt

Fig. A-008 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_PIECE-DE-BOIS. Enregistrement de la pièce de bois 088-038 du site de Petko Karavelovo.

Id fragment **Année d'étude**

Nbr de frg (si plusieurs)

Site

Id locus

Structure architecturale

Bâtiment

Mode de construction

Secteur

Inclusions partielles

Gravier Quartz Charbon Empr feuille

Cailloux Calcaire Coquille Empr natte

Galet Tesson Graine

Mica Os Végétaux

Amas de découverte / de rattachement

Niveau arbitraire de profondeur

Horizon relatif au site

Dégraissants

Paille Os Poils/cheveux

Bale Chamotte Epi complet

Terminologie bulgare

Terminologie égéenne

Surface lissée Présence Absence

Traitement surface

Sans surface Lissée Peinte

Sans traitement Arrachée Tassée

A planie Badigeon

Peinture couleur

Commentaires

Fragment le plus gros des amas de destruction du bâtiment. Présente une terre assez caractéristique du torchis chalcoithique de Petko. Nombreuses empreintes relativement parallèles et plus ou moins jointives.

Id pièce de bois	Type de pièce	Fonction architecturale	Id échantillon	Résultat
CMPK-088-456	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-457	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-458	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-460	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-461	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-462	Baquette	Baquette de plancher		
CMPK-088-463	Perche petite	Baquette de plancher		
CMPK-088-464	Perche petite	Baquette de plancher		

MM-442 

MM-451 

MM-452 

Taille dégraissant

Proportion dégraissant

Organisation dégraissant

Nombre couche

Agencement couche

Fig. A-009 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_FRAGMENT-TAB. Enregistrement du fragment 88-131 du site de Petko Karavelovo.

Id assemblage C-MX-TM-001

Carré cm
Id locus

Terminologie bulgare
Terminologie égéenne

Technique d'assemblage
Tenon-mortaise - TM

Sud
Ouest
Profondeur

Mortaise

Diamètre cm
Hauteur cm
Largeur cm
Profondeur cm
Mortaise traversante Oui Non

Tenon

Diamètre cm
Hauteur cm
Largeur cm
Longueur cm

Fourche naturelle

Angle
Diamètre branche principale cm
Diamètre branche secondaire cm

Brélage

Diamètre cm

Commentaires

AA-028
Assemblage TM-001 vu de haut

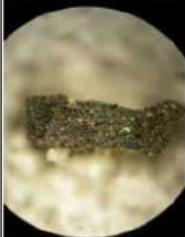
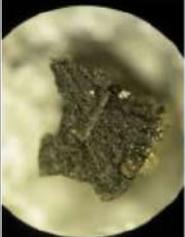
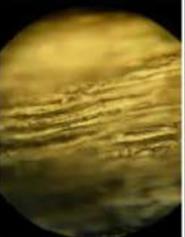
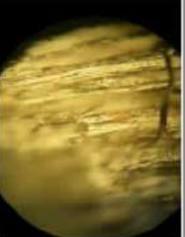


AA-029
Assemblage TM-001 vu en section vers l'ouest avec échelle et nord



Id pièce de bois	Type de pièce	Fonction architecturale
CMX-076-032	Rondin petit	Pièce de charpente
CMX-076-033	Rondin petit	Pièce de charpente

Fig. A-010 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ASSEMBLAGE. Enregistrement de l'assemblage par tenon-mortaise 001 du site de Homtisa.

ZZ-042 Coupe transversale (x50)	
ZZ-043 Coupe transversale (x50)	
ZZ-044 Épaississements spirales (x500)	
ZZ-045 Perforation scalariforme très abîmée (x500)	

Id échantillon

Id pièce de bois

Date de prélèvement

Nom provisoire de fouille

Nature

Construction
 fonction archi définie
 oui
 non

Profondeur

Site

Id locus

Carré

Horizon relatif au site

Id fragment

Fonction architecturale

Charbon retrouvée dans une empreinte de petite perche (fgmt TâB 88-131)

Résultat identification

 Confirmé par M. Elliott et C. Menbrives.

Objectif

Id datation

 cal BC %

Fig. A-011 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_ÉCHANTILLON. Enregistrement de l'échantillon 17.75 du site de Petko Karavelovo.

<p>Id fondation CMPK-TP-110</p> <p>Carré 77</p> <p>Id locus CMPK-E26</p> <p>Terminologie bulgare Chalcolithique récent</p> <p>Terminologie égéenne Néolithique récent II b</p>	<p>Technique de fondation</p> <p>Trou de poteau - TP</p> <p>Sud 0,50</p> <p>Ouest 4,27</p> <p>Profondeur 1,25</p>	
<p>Trou de poteau</p> <p>Diamètre 17 cm</p> <p>Profondeur 33 cm</p>	<p>Fosse</p> <p>Diamètre cm</p> <p>Profondeur cm</p>	<p>Tranchée</p> <p>Largeur cm</p> <p>Profondeur cm</p> <p>Longueur cm</p>
<p>Commentaires</p> <p>Vu dans la continuité du TP et dans la TàB</p>		

<p>AA-038</p> <p>Poteau au sud du four. Pièce carbonisée dans le TP.</p> 	<p>AA-039</p> <p>Poteau au sud du four. TP après fouille.</p> 
--	---

Id pièce de bois	Type de pièce	Élément architecturale
CMPK-077-377	Rondin moyen	

Fig. A-012 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_FONDATION. Enregistrement du trou de poteau 110 du site de Petko Karavelovo.

Id outil <input type="text" value="Hache_2"/>	
Type d'outil <input type="text" value="Hache"/>	
Date fabrication <input type="text" value="23/01/2020"/>	
Modèle de fabrication <input type="text" value="CMPK"/>	
Fabricateurs <input type="text" value="Emmanuel Guerton"/>	
Manche	
Partie active	
Matériau général <input type="text" value="Lithique"/>	Emmanchement <input type="text" value="direct"/>
Matériau précis <input type="text" value="Roche bulgare"/>	Type de manche <input type="text" value="en bois"/>
Longueur <input type="text" value="cm"/>	Espèce végétale <input type="text" value="Frêne"/>
Largeur <input type="text" value="cm"/>	Espèce animale <input type="text"/>
Epaisseur <input type="text" value="cm"/>	
Largeur du tranchant <input type="text" value="cm"/>	
Usure <input type="text"/>	Commentaires <input type="text" value="Dimension à calculer
Temps d'utilisation à calculer"/>
Temps cumulé d'utilisation <input type="text"/>	
Description <input type="text" value="Lame en roche bulgare au tranchant droit
emmanchement direct. Modèle bulgare - Manche long"/>	

Fait le travail mais rebondis pas mal (3e position ex aequo avec la hache 3). Tranchant pas suffisamment aigu ?

(pour la hache 2 et 3) Emmanchement non traversant + dos plat : possibilité d'initier des rebonds sur des petites sections en percussion posée à l'aide d'un gros percuteur. L'angle du tranchant plutôt abrupte (similaire à un merlin) s'y prête d'ailleurs bien.

Alexandre Cantin

Prise en main facile.
Vibrations intenses et les mains sont très vite tétanisées.
La lame semble petite par rapport à la taille du manche.

Thomas Lagane

Outil plutôt agréable à utiliser, léger, maniable.
Tranchant pas très efficace comparé à la soviétique
outil qui a tendance à claquer à l'usage
(probablement dû au profil droit du tranchant)

Emmanuel Guerton

Lame avec un tranchant relativement efficace mais malheureusement la hache a été brisée à l'intérieur de son emmanchement au bout d'un certain temps d'utilisation. Il semble que ce soit une fragilité de la pierre qui ait provoqué cette cassure.
L'emmanchement direct et la courte lame de pierre ont provoqué pas mal de vibrations lors de l'utilisation de la hache et une sonorité très particulière du fait probablement que la lame de pierre vienne buter frontalement dans la mortaise du manche.
Outil efficace pour le travail de tronçonnage.

Philippe Guillonnat

Fig. A-013 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_OUTIL. Enregistrement de la Hache_2 utilisée lors des expérimentations en Sarthe.

id expé exp-001		Abattage en culée blanche à la hache	
Lieu	Saint-Jean-du-Bois		
Date	28/01/2020		
Type d'expé	Abattage		
Temps de réalisation	54 min	Temps de travail à un seul individu	
Heure début	17h06	108 min	
Heure fin	18h00	Moyenne du niveau : 3	
ARBRE 5		Produits obtenus	
Espèce	Chêne	Arbre abattu	
Diamètre	24,4		
Longueur	15,37		
Longueur à la fourche	6,37		
Fût utile	10,37		
Commentaires		2 personnes en continu relais en binôme très intensif sur l'arbre.	
Déroulé		17h06 : début de l'abattage 18h00 : hache n°2 cassée dans les derniers coups portés 18h00 : arbre tombé	

Philippe Guillomet	4. expert	
Haches fonctionnelles mais temps plus long qu'avec des haches plus massives. L'emmanchement sollicite fortement les lames.		
Emmanuel Guerton	4. expert	
Lame trop légère, beaucoup de vibration, fatiguant		
Efficace malgré des sensations parfois désagréables (claquement de l'outil, manque d'inertie)		
Hache_2	Roche bulgare	direct
Hache_3	Dolérite	direct

Fig. A-014 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_EXPÉRIMENTATION. Enregistrement de l'expérimentation 001 (abattage d'un chêne à la hache) réalisée en Sarthe.

Id expérimentateur	Philippe Guillonnet
Main principale	Gauche
Métier	Médiateur en archéologie
Genre	Masculin
Age	45
Nationalité	Française

Fig. A-015 - Exemple d'un enregistrement du module Bac *EXPÉRIMENTATEUR*. Enregistrement les informations sur Philippe Guillonnet, médiateur en archéologie.

Id expé	exp-093
Id expérimentateur	Philippe Guillonnet
Niveau sur l'activité	4
Ressenti	Remarque : comme pour les essais précédents je finisse la coupe entièrement à la hache ce qui rajoute pas mal de temps alors qu'à un moment donné, je pourrai arriver à séparer les deux sections à la main sans avoir besoin de tout couper mais c'est pour avoir des temps identiques.

Fig. A-016 - Exemple d'un enregistrement du module Bac *EXPÉ-EXPÉRIMENTATEUR*. Enregistrement du ressenti et du niveau de Philippe Guillonnet par rapport à l'exp-093.

Id outil	Hache_1
Id expérimentateur	Thomas Lagane
Ressenti_avis	Le manche est un peu court mais le diamètre reste bien adapté à la prise en main. Largement plus maniable que les autres haches. Les vibrations sont moins intenses qu'avec les autres haches, probablement en raison de la gaine en bois de cerf. Meilleure pénétration dans le bois. À utiliser sans modération !

Fig. A-017 - Exemple d'un enregistrement du module Bac *OUTIL-EXPÉRIMENTATEUR*. Enregistrement du ressenti de Thomas Lagane sur la Hache_1.

Id photographie	<input type="text" value="MM-442"/>	
Site	<input type="text" value="Petko Karavelovo - CMPK"/>	
Secteur	<input type="text" value="B2"/>	
Carré	<input type="text" value="88"/>	
Auteur	<input type="text" value="P. Bacoup"/> en <input type="text" value="2017"/>	
Date	<input type="text"/>	
Id locus	<input type="text" value="CMPK-67"/>	Id assemblage <input type="text"/>
Id fragment	<input type="text" value="CMPK-TAB-88-131"/>	Id fondation <input type="text"/>
Id pièce de bois	<input type="text"/>	Id échantillon <input type="text"/>
Id outil	<input type="text"/>	Id expé <input type="text"/>

Id locus CMPK-67 Fragment le plus gros des amas de destruction du bâtiment. Présente une terre assez caractéristique du torchis chalcolithique de Petko. Nombreuses empreintes relativement parallèles et plus ou moins jointives.

Fig. A-018 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_PHOTO. Enregistrement de la photographie MM-142 correspondante à la prise de vue du fragments 88-131 du site de Petko Karavelovo.

Id graph

Site

Secteur

Carré

Auteur en

Date

Id locus **Id assemblage**

Id fragment

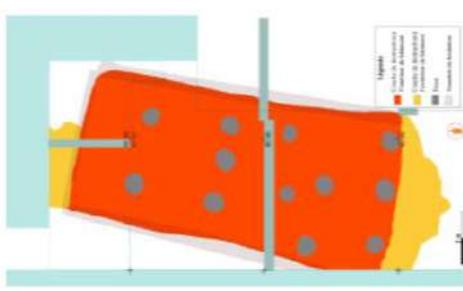
Id pièce de bois

Id outil

Sources

Légende

Plan du bâtiment 67 avec emplacement des murs, des fosses de fondation des poteaux libres et de la répartition de la couche de destruction.



plan bâtiment
67.jpg

Fig. A-019 - Exemple d'un enregistrement du module Bac_GRAPH. Enregistrement ddu graphique 6 correspondant au plan du Bâtiment 67 du site de Petko Karavelovo.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-001	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Abattage en culée blanche à la hache	108	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton ; Paul Bacoup ; Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Vincent Bernard	3	Hache_2 ; Hache_3
exp-002	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Abattage en culée blanche à l'herminette	114	Vincent Bernard ; Emmanuel Guerton ; Philippe guillonnet	3	Herminette_4 ; Herminette_10
exp-003	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Abattage en culée blanche à l'herminette	81	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton ; Vincent Bernard ; Clotilde Béjuge	3	Herminette_4 ; Herminette_5 ; Herminette_10
exp-004	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Abattage en culée blanche à la hache	92	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	4	Hache_2 ; Hache_3
exp-005	Saint-Jean-du-Bois	28 et 29/01/2020	Abattage au ciseau	non terminé	Emmanuel Guerton ; Clotilde Béjuge ; Vincent Bernard ; Lucie Beneteaud	1	Percuteur_1 ; Percuteur_2 ; Ciseau_7 ; Ciseau_8.1
exp-006	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Abattage en culée blanche à la hache	56	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	4	Hache_11 ; Hache_12
exp-007	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à l'herminette	11	Thomas Lagane	1	Herminette_10
exp-008	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à l'herminette	11	Thomas Lagane	1	Herminette_10
exp-009	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à l'herminette	11,5	Thomas Lagane	1	Herminette_10
exp-010	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,92	Vincent Bernard	4	Hache_2
exp-011	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	1,5	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_1
exp-012	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	1,83	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_1
exp-013	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	2,67	Vincent Bernard	4	Hache_2
exp-014	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,5	Vincent Bernard	4	Hache_2
exp-015	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,90	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_1

Fig. A-021 (1/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-016	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,58	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_2
exp-017	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	1,30	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_2
exp-018	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,40	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_2
exp-019	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,42	Vincent Bernard	4	Hache_6
exp-020	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,5	Vincent Bernard	4	Hache_6
exp-021	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,30	Vincent Bernard	4	Hache_6
exp-022	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	3,22	Vincent Bernard	4	Hache_6
exp-023	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à l'herminette	38	Anouck Damon	1	Herminette_4
exp-024	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à l'herminette	27	Thomas Lagane	1	Herminette_10
exp-025	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	2	Alexandre Cantin	1	Hache_6
exp-026	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	1,5	Vincent Bernard	4	Hache_3
exp-027	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	0,33	Thomas Lagane	2	Hache_1
exp-028	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	2	Thomas Lagane	2	Hache_1
exp-029	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	4	Alexandre Cantin	1	Hache_6
exp-030	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	8	Alexandre Cantin	1	Hache_6
exp-031	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	9	Thomas Lagane	2	Hache_1
exp-032	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	18	Anouck Damon	1	Hache_3
exp-033	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Ebranchage à la hache	15	Alexandre Cantin	1	Hache_3
exp-034	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Tronçonnage	23	Vincent Bernard	4	Hache_3
exp-035	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Tronçonnage	51	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Paul Bacoup	2	Hache_1 ; Hache_3 ; Hache_6
exp-036	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Tronçonnage	3,33	Thomas Lagane	2	Hache_1
exp-037	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Tronçonnage	31,55	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Paul Bacoup	2	Hache_2
exp-038	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Tronçonnage	22,37	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_6
exp-039	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	10	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_3
exp-040	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	75	Alexandre Cantin	2	Hache_6

Fig. A-021 (suite 2/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-041	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Refend en demi rondin	18,5	Philippe Guillonnet ; Vincent Bernard ; Emmanuel Guerton	2-3	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3
exp-042	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Refend en quart de rondin	6	Philippe Guillonnet ; Vincent Bernard ; Emmanuel Guerton	2-3	Coin_1 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-043	Saint-Jean-du-Bois	28/01/2020	Refend en quartier de rondin	5,25	Philippe Guillonnet ; Vincent Bernard ; Emmanuel Guerton	2-3	Coin_1 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-044	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	36	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Anouck Damon	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3
exp-045	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en quart de rondin	9	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Anouck Damon	1	Coin_1 ; Coin_6 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3
exp-046	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	9	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Anouck Damon	1	Coin_1 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-047	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	6	Alexandre Cantin ; Thomas Lagane ; Anouck Damon	1	Coin_1 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-048	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Mortaise		Alexandre Cantin		Coin_7 ; Hache_3 ; Hache_6
exp-049	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	59	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_3
exp-050	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	12	Emmanuel Guerton	4	Hache_1
exp-051	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	74	Alexandre Cantin	2	Hache_6
exp-052	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Tronçonnage	65	Emmanuel Guerton	4	Hache_1

Fig. A-021 (suite 3/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-053	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	8	Vincent Bernard	3	Coin_1 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-054	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en quart de rondin	3,75	Vincent Bernard	3	Coin_1 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-055	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend de planche	12	Vincent Bernard	3	Coin_2 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Percuteur_2 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-056	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	47	Emmanuel Guerton ; Philippe Guillonnet	2-3	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_6 ; Percuteur_3 ; Hache_3
exp-057	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend de planche	16	Emmanuel Guerton ; Philippe Guillonnet	2	Coin_1 ; Coin_3 ; Coin_6 ; Percuteur_4 ; Herminette_10
exp-058	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Planche	7	Philippe Guillonnet		Herminette_10
exp-059	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Planche	9	Emmanuel Guerton		Coin_3 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Percuteur_3 ; Herminette_10
exp-060	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Refend en demi rondin	15	Emmanuel Guerton ; Philippe Guillonnet	2-3	Coin_6 ; Coin_7 ; Percuteur_3 ; Percuteur_4
exp-061	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Tenon		Philippe Guillonnet	4	Hache_3 ; Herminette_10
exp-062	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Mortaise		Emmanuel Guerton		Coin_5 ; Ciseau_8.2 ; Percuteur_2
exp-063	Saint-Jean-du-Bois	29/01/2020	Mise en forme : Tenon		Thomas Lagane	1	Herminette_10
exp-065	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	17,13	Emmanuel Guerton	4	Hache_3

Fig. A-021 (suite 4/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-066	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	12,18	Philippe Guillonnet	4	Hache_11
exp-067	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	14,55	Philippe Guillonnet	4	Hache_1
exp-068	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	3,75	Philippe Guillonnet	4	Hache_3
exp-069	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	1,82	Emmanuel Guerton	4	Hache_1
exp-070	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Abattage en culée blanche à la hache	1,55	Philippe Guillonnet	4	Hache_3
exp-071	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Tronçonnage	4,22	Emmanuel Guerton	4	Hache_3
exp-072	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Tronçonnage	2,18	Emmanuel Guerton	4	Hache_1
exp-073	Mézeray (Juisse)	09/10/2020	Tronçonnage	3	Philippe Guillonnet	3-4	Hache_3
exp-074	Maur de Bretagne (PG)	19/11/2020	Tronçonnage	12,75	Philippe Guillonnet	4	
exp-075	Maur de Bretagne (PG)	19/11/2020	Tronçonnage	6,67	Philippe Guillonnet	4	
exp-076	Maur de Bretagne (PG)	19/11/2020	Tronçonnage	10,25	Philippe Guillonnet	4	Hache_11
exp-077	Maur de Bretagne (PG)	19/11/2020	Tronçonnage	10,33	Philippe Guillonnet	4	Hache_11
exp-078	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en demi rondin	37	Julia Bude ; Clémence Bernard	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-079	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quart de rondin	21	Thomas Lagane ; Bénédictte Fabre	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5

Fig. A-021 (suite 5/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-080	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quart de rondin	12	Thomas Lagane	2	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-081	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en demi rondin	27	Julia Bude	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-082	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quart de rondin	11	Bénédictine Fabre	2	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-083	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quart de rondin	10	Julia Bude	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-084	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	13	Thomas Lagane ; Julia Bude ; Clémence Bernard ; Bénédictine Fabre	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-085	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quart de rondin	7	Thomas Lagane ; Julia Bude ; Clémence Bernard ; Bénédictine Fabre	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-086	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	15	Thomas Lagane ; Julia Bude ; Clémence Bernard ; Bénédictine Fabre	1	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5
exp-087	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	7	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	Coin_1 ; Coin_2 ; Coin_3 ; Coin_4 ; Coin_5 ; Coin_7 ; Hache_3 ; Percuteur_5

Fig A-021 (suite 6/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Id. expérimentation	Lieu	Date	Activité	Temps de travail ramené à un seul individu (min)	Expérimentateurs	Moyenne des niveaux des expérimentateurs	Outils utilisés
exp-088	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	4	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	
exp-089	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	10	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	
exp-090	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	18	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	
exp-091	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	5	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	
exp-092	Mézeray expérimental	11/02/2020	Refend en quartier de rondin	12	Philippe Guillonnet ; Emmanuel Guerton	3	
exp-093	Maire de Bretagne	25/11/2020	Tronçonnage	12,5	Philippe Guillonnet	4	Hache_11
exp-094	Maire de Bretagne	25/11/2020	Tronçonnage	17,75	Philippe Guillonnet	4	Hache_11
exp-095	Maire de Bretagne	25/11/2020	Tronçonnage	14,33	Philippe Guillonnet	4	

Fig. A-021 (suite 7/7) - Liste de toutes les activités réalisées dans le cadre du programme expérimental sur le travail du bois.

Essence	Diamètre (cm)	Temps (min)	Outil	Donnée	Source
chêne	19,4	non terminé	Ciseau	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	17,5	81	Herminette	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	19,1	114	Herminette	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	24,4	108	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	17,5	92	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	26,8	56	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	14	17,17	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	13,4	12,18	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	11,4	14,55	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	7,6	3,75	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	6,5	1,82	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	4,8	1,55	Hache	Expérimentale inédite en Sarthe	
chêne	11	15	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
chêne	7	2	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
chêne	12,4	44,5	Hache	Textuelle et calculée	Olausson 1983, p. 46
chêne	35	72	Hache	Textuelle	Olausson 1982, p. 73
chêne	73,2	180	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 42
chêne	34	61	Hache	Graphique	Jorgensen 1985 cité dans Mathieu et Meyer 1997, p. 345
chêne	34,5	62	Hache	Graphique	Jorgensen 1985 cité dans Mathieu et Meyer 1997, p. 345
chêne	> 30,48	60	Hache	Textuelle	Iversen 1956, p. 38 ; Steensberg 1957, p. 68
orme	7,62	<10	Hache	Textuelle	Pond 1930, p. 90 et 93
orme	8,8	5,2	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	9,2	5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	9,2	5,9	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	10	13,5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	10,2	4,9	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	11,5	14	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	12	12	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	14,8	30	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344

Fig. A-022 (1/2) - Tableau répertoriant les données concernant des abattages de feuillus au bois dur. En rouge, les données qui semblent fausses. En bleu, celles non comptabilisées dans les statistiques à cause de leur approximation.

Essence	Diamètre (cm)	Temps (min)	Outil	Donnée	Source
orme	16,1	29,5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
orme	17,5	62	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	7,9	6	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	8	3	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	8,2	5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	9,5	6,3	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	9,9	6	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	10,5	14,5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	11,7	15,5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	13,5	27	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	15,7	38,5	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	18	46	Hache	Graphique	Mathieu et Meyer 1997, p. 344
érable	10	5	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
érable	10	14	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
érable	11	6	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
frêne	10	15	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
frêne	8	2,5	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
frêne	8	5,5	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
frêne	11	13	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
hêtre	26,5	70	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 42
hêtre	18,5	50	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
hêtre	15	45	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40
hêtre	12,5	40	Hache	Textuelle	Jorgensen 1953, p. 40

Fig. A-022 (2/2) - Tableau répertoriant les données concernant des abattages de feuillus au bois dur. En rouge, les données qui semblent fausses. En bleu, celles non comptabilisées dans les statistiques à cause de leur approximation.

	Poteau			Planche de coffrage	Traverse		Baguette de clayonnage		Baguette de remplissage	
	Morphologie	Essence	Largeur	Largeur	Diamètre	Essence	Diamètre	Essence	Diamètre	
Mur est	Pseudo-planche	Chêne	9	16					Moyenne : 1,5 cm	
	Pseudo-planche	Chêne	7	8						
	Pseudo-planche	Chêne	7	9						
	Pseudo-planche	Chêne	7	9						
	Pseudo-planche	Chêne	6	16						
	Pseudo-planche	Chêne	6	16						
	Pseudo-planche	Chêne	6	8						
	Pseudo-planche	Chêne	7	5						
	Pseudo-planche	Chêne	9	7						
	Pseudo-planche	Chêne	8	7						
	Pseudo-planche	Chêne	9	16						
	Pseudo-planche	Chêne	5,5							
Mur nord	Quartier de rondin	Chêne	8		Moyenne : 2,3 cm	Essence : noisetier				
	Quartier de rondin	Chêne	8							
	Quartier de rondin	Chêne	7							
	Quartier de rondin	Chêne	10							
	Quartier de rondin	Chêne	7							
	Quartier de rondin	Châtaignier	8							
	Quartier de rondin	Chêne	8							
	Quartier de rondin	Chêne	5,5							
	Quartier de rondin	Châtaignier	7							
	Quartier de rondin	Chêne	6							
	Quartier de rondin	Chêne	5							
	Quartier de rondin	Châtaignier	9							
	Quartier de rondin	Châtaignier	8							
	Quartier de rondin	Châtaignier	8							
	Quartier de rondin	Chêne	6							
	Quartier de rondin	Châtaignier	7							
	Quartier de rondin	Châtaignier	7							
	Quartier de rondin	Chêne	7							
Quartier de rondin	Châtaignier	7,5								
Demi-rondin	Châtaignier	8								
Demi-rondin	Chêne	8								
Mur sud	Quartier de rondin	Chêne	9				Moyenne : 1,5 cm	Essence : noisetier		
	Quartier de rondin	Chêne	6							
	Quartier de rondin	Chêne	6							
	Quartier de rondin	Chêne	5,5							
Mur ouest	Quartier de rondin	Chêne	7,5				Moyenne : 1,5 cm	Essences : noisetier ; seringua ; érable champêtre ; frêne		
	Quartier de rondin	Chêne	5							
	Quartier de rondin	Chêne	4							
	Quartier de rondin	Chêne	6							
	Quartier de rondin	Chêne	9							
	Demi-rondin	Chêne	6							
Demi-rondin	Chêne	7								

Fig. A-023 - Tableau des pièces de bois utilisées pour la construction des quatre murs du bâtiment expérimental.

N° d'inventaire	Nature	Contexte d'origine	Contexte de découverte	Nord	Est	Altitude
A-001	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, angle sud-ouest	1,82	1,97	41,27
A-002	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, entre O-010 et O-012	1,08	1,66	41,27
A-003	Amas de charbon et de pailles brûlées	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, le long du mur ouest, mêlé au A-016 au sud, de O-010	1,48	2,14	41,26
O-004	Pièce de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, angle nord-ouest	0,86	2,04	41,33
A-005	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, à l'est de O-004 et au nord de A-002	0,78	1,73	41,29
A-006	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, dans la partie nord-est du bâtiment	0,64	1,19	41,29
A-007	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Dans l'amas de terre à bâtir le long du centre du mur est	1,06	0,75	41,31
A-008	Amas de charbon	Combustible ajouté dans le bâtiment	Au sol, le long au centre du mur sud	1,84	1,24	41,27
A-009	Amas de graines et restes de sac en toile de jute	Sac en toile de jute rempli de graines posé au sol dans le coin sud-est	Au sol dans l'angle sud-est	1,60	0,86	41,29-41,40
A-010	Amas de graines et restes de sac en toile de jute	Sac en toile de jute rempli de graines suspendu à un chevron le long du mur ouest	Au sol le long du mur ouest, au centre	1,20	1,92	41,27-41,31
A-011	Amas de graines et restes de sac en toile de jute	Sac en toile de jute rempli de graines suspendu à la panne faitière le long du poteau faitier nord	Au sol le long du mur nord, au centre	0,52	1,5	41,31-41,37
O-012	Reste de sac en toile de jute	Equivalent à A-011 (ou A-010 ?)	au sol, au centre du bâtiment	0,96	1,32	41,29-41,36
O-013	Pot en céramique	Posée au sol, près du mur est et non loin au nord-est de A-009	Au sol	1,32	0,72	41,38-41,27
O-014	Demi-sistre cuit	Posé au sol le long du mur sud, près de O-015	Même contexte que celui d'origine	1,80	1,49	41,29
O-015	Sistre et disque argile crue	Posé au sol le long du mur sud, près de O-014	Même contexte que celui d'origine	1,80	1,60	41,29
O-016	Sistre cuit	Suspendu à la sablière haute du mur ouest, près du O-010	Au sol, le long du mur ouest, mêlé à l'amas de charbon et restes de paille brûlée A-003, sous les restes du sac O-010	1,36	2,10	41,29
O-017	Demi-sistre cuit	Accroché dans une fissure du mur nord, partie est	Même contexte que celui d'origine	0,38	1,20	42,1
A-018	Amas de fragments de terre à bâtir	Parement interne du mur est	Au sol le long du mur est, mêlé à la couche de cendre et charbon			41,34

Fig. A-024 - Tableau des artefacts retrouvés dans le bâtiment expérimental après l'incendie. Les données « nord » et « est » sont mesurées à partir des lignes R5-R3 (nord) et R4-R3 (est). Cf. **fig. 5-154**, p. 434 du volume texte.

Bibliographie

A__

- Alix 2001** : ALIX C. (2001) *Exploitation du bois par les populations néo-eskimo entre le nord de l'Alaska et le haut-arctique canadien*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 400 p. (en français)
- Aram-Stern et Dousougli-Zachos 2015** : ALRAM-STERN E., DOUSOUGLI-ZACHOS A. (dir.) (2015) *Die deutschen Ausgrabungen 1941 auf der Visviki-Magula/Velestino: die neolithischen Befunde und Funde*, Bonn, Dr. Rudolph Habelt GmbH, 578 p. (en allemand)
- Aram-Stern et al. 2017** : ALRAM-STERN E., SARRIS A., VOUZAXAKIS K., ALMATZI K., ARACHOVITI P., RONDIRI V., EFSTATHIOU D., STAMELOU E., CUENCA GARCIA C., KALAYCI T., SIMON F.-X., CANTORO G., DONATI J., MANATAKI M. (2017) Visviki Magoula Revisited: Comparing Past Excavations' Data to Recent Geophysical Research, in : SARRIS A., KALOGIROPOULOU E., KALAYCI T., KARIMALI L. (dir.), *Communities, landscapes, and interaction in Neolithic Greece: proceedings of the international conference, Rethymno 29-30 May, 2015*, Ann Arbor, International Monographs in Prehistory, p. 137-148. (en anglais)
- Ampère 1934** : AMPÈRE A.-M. (1934) *Essai sur la philosophie des sciences ou Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines*, Paris, Bachelier, 272 p. (en français)
- Anderson 1994** : ANDERSON P. C. (1994) Interpreting traces of Near Eastern Neolithic craft activities: an ancestor of the threshing sledge for processing domestic crops?, in : VAN GIJN A. L. (dir.), *Enigmatic Wear traces on Stone Implements: Evidence for Handicraft in Prehistory*, Wetteren, Helinium, p. 281-293. (en anglais)
- Anderson 1998** : ANDERSON P. C. (1998) The history of harvesting and threshing techniques for cereals in the prehistoric Near East, in : DAMANIA A. B., VALKOUN J., WILLCOX G., QUALSET C. O. (dir.), *The Origins of agriculture and crop domestication*, Alep, International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, p. 141-155. (en anglais)
- Anderson 2006** : ANDERSON P. C. (2006) Premiers tribulums, Premières tractions animales au Proche-orient vers 8000-7500 BP ?, in : PÉTREQUIN P., ARBOGAST R.-M., PÉTREQUIN A.-M., VAN WILLIGEN S., BAILLY M. (dir.), *Premiers chariots, premiers araires : la diffusion de la traction animale en Europe pendant les IV^e et II^e millénaires avant notre ère*, Paris, CNRS Éditions, p. 299-316. (en français)
- Anderson et Inizian 1994** : ANDERSON P. C., INIZIAN M.-L. (1994) Utilisation du tribulum au début du III^e millénaire : des lames « cananéennes » lustrées à Kutan (Ninive V) dans le région de Mossoul, Iraq, *Paléorient*, 20, p. 85-103. (en français)
- Anderson et al. 2004** : ANDERSON P. C., CHABOT J., VAN GIJN A. (2004) The Functional Riddle of « Glossy » Canaanese Blades and the Near Eastern threshing Sledge, *Journal of Mediterranean Archaeology*, 17 (1), p. 87-130. (en anglais)

- Andonova 2021** : ANDONOVA M. (2021) Ancient basketry on the inside: X-ray computed microtomography for the non-destructive assessment of small archaeological monocotyledonous fragments: examples from Southeast Europe, *Heritage Science*, 9 (158), p. 1-12. (en anglais)
DOI : [10.1186/s40494-021-00631-z](https://doi.org/10.1186/s40494-021-00631-z)
- Andreeva 2010** : ANDREEVA D. (2010) Proto-Karanovo III culture in Thrace: Karanovo I-III variant, *Studia Praehistorica*, 13, p. 41-96. (en anglais)
- Andreou et Kotsakis 1987** : ANDREOU S., KOTSAKIS K. (1987) Aspects of space in Central Macedonia: Patterns of Intra- and Intersettlement Organisation, *Amitos*, p. 57-88. (en grec)
- Andreou et al. 1996** : ANDREOU S., FOTIADIS M., KOTSAKIS K. (1996) Review of Aegean Prehistory V: the Neolithic and Bronze Age of Northern Greece, *American Journal of Archaeology*, 100, p. 537-597. (en anglais)
- Angelov 1958** : ANGELOV N. (1958) Selištna mogila pri s. Hotnica, *Studia in Honorem Acad. D. Dečev*, p. 390-403. (en bulgare)
- Angelov 1959** : ANGELOV N. (1959) Zlanoto sākrovište ot Hotnica, *Arhēologija*, 1, p. 38-46. (en bulgare)
- Angelov 1961** : ANGELOV N. (1961) Rabotilnica za ploski kosteni idoli v selištnata mogila pri s. Hotnica, Tārnovsko, *Arhēologija*, 3, p. 34-38. (en bulgare)
- Angelova 1986** : ANGELOVA I. (1986) Енеолитната селищна могила Търговище, *Интердисциплинарни изследвания*, 14, p. 33-43. (en bulgare)
- Angelova 1999** : ANGELOVA I. (1999) Селищна могила Омуртаг. Предварителни резултати от археологическите проучвания, in : KUMANOV M. (dir.), *Град Омуртаг и Омурташкият край. История и култура, том I. Varna*, Musée d'Histoire d'Omurtag, p. 65-73. (en bulgare)
- Anger et Fontaine 2009** : ANGER R., FONTAINE L. (2009) *Bâtir en terre. Du grain de sable à l'architecture*, Paris, Belin, 223 p. (en français)
- Arkéo Fabrik 2020** : Fibres naturelles & archerie néolithique (12 novembre 2020), *Arkéo Fabrik* [en ligne]. (en français)
URL : <http://www.arkeofabrik.com/2020/11/fibres-naturelles-archerie-neolithique.html>
- Ascher 1961** : ASCHER R. (1961) Experimental archaeology, *American Anthropologist*, 63 (4), p. 793-816 (en anglais)
- Aslanis 2010** : ASLANIS I. (2010) Η κατοίκηση στην Ελλάδα κατά την 5η και 4η χιλιετία π.Χ., in : ΠΑΠΑΔΙΜΗΤΡΙΟΥ Ν., ΤΣΙΡΤΣΟΝΙ Ζ. (dir.), *Η Ελλάδα στο ευρύτερο πολιτισμικό πλαίσιο των Βαλκανίων κατά την 5η και 4η χιλιετία π.Χ.*, Athènes, Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης/Ίδρυμα Ν.Π. Γουλανδρή, p. 39-53. (en grec)
- Astruc 2014** : ASTRUC L. (2010) Des outils simples ou rudimentaires aux pratiques sociales : étude d'un cas à Chypre au Néolithique pré-céramique, *Artefact*, 2, p. 149-159. (en français)

- Aurenche 1977** : AURENCHÉ O. (1977) *Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien*, Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 1^{re} édition, 392 p. (en français)
- Aurenche 1981** : AURENCHÉ O. (1981) *La maison orientale. L'architecture du Proche-Orient Ancien des origines au milieu du quatrième millénaire*, Tome 1, Paris, P. Geuthner, 312 p. (en français)
- Aurenche 2003** : AURENCHÉ O. (2003) Propositions de terminologie pour les modalités de mise en œuvre de la terre comme matériau de construction, *in* : DE CHAZELLE C.-A., KLEIN A. (dir.), *Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue - 1. Actes de la table ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001*, Montpellier, Édition de l'Espérou, p. 279-282. (en français)
- Aurenche 2004** : AURENCHÉ O. (2004) *Dictionnaire illustré multilingue de l'architecture du Proche-Orient ancien*, Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 2^e édition, 388 p. (en français)

B

- Bacoup 2017** : BACOU P. (2017) *Les techniques liées au travail du bois de construction. Le monde égéen et son pourtour balkanique de 6500 à 4000 avant notre ère*, Vol. 1 et 2, Mémoire de Master 1, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 100 p. et 36 p. (en français)
- Bacoup 2018a** : BACOU P. (2018) Architectural and technique choices during the Early Bulgarian Chalcolithic: dwelling 15 at Petko Karavelovo (Polski Trümbesh municipality, Northern Bulgaria), *in* : СНОHADZHIEV A. (dir.), *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2017 г. ; Отчет*, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, p. 1-18. (en anglais)
- Bacoup 2018b** : BACOU P. (2018) *Le bois de construction : un témoin environnemental, technique et architectural des sociétés du passé. Un exemple régional en Bulgarie du Nord au Chalcolithique*, Vol. 1 et 2, Mémoire de Master 2, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, 75 p. et 64 p. (en français)
- Bacoup 2019** : BACOU P. (2019) Excavation report - First paleobotanical and architectural interpretations, *in* : СНОHADZHIEV A. (dir.), *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2018 г. ; Отчет*, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, p. 1-18. (en anglais)
- Bacoup 2020a** : BACOU P. (2020) Construire en terre et bois au Chalcolithique à Petko Karavelovo (Bulgarie), *in* : BOUCHÉ F., BOUZAGLOU L., PINTO A., SAUVAGEOT P. (dir.), *Artisanat et savoir-faire : archéologie des techniques*, Paris, Éditions de la Sorbonne [en ligne]. (en français)
URL : <http://books.openedition.org/psorbonne/78497>
- Bacoup 2020b** : BACOU P. (2020) Report about Architectural Remains at Petko Karavelovo. Excavations 2019, *in* : СНОHADZHIEV A. (dir.), *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2019 г. ; Отчет*, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, p. 1-12. (en anglais)

- Bacoup 2021a** : BACOU P. (2021) Construire en terre et en bois au 5^e millénaire avant notre ère dans le sud des Balkans. Création d'un référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée, *Bulletin de l'APER A*, 1, p. 93-111. (en français)
URL : <https://apera.hypotheses.org/555>
- Bacoup 2021b** : BACOU P. (2021) Architectural and anthracological report – excavations 2020, in : СНОНАДЗНІЕВ А. (dir.), *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2020 г. ; Отчет*, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, p. 1-10. (en anglais)
- Bacoup 2022** : BACOU P. (2022) L'architecture en terre crue du tell chalcolithique de Petko Karavelovo (Bulgarie du Nord) : des choix de construction à la société, in : DE CHAZELLE C.-A., LÉAL É., DEVILLERS P. (dir.), *5^{es} Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue : Actes de la table-ronde de Montpellier, du 23 au 25 octobre 2019*, Montpellier, Édition de l'Espérou, p. 37-59 (en français)
- Bacoup et Prévost-Dermarkar 2021** : BACOU P., PRÉVOST-DERMARKAR S. (2021) Climatic conditions and technical choices in Earthen Architecture: The example of Dikili Tash site at Late Neolithic (Eastern Macedonia, Northern Greece), in : DANEELS A., TORRES FREIXA M. (dir.), *UISPP XVIII^e world congress 2018 - SESSION IV-5 - Earthen Construction Technology*, Oxford, Archaeopress, p. 55-77. (en anglais)
- Bailey 1990** : BAILEY D. W. (1990) The Living House: Signifying Continuity, in : SAMSON R. (dir.), *The Social Archaeology of Houses*, Edimbourg, Presse Universitaire d'Edimbourg, p. 19-48. (en anglais)
- Bailey 1999** : BAILEY D. W. (1999) What is a tell ? Settlement in fifth millennium Bulgaria, in : BRÜCK J, GOODMAN M.) (dir.), *Making places in the prehistoric world: themes in settlement archaeology*, Londres, Taylor & Francis, p. 94-111. (en anglais)
- Bailey 2000** : BAILEY D. W. (2000) *Balkan Prehistory. Exclusion, incorporation and identity*, Londres, Routledge, 350 p. (en anglais)
- Balabina et Mishina 2011** : BALABINA V., MISHINA T. (2011) Considering the destruction of the latest Eneolithic village at Tell Yunatsite,, in : BOYADZHIEV Y., TERZIUSKA-IGNATOVA S. (dir.), *The golden fifth millennium. Thrace and its neighbour areas in the Chalcolithic, Proceedings of the international symposium in Pazardzhik, Yundola, 26-30.10.2009*, Sofia, National Institute of Archeology with Museum, p. 39-47. (en anglais)
- Bankoff et Winter 1979** : BANKOFF H.A., WINTER F.A. (1979) A House-Burning in Serbia: What do burned remains tell an archaeologist? *Archaeology*, 32 (5), p. 8-14. (en anglais)
- Baranov 2004** : BARANOV D. A. (dir.) (2004) *Русская изба. Иллюстрированная энциклопедия. Внутреннее пространство избы мебель и убранство избы домашняя и хозяйственная утварь*, Saint-Pétersbourg, Санкт-Петербург « Искусство-СПБ », 374 p. (en russe)
- Barbé 2020** : BARBÉ R. (2020) Projet expérimental « Arcs Oise ». Archéologie expérimentale sur les processus de fabrication d'arcs néolithiques, *ArchéOrient - Le Blog* [en ligne]. (en français)
URL : <https://archeorient.hypotheses.org/15225>

- Barkai 2011** : BARKAI R. (2011) The evolution of Neolithic and Chalcolithic woodworking tools and the intensification of human production: axes, adzes and chisels from the Southern Levant, *in* : DAVIS V., EDMONDS M. R. (dir.), *Stone Axe Studies III*, Oxford, Oxbow books, p. 39-54. (en anglais)
- Baxter 2000** : BAXTER W. J. (2000) La culture du chanvre industriel, *Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario* [fiche technique en ligne], 153 (20). (en français)
URL : <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/00-068.htm>
- BCH 1920** : Chronique des fouilles et découvertes archéologiques dans l'Orient hellénique (Novembre 1919-Novembre 1920), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 44, p. 407. (en français)
- BCH 1921** : Chronique des fouilles et découvertes archéologiques dans l'Orient hellénique (novembre 1920 - novembre 1921), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 45, p. 543-544. (en français)
- BCH 1922** : Chronique des fouilles et découvertes archéologiques dans l'Orient hellénique (novembre 1921 - novembre 1922), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 46, p. 527-528. (en français)
- de Beaune 2011** : DE BEAUNE S. A. (2011) I – L'émergence des capacités cognitives chez l'homme. 3.– Le processus de l'invention : approche cognitive, *in* : TREUIL R. (dir.), *L'archéologie cognitive*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 75-90. (en français)
- de Beaune 2014** : DE BEAUNE S. A. (2014) Appréhender les outils simples en contexte préhistorique, *Artefact*, 2, p. 137-148. (en français)
- Beauvais 2003** : BEAUVAIS M. (2003) Notre Histoire commune. Bois et civilisation, *in* : GOFFI B. (dir.), *Le bois et l'Homme*, Paris, Nathan, p. 10-17. (en français)
- Becker 2016** : BECKER V. (2016) The go(o)d of small things: house abandonment and deliberate house-burning in Chalcolithic Thrace, *in* : BACVAROV K., GLESER R. (dir.), *In Southeast Europe and Anatolia in prehistory: essays in honor of Vassil Nikolov on his 65th anniversary*, Bonn, Verlag Rudolf Habelt, p. 289-304. (en anglais)
- Bernard 2000** : BERNARD V. (2000) Étude dendro-archéologique de 16 cuvelages de puits monoxydes, « Fontaines Salées », St Père-s/s-Vézelay (Yonne), *in* : PÉTREQUIN P., WELLER O. (dir.), *Prospection thématique : les sources salées de Bourgogne : une exploitation du sel du Néolithique à l'Age du Fer*, Besançon, Laboratoire de chronologie (Rapport), p. 83-123. (en français)
- Berthoz 2003** : BERTHOZ A. (2003) *La décision*, Paris, Odile Jacob, 350 p. (en français)
- Billamboz 1982** : BILLAMBOZ A. (1982) Le site, fouille et stratigraphie, *in* : BILLAMBOZ A., BROCHIER J.-L., CHAIX L., EGGER H., JOOS M., LEMEILLE E., LIESE-KLEIBER H., MONNEY C., OLIVE P., ORCEL C., SCHIFFERDECKER F. (dir.), *La station littorale d'Auvernier-Port : cadre et évolution*, Lausanne, Bibliothèque historique vaudoise, p. 11-42. (en français)

- Billamboz 1985** : BILLAMBOZ A. (1985) Erste archäodendrologische Untersuchungen in Pfahlfeld von Hornstaad-Hörnle 1 am Westlichen Bodensee, *in* : BECKER B. *et al.* (dir.) *Berichte zu Ufer- und Moorsiedlungen Südwestdeutschlands 2, Materialhefte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg*, 7, p. 127-147. (en allemand)
- Billamboz 2011** : BILLAMBOZ A. (2011) Applying dendre-typology to large timber series, *in* : FRAITURE P. (dir.), *Tree Rings, Art, Archaeology. Proceedings of an international Conference, Brussels, Royal Institute for Cultural Heritage, 10-12 February 2010*, Bruxelles, Royal Institute for Cultural Heritage, p. 177-188. (en anglais)
- Billamboz 2014a** : BILLAMBOZ A. (2014) Timber from Old and Young Trees: Dendrotypology as the Backbone of the Dendroarchaeological Investigations of Prehistoric Fish Traps and Pile Dwellings in South-West Germany, *Journal of Wetland Archaeology*, 14, p. 48-57. (en anglais)
- Billamboz 2014b** : BILLAMBOZ A. (2014) Regional patterns of settlement and woodland developments: Dendroarchaeology in the Neolithic pile-dwellings on Lake Constance (Germany), *The Holocene*, p. 1-10. (en anglais)
- Billard et al. 1997** : BILLARD M., ERNST T., JOLY F., PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P. (1997) Les poteaux et les fondations des constructions, *in* : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura), III. Chalain station 3, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 237-258. (en français)
- Binford 1977** : BINFORD L. (1977) Forty-seven trips: A case study in the character of archaeological formation process, *in* : WRIGHT R. V. S. (dir.), *Stone tools as cultural markers*, Canberra, Australian Institute of Aboriginal Studies, p. 24-36. (en anglais)
- Bleicher et Harb 2015** : BLEICHER N., HARB C. (dir.) (2015) *Zürich-Parkhaus Opéra: eine neolithische Feuchtbodenfundstelle, Band 1: Befunde, Schichten und Dendroarchäologie*, Dübendorf, Baudirektion Kanton Zürich, Amt für Raumentwicklung, Kantonsarchäologie und Amt für Städtebau Zürich, Unterwasserarchäologie/Labor für Dendrochronologie, 270 p. (en allemand)
- Boas 1911** : BOAS F. (1911) *The Mind of Primitive Man: A Course of Lectures Delivered Before the Lowell Institute, Boston, Mass., and the National University of Mexico, 1910-1911*, New York City, Macmillan, 294 p. (en anglais)
- Bocquet 2010** : BOCQUET A. (2010) *Les villages néolithiques de Charavines, Isère. Volume 5 : Le Bois et son Travail*, Montmélian, Fontaine de Siloé, 60 p. (en français)
- Boleti 2017** : BOLETI A. (2017) *L'émeri : modalités d'exploitation dans le monde égéen protohistorique et antique*, Paris, Publication de la Sorbonne, 256 p. (en français).
- Bonnaire 2011** : BONNAIRE E. (2011) Les empreintes végétales dans la terre à bâtir. Identification des céréales utilisées comme dégraissant, *in* : DE CHAZZELLES C.-A., DARLES C., GUILLAUD H., KLEIN A., POUSTHOMIS N. (dir.), *Les cultures constructives de la brique crue. Archéologie, architecture, histoire, ethnographie, lexicographie, sciences des matériaux. 3e échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue. Actes du colloque international des 16 et 17 mai 2008, Université de Toulouse 2 - Le Mirail, Montpellier, Éditions de l'Espérou*, p. 473-476. (en français).

- Bonnaire et Tengberg 2011** : BONNAIRE E., TENGBERG M. (2007) Eléments pour l'identification des empreintes végétales dans la terre à bâtir, *Cahier des Thèmes transversaux, ArScAn*, VII (2005-2006), p. 80-85. (en français)
- Borzeix et Lacoste 1996** : BORZEIX A., LACOSTE M. (1996) Apprentissage et pratiques langagières : perspectives sociolinguistiques, in : CHEVALLIER D. (dir.), *Savoir faire et pouvoir transmettre : Transmission et apprentissage des savoir-faire et des techniques* [en ligne], Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme. (en français)
DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmssh.3829>
- Bosch et al. 2000** : BOSCH, A., CHINCHILLA J., TARRÚS J. (2000) *El Poblat lacustre neolític de La Draga: excavacions de 1990 a 1998*, Girona, Generalitat de Catalunya, 296 p. (en espagnol)
- Bostyn et al. 2007** : BOSTYN F., GILIGNY F., LO CARMINE A. (2007) Creusement expérimental d'un puits d'extraction de silex sur la minière de Flins-sur-Seine (Yvelines), *Archaeologia Mosellana*, 7, p. 371-381. (en français)
- Bostyn et Lanchon 1992** : BOSTYN F., LANCHON Y. (dir.)(1992) *Jablins, le Haut Château (Seine-et-Marne) : une minière au Néolithique*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, 246 p. (en français)
- Bottema 1982** : BOTTEMA S. (1982) Palynological investigations in Greece with special reference to pollen as an indicator of human activity, *Palaeohistoria*, 24, p. 257-289. (en anglais)
- Bottema 1994** : BOTTEMA S. (1994) The Prehistoric Environment of Greece: A Review of the Palynological Record, in : KARDULIAS P. (dir.), *Beyond the Site. Regional studies in the Aegean Area*, Lanham, University Press of America, p. 45-68. (en anglais)
- Bottema et al. 1990** : BOTTEMA S., ENTJES-NIEBORG G., VAN ZEIST W. (1990) *Man's role in the shaping of Eastern Mediterranean Landscape*, Rotterdam, A.A. Balkema, 349 p. (en anglais)
- Boucherat 2009** : BOUCHERAT T. (2009) Threads, ropes and technical approaches and tools during the Upper Palaeolithic and Mesolithic, *Bulletin of Primitive Technology*, 38, p. 77-84. (en anglais)
- Boucherat 2013** : BOUCHERAT T. (2013) Démonstration : Approche technologique pour un usage de valves de moules crantées et de bâtons percées au Paléolithique supérieur et au Mésolithique dans la réalisation de fils et de cordes d'origine végétale, in : ANDERSON P. C., CHEVAL C., DURAND A. (dir.), *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant-working tools. XXXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, Éditions APDCA, p. 415-421. (en français)
- Boyadzhiev 1995** : BOYADZHIEV Y. (1995) Chronology of Prehistoric Cultures in Bulgaria, in : BAILEY D. W., PANAYOTOV I. (dir.), *Prehistoric Bulgaria*, Madison, Prehistory Press, p. 149-191. (en anglais)
- Boyadzhiev 2014** : BOYADZHIEV K. (2014) *Weapons from the Chalcolithic period in Bulgaria*, Sofia, Académie bulgare des sciences - NAIM, 179 p. (en bulgare)

- Boyadzhiev 2016** : BOYADZHIEV K. (2016) Battle axes in Chalcolithic cemeteries from northeastern Bulgaria and the western Black Sea Coast, *in* : NIKOLOV V., SCHIER W. (dir.), *Der Schwarzmeerraum vom Neolithikum bis die Früheisenzeit (6000–600 V. Chr.). Kulturelle Interferenzen in der Zirkumpontischen Zone und Kontakte mit ihren Nachbargebieten*, Rahden, Marie Leidorf, p. 193-203. (en anglais)
- Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016a** : BOYADZHIEV Y., BOYADZHIEV K. (2016) The Late Chalcolithic site of Orlitsa, *in* : TSIRTSONI Z. (dir.), *The human face of radiocarbon: reassessing chronology in prehistoric Greece and Bulgaria, 5000-3000 cal BC*, Lyon, Maison de l’Orient et de la Méditerranée, p. 209-229. (en anglais)
- Boyadzhiev et Boyadzhiev 2016b** : BOYADZHIEV Y., BOYADZHIEV K. (2016) Investigation at the Chalcolithic settlement at Varhari, *in* : TSIRTSONI Z. (dir.), *The human face of radiocarbon: reassessing chronology in prehistoric Greece and Bulgaria, 5000-3000 cal BC*, Lyon, Maison de l’Orient et de la Méditerranée, p. 231-248. (en anglais)
- Branigan 1974** : BRANIGAN (1974) *Aegean metalwork of the Early and Middle Bronze Age*, Oxford, Oxford University Press, 146 p. (en anglais)
- Bril 1984/2010** : BRIL B. (1984) Description du geste technique : quelles méthodes ?, *Techniques et culture*, 3, p. 81-96. (en français)
 Republié dans la même revue en 2010 : *Techniques & Culture* [en ligne], 54-55.
 URL : <http://journals.openedition.org/tc/5001>
 DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.5001>
- Bril 1996a** : BRIL B. (1996) Apprentissage et culture, *in* : CHEVALLIER D. (dir.), *Savoir faire et pouvoir transmettre : Transmission et apprentissage des savoir-faire et des techniques* [en ligne], Paris, Éditions de la Maison des sciences de l’Homme. (en français)
 URL : <http://books.openedition.org/editionsmsmh/3827>
 DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmsmh.3827>
- Bril 1996b** : BRIL B. (1996) Les gestes de percussion : analyse d’un mouvement technique, *in* : CHEVALLIER D. (dir.), *Savoir faire et pouvoir transmettre : Transmission et apprentissage des savoir-faire et des techniques* [en ligne], Paris, Éditions de la Maison des sciences de l’Homme. (en français)
 URL : <http://books.openedition.org/editionsmsmh/3836>
 DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmsmh.3836>
- Burkhalter et Philippa-Touchais 2003** : BURKHALTER F., PHILIPPA-TOUCHAIS A. (2003) Paliambéla Kolindrou, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 127 (2), p. 910-912. (en français)
 URL : https://www.persee.fr/doc/bch_0007-4217_2003_num_127_2_9617

C__

- Campredon 1963** : CAMPREDON J. (1963), *Le bois*, Paris, Presses universitaires de France, 128 p. (en français)
- Carneiro 1979** : CARNEIRO R. L. (1979) Forest Clearance Among the Yanomamo: Observations and Implications, *Antropologica*, 52, p. 39-76. (en anglais)

- Caspar et al. 2003** : CASPAR J.-P., MASSON B., VALLIN L. (2003) Poli de bois ou poli de glace au Paléolithique inférieur et moyen ? Problèmes de convergence taphonomique et fonctionnelle, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 100 (3), p. 453-462. (en français)
- Cauvin 1978** : CAUVIN J. (1978) *Les premiers villages de Syrie-Palestine du IXe au VIIIe millénaire avant Jésus-Christ*, Lyon, Travaux de la Maison de l'Orient, 142 p. (en français)
- Cavulli et Gheorghiu 2008** : CAVULLI F., GHEORGHIU D. (2008) Looking for a methodology burning wattle and daub housing structures – A preliminary report on an archaeological experiment, *Journal of Experimental Pyrotechnologies*, 1, p. 37-43. (en anglais)
- de Ceukelaire 2013** : DE CEUKELAIRE E. (dir.)(2013) *Les assemblages bois*, Bruxelles, Fonds de Formation professionnelle de la Construction; Centre de Formation Bois, 106 p. (en français)
- Chapman 1999** : CHAPMAN J. (1999) Deliberate house-burning in the prehistory of central and eastern Europe, in : NORDBLADH J., GUSTAFSSON A., KARLSSON H. (dir.), *Glyfer och arkeologiska rum : En vänbok till Jarl Nordbladh*, Göteborg, University of Göteborg Press, p. 113-116. (en anglais)
- Chapman 2008** : CHAPMAN J. (2008) Meet the ancestors: settlement histories in the Neolithic, in : BAILEY D. W., WHITTLE A., HOFMANN D. (dir.), *Living Well Together? Settlement and Materiality in the Neolithic of South-East and Central Europe*, Oxford, Oxbow Books, p. 68-80. (en anglais)
- Charrié-Duhaut et al. 2020** : CHARRIÉ-DUHAUT A., MÉDARD F., PROUST C., BARRAND-EMAM H. (2020) Les restes organiques minéralisés : un nouveau champ d'investigation en contexte funéraire. Exemple de la nécropole de Merxheim « Obere Reben » (Haut-Rhin), in : CARPENTIER C., ARBOGAST R.-M., KUCHLER P. (dir.), *Bioarchéologie : minimums méthodologiques, référentiels communs et nouvelles approches : actes du 4^e séminaire scientifique et technique de l'Inrap, 28-29 nov. 2019, Sélestat* [en ligne], Paris, Carnet de l'Inrap. (en français)
URL : <https://doi.org/10.34692/ftgfzd86>
- Chatzitoulousis 2008a** : CHATZITOULOUSIS S. (2008) Τα υδατοκορεσμένα ξύλα από το Νεολιθικό λιμναίο οικισμό στο Δισπηλιό Καστοριάς, *Εγνατία*, 12, p. 65-85. (en grec)
- Chatzitoulousis 2008b** : CHATZITOULOUSIS S. (2008) Η τεχνολογία του ξύλου στο Νεολιθικό λιμναίο του Δισπηλιού Καστοριάς, *Ανάσκαμμα*, 1, p. 93-123. (en grec)
- Chatzitoulousis 2010** : CHATZITOULOUSIS S. (2010) ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Η αρχιτεκτονική, in : STEFANI E. (dir.), *Αγγελοχωρι Ημαθίας ικισμος Της Υστερης Εποχης Του Χαλκου. Τομος I*, Thessalonique, Kyriakides Publishing House, p. 91-122. (en grec)
- Chauvière et Joye 2014** : CHAUVIÈRE F.-X., JOYE C. (2014) Définir un outil simple : notion universelle ou contextuelle ?, *Artefact*, 2, p. 161-172. (en français)
- de Chazelles 2003** : DE CHAZELLES C.-A. (2003) Témoignages croisés sur les constructions antiques en terre crue : textes latins et données archéologiques, *Techniques & Culture*, 41, p. 1-27. (en français)
DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.55>

- de Chazelles et al. 2011** : DE CHAZELLES C.-A., KLEIN A., POUSTHOMIS N. (dir.)(2011) *Les cultures constructives de la brique crue. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue - 3. Actes du colloque international de Toulouse, 16 et 17 mai 2008*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, 512 p. (en français)
- de Chazelles et Klein 2003** : DE CHAZELLES C.-A., KLEIN A. (dir.)(2003) *Terre modelée, découpée ou coffrée : matériaux et modes de mise en œuvre. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue - 1. Actes de la table-ronde de Montpellier, 17-18 novembre 2001*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, 426 p. (en français)
- de Chazelles et al. 2018** : DE CHAZELLES C.-A., LEAL É., KLEIN A. (dir.)(2018) *Construction en terre crue : torchis, techniques de garnissage et de finition, architecture et mobilier. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue - 4. Actes de la table ronde internationale de Lattes, 23-25 novembre 2016*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, 545 p. (en français)
- Chernakov 2018** : CHERNAKOV D. (2018) A New-Found Hoard of Chalcolithic Heavy Copper Tools from Northeastern Bulgaria, *Archaeologia Bulgarica*, XXII (2), p. 1-13. (en anglais)
- Chevallier 1996** : CHEVALLIER D. (1996)(dir.), *Savoir faire et pouvoir transmettre : Transmission et apprentissage des savoir-faire et des techniques* [en ligne], Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme. (en français)
URL : <http://books.openedition.org/editionsmsmh/3818>
DOI : [10.4000/books.editionsmsmh.3818](https://doi.org/10.4000/books.editionsmsmh.3818)
- Chohadzhiev 2009** : СНОHAДЗНIEВ A. (2009) The Hotnitsa tell - 50 years later. Eight years of new excavations – Some results and perspectives, in : DRAȘOVEAN F., СIOBOTARU D. L., MADDISON M., (dir.), *Ten years after: the Neolithic of the Balkans as uncovered by the last decade of research*, Timișoara, Editura Marineasa, p. 67-84. (en anglais)
- Chohadzhiev 2010** : СНОHAДЗНIEВ A. (2010) Археологически Разкопки На Селищната Могила При С. Петко Каравелово, Община Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2009 г.*, p. 76-79. (en bulgare)
- Chohadzhiev 2011** : СНОHAДЗНIEВ A. (2011) Археологически Разкопки На Селищната Могила При С. Петко Каравелово, Община Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2010 г.*, p. 84-87. (en bulgare)
- Chohadzhiev 2012** : СНОHAДЗНIEВ A. (2012) Археологически Проучвания На Селищната Могила При С. Петко Каравелово, Община Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2011 г.*, p. 76-78. (en bulgare)
- Chohadzhiev 2013a** : СНОHAДЗНIEВ A. (2013) Археологически Разкопки На Селищната Могила При С. Петко Каравелово, Община Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2012 г.*, p. 72-74. (en bulgare)
- Chohadzhiev 2013b** : СНОHAДЗНIEВ A. (2013) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2012 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne*, Veliko Tarnovo, 12 p (en bulgare)
- Chohadzhiev 2015** : СНОHAДЗНIEВ A. (2015) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2014 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne*, Veliko Tarnovo, 7 p. (en bulgare)

- Chohadzhiev 2016** : СНОHAДZHIEV A. (2016) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2015 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, 8 p. (en bulgare)*
- Chohadzhiev 2017** : СНОHAДZHIEV A. (2017) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2016 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, 8 p. (en bulgare)*
- Chohadzhiev 2018** : СНОHAДZHIEV A. (2018) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2017 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, 9 p. (en bulgare)*
- Chohadzhiev 2020** : СНОHAДZHIEV A. (2020) *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2019 г. ; Отчет, Rapport de fouilles interne, Veliko Tarnovo, 7 p. (en bulgare)*
- Chohadzhiev 2021** : СНОHAДZHIEV A. (2021) To rise a tell and raise it well. Some Odd Regularities of the Early Chalcolithic Construction Techniques and the Building Strategies in Tell Petko Karavelovo, *Studia Praehistorica*, 15, p. 149-179. (en anglais)
- Chohadzhiev et Atanassova 2019** : СНОHAДZHIEV A., ATANASSOVA N. (2019) Необичаен Групов Гроб От Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово. Предварителни Резултати, *Proceedings of the Regional Museum of History – Veliko Tarnovo, XXXIV/2019*, p. 9-57. (en bulgare)
- Chohadzhiev et Chohadzhiev 2005** : СНОHAДZHIEV S., СНОHAДZHIEV A. (2005) Some results of the investigations of Hotnitsa tell in 2001, *in* : NIKOLOVA L., FRITZ J., HIGGINS J. (dir.), *Prehistoric Archaeology & Anthropology Theory and Education*, Salt Lake City & Karlovo, Reports of Prehistoric Research Projects, p. 9-12. (en anglais)
- Chohadzhiev et Chohadzhiev 2017** : СНОHAДZHIEV S., СНОHAДZHIEV A. (2017) Tell archéologique de Hotnitsa, *Archaeological Discoveries and Excavation in 2016*, p. 94-96. (en bulgare)
- Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître** : СНОHAДZHIEV S., СНОHAДZHIEV A. (à paraître), *The Chalcolithic Hotnitsa tell-site. Excavations 1956-1959*, Manuscrit de monographie inédit en cours de rédaction. (en anglais)
- Chohadzhiev et Gurova 2016** : СНОHAДZHIEV A., GUROVA M. (2016) Разкопки На Селищната Могила При С. Петко Кара Велово, Общ. Полски Тръмбеш През 2015 г., *Археологически Открития И Разкопки през 2015 г.*, p. 109-110. (en bulgare)
- Chohadzhiev et Yordanova 2014** : СНОHAДZHIEV A., YORDANOVA R. (2014) Модел на двуетажна постройка от Хотница. Реконструкция, анализ и интерпретация, *in* : PETROVA V., TANEVA S., BOYADZHIEV K. (dir.), *Annual of the National Archaeological Museum. In memoriam Lilyana Pernicheva-Perets*, 12, p. 183-197. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2004** : СНОHAДZHIEV S., СНОHAДZHIEV A., LESHTAKOV P. (2004) Спасителни Археологически Проучвания На Селищната Могила В М. Средник Край С. Петко Каравелово, Великотърновска Област, *Археологически Открития И Разкопки през 2003 г.*, p. 28-30. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2005** : СНОHAДZHIEV S., СНОHAДZHIEV A., LESHTAKOV P. (2005) Спасителни Археологически Проучвания На Селищната Могила В М. Средник Край Петко Каравелово, Великотърновско, *Археологически Открития И Разкопки през 2004 г.*, p. 53-54. (en bulgare)

- Chohadzhiev et al. 2014a** : СНОHADZHIEV A., АТАNASOV A., KARASTOYANOVA N. (2014) Археологически Разкопки На Селищна Могила При С. Петко Каравелово, Общ Ина Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2013 г.*, p. 83-84. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2014b** : СНОHADZHIEV S., СНОHADZHIEV A., АТАNASOV A., GUROVA M. (2014) Археологически проучвания на селищната могила при с. Хотница, общ ина Велико Търново, *Археологически Открития И Разкопки през 2013 г.*, p. 84-86. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2015** : СНОHADZHIEV A., АТАNASOV A., GUROVA M., KARASTOYANOVA N. (2015) Археологически Разкопки На Селищна Могила При С. Петко Каравелово, Общ Ина Полски Тръмбеш, *Археологически Открития И Разкопки през 2014 г.*, p. 82-84. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2017** : СНОHADZHIEV A., GUROVA M., FERLAND L. (2017) Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово, *Археологически Открития И Разкопки през 2016 г.*, p. 90-93. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2018a** : СНОHADZHIEV A., МИТОВ К., ЯНАКИЕВА А., FERLAND L., ВАСОУП Р., БОЯНОВ Р., GUROVA M. (2018) Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово, *Археологически Открития И Разкопки през 2017 г.*, p. 40-44. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2018b** : СНОHADZHIEV S., СНОHADZHIEV A., ВАСОУП Р. (2018) Tell chalcolithique de Hotnitsa, *Archaeological Discoveries and Excavation in 2017*, p. 44-48. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2019** : СНОHADZHIEV A., МИТОВ К., ЯНАКИЕВА А., ВАСОУП Р., БОЯНОВ Р., АТАNASOVA N., GUROVA M. (2019) Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово, *Археологически Открития И Разкопки през 2018 г.*, p. 46-49. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2020a** : СНОHADZHIEV A., МИТОВ К., ЯНАКИЕВА А., ВАСОУП Р., БОЯНОВ Р., GUROVA M., KARASTOYANOVA N. (2020) Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово, *Археологически Открития И Разкопки през 2019 г.*, p. 302-306. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2020b** : СНОHADZHIEV A., ПЕТРАКИЕВ I., GUROVA M., KARASTOYANOVA N. (2020) Archaeological Site from The Chalcolithic, Bronze And Iron Ages Near Gortalovo Village, Pleven Region, *Археологически Открития И Разкопки през 2019 г.*, p. 520-526. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2021a** : СНОHADZHIEV A., МИТОВ К., ЯНАКИЕВА А., ВАСОУП Р., БОЯНОВ Р., GUROVA M. (2021) Халколитната Селищна Могила При С. Петко Каравелово, *Археологически Открития И Разкопки през 2020 г.*, p. 272-277. (en bulgare)
- Chohadzhiev et al. 2021b** : СНОHADZHIEV S., АТАNASOV A., VELEV M., GUADELLI A. (2021) Редовно археологическо проучване на халколитна селищна могила нуриюк в м. Чанаджик с. Сушина, обл. Шумен, *Археологически Открития И Разкопки през 2020 г.*, p. 288-290. (en bulgare)

- Choulot et al. 1997** : CHOULOT S., ERNST T., JOLY F., MARÉCHAL D., MONIER J.-L., PÉTREQUIN P., WELLER O. (1997) L'abattage et le façonnage des bois d'œuvre, *in* : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). Tome III : Chalain station III, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 187-210. (en français)
- Chourmouziadis 2002** : CHOURMOUZIAS G. H. (dir.) (2002) *Δισπηλιό. 7500 χρόνια μετά*, Thessalonique, University Studio Press, 352 p. (en grec)
- Christidou 1997** : CHRISTIDOU R. (1997) Chap. 10. Dimitra, Bone-Working, *in* : GRAMMENOS D. V. (dir.), *Νεολιθική Μακεδονία*, Athènes, Ministère de la Culture, p. 128-193. (en anglais)
- Christopoulou 2000** : CHRISTOULOU A. (2000) The Ground stone tools of Theopetra Cave, Preliminary results of Charcoal analysis from Theopetra Cave, *in* : KYPARISSE-APOSTOLIKA N. (dir.), *Theopetra cave: twelve years of excavation and research 1987-1998. Proceedings of the International Conference, Trikala, 6-7 November 1998*, Athènes, Institut de Préhistoire égéenne, p. 293-305. (en grec)
- Chrysostomou et Giagkoulis 2018** : CHRYSOSTOMOU P.; GIAGKOULIS T. (2018) Εντός και εκτός ορίων: όψεις της χωροοργάνωσης στους προϊστορικούς οικισμούς Ανάργυροι IXα και Ανάργυροι XI στο Λεκανοπέδιο Αμυνταίου, *in* : KARAMITROU-MENTESIDOU G. (dir.), *Το Αρχαιολογικό Έργο στην Άνω Μακεδονία. Γ' Επιστημονική Συνάντηση, Νοέμβριος 2013. Τόμος Α'*, Aiani, Archaeological Museum, p. 207-228. (en grec)
- Chrysostomou et al. 2015** : CHRYSOSTOMOU P., GIAGKOULIS T., MÄDER A. (2015) The "Culture of Four Lakes". Prehistoric lakeside settlements (6th-2nd mil. BC) in the Amindeon Basin, Western Macedonia, Greece, *Archäologie der Schweiz*, 38 (3), p. 24-32. (en anglais)
- Cinq-Mars et Le Blanc 2008** : CINQ-MARS J., LE BLANC R. (2008) Sone adzes or antler wedges? An experimental study on prehistoric tree-felling in the Northwestern boreal region, *Alaska Journal of Anthropology*, 6 (1, 2), p. 93-107. (en anglais)
- Clair 2001** : CLAIR B. (2001) *Etude des propriétés mécaniques et du retrait au séchage du bois à l'échelle de la paroi cellulaire : essai de compréhension du comportement macroscopique paradoxal du bois de tension à couche gélatineuse*, Thèse de doctorat, Montpellier, ENGREF (AgroParisTech), 165 p. (en français)
- Clark 1945** : CLARK G. (1945) Farmers and Forests in Neolithic Europe, *Antiquity*, 19, p. 57-71. (en anglais)
- Clark 1952** : CLARK J. G. D. (1952) *Prehistoric Europe, The Economic Basis*, Londres, Methuen & Co. Ltd, p. 129-151. (en anglais)
- Cohen 1993** : COHEN M. E. (1993) *The Cultic Calendar of the ancient Near East*, Bethesda, Capital Decisions Ltd Press, 559 p. (en anglais)
- Coleman 1992** : COLEMAN J. E. (1992) Greece, the Aegean and Cyprus, *in* : EHRICH R. W. (dir.), *Chronologies in Old World Archaeology*, Vol. 1 et 2, Chicago et Londres, University of Chicago Press, p. 247-288 et p. 203-229. (en anglais)

- Coles 1973** : COLES J. M. (1973) *Archaeology by Experiment*, Londres, Hutchinson University Library, 182 p. (en anglais)
- Coles 1979a** : COLES J. M. (1979) *Experimental Archaeology*, Londres, Academic Press, 274 p. (en anglais)
- Coles 1979b** : COLES J. M. (1979) An Experiment with Stone Axes, in : CLOUGH T., CUMMINS W. (dir.), *Stone Axe Studies*, Londres, CBA Research Report n° 23, p. 106-107. (en anglais)
- Coles et Darrah 1977** : COLES J. M., DARRAH R. (1977) Experimental Investigations in Hurdle-Making, *Somerset Levels Papers*, 3, p. 32-38. (en anglais)
- Coles et Lawson 1987** : COLES J. M., LAWSON A. J. (dir.) (1987) *European wetlands in Prehistory*, Oxford, Clarendon Press, 299 p. (en anglais)
- Coles et Orme 1985** : COLES J. M., ORME B. J. (1985) Prehistoric Woodworking from the Somerset Levels: 1, Roundwood, *Somerset Levels Papers*, 11, p. 25-50. (en anglais)
- Connor et al. 2013** : CONNOR S. E., SHAWN A. ROSS S. A., SOBOTKOVA A., HERRIES A. I. R., MOONEY S. D., LONGFORD C., ILIEV I. (2013) Environmental conditions in the SE Balkans since the Last Glacial Maximum and their influence on the spread of agriculture into Europe, *Quaternary Science Reviews*, 68, p. 200-215. (en anglais)
- Cotiugă 2009** : COTIUGĂ V. (2009) Experimental Archaeology: the Burning of the Chalcolithic Dwellings, in : COTIUGĂ V., TENCARIU F.A., BODI G. (dir.), *Itinera in praehistoria. Studia in honorem magistri Nicolae Ursulescu quinto et sexagesimo anno*, Iași, Editura Universității "Al. I. Cuza", p. 303-342. (en anglais)
- Coutts 1977** : COUTTS P. J. F. (1977) Green Timber and Polynesian Adzes and Axes, in : WRIGHT R. V. S. (dir.), *Stone Tools as Cultural Markers: Change, Evolution and Complexity*, New Jersey, Humanities Press Inc., p. 67-82. (en anglais)
- Couvert 1981** : COUVERT M. (1981) Charbons des foyers préhistoriques, in: LAMBERT N. (dir.), *La grotte préhistorique de Kitsos (Attique). Missions 1968-1978. L'occupation néolithique. Les vestiges des temps paléolithiques, de l'antiquité et de l'histoire récente. Tome I et II.*, Paris, Association pour la Diffusion de la Pensée française - École française d'Athènes, p. 661-666. (en français)
- Curwen 1926** : CURWEN E.C. (1926) On the use of scapulae as shovels, *Sussex Archaeological Collections*, 67, p. 146-148. (en anglais)

D__

- Dandrau 1997** : DANDRAU A. (1997) *La construction en terre dans le monde égéen protohistorique : les matériaux et leurs propriétés*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne. (en français)
- Dangeard 1899** : DANGEARD P. (1899) Détermination de quelques-uns des bois trouvés dans la sépulture du Tossen-Maharit, *Bulletin de la Société d'Émulation des Côtes-du-Nord*, 37, p. 34-35. (en français)

- Darcque 1990:** DARCQUE P. (1990) Pour l'abandon du terme mégaron, *in* : DARCQUE P., TREUIL R. (dir.), *L'habitat égéen préhistorique, Actes de la table ronde d'Athènes, 23-27 juin 1987*, Athènes, Bulletin de Correspondance hellénique français (suppl. XIX), p. 21-31. (en français)
- Darcque 2005:** DARCQUE P. (2005) *L'habitat mycénien. Formes et fonctions de l'espace bâti en Grèce continentale à la fin du IIe millénaire avant J.-C.*, Athènes, Bibliothèque des écoles française d'Athènes et de Rome, 319, 404 p. (en français)
- Darcque 2013 :** DARCQUE P. (2013) Dikili Tash, un village néolithique dans le Nord de la Grèce, *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 157 (1), p. 51-73. (en français)
- Darcque et al. 2007 :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (2007), Recent Researches at the Neolithic Settlement of Dikili Tash, Eastern Macedonia, Greece: an Overview, *in* : TODOROVA H., STEFANOVICH M., IVANOV G. (dir.), *The Struma/Strymon River Valley in Prehistory. Proceedings of the International Symposium Strymon Praehistoricus, Kjustendil-Blagoevgrad (Bulgaria), Serres-Amphipolis (Greece), 27.09. - 01.10.2004*, Sofia, Gerda Henkel Stiftung, p. 247-256. (en anglais)
- Darcque et al. 2011 :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TSIRTSONI Z. (2011) Dikili Tash, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 135, p. 497-516. (en français)
- Darcque et al. 2013 :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TSIRTSONI Z. (2013) Ντικιλί Τας 2013. Η νεολιθική «οικία 1» και στρώμα μετάβασης στην πρώιμη εποχή του χαλκού, *AEMTh*, 27, p. 431-438. (en grec)
- Darcque et al. 2014 :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TSIRTSONI Z. (2014) Dikili Tash, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 138 (2), p. 602-611. (en français)
- Darcque et al. 2020a :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.) (2021) *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, 622 p. (en français)
- Darcque et al. 2020b :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (2021) Chapitre 1 – Les méthodes et les outils, *in* : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, p. 7-34. (en français)
- Darcque et al. 2020c :** DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (2021) Conclusions – Une nouvelle histoire de Dikili Tash, *in* : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, p. 611-622. (en français)

- Darcque et al. 2020d** : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D, TSIRTSONI Z, BACOU P., ILIOGLOU A. (2020) Dikili Tash - 2019 [notice archéologique], *Bulletin archéologique des Écoles françaises à l'étranger* [en ligne]. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/baefe/1822>
DOI : <https://doi.org/10.4000/baefe.1822>
- Darrah R. 2006a** : DARRAH R. (2006) Wood Technology, in : EVANS C., HODDER I. (dir.), *A Woodland Archaeology: Neolithic Sites at Haddenham*, Cambridge, Donald Institute for Archaeological Research, p. 118-127. (en anglais)
- Darrah R. 2006b** : DARRAH R. (2006) The Minsmere experiment: converting a large-diameter oak tree, in : EVANS C., HODDER I. (dir.), *A Woodland Archaeology: Neolithic Sites at Haddenham*, Cambridge, Donald Institute for Archaeological Research, p. 127-131. (en anglais)
- Daune-Le Brun 2001** : DAUNE-LE BRUN O. (2001) Les constructions du village néolithique de Khirokitia, Chypre. Reconstitution et expérimentation : premier bilan d'une expérience, in : BELARTE M. C., POU J., SANMARTI J. I., SANTACANA J. (dir.), *Tècniques constructives d'època ibèrica i experimentació arquitectònica a la Mediterrània. Actes de la I Reunió Internacional d'Arqueologia de Calafell (Calafell, 20, 21 i 22 de gener del 2000)*, Barcelone, Université de Barcelone, département de préhistoire, histoire antique et archéologie, p. 59-73. (en français)
- Daux 1962** : DAUX G. (1962), Chronique des fouilles 1961. Dikili Tach, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 86 (1962), p. 912-933. (en français)
- Debaine-Francfort et Idriss 2001** : DEBAINE-FRANCFORT C., IDRIS A. (dir.) (2001) *Keriya, mémoires d'un fleuve. Archéologie et civilisation des oasis du Taklamakan*, Paris, Éditions Findakly, 245 p. (en français)
- Delipavlov et al. 2003** : DELIPAVLOV D., CHESMEDZIEV I., РОПОВА М., ТЕРЗИСКИ Д., КОВАЧЕВ И. (2003) Определител на растенията в България, Presses de l'Université d'Agriculture, Plovdiv, 500 p. (en bulgare)
- Desloges 1986** : DESLOGES J. (1986) Fouille de mines à silex sur le site néolithique de Bretteville-Rabet (Calvados), in : *Actes du X^e colloque interrégional sur le Néolithique, Caen 30 sept.-23 oct. 1983*, Revue Archéologique de l'Ouest, p. 73-101. (en français)
- Detev 1960** : DETEV P. (1960) Essai d'établir une distinction entre les haches et les ciseaux, les herminettes, les houes et les socs de l'époque néolithique, *Annuaire du Musée National Archéologique de Plovdiv*, 4, p. 61-74. (en français)
- Dewulf 2007** : DEWULF M. (2007) *Le Torchis, mode d'emploi*, Paris, Eyrolles, 87 p. (en français)
- Dieumegard 2011** : DIEUMEGARD G. (2011) Dimensions cognitives et sociales dans l'étude de l'activité des élèves, *Éducation et didactique*, 5 (3), p. 33-60. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/educationdidactique/1103>
DOI : <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1103>
- Doussinault et al. 2018** : DOUSSINAULT V., LE PAPE A., POPOT S., *TORCHIS | Guide de bonnes pratiques*, ARESO et al. Guide de bonnes pratiques de la construction en terre crue édition du 13 décembre 2018 [en ligne], 51 p. (en français)
URL : https://arpenormandie.org/wp-content/uploads/2019/07/GBP_CTC_2018_web.pdf

Dubourd 2022 : Dubourg B. (2022) *Principe du séchage du bois de chauffage* [en ligne]. (en français).

URL : <https://www.bois-brazeco.com/espace-conseils/principe-sechage-bois-de-chauffage/>

Duhamel du Monceau 1758 : DUHAMEL DU MONCEAU H. L. (1758) *La physique des arbres*, 2 vol. Saint-Thomas-d'Aquin, H. L. Guerin et L. F Delatour, 306 p et 432 p. (en français)

E__

Eastes 2013 : EASTES R.-E. (2013) *Processus d'apprentissage, savoirs complexes et traitement de l'information : un modèle théorique à l'usage des praticiens, entre sciences cognitives, didactique et philosophie des sciences*, Thèse de doctorat en philosophie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Université de Genève, 322 p. (en français)

URL : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00904561>

Efstratiou 2007 : EFSTRATIOU N. (2007) Neolithic households in Greece: the contribution of ethnoarchaeology, in : WESTGATE R., FISHER N. R. E., WHITLEY J. (dir.), *Building communities: House, Settlement and Society in the Aegean and Beyond*, Londres, British School at Athens, p. 29-35. (en anglais)

Efstratiou et al. 1998 : EFSTRATIOU N., FUMANAL M. P., FERRER C., UREM KOTSOS D., CURCI A, TAGLIACOZZO A., STRATOULI G., VALAMOTI S., NTINOU M., BADAL E., MADELLA M., SKOURTOPOULOU K. (1998) Excavations at the Neolithic Settlement of Makri, Thrace, Greece (1988-1996). A Preliminary Report, *Saguntum*, 31, p. 11-62. (en anglais)

El Alaoui 2007 : EL ALAOUI N. (2007) Une presse à huile au Maroc, *Techniques & Culture*, 48-49, p. 189-218. (en français)

Elster 2003a : ELSTER E.S., (2003) Bone Tools and Other Artifacts, in : ELSTER E.S., RENFREW C. (dir.), *Prehistoric Sitagroi: excavations in Northeast Greece, 1968 - 1970. 2: The final report*, Los Angeles, University of California, p. 31-79. (en anglais)

Elster 2003b : ELSTER E.S., (2003) Grindstones, Polished Edge-Tools, and Other Stone Artifacts, in : ELSTER E.S., RENFREW C. (dir.), *Prehistoric Sitagroi: excavations in Northeast Greece, 1968 - 1970. 2: The final report*, Los Angeles, University of California, p. 175-227. (en anglais)

Evans 1897 : EVANS J. (1897) *The Ancient stone implements, weapons and ornaments, of Great Britain*, Londres, Longmans, Green and Co., 2^e édition, 670 p. (en anglais)

F__

Facorellis et al. 2014 : FACORELLIS Y., SOFRONIDOU M., HOURMOUZIADIS G. (2014) Radiocarbon Dating of the Neolithic Lakeside Settlement of Dispilio, Kastoria, Northern Greece, *Radiocarbon*, 56 (2), p. 511-528. (en anglais)

- Fassoulas et al. 2020** : FASSOULAS A., ROSSIE J.-P., PROCOPIOU H. (2020) Children, Play, and Learning Tasks: From North African Clay Toys to Neolithic Figurines, *Ethnoarchaeology* [en ligne].
URL : <https://doi.org/10.1080/19442890.2020.1734281>
- Faugères 2008** : FAUGÈRES L. (2008) Le domaine égéen, in : TREUIL R., DARQUE P., POURSAT J.-C., TOUCHAIS G. (dir.), *Les civilisations égéennes du Néolithique et de l'Âge de Bronze*, Paris, Presses universitaires de France, p. 1-12. (en français)
- Ferguson 2010** : FERGUSON J. R. (2010) *Designing Experimental Research in Archaeology: Examining Technology through Production and Use*, Denver, University Press of Colorado, 304 p. (en anglais)
- Ferland 2018** : FERLAND L. (2018) C2 South – enlargement of C2 trench toward the south. C2S, in : CHOHAZDZHEV A. (dir.), *Селищна могила Петко Каравелово. Разкопки 2017 г.*, rapport de fouilles, Veliko Tarnovo, p. 1-3. (en anglais)
- Flamman 2004** : FLAMMAN J.P. (2004) Two burnt-houses examined, *EuroREA, Journal of (Re) construction and Experiment in Archaeology*, 4, p. 93-102. (en anglais)
- FNB 2016a** : *La durabilité du bois : naturelle ou conférée*, Fédération nationale du bois, 4 p. (en français)
- FNB 2016b** : *Les classes d'emploi et la longévité des ouvrages bois*, Fédération nationale du bois, 4 p. (en français)
- FNB 2016c** : *Les propriétés des essences françaises*, Fédération nationale du bois, 2 p. (en français)
- Fouache et al. 2010** : FOUACHE É, DESRUELLES S., MAGNY M., BORDON A., OBERWEILER C., COUSSOT C., TOUCHAIS G., LERA P., LÉZINE A.-M., FADIN L., ROGER R. (2009) Palaeogeographical reconstructions of Lake Maliq (Korça Basin, Albania) between 14,000 BP and 2000 BP, *Journal of Archaeological Science*, 37 (3) p. 525-535. (en anglais)
DOI : [doi:10.1016/j.jas.2009.10.017](https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.10.017)
- French 1961** : FRENCH D. (1961) Late Chalcolithic Pottery in North-West Turkey and Aegeans, *AS*, 11, p. 99-141. (en anglais)
DOI : <https://doi.org/10.2307/3642458>
- G_**
- Garašanin et al. 1971** : GARAŠANIN M., VOISLAV S., DRAGICA S., BLAGOJAK. (1971) *Predistoriskite kulturi vo Makedonija*, Štip, Narodni Muzej Štip, 87 p. (en macédonien)
- Gardère 2014** : GARDÈRE J.-F. (2014) Plancher en bois, *Les 8 Conseils d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de Midi-Pyrénées*, p. 1-4. (en français)
- de Garsault 1767** : DE GARSULT F.-A. (1767) *Art du cordonnier*, Paris, Saillant & Nyon, Desaint, 51 p. (en français)

- Gaul 1948** : GAUL J. H. (1948) *The Neolithic Period in Bulgaria: Early Food-Producing Cultures of Eastern Europe*, American School of Prehistoric Research Bulletin 16, Cambridge, Harvard University, 252 p. (en anglais)
- Gaydarska et Chapman 2019** : GAYDARSKA B., CHAPMAN J. (2019) The timeline of burning an experimental 'Neolithic' house at Nebelivka, Ukraine, *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 9 (2), p. 61-90. (en anglais)
- Gentizon et Monnier 1997** : GENTIZON A.-L., MONNIER J.-L. (1997) Expérimentons en architecture. La reconstitution d'une maison sur pilotis du Néolithique moyen, in : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). Tome III : Chalain station III, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 143-169. (en français)
- Georgiev 1961** : GEORGIEV G. (1961) Kulturgruppen der Jungstein- und der Kupferzeit in der Ebene von Thrazien (Südbulgarien), in : BÖHM J., DE LAET S. J. (dir.), *L'Europe à la fin de l'âge de la pierre. Actes du symposium consacré aux problèmes du Néolithique européen, Prague, Liblice, Brno, 5-12 octobre 1959. Union internationale des sciences préhistoriques et protohistoriques*, Prague, Éditions de l'Académie tchécoslovaque des sciences, p. 45-100. (en allemand).
- Georgiev 1972** : GEORGIEV G. (1972) Das Neolithikum und Chalkolithikum in der thrakischen Tiefebene (Südbulgarien). Probleme des heutigen Forschungsstandes, *Thracia*, 1, p. 5-27. (en allemand)
- Germain-Vallée et al. 2011** : GERMAIN-VALLÉE C., PRÉVOST-DERMARKAR S., LESPEZ L. (2011) Stratégie de prélèvement et de mise en œuvre de la « terre à bâtir » des structures de combustion néolithique du site de Dikili Tash (Grèce) à partir d'une étude micromorphologique, *Archéosciences*, 35, p. 41-63. (en français)
- Gerner 1995** : GERNER M. (1985) *Les assemblages des ossatures et charpentes en bois. Construction, entretien, restauration*, Paris, Eyrolles, 190 p. (en français)
- Gheorghiu 2008** : GHEORGHIU D. (2008) Built to be burnt: The building and combustion of Chalcolithic dwellings in the Lower Danube and Eastern Carpathian areas, in : MERLINI M., COMSA A., NIKOLOVAI L., MARLER J. (dir.), *In Circumpontica in prehistory: Western Pontic studies*, Oxford, Archaeopress, p. 55-68. (en anglais)
- Ghilardi et al. 2011** : GHILARDI M., PSOMIADIS D., CORDIER S., DELANGHE-SABATIER D., DEMORYA F., HAMIDI F., PARASCHOU T., DOTSIKA E., FOUACHE É. (2011) The impact of rapid early- to mid-Holocene palaeoenvironmental changes on Neolithic settlement at Nea Nikomideia, Thessaloniki Plain, Greece, *Quaternary International*, p. 1-15. (en anglais)
DOI : [doi:10.1016/j.quaint.2010.12.016](https://doi.org/10.1016/j.quaint.2010.12.016)
- Giagkoulis 2019** : GIAGKOULIS T. (2019) *The Pile-Field and the Wooden Structures of the Neolithic Lakeside Settlement Anarghiri IXb. Western Macedonia, Greece*, Vol. 1, Thèse de doctorat, Université de Bern, 193 p. (en anglais)

- Giagkoulis 2020** : GIAGKOULIS T. (2020) On the Edge: The Pile-field of the Neolithic Lakeside Settlement Anarghiri IXb (Amindeon, Western Macedonia, Greece) and the Non-Residential Wooden Structures on the Periphery of the Habitation, *in* : HAFNER A., DOLBUNOVA E., MAZURKEVICH A., PRANCKENAITE E., HINZ M. (dir.), *Settling Waterscapes in Europe. The Archaeology of Neolithic and Bronze Age Pile-Dwellings*, Bern et Heidelberg, Propylaeum, p. 137-155. (en anglais)
- Giligny 2005** : GILIGNY F. (dir.)(2005) *Un site néolithique moyen en zone humide, Louviers « La Vilette » (Eure)*, Rennes, Documents archéologiques de l'Ouest, 343 p. (en français)
- Giligny 2010** : GILIGNY F. (2010) Reconstitutions expérimentales et médiation, *Les nouvelles de l'archéologie*, 122, p. 51-55. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/nda/1266>
DOI : <https://doi.org/10.4000/nda.1266>
- Gimbutas 1974a** : GIMBUTAS M. (1974) Achilleion: A Neolithic Mound in Thessaly; Preliminary Report on 1973 and 1974 Excavations, *Journal of Field Archaeology*, 1 (3/4), p. 277-302. (en anglais)
- Gimbutas 1974b** : GIMBUTAS M. (1974) Anza, ca. 6500-5000 B. C.: A Cultural Yardstick for the Study of Neolithic Southeast Europe, *Journal of Field Archaeology*, 1 (1/2), p. 26-66. (en anglais)
- Gimbutas 1976** : GIMBUTAS M. (dir.)(1976) *Neolithic Macedonia. As reflected by Excavation at Anza, Southeast Yugoslavia*, Los Angeles, University of California, 502 p. (en anglais)
- Glais 2017** : GLAIS, A. (2017) *Interactions Sociétés-Environnement en Macédoine orientale (Grèce du Nord) depuis le début de l'Holocène. Approche multiscalaire et paléoenvironnementale*, Thèse de doctorat, Université de Caen Normandie, 497 p. (en français)
- Glais et al. 2016** : GLAIS A., LÓPEZ-SÁEZ J.A., LESPEZ L., DAVIDSON R. (2016) Climate and human-environment relationships on the edge of the Tenaghi-Philippon marsh (Northern Greece) during the Neolithization process, *Quaternary International*, 403, p. 237-250. (en anglais)
- Glais et al. 2017** : GLAIS A., LESPEZ L., VANNIÈRE B., LÓPEZ-SÁEZ J.A. (2017) Human-shaped landscape history in NE Greece. A palaeoenvironmental perspective, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 15, p. 405-422. (en anglais)
- Godelier et Garanger 1973** : GODELIER M., GARANGER J. (1973) Outils de Pierre, Outils d'Acier chez les Baruya de Nouvelle-Guinée, *L'Homme*, 13, p. 187-220. (en français)
- Grbić 1960** : GRBIĆ M. (1960) *Porodin*, Bitolj, Narodni muzej u Bitolju - Arheološki institut, 110 p. (en serbo-croate)
- Greenfield et Lave 1979** : GREENFIELD P., LAVE J. (1978) Aspects cognitifs de l'éducation non scolaire, *Recherche, pédagogie et culture*, 8 (44), p. 16-35. (en français)
- Grew 1672** : GREW N. (1672) *The Anatomy of Vegetables Begun*, Londres, Spencer Hickman, 186 p. (en anglais)

- Guédez 1994** : GUÉDEZ A. (1994) *Compagnonnage et apprentissage*, Paris, Presses universitaires de France, 200 p. (en français)
- Guiblais-Starck et al. 2020** : GUIBLAIS-STARCK A., MENBRIVÈS C., COUBRAY S., DANDURAND G., GIOSA A., MARTIN S., PETIT C. (2020) Première identification archéologique d'un écobuage médiéval : le site de Vaudes « Les Trappes » (Aube), *ArcheoSciences*, 44 (2), p. 219-235.
DOI : [10.4000/archeosciences.7900](https://doi.org/10.4000/archeosciences.7900)
- Guilaine 2016** : GUILAINE J. (2016) Maisons néolithiques : exemples méditerranéens, *Palethnologie* [en ligne], 8. (en français)
DOI : <https://doi.org/10.4000/palethnologie.468>
- Guilaine et Prendi 1991** : GUILAINE J., PRENDI F. (1991) Dating the Copper Age in Albania, *Antiquity*, 65, p. 574-578. (en anglais)
DOI : [10.1017/S0003598X00080200](https://doi.org/10.1017/S0003598X00080200)
- Guillaud et al. 2007** : GUILLAUD H., DE CHAZELLES C.-A., KLEIN A. (dir.) (2007) *Les constructions en terre massive : pisé et bauge. Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue - 2. Actes de la table-ronde de Villefontaine (Isère), 28-29 mai 2005*, Montpellier, Éditions de l'Espérou, 328 p. (en français)
- Guillonnet 2021** : GUILLONNET P. (2021) Comprendre les chantiers mégalithiques à partir d'un outil emblématique du Néolithique : la hache polie, *Bulletin de l'APERA*, 1, p. 37-46. (en français)
URL : <https://apera.hypotheses.org/555>
- Guinier 1960** : GUINIER P. (1960) La Xylologie: historique et définition, *Bulletin de la Société Botanique de France*, 107 (suppl. 1), p. 3-13. (en français)
- Gurova 2001** : GUROVA M. (2001) Éléments de tribulum de la Bulgarie - références ethnographiques et contexte préhistorique, *Archaeologia Bulgarica*, 5 (1), p. 1-19. (en français)
- Gurova 2014** : GUROVA M. (2014) Prehistoric Threshing Sledges: A Case Study from Bulgaria, in : VAN GIJN A., WHITTAKER J. C., ANDERSON P. C. (dir.), *Exploring and Explaining Diversity in Agricultural Technology*, Oxford et Philadelphia, Oxbow Books, p. 157-160. (en anglais)

H__

- Hansen 1966** : HANSEN H. O. (1966) *Bognaeseksperiment*, Lejre, Lejre Centre. (en danois)
- Hansen 2013** : HANSEN S. (2013) Innovative Metals: Copper, Gold and Silver in the Black Sea Region and the Carpathian Basin During the 5th and 4th Millennium BC, in : BURMEISTER S., HANSEN S., KUNST M., MÜLLER-SCHEESSEL N. (dir.), *Metal Matters. Innovative Technologies and Social Change in Prehistory and Antiquity*, Rahden/Westf, Marie Leidorf, p. 137-167. (en anglais)
- Haudricourt et Delamarre 1955** : HAUDRICOURT A.-G., DELAMARRE M. J.-B. (1955) *L'homme et la charrue à travers le monde*, Paris, Gallimard, 506 p. (en français)

- Heider 1970** : HEIDER K.G. (1970) *The Dugum Dani*, Chicago, Aldine Publishing Co, 350 p. (en anglais)
- Heuzey et Daumet 1876** : HEUZEY L., DAUMET H. (1876), *Mission archéologique de Macédoine*, Paris, Librairie de Firmin-Didot et C^{ie}, 460 p. (en français)
- Horsfall 1987** : HORSFALL G. A. (1987) Design Theory and Grinding Stones, *in* : HAYDEN B. (dir.), *Lithic Studies among the Contemporary Highland Maya*, Tucson, University of Arizona Press, p. 332-377. (en anglais)
- Houben et Guillaud 1989** : HOUBEN H., GUILLAUD H. (1989) *Traité de construction en terre*, Marseille, Éditions Parenthèses, 352 p. (en français)
- Hourmouziadis 1971** : HOURMOUZIADIS G. (1971) Δυο νέα εγκαταστάσεις της Αρχαιοτέρας Νεολιθικής εις την Δυτικήν Θεσσαλίαν, *Annales archéologiques d'Athènes*, 4 (2), p. 164-175. (en grec)
- Hourmouziadis 1973** : HOURMOUZIADIS G. (1973) *Η ανθρωπόμορφη ειδωλοπλαστική της νεολιθικής Θεσσαλίας*, Volos, Etaireia Thessalikou Erevnon, 290 p. (en grec)
- Hubert 1974** : HUBERT F. (1974) Minières néolithiques à Jandrain-Jandrenouilles en Brabant, *Archeologica Belgica*, 167, 45 p. (en français)
- Hubert 1997** : HUBERT F. (1997) L'exploitation du silex à Spiennes, *Carnet du patrimoine*, 22, 31 p. (en français)
- Hurcombe 2005** : HURCOMBE L. (2005) Experimental archaeology, *in* : RENFREW C., BAHN P. (dir.), *Archaeology: The key concepts*, Londres, Routledge, p. 110-115. (en anglais)

I

- Ivanov 1984** : IVANOV T. (1984) *Разград. Селищна могила и некропол (V–IV хил. пр. н. е.)*, Razgrad, Musée d'Histoire régional, 14 p. (en bulgare)
- Iversen 1941** : IVERSEN J. (1941) Land occupation in Denmark's Stone Age, *Geological Survey of Denmark*, 2, p. 1-68. (en anglais)
- Iversen 1956** : IVERSEN J. (1956) Forest Clearance in the Stone Age, *Scientific American*, 194 (3), p. 36-41. (en anglais)

J

- Jaccottey et al. 2021** : JACCOTTEY L., MONCHABLON C., DONNART K. (2021) Expérience de fabrication de meules et de molettes va-et-vient en grès de la Serre, *Bulletin de l'APERA*, 1, p. 17-36. (en français)
URL : <https://apera.hypotheses.org/555>
- Jacob-Friesen 1931** : JACOB-FRIESEN K.H. (1931) *Einführung in Niedersachsens Urgeschichte*, Hildesheim, Lax, 231 p. (en allemand)

- Jacomet et al. 1989** : JACOMET S., BROMBACHER C., DICK M. (1989) *Archäobotanik am Zürichsee*, Zürich, Orell Füssli, 348 p. (en allemand)
- Johnston et al. 2018** : JOHNSTON S., DIACHENKO A., GAYDARSKA B., NEBBIA M., VOKE P., BONDAR K., LITKEVYCH V., CHAPMAN J. (2018) The Experimental Building, Burning and Excavation of a Two-Storey Trypillia House, in : ȚURCANU S., URSU C.-E. (dir.), *Materiality and Identity in Pre- and Protohistoric Europe. Homage to Cornelia-Magda Lazarovici*, Suceava, Karl A. Romstorfer Publishing House, p. 397-434. (en anglais)
- Johnston et al. 2019** : JOHNSTON S., CHAPMAN J., GAYDARSKA B., DIACHENKO A., VOKE P., NEBBIA M., LITKEVYCH V. (2019) The Nebelivka experimental house construction and house-burning, 2014–2015, *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 9 (1), p. 61-90. (en anglais)
- Jørgensen 1953** : JØRGENSEN S. (1953) Skovrydning med Flintokse, *Nationalmuseets arbejdsmark*, p. 36-43. (en danois)
- Jørgensen 1985** : JØRGENSEN S. (1985) *Tree-felling with Original Neolithic Flint Axes in Draved Wood*, Copenhagen, Musée national du Danemark, 63 p. (en anglais)

K_

- Kalchev 2013** : KALCHEV P. (2013) *Двуетажна раннеолитна постройка в селищна могила Окръжна болница в Стара Загора*, Stara Zagora, Municipalité de Stara Zagora - Musée régional d'Histoire, 135 p. (en bulgare et anglais)
- Kalicz et al. 2011** : KALICZ N., RACZKY P., ANDERS A., KOVACS K. (2011) *Preserved by Ancestral Fires. Pictures of an excavation. The Neolithic village at Berettyoujfalu-Herpaly*, Budapest, Pytheas Printing House, 72 p. (en anglais)
- Kanzurova et Zdravkovski 2011** : KANZUROVA E., ZDRAVKOVSKI D. (2011) Latest Archaeological Research Regarding the Neolithic Period in the Republic of Macedonia, in : KRAUSS R. (dir.), *Beginnings - New Research in the Appearance of the Neolithic between Northwest Anatolia and the Carpathian Basin Papers of the International Workshop 8th - 9th April 2009, Istanbul*, Rahden/Westf., Verlag Marie Leidorf GmbH, p. 139-155. (en anglais)
- Kapandji 2009** : KAPANDJI A. I. (2009) *Anatomie Fonctionnelle. Tome 2 : Membre Inférieur*, Paris, Maloine (6^e édition), 332 p. (en français)
- Karastoyanova et Chohadzhiev 2017** : KARASTOYANOVA N., CHOHAZHZHIEV A. (2017) Ловът и скотовъдството през ранния халколит: остеологичен анализ на останки от бозайници в селищна могила Петко Каравелово, област Велико Търново, *Годишник на департамент „Природни науки“*, НБУ, p. 96-108. (en bulgare)
- Karkanias et al. 2011** : KARKANAS P., PAVLOPOULOS K., KOULI K., NTINOU M., TSARTSIDOU G., FACORELLIS Y., TSOUROU T. (2011) Palaeoenvironments and Site Formation Processes at the Neolithic Lakeside Settlement of Dispilio, Kastoria, Northern Greece, *Geoarchaeology: An International Journal*, 26 (1), p. 83-117. (en anglais)
- Keefe 1993** : KEEFER E. (1993) *Steinzeit*, Stuttgart, Theiss, 188 p. (en allemand)

- Kelterborn 2005** : Kelterborn P. (2005) Principles of experimental research in archaeology, *EuroREA, Journal of (Re)construction and Experiment in Archaeology - European Platform*, 2, p. 120-122. (en anglais)
- Kloukinas 2012** : Kloukinas D. (2012) Building Technology. The technology of house construction at the Neolithic settlement of Avgi, *Avgi Kastoria. Neolithic Settlement. Research Program* [en ligne].
URL : https://www.neolithicavggi.gr/?page_id=1120
- Koco 1951** : Koco D. (1951) Nakolnite žilišta vo Ohridskoto Ezero kraj Struga, *Godišen zbornik na Filozofskiot fakultet*, 3, p. 3-9. (en macédonien)
- Korkuti 1975** : Korkuti M. (1975) Dunavec (Korçë). Fouilles archéologiques 1973, *Iliria. Études et Matériaux archéologiques*, III, p. 393-400. (en français)
- Korkuti 1995** : Korkuti M. (1995) *Neolithikum und Chalkolithikum in Albanien*, Mainz-am-Rhein, P. von Zabern, 281 p. (en allemand)
- Koukouli-Chryssanthaki et Romiopoulou 1992** : Koukouli-Chryssanthaki H., Romiopoulou A. (1992) Οι ανασκαφές στον ελληνικό τομέα του προϊστορικού οικισμού Ντικιλί Τας (1961-1967), in : *Διεθνές Συνέδριο για την Αρχαία Θεσσαλία στη μνήμη του Δ.Ρ. Θεοχάρη, Βόλος 1987*, Athènes, Ταμείο Αρχαιολογικών Πόρων και Απαλλοτριώσεων, p. 226-248. (en grec)
- Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008a** : Koukouli-Chryssanthaki H., Treuil R. (dir.) (2008) *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale. Recherches franco-helléniques dirigées par la Société Archéologique d'Athènes et l'école française d'Athènes (1986-2001)*, Athènes, Bibliothèque de la Société Archéologique d'Athènes, 254, 416 p. (en français)
- Koukouli-Chryssanthaki et Treuil 2008b** : Koukouli-Chryssanthaki H., Treuil R. (2008) Le programme de recherche, in : Koukouli-Chryssanthaki H., Treuil R. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale. Recherches franco-helléniques dirigées par la Société Archéologique d'Athènes et l'école française d'Athènes (1986-2001)*, Athènes, Bibliothèque de la Société Archéologique d'Athènes, 254, p. 1-19. (en français)
- Koukouli-Chryssanthaki et al. 2007** : Koukouli-Chryssanthaki C., Todorova H., Aslanis I., Vajsov I., Valla M (2007) Promachon-Topolnica. A greek-bulgarian archaeological project, in : Todorova H., Stefanovich M., Ivanov G. (dir.), *The Struma/Strymon River Valley in Prehistory. Proceedings of the International Symposium Strymon Praehistoricus, Kjustendil-Blagoevgrad (Bulgaria), Serres-Amphipolis (Greece), 27.09. - 01.10.2004*, Sofia, Gerda Henkel Stiftung, p. 43-78. (en anglais)
- Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020** : Koukouli-Chryssanthaki H., Malamidou D., Darcque P., Tsirtsoni Z., Prévost-Dermakar S., Valamoti S. M. (2021) Chapitre 6 – Le secteur 6, in : Darcque P., Koukouli-Chryssanthaki H., Malamidou D., Treuil R., Tsirtsoni Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, p. 225-446. (en français)

- Kozak 1972** : KOZAK V. (1972) Stone Age Revisited, *Natural History*, 81 (8), p. 14-24. (en anglais)
- Kubiak-Martens 1999** : KUBIAK-MARTENS L. (1999), The plant food component of the diet at the late Mesolithic (Ertebølle) settlement at Tybrind Vig, Denmark, *Vegetation History and Archaeobotany*, 8 (1-2), p. 117-127. (en anglais)
DOI : <https://doi.org/10.1007/BF02042850>
- Küpper 1996** : KÜPPER M. (1996) *Mykenische Architektur. Material, Bearbeitungstechnik, Konstruktion und Erscheinungsbild*, Espelkamp, Marie Leidorf, 330 p. (en allemand)
- Kutnik et al. 2020** : KUTNIK M., JEQUEL M., LE NEVE S., RAPHALEN E., BERGERET N., MENICHELLI C., CHASLES J.-P., PAULMIER I., BRUNET C. (2020) *Comprendre et maîtriser la durabilité du bois dans la construction*, France, Comité professionnel de développement des industries françaises de l'ameublement et du bois, 197 p.
- Kuzman 2013** : KUZMAN P. (2013) Praistoriski palafitni naselbi vo Makedonija, in : KUZMAN P., DIMITROVA E., DONEV J. (dir.), *Makedonija: mileniumski kulturnoistoriski fakti*, Skopje, Media Print and Univerzitet Evro-Balkan, p. 297-430. (en macédonien)

L__

- Lambert 1981** : LAMBERT N. (1981) Stratigraphie archéologique, in : LAMBERT N. (dir.), *La grotte préhistorique de Kitsos (Attique). Missions 1968-1978. L'occupation néolithique. Les vestiges des temps paléolithiques, de l'antiquité et de l'histoire récente*, Paris, Association pour la diffusion de la pensée française, École française d'Athènes, p. 69-110. (en français)
- Lambert et al. 2018** : LAMBERT A., DESMARAIS A., DRIARD C. (2018) Le site de la médiathèque Entre Dore et Allier à Lezoux (Puy-de-Dôme) : des traces papillaires antiques en contexte d'atelier de potiers, *Gallia*, 75, p. 49-67. (en français)
- Le Roux 2011** : LE ROUX C.-T. (2011) Une « production de masse » dès le Néolithique : les ateliers de Plussulien (Côtes-d'Armor) et les haches polies en métadolérite du « type A », *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne*, 9, p. 3-33. (en français)
- Lecomte 1922** : LECOMTE P. H. (1922) *Madagascar : Les bois de la forêt d'Anamalazaotra*, Paris, A. Challamel, 180 p. (en français)
- Lecomte 1923** : LECOMTE P. H. (1923) *Les bois coloniaux*, Paris, A. Colin, 194 p. (en français)
- Lecomte 1925** : LECOMTE P. H. (1925-1926) *Les bois de l'Indochine*, Paris, Agence économique de l'Indochine, 310 p. (en français)
- Lepic 1872** : LEPIC L.-N. (1872) *Les Armes et les Outils préhistoriques reconstitués. Texte et gravures*, Paris, C. Reinwald et Cie, 58 p. (en français)
- Léra et Touchais 2001** : LÉRA P., TOUCHAIS G. (2001) Sovjan (Albanie), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 125 (2), p. 716-730. (en français)

- Léra et Touchais 2002** : LÉRA P., TOUCHAIS G. (2002) Sovjan (Albanie), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 126 (2), p. 627-645. (en français)
- Léra et Touchais 2003** : LÉRA P., TOUCHAIS G. (2003) Sovjan (Albanie), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 127 (2), p. 578-609. (en français)
- Léra et al. 1994** : LÉRA P., PRENDI F., TOUCHAIS G., TREUIL R. (1994) Sovjan (Albanie) *Bulletin de Correspondance hellénique*, 118 (2), p. 531-533. (en français)
- Lera et al. 1996** : LÉRA P., PRENDI F., TOUCHAIS G. (1996) Sovjan (Albanie), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 120 (2), p. 995-1026. (en français)
- Léra et al. 2000** : LÉRA P., PRENDI F., TOUCHAIS G. (2000) Sovjan (Albanie), *Bulletin de Correspondance hellénique*, 124 (2), p. 631-642. (en français)
- Léra et al. 2009** : LÉRA P., TOUCHAIS G., OBERWEILER C. (2009) Bassin de Korçë, Kallamas, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 133 (2), p. 689-724. (en français)
- Léra et al. 2010** : LÉRA P., TOUCHAIS G., OBERWEILER C. (2010) Bassin de Korçë, Kallamas, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 134 (2), p. 617-647. (en français)
- Léra et al. 2012-13** : LÉRA P., TOUCHAIS G., OBERWEILER C. (2012-13) Bassin de Korçë, Kallamas, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 136-137 (2), p. 881-907. (en français)
- Léra et al. 2020** : LÉRA P., TOUCHAIS G., OBERWEILER C. CHRISTIAN ASLAKSEN O., BLEIN C., BOLETI A., ELEZI G., FADIN L., GORI M., KRAPP T., MANIATIS Y., ODIE C. (2020) Bassin de Korçë, Kallamas [notice archéologique], *Bulletin archéologique des Écoles françaises à l'étranger* [en ligne]. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/baeffe/1362>
- Leroi-Gourhan 1943** : LEROI-GOURHAN A. (1943) *L'Homme et la Matière*, Paris, Albin Michel, 363 p. (en français)
- Leroi-Gourhan 1965** : LEROI-GOURHAN A. (1965) *Le Geste et la Parole*, 2 tomes, Paris, Albin Michel, 326 p. et 288 p. (en français)
- Leshtakov 2010** : LESHTAKOV P. (2010) Two prehistoric sites on the southern Bulgarian Black Sea coast, in : CHOLAKOV I.D., CHUKALEV K. (dir.), *Archaeology in Bulgaria, 2007-2009, American Journal of Archaeology*, 114 (4), p. 734-736. (en anglais)
- Leshtakov 2014** : LESHTAKOV K. (2014) The cultural environment of the Yabalkovo site and some suggestions regarding Neolithic settlement patterns in the Maritsa valley, in : ROODENBERG J., LESHTAKOV K., PETROVA V. (dir.), *Yabalkovo, vol. 1 (Maritsa Project, vol. 2)*, Sofia, Ars et Technica Explicatus, p. 79-119. (en anglais)
- Lespez 2008a** : LESPEZ L. (2008) L'environnement du Néolithique à l'Âge du Bronze, in : TREUIL R., DARQUE P., POURSAT J.-C., TOUCHAIS G. (dir.), *Les civilisations égéennes du Néolithique et de l'Âge de Bronze*, Paris, Presses universitaires de France, p. 13-30. (en français)

- Lespez 2008b** : LESPEZ L. (2008) L'évolution des paysages du Néolithique à la période ottomane dans la plaine de Drama, *in* : KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., TREUIL R. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale. Recherches franco-helléniques dirigées par la Société Archéologique d'Athènes et l'école française d'Athènes (1986-2001)*, Athènes, Bibliothèque de la Société Archéologique d'Athènes, 254, p. 21-314. (en français)
- Lespez et al. 2000** : LESPEZ L., DALONGEVILLE R., NOIREL-SCHUTZ C., SUC J.-P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., TREUIL R. (2000) Les paléoenvironnements du site préhistorique de Dikili Tash (Macédoine orientale, Grèce), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 124, p. 413-434. (en français)
- Lespez et al. 2013** : LESPEZ L., TSIRTSONI Z., DARQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., KOURTESSI-PHILIPPAKIS G., DAVIDSON R., OBERLIN C. (2013) The lowest levels at Dikili Tash, Northern Greece: a missing link in the Early Neolithic of Europe, *Antiquity*, 87, p. 30-45. (en anglais)
- Lespez et al. 2020** : LESPEZ L., GLAIS A., TSIRTSONI Z. (2021) Chapitre 8 – Les carottages et les investigations paléoenvironnementales, *in* : DARQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, p. 495-560. (en français)
- Leuzinger 2000** : LEUZINGER U. (2000) *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Teil: Befunde (Archäologie im Thurgau, 9)*, Frauenfeld, Amt für Archäologie, 187 p. (en allemand)
- Leuzinger 2007** : LEUZINGER U. (2007) *Pfyn Breitenloo. Die jungsteinzeitliche Pfahlbausiedlung (Archäologie im Thurgau, 14)*, Frauenfeld, Amt für Archäologie. 216 p. (en allemand)
- Lewis et al. 2011** : LEWIS R., TSORAKI C., BROUGHTON J., CRIPPS J.C., AFODUN S.A., SLATTER T., ROUBOS V. (2011) Abrasive and impact wear of stone used to manufacture axes in Neolithic Greece, *Wear*, 271, p. 2549-2560. (en anglais)
- Lichardus-Itten 2006** : LICHARDUS-ITTEN M. (2006) « Habitations en fosse ». Mythe ou réalité au Néolithique ancien Balkano-carpatique, *in* : FRÈRE-SAUTOT M.-C. (dir.), *Des trous... Structures en creux pré et protohistoriques. Actes du colloque de Dijon et Baume-les-Messieurs, 24-26 Mars 2010*, Montagnac, éditions Mergoïl, p. 203-211. (en français)
- Lichner 2016** : LICHNER C. (2016) Burning down the house – Fakt oder fiktion?, *in* : BACVAROV K., GLESER R. (dir.), *In Southeast Europe and Anatolia in prehistory: essays in honor of Vassil Nikolov on his 65th anniversary*, Bonn, Verlag Rudolf Habelt, p. 305-316. (en allemand)
- Lintz et Coudert 2013** : LINTZ Y., COUDERT M. (dir.) (2013) *Antinoé : Momies, textiles, céramiques et autres antiques*, Paris, Éditions d'Art Somogy, 599 p. (en français)
- Lioger 1988** : LIOGER R. (1988) *Le Savoir-faire des lamineurs de Syam*, Paris, Rapport au conseil du Patrimoine ethnologique/Ministère de la culture et de la communication, 135 p. (en français)

Lloyd 1963 : LLOYD S. (1963) *Mounds of the Near East*, Edinburgh, University Press of Edinburgh, 119 p. (en anglais)

Loarer 1998 : LOARER E. (1998) L'éducation cognitive : modèles et méthodes pour apprendre à penser, *Revue française de pédagogie*, 122, p. 121-161. (en français)
DOI : <https://doi.org/10.3406/rfp.1998.1141>

Lundström-Baudais 1986 : LUNDSTRÖM-BAUDAIS K. (1986) Étude paléoethnobotanique de la station III de Chalain, in : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura). Tome I : Problématique générale. L'exemple de la station III*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 311-391. (en français)

Lundström-Baudais et al. 1989 : LUNDSTRÖM-BAUDAIS K., PASSARD F., PÉTREQUIN P. (1997) Plan des villages, matériaux de construction et architecture, in : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura). Tome II : Le Néolithique moyen*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 107-136. (en français)

Lundström-Baudais et al. 1997 : LUNDSTRÖM-BAUDAIS K., MIGNOT C., MONNIER J.-L., PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P., RICHARD P. (1997) Les parois en clayonnage et les enduits, in : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). Tome III : Chalain station III, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 259-276. (en français)

M

Maczkowski et al. 2021 : MACZKOWSKI A., BOLLIGER M., BALLMER A., GORI M., LÉRA P., OBERWEILER C., SZIDAT S., TOUCHAIS G., HAFNER A. (2021) The Early Bronze Age dendrochronology of Sovjan (Albania): A first tree-ring sequence of the 24th-22nd c. BC for the southwestern Balkans [en ligne], *Dendrochronologia*, 66.
URL : <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2021.125811>.

Maigrot 2003 : MAIGROT Y. (2003) Cycles d'utilisation et réutilisations : le cas des outils en matières dures animales de Chalain 4 (Néolithique final, Fontenu, Jura, France), *Préhistoire anthropologie méditerranéenne*, 12, p. 197-207. (en français)

Malamidou et al. 2018 : MALAMIDOU D., NTINOU M., VALAMOTI S. M., TSIRTSONI Z., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., DARQUE D. (2018) An Investigation of Neolithic Settlement Pattern and Plant Exploitation at Dikili Tash: Reconsidering Old and New Data from the Late 5th Millennium B.C. Settlement, in : SARRIS A., KALOGIROPOULOU E., KALAYCI T., KARIMALI E. (dir.), *Communities, Landscapes, and Interaction in Neolithic Greece*, New York City, Berghahn Books Incorporated, p. 60-80. (en anglais)

Malpighi 1675 : MALPIGHI M. (1675) *Anatome Plantarum*, Londres, J. Martyn, 20 p. (en anglais)

Manolakakis 2005 : MANOLAKAKIS L. (2005) *Les industries lithiques énéolithiques de Bulgarie*, Rahden, Marie Leidorf, 314 p. (en français)

- Manolakakis 2017** : MANOLAKAKIS L (2017) So long blades... Materiality and symbolism in the north-eastern Balkan Copper Age, in : MANOLAKAKIS L., SCHLANGER N., COUDART A. (dir.), *European Archaeology. Identities and Migrations*, Leiden, Sidestone Press, p. 265-284. (en anglais)
- Marguerie et al. 2000** : MARGUERIE D., BÉGUIN Y., COURNOYER L. (2000) Distinction anatomique du bois du mélèze (*Larix laricina*), de l'épinette blanche (*Picea glauca*) et de l'épinette noire (*Picea mariana*) en vue de l'analyse des macrorestes, *Géographie physique et Quaternaire*, 54, p. 317-325. (en français)
- Marguerie et al. 2007** : MARGUERIE D., HUNOT J.-Y. (2007) Charcoal analysis and dendrology: Data from archaeological sites in western France, *Journal of Archaeological Sciences*, 34, p. 1417-1433. (en anglais)
- Marguerie et al. 2010** : MARGUERIE D., BERNARD V., BÉGIN Y., TERRAL J.-F (2010) Dendroanthracologie, in : PAYETTE S., FILION L. (dir.), *La dendroécologie : principes, méthodes et applications*, Québec, Presses de l'Université Laval, p. 311-348. (en français)
- Marinova 2007** : MARINOVA E. (2007) Archaeobotanical data from the Early Neolithic of Bulgaria, in : COLLEDGE S., CONOLLY J. (dir.), *Archaeobotanical perspectives on the origin and spread of agriculture in southwest Asia and Europe*, Londres, University College London Press, p. 85-98. (en anglais)
- Marinova 2009** : MARINOVA E. (2009) Plant economy and vegetation during the Early Neolithic of Bulgaria, in : GATSOV I., BOYADZHEV Y. (dir.), *The First Neolithic Sites in Central/South-East European Transect. Volume I: Early Neolithic sites on the territory of Bulgaria*, Oxford, British Archaeological Reports, p. 59-62. (en anglais)
- Marinova et Ntinou 2017** : MARINOVA E., NTINOU M. (2017) Neolithic woodland management and land-use in south-eastern Europe: The anthracological evidence from Northern Greece and Bulgaria, *Quaternary International*, p. 1-17. (en anglais)
URL : <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2017.04.004>
- Marinova et Popova 2008** : MARINOVA E., POPOVA T. (2008) Cicer arietinum (chick pea) in the Neolithic and Chalcolithic of Bulgaria: implications for cultural contacts with the neighboring regions?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17 (suppl. 1), p. 73-80. (en anglais)
- Marinova et Thiebault 2008** : MARINOVA E., THIEBAULT S. (2008) Anthracological analysis from Kovacevo, southwest Bulgaria: woodland vegetation and its use during the earliest stages of the European Neolithic, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17, p. 223-231. (en anglais)
- Marinova et al. 2012** : MARINOVA E., TONKOV S., BOZILOVA E., VAJSOV I. (2012) Holocene anthropogenic landscapes in Balkans: the palaeobotanical evidence from southwestern Bulgaria, *Vegetation History and Archaeobotany*, 21, p. 413-427. (en anglais)
DOI : [10.1007/s00334-011-0345-8](https://doi.org/10.1007/s00334-011-0345-8)
- Martinez 1996** : MARTINEZ S. (1996) *Les techniques de construction au Néolithique dans la Grèce du Nord et les Balkans*, Mémoire de DEA, Paris, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 72 p. (en français)

- Martinez 2001** : MARTINEZ S. (2001) A New Look at House Construction Techniques. Current Research at Dikili Tash, Neolithic Site of Eastern Macedonia, *AEMTh*, 13, p. 63-68. (en anglais)
- Martinez et Prévost-Dermarkar 2003** : MARTINEZ S., PRÉVOST-DERMARKAR S. (2003) Les techniques de construction de l'habitat en terre du site néolithique de Dikili Tash (Macédoine orientale, Grèce), *Cahier des Thèmes transversaux, ArScAn*, IV, p. 147-150. (en français)
- Masclans et al. 2016** : MASCLANS A., PALOMO Pérez A., GIBAJA BAO J. F., REMOLINS ZAMORA G., GÓMEZ-GRAS D. (2016) Use-wear analysis of Neolithic polished axes and adzes: The site of "Bòbila Madurell-Can Gambús-1-2" (Northeast Iberian Peninsula), *Quaternary International*, 427, p. 158-174. (en anglais)
- Masclans et al. 2017** : MASCLANS A., GIBAJA J., PALOMO A. (2017) Functional studies of Neolithic stone axes and adzes. Experimental programme and archaeological applications, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 27, p. 177-210. (en anglais)
- Mathieu 1855** : MATHIEU A. (1855) *Description des bois des essences forestières les plus importantes*, Nancy, Grimblot et veuve Raybois, 39 p. (en français)
- Mathieu 1858** : MATHIEU A. (1858) *Flore forestière*, Nancy, Ancienne maison Grimblot et C^{ie}, N. Grosjean, 455 p. (en français)
- Mathieu et Meyer 1997** : MATHIEU J. R., MEYER D. A. (1997) Comparing Axe Heads of Stone, Bronze, and Steel: Studies in Experimental Archaeology, *Journal of Field Archaeology*, 24 (3), p. 333-351. (en anglais)
- Matthews et Farid 1996** : MATTHEWS W., FARID S. (1996) Exploring the 1960s surface: the stratigraphy of Catalhöyük, in : HODDER I. (dir.), *On the Surface: Catalhöyük 1993-95*, Londres, British Institute of archaeology at Ankara, p. 271-300. (en anglais)
- Mauss 1936** : MAUSS M. (1936) Les Techniques du corps, *Journal de Psychologie*, 32 (3-4). (en français)
- Membrivès et al. 2019** : MEMBRIVÈS C., PETIT C., ELLIOTT M., EDDARGACH W., FECHNER K. (2019) Feux agricoles, des techniques méconnues des archéologues, in : DEÁK J., AMPE C., MIKKELSEN J. H. (dir.), *Soils as records of Past and Present. From soil surveys to archaeological sites: research strategies for interpreting soil characteristics. On 6 & 7 November 2019 in Bruges, Belgium*, Bruges, Raakvlak, p. 121-139 (en français)
- Mikov 1933** : MIKOV V. (1933) *Предисторически селища и находки в България*, Sofia. (en bulgare)
- Mikov et Dzhambazov 1960** : MIKOV V., DZHAMBAZOV N. (1960) *Деветаишката пещера*, Sofia, Académie des sciences bulgare, 199 p. (en bulgare)
- Milojčić 1983** : MILOJCIC V. (1983) *Die Deutschen Ausgrabungen auf der Otzaki-Magula in Thessalien: 3/2. Das Späte Neolithikum und das Chalkolithikum. Stratigraphie und Bauten. Das Mittlere Neolithikum. Die Mittelneolithische Siedlung*, Bonn, Habelt, 38 p. (en allemand)

- Mitchell 1959** : MITCHELL S. R. (1959) The Woodworking Tools of the Australian Aborigines, *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 89 (2), p. 191-199. (en anglais)
- Mohen et Scarre 2002** : MOHEN J.-P., SCARRE C. (2002) *Les tumulus de bougon. Complexe mégalithique du Ve au IIIe millénaire*, Paris, Éditions Errance, 256 p. (en français)
- Monnier et al. 1997** : MONNIER J.-L., PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P. (1997) La reconstitution d'un pignon de maison, in : PÉTREQUIN P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). Tome III : Chalain station III, 3200-2900 av. J.-C.*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 299-307. (en français)
- Montelius 1906** : MONTELIUS O. (1906) *Kulturgeschichte Schwedens*, Leipzig, E. A. Seemann, 336 p. (en allemand)
- Morisot 1814a** : MORISOT J. M. (1814) *Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages du bâtiment. Vocabulaire des arts et métiers en ce qui concerne les constructions. Vocabulaire de la maçonnerie*, Paris, Carilian, 104 p. (en français)
- Morisot 1814b** : MORISOT J. M. (1814) *Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages du bâtiment. Vocabulaire des arts et métiers en ce qui concerne les constructions. Vocabulaire de la menuiserie*, Paris, Carilian, 474 p. (en français)
- Morris 1939** : MORRIS E. H. (1939) *Archaeological Studies in the La Plata District, Southwestern Colorado and Northwestern New Mexico*, Washington D.C., The Carnegie Institution of Washington, 298 p. (en anglais)
- Mould et al. 2000** : MOULD C. A., RIDLEY C., WARDLE K. A. (2000) Chapter 4 – The Small Finds. 4.2 The Stone Small Finds, in : RIDLEY C., WARDLE K.A., MOULD C.A. (dir.), *Servia I: Anglo-Hellenic rescue excavations 1971-73*, Londres, The British School at Athens, p. 112-190. (en anglais)
- Mould et Wardle 2000** : MOULD C. A., WARDLE K. A. (2000) Chapter 3 – The Architectural Remains, in : RIDLEY C., WARDLE K. A., MOULD C. A. (dir.), *Servia I: Anglo-Hellenic rescue excavations 1971-73*, Londres, The British School at Athens, p. 71-106. (en anglais)
- Müller 1888** : MÜLLER S. (1888) *Ordnung af Danmarks Oldsager I. Sten- og Bronzealderen*, Brockhaus, Copenhague, 70 p. (en danois)
- Müller et al. 2016** : MÜLLER J., RASSMANN K., VIDEIKO M. (2016) *Trypillia Mega-Sites and European Prehistory: 4100-3400 BCE (Themes in Contemporary Archaeology)*, Londres, Routledge, 329 p. (en anglais)
- Mylonas 1929** : MYLONAS G. E. (1929) *Excavations at Olynthus. Part I. The Neolithic settlement*, Londres, Humphrey Milford, Oxford University Press, 108 p. (en anglais)

N__

- Naumov 2016** : NAUMOV G. (2016) Among Wetlands and Lakes: the network of Neolithic communities in Pelagonia and Lake Ohrid, Republic of Macedonia, *in* : BACVAROV K., GLESER R. (dir.), *In Southeast Europe and Anatolia in prehistory: essays in honor of Vassil Nikolov on his 65th anniversary*, Bonn, Verlag Rudolf Habelt, p. 175-187. (en anglais)
- Naumov 2020a** : NAUMOV G. (2020) Neolithic wetland and lakeside settlements in the Balkans, *in* : HAFNER A., DOLBUNOVA E., MAZURKEVICH A., PRANCKENAITE E., HINZ M. (dir.), *Settling Waterscapes in Europe. The Archaeology of Neolithic and Bronze Age Pile-Dwellings*, Bern et Heidelberg, Propylaeum, p. 111-135. (en anglais)
- Naumov 2020b** : NAUMOV G. (2020) Pelagonian Tells and Pile Dwellings of Lake Ohrid, *in* : TASIĆ N. N., UREM-KOTSOU D., BURIC M. (dir.), *Making Spaces into Places*, Oxford, British Archaeological Reports, p. 123-140. (en anglais)
- Naumov et al. 2009** : NAUMOV G., FIDANOSKI L., TOLEVSKI I., IVKOVSKA A. (2009) *Neolithic Communities in the Republic of Macedonia*, Skopje, Dante, 144 p. (en anglais)
- Nietsch 1939** : NIETSCH H. (1939) *Wald und siedlung im vorgeschichtlichen Mitteleuropa, unter besonderer Berücksichtigung der jüngeren Steinzeit*, Leipzig, Curt Kabitzsch, 254 p. (en allemand).
- Nikolov et Takorova 2021** : NIKOLOV V., TAKOROVA D. (2021) *Слатина: раннонеолитно село в Софиуското поле (краят на VII - първата половина на VI хил. пр. Хр.)*, Sofia, Захарий Стоянов, 142 p. (en bulgare)
- Ntinou 2002** : NTINOU M. (2002) Η παλαιοβλάστηση γύρω από τον οικισμό και η χρήση τής, *in* : HOURMOUZIAS G. (dir.), *Δισπηλιό 7.500 χρόνια μετά*, Thessalonique, University Studi Press, p. 317-329. (en grec)
- Ntinou 2010** : NTINOU M. (2010) Palaeoenvironment and human activities: Wood charcoal analysis at the neolithic lake-settlement at Dispilio, Kastoria, *Anaskamma*, 4, p. 45-60. (en grec)

O__

- Oberweiler et al. 2020** : OBERWEILER C., LÉRA P., KURTI R. TOUCHAIS G., CHRISTIAN ASLAKSEN O., BLEIN C., ELEZI G., GORI M., KRAPF T., MANIATIS Y., WAGNER S. (2020) Mission archéologique franco-albanaise du bassin de Korçë [notice archéologique], *Bulletin archéologique des Écoles françaises à l'étranger* [en ligne]. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/baefe/1660>
- Olausson 1982** : OLAUSSON D. (1982) Lithic Technological Analysis of the Thin-butted Flint Axe, *Acta Archaeologica*, 53, p. 1-87. (en anglais)
- Olausson 1983** : OLAUSSON D. (1983) *Flint and Groundstone Axes in the Scanian Neolithic*, Lund, CWK Gleerup, 66 p. (en anglais)
- Orme et Coles 1983** : ORME B. J., COLES J. M. (1983) Prehistoric Woodworking from the Somerset Levels: 1, Timber, *Somerset Levels Papers*, 9, p. 19-43. (en anglais)

- Outram 2008** : OTRAM A. (2008) Introduction to experimental, *World Archaeology*, 40, p. 1-6.
(en anglais)
DOI : [10.1080/00438240801889456](https://doi.org/10.1080/00438240801889456)
- Outram et Hurcombe 2021** : OTRAM A., HURCOMBE L. (2021) Experimental Archaeology, *Anthropology* [en ligne]. (en anglais)
DOI : [10.1093/OBO/9780199766567-0271](https://doi.org/10.1093/OBO/9780199766567-0271)
- Özdoğan 2013** : ÖZDOĞAN M. (2013) Neolithic Sites in the Marmara Region: Fikirtepe, Pendik, Yarımburgaz, Toptepe, Hoca Çeşme and Aşağı Pınar, in : ÖZDOĞAN M., BAŞGELEN N., KUNIHOLM P. (dir.), *The Neolithic in Turkey: New Excavations & New Research. Vol. 5: Northwestern Turkey and Istanbul*, Istanbul, Archaeology & Art Publications, p. 167-269. (en anglais)

P_

- Paillard 1974** : PAILLARD J. (1974) Le Traitement des informations spatiales, in : BRESSON F., CHOMBART DE LAUWE P.-H., CULLEN M., GUILBAUD G. T., PAILLARD J., DE RENZI E., VURPILLOT E. (dir.), *De l'espace corporel à l'espace écologique. Actes du Symposium de l'Association de psychologie scientifique de langue française, Bruxelles, 1972*, Paris, PUF, p. 7-54. (en français)
- Pappa et Besios 1999** : PAPPAS M., BESIOS M. (1999) The Neolithic settlement at Makriyalos, Northern Greece : Preliminary report on the 1993-1995 excavations, *Journal of Field Archaeology*, 26, p. 175-196. (en anglais)
- Pappa et al. 2017** : PAPPAS M., NANOGLIOU S., EFTHYMIADOU M. (2017) A Road to Variation: Diversity among Neolithic Settlements in Central Macedonia, Greece, in : SARRIS A., KALOGIROPOULOU E., KALAYCI T., KARIMALI L. (dir.), *Communities, landscapes, and interaction in Neolithic Greece: proceedings of the international conference, Rethymno 29-30 May, 2015*, Ann Arbor, International Monographs in Prehistory, p. 49-59. (en anglais)
- Paulus 2015** : PAULUS J. (2015) *Construction en terre crue : dispositions qualitatives, constructives et architecturales. Application à un cas pratique : Ouagadougou*, Mémoire de Master, Université de Liège, 118 p. (en français)
- Péfaux 2017** : PÉFAUX P. (2017) Pan de bois et contreventement oblique en Gaule à l'âge du Fer, *Gallia - Archéologie des Gaules*, 74 (2), p. 19-41. (en français)
URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01918442>
- Péfaux 2021** : PÉFAUX P. (2021) *Construire dans les agglomérations gauloises : l'architecture des bâtiments du Second âge du Fer en Gaule interne, approche technique et socio-économique*, Thèse de doctorat, Université Toulouse 2 Jean Jaurès, 668 p. (en français)
- Perello et Prévost-Dermarkar 2018** : PERELLO B., PRÉVOST-DERMARKAR S. (2018), L'architecture domestique en torchis du site de Dikili Tash : nouvelles données de la maison 1 du secteur 6 (V^e mill. av. n. è.), in : DE CHAZELLES C.-A., KLEIN A. (dir.), *4^{es} Échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue : Actes de la table-ronde de Lattes, du 23 au 25 nov. 2016*, Montpellier, Édition de l'Espérou, p. 185-190. (en français)

- Perlès 1981** : PERLÈS C. (1981) Les industries lithiques de la grotte de Kitsos, *in* : LAMBERT N. (dir.), *La grotte préhistorique de Kitsos (Attique). Missions 1968-1978. L'occupation néolithique. Les vestiges des temps paléolithiques, de l'antiquité et de l'histoire récente*, Paris, Association pour la diffusion de la pensée française, École française d'Athènes, p. 241-273. (en français)
- Pernicheva-Perets et al. 2011** : PERNICHEVA-PERETS L., GRĘBSKA-KULOW M., KULOV I. (2011) *Balgarchevo: the Prehistoric Settlement, Volume I*, Sofia, Craft House Bulgaria, 476 p. (en anglais).
- Petrakiev et Goryanova 2020** : PETRAKIEV I., GORYANOVA S. (2020) Site near Gorni Dabnik village: preliminary trench excavations of settlement from the Hellenistic Period and remains from the Late Bulgarian Revival Period, *Археологически Открития II Разкопки през 2019 г.*, p. 509-514. (en bulgare)
- Pétrequin 1988** : PÉTREQUIN P. (1988) L'architecture lacustre du Néolithique moyen II au Nord-Ouest des Alpes : les contraintes du milieu, de l'organisation sociale et des modes de faire-valoir agricoles, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 85 (10/12), p. 367-389. (en français)
- Pétrequin 1989** : PÉTREQUIN P. (dir.) (1989) *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura). Tome II : Le Néolithique moyen*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, 508 p. (en français)
- Pétrequin 1991** : PÉTREQUIN P. (dir.) (1991) *Construire une maison 3000 av. J.-C. Le lac de Chalain au Néolithique*, Paris, Errance, 75 p. (en français)
- Pétrequin 1997** : PÉTREQUIN P. (dir.) (1997) *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs et de Chalain (Jura). Tome III : Chalain station III, 3200-2900 av. J.-C.*, 2 vol., Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, 766 p. (en français)
- Pétrequin et Pétrequin 1993** : PÉTREQUIN P., PÉTREQUIN A.-M. (1993) *Écologie d'un outil : la hache de pierre en Irian Jaya (Indonésie)*, Paris, CNRS Éditions, 461 p. (en français)
- Pétrequin et Pétrequin 2006** : PÉTREQUIN A.-M., PÉTREQUIN P. (dir.) (2006) *Objets de pouvoir en Nouvelle Guinée : approche ethnoarchéologique d'un système de signes sociaux : catalogue de la donation Anne-Marie et Pierre Pétrequin*, Paris, Réunion des Musées nationaux, 551 p. (en français)
- Pigeot 2011** : PIGEOT N. (2011) Chaînes opératoires : contexte théorique et potentiel cognitif, *in* : TREUIL R. (dir.), *L'archéologie cognitive*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 149-171. (en français)
URL : <http://books.openedition.org/editionsmsh/14554>
DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmsh.14554>
- Pinto, en cours** : PINTO A. (en cours) *De l'objet aux sons : sistre, crotale, symbale, triton. Des objets sonores dans le monde égéen protohistorique*, Thèse de doctorat, Université Paris 1 Panthéon Sorbonne, manuscrit inédit en cours de rédaction. (en français)
- PMCB 2010** : Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin (2010) *Restaurer son bâti en terre : conseil*, Valognes, Le Révérend, 15 p. (en français)

- Poissonnier et al. soumis** : POISSONNIER B., BERNARD V., GUILLONNET P., BACOU P. (soumis) Pirogues et travail du bois au Néolithique : caractérisation des traces et des déchets produits expérimentalement. Vers la constitution d'un référentiel, *Archéopages*. (en français)
- Pond 1930** : POND A. W. (1930) *Primitive Methods of Working Stone Based on the Experiments of Havalor F. Skavlem*, Beloit, The Logan Museum, 150 p. (en anglais)
- Popova 1995** : POPOVA T. (1995) Plant remains from Bulgarian Prehistory (7000-2000 B.C.), in : BAILEY D. W., ПΑΝΑΪΟΤΟΥ I., ALEXANDROV S. (dir.), *Prehistoric Bulgaria*, Madison, Prehistory Press, p. 196-208. (en anglais)
- Popova 2005** : POPOVA T. (2005) L'analyse anthracologique et carpologique du site de Madretz (Nova Zagora, Bulgarie), *Studii de Preistorie*, 2, p. 187-190. (en français)
- Popova 2009** : POPOVA T. (2009) Paleobotanic Catalog of Sites and Studied Plants Remains in the Territory of Bulgaria (1980-2008), *Интердисциплинарни изследвания*, XXI, p. 71-166. (en bulgare, trad. en anglais)
- Popova 2010** : POPOVA T. (2010) *Plant environment of man between 6000 and 2000 B.C. in Bulgaria*, Oxford, British Archaeological Reports, 140 p. (en anglais)
- Praud et al. 2007** : PRAUD I., BERNARD V., MARTIAL E., PALAU R. (2007) Un grand bâtiment du Néolithique final à Houplin-Ancoisne « Le Marais de Santes » (Nord, France), in : BESSE M. (dir.), *Sociétés néolithiques, des faits archéologiques aux fonctionnements socio-économiques. Colloque interrégional sur le Néolithique (27 ; 1 et 2 octobre 2005 ; Neuchâtel)*, Lausanne, Cahiers d'archéologie romande, 108, p. 445-460. (en français)
- Prendi 1966** : PRENDI F. (1966) La civilisation préhistorique de Maliq, *Studia Albanica*, 3, p. 255-280. (en français)
- Prévost-Dermarkar 2003** : PRÉVOST-DERMARKAR S. (2003) Les fours néolithiques de Dikili Tash (Macédoine, Grèce) : une approche expérimentale des techniques de construction des voûtes en terre à bâtir, in : FRÈRE-SAUTOT M.C. (dir.), *Le feu domestique et ses structures au Néolithique et aux Âges des métaux. Actes du colloque de Bourg-en-Bresses et Beaune, 7 et 8 octobre 2000*, Montagnac, Éditions M. Mergoïl, p. 215-223. (en français)
- Prévost-Dermarkar 2019** : PRÉVOST-DERMARKAR S. (2019) Bâtir en terre au Néolithique : approche morpho-technologique des vestiges architecturaux de Dikili Tash, *Bulletin de Correspondance hellénique*, 143 (1), p. 1-61. (en français)
- Procopiou 2010** : PROCOPIOU H. (2010) L'archéologie de la continuité : la perception du monde rural en protohistoire égéenne, in : de Beaune S. A. (dir.), *Écrire le passé*, CNRS Éditions, 425 p. (en français)
- Procopiou 2011** : PROCOPIOU H. (2011) IV – La reconstitution des mentalités. 2. Choix et décision, sens et émotions : le début des études de perception, in : TREUIL R. (dir.), *L'archéologie cognitive: techniques, modes de communication, mentalités*, Paris, Édition de la Maison des sciences de l'homme, p. 233-255. (en français)

Procopiou 2013 : PROCOPIOU H. (2013) *Techniques, sens et émotions : Autour du polissage en Méditerranée orientale durant l'âge du Bronze*, Manuscrit inédit d'habilitation à diriger des recherches.

Psycharis 1903 : PSYCHARIS I. (1903) *Mon voyage*, Athènes, Hestia. (en grec)

Pyke 1996 : PYKE G. (1996) Chapter 3 – Structures and Architectures, in : WARDLE K. A. (dir.), *Nea Nikomedeia I: the Excavation of an Early Neolithic Village in Northern Greece, 1961-1964*, Londres, The British School at Athens, p. 39-54. (en anglais)

R_

Ramsbottom 1937 : RAMSBOTTOM J. (1937) Dry Rot in Ships, *Essex Naturalist*, 25, p. 231-267. (en anglais)

Rasmussen 2007 : RASMUSSEN M. (2007) *Iron Age houses in flames: testing house reconstructions at Lejre*, Studies in Technology and Culture, 3, Lejre, Lejre Historical-Archaeological and Experimental Center, 192 p. (en anglais)

Ravry et al. communication 2021 : RAVRY D., POIRIER S., TEGEL W., BRENOT J. (2021) Édifier une enceinte palissadée monumentale au Néolithique final : ressources, exploitations, acheminements et aménagements des troncs de chênes (La Villeneuve-au-Châtelot, Aube), communication in : BACOU P., TAÏEB J. (org.) *Journées Bois. Échanges interdisciplinaires sur le bois et les sociétés. Rencontres internationales des 18 et 19 octobre 2021*, Paris. (comm. en français)

Reingruber et al. 2011 : REINGRUBER A., HANSEN S., TODERAŞ M. (2011) The Fast Formation of A Tell: Pietrele Near the Lower Danube River In the 5th Millennium BC, in : BOYADZHIEV Y., TERZIJSKA-IGNATOVA S. (dir.), *Златното пето хилядолетие: Тракия и съседните райони през каменно-медната епоха. Доклади от Международния симпозиум в Пазарджик, Юндола, 26-30.10.2009 г.*, Sofia, National Archaeological Institute with Museum - Bulgarian Academy of Sciences, p. 117-129. (en bulgare)

Reingruber et al. 2017 : REINGRUBER A., TOUFEXIS G., KYPARISSI-APOSTOLIKA N., ANETAKIS M., MANIATIS Y., FACORELLIS Y. (2017) Neolithic Thessaly: radiocarbon dated periods and phases, *Documenta Praehistorica*, XLIV, p. 34-53. (en anglais)

Renfrew 2003 : RENFREW J. M. (2003) Grains, Seeds, and Fruits from Prehistoric Sitagroi, in : ELSTER E. S., RENFREW C. (dir.), *Prehistoric Sitagroi: excavations in Northeast Greece, 1968 - 1970. 2: The final report*, Los Angeles, University of California, p. 1-28. (en anglais)

Rhomiopoulou et Ridley 1973 : RHOMIOPOULOU K., RIDLEY C. (1973) Prehistoric settlement of Servia, *Athens Annals of Archaeology*, VI (3), p. 419-424. (en anglais)

Rodden 1964 : RODDEN R. J. (1964) Recent Discoveries from Prhistoric Macedonia, *Balkan Studies*, 5, p. 110-124. (en anglais)

Roodenberg 1983 : ROODENBERG J. (1983) Traces d'utilisation sur les haches polies de Bouqras (Syrie), in : CAUVIN M.-C. (dir.), *Traces d'utilisation sur les outils néolithiques du Proche Orient. Table ronde CNRS tenue à Lyon du 8 au 10 juin 1982*, Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, p. 177-185. (en français)

- Roodenberg 1995a** : ROODENBERG J. (1995) Stratigraphy and Architecture, *in* : ROODENBERG J. (dir.), *The Ilipinar Excavations I: Five Seasons of Fieldwork in NW Anatolia, 1987-91*, Istanbul, Peeters, p. 35-76 (en anglais)
- Roodenberg 1995b** : ROODENBERG J. (1995) Chronologies and Conclusion, *in* : ROODENBERG J. (dir.), *The Ilipinar Excavations I: Five Seasons of Fieldwork in NW Anatolia, 1987-91*, Istanbul, Peeters, p. 167-174 (en anglais)
- Rop et al. 2010** : ROP O., REZNICEK V., VALSIKOVA M., JURIKOVA T. (2010) Antioxidant Properties of European Cranberrybush Fruit (*Viburnum opulus* var. *edule*), *Molecules*, 15 (6), p. 4467-4477. (en anglais)
DOI : <https://doi.org/10.3390/molecules15064467>
- Rozier 1789** : ROZIER F. (1789) *Cours complet d'agriculture, tome huitième*, Paris, Hôtel Serpente, 709 p. (en français)
- Rutschowscaya 1990** : RUTSCHOWSCAYA M.-H. (1990) *Tissus coptes*, Paris, A. Biro, 160 p. (en français)

S__

- Sallamah 2014** : SALLAMAH G. I. (2014) *Le scoutisme de Baden Powell* [en ligne], 404 p. (en français)
URL : https://issuu.com/georgei.sallamah/docs/le_scoutisme_de_baden-powell/
- Sánchez Priego 2016** : SÁNCHEZ PRIEGO J. A. (2016) *Producción y uso de azuelas, hachas y martillos en el neolítico precerámico de Siria (Xo-VIIo milenios cal. a.C.) aportes de la tecnología y la experimentación al estudio de la neolitización del Levante*, Thèse de doctorat, Université de Barcelone, 546 p. (en espagnol)
- Saraydar et Shimada 1971** : SARAYDAR S., SHIMADA I. (1971) A quantitative comparison of efficiency between a stone axe and a steel axe, *American Antiquity*, 36 (2), p. 216-217. (en anglais)
- Saraydar et Shimada 1973** : SARAYDAR S., SHIMADA I. (1973) Experimental Archaeology: A New Outlook, *American Antiquity*, 38, p. 344-350. (en anglais)
- Schiffer et Skibo 1987** : SCHIFFER M. B., SKIBO J. M. (1987) Theory and Experiment in the Study of Technological Change, *Current Anthropology*, 28 (5), p. 595-622. (en anglais)
- Schöbel 2015** : SCHÖBEL G. (2015) A.II. Hans Reinerth, seine Forschungen und Grabungen zum Neolithikum in Thessalien, *in* : ALRAM-STERN E., DOUSOUGLI-ZACHOS A. (dir.), *Die deutschen Ausgrabungen 1941 auf der Visviki-Magula/Velestino: die neolithischen Befunde und Funde*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt GmbH, p. 17-49 (en allemand)
- Schweingruber 1990** : SCHWEINGRUBER F. H. (1990) *Anatomie microscopique du bois*, Birmensdorf, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, 3^e édition, 226 p. (en allemand, anglais et français)
- Séfériadès 1992a** : SÉFÉRIADÈS M. (1992) La pierre polie, *in* : TREUIL R. (dir.), *Dikili Tash : Village préhistorique de Macédoine orientale I. Vol. 1 : Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, Athènes, École Française d'Athènes, p. 84-99. (en français)

- Séfériadès 1992b** : SÉFÉRIADÈS M. (1992) L'os et le bois de cervidé, in : TREUIL R. (dir.), *Dikili Tash : Village préhistorique de Macédoine orientale I. Vol. 1 : Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, Athènes, École Française d'Athènes, p. 99-112. (en français)
- Sehested 1884** : SEHESTED N. F. B. (1884) *Archæologiske Undersøgelser 1878-1881*, Copenhague, Reitzel, 180 p. (en danois)
- Semenov 1964** : SEMENOV S. A. (1964) *Prehistoric Technology*, Londres, Barnes and Noble, 211 p. (en anglais)
- Sigaut 1996** : SIGAUT F. (1996) L'apprentissage vu par les ethnologues : Un stéréotype ?, in : CHEVALLIER D. (dir.), *Savoir faire et pouvoir transmettre : Transmission et apprentissage des savoir-faire et des techniques* [en ligne], Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme. (en français)
DOI : <https://doi.org/10.4000/books.editionsmslh.3832>
- Sigaut 2009** : SIGAUT S. (2009) Techniques, technologies, apprentissage et plaisir au travail..., *Techniques & Culture*, 52-53, p. 40-49. (en français)
URL : <http://journals.openedition.org/tc/4770>
DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.4770>
- Sigaut 2011** : SIGAUT F. (2011) Gestes et apprentissage, in : TREUIL R. (dir.), *L'archéologie cognitive*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'Homme, p. 189-210. (en français)
- Sigaut 2012** : SIGAUT F. (2012) *Comment Homo devint Faber*, Paris, Éditions du CNRS, 238 p. (en français)
- Sjöquist et Åström 1985** : SJÖQUIST K.-E., ÅSTRÖM P. (1985) *Pylos: Palmprints and Palmleaves*, Göteborg, Paul Åström Förlag, 107 p. (en anglais)
- Sjöquist et Åström 1991** : SJÖQUIST K.-E., ÅSTRÖM P. (1991) *Knossos: Keepers And Kneaders*, Göteborg, Paul Åström Förlag, 128 p. (en anglais)
- Smith 1891** : SMITH G. V. (1891) The Use of Flint Blades to Work Pine Wood, *Annual Report of the Smithsonian Institution 1891*, 1, p. 601-605. (en anglais)
- Souvatzi 2008** : SOUVATZI S. G. (2008) *A Social Archaeology of Households in Neolithic Greece: An Anthropological Approach*, Cambridge, Cambridge University Press, 261 p. (en anglais)
- Steele 2007** : STEELE L. D. (2007) The Neolithic settlement at Çatalhöyük and Pueblo ethnoarchaeology, *British School at Athens studies*, 15, p. 37-46. (en anglais)
- Steensberg 1957** : STEENSBERG A. (1957) Some Recent Danish Experiments in Neolithic Agriculture, *The Agricultural History Review*, 5 (2), p. 66-73. (en anglais)
- Steensberg 1979** : STEENSBERG A. (1979) *Draved: An experiment in Stone Age agriculture*, Copenhague, Musée national du Danemark, 116 p. (en anglais)
- Steensberg 1980** : STEENSBERG A. (1980) *New Guinea Gardens*, New York, Academic Press, 222 p. (en anglais)
- Stewart 1984** : STEWART H. (1984) *Cedar: Tree of Life to the Northwest Coast Indians*, Vancouver, Douglas & McIntyre, 192 p. (en anglais)

- Stratouli 2000** : STRATOULI G. (2000) Neolithic bone and antler artefacts from Theopetra Cave, Western Thessaly: Tracing the use of the cave, *in* : KYPARISSĒ-APOSTOLIKA N. (dir.), *Theopetra cave: twelve years of excavation and research 1987-1998. Proceedings of the International Conference, Trikala, 6-7 November 1998*, Athènes, Institut de Préhistoire égéenne, p. 307-328. (en grec)
- Stratouli et Kloukinas 2020** : STRATOULI G., KLOUKINAS D. (2020) Transformations of Settlement Space at Neolithic Avgi, NW Greece, *in* : TASIC N. N., UREM-KOTSOU D., BURIC M. (dir.), *Making Spaces into Places*, Oxford, British Archaeological Reports, p. 43-52. (en anglais)
- Stratouli et al. 2010** : STRATOULI G., TRIANTAPHYLLOU S. BEKIARIS T. KATSIKARIDIS N. (2010) The manipulation of death: a burial area at the Neolithic Settlement of Avgi, NW Greece, *Documenta Praehistorica*, 37, p. 95-104. (en anglais)
DOI : <https://doi.org/10.4312/dp.37.9>

T__

- Tegel et al. 2012** : TEGEL W., ELBURG R., HAKELBERG D., STÄUBLE H., BÜNTGEN U. (2012) Early Neolithic Water Wells Reveal the World's Oldest Wood Architecture, *PLoS ONE* [en ligne], 7, 12. (en anglais)
URL : <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0051374>
- Teschler-Nicola et al. 1996** : TESCHLER-NICOLA M., GEROLD F., KANZ F., LINDENBAUER K., SPANNAGL M. (1996) Anthropologische spurensicherung. Die traumatischen und postmortalen veränderungen an den Linearbandkeramischen skelettresten von Asparn/Schletz, *in* : WINDL H. (dir.), *Rätsel um Gewalt und Tod vor 7.000 Jahren: eine Spurensicherung*, Asparn an der Zaya, Katalog des Niederösterreichischen Landesmuseum, p. 47-64. (en allemand)
- Theocharis 1973** : THEOCHARIS D. R. (1973) *Neolithic Greece*, Athènes, National Bank of Greece, 356 p. (en anglais)
- Théophraste, Recherche sur les plantes** : THÉOPHRASTE (4^e et 3^e s. av.n.è.) *Recherches sur les plantes : À l'origine de la botanique (traduit par Suzanne Amigues)*, Paris, Belin (2010), 28 p. (en français)
- Tiret 2000** : TIRET A. (2000) Stabilité des coupoles en pierres sèches édifiées sans cintre, *Archéam*, 7, p. 34-48. (en français)
- Todorova 1978** : TODOROVA H. (1978) *The Eneolithic Period in Bulgaria in the Fifth millennium B.C.*, Oxford, British Archaeological Reports, 182 p. (en anglais)
- Todorova 1986** : TODOROVA H. (1986) *Каменно-медната епоха в България (пето хилядолетие преди новата ера)*, Sofia, Наука и Изкуство, 278 p. (en bulgare)
- Todorova 1995** : TODOROVA H. (1995) The Neolithic, Eneolithic and transitional period in Bulgarian prehistory, *in* : BAILEY D., PANAYOTOV I. (dir.), *Prehistoric Bulgaria*, Madison, Prehistory Press, p. 83-91. (en anglais)
- Todorova 2003** : TODOROVA H. (2003) Prehistory of Bulgaria, *in* : GRAMMENOS D. (dir.), *Recent research in the prehistory of the Balkans*, Thessalonique, Archaeological Institute of Northern Greece, 3, p. 257-328. (en anglais)

- Todorova et al. 1975** : TODOROVA H., IVANOV S., VASSILEV V., HOPF M., KVITA H., KOL G. (1975) *Селищната могила при Голямо Делчево*, Sofia, Académie des sciences bulgare, 334 p. (en bulgare)
- Todorova et al. 1983** : TODOROVA H., VASSILEV V., YANOUCHEVIN Z., VELEV P., KOVATCHEVA M. (1983) *Обчарово (Разкопки и проучвания, IX)*, Sofia, Académie des sciences bulgare, 127 p. (en bulgare)
- Toussaint 2009** : TOUSSAINT M. (2009) Apport de l'archéologie expérimentale à la compréhension du creusement des tranchées d'implantation des allées couvertes de la fin du Néolithique. En marge des fouilles au champ mégalithique de Wéris (Belgique), *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106 (1), p. 57-72. (en français)
- Townsend 1969** : TOWNSEND W. H. (1969) Stone and Steel Tool Use in a New Guinea Society, *Ethnology*, 8, p. 199-205. (en anglais)
- Treuil 1983** : TREUIL R. (1983) *Le Néolithique et le Bronze ancien égéens. Les problèmes stratigraphiques et chronologiques, les techniques, les hommes*, Athènes, Bibliothèque des écoles française d'Athènes et de Rome, 248, 537 p. (en français)
- Treuil 1992a** : TREUIL R. (dir.) (1992) *Dikili Tash : Village préhistorique de Macédoine orientale I. Vol. 1 : Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, Athènes, École Française d'Athènes, 193 p. (en français)
- Treuil 1992b** : TREUIL R. (1992) Chapitre premier. – Le site et les fouilles, *in* : TREUIL R. (dir.), *Dikili Tash : Village préhistorique de Macédoine orientale I. Vol. 1 : Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, Athènes, École Française d'Athènes, p. 3-18. (en français)
- Treuil 1992c** : TREUIL R. (1992) Chapitre III. – La construction et l'habitation, *in* : TREUIL R. (dir.), *Dikili Tash : Village préhistorique de Macédoine orientale I. Vol. 1 : Fouilles de Jean Deshayes (1961-1975)*, Athènes, École Française d'Athènes, p. 39-58. (en français)
- Treuil 2008** : TREUIL R. (2008) Le Paléolithique et le Néolithique. L'évolution de la civilisation, *in* : TREUIL R., DARCQUE P., POURSAT J.-C., TOUCHAIS G. (dir.), *Les civilisations égéennes du Néolithique et de l'Âge de Bronze*, Paris, Presses universitaires de France, p. 63-82. (en français)
- Treuil et al. 2020** : TREUIL R., TSIRTSONI Z., DARCQUE P., PRÉVOST-DERMARKAR S. (2021) Chapitre 5 – Le secteur V, *in* : KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d'Athènes/Société archéologique d'Athènes, p. 107-224. (en français)
- Triboulot 2003** : TRIBOULOT M.-C. (2003) Le choix des essences de bois. La durabilité naturelle vis-à-vis des agents biologiques de dégradation, *Cahier des Thèmes transversaux, ArScAn*, IV, p. 188-195. (en français)
- Tringham 1971** : TRINGHAM R. (1971) *Hunters, Fishers and Farmers of Eastern Europe: 6000-3000 B.C.*, Londres, Hutchinson University Library, 240 p. (en anglais)
- Tringham 1992** : TRINGHAM R. (1992) Households with faces: The Challenge of Gender in Prehistoric Architectural remains, *in* : GERO J., CONKEY M. (dir.), *Engendering archaeology. Women in Prehistory*, Oxford and Cambridge, Blackwell, p. 93-131. (en anglais)

- Tringham 1995** : TRINGHAM R. (1995) Archaeological Houses, Households, Housework and the Home, *in* : BENJAMIN D. N., STEA D., AREN E., SAILE D. (dir.), *The Home: Words, Interpretations, Meanings, and Environments*, Aldershot, Avebury Ashgate, p. 79-107. (en anglais)
- Tringham et Krstič 1990** : TRINGHAM R., KRSTIČ D. (1990) Conclusion. Selevač in the wider context of European Prehistory, *in* : TRINGHAM R., KRSTIČ D. (dir.), *Selevac. A Neolithic village in Yugoslavia*, Los Angeles, University of California Press, p. 567-617. (en anglais)
- Tsirtsoni 2016a** : TSIRTSONI Z. (2016) The chronological framework in Greece and Bulgaria between the late 6th and the early 3rd millennium BC, and the “Balkans 4000” project, *in* : TSIRTSONI Z. (dir.), *The human face of radiocarbon: reassessing chronology in prehistoric Greece and Bulgaria, 5000-3000 cal BC*, Lyon, Maison de l’Orient et de la Méditerranée, p. 13-39. (en anglais)
- Tsirtsoni 2016b** : TSIRTSONI Z. (2016) Concluding remarks, *in* : TSIRTSONI Z. (dir.), *The human face of radiocarbon: reassessing chronology in prehistoric Greece and Bulgaria, 5000-3000 cal BC*, Lyon, Maison de l’Orient et de la Méditerranée, p. 453-464. (en anglais)
- Tsirtsoni 2020** : TSIRTSONI Z. (2020) Chapitre 9 - Les datations et la chronologie absolue, *in* : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d’un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d’Athènes/Société archéologique d’Athènes, p. 561-609. (en français)
- Tsirtsoni 2021** : TSIRTSONI Z. (2021) *Le temps et ses noms : construire une chronologie égéo-balkanique du 7^e au 4^e millénaire avant J.-C.*, Manuscrit inédit d’habilitation à diriger des recherches. (en français)
- Tsirtsoni et al. 2020a** : TSIRTSONI Z., GERMAIN-VALLÉE C., MALAMIDOU D. (2021) Chapitre 3 – Le secteur 2, *in* : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d’un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d’Athènes/Société archéologique d’Athènes, p. 49-98. (en français)
- Tsirtsoni et al. 2020b** : TSIRTSONI Z., DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., LYCHOUNAS M., ZACHARIADIS S. (2021) Chapitre 7 – Le secteur 7, *in* : DARCQUE P., KOUKOULI-CHRYSSANTHAKI H., MALAMIDOU D., TREUIL R., TSIRTSONI Z. (dir.), *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, volume II, 2. Histoire d’un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École française d’Athènes/Société archéologique d’Athènes, p. 447-494. (en français)
- Tsoraki 2011a** : TSORAKI C. (2011) Chapter 15 - ‘Shiny and colourful’: raw material selection and the production of edge tools in Late Neolithic Makriyalos Greece, *in* : SAVILLE A. (dir.), *Flint and Stone in the Neolithic Period*, Oxford, Oxbow Books, p. 287-303. (en anglais)
- Tsoraki 2011b** : TSORAKI C. (2011) Stone-working traditions in the prehistoric Aegean: the production and consumption of edge tools at Late Neolithic Makriyalos, *in* : DAVIS V., EDMONDS M. R. (dir.), *Stone axe studies III*, Oxford, Oxbow Books, p. 231-244. (en anglais)

Tsountas 1908 : TSOUNTAS C. (1908) *Αί προϊστορικοί Ακροπόλεις Διμηγίου και Σέσκλου*, Athènes, Bibliothèque de la Société archéologique d'Athènes, 432 col. (en grec)

V_

Valamoti 2004 : VALAMOTI S. M. (2004) *Plants and people in Late Neolithic and Early Bronze Age northern Greece: an archaeological investigation*, Oxford, British Archaeological Reports, Series 1258, 200 p. (en anglais)

Valamoti 2015 : VALAMOTI S. M. (2015) Harvesting the 'wild'? Exploring the context of fruit and nut exploitation at Neolithic Dikili Tash, with special reference to wine, *Vegetation History and Archaeobotany*, 24, p. 35-46. (en anglais)

Valdeyron 2011 : VALDEYRON N. (2011) Derniers chasseurs et premiers bûcherons ? La question des haches et des herminettes dans le Mésolithique européen in : SERVELLE C. (dir.), *Haches de pierre. Au Néolithique, les premiers paysans du Tarn*, Castres, Comité départemental d'archéologie du Tarn, p. 419-434. (en français)

Van Tieghem 1891 : VAN TIEGHEM P. (1891) *Traité de Botanique*, Paris, S. Savy, 1609 p. (en français)

van Willigen 2019 : VAN WILLIGEN S. (2019) Une porte ouverte sur l'histoire, *Musée national suisse* [en ligne]. (en français, allemand et anglais)
URL : <https://blog.nationalmuseum.ch/fr/2019/01/une-porte-ouverte-sur-histoire/>

Vaquer et al. 2012 : VAQUER J., MARTÍN A., PÉTREQUIN P., PÉTREQUIN A.-M., ERRERA M. (2012) Les haches alpines dans les sépultures du Néolithique moyen pyrénéen : importations et influences, PÉTREQUIN P., CASSEN S., ERRERA M., KLASSEN L., SHERIDAN A., PÉTREQUIN A.-M. (dir.), *Jade. Grandes haches alpines du Néolithique européen. V^e et IV^e millénaires av. J.-C.*, Besançon, Presses Universitaires de Franche-Comté et Centre de Recherche Archéologique de la Vallée de l'Ain, p. 872-917. (en français)

Vernet 1972 : VERNET J.-L. (1972) *Contribution à l'histoire de la végétation du Sud-Est de la France au Quaternaire, étude de macroflores de charbons de bois principalement*, Thèse de maîtrise, Université des Sciences et Techniques du Languedoc, 103 p. (en français)

Viollet-le-Duc 1856 : VIOLLET-LE-DUC E. (1856) *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle, Tome 1*, Paris, Édition Bance – Morel, 506 p. (en français)

Viollet-le-Duc 1863 : VIOLLET-LE-DUC E. (1863) *Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XI^e au XVI^e siècle, Tome 6*, Paris, Édition Bance – Morel, 506 p. (en français)

Vitruve, De architectura : VITRUBE (1^{er} s. av.n.è.) *De architectura* (traduit par M. Ch.-L. Mauftras), Paris, C.L.F. Panckoucke (1848). (en français)

Voisenat 1991 : VOISENAT C. (1991) *Distiller à Fougerolles*, Besançon, Cêtre, 103 p. (en français)

Voulgari et al. 2022 : VOULGARI E., SOFRONIDOU M., KOTSAKIS K. (2021) Αποθηκευτικά αγγεία από το Δισπηλιό Καστοριάς, communication *To Αρχαιολογικό Έργο Στη Μακεδονία Και Τη Θρακία (AEMTh). 34η Επιστημονική Συνάντηση. 10 - 11 Μαρτίου 2022.* (en grec)

W__

Wace et Thompson 1912 : WACE A. J. B., THOMPSON M. S. (1912) *Prehistoric Thessaly*, Cambridge, Cambridge University Press, 272 p. (en anglais)

Wardle 1996 : WARDLE K. A. (dir.)(1996) *Nea Nikomedeia I: the excavation of an early neolithic village in northern Greece, 1961-1964*, Londres, The British School at Athens (suppl. 25), 212 p. (en anglais)

Weiner 1992 : WEINER J. (1992) Feuchtbodenfunde ohne Moor und Seeufer – Zwei Spaten aus dem bandkeramischen Brunnen von Erkelenz-Kückhoven, *Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland*, 15, p. 161-166. (en allemand)

Welch 1918-19 : WELCH F. B. (1918-19), Macedonia : prehistoric pottery, *Annual of the British School at Athens*, 23, p. 44-50. (en anglais)

Westphal et al. 2011 : WESTPHAL T., TEGEL W., HEUSSNER K.-U., LERA P., RITTERSHOFER K.-F. (2011) Erste dendrochronologische Datierungen historischer Hölzer in Albanien, *Archäologische Anzeiger*, 2, p. 75-95. (en allemand)
URL : <https://publications.dainst.org/journals/aa/article/view/82/4764>

Wijnen 1981 : WIJNEN M. H. J. M. N. (1981) *The Early Neolithic I Settlement at Sesklo: an Early Farming Community in Thessaly, Greece*, Leiden, Leiden University Press, 146 p. (en anglais)

Willis 1994 : WILLIS K. (1994) The vegetational history of the Balkans, *Quaternary Science Reviews*, 13, p. 769-788. (en anglais)

X__

Xie 2018 : XIE L. (2018) Scapulae for shovels: Does raw material choice reflect technological ease and low cost in production?, *Journal of Archaeological Science*, 97, p.77-89. (en anglais)

Z__

Zachos 2007 : ZACHOS K. (2007) The Neolithic Background: A Reassessment, in : DAY P. M., DOONAN R. C. P. (dir.), *Metallurgy in the Early Bronze Age Aegean*, Oxford, Oxbow book, p. 168-206. (en anglais)

Zachos 2010 : ZACHOS K. (2010) Η μεταλλουργία στην Ελλάδα και στη ΝΑ Ευρώπη κατά την 5η και 4η χιλιετία π.Χ., in : ΠΑΠΑΔΙΜΗΤΡΙΟΥ Ν., ΤΣΙΡΤΣΟΝΙ Ζ. (dir.), *Η Ελλάδα στο ευρύτερο πολιτισμικό πλαίσιο των Βαλκανίων κατά την 5η και 4η χιλιετία π.Χ.*, Αθήνες, Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης/Ίδρυμα Ν.Π. Γουλανδρή, p. 77-91. (en grec)

Tables des illustrations

Partie 1 - Contexte de l'étude et méthodologie

Fig. 1-01 - Zone géographique étudiée et les principaux sites cités au sein du volume.	20
Fig. 1-02 - Carte des reliefs, des lacs et des cours d'eau principaux du sud des Balkans.	21
Fig. 1-03 - Tableau de correspondance chronologiques des périodisations égéennes, bulgare, anatolienne et européenne. Correspondance au nouveau schéma des Étapes Égéo-Balkaniques (EEB) proposé par Z. Tsirtsoni. D'après Tsirtsoni 2021, tableau hors-texte 2.	25
Fig. 1-04 - Carte réduite sur la Bulgarie et la Grèce du Nord avec les noms des villes modernes en italique. Localisation des sites étudiés (en rouge).	27
Fig. 1-05 - Tableau du vocabulaire utilisé lors de l'étude des dégraissants dans la terre à bâtir.	36
Fig. 1-06 - Arborescence de la base de données utilisées pour enregistrer les données acquises lors de l'étude du matériel, de lectures, des sessions expérimentales et de l'étude du matériel expérimental.	40

Partie 2 - Étude architecturale de Dikili Tash

Chapitre 1 – Présentation du site et du corpus étudié 45

Fig. 2-01 - Vue aérienne vers l'ouest du tell de Dikili Tash (parcelle boisée au premier plan) entouré d'une zone agricole (deuxième plan). Au troisième plan à droite, le village de Krénidès. En arrière-plan, à gauche le mont Pangée et à droite les contreforts sud-ouest du mont Lekani. Cliché par la mission de Dikili Tash/Efa.	45
Fig. 2-02 - Plan topographique du tell de Dikili Dash et localisation des secteurs fouillés depuis 1920. Mission de Dikili Tash.	47
Fig. 2-03 - Plan schématique des cinq maisons dans le secteur 6 à la fin du deuxième programme de fouille. En rouge les fours, en hachures les plates-formes. Éch. 1:250. D'après Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-01 et 6-03.	49
Fig. 2-04 - Plan détaillé des éléments architecturaux des Maisons 3 et 4. En marron foncé, les murs retrouvés en place, en marron clair les restes architecturaux, en orange les fragments de vases-silos en terre crue, en beige les sols enduits. Éch. 1:100. Tiré de Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-10.	50
Charte graphique valant pour les plans tirés de Darcque et al. 2020.	51

Chapitre 2 – La Maison 4 52

Fig. 2-05 - Plan de la Maison 4. Éch. 1:66. Mission de Dikili Tash.	53
Fig. 2-06 - Vue vers le nord-ouest du côté sud de la pièce A. Le sillon est visible au tout premier plan (flèche). D'après Koukouli-Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-184.	55
Fig. 2-07 - Comparaison des diamètres des pièces utilisées comme poteaux pour les murs gouttereaux est et ouest. La première série correspond aux deux murs et inclut les fragments dont le mur d'origine (est ou ouest) n'est pas défini.	56
Fig. 2-08 - Fragments issus des murs du bâtiment. Éch. 1:10. a. fragment 611009-023 présentant des empreintes de pièces de bois refendues et d'une équarrie (flèche rouge) ; b. fragment 611006-015 présentant des empreintes de pièces de bois refendues dont une s'arrête (flèche blanche) ; c. fragment 611018-052 présentant une empreinte de pièce refendue et une empreinte de rameau (flèche noire).	57
Fig. 2-09 - Détail du fragment 611009-024 présentant les deux faces perpendiculaires d'une pièce très probablement équarrie.	57
Fig. 2-10 - Restitution d'une partie de l'armature en poteaux jointifs du mur ouest (pièce A) à partir du fragment 611006-015. Éch. 1:10. a. vue extérieure de l'armature ; b. vue intérieure ; c. vue intérieure avec fragments ; d. vue en coupe AA' ; e. vue en coupe BB' ; f. vue en perspective sous la coupe AA' 58	58
Fig. 2-11 - Fragment 611007-024 présentant une empreinte de poteau refendu (en noir) et une empreinte d'une pièce de bois oblique devant les poteaux dont le diamètre ou la largeur n'est pas connu. Éch. 1:5.	59

- Fig. 2-12** - Détail du fragment 611006-015 présentant une empreinte de poteau qui s'arrête (flèche noire)..... 59
- Fig. 2-13** - Détail du fragment 611010-003 présentant deux empreintes de pièces de bois aboutées (flèche noire) par un ligature (flèche blanche)..... 59
- Fig. 2-14** - Fragments des murs gouttereaux présentant des empreintes de traverses. Éch. 1:2. a. fragment 611026-018 ; b. fragment 611009-017..... 60
- Fig. 2-15** - Fragment 611017-009 présentant deux empreintes de traverses jointives. a. vue générale, éch. 1/5 ; b. vue de détail sur la ligature qui lie les deux traverses, éch. 1:2..... 60
- Fig. 2-16** - Comparaison des diamètres des pièces utilisées comme traverses pour les murs gouttereaux est et ouest. La première série correspond aux deux murs et inclut les fragments dont le mur d'origine (est ou ouest) n'est pas défini..... 61
- Fig. 2-17** - Fragment 611045-017 présentant une empreinte de poteau refendu (flèche noire) et l'empreinte d'une sablière perpendiculaire (flèche rouge). Éch. 1:4. a. fragment orienté avec la sablière vers le haut ; b. vue directement sur l'empreinte de la sablière..... 61
- Fig. 2-18** - Détail du fragment 611010-003 présentant l'empreinte d'une ligature permettant de lier deux pièces de bois. Une troisième pièce permet de serrer l'assemblage. Reconstitution en fig. 2-22..... 62
- Fig. 2-19** - Fragment 611010-003 présentant l'empreinte d'une ligature permettant de lier une traverse à un poteau. a. vue générale sur l'empreinte de la traverse, éch. 1:2 ; b. restitution de la ligature à partir des empreintes..... 62
- Fig. 2-20** - Détail du fragment 611017-025 présentant une cavité où se trouve l'empreinte d'un nœud qui a permis d'attacher la ligature autour des pièces de bois..... 62
- Fig. 2-21** - Fragment de ligature végétale découvert dans le fragment 611018-026. Éch. 1:1. a. ligature dans son empreinte vue de face. On peut voir l'organisation en fagot des dégraissants (paille) dans la cassure (flèche blanche) ; b. ligature dans son empreinte vue de profil. On voit également l'organisation en fagot de la paille ; c. d. e. vue de trois faces de la ligature. On voit la torsade, l'hélice, formée par les torons ; f. dessin du fragment de ligature. En suivant les fibres, on voit l'hélice formée par les deux torons eux-mêmes composés de fils de caret torsadés. Une partie des fibres est cassée à cause de cette première torsion. 63
- Fig. 2-22** - Restitution d'une partie de l'armature en bois du mur est (pièce A) à partir du fragment 611010-003. Éch. 1:10. a. vue extérieure de l'armature avec fragment ; b. vue extérieure avec représentation en hachuré des empreintes de bois et en noir des empreintes de ligature ; c. vue extérieure de l'armature ; d. trois coupes verticales montrant la superposition entre trois poteaux et la pièce horizontale (linteau) ; e. vue de l'assemblage 4 avec ligature et pièce intermédiaire..... 64
- Fig. 2-23** - Fragments issus des murs gouttereaux de la Maison 4. Éch. 1:2 a. c. d. et éch. 1:1 b. a. fragment 611009-025 présentant une terre à bâtir avec des dégraissants sans organisation et une inclusion de caillou (flèche noire) ; b. détail du fragment 611026-016 avec empreinte de natte dans la pâte ; c. fragment 611093-007 avec inclusion de cailloux ; d. fragment 611027-013 avec inclusion d'os (flèche rouge). 65
- Fig. 2-24** - Fragments des murs gouttereaux présentant des couches d'enduit. Éch. 1:2. a. fragment 611042-007 présentant trois couches d'enduit sans badigeon ; b. fragment 611074-002 (pièce C) présentant un premier enduit assez minéral ; c. détail du fragment 611035-005 présentant deux couches d'enduit recouvertes d'un badigeon ; d. détail du fragment 611004-20 présentant la première couche d'enduit sur sa couche de torchis, leurs compositions sont similaires..... 66
- Fig. 2-25** - Ensemble de fragments 611010-003, la flèche rouge pointe la même empreinte. a. l'ensemble de fragments prélevé, éch. 1:10 ; b. l'ensemble sur le terrain lors de sa découverte. D'après Koukouli Chryssanthaki et al. 2020, fig. 6-175..... 67
- Fig. 2-26** - Éch. 1:2. a. fragment 611026-010 présentant une empreinte refendue s'arrêtant sous la surface aplanie (flèche rouge) d'un rajout de terre à bâtir (flèche blanche). Possiblement issu d'un appui d'ouverture, b. reconstitution hypothétique de cette ouverture..... 68
- Fig. 2-27** - Ensemble de fragments 611009-012 présentant une surface arrondie et aplanie et issus possiblement des piédroits de l'ouverture. Éch. 1:2..... 68
- Fig. 2-28** - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées dans l'armature du mur pignon. 69
- Fig. 2-29** - Fragment 611006-014 issu du mur nord et présentant des empreintes jointives. Éch. 1:10..... 69

Fig. 2-30 - Détail du fragment 611004-020 présentant l'empreinte d'une traverse perpendiculaire aux poteaux refendus.....	69
Fig. 2-31 - Restitution d'une partie de l'armature en poteaux jointifs avec traverse du mur nord (pièce A) de la Maison 4 à partir du fragment 611004-020. Éch. 1:10. a. vue intérieure ; b. vue extérieure avec fragments ; c. vue en coupe horizontale AA' ; d. vue en perspective sous la coupe CC' ; f. vue en coupe verticale BB'.....	70
Fig. 2-32a - Fragment 611004-019 issu du pignon nord de la Maison 4 et attestant l'utilisation d'une armature en clayonnage. Les baguettes de clayonnage (flèche noire) sont disposées de manière lâche entre les poteaux (flèche rouge). Éch 1:2.....	71
Fig. 2-32b - Restitution d'une partie de l'armature en clayonnage du mur nord (pièce A) de la Maison 4 à partir du fragment 611004-019. Éch. 1:5. a. vue intérieure avec fragment; b. vue en coupe horizontale AA' ; c. vue en coupe verticale BB'.....	71
Fig. 2-33 - Reconstitution hypothétique de l'armature en bois du mur pignon nord de la Maison 4. a. vue depuis le nord ; b. vue de détail sur l'assemblage tenon-mortaise.....	72
Fig. 2-34 - Fragment 611017-009 issu du mur nord. Une empreinte rectangulaire (flèche noire) est visible dans une empreinte de poteau. Elle est interprétée comme l'empreinte de la partie traversante d'un tenon. Éch. 1:5.....	72
Fig. 2-35 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées comme poteaux et baguettes de clayonnage dans l'armature de la cloison entre les pièces A et B.....	73
Fig. 2-36 - Fragments de la cloison entre les pièces A et B. Éch. 1:2. a. un fragment de l'ensemble 611125-005 présentant les empreintes d'un clayonnage lâche : poteau (flèche rouge) et baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 611036-010 avec une empreinte de baguette de clayonnage passant du même côté de deux poteaux ; c. et d. deux fragments de l'ensemble 611125-005 présentant deux surfaces aplanies perpendiculaires.....	74
Fig. 2-37 - Fragment 611092-008 issu de la cloison entre les pièces B et C. Éch. 1:2. a. vue de plusieurs empreintes de poteaux (flèche rouge) ; b. vue de face d'une empreinte de poteau et en coupe de l'empreinte perpendiculaire (flèche noire) ; c. vue de détail des dégraissants et des inclusions de cailloux ; d. vue de l'empreinte perpendiculaire. .	75
Fig. 2-38 - Effectif des pièces de bois des structures en canisse en fonction de leur diamètre (N=216).	76
Fig. 2-39 - Fragments présentant les empreintes d'une canisse. Éch. 1:4. a. fragment 611010-007 ; b. fragment 611009.019 ; c. fragment 611018-042.	77
Fig. 2-40 - Détail du fragment 611099-006 sur les empreintes finement striées qui sont des négatifs de roseaux.	77
Fig. 2-41 - Fragment 611035-006 présentant de nombreuses inclusions de cailloux, galets et tessons. Éch. 1:2.	77
Fig. 2-42 - Reconstitution hypothétique de l'imposte de la porte de la pièce A, faite en canisse à partir des fragments 611010-007, 611009-019 et 611009-020 (de g. à d.). Éch. 1:10. a. reconstitution des armatures à partir des empreintes ; b. reconstitution de l'imposte (en transparence) à partir des empreintes ; c. hypothèse de reconstitution de l'armature en canisse de l'imposte.	79
Fig. 2-43 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois utilisées comme poutre, solive, lambourde et pièce de plancher dans l'armature de la mezzanine de la pièce A.....	80
Fig. 2-45 - Reconstitution de l'armature en bois de la mezzanine de la pièce A.....	81
Fig. 2-44 - Fragment 611004-018 associé au comblement des entrevous. Les empreintes visibles sont celles des lambourdes. Éch. 1:4.....	81
Fig. 2-46 - Fragments de la mezzanine de la pièce A, faisant sûrement partie d'une plate-forme sur la mezzanine. Éch. 1:8. a. vues des deux faces opposées du fragment 611018-017, épais avec inclusions de galets et sans empreinte ; b. vues des deux faces opposées du fragment 611018-016, épais avec inclusion de tessons et sans empreinte ; c. vues des deux faces perpendiculaires et aplanies du fragment 611018-015, épais. Il présente également trois empreintes cylindriques parallèles (flèche rouge).....	83
Fig. 2-47 - Fragment 611091-008 présentant deux empreintes de poteaux (vues en coupe ; flèche rouge) et l'empreinte de la solive qui court le long du mur (en blanc). Éch. 1:2.....	85
Fig. 2-48 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des poteaux des différents murs de la Maison 4.....	86

Fig. 2-49 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois horizontales composant les murs de la Maison 4.....	86
Fig. 2-50 - Comparaison des diamètres moyens, maximum et minimum des pièces de bois composant les deux mezzanines. En rouge la mezzanine de la pièce A, en bleu la mezzanine de la pièce B.....	87
Fig. 2-51 - Mise en relation entre les fonctions et les morphologies des pièces de bois utilisées dans la construction de la Maison 4.....	88
Fig. 2-52 - Reconstitution de la Maison 4 après étude du matériel architectural.....	89
Fig. 2-53 - Reconstitution des armatures en bois de la Maison 4 après étude du matériel architectural.....	89
Fig. 2-54 - Tableau de J. A. Atkinson (1803) représentant le poêle et le polati (полати) d'une isba russe (Isba, Etched by the Artist).....	93
Chapitre 3 – La Maison 3	95
Fig. 2-55 - Plan de la Maison 3 de Dikili Tash. Éch. 1:66. Mission de Dikili Tash.....	96
Fig. 2-56 - Fragments issus des éléments architecturaux de la Maison 3. Éch. 1:4. a. fragment 610187-003 avec une inclusion de gros galet ; b. fragment 610122-011 présentant une pâte dégraissée à la paille sans orientation. Ces empreintes semblent indiquer une armature en poteaux jointifs ; c. fragment 610122-012 avec inclusion d'os (flèche noire) ; d. fragment de l'ensemble 610114-007 avec inclusion d'os et dégraissé à la balle ou à la paille hachée finement.....	98
Fig. 2-57 - Détail de l'ensemble de fragments 610122-011 présentant des empreintes de feuilles. Éch. 1:2.....	98
Fig. 2-58 - Effectif des pièces de bois en fonction de leur type et de leur refente (N=34).....	99
Fig. 2-59 - Coupe horizontale schématique d'un parement des murs de la Maison 3, de l'armature végétale au badigeon extérieur. Description rapide des couches : épaisseurs, dégraissants et inclusions. Indication des fragments permettant la reconstitution schématique.....	101
Fig. 2-60 - Effectif des pièces de bois selon leur fonction architecturale (N=34).....	102
Fig. 2-61 - Ensemble de fragments 610122-011 présentant deux empreintes de poteaux refendus (en noir) et une traverse (en blanc). Éch. 1:4.....	102
Fig. 2-62 - Effectif des poteaux en fonction de leurs catégories dimensionnelles (N=17).....	103
Fig. 2-63 - Effectif des types de pièces selon leur fonction architecturale. Seules les pièces dont le diamètre exact est connu sont prises en compte. (N=14).....	104
Fig. 2-64 - Diamètres moyens, maximum et minimum des pièces dont le diamètre exact est connu selon leur fonction architecturale (N=14).....	104
Fig. 2-65 - Coupe verticale schématique des couches supérieures de terre à bâtir du possible « plancher d'étage ou toit plat ». Distinction entre les deux regroupements et possible concordance entre les deux. Description rapide des couches : épaisseurs (cm), dégraissants et inclusions. Indication des fragments permettant la reconstitution schématique.....	106
Fig. 2-66 - Deux ensembles du second regroupement des fragments issus du plancher surélevé ou toit plat. Éch. 1:5. a. ensemble 610114-007 présentant les restes de tous les enduits connus pour ce regroupement ; b. ensemble 610189-001 présentant les trois enduits intermédiaires.....	107
Fig. 2-67 - Deux fragments présentant une surface convexe qui rejoint une deuxième surface, plane celle-ci. Éch. 1:2. a. fragment de l'ensemble 610114-007 ; b. fragment de l'ensemble 610189-001.....	108
Fig. 2-68 - Coupe schématique d'un angle de la Maison 3. Le torchis du plancher a une surface concave le long des murs, les enduits prennent donc une forme convexe à cet endroit. En pointillé, la position hypothétique des fragments du second regroupement. Éch. 1:20.....	108
Fig. 2-69 - Reconstitution hypothétique de la Maison 3. Les éléments en blanc correspondent aux hypothèses, sans preuve archéologique tangible.....	110

Partie 3 - Étude architecturale de Hotnitsa

Chapitre 1 – Présentation du site	123
Fig. 3-01 - Localisation des sites de Petko Karaveloo et de Hotnitsa dans la région de Veliko Tarnovo (en grisé). 123	
Fig. 3-02 - Plan du premier horizon du tell de Hotnitsa mis au jour lors des fouilles menées par N. Angelov. D'après Chohadzhiev et Chohadzhiev à paraître, Fig. 14.	125
Fig. 3-03 - Plan des secteurs fouillés et étudiés. Éch. 1:125. Relevé par A. Chohadzhiev, DAO par P. Bacoup. 127	
Fig. 3-04 - Plan du secteur nord du site de Hotnitsa. Niveaux 4 et 5. Éch. 1:100. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.	128
Fig. 3-05 - Plan du secteur sud du site de Hotnitsa. Niveaux 4 et 5. Éch. 1:33. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev et P. Bacoup.....	129
Fig. 3-06 - Épaisseur de la pellicule de bois visible après prélèvement d'un échantillon à l'emporte-pièce.....	130
Chapitre 2 – L'étude xylogologique du matériel	130
Fig. 3-07 - Les deux types de conservations connus. Locus 132. a. vue générale ; b. détail (les parties très blanches ne sont pas du bois). Clichés par A. Chohadzhiev.	131
Fig. 3-08 - Conservation claire de la pièce de bois équarrie 092-027.....	131
Fig. 3-09 - Demi-rondin 092-026 présentant les deux types de conservation.....	131
Chapitre 3 – Les études architecturales	133
Fig. 3-10 - Plan du Bâtiment 20. Éch. 1:66. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.	134
Fig. 3-11 - Photographies du Bâtiment 20. Le mur nord du bâtiment n'a pas été atteint. Lignes noires = 1 m. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue vers le nord-est de la moitié nord du bâtiment ; b. vue vers le nord de la moitié nord du bâtiment ; c. vue vers le nord-est du bâtiment à la fin de la campagne de 2016.....	135
Fig. 3-12 - Photographies du Bâtiment 20. Les planchers forment des cuvettes. Lignes noires = 1 m. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue vers le sud de la partie sud du bâtiment ; b. vue vers le nord-est de la partie nord-ouest du bâtiment. Les planches plongent sous le niveau de la lambourde ; c. vue vers l'est au niveau du plancher de la partie nord-ouest du bâtiment.....	136
Fig. 3-13 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction des planchers du Bâtiment 20.	137
Fig. 3-14 - Assemblage par tenon mortaise découvert dans les vestiges du Bâtiment 20. a. profil du tenon. Vue vers l'ouest ; b. vue zénithale des deux pièces assemblées.	138
Fig. 3-15 - Passage entre la pièce centrale et la pièce nord. Cliché par A. Chohadzhiev, modélisation 3D par P. Bacoup. a. vue vers le nord sur le terrain ; b. vue vers le nord de la reconstitution du passage.	139
Fig. 3-16 - Reconstitution 3D de la partie basse du Bâtiment 20. Les éléments en blanc correspondent aux hypothèses interprétatives, sans preuve archéologique tangible.....	140
Fig. 3-17 - Plan du locus 124. Éch. 1:66. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.	142
Fig. 3-18 - Photographies des planchers du locus 124. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale du plancher nord et de la partie est, fouillés en 2013 ; b. vue zénithale vers le sud du plancher sud fouillé en 2016.....	143
Fig. 3-19 - Détail de la partie sud du mur ouest du locus 124. Présence d'os dans la terre à bâtir. Vue vers l'est. Cliché par A. Chohadzhiev.....	143
Fig. 3-20 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher sud du locus 124.	144
Fig. 3-21 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher nord du locus 124.	144
Fig. 3-22 - Reconstitution 3D de la partie basse du bâtiment correspondant au locus 124..	145
Fig. 3-23 - Vue vers le nord du plancher sud du locus 99. Cliché A. Chohadzhiev.....	146

Fig. 3-24 - Plan du locus 99. Éch. 1:66. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev.	147
Fig. 3-25 - Plan du locus 132. Éch. 1:33. Relevé et DAO par A. Chohadzhiev et P. Bacoup.	148
Fig. 3-26 - Vue zénithale du plancher 132. Cliché par A. Chohadzhiev.	149
Fig. 3-27 - Vue rasante vers le nord du locus 132. On aperçoit la forme arrondie en demi-rondi des pièces de bois. Largeur du sondage = 3 m. Cliché par A. Chohadzhiev.	150
Fig. 3-28 - Pièces de bois présentant des traces de travail à l'outil en pierre ou en matière dure d'origine animale (flèche blanche). Clichés par P. Bacoup et A. Chohadzhiev. a. pièce de bois présentant également le départ d'une branche ; b. détail des marques laissées par un outil sur le bois.	150
Fig. 3-29 - Vue vers le nord des pièces de bois découvertes le long du profil nord du secteur sud. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale ; b. vue rasante montrant l'épaisseur et la morphologie des pièces de bois dont certaines semblent équarries.	151
Fig. 3-30 - Pièce 092-027. Équarrie, cette pièce provient sûrement de la superstructure du bâtiment. Cliché par A. Chohadzhiev.	151
Fig. 3-31 - Noeud mort dans une planche de pin. Cliché par F. Bacoup.	151
Fig. 3-32 - Photographie des six mortaises découvertes dans le locus 132. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. mortaise circulaire MT-003 ; b. mortaise circulaire MT-005 ; c. mortaises quadrangulaires sur la pièce de bois 092-027 (c1) MT-002a (c2) MT-002b ; d. mortaise quadrangulaire MT-004 ; e. mortaise quadrangulaire MT-001.	152
Fig. 3-33 - Photographie du tenon mal conservé TN-001.	153
Fig. 3-34 - Graphique des diamètres des pièces de bois utilisées dans la construction du plancher du locus 132.	153
Fig. 3-35 - Graphique des diamètres ou largeurs des pièces de bois utilisées dans la construction de tous les planchers étudiés sur le site de Hotnitsa.	154
Chapitre 4 – Synthèse et résultats techniques et architecturaux	154
Fig. 3-36 - Pic en bois de cerf (andouiller) découvert sur le plancher sud du locus 124. Mortaise d'emmanchement quadrangulaire de 2 cm par 1,5 cm.	155
Fig. 3-37 - Plan au sol de la maison 1 du Tell Kazanlak, horizon X. Éch. 1:125. D'après Andreeva 2010, fig. 6.	157

Partie 4 - Étude architecturale de Petko Karavelovo

Chapitre 1 – Présentation du site	161
Fig. 4-01 - Vue aérienne du tell, situé sur la rive gauche de l'ancien lit de la rivière Yantra et au milieu des champs cultivés. Cliché par A. Chohadzhiev.	161
Fig. 4-02 - Vue vers le nord de la tranchée D creusée pour retirer le tuyau d'irrigation installé dans les années 1970. Cliché par A. Chohadzhiev.	162
Fig. 4-03 - Plan topographique du site avec localisation des différents secteurs. DAO par A. Chohadzhiev.	163
Fig. 4-04 Tableau de présence/absence des essences végétales identifiées par anthracologie pour chacune des phases étudiées. En noir : présence ; en blanc : absence. N=628.	165
Fig. 4-05 - Noyaux de <i>Prunus sp.</i> carbonisés.	166
Chapitre 2 – Les secteurs B et B2	167
Fig. 4-06 - Schéma stratigraphique des loci étudiés des secteurs B-B2. Les pointillés rouges épais représentent le saut d'une phase attestée sur le site, mais non représentée dans notre corpus. Réalisé avec le Stratifiant.	168
Fig. 4-07 - Plan du Bâtiment 127 et ses aménagements internes. Une plate-forme intérieure en bois supplémentaire a été découverte dans l'angle sud-est de la pièce centrale (fig 4-19). Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.	169
Fig. 4-08 - Plan des fondations du Bâtiment 127 et ses aménagements internes. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.	170

Fig. 4-09 - Plan de l'angle nord-ouest du Bâtiment 127 dans le secteur B2. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev.	174
Fig. 4-10 - Informations sur les poteaux et les trous associés dans la tranchée ouest du Bâtiment 127 (secteur B2).	175
Fig. 4-11 - Fouille en cours des pièces de bois directement enfoncées dans le sol sans trou de poteau. Elle semble s'apparenter à des planches.	175
Fig. 4-12 - Vue vers le nord-est du mur nord (1 ^{er} état, carré 98) et d'une petite partie du mur est. Cliché par A. Chohadzhiev.	176
Fig. 4-13 - Vue zénithale des tranchées de fondation de l'angle nord-est du Bâtiment 127. Cliché par A. Chohadzhiev.	176
Fig. 4-14 - Vue vers le nord du mur nord (1 ^{er} état, carré 88). Cliché par A. Chohadzhiev.	176
Fig. 4-15 - Détail sur les baguettes de clayonnage du mur nord (1 ^{er} état). Cliché par A. Chohadzhiev.	176
Fig. 4-16 - Parement sud du mur nord (2 ^e état, carré 88). Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale vers le nord ; b. vue vers l'est ; c. vue de détail d'un poteau (flèche) devant lequel passent des pièces de bois horizontales.	178
Fig. 4-17 - Relevé des parements sud et nord du mur nord (2 ^e état) du Bâtiment 127.	179
Fig. 4-18 - Reconstitution hypothétique d'une portion du mur nord (2 ^e état) du Bâtiment 127. Les assemblages entre les pièces de bois ne sont pas connus. Éch. en cm.	180
Fig. 4-19 - Vue vers le nord des plates-formes en bois à l'intérieur de la pièce centrale du Bâtiment 127. Cliché par A. Chohadzhiev.	181
Fig. 4-20 - Vestiges de végétaux ayant potentiellement pu servir comme matériaux de couverture du Bâtiment 127. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale ; b. vue de détail.	182
Fig. 4-21 - Plates-formes 170W et 170N extérieures au Bâtiment 127. Clichés par A. Chohadzhiev. a. Vue générale des plates-formes après démontage des murs ; b. vue vers l'ouest de la plate-forme 170W ; c. vue de détail d'une fourche ; d. vue de détail d'un départ de branche.	183
Fig. 4-22 - Reconstitution hypothétique du Bâtiment 127 vu vers les nord-est.	185
Fig. 4-23 - Exemples de murs construits avec un double parement de bois et un garnissage interne en terre à bâtir. Les parements sont recouverts d'un enduit de terre. Clichés de P. Bacoup (a, b, c) et C. Pagnoux (d). a. et b. Belogradchik (Bulgarie) ; c. Slišane (Serbie) ; d. Kavala (Grèce).	186
Fig. 4-24 - Plan du Bâtiment 67. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev.	188
Fig. 4-25 - Couche de destruction du Bâtiment 67 en 2014. Cliché par A. Chohadzhiev.	189
Fig. 4-26 - Amas de terre à bâtir de la couche de destruction du Bâtiment 67, secteur B2, carré 88. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale des amas. Juste au nord, une fosse de fondation avec des pierres de calage (flèche) ; b. vue vers le nord-est. Épaisseur de l'amas sud de plus de 50 cm.	191
Fig. 4-27 - Couche noire organique du Bâtiment 67, secteur B, carrés 87-97 en 2014. Cliché par A. Chohadzhiev.	191
Fig. 4-28 - Effectif par types des pièces de bois identifiées à la lecture des empreintes des fragments du Bâtiment 67 (N=413).	193
Fig. 4-29 - Effectif par fonction architecturale des pièces de bois identifiées à la lecture des empreintes des fragments (N=420).	193
Fig. 4-30 - Nombre d'empreintes présentant une fonction architecturale par type de pièce de bois (N=413).	194
Fig. 4-31 - Diamètre minimal, maximal et moyen des pièces de bois utilisées (N=413).	194
Fig. 4-32a - Nombre de fragments par élément architectural identifié ou non par couche (N=131).	195
Fig. 4-32b - Nombre de fragments par élément architectural identifié par couche après regroupement en seulement deux niveaux (N=99).	195
Fig. 4-33 - Schéma de la superposition des couches microstratigraphiques au sein de la couche de destruction du Bâtiment 67.	196

- Fig. 4-34** - Vestiges en terre cuite posés situés entre les deux niveaux de terre à bâtir. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. un fragment de vase ; b. restes de céramique ; c. trois pesons en céramique ; d. vestiges d'une sole de structure de combustion. 196
- Fig. 4-35** - Fragments de terre à bâtir issus des murs du Bâtiment 67. Éch. 1:4. a. fragment 88-085 présentant deux empreintes de poteaux et celles des baguettes de clayonnage entrelacées à ces poteaux ; b. fragment 88-114 présentant trois empreintes de poteaux et les empreintes de baguettes de clayonnage qui leur sont entrelacées (possible présence d'un lien végétal) ; c. fragment 88-055 présentant deux empreintes de poteau vues en coupe et une empreinte de traverse qui leur est perpendiculaire. La traverse est refendue. 198
- Fig. 4-36** - Fragment en terre à bâtir ayant leurs enduits de finition préservés. Éch. 1:2. a. fragment 88-050 présentant une superposition de plusieurs fines couches d'enduit. La dernière est un badigeon blanchâtre d'un demi millimètre d'épaisseur ; b. fragment 88-041 recouvert d'une couche de peinture rouge. 199
- Fig. 4-38** - Vue de détail du fragment 88-131 présentant un petit rameau (flèche) d'une des perches constituant le lit végétal du plancher. Éch. 1:2. 200
- Fig. 4-37** - Fragment 88-122 issu de l'armature du plancher et présentant les empreintes de deux planches. Éch. 1:2. 200
- Fig. 4-39** - Fragment 88-036 issu du plancher présentant la superposition de deux couches de terre à bâtir dont un enduit épais de 3 à 4 cm. Éch. 1:2. 201
- Fig. 4-40** - Reconstitution hypothétique du Bâtiment 67. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible. 203
- Fig. 4-41** - Plan du Bâtiment 50. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev. 205
- Fig. 4-42** - Relevé de la partie du Bâtiment 155 retrouvée dans le secteur B2, carré 98. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. 207
- Fig. 4-43** - Plate-forme carbonisée du Bâtiment 155 découverte contre le profil est du secteur B2, carré 98. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue zénithale ; b. vue vers l'est. 207
- Chapitre 3 – Les secteurs E et F** 209
- Fig. 4-44** - Diagramme stratigraphique des loci étudiés dans les secteurs B, B2, E et F. 209
- Fig. 4-45** - Plan du Bâtiment D3. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev. 211
- Fig. 4-46** - Couche de destruction du Bâtiment D3. Éch. 1:66. DAO par A. Chohadzhiev. 212
- Fig. 4-47** - Fin de fouille du Bâtiment D3. Vue de la berme ouest du secteur E avec la "marche" et la faible épaisseur de terre agricole au-dessus de la couche de destruction dans la partie nord. Cliché par A. Chohadzhiev. 213
- Fig. 4-48** - Vue de détail de l'épaisseur de la couche de destruction du Bâtiment D3 composée de peu de fragments, mais plutôt de la terre à bâtir informe, pulvérulente et de tessons de céramique. Cliché par A. Chohadzhiev. 214
- Fig. 4-49** - Vue aérienne de la couche de destruction du Bâtiment D3 dans le secteur E. Cliché par A. Chohadzhiev. 215
- Fig. 4-50** - Niveau de destruction du Bâtiment D3 dans la berme sud du carré 78. Deux couches microstratigraphiques visibles : la plus basse correspond à un plancher sur lequel on retrouve des poteries (flèche) ; la plus haute correspond aux restes des murs. Cliché par A. Chohadzhiev. 216
- Fig. 4-51** - Tableau répertoriant les neuf groupes initiaux des fragments de terre à bâtir du Bâtiment D3. 218-219
- Fig. 4-52** - Fragments du Groupe A issus des murs du Bâtiment D3. Éch. 1:2. a. fragment 68-013 avec empreintes d'un poteau (flèche rouge) et de baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 68-017 avec empreintes d'un poteau refendu et de baguettes de clayonnage ; c. fragment 69-018 avec empreintes de baguettes de clayonnage ; d. fragment 69-011, vue du dégraissant et inclusion de coquille (flèche blanche) ; e. fragment 69-007 présentant un enduit de finition rouge. 220
- Fig. 4-53** - Fragment 69-040 du Groupe B. Pailles regroupées en petit fagot. 221
- Fig. 4-54** - Fragment 69-064 du Groupe B. Inclusion de caillou (fl. blanche) et de tesson (fl. noire) 221

- Fig. 4-55** - Fragments du Groupe B et du sous-groupe 5. La terre à bâtir est friable et blanchâtre. Ils sont rapprochés au remplissage des entrevous du Bâtiment D3. Éch. 1:2. a. groupe de quatre fragments 69-008 ; b. groupe de deux fragments 69-019. 222
- Fig. 4-56** - Fragment du Groupe C 79-043. La couche de torchis comme l'enduit n'ont pas de dégraissant végétal. Éch. 1:2. 223
- Fig. 4-57** - Plan du secteur F au niveau de la couche de destruction du Bâtiment D3 et de ses abords ouest. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. 225
- Fig. 4-58** - Angle sud-ouest du secteur F. Clayonnage carbonisé coupé en deux par la tranchée F13. Cliché par A. Chohadzhiev. 227
- Fig. 4-59** - Partie du clayonnage le long du profil ouest du secteur F. Les pièces de bois sont encore en connexion les unes avec les autres. Clichés par A. Chohadzhiev. a. et b. vues générales ; c. détail sur une des pièces refendues (flèche blanche) parallèle aux baguettes de clayonnage (Éch. clou = 3 cm). 227
- Fig. 4-60** - Plate-forme carbonisée extérieure à l'ouest du Bâtiment D3 en cours de fouille. Les flèches indiquent les planchers. La couche de destruction qui se trouve au-dessus de cette plate-forme correspond vraisemblablement au mur en clayonnage discuté précédemment et tombé sur la plate-forme. Cliché par A. Chohadzhiev. 228
- Fig. 4-61** - Reconstitution hypothétique de la partie nord du Bâtiment D3. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible. a. vue vers le nord-est ; b. vue vers le sud-est. 230
- Fig. 4-62** - Couche de destruction en cours de fouille du Bâtiment E10 qui s'étend plus à l'ouest du secteur E, au-delà de la tranchée D, zone non fouillée. Cliché par A. Chohadzhiev. 231
- Fig. 4-63** - Fragments issus des murs du Bâtiment E10. Éch. 1:2. a. fragment 79-003 avec empreintes de deux poteaux (flèche rouge) et de trois baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 79-007 avec empreintes d'un poteau et de deux baguettes de clayonnage ; c. fragment 79-023 avec empreintes de deux poteaux et de quatre baguettes de clayonnage. 233
- Fig. 4-64** - Fragment 79-001 issu des murs du Bâtiment E10. Superposition d'enduit épais 1,5 cm dégraissé finement et d'une motte de torchis dégraissée avec des grosses pailles. On aperçoit une empreinte de feuille (flèche). Éch. 1:1. 234
- Fig. 4-65** - Clayonnage moderne photographié à Gortalovo (Bulgarie). En partie haute, le torchis et l'enduit sont tombés. En partie basse, on voit que la couche de torchis comble l'espace entre les baguettes, mais que c'est l'enduit qui les recouvre. 234
- Fig. 4-66** - Fragments d'un plancher (?) du Bâtiment E10. Éch. 1:2. a. fragment 79-026 montrant trois empreintes parallèles et jointives dont deux arrondies et une plane et striée (refente) ; b. fragment 79-027 montrant trois empreintes arrondies parallèles et jointives et une empreinte de bois refendu qui leur est perpendiculaire (flèche). 235
- Fig. 4-67** - Niveau de destruction du Bâtiment E39. Cliché par A. Chohadzhiev. 236
- Fig. 4-68** - Plan du sud du secteur E au niveau de la couche de destruction du Bâtiment E39. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. 237
- Fig. 4-69** - Niveau de destruction du Bâtiment E26. Cliché par A. Chohadzhiev. 239
- Fig. 4-70** - Plan du sud du secteur E au niveau de la couche de destruction du Bâtiment E26. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. 240
- Fig. 4-71** - Fragment 77-132 de la voûte du four 810. Éch. 1:4. 241
- Fig. 4-72** - Vue vers le nord du muret interne du Bâtiment E5. Des restes d'enduit rouge à motifs géométriques blancs sont visibles in situ (flèche). Cliché par A. Chohadzhiev. 242
- Fig. 4-73** - Plan du sud du secteur E au niveau de la couche de destruction du Bâtiment E5. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. 243
- Fig. 4-74** - Fragment 77-129. Rebord d'une plate-forme formé de deux plaques superposées formant un angle. On aperçoit les traces (flèches) que les doigts du bâtisseur ont laissées pour donner la forme au rebord. Éch. 1:2. 244
- Fig. 4-75** - Fragment du faite du muret présentant un angle bien franc et des surfaces recouvertes d'un badigeon rougeâtre. Éch. 1:2. Cliché par A. Chohadzhiev. 245

- Fig. 4-76** - Fragments montrant l'agencement en clayonnage lâche de l'armature végétale du muret. Éch. 1:2. a. fragment 77-041 avec empreintes d'un poteau refendu (flèche rouge) et de trois baguettes de clayonnage (flèche noire) ; b. fragment 77-053 avec empreinte d'un poteau refendu et de quatre baguettes de clayonnage. 245
- Fig. 4-77** - Fouille en cours de l'intérieur du muret. On aperçoit les poteaux carbonisés dont certains sont larges et refendus (flèche blanche) et d'autres sont cylindriques et d'un diamètre plus petit (flèche noire). Cliché par A. Chohadzhiev. 246
- Fig. 4-78** - Reconstitution hypothétique du muret interne du Bâtiment E5. 3D et reconstitution technique par P. Bacoup, reconstitution graphique des décors par A. Yanakieva et A. Chohadzhiev. 247
- Fig. 4-79** - Fragments d'enduit rouge à motifs géométriques blancs retrouvés in situ. Clichés par A. Chohadzhiev. 247
- Fig. 4-80** - Fragments avec enduit rouge à motifs géométriques blancs. Éch. 1:2. a. fragment de la partie haute du muret ; b. et c. fragments portant différents motifs comme des disques, des traits, similaires à ce qu'on connaît pour la céramique du même bâtiment. Clichés par A. Chohadzhiev. 248
- Fig. 4-81** - Dessin technique d'un vase découvert dans le Bâtiment E5 (carré 79) présentant des décors similaires au muret. Éch. 1:4. Dessin par A. Chohadzhiev. 249
- Fig. 4-82** - Fragments montrant les pièces de bois utilisées pour la fabrication du clayonnage des murs périphériques. Éch. 1:2. a. fragment 77-019 avec empreinte d'un poteau refendu (flèche rouge) ; b. fragment 77-113 avec empreinte de deux poteaux refendus et de six baguettes de clayonnage. 250
- Fig. 4-83** - Détail sur la couche de torchis du fragment 77-021. Les pailles atteignent 1 cm de large. 251
- Fig. 4-84** - Détail sur la couche de torchis du fragment 77-019. Inclusion d'un gros galet. 251
- Fig. 4-85** - Détail sur la surface de la couche de torchis du fragment 77-060. Traces d'impressions digitales bien visibles grâce à vitrification du fragment due à la chaleur de l'incendie. 251
- Fig. 4-86** - Portion in situ du mur est présentant une armature en poteaux jointifs. Cliché par A. Chohadzhiev. 252
- Fig. 4-87** - Fragments du mur est attestant l'utilisation de poteaux jointifs comme armature pour la construction d'une portion du mur. Éch. 1:4. a. fragment 77-123 portant des empreintes de petits poteaux non refendus ; b. fragment 77-050 portant des empreintes de gros poteaux refendus. 253
- Fig. 4-88** - Reconstitution hypothétique de la partie en poteaux jointifs du mur est du Bâtiment E5. 253
- Fig. 4-89** - Fragments du mur est. Vues de détail sur la terre à bâtir appliquée contre les poteaux jointifs. Éch. 1:2. a. fragment 77-051 dont le dégraissant est sans organisation et est de taille moyenne ; b. fragment 77-022 dont les couches sont roulées. 254
- Fig. 4-90** - Fragment 77-122 issu de l'enduit intérieur du mur périphérique est. 254
- Fig. 4-91** - Détail du fragment 77-137 qui contient comme inclusion une graine de blé carbonisée. 254
- Fig. 4-92** - Parement interne du mur périphérique est in situ du Bâtiment E5. Clichés par A. Chohadzhiev et P. Bacoup. a. photographie de terrain montrant l'enduit final peint en rouge ; b. fragment 77-137 avec à sa surface des restes de peintures rouge et de motifs blancs. 254
- Fig. 4-93** - Fin de fouille du Bâtiment E5, découverte d'une structure carbonisée en bois. Clichés par A. Chohadzhiev. a. vue générale du Bâtiment E5 en fin de fouille ; b. détail sur la structure carbonisée. 255
- Fig. 4-94** - Plan du sud du secteur E à la fin de la fouille du Bâtiment E5. Éch. 1:33. DAO par A. Chohadzhiev. Les pastilles bleues sur les pièces de bois correspondent aux pièces en chêne, les pastilles rouges à celles en frêne et les vertes à celles en orme. 256
- Fig. 4-95** - Reconstitution hypothétique de la structure haute en bois. 257
- Fig. 4-96** - Reconstitution hypothétique du Bâtiment E5. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible. 258
- Fig. 4-97** - Comblement d'une ancienne ouverture avec un autre matériau ou une autre technique que ceux utilisés pour construire les murs. Clichés par P. Bacoup et N. Lereau. a. en brique cuite à Gortalovo (Bulgarie, 2019) ; b. en parpaings à Neuilly-sur-Eure (France, 2022). 260

Chapitre 4 – Le bois de construction : synthèse de l'étude anthracologique	261
Fig. 4-98 - Tableau des effectifs par essences utilisées dans la construction et par phase (N=367).....	262
Fig. 4-99 - Tableaux répertoriant les classes de durabilité du bois face aux champignons (a), aux coléoptères (b) et aux termites et xylophages marins (c). Tirés de la norme NF EN 350.	263
Fig. 4-99d - Tableau explicatif des différentes classes d'emploi des bois. Tirés de la norme NF EN 335.....	263
Fig. 4-99e - Tableau répertoriant les classes de durabilité naturelle et les classes d'emploi des essences de construction identifiées à Petko Karavelovo. Informations acquises dans la norme NF EN 335 et dans le fascicule de documentation FD P 20-651.....	264
Fig. 4-99f - Tableau de correspondance entre les classes d'emploi et de durabilité vis-à-vis des champignons. Tirés de FNB 2016b, p. 3 s'appuyant sur les normes NF EN 335 et 350 et sur le fascicule de documentation FD P 20-651.....	264
Fig. 4-100 - Diagrammes des effectifs de pièces de bois dont la fonction architecturale a été identifiée (N=219) .	266
Fig. 4-101 - Tableau présentant la fonction architecturale des pièces des différentes essences identifiées par phase (N=214 ; PK-A=32 ; PK-B=126 ; PK-C = 56).....	267
Chapitre 5 - Synthèse et interprétations architecturales	270
Fig. 4-102 - Reconstitution du pignon nord du Bâtiment 127, les poteaux extérieurs portent les sablières hautes et les pannes. Les parties blanches sont hypothétiques et ne reposent sur aucun élément archéologique tangible. 271	
Fig. 4-103 - Fragments portant des empreintes de ligatures ayant servi de lien pour attacher les pièces des armatures végétales entre elles. Éch. 1:2. a. fragment 77-015 du Bâtiment E5 avec empreinte d'un poteau refendu derrière laquelle passe un lien (flèche noire) qui a été noué à cet endroit (cavité lie à un nœud ; flèche blanche) ; b. fragment 77-026 du Bâtiment E5 avec empreinte d'un lien sans empreinte de pièce de bois, on est vraisemblablement sur une extrémité de lien pris dans la terre à bâtir ; c. fragment 88-055 du Bâtiment 67 présentant l'empreinte d'un lien autour d'un poteau.....	273
Fig. 4-104 - Profil sud du secteur E. Superposition stratigraphique des couches de destruction des bâtiments entre lesquelles se trouvent des couches de sédiments nivelées. Éch. espace entre fils de même couleur = 1 m. Cliché par A. Chohadzhiev.....	281
Appendice 4.1 - Les lames polies de Petko Karavelovo	285
Fig. 4-105 - Exemples des trois morphologies de lames polies connues à Petko Karavelovo. Éch. 1:2 (a. b.) ; éch. 1:1 (c.). a. lame polie symétrique 3364 ; b. lame polie asymétrique 919 ; c. lame polie de ciseau 3296.....	286
Fig. 4-106 - Fragment de la lame polie symétrique 1624. Éch. 1:2.....	287
Fig. 4-107 - Tableau de dimensions minimales, maximales et moyennes des lames polies.	287
Fig. 4-108 - Exemple de lames asymétriques ayant également une asymétrie faciale. Éch. 1:2 a. lame polie asymétrique 566 ; b. lame polie asymétrique 835 ; c. lame polie asymétrique 1105 ; d. lame polie asymétrique 2308.	288
Partie 5 - Expérimenter les constructions en terre et bois	
Chapitre 1 – Mise en place du programme expérimental	293
Fig. 5-01 - Modèles pour les reproductions des lames polies du site de Petko Karavelovo. Éch. 1:2. a. lame polie asymétrique CMPK-919 ; b. dessin synthétique des lames symétriques ; c. lame polie CMPK-1427.....	298
Fig. 5-02 - Tableau synthétique des haches utilisées pour les expérimentations (en cm).	299
Fig. 5-03 - Tableau synthétique des herminettes utilisées pour les expérimentations (en cm).....	299
Fig. 5-04 - Tableau synthétique des ciseaux utilisés pour les expérimentations. Modèle : CMPK-1427 (en cm). 299	
Fig. 5-05 - Planche des différentes haches et herminettes utilisées pour les expérimentations. Éch. 1:10. Clichés par P. Guillonnet et P. Bacoup.	300
Fig. 5-06 - Planche des différents ciseaux utilisés pour les expérimentations. Éch. 1:4.....	301

Fig. 5-07 - Tableau synthétique des perceurs utilisés pour les expérimentations (en cm).....	302
Fig. 5-08 - Tableau synthétique des coins utilisés pour les expérimentations (en cm).....	302
Fig. 5-09 - Tableau synthétique des outils de creusement utilisés pour les expérimentations (en cm).....	303
Fig. 5-10 - Tableau synthétique des outils utilisés pour déplacer la terre durant les expérimentations (en cm).....	303
Chapitre 2 – De l’abattage à la mise en forme des pièces de bois	304
Fig. 5-11 - Coupe du lière autour de l’arbre 1 à abattre.....	311
Fig. 5-12 - Abattage de l’arbre 1, les expérimentateurs travaillent chacun d’un côté du tronc.....	312
Fig. 5-13 - Abattage de l’arbre 1, les expérimentateurs travaillent du même côté.....	312
Fig. 5-14 - Abattage par entaille unique de l’arbre 10 par un seul expérimentateur.....	313
Fig. 5-15 - Abattage sur toute la circonférence du tronc de l’arbre 7 par un seul expérimentateur.....	313
Fig. 5-16 - Exp-066 : abattage de l’arbre 8 avec la Hache_11.....	317
Fig. 5-17 - Exp-065 : abattage de l’arbre 7 avec la Hache_3.....	317
Fig. 5-18 - Exp-067 : abattage de l’arbre 9 avec la Hache_1.....	318
Fig. 5-19 - Temps d’abattage avec les Hache_3 et Hache_1 en fonction du diamètre des troncs.....	319
Fig. 5-20 - Temps d’abattage en fonction du diamètre du tronc (exp-066 exclue).....	321
Fig. 5-21 - Temps d’abattage des troncs inférieurs à 20 cm de diamètre (exp-066 exclue).....	321
Fig. 5-22 - Temps d’abattage expérimentaux (incluant les nôtres et ceux donnés dans la bibliographie) sur le chêne, l’érable, le frêne, le hêtre et l’orme.....	323
Fig. 5-23 - Temps d’abattage expérimentaux dont les nôtres (en rouge) et ceux donnés dans la littérature (en bleu).....	323
Fig. 5-24 - Temps d’abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres inférieurs à 20 cm. La courbe de tendance est exponentielle.....	324
Fig. 5-25 - Temps d’abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres inférieurs à 20 cm en fonction des essences.....	324
Fig. 5-26 - Temps d’abattage expérimentaux pour des troncs aux diamètres supérieurs à 20 cm. La courbe de tendance est linéaire.....	325
Fig. 5-27 - Temps d’abattage expérimentaux. Une rupture est visible dans la courbe de tendance entre les troncs inférieurs et ceux supérieurs à 20 cm.....	325
Fig. 5-28 - Abattage de l’arbre 2 à l’herminette. a. travail à deux, face à face, à genoux ; b. abattage terminé, seuls restent les matelas de fougères installés sous les genoux.....	327
Fig. 5-29 - Abattage de l’arbre 4 à l’herminette en position mixte en agenouillé et accroupi : un genou au sol.....	327
Fig. 5-30 - Positions utilisées plus rarement lors du travail d’abattage à l’herminette. a. position assise avec une jambe repliée sous l’autre ; b. même position permettant d’accéder à une zone de frappe en dévers ; c. position assise les deux jambes écartées ; d. position debout en fente avant ; e. position debout les jambes écartées ; f. position debout et retournée.....	328
Fig. 5-31 - Temps d’abattage lors de nos expérimentations à la hache (bleu, hors exp-006) et à l’herminette (rouge).....	329
Fig. 5-32 - Détail du manche de l’Herminette_5. Mortaise vive pour positionner la lame.....	331
Fig. 5-33 - Abattage au ciseau de l’arbre 3. Percussion tangentielle.....	333
Fig. 5-34 - Abattage au ciseau de l’arbre 3. Percussion ponctuelle.....	333
Fig. 5-35 - Positions utilisées lors du travail d’abattage au ciseau avec le Percuteur_2. a. position assise les deux jambes écartées de chaque côté du tronc ; b. position assise avec une jambe repliée sous l’autre ; c. position à genoux ; d. position avec un genou au sol ; e. position debout et retournée.....	334

Fig. 5-36 - Fin de tentative d'abattage au ciseau. Le siège de fortune est resté sur place.	335
Fig. 5-37 - Fin de tentative d'abattage au ciseau. a. vue générale de l'entaille amorcée ; b. vue de détail des traces caractéristiques d'une percussion indirecte tangentielle au ciseau.	335
Fig. 5-38 - Ciseau en pierre cassé suite à leur utilisation pour abattre l'arbre 3. Éch. 1:1. a. Ciseau_9 ; b. Ciseau_7 ; c. Ciseau_8.1.....	336
Fig. 5-39 - Détail sur le talon du manche du Ciseau_9 sur lequel on peut voir des stigmates de percussion. Éch. 1:1.....	337
Fig. 5-40 - Détail sur les tranchants des lames de ciseau. L'observation macroscopique ne montre aucune partie émoussée. Éch. 1:1.....	337
Fig. 5-41 - Position lors de l'activité d'ébranchage à la hache en pierre : debout, légèrement penché vers l'avant.	340
Fig. 5-42 - Temps d'ébranchage à la hache en fonction du diamètre de la branche et du niveau de l'expérimentateur.	341
Fig. 5-43 - Ébranchage à l'herminette par une personne de niveau « 2-familier » à califourchon sur le tronc.	343
Fig. 5-45 - Temps d'ébranchage à la hache et à l'herminette en fonction du diamètre de la branche et du niveau de l'expérimentateur.....	343
Fig. 5-44 - Ébranchage à l'herminette en position avec un genou au sol.....	343
Fig. 5-46 - Tronçonnage à la hache. a. en position avec un genou au sol ; b. en position à genoux ; c. position debout légèrement penché vers l'avant ; d. utilisation d'un réhausseur pour être à bonne hauteur de frappe ; e. position debout sur le tronc et penché vers l'avant.	345
Fig. 5-47 - Temps de tronçonnage à la hache (modèles de Petko Karavelovo ou similaires) en fonction du diamètre du tronc et du niveau de l'expérimentateur.....	346
Fig. 5-48 - Temps de tronçonnage à la hache (dont Hache_11 et Hache_12) en fonction du diamètre du tronc et du niveau de l'expérimentateur.....	347
Fig. 5-49 - Temps d'ébranchage et de tronçonnage à la hache (hors Hache_11 et Hache_12) en fonction du diamètre de la branche ou du tronc et du niveau de l'expérimentateur.....	348
Fig. 5-50 - Temps d'ébranchage et de tronçonnage (coupe au sol) à la hache (hors Hache_11 et Hache_12) réunis selon le niveau de l'expérimentateur. Les courbes de tendance sont exponentielles avec un décalage lié à l'expérience.....	349
Fig. 5-51 - Comparaison entre les temps d'abattage (inédit et bibliographique) à la hache et de coupe au sol (niv. 3-4). Le tronçonnage et l'ébranchage sont plus rapides à diamètre équivalent.....	349
Fig. 5-52 - Les deux mouvements principaux effectués en fonction de la tâche : a. mouvement à trajectoire plutôt horizontale (abattage) ; b. mouvement à trajectoire plutôt verticale (tronçonnage).	350
Fig. 5-53 - Utilisation de la Hache_1 à une main.	351
Fig. 5-54 - Refente en deux parties d'un rondin. Utilisation du Percuteur_3 et des Coins_1, _4 et _5 (de g. à d.).	352
Fig. 5-55 - Schéma des deux types de refente. Tiré de Darrah 2006a, p. 119, fig. 3.41. a. refente radiale ; b. refente tangentielle.....	353
Fig. 5-56 - Produit obtenu après des refentes en quart et en quartier.....	354
Fig. 5-57 - Refente en deux parties d'un rondin à l'aide d'une masse monoxyle (Percuteur_4) et de coins longs (Coin_6).....	354
Fig. 5-58 - Différentes amorces de refente et les positions. a. au coin en bois de cerf (Coin_7) ; b. avec l'utilisation d'une hache comme merlin et d'un maillet (Percuteur_5) ; c. avec utilisation d'une hache en percussion lancée ; d. avec utilisation d'une herminette en percussion lancée ; e. amorce seule en position debout les jambes de chaque côté du tronc ; f. amorce à deux personnes, une est à califourchon sur le tronc et tient le coin, la deuxième est sur le côté et actionne le percuteur.	357
Fig. 5-59 - Temps moyens, maximum et minimum des différentes refentes.	359

Fig. 5-60 - Obtention de deux demi-rondins tordus suite à la refente d'un tronçon aux fibres torses.	359
Fig. 5-61 - Refente radiale d'un demi-rondin en pseudo-planche.	359
Fig. 5-62 - Temps moyens, maximum et minimum des différentes refentes en fonction du niveau de l'expérimentateur.	360
Fig. 5-63 - Tentative de débit sur dosse ratée.	361
Fig. 5-64 - Planches obtenues par débit sur dosse.	361
Fig. 5-65 - Travail de régularisation des planches. a. à l'herminette ; b. au coin (Coin_3) et perceur.	362
Chapitre 3 – Référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée	367
Fig. 5-66 - Médiation auprès des élèves de l'école élémentaire René Busson à Mézeray lors de la session expérimentale de construction du bâtiment.	368
Fig. 5-67 - Lissage d'un enduit en terre avec un des écoliers, Nolan.	368
Fig. 5-68 - Arrivée de la terre argileuse en tracteur.	369
Fig. 5-69 - Tableau récapitulatif des étapes de construction des murs du bâtiment expérimental.	370-371
Fig. 5-70 - Vue vers le sud. Creusement des tranchées de fondation des murs terminées.	375
Fig. 5-71 - Début du creusement des tranchées. On les délimite à l'aide d'une pioche en bois (Pioche_1 ; premier plan). Au deuxième plan, travail à la Houe_1 après avoir creuser à la Pioche_2.	376
Fig. 5-72 - Creusement à l'aide d'une pioche en bois (Pioche_2).	376
Fig. 5-73 - Utilisation de la Pelle_1 et la Houe_1 en omoplate de bovidé pour extraire le sédiment.	376
Fig. 5-74 - Creusement des trous de poteau dans la tranchée de fondation à l'aide d'un Bâton_appointé_1 et d'un maillet (Perceur_6).	377
Fig. 5-75 - Mise en place des poteaux corniers.	378
Fig. 5-76 - Mise en place des autres poteaux.	378
Fig. 5-77 - Comblement des tranchées de fondation après l'installation des poteaux.	378
Fig. 5-78 - Vue vers le nord-est de l'armature en clayonnage lâche du mur ouest et en clayonnage serré du mur sud. Éch. hauteur du poteau cornier = 1 m.	379
Fig. 5-79 - Armature en clayonnage serré du mur n° 5. Éch. hauteur maximale du clayonnage = 1 m.	379
Fig. 5-80 - Construction de l'armature en clayonnage lâche du mur ouest.	381
Fig. 5-81 - Construction de l'armature en clayonnage serré du mur sud.	381
Fig. 5-82 - Construction de l'armature en clayonnage serré du mur n° 5.	381
Fig. 5-83 - Brélage des traverses à un des poteaux corniers avec un lien végétal.	383
Fig. 5-84 - Installation des poteaux entre les traverses.	383
Fig. 5-85 - Lien permettant de serrer les deux traverses l'une vers l'autre.	384
Fig. 5-86 - Lien permettant de bréler un poteau à une traverse.	384
Fig. 5-87 - Installation des poteaux des parements.	385
Fig. 5-88 - Mise en place des planches formant le double parement du mur.	386
Fig. 5-89 - Exemple de brélage des planches au niveau des poteaux des parements.	386
Fig. 5-90 - Creusement de la fosse n° 1 pour la préparation de la terre à bâtir. Utilisation de la Pioche_3 à gauche, du Bois_de_cerf_1 au fond, d'un Bâton_appointé_1 à droite et de la Houe_1 au premier plan. Bâton_biseauté_1 posé au premier plan.	387
Fig. 5-91 - Les deux fosses prêtes à l'emploi. Éch. trait noir = 50 cm . a. fosse n° 1 ; b. fosse n° 2.	388
Fig. 5-92 - Utilisation d'un bois de cerf brut (Bois_de_cerf_1) pour le creusement de la fosse n° 1.	389

Fig. 5-93 - Préparation de la terre à bâtir dans la fosse n° 2. a. foulage au pied ; b. utilisation d'un bâton.....	389
Fig. 5-94 - Fabrication de la terre à bâtir à même le tas de terre argileuse à l'aide d'un pic en bois.....	391
Fig. 5-95 - Deux expérimentateurs en train de casser des baguettes de bois qui serviront de comblement.....	392
Fig. 5-96 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit en fosse.....	393
Fig. 5-97 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit en auge.....	393
Fig. 5-98 - Préparation d'une terre à bâtir pour enduit avec un dégraissant de pailles fines et courtes. a. terre argileuse ; b. ajout des dégraissants ; c. ajout d'eau ; d. terre à bâtir prête après malaxage.....	394
Fig. 5-99 - Application de la terre à bâtir contre l'armature végétale par projection de petites mottes à la main.	395
Fig. 5-100 - Tassement et lissage de la couche de torchis formée par projection de petites mottes.....	395
Fig. 5-101 - Mur sud, parement extérieur, construit avec la terre à bâtir issue des fosses. a. effondrement d'une partie de la couche de torchis ; b. affaissement de la couche.....	396
Fig. 5-102 - Application de la terre à bâtir par grosses mottes plaquées contre l'armature en bois. a. deux grosses mottes plaquées contre l'armature en clayonnage lâche ; b. utilisation d'un manche de pioche pour tasser la terre à bâtir ; c. les parements font dès la première application environ 10 cm d'épaisseur.....	397
Fig. 5-103 - Tassement du blocage entre les deux parements en marchant sur les couches de terre.....	398
Fig. 5-104 - Construction du parement extérieur du mur nord.....	399
Fig. 5-105 - « Briquette » préformée prête à l'emploi.....	399
Fig. 5-106 - Application d'une briquette.....	399
Fig. 5-107 - Mise en place de terre à bâtir entre les poteaux afin de lier les deux parements de terre.....	400
Fig. 5-108 - Application d'un premier enduit contre le parement extérieur en bois du mur est.....	401
Fig. 5-109 - Parement extérieur du mur est après application d'un badigeon sur l'enduit.....	401
Fig. 5-110 - États des murs après différents temps de séchage. a. parement extérieur du mur sud le lendemain de la construction ; b. parement extérieur du mur sud à J+4 ; c. parement extérieur du mur nord à J+4 ; d. détail du faîte du parement intérieur du mur nord à J+4 ; e. vue vers le sud-est du bâtiment à J+38 ; f. parement extérieur du mur nord à J+38 ; g. détail du faîte du parement extérieur du mur est à J+38, l'armature de bois est visible par les fissures.....	402
Fig. 5-111 - Préparation de « briquettes » pour réaliser l'enduit du parement extérieur du mur nord.....	403
Fig. 5-112 - Enduit après lissage à la main avec ajout d'eau.....	403
Fig. 5-113 - Pose d'un enduit sur une couche de torchis déjà sèche. Une bonne humidification de la surface est nécessaire.....	403
Fig. 5-114 - Mur nord, parement extérieur après la pose de l'enduit par « briquette ». a. dès la fin de l'application de l'enduit une différence est visible entre la partie ouest (droite) faite par un individu de niveau « 3-connaissseur » et la partie est (à gauche) faite par un individu de niveau « 1-débutant » ; b. les fissures suivent les limites des « briquettes » dans la partie faite par l'individu de niveau « 1-débutant », fragilisant sévèrement l'enduit.....	404
Fig. 5-115 - Parement extérieur du mur nord, l'enduit défectueux a été retiré afin de bien humidifier la couche de torchis et de réutiliser la terre à bâtir retirée.....	405
Fig. 5-116 - Parement extérieur du mur nord, réparation de la partie est terminée.....	405
Fig. 5-117 - Parement extérieur du mur nord, enduit très fin appliqué sur tout le parement pour combler les fissures.....	405
Fig. 5-118 - État des parements extérieurs des murs au moment de la construction de la charpente, juste avant l'incendie, soit 133 jours après la construction des murs et 90 jours après l'application des enduits. a. mur nord présentant une partie est avec des fissures et une partie ouest sans fissure puisque cette dernière a reçu un enduit de finition supplémentaire ; b. détail du parement du mur nord présentant des traces liées à la pluie ; c. mur est ; d. mur sud ; e. mur ouest ; f. détail du parement du mur ouest présentant des traces liées à la pluie.....	407

Fig. 5-119 - Phénomène d'affouillement lié au ruissellement de l'eau au pied des murs formant l'angle sud-est du bâtiment.....	408
Fig. 5-120 - État des murs du bâtiment avant la construction de la charpente et son incendie.	409
Fig. 5-121 - Tableau des volumes (terre à bâtir et bois) et des masses (terre à bâtir) utilisés pour la construction des murs avec différentes armatures végétales. Comparaison faisable en ramenant les masses à un mur de mêmes dimensions.....	410
Fig. 5-122 - Formulaire permettant de calculer la masse de terre à bâtir nécessaire à la construction d'un mur.....	411
Fig. 5-123 - Creusement du trou pour fonder le poteau faîtier nord du bâtiment expérimental.	413
Fig. 5-124 - Vue vers le sud-est des poteaux faîtiers soutenant dans des fourches naturelles la faîtière de niveau.....	413
Fig. 5-125 - Brélage du poteau faîtier nord avec la panne faîtière.	414
Fig. 5-126 - Tassement du sédiment autour du poteau faîtier sud.....	414
Fig. 5-127 - Mise en place des chevrons. a. première tentative d'assemblage au sol ; b. installation des chevrons brêlés au sol, ils ne touchent pas les sablières hautes ; c. installation des chevrons en les brêlant sur la charpente.....	416
Fig. 5-128 - Exemple de brélage en croix entre un chevron et une sablière haute.....	417
Fig. 5-129 - Exemple de brélage à deux passages perpendiculaires entre un chevron et un liteau.....	417
Fig. 5-130 - Vue vers le sud-ouest Mise en place des liteaux sur les chevrons. a. brélage des liteaux en les prenant à deux, chacun attachant une extrémité du liteau ; b. détail sur le brélage d'un des liteaux ; c. installation terminée.	418
Fig. 5-131 - Vue vers le sud-ouest. Mise en place de perches ou baguettes de noisetier et de bouleau, clayonnées aux liteaux et parallèles aux chevrons.....	419
Fig. 5-132 - Vue vers le nord-est du clayonnage fermant le pignon du mur sud.....	419
Fig. 5-133 - Maintien de la paille à l'aide de perches brêlées aux liteaux.	420
Fig. 5-134 - Vue vers le sud-ouest du bâtiment expérimental terminé, prêt à être incendié.	420
Fig. 5-135 - Mise en place d'artefact expérimentaux dans le bâtiment. a. sistres O-014 et O-015, sac O-009 et petit pot biconique O-013 installés au sol ; b. sistre O-018 et sac O-010 suspendu dans le bâtiment.	421
Fig. 5-136 - Tableau récapitulatif des contextes de déposition des artefacts dans le bâtiment.	422
Fig. 5-137 - Incendie à 0min10 : le pan ouest du toit prend feu.	423
Fig. 5-138 - Incendie à 1min10 : le haut du pan est prend feu.....	423
Fig. 5-139 - Incendie à 2min14 : le chevron sud du pan est s'écroule entraînant la partie sud du pan.....	424
Fig. 5-140 - 2min56 : tout le pan est en feu.	424
Fig. 5-141 - Incendie à 6min20 : les derniers chevrons encore en place tombent.....	424
Fig. 5-142 - Incendie à 32min : plus de flammes importantes à l'intérieur, seulement des braises.....	425
Fig. 5-143 - Courbe schématique de l'évolution de la puissance de l'incendie expérimental au cours du temps. Schéma par C. Bacoup.....	426
Fig. 5-144 - Vue vers le nord-est du bâtiment juste après l'incendie. Le pignon nord est encore en partie debout. Les extrémités basses des chevrons sont tombées au sol. Les poteaux faîtiers et la panne faîtière sont presque intacts. ...	427
Fig. 5-145 - Restes du clayonnage sud. a. baguettes et poteaux calcinés tombés le long du mur sud ; b. baguettes tombées sur le faite du mur sud.	427
Fig. 5-146 - Artefacts visibles après l'incendie. a. vue du petit pot biconique et graines carbonisées du sac O-009 ; b. vue du sistre O-018 et des graines carbonisées du sac O-010.	428

Fig. 5-147 - État des parements extérieurs des murs après l'incendie du bâtiment. a. mur nord présentant un parement intact exceptée une petite tâche dans l'angle bas ouest (flèche blanche) ; b. mur sud pour lequel les traces de calcination se trouvent surtout aux extrémités est et ouest ; c. mur ouest très marqué par l'incendie, notamment sa moitié sud et sa partie haute ; d. mur est très marqué par l'incendie, notamment sa moitié sud et sa partie haute ; e. détail sur la partie centrale haute du mur est où l'on peut très bien voir les traces de lissages.	429
Fig. 5-148 - État des parements intérieurs des murs après l'incendie du bâtiment. Éch. hauteur du mur = 1 m. a. mur nord ; b. mur sud ; c. mur ouest.	430
Fig. 5-149 - Retrait d'un fragment de terre à bâtir en partie basse des parements intérieurs des murs sud et nord. a. mur sud, seuls quelques millimètres ont brûlé ; b. mur nord, l'armature en poteaux jointifs est intacte.	430
Fig. 5-150 - Parement intérieur du mur est après incendie. a. vue générale du parement, les planches horizontales ont brûlé, les poteaux sont carbonisés. Éch. hauteur du mur = 1 m. ; b. détail sur les empreintes des planches du parement en bois (flèche blanche) ; c. détail sur une baguette de remplissage carbonisée.	431
Fig. 5-151 - Intérieur du bâtiment après incendie.	432
Fig. 5-152 - Intérieur du bâtiment après la fouille du bâtiment.	433
Fig. 5-153 - Matériel retrouvé à la fouille et relevé topographiquement. a. coin sud-ouest du bâtiment, sistres O-014 et O-015 et amas de charbon ; b. le long du mur est, pot O-013, charbon et fragments de terre à bâtir ; c. pot biconique O-013 ; d. relevé du matériel.	433
Fig. 5-154 - Plan du bâtiment expérimental après la fouille suite à l'incendie. Éch. 1:20. Relevé de terrain par P. Bacoup, C. Bernard, J. Bude, Bénédicte Fabre et R. Jallot ; DAO par P. Bacoup.	434
Fig. 5-155 - Vestiges des contenants disposés dans le bâtiment. a. graines carbonisées du sac O-010 ; b. graines carbonisées et restes du sac O-011 ; c. restes d'un sac, numéroté à la fouille O-012 ; d. petit pot O-013 après prélèvement.	435
Fig. 5-156 - Buché préparé à l'intérieur du bâtiment.	436
Fig. 5-157 - Buché à 20 min : ajout de combustible.	436
Fig. 5-158 - Buché à 80 min : tout le bois est en feu.	436
Fig. 5-159 - Buché à 900 min (15h). a. vue générale du bâtiment vers le sud-est ; b. de la fumée se dégage du faite du mur nord ; c. de même pour le mur ouest.	437
Fig. 5-160 - Parement intérieur du mur sud après le buché.	439
Fig. 5-161 - Parement intérieur du mur est après le buché.	439
Fig. 5-162 - Découpage des murs à la scie égoïne.	442
Fig. 5-163 - Soubassement du mur nord, vu vers l'est. Bases des poteaux jointifs non carbonisées.	442
Fig. 5-164 - Démontage du mur nord, la terre à bâtir autour des empreintes a bien brûlé.	443
Fig. 5-165 - Démontage des murs en clayonnage. L'intérieur des murs n'a pas brûlé. a. tiers du mur sud prêt à être prélevé après le creusement des parments jusqu'à l'armature de bois ; b. mur ouest après prélèvement du parement extérieur ; c. coupe verticale du mur ouest avant prélèvement ; d. vue des empreintes abîmées du mur sud en cours de démontage.	444
Fig. 5-166 - Parement extérieur du mur est après démontage des enduits et de l'armature en bois. Les empreintes des poteaux et des planches sont bien visibles.	445
Fig. 5-167 - Démontage du remplissage du mur fait d'une succession de lits de terre tassée.	445
Fig. 5-168 - Vue vers le nord-ouest. Fin du démontage des murs, il ne reste que les soubassements.	445
Fig. 5-169 - Ensemble de fragments 1-002 du parement extérieur du mur nord portant l'empreinte d'une traverse (flèche noire) et de six poteaux. Éch. 1/10.	446
Fig. 5-170 - Détail sur la terre à bâtir recouvrant les abouts des poteaux du mur nord. Ensemble de fragments 1-002.	446
Fig. 5-171 - Restes de lien végétal dans l'empreinte de la traverse de l'ensemble de fragments 1-002. Éch. 1:1.	446

Fig. 5-172 - Tableau sur les empreintes expérimentales étudiées : effectifs et diamètres.....	447
Fig. 5-173 - Ensemble de fragments 2-003 du parement extérieur du mur ouest portant l'empreinte d'un clayonnage lâche. Éch. 1:10.....	447
Fig. 5-174 - Ensemble de fragments 3-004 du parement extérieur du mur sud portant l'empreinte d'un clayonnage serré. Éch. 1:10.....	448
Fig. 5-175 - Fragment 4-005 du remplissage du mur est avec des empreintes de baguettes. Éch. 1:10.....	448
Fig. 5-176 - Départs de branches de certaines baguettes, similaires à ceux observés sur le matériel archéologique. a. empreintes ; b. restes d'une baguette avec un départ de branche.....	449
Fig. 5-177 - Un fragment de l'ensemble 4-006 du remplissage du mur est avec des empreintes de baguettes derrière l'empreinte d'un poteau refendu très semblable à un clayonnage. Éch. 1:2.....	449
Fig. 5-178 - Ensemble de fragments 1-004 du parement extérieur du mur nord. Les fragments sont des grosses mottes informes. Éch. 1/10.....	450
Fig. 5-179 - Ensemble de fragments 1-001, enduit du parement extérieur du mur nord portant des traces de rubéfaction. Éch. 1/10.....	450
Fig. 5-180 - Fragment 1-007 du parement intérieur du mur nord présentant une empreinte de traverse et quatre empreintes de poteau refendu. Éch. 1:10.....	451
Fig. 5-181 - Deux fragments de l'ensemble 1-006 du parement intérieur du mur nord portant des empreintes de lissage. Éch. 1:10.....	451
Fig. 5-182 - Fragments et ensemble de fragments du mur ouest. a. ensemble de fragments 2-001 du parement extérieur présentant des cassures irrégulières entre des grosses mottes. Éch. 1/10 ; b. un fragment de l'ensemble 2-001 avec un enduit épais de 2-3 cm qui s'affine en partie haute. Éch. 1:5 ; c. fragment 2-006 du parement intérieur vu en coupe, la surface est bien brûlée, plus on avance vers le cœur du mur, moins la terre a brûlé, Éch. 1:5.....	452
Fig. 5-183 - Ensembles de fragments du mur sud. Éch. 1/5 a. ensemble de fragments 3-003 du parement extérieur se présentant sous la forme de nombreux petits fragments avec ou sans empreintes ; b. ensemble de fragments 3-005 du parement intérieur présentant quelques fragments carbonisés au niveau des empreintes ; c. ensemble de fragments 3-005 (enduit) du parement extérieur, couche homogène et paille en moyenne quantité.....	453
Fig. 5-184 - Traces de lissage aux doigts sur l'enduit au faite du mur sud, parement intérieur. Éch. 1:2.....	453
Fig. 5-185 - Vue en coupe horizontale du remplissage du mur est. Seuls les premiers centimètres du parement intérieur ont été rubéfiés.....	454
Fig. 5-186 - Enduit extérieur (4-004) du mur est ne présentant aucune trace d'incendie. Éch. 1:10.....	454
Fig. 5-187 - Comparaison entre les dimensions des pièces de bois utilisées pour la construction et celles des empreintes du référentiel expérimental.....	456
Fig. 5-188 - Tableau synthétique des caractéristiques macroscopiques des fragments expérimentaux suivant l'étape technique de préparation ou d'application de la terre à bâtir.....	458
Fig. 5-189 - Comparaison des empreintes entre le fragment expérimental 1-007 et le fragment 611004-020 de Dikili Tash. Les empreintes et leurs espacements sont similaires (flèche noire). Éch. 1:10.....	461
Fig. 5-190 - Comparaison entre trois fragments présentant des empreintes de clayonnage. Les empreintes de poteaux sont surcolorées en marron transparent. La proximité des agencements est flagrante. Éch. 1:5. a. fragment expérimental de l'ensemble 2-003 ; b. fragment du site de Petko Karavelovo ; c. fragment 611004-019 du site de Dikili Tash.....	461
Chapitre 4 – Synthèse sur le programme expérimental.....	465
Fig. 5-191 - Tableau synthétique des postures de base lors des abattages à la hache.....	475
Fig. 5-192 - Tableau synthétique des mouvements réalisés lors des abattages à la hache.....	476
Fig. 5-193 - Tableau synthétique des postures de base lors des abattages à l'herminette.....	477
Fig. 5-194 - Tableau synthétique des mouvements réalisés lors des abattages à l'herminette.....	478

Fig. 5-195 - Tableau synthétique des postures de base lors de l'abattage au ciseau.....	479
Fig. 5-196 - Tableau synthétique du mouvement réalisé lors de l'abattage au ciseau.....	479
Fig. 5-197 - Tableau synthétique des postures de base lors des tronçonnages.....	480
Fig. 5-198 - Tableau synthétique du mouvement réalisé lors du tronçonnage.....	480
Fig. 5-199 - Représentation schématique sur le modèle proposé par B. Bril (1996b) des postures de base adoptées pour l'abattage et le tronçonnage/ébranchage. Descriptions détaillées dans les tableaux précédents (fig. 5-191, 5-193, 5-195 et 5-197). En rouge, les variantes décrites. a. les postures à genoux ; b. les postures un genou au sol ; c. les postures assises ; d. les postures debout et penché ; e. les postures debout.....	481
Fig. 5-200 - Représentation schématique des mouvements réalisés pour l'abattage et le tronçonnage/ébranchage. Descriptions détaillées dans les tableaux précédents (fig. 5-192, 5-194, 5-196 et 5-198). En noir le point T0 de départ ; en rouge, le point d'impact ; en vert, les points de rupture des mouvements autres que T0 et que le point d'impact.....	482
Appendice 5.1 - Expérience de fabrication de cordes	485
Fig. 5-201 - Schéma d'une corde toronnée. D'après Sallamah 2014, p. 145.....	485
Fig. 5-202 - Écorçage d'un orme. a. à l'aide d'une branche ramassée au sol et légèrement appointée ; b. avec les mains.....	486
Fig. 5-203 - Traitement de l'écorce juste après la récolte. a. création de fissures dans l'écorce ; b. séparation de l'écorce et du liber ; c. brins de liber obtenus sans rouissage, éch. : plateau en bois large de 60 cm.....	487
Fig. 5-204 - Mise au rouissage des écorces. a. en eau stagnante ; b. en eau vive.....	488
Fig. 5-205 - Larves sur les écorces après le rouissage.....	488
Fig. 5-206 - Bac à rouissage 52 jours après le début. a. écorces complètes ; b. brins de liber prêts.....	488
Fig. 5-207 - Traitement de l'écorce après le rouissage. a. raclage des brins pour enlever les restes de cambium et d'écorce ; b. déchet après raclage ; c. brins de liber obtenus après rouissage.....	489
Fig. 5-208 - Fabrication des cordes. a. vue de profil ; b. vue face au fabricant ; c. vue du fabricant.....	490
Fig. 5-209 - Cordes terminées. a. corde dont les brins n'ont pas roui ; b. corde dont les brins ont roui. Éch. : les deux cordes ont un diamètre compris entre 1 et 1,3 cm.....	491
Appendice 5.2 - Préparation de tenons et de mortaises	493
Fig. 5-210 - Mise en forme d'un tenon par un individu de niveau « 4-expert ». Éch. : hauteur du tenon = 7 cm. a. tenon fini ; b. travail à l'herminette pendant qu'une deuxième personne maintient la pièce de bois ; c. vue rapprochée du travail à l'herminette.....	494
Fig. 5-211 - Tenon mis en forme par un individu de niveau « 1-débutant ».....	495
Fig. 5-212 - Début du creusement d'une mortaise au ciseau en pierre et au perceur en bois.....	496
Fig. 5-213 - Ébauche d'une mortaise creusée à la hache par un individu de niveau « 1-débutant ». a. vue côté refente ; b. vue côté écorce.....	496

Synthèse - Le bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire avant notre ère

Fig. 6-01 - Roue des techniques de construction en terre proposée par le réseau CRAterre, tiré de Houben et Guillaud 1989, p. 102.....	527
Fig. 6-02 - Roue des techniques de construction en terre revue par le réseau CRAterre, tiré de Anger et Fontaine 2009, p. 26.....	529
Fig. 6-03 - Quartier n° 10 de la roue des techniques de la construction en terre (Anger et Fontaine 2009, p. 26) avec nos propositions de révision (en rouge) pour la technique du torchis.....	529

Lexique

Les définitions des termes précisées ici sont spécifiques à notre contexte d'étude. Ces termes dans un autre contexte pourraient recevoir une définition différente.

Abréviations :

- *anat.* : partie anatomique d'un arbre.
- *él. arch.* : élément architectural.
- *f. arch.* : fonction architecturale.
- *tech.* : technique d'assemblage, de fondation, de mise en forme, de construction ou d'abattage.
- *type.* : type de pièce de bois se rapportant à la morphologie de la pièce et non à sa fonction.

Abattage à culée blanche : *tech.* abattage d'un arbre en le coupant au-dessus du niveau du sol.

Abattage à culée noire : *tech.* abattage d'un arbre en le dessouchant.

Appointage : *tech.* fait de tailler en pointe l'extrémité d'une pièce de bois.

Assemblage par tenon-mortaise : *tech.* assemblage de deux pièces de bois dont l'une présente une extrémité amincie (le tenon) qui est enfoncée dans un trou pratiqué dans la seconde pièce de bois (la mortaise). Si la mortaise est percée de part en part de la pièce de bois, on dit que l'assemblage est traversant. (De Ceukelaire 2013)

Aubier : *anat.* bois vivant d'un arbre, généralement clair, véhiculant la sève brute. Il se trouve entre le cambium et le duramen (schéma ci-contre).

Badigeon : *f. arch.* mélange liquide d'eau, de terre argileuse et parfois de pigments de couleur, appliqué contre un bâtiment pour cacher des petites fissures ou colorer ses murs.

Baguette : *type.* petite pièce de bois mince et allongé, souvent flexible, servant à des usages variés. Diamètre inférieur ou égal à 1 cm (d'après le CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/baguette>).

Baguette de clayonnage : *f. arch.* élément horizontal souple d'un clayonnage.

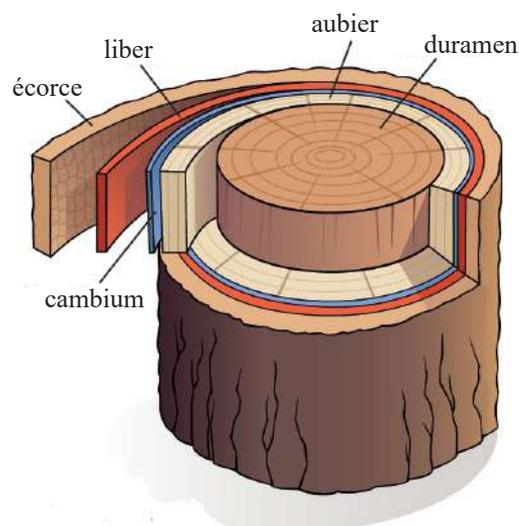


Schéma des différents constituants anatomiques d'un arbre.

Balustre : *f. arch.* pièce de bois verticale ou horizontale placée dans un but sécuritaire sur le bord d'un élément architectural surplombant le vide.

Bauge : *tech.* technique qui consiste à empiler, sans coffrage, des mottes de terre à bâtir façonnées à la main (définition proposée à partir de celles données par Anger et Fontaine 2009, p. 70 ; PMCB 2010, p. 2 ; Paulus 2015, p. 35-36).

Biseautage : *tech.* fait de tailler en biseau l'extrémité d'une pièce de bois.

Blocage : *tech.* mélange de terre à bâtir, de déchets de bois, de cailloux placé entre deux parements.

Branche : *anat.* ramification majeure d'un arbre partant du tronc ou d'une autre branche. (d'après Martinez 1996, p. 57)

Brêlage : *tech.* « nœud destiné à fixer deux ou plusieurs pièces de bois en contact soit définitif (constructions stables), soit temporaire (passerelles, astuces de camps) » (tirée du CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/brelage>).

Cambium : *anat.* « couche cellulaire cylindrique contenue dans les tiges et les racines des plantes supérieures vivaces, à l'exception des monocotylédones, et qui assure la croissance des axes en épaisseur » (tirée du Larousse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cambium/12474>). Le cambium produit le bois et assure la croissance de l'arbre. (schéma p. 609).

Canisse : armature végétale formée de roseaux disposés de manière jointive et parallèle les uns des autres.

Cheville : *f. arch.* petit morceau de bois, souvent cylindrique, qu'on insère dans un trou creusé dans au moins deux pièces d'un assemblage afin de le tenir ferme.

Chevron : *f. arch.* pièce oblique de charpente de toit installée sur les pannes et soutenant les liteaux ou les voliges.

Clayonnage : élément en bois composé de baguettes entrelacées autour d'autres pièces de bois parallèles entre elles.

Clef : *f. arch.* petit morceau de bois inséré dans un trou creusé dans une seule pièce d'un assemblage afin de le tenir ferme. Par exemple dans la partie traversante d'un tenon.

Cloison : *él. arch.* séparation construite à l'intérieur d'un espace. Elle n'a aucune fonction porteuse.

Commettage : « réunir par torsion les éléments qui composent un cordage » (tirée du CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/commettage>).

Dosse : *type.* « planche que l'on détache d'une grume en début ou en fin de sciage et dont la face externe bombée reste recouverte d'écorce » (tirée du CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/dosse>).

Duramen : *anat.* bois de cœur mort d'un arbre, généralement foncé. Il correspond au bois apprécié en construction (schéma p. 609).

Ébranchage : *tech.* fait de couper les branches d'un tronc d'arbre.

Échauffure : attaque du bois par des champignons liés à l'humidité entraînant son pourrissement (Campredon 1963, p. 12).

Écorce : *anat.* enveloppe protectrice du tronc d'un arbre, de ses branches et de ses racines (d'après le CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/ecorce>). (schéma p. 609).

Équarrissage : *tech.* fait d'obtenir un madrier à partir d'une grume.

Enduit : *f. arch.* couche de terre à bâtir appliqué contre la maçonnerie d'un mur, d'une cloison, d'un plancher. Il n'a aucune fonction porteuse.

Enfourchement : *tech.* assemblage qui consiste à reproduire une fourche naturelle en creusant une gueule dans l'about d'une pièce de bois (Gerner 1995, p. 138 ; De Ceukelaire 2013, p. 57).

Entrevous : *él. arch.* intervalle qui est entre chaque solive d'un plancher (Morisot 1814a, p. 32). (schéma p. 612).

Fenêtre : élément mobilier fermant une ouverture pratiquée en hauteur dans un mur, une cloison (d'après la définition de porte de Morisot 1814b, p. 41).

Fil de caret : fil fait de brins textiles composant les torons. (schéma ci-contre).

Fourche naturelle : embranchement naturel sur une pièce de bois en forme de Y servant de support à une pièce de bois horizontale.

Grume : tronc d'arbre ébranché, mais non écorcé. Synonyme : fût (pour ce dernier la présence de l'écorce n'est pas obligatoire)

Gueule : creux en forme de U pratiqué dans l'about d'une pièce de bois afin d'imiter une fourche naturelle. Synonyme : mortaise vive (De Ceukelaire 2013, p. 57).

Imposte : *él. arch.* partie située au-dessus d'une baie, elle est souvent soutenue par un linteau.

Jambage : *f. arch.* maçonneries de chaque côté d'une ouverture soutenant le linteau. Synonyme : piédroits si l'ouverture est surmontée d'un arc à la place d'un linteau (Viollet-le-Duc 1863, p. 142).

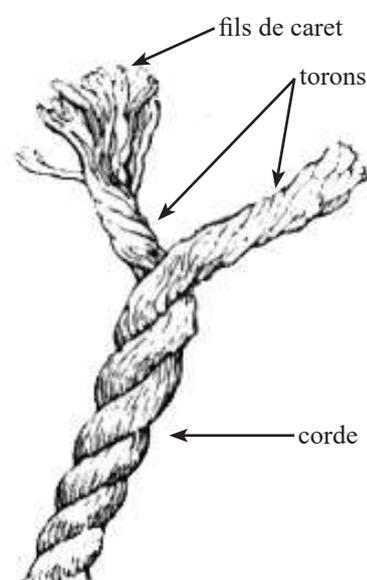


Schéma d'une corde toronnée. D'après Sallamah 2014, p. 145.

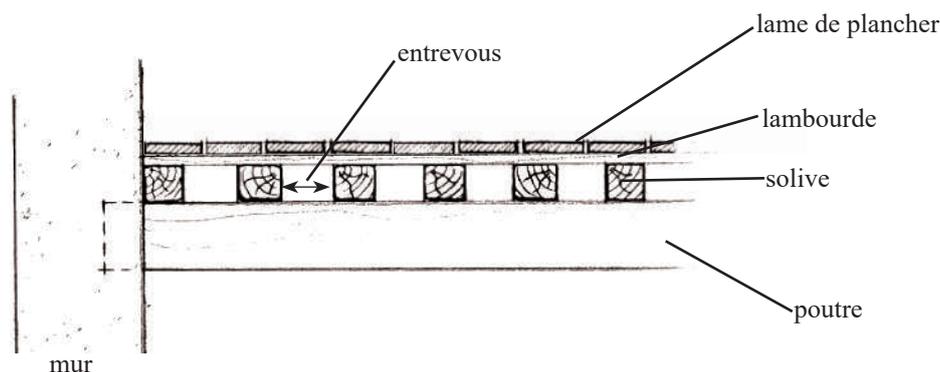


Schéma d'un plancher composé de poutres, de solives, de lambourdes et de lames (ces dernières pourraient être remplacées par un lit végétal et être recouvertes de terre).
D'après Gardère 2014, p. 3.

Lambourde : *f. arch.* « pièce de bois de faible section fixée perpendiculairement sur les solives pour supporter les lames d'un parquet » (tirée du CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/lambourde>). Cette conception des lambourdes est celle que lui donne les menuisiers. Les charpentiers, eux, appellent « lambourdes » les poutres muralières qui soutiennent les abouts des solives. (schéma ci-dessus).

Liber : *anat.* situé entre le cambium et l'écorce, il est un tissu végétal vivant de l'arbre qui transporte la sève élaborée. Il est utilisé pour la production de corde (schéma p. 609).

Linteau : *f. arch.* pièce de bois posée sur les jambages d'une ouverture afin soutenir la maçonnerie sus-jacente (d'après Morisot 1814b, p. 28).

Lit végétal : *f. arch.* couche horizontale de pièces de bois plus ou moins organisées, posées sur des lambourdes ou directement sur des solives. Elle reçoit la couche de torchis du plancher qu'elle compose.

Liteau : *f. arch.* pièces de bois horizontales d'une charpente de toit, fixées aux chevrons et soutenant la couverture. Synonyme : latte.

Madrier : *type.* pièce de bois équarrie travaillée sur ses quatre côtés (section quadrangulaire).

Mortaise : voir assemblage par tenon-mortaise.

Mur : *él. arch.* « ouvrage de maçonnerie vertical (parfois oblique) élevé sur une certaine longueur pour constituer le côté d'un bâtiment, enclore ou séparer des espaces, soutenir et supporter des charges » (tirée du CNRTL : <https://www.cnrtl.fr/definition/mur>).

Mur gouttereau : *él. arch.* « Se dit du mur sur lequel s'appuie la base de l'égout d'un toit, avec ou sans gouttière ou chéneau » (définition du dictionnaire Larousse). Généralement, il s'agit des murs périphériques longs d'un bâtiment.

Mur pignon : *él. arch.* mur périphérique court d'un bâtiment dont la partie supérieure est de forme triangulaire.

Ouverture : *él. arch.* « c'est ainsi que l'on nomme le vide [...] qu'on laisse ou qu'on fait dans un mur, soit pour une porte, soit pour une fenêtre » (Morisot 1814b, p. 61). Synonyme : baie.

Panne : *f. arch.* pièce de bois horizontale d'une charpente de toit installée sur les arbalétriers ou sur des poteaux et supportant les chevrons.

Panne faîtière : *f. arch.* la panne la plus haute d'un bâtiment, elle forme le faîtage de l'édifice. Synonyme : la faîtière.

Perche : *type.* pièce de bois d'un diamètre compris entre 1 cm exclu et 5 cm inclus (d'après Martinez 1996, p. 60).

Pieu : *type.* pièce de bois appointée d'un diamètre assez important.

Pignon : *él. arch.* partie haute et triangulaire d'un mur pignon.

Pisé : *tech.* technique de construction dont le principe est de tasser de la terre à bâtir entre deux banches amovibles.

Planche : *type.* pièce de bois plane à section rectangulaire dont l'épaisseur est inférieure à 4 cm, voire 5 cm (d'après Morisot 1814b, p. 41).

Porte : élément mobilier fermant une ouverture pratiquée, depuis le niveau du sol ou du plancher, dans un mur, une cloison (d'après Morisot 1814b, p. 41).

Poteau : *f. arch.* pièce de bois verticale posée sur ou fondée dans le sol servant de support à un autre élément architectural (sablière, panne, poutre, *etc.*).

Poteau cornier : *f. arch.* poteau situé à la jonction entre deux murs ou cloisons.

Poteau faîtier : *f. arch.* poteau soutenant la panne faîtière.

Poteaux jointifs : armature végétale formée de plusieurs poteaux disposés les uns à côté des autres, serrés et plus ou moins parallèles.

Poutre : *f. arch.* pièce de bois horizontale soutenant les solives de la charpente d'un plancher. (schéma p. 612).

Pseudo-planche : *type.* pièce de bois à section triangulaire dont l'épaisseur est inférieure à 4 cm, voire 5 cm, issue d'une refente radiale.

Refente radiale : *tech.* fendage dans sa longueur d'une pièce de bois en suivant la coupe radiale du bois et donc les rayons médullaires (Darrah 2006a, p. 118).

Refente tangentielle : *tech.* fendage dans sa longueur d'une pièce de bois en suivant la coupe tangentielle du bois (Darrah 2006a, p. 118).

Rondin : *type.* pièce de bois d'un diamètre supérieur à 5 cm. Section circulaire.

Rouissage : *tech.* action consistant à « isoler les fibres utilisables des plantes textiles en détruisant la matière gomme-résineuse qui les soude, par une macération dans l'eau ou par tout autre procédé » (tirée de CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/rouissage>). Autrement dit, c'est « le procédé par lequel les fibres libériennes commencent à se séparer des fibres de la moelle ou autres tissus végétaux » (Baxter 2000).

Sablière haute : *f. arch.* pièce de bois horizontale posée sur le faîte d'un mur gouttereau et supportant les abouts des poutres ou des chevrons.

Solive : *f. arch.* pièce de bois horizontale soutenue par les poutres et portant les lambourdes (schéma p. 612).

Tenon : voir assemblage par tenon-mortaise.

Terre à bâtir : matériau composé d'une terre plus ou moins argileuse à laquelle sont ajoutés de l'eau et des dégraissants d'origine végétale, animale ou minérale (Aurenche 2003 ; Prévost-Dermarkar 2019, p. 3, n. 1).

Toit en bâtière : *él. arch.* toiture à deux pans.

Toit plat : *él. arch.* toiture plate, souvent légèrement inclinée pour l'évacuation de l'eau. Synonyme : toit terrasse, toit en terrasse.

Torchis : *tech.* technique de construction qui consiste à appliquer une couche de terre à bâtir contre une armature en bois porteuse.

Toron : « assemblage de brins textiles (fil de caret) enroulés en hélice » (tirée de CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/toron>). (schéma p. 611).

Traverse : *f. arch.* pièce de bois horizontale permettant de relier et de maintenir en place les autres pièces bois composant une armature.

Tronc : *anat.* partie principale de la tige d'un arbre, généralement verticale et sans ramification, « comprise entre les racines et la naissance des branches maîtresses » (tirée de CNRTL : <http://www.cnrtl.fr/definition/tronc>).

Tronçonnage : *tech.* fait de couper en tronçon un tronc ou une branche d'arbre.

Index thématique

- Abattage : 56, 87, 99, 155, 272, 281-282, 287-288, 304-338, 349-350, 356, 366, 414, 466, 475-482, 483-484, 486, 503-506, 509-510, 531-534, 536-539 et 541.
- Adaptabilité (opportunisme) : 156, 259, 260, 275, 284, 366, 473 et 542.
- Appointage (biseautage) : 303, 308, 339, 356, 376, 387-389, 486-487, 505, 509-511, 534-536 et 538.
- Anticipation (planification/ conceptualisation) : 156, 267-268, 279, 282, 284, 305, 309, 339, 356, 412, 414, 473, 496, 506, 510, 513, 535 et 542.
- Aubier : 130-131, 262, 333 et 486.
- Badigeon : 65, 91, 100-101, 109-110, 117, 199, 202, 217-218, 222, 229, 241, 245, 251, 257, 401 et 523.
- Balustrade (balustre) : 82, 87 et 93.
- Bauge : 526-528.
- Blocage : 177-178, 185, 269, 275, 392, 396, 398, 412, 443, 454, 457-458, 516, 525,
- Cambium : 333, 486-487 et 489.
- Canisse : 76-79, 91, 113 et 516.
- Cheville : 514-515.
- Chevron : 59, 272, 339, 371, 415-419, 422, 423-424, 426 (n. 11), 427-429, 501.
- Ciseau : 149, 153, 155-156, 285-290, 297-299, 301, 305-306, 308, 310, 332-337, 466, 475, 478-479, 483, 495-496, 509-510, 530-532, 534 et 536.
- Clayonnage (armature) : 34-35, 70-71, 73, 75, 86, 91, 93, 102, 109, 113, 115-116, 124, 133, 142, 144, 176-177, 184, 198, 202, 217, 224-227, 229, 232, 245, 249, 251, 257-259, 267-269, 274-275, 282, 370-371, 374, 377, 379-382, 394-397, 407-408, 411-412, 418, 422-427, 438-439, 442-444, 447-449, 459-462, 467, 471, 501, 503, 507, 513, 515, 518, 525, 527 et 539.
- Clef : 515.
- Cloison : 34, 37, 52, 54, 73-76, 84-85, 91-92, 103, 109, 112-113, 117-118, 120, 133, 139, 144, 171, 189, 217, 274, 277, 279 (n. 27), 471, 516, 518, 528 et 539.
- Commettage : 489 et 491.
- Double parement (armature) : 177, 180, 186, 274-275, 282, 371, 373, 377, 384-386, 392, 409, 411-412, 459-460, 467, 516 et 525.
- Duramen : 130-131, 262 et 505.
- Ébranchage : 56, 149, 153, 201, 305, 308, 310, 338-344, 346, 348-351, 466, 472, 480-482, 506, 510 et 532-533.
- Écorce (écorçage) : 130-131, 133, 455, 457, 462, 486-489, 491, 507 et 538.

- Enfourchement : 493 et 514.
- Entrevous : 81-82, 93, 118, 222, 276 et 523.
- Fil de caret : 489.
- Fosse - habitation : 33-34 ; - fondation 38, 165, 167, 171, 184, 189-190, 197, 199, 210, 231, 236, 238, 271-272, 279, 511-512 et 519 ; - préparation : 370-371, 387-394, 395-396, 398, 400, 406, 408, 415 et 457-458.
- Fourche naturelle : 272, 309, 339, 506 et 514
- Gainé : 298-299, 306, 317-320 (n. 12), 330, 347 et 535-536.
- Gueule : 493, 510 et 514.
- Imposte : 37, 68, 78-79, 91, 113, 516 et 518.
- Incendie (*un tri est effectué, les occurrences de matériaux incendiés ne sont pas prises en compte*) : 32-33, 35, 37, 126, 154, 164, 167, 168, 171 (n. 4), 181, 190, 197, 228, 239, 275, 285, 372-374, 416, 421-441, 442, 451, 465 et 544.
- Jambage (piédroit) : 67-68 et 514.
- Lambourde : 37, 80-81, 82, 84, 88, 92, 114, 133, 135-137, 138-139, 141, 143-145, 146, 149, 153, 155-157, 182, 187, 199-201, 202, 206-208, 235, 272, 274, 276, 501, 513 et 517-518.
- Lame (en pierre) : 164-165, 229, 285-290, 295, 296-301, 304-307, 310, 313, 314-315, 316-317, 318, 320, 322, 329, 330-332, 335-336, 337, 342, 347, 348, 350-351, 365-366, 406, 466, 484, 493, 503, 505, 507 (n. 5), 511, 524, 530, 531-533 et 535-536.
- Liber : 90 et 485-489.
- Ligature (lien/brêlage/corde) : 55, 59-64, 67, 72, 78, 90, 112, 191, 198-199, 272-274, 330-331, 371, 383-384, 386, 408-409, 414-417, 418-419, 423-424, 426 (et n. 11), 446, 460, 473, 485-491, 493, 506, 507, 513 et 516-517.
- Linteau : 64, 67-68, 78, 90-91, 501, 509 et 518.
- Liteau : 371, 417-420, 423, 427 et 501.
- Médiation : 32, 294, 296, 367-368, 372, 465, 469 et 470.
- Mezzanine : 80-85, 86-87, 91-93, 113-114, 118, 518 et 538.
- Mortaise : 70, 72, 80, 92, 138, 151-152, 153, 156-157, 262, 272, 303, 308, 315, 317, 320, 330-331, 351, 466, 493, 495-496, 508, 510, 514-515, 533 et 536.
- Ouverture (baie/porte/fenêtre) : 52, 66-68, 78, 90-91, 109, 110, 120, 140-141, 154, 171, 190, 203, 217, 259-260, 263, 367, 411, 439, 441, 514 et 518-519.
- Outil en bois (outil simple) : 156, 285, 301-303, 352-355, 358-359, 362-363, 366, 389, 391, 406, 486, 507, 511, 530, 533-535 et 538.
- Outil en bois de cerf (outil) : 155, 285, 294, 298, 301, 303, 308, 352, 406, 507, 510, 511, 530, 535-536 et 538.
- Panne : 271, 272, 309, 339, 371, 413-414, 415-416, 422, 426 et 501.
- Peinture (décor peint) : 199, 247, 249, 252 et 254.

- Pisé : 459, 467 et 426-427.
- Planche (pseudo-planche) : 37, 93, 133, 135-137, 138, 139, 141, 144, 145, 146, 153, 171, 173, 175, 177, 178, 180, 185, 187, 189-190, 200, 206, 208, 230, 272, 276, 308, 310, 339, 352-354, 358-359, 360-362, 365, 371, 384-386, 409, 430-431, 448, 455-456, 460, 466, 496, 507-508, 512, 515, 517 et 518-519.
- Plate-forme (aménagement intérieur/ domestique) : 52, 54, 82, 93, 172, 181-182, 184, 208, 217, 244, 275 et 521.
- Plate-forme extérieure : 172, 183, 187, 208, 224, 228, 230, 275-276, 280, 501 et 508.
- Poteaux jointifs : 34, 35, 52, 55, 57-58, 61, 67, 69-70, 72, 84, 88, 90-91, 100, 109, 112-113, 115-116, 173, 217, 251-254, 258-259, 266, 274-275, 282, 371, 375, 382-384, 399, 408, 411-412, 430, 442, 460, 462, 463, 516, 525 et 527.
- Poutre : 81, 92, 114, 154, 157, 190 (n. 10), 255, 257, 274, 501, 514 et 518.
- Refente radiale : 137, 353-354, 358-359, 361, 365, 385, 408-409, 503, 507 et 508.
- Refente tangentielle : 353-354, 356, 360, 507, 508 et 509.
- Rouissage : 486-491.
- Sablère haute : 58-59, 68, 78, 255, 270-271, 272, 371, 412, 415, 422, 426-427, 428, 462 et 518.
- Savoir-faire (connaissance technique) : 293, 295, 304, 407, 409, 466, 469-472, 506, 536 et 540-542.
- Solive : 37, 80-81, 84, 87, 91-93, 114, 136, 137, 139, 141, 197, 199, 201, 202, 222, 229, 235, 266, 272, 274, 276, 501, 514, 517-518 et 538.
- Tenon : 70, 72, 80, 92, 138, 152, 153, 156-157, 272, 303, 466, 493-495 et 514-515.
- Toit (charpente/couverture) : 35, 54, 59, 70 (n. 2), 74, 77, 91-92, 97, 103-105, 109-111, 113, 116, 118, 120, 126, 133, 138, 150, 157, 171, 182, 197, 203, 223, 224, 230, 261-262, 263-264, 270-271, 283, 305, 309, 367, 368, 370, 371, 374, 406, 412-413, 414-415, 416-419, 422, 423, 425, 426-428, 438, 439-441, 473, 501, 507, 509, 510, 511, 514, 518, 519-520 et 523.
- Toron : 60, 485 et 489.
- Tranchée de fondation
- Transmission (apprentissage) : 116, 279, 284, 293, 304, 339, 366, 401, 465, 466, 468-472, 473, 513, 532 et 540-541.
- Tronçonnage : 156, 282, 308, 338-339, 341, 342, 344, 346-347, 348-349, 350-351, 356, 414, 466, 472, 480-482, 504, 506, 509-510 et 532-533.

Résumé

Ma thèse concerne l'étude du bois de construction dans le sud des Balkans au 5^e millénaire avant notre ère ; elle allie analyse archéologique, paléobotanique et expérimentation.

Mon sujet s'inscrit dans un contexte environnemental, culturel et historique cohérent, entre autres en matière d'architecture. En effet, témoin d'une identité culturelle partagée, les constructions en terre sur armature en bois sont omniprésentes dans le sud des Balkans à cette époque, désignée selon les régions comme Néolithique Récent ou Chalcolithique. Toutefois, elles n'avaient pas encore fait l'objet d'un travail de synthèse, tandis que les études ponctuelles restent rares.

Mon étude est fondée sur l'analyse originale du matériel archéologique inédit de trois sites, en Grèce du Nord (Dikili Tash) et en Bulgarie (Hotnitsa et Petko Karavelovo), fouillés récemment. Les occupations concernées sont comprises dans les trois premiers quarts du 5^e millénaire. Je m'appuie également sur des parallèles architecturaux d'autres sites voisins (Macédoine du Nord, Thessalie, Albanie, Turquie, Roumanie), durant la même période mais aussi pour le 6^e millénaire, qui est une période formatrice. Ma thèse se présente donc comme la première synthèse de ce type, s'appuyant tant sur le bois conservé, à l'état carbonisé ou minéralisé, que sur les empreintes que celui-ci laisse dans la terre à bâtir, lorsque celle-ci a subi un durcissement par le feu. Selon une démarche rigoureuse, j'identifie le type et les dimensions des pièces de bois, leur mode d'agencement, leur rôle dans le bâti et leur emplacement possible dans la construction. Je parviens ainsi à proposer des reconstitutions architecturales argumentées pour les bâtiments (16 au total) des différents sites, à dégager des affinités ou des particularités, et à restituer les techniques mises en œuvre pour travailler le bois de construction.

En parallèle des études archéologiques et anthracologiques, j'ai entrepris une série d'expérimentations sur l'ensemble de la chaîne opératoire du travail du bois d'œuvre, depuis le choix de l'arbre, jusqu'à l'incendie d'un bâtiment et la création d'un référentiel de fragments architecturaux incendiés. Il m'a ainsi été possible de vérifier la fiabilité de la méthode mise en place pour l'étude du matériel archéologique, mais également de tester mes hypothèses techniques et architecturales.

À travers mon étude, je tente de replacer le bois de construction et son travail au sein d'un cadre socio-économique plus général. J'observe l'évolution de ces techniques au cours du 5^e millénaire, mesure le rôle de l'environnement et des traditions techniques, mais aussi l'adaptabilité dont font preuve les bâtisseurs. Mes résultats soulèvent des questions sur

l'organisation des ressources et leur exploitation en fonction des saisons. Ils me permettent également de proposer des hypothèses sur les savoir-faire et sur les connaissances nécessaires pour travailler le bois, ainsi que sur les processus de transmission de ces connaissances et sur l'apprentissage du travail du bois.

Abstract

My PhD thesis concerns the study of timber in the southern Balkans in the 5th millennium BC, using a combination of archaeological and paleobotanical analyses, and experimentation.

The topic inscribes itself in a coherent environmental, cultural and historical context, among others in terms of architecture. Indeed, as a witness of shared cultural identity, earthen constructions on wooden frames are omnipresent in the southern Balkans during this period, designated as Late Neolithic or Chalcolithic depending on the regions. However, they had not yet been the subject of a synthetic study, while individual case studies are rare.

My work is based on the original analysis of unpublished archaeological material from three recently excavated sites in Northern Greece (Dikili Tash) and Bulgaria (Hotnitsa and Petko Karavelovo). The relevant occupations fall in the first three quarters of the 5th millennium BC. I further use architectural parallels from other neighboring areas (North Macedonia, Thessaly, Albania, Turkey, Romania) during the same period but also for the 6th millennium BC, which is a formative period. My PhD thesis provides therefore the first synthesis of its kind, based on a detailed study of preserved wood, carbonized or mineralized, as well as on the study of imprints left in the building earth, when the later has been conserved by fire. Following a rigorous methodology, I identify the type and dimensions of the pieces of wood, their mode of arrangement, their role in the building features and their possible location in the overall construction. In this way, I am able to propose well-argued architectural reconstructions for several buildings (16 in total) on the investigated sites, to identify affinities or particularities, and to reconstruct the techniques used for woodworking.

In parallel with archaeological and anthracological studies, I led a series of experiments on the entire timber working process, from the choice of the tree to cut down to the burning of a building, thus creating a frame of reference for burned architectural fragments. In this way, it becomes possible to verify the reliability of the method used for the study of the archaeological material, but also to test the technical and architectural solutions that I proposed.

Through this study, I try to place the construction wood and its working within a broader socio-economic context. I observe the evolution of different techniques during the 5th millennium BC, measure the role of the environment and technical traditions, but also the adaptability shown by the builders. My results raise questions about the management of natural resources and their exploitation according to the seasons. They also allow me to make assumptions about the skills and knowledge needed to work with wood, as well as about the processes of transmission of this knowledge and about apprenticeship.

