



HAL
open science

Dynamiques sédimentaires holocènes et terrasses agricoles dans les montagnes du Tigray oriental (Éthiopie)

Ninon Blond

► **To cite this version:**

Ninon Blond. Dynamiques sédimentaires holocènes et terrasses agricoles dans les montagnes du Tigray oriental (Éthiopie) : Évolutions, trajectoires et fonctionnement d'un paysage palimpseste depuis 8 500 ans. Géographie. Université Lumière Lyon 2, France, 2019. Français. NNT : . halshs-02407967

HAL Id: halshs-02407967

<https://shs.hal.science/halshs-02407967>

Submitted on 12 Dec 2019

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 Lumière Lyon 2
École Doctorale 483 Sciences Sociales
UFR Temps et Territoires
Département de Géographie
UMR 5133 Archéorient

Dynamiques sédimentaires holocènes et terrasses agricoles dans les montagnes du Tigray oriental (Éthiopie)

Évolutions, trajectoires et fonctionnement d'un paysage palimpseste depuis 8 500 ans



Thèse préparée sous la direction de Yann Callot et Nicolas Jacob-Rousseau en vue d'obtenir le grade de Docteur en Géographie spécialité « Géographie, Aménagement et Urbanisme » par

Ninon Blond

et soutenue le 10 décembre 2019 devant un jury composé de :

| | | |
|-------------------------------|----------------------|----------------|
| François Bart | Univ. Bordeaux | (Examineur) |
| Yann Callot | Univ. Lumière Lyon 2 | (Directeur) |
| Nathalie Carcaud | Agrocampus Ouest | (Rapporteuse) |
| Pierre Dério | Univ. Avignon | (Rapporteur) |
| Iwona Gajda | CNRS | (Examinatrice) |
| Nicolas Jacob-Rousseau | Univ. Lumière Lyon 2 | (Co-directeur) |
| Michel Rasse | Univ. Lumière Lyon 2 | (Examineur) |

Sur la page de garde : Vue de la vallée de May Ayni vers le nord-est. *Cliché : N. Blond, 2015.*

Comment, dans cette vie brève, hâtive, qu'accompagne sans cesse un bourdonnement impatient, descendre un escalier ? C'est impossible ! Le temps qui t'est mesuré est si court qu'en perdant une seule seconde, tu as déjà perdu ta vie entière, car elle n'est pas plus longue, elle ne dure justement que le temps que tu perds ! T'es-tu ainsi engagé dans un chemin, persévère à tout prix, tu ne peux qu'y gagner, tu ne cours aucun risque : peut-être qu'au bout t'attend la catastrophe, mais si dès les premiers pas tu avais fait demi-tour et si tu avais redescendu l'escalier, tu aurais failli dès le début, c'est plus que probable, c'est même certain. Ainsi ne trouves-tu rien derrière ces portes, rien n'est perdu, élance-toi vers d'autres escaliers ! Tant que tu ne cesseras de monter, les marches ne cesseront pas : sous tes pieds qui montent, elles se multiplieront à l'infini.

Franz KAFKA, 1950, « Protecteurs », in *La Muraille de Chine*, Gallimard, p. 173.

Remerciements

Et voilà posée l'épineuse question des remerciements. [...] Le nombre et les raisons de ces remerciements, quand on y songe, pourraient constituer la matière d'un gigantesque roman.

Pennac, 2005, p. 409-410

À l'heure de mettre un point final à ce manuscrit, et malgré les solitudes qui ont accompagné ces quatre années de doctorat, je suis forcée d'admettre que nombreuses et nombreux sont celles et ceux qui ont pris part, à des degrés divers, à ce travail. Il y aurait très probablement matière à faire comme un roman, mais je vais essayer de résumer.

Au premier rang des victimes, mon directeur, Yann Callot et mon co-directeur, Nicolas Jacob, ont toute ma reconnaissance pour n'avoir pas été des directeur et co-directeur, mais bien plutôt des encadrant et co-encadrant : au lieu de me donner une direction dans laquelle aller, vous m'avez aidée à suivre une voie qui était la mienne, à la tracer - peut-être pas toujours en ligne droite -, à défricher un terrain souvent raide et broussailleux, parfois hostile, encouragée à en franchir les obstacles, ou à faire un détour quand c'était nécessaire. Merci de m'avoir permis de tracer mon propre chemin. Quelle belle exploration !

Un grand merci à François Bard, Yann Callot, Nathalie Carcaud, Pierre Dérioz, Iwona Gajda, Nicolas Jacob-Rousseau et Michel Rasse qui ont accepté de faire partie de mon jury de thèse.

N'ayant jamais pu envisager les recherches en géographie sans un fort ancrage sur le terrain, je tiens à exprimer toute ma gratitude aux membres de la mission Wakarida, en Éthiopie, et à ceux du PHC PHAST-Téledétection, en Tunisie. Que serait le terrain sans l'équipe qui nous entoure, en particulier à l'étranger, dans des conditions quelques fois difficiles ? Tous mes remerciements à Anne Benoist, Fabienne Dugast et Iwona Gajda, pour leurs talents d'organisation des missions à Wakarida. Merci aussi à l'ensemble des membres de la mission, qui m'ont supportée, aidée, accompagnée, encouragée, recadrée,

qui m'ont aussi appris à jouer à la coinche ou au Trix : Dia Eddin Albukaai, Sabina Antonini, Olivier Barge, Anne Benoist, Julien Charbonnier, Iwona Gajda, Maria Gorea, Emmanuelle Regagnon, Bertrand Riba, Xavier Peixoto, Pascal Raymond, Thomas Sagory, Emmanuelle Vila. Sur le terrain tunisien, tous mes remerciements vont à Amir Bouzaïda, Houcine Khatelli, Mohammed Moussa, Dalel Ouerchefani, Afef Raddadi.

À l'heure d'écrire les dernières lignes de ce manuscrit, je me rappelle l'angoisse de la masterante, qui se demandait si elle allait trouver matière à faire une thèse à Wakarida. Les prochaines pages laissent à penser qu'il y avait un petit peu de biscuit à se mettre sous la dent. Je prends aussi conscience, rétrospectivement, qu'il n'est pas forcément évident de confier l'étude environnementale d'un site à une étudiante - même très bien entourée. Merci beaucoup à Anne et Iwona d'avoir eu confiance en moi, d'avoir supporté les expéditions administratives pour avoir les autorisations de sortie des échantillons et d'avoir baladé ces échantillons - de plusieurs dizaines de kilos ! Et surtout, merci d'avoir accepté les hypothèses que je proposais, y compris lorsqu'elles impliquaient de remettre en question certaines de vos interprétations. J'ai eu plaisir à échanger avec vous et à faire dialoguer archéologie et environnement. J'espère renouveler encore longtemps cette expérience.

Je ne saurais oublier toutes celles et tous ceux qui contribuent au bon fonctionnement des missions. Les structures d'accueil facilitent le travail et la vie sur place et sont des organismes précieux : un grand merci au Centre Français des Études Éthiopiennes (CFEE) d'Addis-Abeba en Éthiopie et à l'Institut des Régions Arides (IRA) de Médenine en Tunisie. Je remercie aussi, en Éthiopie, les chauffeurs Amare, Semene et Temacheche, les cuisiniers et intendants Ayoub, Godana et Sisay, les traducteurs Abrha Asefa et Kibrom Gebregyorgis et les représentants fédéraux et régionaux. Tous ont contribué au meilleur déroulement des missions de terrains. En Tunisie, la présence de Mouldi, chauffeur de l'IRA, a été d'une grande aide dans les prospections.

Sur le terrain encore, un immense merci aux agriculteurs et agricultrices des alentours du site de Wakarida qui ont pris de leur temps et ont eu la patience de répondre à mes questions, me montrer, m'expliquer, et même de tenter de m'apprendre quelques rudiments de Tigrinya : à toutes et tous, *yāq'ānəyālāy*.

Les conditions de travail des doctorants et doctorantes sont souvent mises en avant pour leur précarité. Je mesure aujourd'hui la chance que j'ai eue de pouvoir travailler à la plateforme OMEAA pour mes analyses et d'y avoir eu, pendant trois ans, un bureau pour analyser tous ces échantillons, préparer cours, articles, présentations orales et rédiger quelques bribes de chapitres. Merci à Vincent Gaertner et Franck Perret, ainsi qu'à Jérôme Lejot et Oldrich Navratil, dont l'engagement permet de faire tourner cette plateforme, malgré le grand nombre de demandes. Merci aussi aux chercheurs, chercheuses, enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses avec qui j'ai eu l'occasion d'échanger

entre deux préparations. En particulier, j'exprime toute ma gratitude à Adrien Barra, dont la connaissance du laboratoire et des protocoles n'a d'égal que sa gentillesse et sa disponibilité.

Je remercie le laboratoire Archéorient (UMR 5133) et ses deux directions successives, Emmanuelle Vila et Christophe Benech, pour tous les moyens - financiers, mais aussi humains - dont j'ai pu disposer pendant quatre ans. C'est grâce à vous que j'ai pu aller en mission, traiter des échantillons ou les faire dater, et participer à des manifestations scientifiques. Merci de l'attention que vous portez à vos doctorants et doctorantes, c'est précieux ! Un grand, très grand merci à Gwénaëlle Péquay, gestionnaire du laboratoire, pour qui les arcanes administratives des ordres de mission, gestion de budget ou réservations en tout genre n'ont aucun secret. Pour les moyens financiers, que l'école doctorale ScSo (ED483) soit aussi remerciée.

Au sein du laboratoire Archéorient j'adresse mes sincères remerciements aux membres des comités de suivi de thèse pour leur précieux conseils : Mounir Arbach, Michèle Casanova et Corinne Castel. Merci en particulier à Corinne dont les mots ont résonné durant ma dernière année : « les colloques, le terrain, *khalass* ! Maintenant, il faut écrire ! ».

Plus généralement, merci aux membres d'Archéorient et/ou de la Maison de l'Orient et de la Méditerranée qui m'ont soutenue, encouragée, avec qui j'ai pu échanger et auprès de qui j'ai pu trouver de l'aide.

Une mention spéciale pour Jalès, l'antenne ardéchoise d'Archéorient - et à Manu et Oliv', ses deux piliers. Les vénérables murs de la commanderie m'ont accueillie à plusieurs reprises dans leur fraîcheur, notamment durant l'été. Cela m'a permis d'écrire articles et chapitres, bercée par le chant des cigales et des mitchoules, avant de piquer une tête à la rivière. Bien sûr, ces quatre années ont été difficiles. Mais vous avez participé à les adoucir : un grand merci !

On a beau essayer de se former tout au long du travail de thèse, il reste des domaines sur lesquels l'avis de spécialistes est indispensable. A ce titre, je tiens à remercier, pour leur patience, leur temps, leurs explications et leurs conseils, les chercheurs, les chercheuses, les enseignants-chercheurs et les enseignantes-chercheuses avec qui j'ai pu échanger et qui ont eu la gentillesse de me faire partager un peu de leur savoir : Olivier Aurenche, Charlène Bouchaud, Linda Herveux, Bérengère Perello, Pascal Podwojeski, Jean-Louis Rajot, Georges Wilcox.

Les trois années de contrat doctoral ont été l'occasion d'exercer une activité complémentaire d'enseignement, activité enrichissante et formatrice. Je remercie l'ensemble des collègues du département de géographie de l'Université Lumière Lyon 2 pour leur engagement dans la formation des jeunes doctorantes et doctorants à l'enseignement, leur disponibilité, mais aussi la confiance et l'ouverture dont ils et elles ont su faire preuve.

J'ai eu beaucoup de plaisir à travailler avec vous et j'ai énormément appris. Je ne saurais exprimer la joie que j'ai eue à revenir parmi vous pour y exercer en tant qu'ATER. Merci aussi aux étudiantes et étudiants qui ont su montrer de l'intérêt aux CM et TD dispensés. Ils et elles ont donné beaucoup de sens à cette tâche.

Il y a peu de moments dans la vie où l'occasion nous est donnée de remercier celles et ceux dont l'influence, si minime et discrète fût-elle, a été primordiale. Merci à Madame Debelvallée, enseignante de latin et français au collège de Berck-sur-Mer, qui a su me diriger vers les classes préparatoires parisiennes alors que je pensais que ce n'était pas pour moi ; merci à Annette Ciattoni, tout ça a commencé grâce à (à cause de ?) vous, de votre passion, de vos cours où vous saviez la transmettre ; merci à l'ENS de Lyon qui, en me faisant (re)faire une L3 de géographie à Lyon 2, m'a permis de découvrir un milieu universitaire auquel je me suis attachée, d'affiner mon projet de recherche et de rencontrer les encadrants taillés pour ces sujets, d'abord de master puis de doctorat.

Merci à Maël et surtout à Cédric, mais aussi à Axel et Arthur, dont les travaux de thèse ont été une source d'inspiration pour la mise en forme des miens. Mille merci à Chloé, qui a eu la bienveillance de m'envoyer son fichier de code pour m'aider à résoudre quelques problèmes, en particulier avec la bibliographie.

Merci aussi aux forums LaTeX, ArcGIS, R ou Illustrator. Ils ont consommé un temps important durant ma thèse, mais m'ont aussi permis de résoudre presque tous mes problèmes, sans avoir jamais à poster directement une question. Je constate aussi aujourd'hui l'importance des compétences qu'ils m'ont permis d'acquérir progressivement.

Merci aux inconscientes et inconscients qui ont accepté - et avec quelle rapidité ! - de relire quelques pages. Votre aide à distance a été précieuse et vos suggestions souvent pertinentes. Anne, Pillove, Célia, Gersende, Julie, Laure, Maël, Marc, Marie, Marine, Rachel, soyez assuré.e.s de ma reconnaissance ! Merci à Marie-Françoise et à François-Marie qui ont eu la gentillesse de relire l'intégralité du manuscrit pour y débusquer les coquilles restantes et faire des suggestions plus que pertinentes. Merci aussi à Yann et Nicolas, infatigables coauteurs, qui ont relu des dizaines et des dizaines de pages, certes de thèse, mais aussi d'articles et de topos de communication.

Le doctorat est une entreprise bien solitaire, mais la présence d'autres doctorantes, doctorants, jeunes chercheuses et jeunes chercheurs permet d'échanger, et pas toujours sur la thèse. Merci donc à Adrien, Sylvain « Chouchou », Hugo, Marie-Hélène, Maël, Louise, Blandine, Mohammed, Quentin, Franck, Stéphan, Isabella et aux autres.

Mon travail de thèse aurait été bien plus difficile sans le soutien de mes proches et de ma famille, dont la présence et les encouragements ont été un véritable réconfort lors des moments difficiles. Merci à M'man, Papou et Mauricette t'chote crapette pour leurs appels, leurs cartes, leur investissement sans pareil et leur intérêt pour un sujet pourtant

bien abstrait par certains aspects. J'espère que vous finirez par ne plus vous angoïsser quand je pars dans des contrées lointaines. Merci, surtout, de votre soutien dans mes études, qui n'ont pas toujours été un long fleuve tranquille. Votre détermination et votre opiniâtreté ont été des exemples durant ces années.

Merci aussi à José et Patricia qui ont hébergé dans la fraîcheur savoyarde une partie de la rédaction de ce travail.

Je ne pourrai pas clore ces remerciements sans une pensée pour l'équipe du No Kachi Lyon, sa présidente Emmeline Mottet, notre *sensei* Félicien Kondo, et toutes celles et tous ceux avec qui j'ai partagé le tatami : Annabelle, Emilio, Fabio, Fateh, Floria, F.-X., Fred, Hervé, Jean-No, J.-O., Jenny, Jo, Korah, Laura, Laurent, Lysiane, la grande Morgane et la petite Morgane, Nasser, Pierre, Saindou, Willy, Yacine, et les autres. Vous avez été là dans les bons et les mauvais moments et j'ai toujours trouvé beaucoup de soutien et d'encouragements auprès de vous. Votre ténacité et votre engagement dans l'accomplissement de vos objectifs personnels m'ont inspirée. Tous les moments passés avec vous m'ont permis de reposer mes nerfs et mes neurones durant les phases d'analyses et de rédaction. Ils ont été de vraies bouffées d'air. *Domo arigato gozaimasu.*

Merci, enfin, aux amies et amis. Qu'est-ce que j'aurais fait sans vous ? Vous avez su dédramatiser, me faire rire, m'encourager, me faire reprendre conscience que je faisais là ce que j'aimais. Merci d'avoir proposé des verres, des sorties, des soirées ou simplement de discuter. Surtout, merci de faire partie de ma vie ! Clairette, Cachou, Petit Poulain Praline et Johan, Amandine, Noémie, Hugo et Kathleen, Chouchou et Khadidja, vraiment, merci. Une pensée particulière pour Maël. Ton aide, notamment matérielle, dans la dernière ligne droite de la rédaction a limité la fatigue. Merci d'avoir veillé à mon ravitaillement en boissons chaudes et sucreries.

Sommaire

| | |
|--|------------|
| Remerciements | v |
| Sommaire | xii |
| Liste des sigles, acronymes et abréviations | xiii |
| Introduction générale | 1 |
| I Contexte et méthodes | 5 |
| Introduction | 7 |
| 1 Contexte contemporain | 9 |
| 2 Contexte de recherche | 47 |
| 3 Méthodologie systémique | 91 |
| Conclusion | 137 |
| II Enregistrements sédimentaires durant la seconde moitié de l'Holocène | 139 |
| Introduction | 141 |
| 4 Les comblements sédimentaires en têtes de bassins versants | 145 |
| 5 Les enregistrements sédimentaires des moyennes vallées | 211 |
| 6 Les sites d'aval : la vallée d'Ambare | 263 |
| Conclusion | 303 |

| | |
|--|------------|
| III Permanences territoriales, paysagères et technologiques : l'apport des archives | 309 |
| Introduction | 311 |
| 7 Un territoire marginal et préservé | 313 |
| 8 Permanences de l'outillage et des techniques agricoles | 345 |
| Conclusion | 377 |
| | |
| IV Un territoire aujourd'hui soumis à des mutations rapides | 379 |
| Introduction | 381 |
| 9 Occupation récente et nouveaux aménagements | 383 |
| 10 Évolutions du couvert végétal et des zones cultivées | 429 |
| Conclusion | 463 |
| Conclusion générale | 467 |
| Bibliographie | 479 |
| Liste des figures | 524 |
| Liste des tableaux | 530 |
| Table des matières | 540 |
| Annexes | 541 |

Liste des sigles, acronymes et abréviations

| | |
|------------------|--|
| AHP | Optimum Humide Africain (<i>African Humid Period</i>) |
| AMC | Société de Marché Agricole (<i>Agricultural Marketing Corporation</i>) |
| AMS | Spectrométrie de Masse par Accélérateur (<i>Accelerator Mass Spectrometer</i>) |
| av. n. è. | avant notre ère |
| BCE | Avant l'Ère Commune (<i>Before Common Era</i>) |
| BP | Avant le Présent (<i>Before Present</i>) |
| CE | De l'Ère Commune (<i>Common Era</i>) |
| CES | Conservation des Eaux et des Sols |
| CFEE | Centre Français des Études Éthiopiennes |
| CSA | Agence Centrale de la Statistique (<i>Central Statistical Agency</i>) |
| de n. è. | de notre ère |
| EMA | Agence Cartographique Éthiopienne (<i>Ethiopian Mapping Agency</i>) |
| ENALA | Archives Éthiopiennes (<i>Ethiopian National Archives and Library Agency</i>) |
| FAO | Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>) |
| FDRPE | Front Démocratique Révolutionnaire du Peuple Éthiopien |
| FFW | Vivres Contre Travail (<i>Food For Work</i>) |
| GSE | Commission Géologique d'Éthiopie (<i>Geological Survey of Ethiopia</i>) |
| ITLA | Alliance Internationale des Paysages de Terrasses (<i>International Terraced Landscapes Alliance</i>) |
| LGM | Dernier Maximum Glaciaire (<i>Late Glacial Maximum</i>) |
| LIA | Petit Âge de Glace (<i>Little Ice Age</i>) |
| LOI | Perte Au Feu (<i>Loss On Ignition</i>) |
| MANR | Ministère de l'Agriculture et des Ressources Naturelles (<i>Ministry of Agriculture and Natural Resources</i>) |
| NMA | Agence Nationale de Météorologie (<i>National Meteorological Agency</i>) |

| | |
|--------------|---|
| OMEAA | Observations et Mesures des Environnements Actuels et Anciens |
| OSL | Luminescence Optiquement Stimulée (<i>Optically Stimulated Luminescence</i>) |
| PAG | Petit Âge de Glace |
| SAERP | Programme d'Agriculture Durable et de Réhabilitation Environnementale (<i>Sustainable Agriculture and Environmental Rehabilitation Programm</i>) |
| SAZ | Zone d'Artéfacts de Surface (<i>Surface Artefact Zone</i>) |
| SIG | Système d'Information Géographique |
| SWC | Conservation des Eaux et des Sols (<i>Soil and Water Conservation</i>) |
| TDS | Matières Solides Dissoutes (<i>Total Dissolved Solids</i>) |
| US | Unité Stratigraphique |
| USDA | Département de l'Agriculture des États-Unis (<i>United States Department of Agriculture</i>) |
| XRF | Fluorescence de Rayons X (<i>X-Ray Fluorescence</i>) |
| YD | Dryas Récent (<i>Younger Dryas</i>) |

Introduction générale

J'allais enfin pénétrer en Abyssinie, dans le pays de mes rêves ; j'allais voir la terre de Chanaan de mon imagination ; j'allais explorer des contrées où se retrouvent des traditions remontant à Menileck, à sa mère, la reine de Saba, au grand roi Salomon. J'étais comme un écolier à l'approche des vacances ; je comptais les jours. Sans cesse je songeais à mon voyage. Enfin ! le jour du départ s'annonça par un soleil radieux.

Girard, 1873, p. 33

L'Abyssinie - et l'Éthiopie, sa version contemporaine - font rêver, par leurs paysages, mais aussi, comme le montre la citation de Girard (1873), par la profondeur historique qu'ils recèlent. Comme l'écrit Gascon (2006), « qui entre en Éthiopie pénètre, bon gré mal gré, dans "3 000 ans d'histoire" ». Ces territoires sont l'objet d'un certain nombre de légendes qui se mêlent aux découvertes historiques et archéologiques, en particulier celle, évoquée ci-dessus, de la reine de Saba et du roi Salomon, ascendants présumés de l'empereur Ménélik.

En dehors des découvertes paléontologiques et de la célèbre Lucy, c'est en grande partie pour la civilisation axoumite, et les obélisques érigés à Axoum, que l'Éthiopie est célèbre. La culture axoumite est souvent rapprochée des royaumes sud-arabiques avec laquelle elle a eu de nombreux contacts. Cela se traduit par des éléments linguistiques, mais aussi matériels et architecturaux. On considère aussi souvent que les populations sudarabiques ont importé leurs techniques hydroagricoles dans les zones où elles ont émigré, en particulier dans le Tigray. Ainsi, la découverte de vestiges archéologiques à proximité de terrasses actuellement mises en culture dans les vallons entourant le site de Wakarida a posé la question de l'âge de ces ouvrages.

Les terrasses sont des ouvrages de conservation des eaux et des sols. Selon la définition qu'en donne Blanc (2001), « elles sont le fruit d'un aménagement volontaire de la pente en une série de paliers horizontaux ou inclinés appelés planches, soutenues par

des murettes ou des talus enherbés ». Dans la grande majorité des cas, les terrasses sont aménagées sur les versants qu'elles visent à rendre cultivables pour les populations qui les occupent. Celles du nord de l'Éthiopie, à l'instar de leurs homologues tunisiennes, les *jessour*, présentent l'originalité d'être construites dans les thalwegs de cours d'eau dont les écoulements ont disparu. Ces constructions effacent aussi la forme des vallées, qui sont aujourd'hui comblées par des épaisseurs importantes de sédiments. L'origine de ces ouvrages interroge autant que celle des sédiments qui les comblent, en particulier en lien avec les vestiges archéologiques à proximité.

Le site de Wakarida a été découvert en 1996 par Ato Tekle Hagos et Ato Habtamu Mekonnen lors de prospections organisées par la *Tigray National Regional State Culture and Tourism Agency* (TCTA). Les populations locales avaient mis au jour des pièces quadrangulaires en cherchant des pierres pour construire leurs maisons. Ils avaient aussi essayé de s'en servir comme de citernes.

L'objectif de cette étude est de considérer les terrasses comme un élément paysager structurant pour les sociétés contemporaines, mais aussi de comprendre les impacts qu'elles ont aujourd'hui et ont eu par le passé sur les paysages montagnards éthiopiens. Il s'agit par ailleurs de les mettre en regard de processus environnementaux et d'évolutions politiques, démographiques et sociales. Ces ouvrages, et les comblements sédimentaires qui leur sont associés, sont en effet d'excellents indicateurs des relations entre les sociétés et leurs milieux, et de leurs évolutions.

Il faut en effet rappeler que les terrasses font partie d'un système qui associe les populations, la pente et le climat (Blanc, 2001). Ces trois éléments sont déterminants, à la fois dans la géographie de l'implantation des ouvrages, mais aussi dans leur succès et leur pérennité. Si un des éléments vient à changer, c'est l'ensemble du système qui se trouve en danger. Il faut aussi souligner que, puisqu'il s'agit de ce que Blanc (2001) appelle « une construction paysagère au même titre que les polders », ces champs en gradin sont d'une extrême fragilité. Ainsi, pour que perdure leur action de lutte contre l'érosion et de conservation des eaux sur la parcelle, il faut les entretenir régulièrement.

Paysage anthropique, paysage agricole, les terrasses forment surtout un « paysage de la nécessité » (Blanc, 2001), où la faim de terre traduit la faim de pain. Ainsi, la colonisation des espaces les plus reculés ne se fait-elle que dans les périodes où la pression démographique et la pression sur les ressources sont trop fortes. On peut reprendre, pour l'Éthiopie, les mots qu'utilise Blanc (2001) pour l'Ardèche : « Ainsi, beaucoup de terrasses sont l'expression du surpeuplement des régions déclives. C'est au surpeuplement que l'on doit les terrasses aux tailles microscopiques, construites dans des pentes invraisemblables ». Généralement, cette faim de terre fait fi des contraintes géologiques ou pédologiques. Par ailleurs, au fur et à mesure que la pression augmente, les ouvrages sont installés de plus en plus loin des habitats. Quand elle diminue, en revanche, les plus lointains sont les pre-

miers à être abandonnés. Toutefois, aujourd'hui encore, les hautes terres éthiopiennes sont parmi les plus peuplées au monde. Gascon (2006) ajoute que la montagne éthiopienne est aussi parmi les plus construites.

Ces paysages anthropiques et la proximité des sites archéologiques ont dès lors soulevé la question de l'âge des ouvrages observés de nos jours. Sont-ils un héritage des populations axoumites ? Les terrasses ont-elles favorisé le comblement des vallons dont on apprécie aujourd'hui les épaisseurs de plusieurs mètres ? Le paysage actuel serait-il, alors, un paysage « fossile », transmis depuis la nuit des temps ? Ou, au contraire, les dépôts préexisteraient-ils aux terrasses ? Dans ce cas, les structures viseraient à protéger les sols mis en place de longue date, plutôt qu'à incrémenter les dépôts. Dans cette dialectique de l'œuf ou de la poule, la compréhension des sociétés modernes et des conditions environnementales contemporaines a fourni un éclairage particulièrement précieux.

Cette étude s'articule ainsi selon deux axes principaux, temporel et spatial, qui lui confèrent deux dimensions majeures, diachronique et multiscalaire. La troisième dimension est, en quelque sorte, la synthèse des deux précédentes : cette étude, en plus d'être diachronique et multiscalaire, est aussi systémique. Elle vise non seulement à prendre en compte les aspects environnementaux sur le temps long, dans une optique actualiste, mais aussi les aspects sociaux, politiques et démographiques et leur caractère - géographiquement et temporellement - instable.

Ce travail s'organise alors en quatre parties, regroupant dix chapitres. La première partie s'attache à replacer la zone étudiée dans un contexte plus large et à mettre en avant les méthodes utilisées pour répondre aux questions qu'elle suscite. Le chapitre 1 cherche à intégrer le site de Wakarida dans son contexte géographique, géologique, topographique, climatique et hydrologique, mais aussi dans son environnement démographique et social actuel. Le contexte de recherche est détaillé dans le chapitre 2, d'abord dans le cadre des recherches archéologiques dans le Tigray. L'attention se porte ensuite sur les recherches archéologiques concernant les terrasses de culture, qui sont enfin appréhendées dans leur dimension spatiale, par la typologie, l'identification des principaux espaces en terrasses dans le monde et la place des terrasses éthiopiennes dans la recherche. Ce chapitre est aussi l'occasion de produire une typologie des ouvrages en terrasses à Wakarida, de préciser le positionnement théorique de la thèse et les principales questions de recherche. Enfin, le chapitre 3 présente la méthodologie systémique appliquée dans ce travail et les différentes techniques qui en découlent : travail de terrain, analyses sédimentologiques, chronostratigraphiques et paléoenvironnementales, histoire du paysage et recours aux archives et entretiens ethnoarchéologiques et ethnogéomorphologiques.

Les chapitres suivants détaillent les résultats de l'ensemble de ces techniques appliquées à des pas de temps différents. Si les analyses sédimentologiques et chronostratigraphiques permettent d'aborder le temps long de l'Holocène, les archives se concentrent sur la période

moderne tandis que les entretiens concernent essentiellement les XX^e et XXI^e siècles. La seconde partie explore l'évolution temporelle des paysages éthiopiens étudiés depuis le début de l'Holocène (VII^e millénaire av. n. è.) jusqu'au XVII^e siècle, grâce aux approches sédimentologiques et chronostratigraphiques. Le chapitre 4 met en avant les processus de comblement à l'œuvre dans les têtes de bassins durant l'ensemble de la période étudiée (VII^e millénaire av. n. è. - XVII^e siècle de n. è.). Le chapitre 5 montre comment les fluctuations climatiques et les actions anthropiques ont été enregistrées dans les dépôts de moyennes vallées. Enfin, le chapitre 6 se concentre sur les enregistrements dans les parties distales, en partant de l'exemple de la vallée d'Ambare, qui contient aussi les accumulations les plus récentes.

Au sein de cette étude, la troisième partie met en lumière les permanences territoriales, paysagères et technologiques à l'aide d'un travail sur archives (textes et récits, cartes anciennes, gravures, photographies et cartes postales anciennes). Le chapitre 7 permet de montrer que le territoire de Wakarida, s'il était en marge du royaume axoumite, a conservé cette position marginale durant la période moderne et le début de la période contemporaine (XVI^e - XX^e siècles). Cela peut expliquer, d'une part, le peu d'informations précises délivrées par ces archives sur cet espace précis, et d'autre part le fait que les paysages et les techniques culturelles y aient été relativement préservés. En effet, comme l'atteste le chapitre 8, les façons agraires ont, dans l'ensemble très peu évolué. Cette grande continuité touche l'ensemble des techniques à une seule exception - notoire! -, celle des terrasses, complètement absentes des documents anciens.

Pour faire écho à ces éléments sur les périodes anciennes, la quatrième - et dernière - partie cherche à comprendre les mutations qu'a connues la région dans les périodes récentes. Elle s'appuie pour cela sur des entretiens ethnogéomorphologiques et ethnoarchéologiques et sur une analyse diachronique de photographies aériennes, photographies satellitaires et images satellitaires. Parmi ces transformations, le chapitre 9 permet de mettre en évidence le caractère récent du peuplement et une de ses conséquences principales, l'introduction de nouvelles techniques de culture, en particulier les terrasses agricoles. Ce chapitre permet aussi d'interroger les rapports des populations avec le paysage qui les entoure, rapports dominés par le productivisme. Le chapitre 10 analyse pour finir les conséquences de ces évolutions récentes sur les espaces agricoles et la végétation des vallées et des versants. Les aménagements de vallons se multiplient au cours du XX^e siècle, tandis que la végétation recule. On note, cependant, quelques poches de reboisement, conséquence de la prise de conscience des dangers de l'érosion. Elle s'inscrit dans un contexte plus large de réflexion sur le changement climatique et de lutte contre l'érosion dans des régions encore fréquemment touchées par les sécheresses et les famines.

Première partie

Contexte et méthodes

INTRODUCTION DE LA PREMIÈRE PARTIE

Cette partie est destinée à présenter le contexte, au sens large, de ce travail : contexte géographique certes, mais aussi contexte de recherche dans lequel l'étude s'inscrit. Elle détaille aussi les questions qui l'ont guidé et la méthode suivie pour y répondre.

Le chapitre 1 expose les principaux éléments naturels et sociaux qui permettent d'appréhender la situation actuelle du Tigray oriental dans son ensemble. Il procède par changement de focale, passant de la petite à la grande échelle. Le site d'étude est en premier lieu replacé dans son environnement national et régional (section 1.1). Une fois la zone de travail délimitée, les éléments ayant trait à l'environnement naturel sont exposés (section 1.2). C'est d'abord la topographie, essentielle pour comprendre la spécificité du site de Wakarida, qui est décrite. La région étudiée est ensuite replacée dans l'histoire géologique - mouvementée - de l'Afrique orientale. De la géologie découle l'organisation du réseau hydrographique, dont la description est complétée par l'exposé des principales formations superficielles au sein de la zone d'étude. Un des éléments centraux dans les facteurs naturels concerne les ressources en eau (section 1.3). Cette section permet la définition du type de climat, mettant en valeur la répartition des précipitations au cours de l'année. Celles-ci jouent en effet un rôle central dans la production agricole, mais aussi dans l'érosion. Elles conditionnent en partie l'hydrologie et entrent en interaction avec l'hydrogéologie. Cependant, les facteurs naturels ne sont pas les seuls responsables de l'organisation et de l'occupation du territoire de la zone d'étude. Le peuplement est une donnée essentielle pour comprendre les problèmes qui touchent actuellement Wakarida et ses alentours (section 1.4). Elle a en effet connu une forte croissance ces dernières années et, malgré une légère tendance à l'exode, la majorité des habitants de l'espace étudié sont ruraux. Cette ruralité s'accompagne d'une quasi-monoactivité agricole (section 1.5), elle aussi déterminante pour comprendre les problématiques actuelles dans la région. Il a donc semblé important d'en décrire le fonctionnement, d'expliquer le lien entretenu avec la pédologie et de rappeler les principales réformes agraires qui ont concouru à la mise en place du système présent.

Le contexte contemporain permet de donner une image compréhensive de la situation dans le Tigray, plus particulièrement autour du site archéologique de Wakarida. Il s'agit alors, dans le chapitre 2, d'exposer le contexte de la recherche menée sur le site. En premier lieu, il importait de replacer Wakarida dans le contexte archéologique du royaume axoumite (section 2.1), tant dans sa chronologie que dans sa géographie. En effet, malgré une position marginale par rapport au centre politique qu'est Axoum, le site, et la zone de prospection associée, ont livré une grande quantité de vestiges. Ce chapitre 2 permet aussi de replacer la présente étude dans le contexte d'autres travaux géoarchéologiques concernant les périodes pré-, proto-axoumite et axoumite, ainsi que, de façon plus générale, dans un contexte de recherche sur les environnements anciens en Éthiopie et dans le Tigray. Parmi tous ces travaux, on remarque la quasi absence des terrasses de culture comme objet d'étude, que ce soit comme objet archéologique ou objet géographique. Faire un point sur l'état de la recherche à propos de cet objet, central ici, a paru essentiel (section 2.2). De là, et pour préciser les éléments de travail dans la région de Wakarida, une typologie des terrasses a été établie (section 2.3). Ce contexte de recherche a permis de dégager le positionnement théorique de la thèse au sein des recherches précédemment identifiées (section 2.4), mais aussi les principales questions qui ont émergé durant ces travaux (section 2.5).

Les questions posées, il reste à exposer les techniques mises en œuvre pour y répondre, dans le cadre d'une méthodologie systémique (chapitre 3). Les procédés et leurs limites sont détaillés. C'est d'abord le travail de terrain qui est décrit : observations, prélèvements, cartographie des formes (section 3.1). Ensuite, le travail de laboratoire est exposé : analyses sédimentologiques, chronostratigraphiques et paléoenvironnementales (section 3.2). À cela s'ajoutent le travail d'histoire du paysage sur archives (section 3.3) et les entretiens ethnogéomorphologiques et ethnoarchéologiques (section 3.4).

Chapitre 1

Sur les hautes terres éthiopiennes : contexte contemporain

Cette vaste contrée que nous venions visiter de si loin, ce royaume vers lequel nous avions marché si longtemps, cette région à peine connue que nous allions explorer pour en dire quelque chose à la curiosité de l'Europe savante, l'Abyssinie, l'Abyssinie était là devant nous; nous la voyions, nous la touchions : ce fut pour nous un moment de bonheur et de douce espérance.

Ferret et Galinier, 1847a, p. 393

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 10 |
| 1.1 Localisation de la zone d'étude | 13 |
| 1.2 Contexte topographique, géologique et géomorphologique . . | 16 |
| 1.2.1 Des unités topographiques différenciées | 16 |
| 1.2.2 Aperçu d'une géologie complexe | 18 |
| 1.2.3 Vallées et réseaux hydrographiques | 22 |
| 1.2.4 Principales formations superficielles de la zone d'étude | 26 |
| 1.3 Ressources en eau | 29 |
| 1.3.1 Définition du climat | 29 |
| 1.3.2 Répartition inégale des précipitations dans l'année | 31 |
| 1.3.3 Hydrologie et hydrogéologie | 31 |
| 1.4 Le peuplement de la région | 32 |
| 1.4.1 Évolution de la population | 32 |
| 1.4.2 Une population essentiellement rurale et agricole | 33 |
| 1.5 L'agriculture, activité centrale des hautes terres éthiopiennes | 34 |
| 1.5.1 Fonctionnement contemporain de l'agriculture | 34 |
| 1.5.2 Pédologie et agriculture | 38 |
| 1.5.3 Principales réformes agraires | 42 |
| Conclusion | 45 |

INTRODUCTION

L'Éthiopie, dont la superficie d'environ 1 120 000 km² équivaut à presque deux fois celle de la France, territoires ultramarins compris (Billi, 2015), occupe une part importante de la Corne de l'Afrique (figure 1.1), qu'elle partage avec l'Érythrée, Djibouti et la Somalie, selon la définition française (Makki *et al.*, 2009). Elle se situe non loin de la Mer Rouge, bien qu'elle n'ait plus de façade maritime depuis l'indépendance de l'Érythrée en 1993.

Pays de contrastes, l'Éthiopie recèle à la fois un des points les plus bas du continent africain (125 m sous le niveau de la mer dans la Dépression de Danakil, région Afar, au nord-est du pays, voir figure 1.1) et l'un des dix plus hauts sommets d'Afrique, le Ras Dashen, qui culmine à 4 550 m au-dessus du niveau de la mer (figure 1.1). Le pays est circonscrit par une sorte de « ceinture » de basses terres (*Lowlands*), qui longent ses frontières ouest et sud (figure 1.1) : basses-terres du Tekezé au nord, d'Angereb, d'Abay, de Baro et d'Akobo à l'ouest, d'Omo au sud-ouest et basses-terres du sud-est au niveau de l'Ogaden (Bascom, 2015). À l'intérieur de cette « ceinture », deux plateaux se font face de part et d'autre de la Vallée du Rift (figure 1.1). Le plus important se trouve dans la partie nord-ouest du pays et se divise en trois grands ensembles de hautes-terres (*Highlands*) : les hautes-terres du nord, les hautes-terres centrales et les hautes-terres du sud-ouest (Billi, 2015). Au sud, le Plateau Somali s'étend en arc de cercle depuis la frontière avec le Kenya jusqu'à Harar (Billi, 2015). La vallée du Rift est marquée, au nord, par la Dépression de Danakil qui se poursuit dans la vallée de l'Awash au sud et rejoint, dans sa partie la plus étroite, la régions des lacs du Rift (figure 1.1), jusqu'au niveau d'Arba Minch (Billi, 2015).

La topographie joue un rôle important aussi dans la culture éthiopienne : elle contribue à la délimitation de zones agroclimatiques, auxquelles sont attachées des représentations plus ou moins positives. Gallais (1989, p. 47) distingue quatre étages :

Woorch ou urec : étage alpin, au-delà de 3 500 m d'altitude ;

Dega : la montagne, entre 2 500 et 3 500 m d'altitude. Les densités humaines sont assez fortes entre 2 000 et 3 000 m au-dessus du niveau de la mer (environ 80 hab/km²) et plus faibles au-delà (environ 50 hab/km² entre 3 000 et 3 500 m au-dessus du niveau de la mer) ;

Woïna Dega : la montagne de la vigne, de 1 500 à 2 000 m d'altitude, où les densités sont d'environ 65 hab/km² ;

Kola : l'étage des chaleurs (*kola* vient du verbe *kouela* qui signifie brûler), en-dessous de 1 500 m au-dessus du niveau de la mer. Les densités y sont particulièrement faibles, et Gallais (1989) distingue la haute *kola*, entre 1 000 et 1 500 m d'altitude, où on trouve moins de 15 hab/km², et la basse *kola*, en-dessous de 1 000 m d'altitude, où les densités sont inférieures à 5 hab/km².

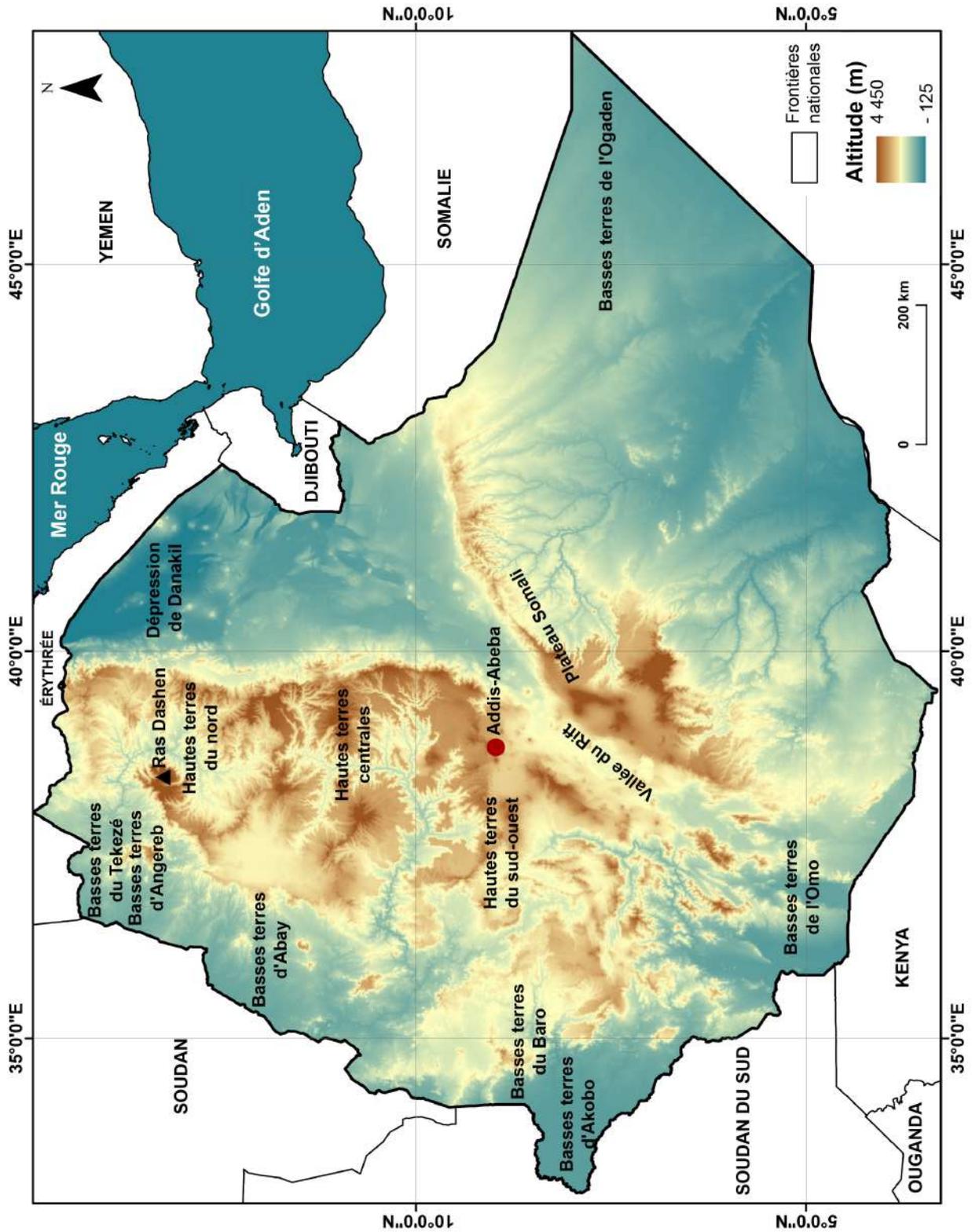


FIGURE 1.1 – Principaux ensembles géographiques et topographiques en Éthiopie. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2018.

Selon Gallais (1989), cet étagement est politique : « il y a eu dans la conscience collective un étage optimal de prestige qui doit être considéré comme la base géographique de l'existence culturelle et politique de l'Éthiopie traditionnelle » (Gallais, 1989, p. 49). Cet étage « de prestige et de pouvoir » se situe entre 2 000 et 2 500 m d'altitude et correspond à la *Dega*. Il comporte des atouts climatiques, de bonnes conditions sanitaires (il est réputé bien plus sain que les étages inférieurs, infestés de mouches et moustiques) et l'agriculture peut y être pratiquée aisément. Cet étage présentait par ailleurs des avantages stratégiques liés au caractère défensif de la topographie. L'étage supérieur (*Woorch*) est en revanche considéré comme un étage « de repli » (Gallais, 1989, p. 60), la pente, le froid et le gel interdisant toute installation pérenne.

L'étagement bioclimatique va de pair avec un étagement de la végétation, décrit par Gallais (1989, p. 65) :

Woorch : au-delà de 3 500 m, il s'agit essentiellement de prairies d'altitude dont l'intérêt agricole est quasiment nul. La pente, le froid et le gel font qu'il ne s'y trouve aucun système agricole ;

Haute dega : de 3 000 à 3 500 m, c'est l'étage des bruyères géantes. Si les sols sont fertiles et bien drainés et les précipitations suffisantes, d'importantes contraintes climatiques (gel) et topographiques (pentes > 40 %) réduisent leur utilisation ;

Moyenne dega : de 1 800 à 3 000 m, c'est l'étage de la grande forêt, aujourd'hui quasiment complètement défrichée. Il ne demeure que les boisements autour des églises et des forges quand il y en a. Les sols sont argileux et lourds, fertiles, mais leur drainage est difficile. La combinaison de fortes pentes et de précipitations orageuses entraîne une forte érosion ;

Woïna dega : cet étage, entre 1 500 et 1 800 m, abrite des formations forestières diversifiées, recueille environ 1 000 mm de pluie et dispose d'excellents sols noirs avec une bonne rétention hydrique qui permet le prolongement de la période végétative ;

Haute kola : la végétation y est surtout composée d'acacias et d'hyparrhenia (herbacées). Il tombe entre 500 et 800 mm de pluie ;

Basse kola : on y trouve une végétation de *scrub* (broussailles) à acacias et presque pas de cultures. Cet étage concerne surtout la Vallée de l'Awash et le désert de l'Afar, où les précipitations sont inférieures à 500 mm.

C'est au sein de cette organisation par étages, qui structurent l'ensemble de la vie quotidienne éthiopienne, que s'insère le site de Wakarida, dans une position assez originale.

1.1 Localisation de la zone d'étude

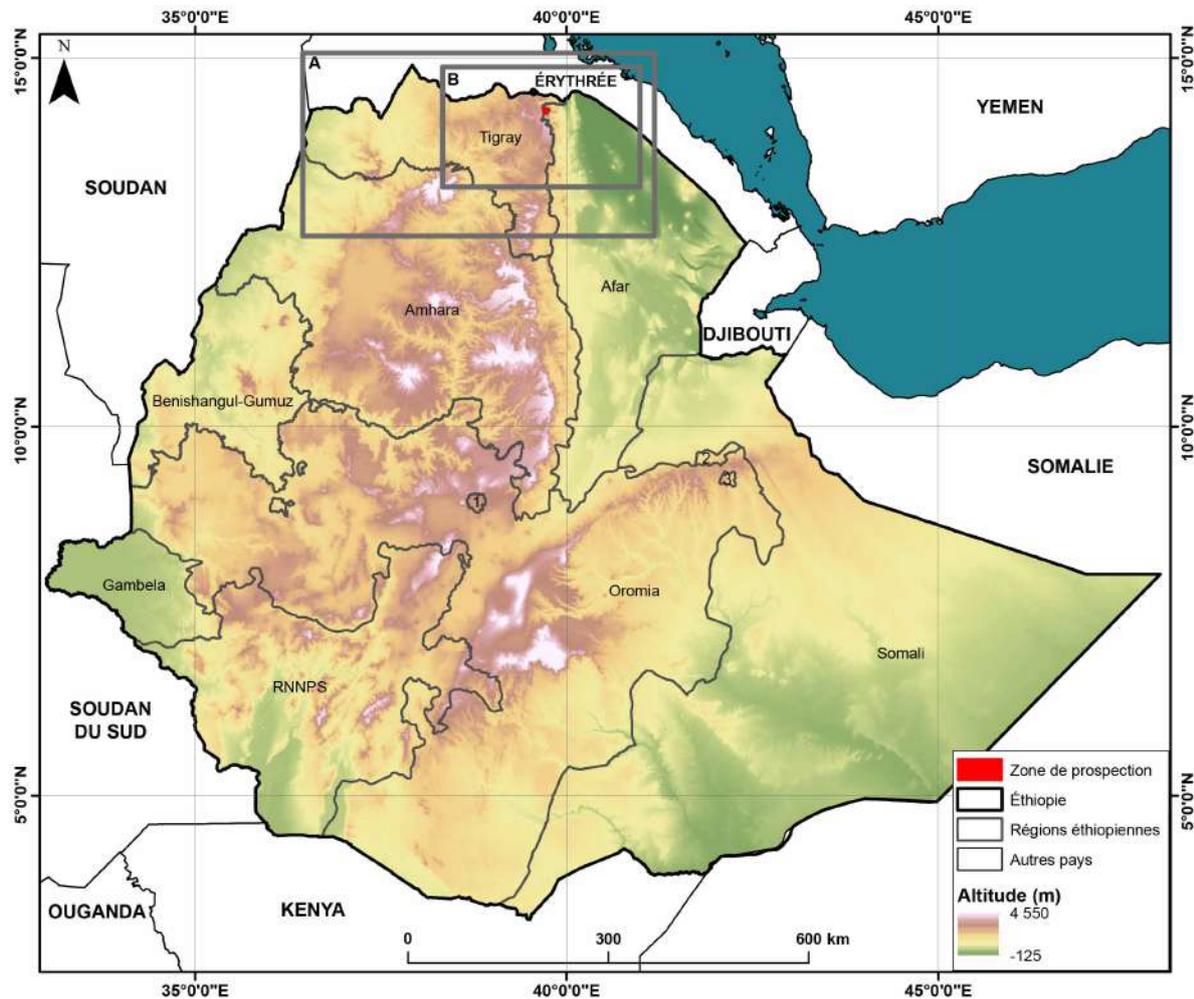


FIGURE 1.2 – Géographie et découpage politique de l'Éthiopie. A : Emprise de la figure 1.5; B : Emprise de la figure 1.3. 1 : Addis-Abeba; 2 : Dire-Dawa; 3 : Harar. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2018.

La zone étudiée se situe au nord de l'Éthiopie, dans la région du Tigray. Celle-ci est limitrophe de l'Érythrée au nord, du Soudan à l'ouest et des régions Amhara au sud et Afar à l'est (figure 1.2). Le secteur de travail se trouve dans le nord du Tigray, dans la zone administrative « Est-Tigray¹ », dans le *Woreda*² de Saesi Tsaedaemba. La zone étudiée s'étend aussi partiellement dans la région voisine, l'Afar, dans la zone administrative 2, *Woreda* de Dalol (figure 1.3).

1. Ou *Misraqawi* en amharique.

2. L'équivalent d'un district ou d'un canton français.

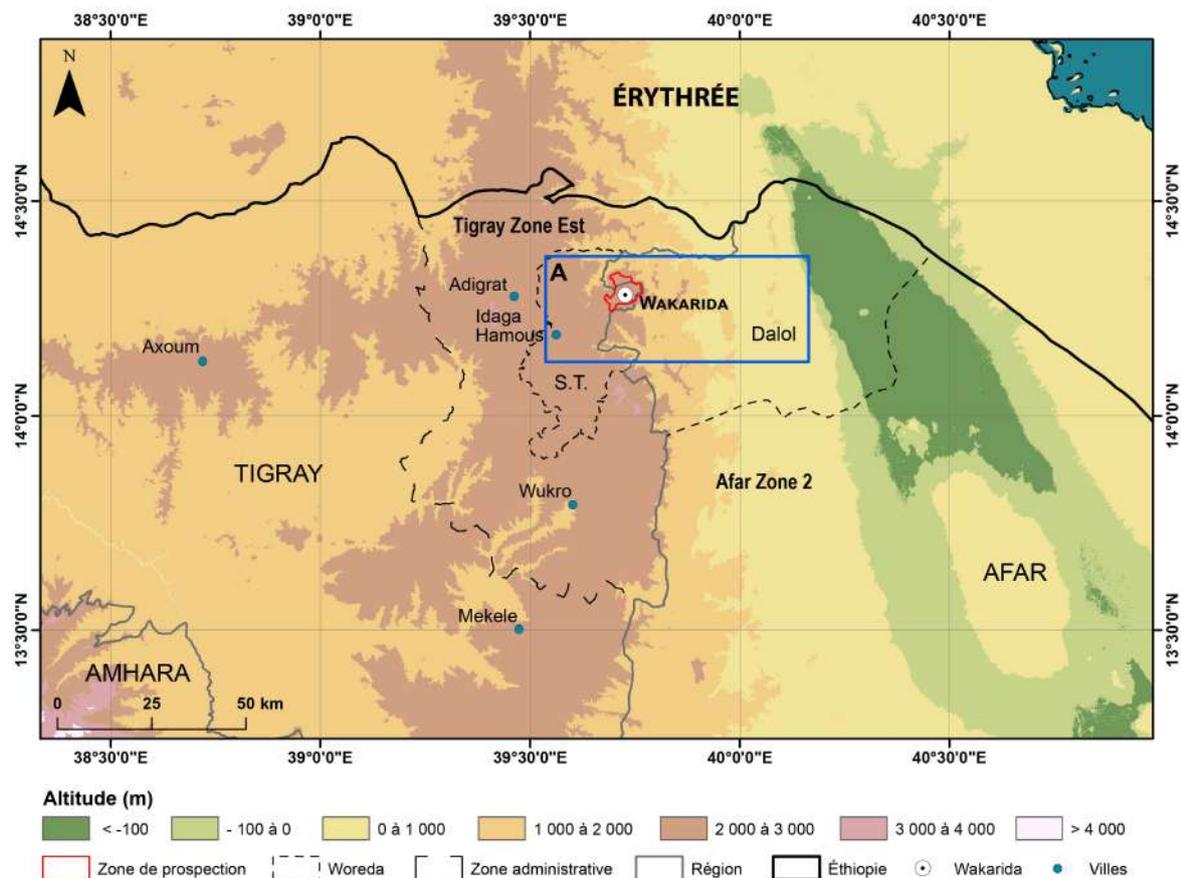


FIGURE 1.3 – Limites administratives de la zone d'étude. A : Emprise de la figure 1.6. S.T. : *Woreda* de Saesi Tseadaemba. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2018.

Les sites étudiés sont inclus dans la zone de prospections géographiques et géomorphologiques, qui forment dans un périmètre de 5 km autour du site archéologique principal de Wakarida (figure 1.4). Ces sites se trouvent dans des vallons comblés par des sédiments. Les quatre vallées principales concernées par la prospection s'organisent en une disposition rayonnante autour du village principal de Sewne³. Il s'agit, au nord, de la vallée d'Ambare, à l'est des vallées de May Ayni et de Ka Ebile et au sud-sud-ouest de la vallée de May Weini. On compte aussi les lieux-dits de Damhalle (à proximité de la route qui va vers l'Afar), Gali Gale, un affluent de la vallée d'Ambare, et de Mengangebit, en rive droite de May Weini (figure 1.4).

Sur la figure 1.4, on a fait figurer la frontière entre le Tigray et l'Afar : une part non négligeable de la zone de prospection, essentiellement située au nord, se trouve dans la région afar. Néanmoins, comme on le verra plus tard, la limite administrative entre les deux régions n'est pas toujours identique, sur le terrain, à celle qui est vécue par les habitants : le village de Maho est, comme Ayna Dib, un village afar, pourtant intégré à la région Tigray selon le découpage administratif (figure 1.4).

3. Ou *Sewen* ou *Sawna*.

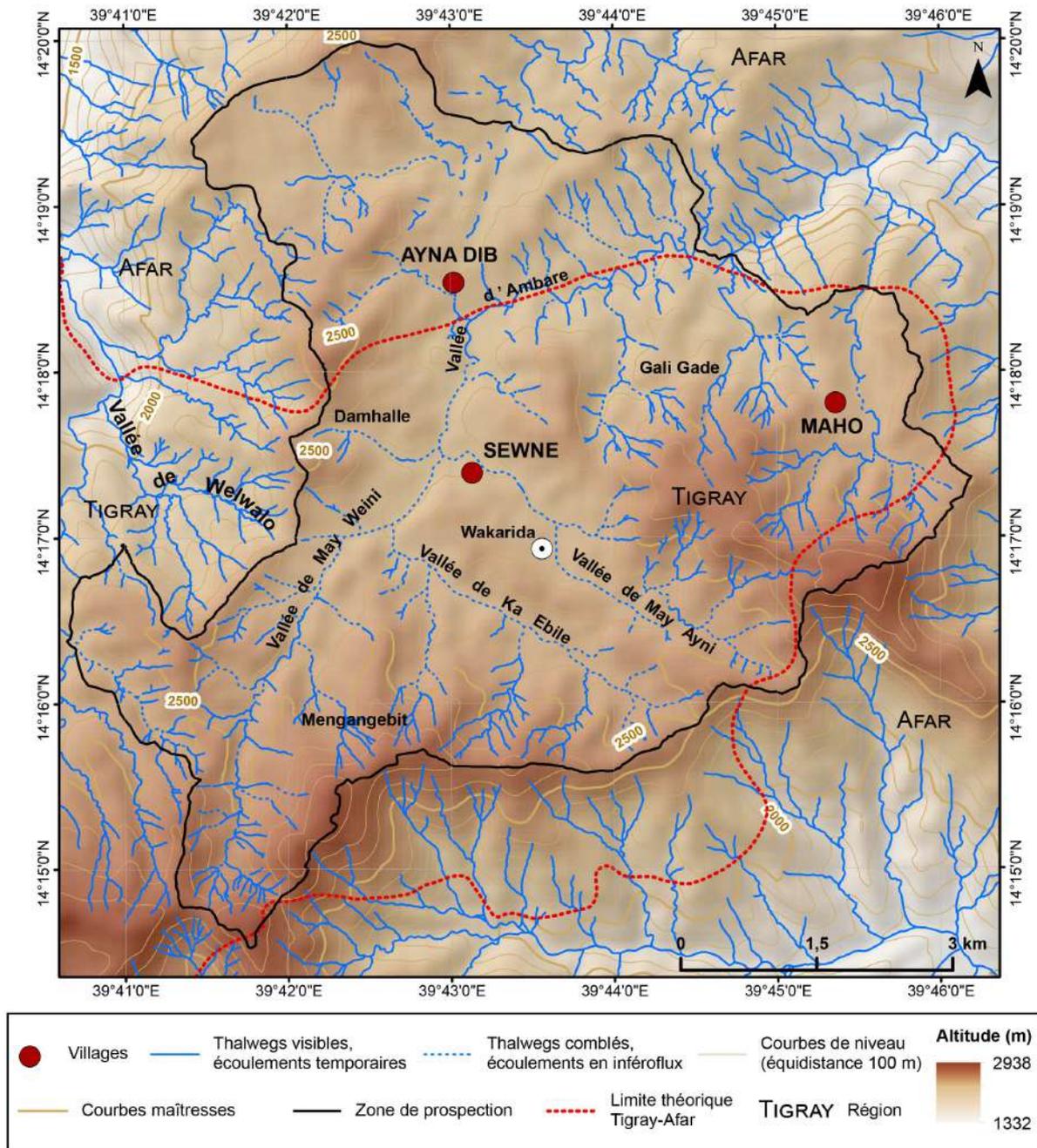


FIGURE 1.4 – Carte orohydrographique de la zone prospectée. L’emprise de la zone de prospection est indiquée sur la figure 1.3. Réalisation : N. Blond, 2018.

La zone d’étude s’insère dans un contexte topographique, géologique et géomorphologique spécifique, dans une zone d’interface entre plateau et vallées encaissées. L’histoire géologique de cet espace a conditionné la formation du réseau hydrographique et on retrouve des traces dans les formations superficielles contemporaines.

1.2 Un promontoire sur les marges septentrionales du Plateau du Tigray : contexte topographique, géologique et géomorphologique

1.2.1 Des unités topographiques différenciées

La zone étudiée se situe dans un espace marqué par une topographie qui s'élève progressivement de l'ouest à l'est, depuis le Soudan jusqu'en Éthiopie et s'abaisse brutalement avant la frontière érythréenne, dans la dépression de l'Afar (figure 1.5). Elle appartient à l'unité identifiée par Billi (2015) comme « les Hautes Terres du Nord » (figure 1.1). Les paysages de montagnes y sont très divers, avec des versants tantôt abrupts, tantôt relativement doux, des vallées parfois incisées en gorges (p.ex. les Gorges du Nil Bleu), parfois plus larges et moins pentues et des lambeaux de plateaux.

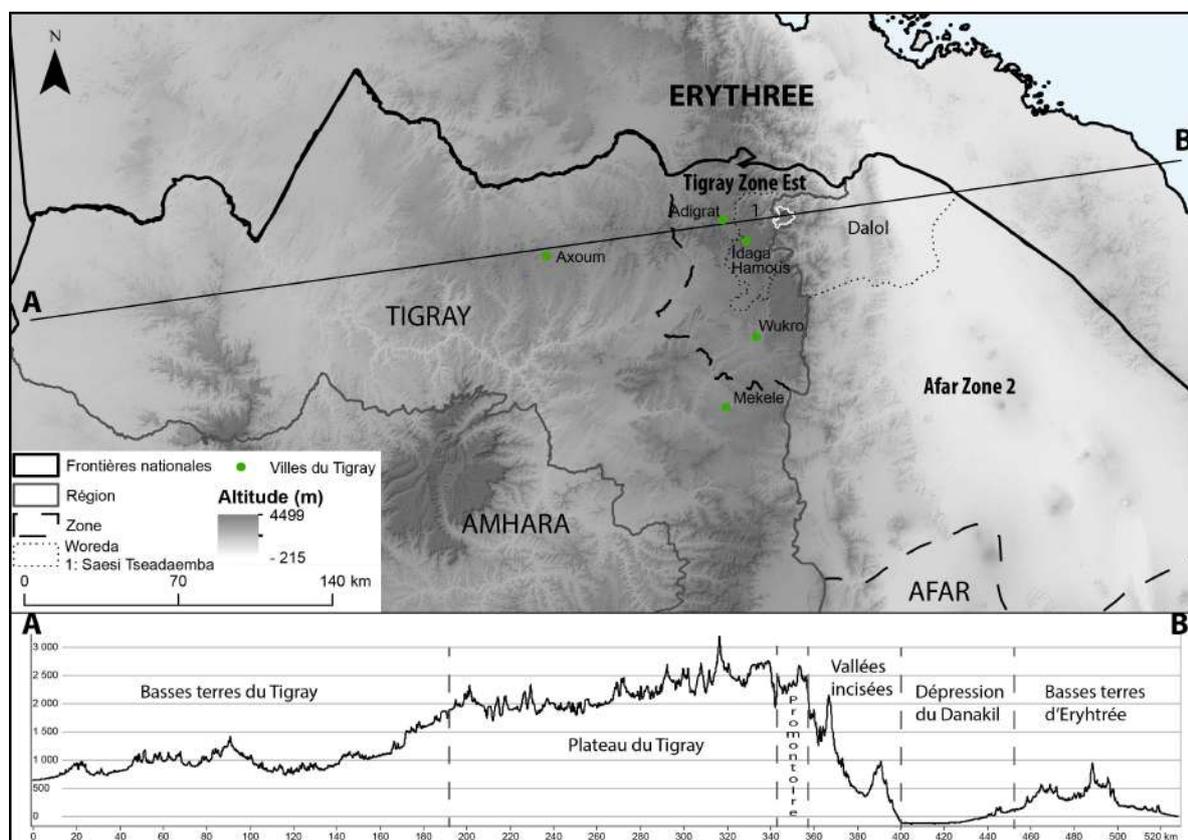


FIGURE 1.5 – Modèle numérique de terrain du nord du Tigray et des régions limitrophes et profil topographique du nord du Tigray, de la frontière soudanaise à la Mer Rouge. L'emprise de la carte est indiquée sur la figure 1.2, page 13. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2017.

Le secteur le plus septentrional se situe sur les « Hautes Terres », qui présentent de forts dénivelés sur des distances réduites (environ 1 500 m de dénivelé sur 3 à 4 km de distance).

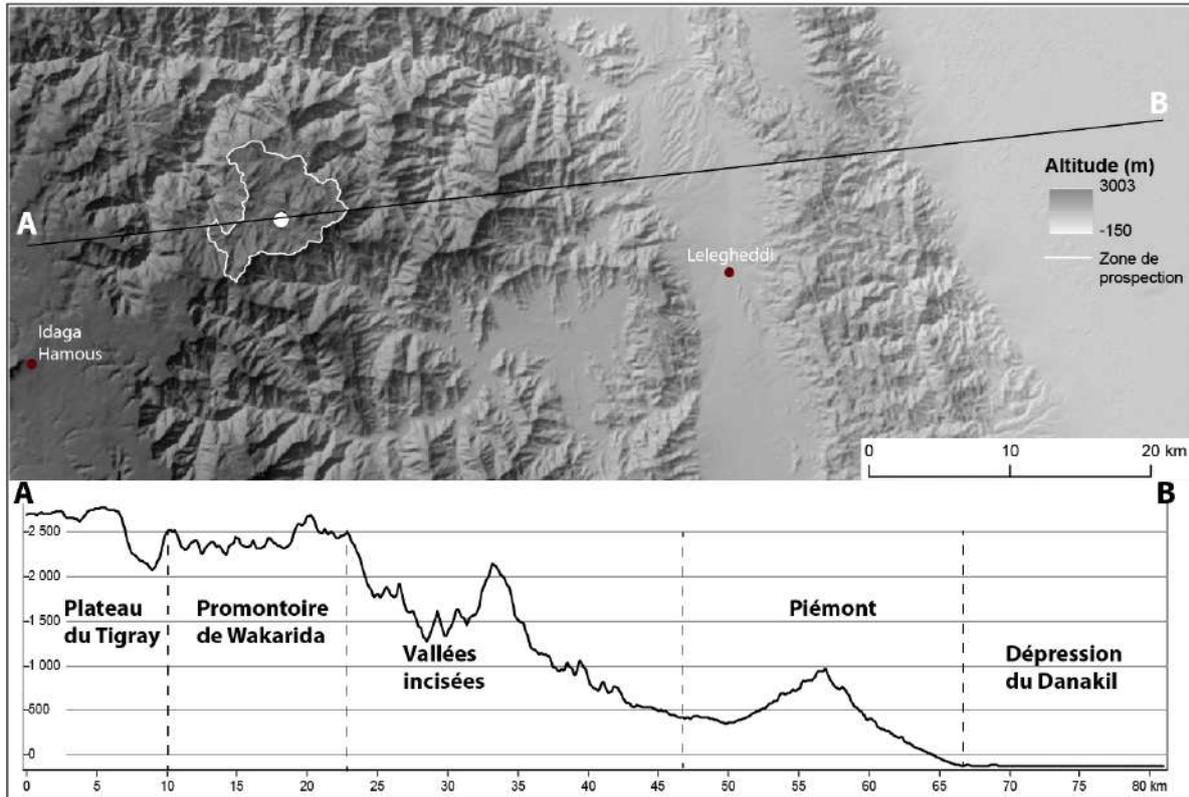


FIGURE 1.6 – Modèle numérique de terrain du nord du Tigray et profil topographique d’ouest en est, du Plateau tigréen à la Dépression du Danakil. L’emprise de la carte est indiquée sur la figure 1.3, page 14. Altitude d’après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2018.



FIGURE 1.7 – Photographie au cerf-volant de l’éperon sur lequel se trouve le site de Wakarida. Cliché : Th. Sagory, 2017.

Cette situation apparaît sur la figure 1.6, où l'on voit que Wakarida se trouve sur la marge nord-est du plateau, à l'ouest du piémont qui rejoint ensuite la Dépression du Danakil et le désert de Dalol, en Afar.

La zone de prospection autour de Wakarida « occupe un vallon situé sur un feston déprimé du rebord du plateau du Tigray, en position intermédiaire entre ce plateau et les grandes vallées qui plongent vers la dépression du Danakil à l'est. Cette unité topographique forme une sorte de promontoire. Elle apparaît à petite échelle comme une extension du plateau du Tigray » (Dugast et Gajda, 2013). Ce promontoire forme une unité topographique bien identifiée (figures 1.6 et 1.7).

À cette topographie accidentée s'ajoute une géologie complexe et encore relativement peu connue, décrite à faible résolution.

1.2.2 Aperçu d'une géologie complexe

La géologie du territoire éthiopien est difficile à décrire tant elle varie et est perturbée à grande échelle, comme le laisse apparaître le grand nombre de failles qui parcourent le pays (figure 1.8). La géologie éthiopienne a connu de nombreuses modifications durant le temps. Les enregistrements commencent avec la fermeture de l'océan du Mozambique entre les membres est et ouest du Gondwana, entre 880 et 550 millions d'années (Ma) (Abbate *et al.*, 2015). Ce socle cristallin apparaît surtout au sud et à l'ouest du pays, ainsi que dans la partie la plus septentrionale (figure 1.8), il est la trace de l'orogénèse est-africaine durant le Protérozoïque (Stern, 1994).

L'orogénèse précambrienne a été suivie d'une phase d'érosion qui a formé une surface d'aplanissement, couverte par des sédiments fluviaux et glaciaires durant le Paléozoïque (Abbate *et al.*, 2015). On en trouve de bons exemples dans la région d'Adigrat (figure 1.8), où les grès fluviaux ordoviciens et siluriens (grès d'Enticho inférieurs), ainsi que les dépôts fluvio-lacustres glaciaires d'âge fin Carbonifère - début du Permien (grès d'Enticho supérieurs, dépôts glaciaires d'Arbi) peuvent atteindre 500 m d'épaisseur (Bussert et Schrank, 2007). Durant cette dernière période (Carbonifère - début du Permien), l'Éthiopie est soumise à une glaciation, alors qu'elle est située en marge de la calotte glaciaire de la Pangée. La région de la Corne de l'Afrique a aussi été soumise à plusieurs phases de transgression marine, notamment durant le Jurassique. Dans le nord du pays, celle-ci a été précédée par le dépôt des grès d'Adigrat (figure 1.8), grès continentaux déposés sur une pénéplaine triassique (Wolela, 2008). La transgression est, quant à elle, représentée par des faciès carbonatés (calcaires d'Antalo et formation d'Hamanlei, figure 1.8). Dans le nord du pays, ces dépôts s'étendent jusqu'à la région de Mekele et à la bordure nord-ouest de la Dépression de l'Afar. Selon Abbate *et al.* (2015), il semble que la transgression jurassique n'ait pas dépassé le 36^e méridien oriental et le 16^e parallèle septentrional.

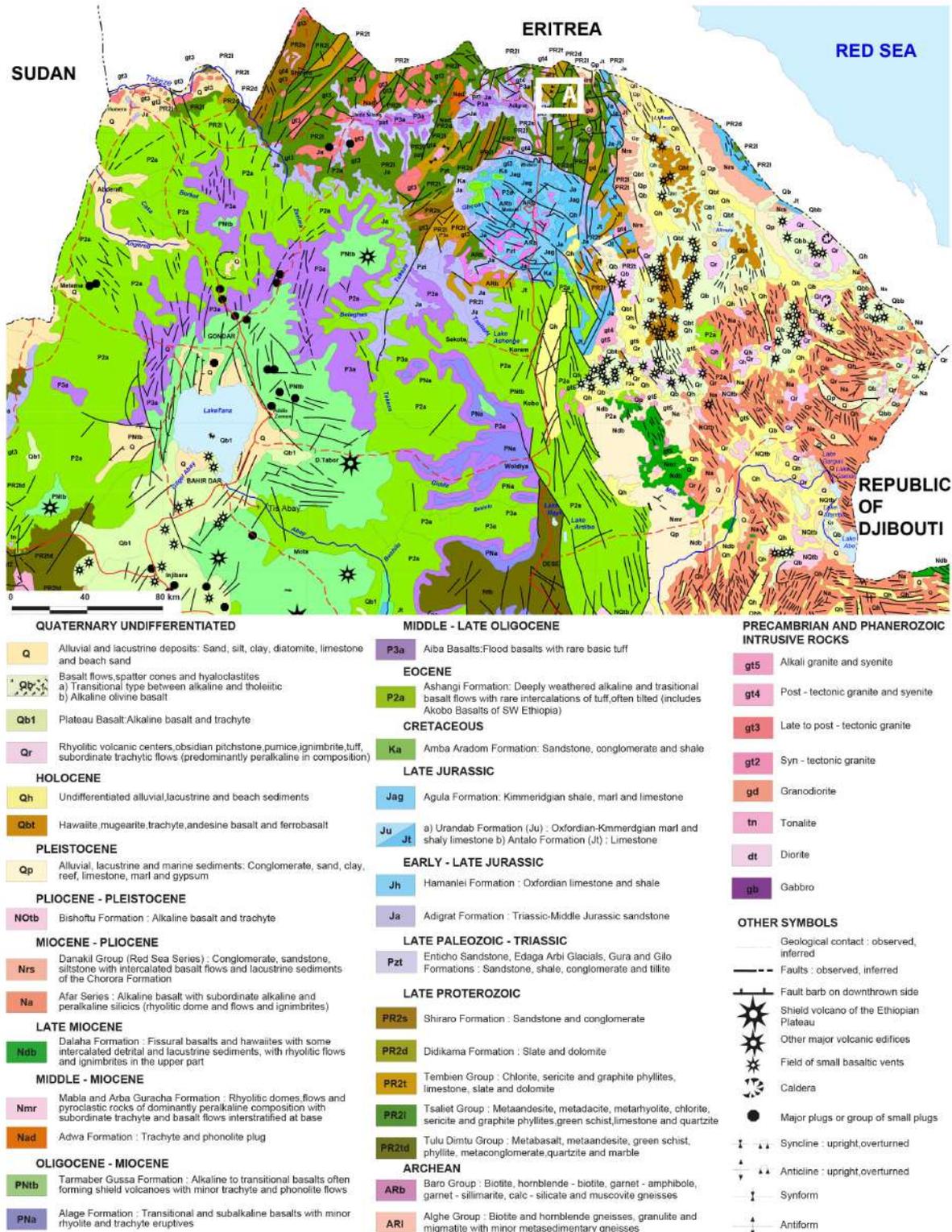


FIGURE 1.8 – Carte géologique du nord de l'Éthiopie, extraite de la carte géologique de l'Éthiopie au 1 : 2 000 000 (Mengesha Tefera *et al.*, 1996). A : localisation du secteur étudié.

Le début du Crétacé est marqué par des événements tectoniques qui fracturent ces dépôts carbonatés, du Tigray à la zone d’Harar et de Dire Dawa (Abbate *et al.*, 2015 ; Bosellini *et al.*, 2001). D’importants dépôts continentaux suivent durant le Crétacé. Ceux-ci sont, par la suite, soumis à la pénélplanation (« pre-trappean peneplanation », Mohr, 1961). Durant l’Oligocène, cette surface d’aplanissement est déformée par une phase de *rifting*, associée à la formation de trapps basaltiques, recouverts de volcans boucliers dans le nord du plateau durant le Miocène (figure 1.8). Le volcanisme s’est ensuite déplacé vers la Dépression de l’Afar à la fin de l’Oligocène, celle-ci ayant alors connu une phase d’extension importante, donnant lieu à la formation de bassins sédimentaires. Ces dépôts volcaniques appartiennent au groupe des dépôts du plateau nord-éthiopien (Abbate *et al.*, 2015). Ils recouvrent les formations d’Ashangi, d’Aiba, d’Alage et de Tarmaber Gussa, cette dernière étant associée aux volcans boucliers, tandis que la Formation d’Adoua concerne les intrusions volcaniques et dômes de la région d’Axoum et Adoua (figure 1.8).

Le relief actuel des plateaux éthiopiens est lié à ces événements volcaniques, ainsi qu’à des mouvements tectoniques de la plaque afro-arabique (*rifting*, soulèvement) depuis l’Oligocène (Abbate *et al.*, 2015). Cela a entraîné la modification à la fois du réseau hydrographique éthiopien et de la circulation atmosphérique (Abbate *et al.*, 2015), causant, notamment, l’aridification progressive de la région (Sepulchre *et al.*, 2006). Ainsi, l’escarpement du plateau et la transition vers la Dépression du Danakil sont liés à des épisodes tectoniques de la fin de l’Oligocène au nord et du Miocène moyen et tardif au sud (Zanettin et Justin-Visentin, 1975). Cette accident topographique régional forme une ceinture de 50 à 100 km de largeur sur les marges du Plateau et s’étend sur environ 900 km entre Asmara et Addis-Abeba (Abbate *et al.*, 2015). C’est aussi elle qui contrôle le réseau hydrographique dans sa configuration actuelle : un grand nombre de cours d’eau qui s’écoulaient auparavant vers l’Océan Indien ont été capturés par le système méditerranéen du paléo-Nil (Goudie, 2005).

Si on entre un peu plus dans le détail, on distingue aisément, dans le nord du pays, le bassin sédimentaire de Mekele, de forme quasiment circulaire et composé de calcaires jurassiques (figure 1.8). Juste au nord, jusqu’à la frontière avec l’Érythrée, la zone est parcourue de failles d’orientation N-S à NNE-SSO. On trouve aussi des failles plus courtes d’orientations E-O ou ENE-OSO. On y trouve essentiellement des roches de la fin du Protérozoïque, notamment du grès et des roches métamorphiques, ainsi que des roches intrusives (granodiorites, granite, syénite) précambriennes et phanérozoïques. Au sein de cet ensemble, le long d’un axe est-ouest reliant Adigrat à Inda Selasie en passant par Adoua, émergent des basaltes de plateau (*flood basalts*) d’âge oligocène et quelques dômes basaltiques miocènes. À l’est, la Dépression du Danakil est composée majoritairement de dépôts (sédimentaires et volcaniques) quaternaires, pléistocènes et holocènes. La zone abrite de nombreux édifices volcaniques, en particulier des cheminées basaltiques.

L'extrême ouest du Tigray, et la plus grande partie de la région Amhara sont composés de basaltes d'âges compris entre l'Éocène et le Miocène, avec quelques couvertures d'alluvions fluvio-lacustres autour des principaux lacs et cours d'eau (figure 1.8).

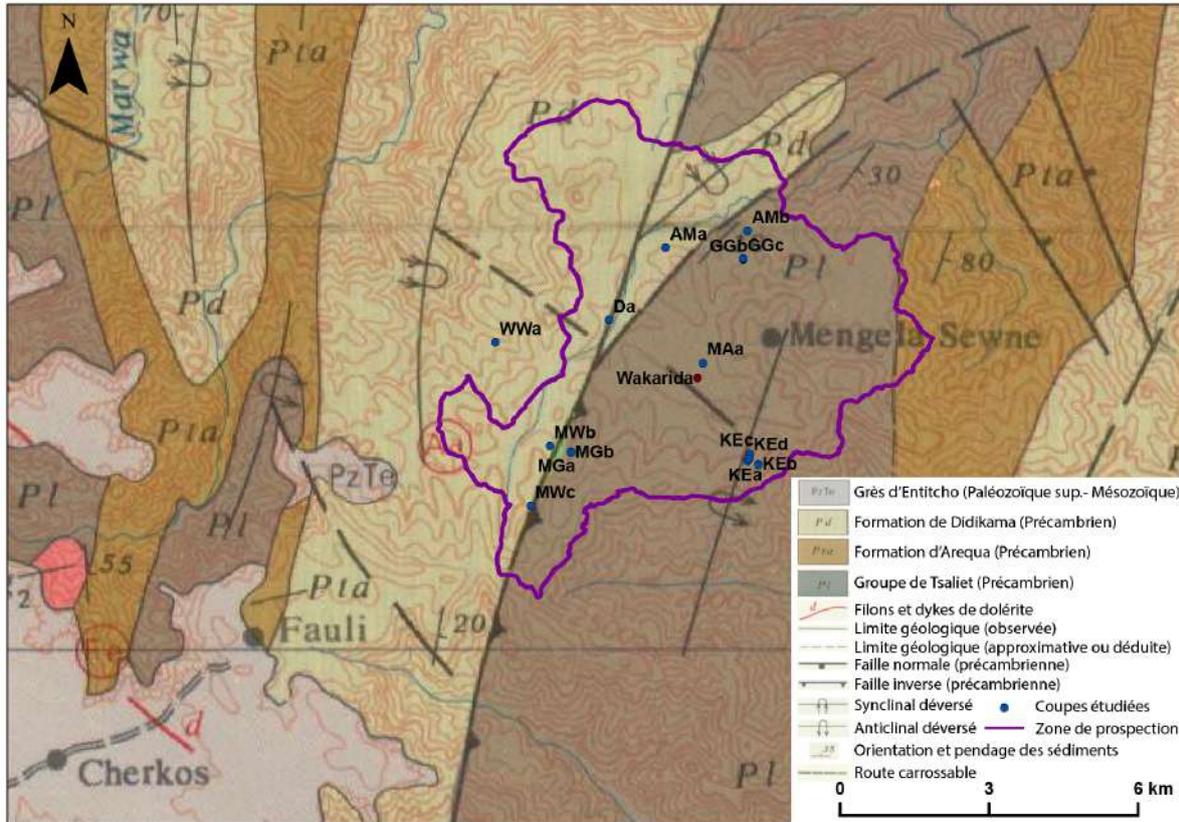


FIGURE 1.9 – Extrait de la carte géologique au 1 : 250 000 centré sur la zone de prospection. Réalisation : N. Blond, 2018, d'après Kazmin (1976).

La zone de Wakarida et ses alentours sont situés sur des dépôts sédimentaires et/ou métamorphiques. La zone de prospection recouvre deux ensembles bien distincts, tous deux précambriens. Le premier est représenté par le Groupe de Tsaliet, qui se compose de laves intermédiaires à basiques, de grauwackes, d'ardoises tuffeuses, de phyllite, d'agglomérats et de rhyolite. Il correspond à la bande sombre, dans la partie droite de la zone prospectée (figure 1.9). L'autre ensemble est celui de la Formation de Didikama qui est composée de dolomite interstratifiée avec de l'ardoise. Enfin, à l'extrême-est de la zone de prospection, l'ocre foncé représente la Formation d'Arequa, qui comprend des ardoises, des phyllites, des sédiments calcaires et du calcaire indifférenciés (figure 1.9).

La partition entre les deux ensembles géologiques majeurs de cet espace suit le tracé d'une faille inverse précambrienne de direction NNE-SSO. À la latitude de Wakarida, cet accident se divise en deux branches. La première, une faille normale, continue vers le NNE dans la direction de la première, tandis que la seconde branche, dont le tracé n'est pas certain, oblique plus nettement vers l'est. Enfin, au sud de Wakarida, les géologues supposent l'existence d'une faille normale d'orientation SE-NO. Le tracé de ces failles

guide l'implantation du réseau hydrographique : la vallée de May Weini suit la faille inverse, la faille normale d'orientation SE-NO correspond à la vallée de May Ayni, tandis que la vallée d'Ambare suit grossièrement l'orientation de la branche oblique de la faille normale au tracé incertain décrit plus haut (figure 1.9).

1.2.3 Vallées et réseaux hydrographiques

L'hydrosystème de la zone prospectée appartient au bassin hydrographique du Danakil. Les cours d'eau qui se concentrent autour du site de Wakarida alimentent donc, *in fine*, cette dépression endoréique, située à l'est du Tigray (figure 1.6, page 17). Le bassin du Danakil est assez réduit par rapport à d'autres en Éthiopie (74 000 km²) et est caractérisé par une évaporation très forte due aux températures élevées (Bascom, 2015). La région de Wakarida se trouve à l'extrémité nord-ouest de ce bassin, à l'amont du système à petite échelle.

À l'échelle de l'espace étudié, le réseau hydrographique s'organise selon un axe principal amont-aval, qui suit le tracé des vallées de May Weini et Amabre (figure 1.4, page 15). May Weini constitue l'amont, Ambare, l'aval. Les deux affluents principaux de May Weini se trouvent en rive droite : Ka Ebile d'abord, May Ayni plus à l'aval, au niveau de la confluence, sous le village de Sewne. Le site de Damhalle est situé sur un court affluent de rive gauche d'Ambare, aujourd'hui déconnecté du reste du système par la route établie sur un important seuil. Après la confluence, la réunion des différents cours d'eau prend le nom de vallée d'Ambare. Ce cours d'eau est plus étroit que les autres, sa partie aval formant une gorge après un seuil rocheux remarquable (figure 1.10). Les principaux passages en gorge de cette vallée sont reportés sur les cartons géomorphologiques décrits plus loin (figure 1.19, page 28). Son lit est beaucoup plus rocheux et moins régulier que ceux de May Weini, May Ayni ou Ka Ebile (figure 1.11), et l'eau y affleure régulièrement, tandis que les écoulements des trois autres vallées se font majoritairement sous forme d'inféoflux. Son tracé est aussi beaucoup plus sinueux que celui des trois autres vallées principales (figure 1.4, page 15). Gali Gade est un lieu-dit situé dans un affluent de rive droite d'Ambare. Il s'agit là aussi d'un cours d'eau étroit, incisé, ayant une pente relativement importante.



FIGURE 1.10 – Seuil rocheux de la vallée d’Ambare, en aval d’AMb (figure 1.4). *Cliché : N. Blond, 2014.*



FIGURE 1.11 – Vallée d’Ambare vue depuis la rive droite, en amont de la coupe AMA. *Cliché : N. Blond, 2014.*

Les vallées de May Ayni et Ka Ebile sont presque parfaitement parallèles, depuis l’amont jusqu’à l’aval, où elles se raccordent avec May Weini (figure 1.4, page 15). À l’amont, une crête sépare les vallons du Tigray et les vallées profondes de l’Afar (figure 1.12). Dans le Tigray, les pentes sont douces et mises en culture, tandis qu’en Afar, les versants sont plus abrupts et moins anthropisés. La végétation y est aussi plus éparse. Les vallons ne sont pas cultivés et les cours d’eau se développent en tresse dans des lits caillouteux, plus grossiers que ceux de la zone de prospection. Le long de son cours, la vallée de May Ayni est légèrement déviée de son axe principal une première fois vers le sud-ouest dans la partie amont, où elle se raccorde à une autre vallée. Un peu plus à l’aval, elle est de nouveau déviée, cette fois-ci vers le nord-ouest, par l’éperon sur lequel se trouve le site de Wakarida. Elle retrouve alors globalement l’axe sur lequel elle s’écoulait au départ (figure 1.4, page 15). Légèrement avant la première déviation, au niveau de l’amont de la vallée secondaire qu’elle rejoint ensuite, la vallée de May Ayni forme une gorge sur quelques centaines de mètres, le long d’un éperon rocheux (figure 1.13). Un court passage en gorge se trouve aussi dans la vallée de Ka Ebile, dans un méandre du cours d’eau (figure 1.14).

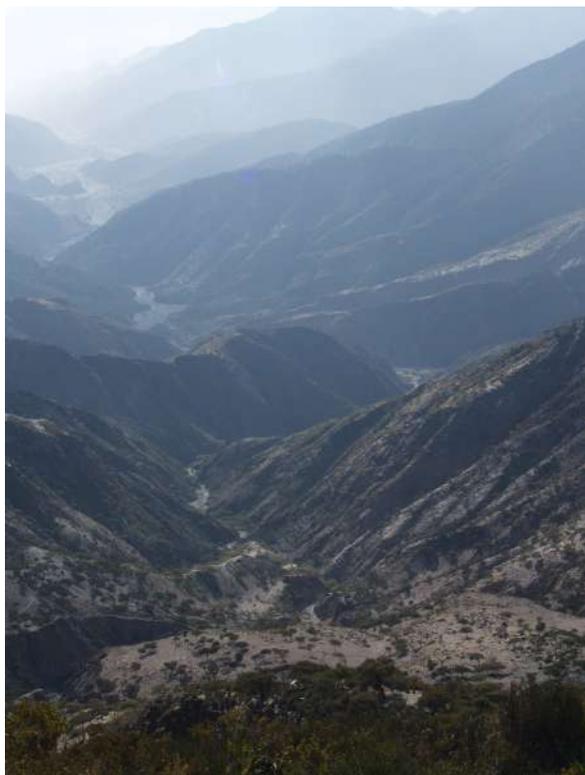


FIGURE 1.12 – Plongée vers l’Afar vue depuis la crête amont de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2014.*

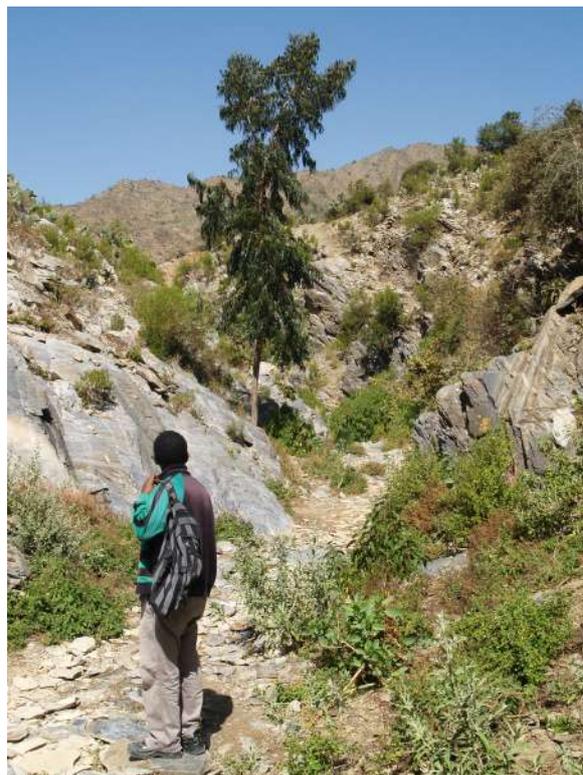


FIGURE 1.13 – Passage en gorge dans la vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2014.*



FIGURE 1.14 – Passage en gorge dans le méandre de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 1.15 – Élargissement de la vallée de Ka Ebile vers l’aval. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 1.16 – Élargissement de la vallée de May Weini à l’aval, vue vers l’amont. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 1.17 – Vallée de Welwalo, vue depuis l’aval. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Dans la partie aval, les trois vallées qui forment l'amont du réseau hydrographique - May Weini, May Ayni et Ka Ebile - s'élargissent et forment un paysage de gradins à la pente beaucoup plus douce qu'à l'amont, comme le montrent les figures 1.15 et 1.16.

Le corpus de sites étudiés comprend aussi la vallée de Welwalo, située en dehors de la zone de prospection (figure 1.4, page 15). Elle fait néanmoins partie du même réseau hydrographique que les autres vallées : elle rejoint en effet la dépression du Danakil, à l'est, après un parcours vers l'ouest et le nord. Cette vallée a une orientation très semblable à celles de Ka Ebile et May Ayni : elle suit un axe globalement SE-NO. Son amont est très pentu, tandis que l'aval de la vallée est beaucoup plus plan (figure 1.17). Les versants sont peu végétalisés mais on n'y trouve pas de terrasses ou d'habitations, de même que dans le fond de la vallée (figure 1.17). On y aperçoit en revanche des accumulations sédimentaires érodées en terrasses sur plusieurs mètres de hauteur. Le fond de la vallée est couvert de galets, graviers et sables grossiers, témoignant de compétences bien plus importantes que dans les vallées de la zone de prospection. Beaucoup de ces accumulations correspondent à de grands cônes détritiques de versant et mêlent matériau fin, plaquettes et blocs (figure 1.17).

1.2.4 Principales formations superficielles de la zone d'étude

Les écoulements superficiels, aujourd'hui temporaires et plutôt rares, ont inscrit leurs marques dans les formations de surface et les comblements sédimentaires des vallées. Ceux-ci, observés en coupes latérales et longitudinales grâce à l'érosion, peuvent atteindre plus de six mètres d'épaisseur.

Si la géologie est essentiellement précambrienne (sous-section 1.2.2, page 18 *sq.*), d'importants dépôts alluvionnaires et colluvionnaires quaternaires sont visibles dans la zone étudiée, en particulier dans les fonds de vallons. En revanche, les versants, où la végétation est assez rare, portent une couverture pédo-sédimentaire très peu épaisse. Dans le paragraphe qui suit, les éléments de présentation de la géomorphologie sont repris d'un article publié en décembre 2018 (Blond *et al.*, 2018).

Pour la zone étudiée, deux cartons géomorphologiques mettent en lumière les principaux modelés. Ils concernent deux sites d'étude géomorphologique : la vallée d'Ambare et le lieu-dit de Damhalle (figure 1.18). Un des traits principaux de ces paysages repose sur l'existence d'importants comblements dans les vallons, renforcés par la présence de cônes alluviaux, qui se localisent au niveau de confluences avec les petits affluents de la vallée principale (figure 1.19). Ces remplissages sédimentaires sont entaillés par l'érosion et forment des terrasses alluviales. Le plus souvent, la vidange de matériau n'est pas totale, et on a ainsi accès à des coupes stratigraphiques, comme c'est le cas ici à Ambare (figure 1.19, A) ou à Damhalle (figure 1.19, B). Les incisions, notamment celle de Damhalle (figure 1.19, B), sont le résultat d'une érosion régressive assez importante, que l'on

constate dans de nombreuses vallées. Les écoulements de surface ont presque entièrement disparu ; ils ne sont observés par les populations locales que lors d'abats d'eau violents entraînant des crues. Dans la grande majorité des cas, les écoulements passent en inféroux. Dans les parties en gorge, particulièrement dans les vallées de Ka Ebile, au sud du secteur, et d'Ambare, au nord (figure 1.19, A), les comblements sont inexistantes ou ne subsistent qu'à l'état de lambeaux. Dans ces secteurs, le lit rocheux apparaît, et on peut trouver quelques flaques d'eau, au début de la saison sèche.

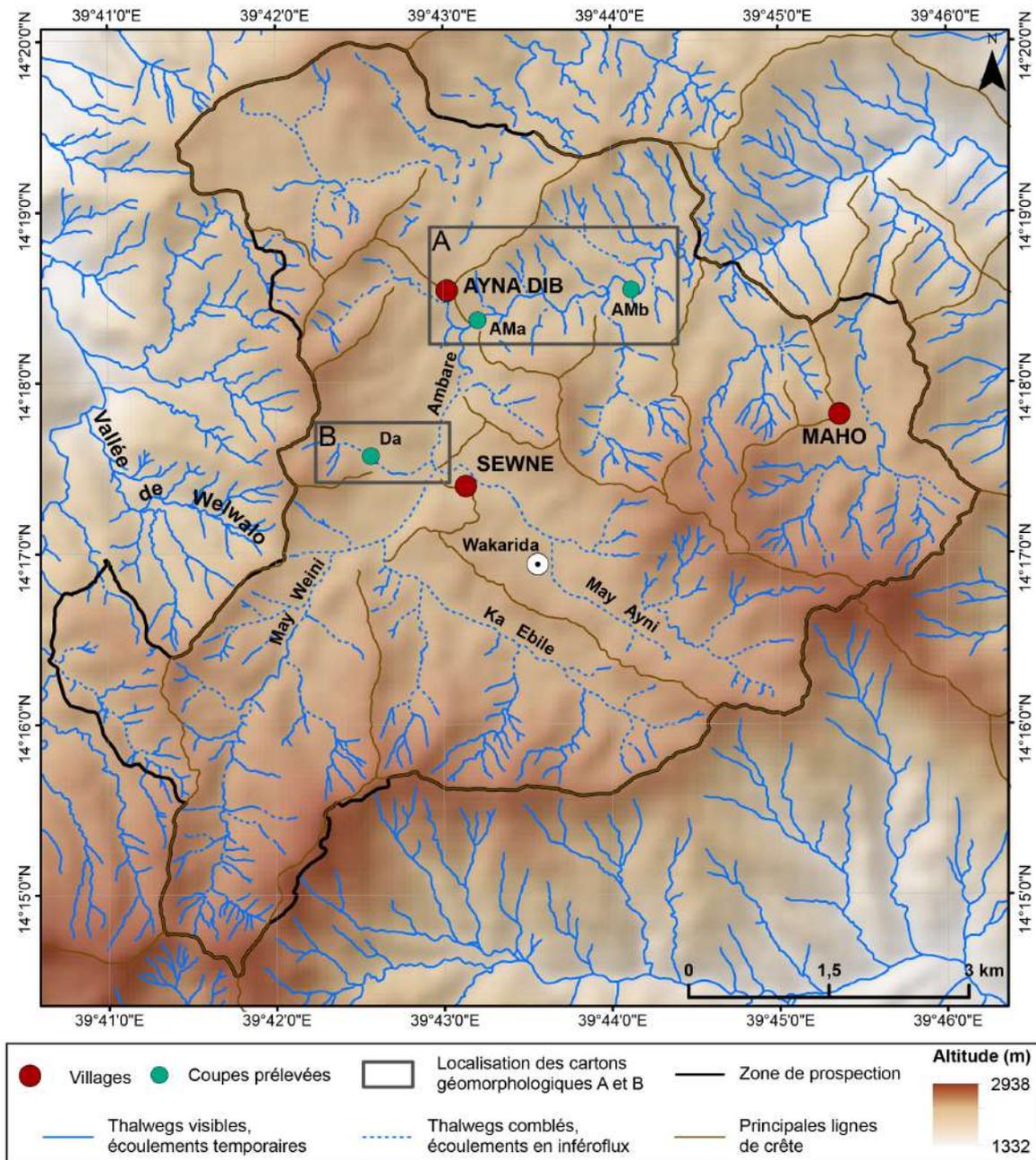


FIGURE 1.18 – Localisation des cartons géomorphologiques (figure 1.19). Réalisation : N. Blond, 2019.

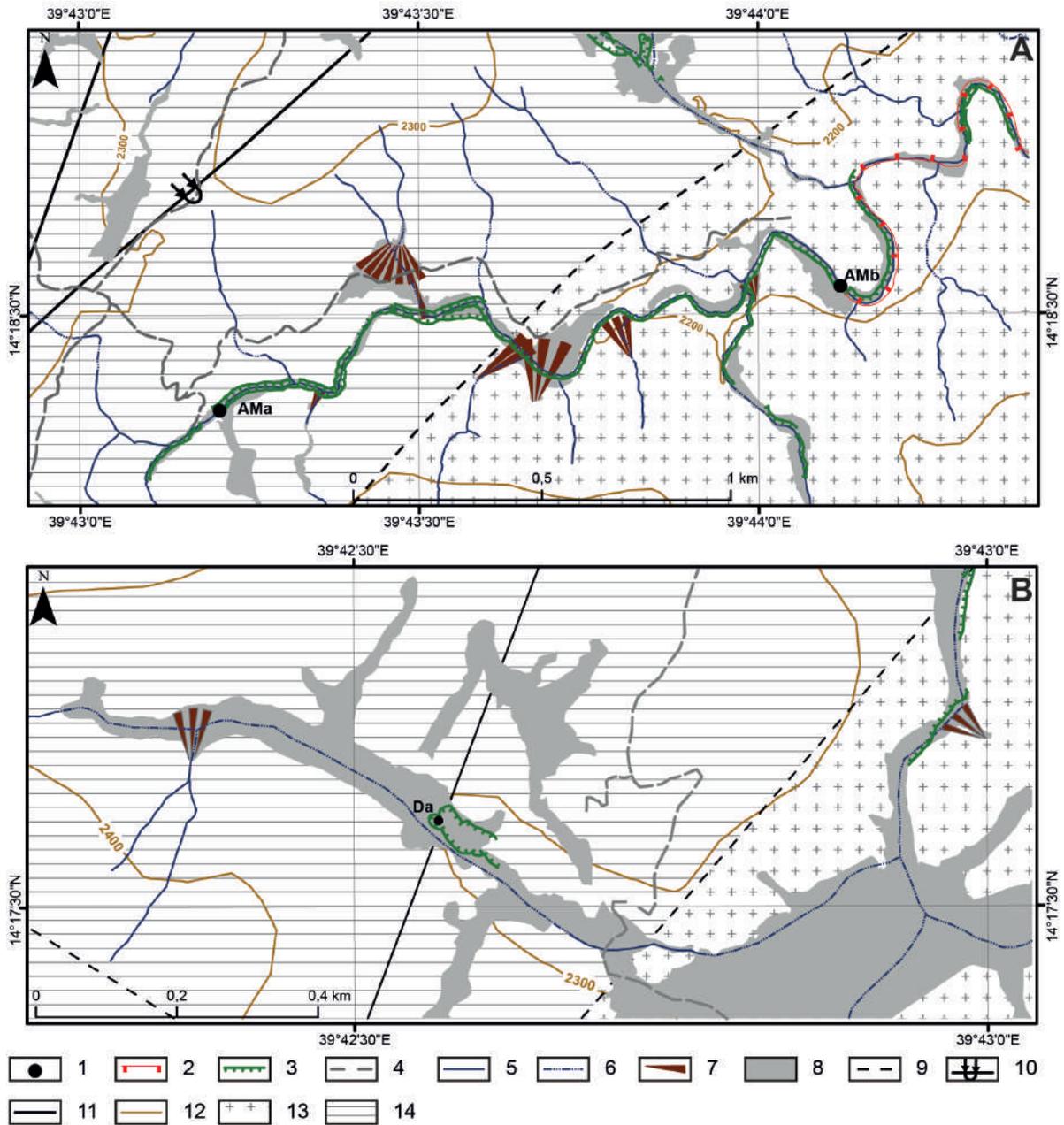


FIGURE 1.19 – Cartons géomorphologiques à Ambare et Damhalle. Les lettres correspondent aux emprises repérées sur la carte de localisation (figure 1.18). A : Vallée d’Ambare; B : Vallon de Damhalle. 1. Coupes étudiées; 2. Escarpements; 3. Rebord de terrasses alluviales; 4. Pistes; 5. Cours d’eau secondaires; 6. Axes de drainage; 7. Cônes; 8. Remblaiement colluvial ou alluvial; 9. Failles normales (approximatives ou inférées); 10. Synclinal déjeté; 11. Failles normales; 12. Courbes de niveau (équidistance 100 m); 13. Groupe de Tsaliet (roches volcaniques, sédimentaires et métamorphiques protérozoïques); 14. Formation de Didikama (ardoise et dolomite protérozoïques). Réalisation : N. Blond, 2018. Géologie d’après Kazmin (1976).

1.3 Ressources en eau : climat sub-humide dégradé, précipitations irrégulières et hydrogéologie

La faiblesse des écoulements de surface est conditionnée par la géologie, l'hydrogéologie, l'état de surface des bassins, mais aussi par les précipitations, qui sont erratiques et concentrées en particulier durant une saison.

1.3.1 Définition du climat

Selon le *National Atlas of Ethiopia* (Bascom, 2015), le climat de Wakarida et de ses alentours est de type *BSh*, dans la classification de Köppen (1900). Cela correspond à un climat de steppe semi-aride chaude (Fazzini *et al.*, 2015). Les précipitations se concentrent pendant une saison des pluies principale (*kiremt*), qui s'étend de juin à septembre. Elle est précédée par une petite saison des pluies (*belg*), de février à mai. La saison sèche (*bega*) se déploie entre octobre et janvier (Bascom, 2015).

Pour préciser les informations quant au climat de la zone étudiée, les données thermiques et pluviométriques de cinq stations situées dans le nord du Tigray ont été complétées, quand elles étaient disponibles. Pour les stations d'Adigrat, Idaga Hamous, Mechare et Idaga Selous⁴, les moyennes ont été produites à partir des enregistrements quotidiens transmis par la *National Meteorological Agency* (NMA) d'Addis-Abeba. Les températures moyennes ont été calculées à partir de la moyenne des températures maximales (Tmax) et minimales (Tmin) (Amat *et al.*, 2008 ; World Meteorological Organization, 2017). Les données de Fireweyni (Sinkata) sont reproduites d'après Baert (2011). L'ensemble des moyennes est rassemblé dans le tableau 1.1. Les températures ne sont pas disponibles pour les stations d'Idaga Hamous et de Mechare.

| Station | Alt. (m) | P. moy. | P. <i>kiremt</i> | T. moy. | Tmax | Tmin |
|--------------|----------|-------------|------------------|---------|---------|---------|
| Adigrat | 2 505 | 575,1 mm/an | 57,2 % | 16,1 °C | 24,1 °C | 8,1 °C |
| Idaga Hamous | 1 955 | 675,8 mm/an | 63,1 % | | | |
| Idaga Selous | 2 940 | 966,9 mm/an | 88,9 % | 21,5 °C | 27,7 °C | 15,4 °C |
| Fireweyni | 2 466 | 557,6 mm/an | 73,9 % | 18,0 °C | 24,0 °C | 11,9 °C |
| Mechare | 1 165 | 378,8 mm/an | 62,4 % | | | |

TABLEAU 1.1 – Tableau récapitulatif des moyennes annuelles de précipitations (P.moy.), de l'altitude (Alt. (m)), de la part des précipitations de *kiremt* dans les précipitations totales (P. *kiremt*), des moyennes annuelles de températures (T. moy), de températures maximales moyennes (Tmax) et de températures minimales moyennes (Tmin) pour les cinq stations du nord Tigray (figure 1.20).

4. La translittération des toponymes varie de l'anglais au français. Ainsi, Idaga Hamous et Idaga Selous sont transcrites Edaga Hamus et Edaga Selus en anglais.

À partir des moyennes, il a été possible de produire cinq diagrammes ombrothermiques (figure 1.20). Pour les quatre stations pour lesquelles les données brutes sont connues, d'importantes lacunes ont été constatées. Elles sont rappelées dans le tableau 1.2, avec l'ensemble des métadonnées (période d'enregistrement, date de fin d'enregistrement).

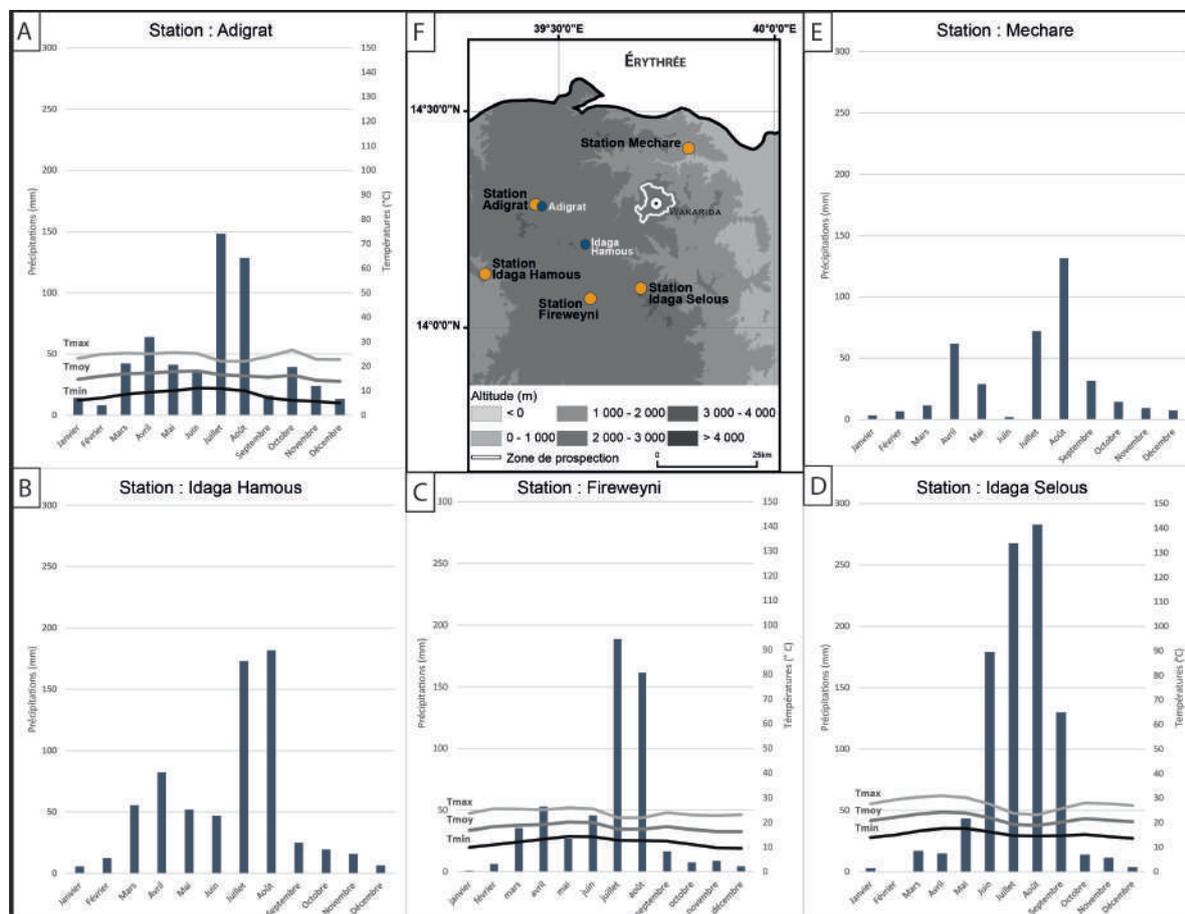


FIGURE 1.20 – Diagrammes ombrothermiques et de précipitations de cinq stations météorologiques autour de Wakarida. Réalisation : N. Blond, 2018, d'après NMA et Baert (2011).

| Corr. fig. 1.20 | Station | Période | Lacunes | Fin |
|-----------------|--------------|-------------|--|---------|
| A | Adigrat | 1970 - 2017 | 02/1972 - 12/1979 12/1980 - 04/1997 12/1999 - 05/2000 07/2000 - 03/2001 | 01/2017 |
| B | Idaga Hamous | 1973 - 2016 | 06/1988 - 03/1992 | 06/2016 |
| C | Fireweyni | 2001 - 2010 | NC | NC |
| D | Idaga Selous | 2006 - 2017 | Pas de lacune | 01/2017 |
| E | Mechare | 2006 - 2016 | Pas de lacune | 05/2016 |

TABLEAU 1.2 – Lacunes connues pour le calcul des moyennes des cinq stations du nord du Tigray (tableau 1.1 et figure 1.20). NC : non connu. Sources : NMA et Baert (2011).

1.3.2 Répartition inégale des précipitations dans l'année

Ces documents permettent d'appréhender avec plus de précision la question centrale du climat de la région étudiée. Dans l'ensemble, les précipitations y sont assez réduites, bien qu'à l'échelle des cinq stations pour lesquelles des données sont connues, on remarque une grande variabilité des précipitations (de 1 à 2,5). À Mechare, au nord-est du site, elles sont de 379 mm/an, de 575 mm/an à Adigrat, à l'ouest de Wakarida sur le plateau et elles atteignent 967 mm/an à Idaga Selous, sur le plateau, au sud-ouest du site (figure 1.20). Au regard de la topographie, c'est Mechare qui est la plus semblable à Wakarida, mais elle est plus au nord, et à une altitude bien inférieure, tandis qu'Adigrat est à une latitude et à une altitude assez proches de celles de Wakarida mais dans une situation topographique différente.

Les précipitations ont aussi pour caractéristique d'être irrégulières. Selon les stations, les pluies de *kiremt* représentent entre 57 et 88 % des précipitations totales (tableau 1.1 et figure 1.20). Durant la saison sèche (*bega*), les précipitations sont quasiment nulles (voir, par exemple, Mechare ou Idaga Selous, figure 1.20, D et E).

L'information relative aux températures (tableau 1.1 et figure 1.20) est un peu plus succincte, puisqu'elle ne concerne que trois des cinq stations (figure 1.20, A, C et D). Elle met en lumière un léger gradient : les trois moyennes (tableau 1.1) croissent d'Adigrat à Idaga Selous en passant par Fireweyni, soit de l'ouest vers l'est. Toutefois, l'altitude semble ne pas être le seul facteur explicatif : les stations d'Adigrat et de Fireweyni ont une altitude proche (2 500 m), tandis que celle d'Edaga Selous est à plus de 2 900 m, ce qui peut en revanche expliquer les fortes précipitations. Pour les deux stations pour lesquelles les données brutes sont connues, aucune température négative n'est relevée à Edaga Selous sur 7 392 enregistrements. On compte 83 jours de gel sur 14 735 à Adigrat (soit 0,6 % des enregistrements totaux). Les températures négatives sont donc, dans l'ensemble, extrêmement rares dans la région.

1.3.3 Hydrologie et hydrogéologie

La disponibilité en eau et les écoulements de surface sont tributaires des précipitations mais aussi de l'hydrologie et de l'hydrogéologie de la région. Selon la carte hydrogéologique de l'Éthiopie de Chernet (1988), les alentours de Wakarida sont caractérisés par des aquifères localisés avec des fractures et une perméabilité intergranulaire. Ce sont surtout des aquicludes régionaux de faible productivité. Cette carte principale s'accompagne de trois cartes plus petites, qui concernent le relief, le découpage en régions selon les ressources en eau et les conditions de décharge et recharge des aquifères.

La zone d'étude se situe dans la région dite « *Highlands 2* » pour ce qui est des ressources en eau : « quantités d'eaux de surface et/ou souterraines larges et modérées

à importantes. Qualités chimiques bonnes à correctes (TDS⁵ compris entre 0 et 3 000 ppm). Certains cours d'eau sont pérennes, d'autres intermittents. Profondeur de la nappe phréatique : 0 à 100 m, exploitable dans les zones à faible relief » (traduction de la notice en anglais). Les ressources en eau sont donc indiquées comme étant de bonne qualité, la quantité étant plutôt abondante, qu'il s'agisse d'eaux souterraines ou de surface. En revanche, en ce qui concerne la recharge de ces aquifères, la troisième carte indique que les alentours de Wakarida sont situés à la limite entre la région 3 et la région 4. La région 3 connaît une recharge modérée des eaux de surface par les précipitations (qui atteignent 50 à 1500 mm/an), modérée à haute par le ruissellement. Dans la région 4, la recharge est basse dans le premier cas (précipitations inférieures à 50 mm/an) et basse à modérée dans le second (ruissellement). Dans les deux cas en revanche, la décharge est soit haute, soit modérée, soit basse, probablement en fonction de la localisation au sein de la région (Chernet, 1988). Bascom (2015) ajoute que les aquifères de la zone d'étude sont soumis à une recharge rapide mais sélective par les fractures, lors de fortes précipitations, mais qu'ils présentent une vulnérabilité maximale aux changements de recharge.

Les ressources en eau disponibles dans cet espace sont donc très variables, dépendant principalement des précipitations. Leur forte variabilité inter- et intraannuelle les rend très sensibles aux aléas climatiques. La concentration des précipitations, détaillée dans la section 1.3, page 29 *sq.*, favorise aussi le ruissellement aux dépens de l'infiltration, causant parfois des inondations.

1.4 Le peuplement de la région

Le peuplement des alentours de Wakarida est lié à la fois aux conditions topographiques et aux conditions climatiques. Comme vu dans l'Introduction, page 10 *sq.*, les différents étages comportent des charges symboliques variées. La zone étudiée s'insère dans ce que Gallais (1989) appelle l'étage « de prestige et de pouvoir » et Gascon (2006) « l'étage de commandement » (entre 2 000 et 2 500 m d'altitude). On y trouve de bonnes conditions bioclimatiques et la possibilité de cultiver.

1.4.1 Évolution de la population

Les chiffres au sujet de la population sont assez rares, en particulier pour caractériser précisément les évolutions. Le paragraphe suivant et le tableau 1.3 sont tirés d'un article paru en décembre 2018 (Blond *et al.*, 2018). Les chiffres disponibles concernent surtout les périodes contemporaines, et s'appuient sur les recensements de 1994 et de 2007 à l'échelle des *woredas* (tableau 1.3). Le découpage administratif de ces derniers ayant changé dans les années 1990, la comparaison avec des données antérieures est impossible. Pour les périodes

5. *Total Dissolved Solids*, soit matières solides dissoutes, en français.

plus anciennes, on peut s'appuyer sur des évaluations de la population de certaines villes du Tigray, telles qu'elles sont décrites dans les ouvrages des voyageurs. Ainsi, à la fin du XVIII^e siècle et au XIX^e siècle, Adoua compte entre 3 000 et 10 000 habitants, alors qu'elle en compte presque 25 000 en 1994 et plus de 40 000 en 2007 (tableau 1.3).

| Période | Adoua | Axoum | Source |
|-------------|--------|-----------|--|
| Années 1790 | 8 000 | | Bruce, 1790b <i>in</i> Gobat, 1834 |
| Années 1810 | 8 000 | | Salt, 1816a <i>in</i> Combes et Tamisier, 1838b |
| Années 1830 | 3 000 | | Combes et Tamisier, 1838b |
| Années 1840 | 5 000 | | Lefebvre, 1845c |
| Années 1840 | 4 000 | | Ferret et Galinier, 1847a |
| Années 1860 | 6 000 | | Cooke, 1867 |
| Années 1860 | 6 000 | 2 à 3 000 | Andree, 1869 |
| Années 1870 | 10 000 | | Girard, 1873 |
| Années 1880 | 3 000 | 5 000 | Rohlf's, 1883 |
| 1994 | 24 519 | 27 148 | Central Statistical Authority, 1995 |
| 2007 | 40 502 | 44 629 | Federal Democratic Republic of Ethiopia Population Census Commission, 2008 |

TABLEAU 1.3 – Évolutions démographiques des villes d'Adoua et d'Axoum du XIX^e au XXI^e siècles, selon les récits de voyageurs et l'agence centrale pour la statistique (CSA).

1.4.2 Une population essentiellement rurale et agricole

En Éthiopie, en 2007, on comptait 73 750 932 habitants, dont 11 862 821 (un peu plus de 16 %) étaient urbains et 61 888 111 (un peu moins de 84 %) étaient ruraux. Selon Kassa Abrha (2015), le secteur agricole contribuait, dans les années 2010, à 41 % du PIB national.

En 2007, le Tigray regroupait 4 316 988 habitants, soit 5,9 % de la population totale. La région comptait 844 040 urbains (soit 19,6 % de la population régionale) et 3 472 948 ruraux (80,4 % de la population régionale et 5,6 % de la population rurale totale, ce qui correspond à la proportion de la population régionale sur la population totale)⁶. Pour une raison qui ne trouve pas d'explication pour le moment, ces chiffres, issus des rapports publiés sur le site de l'Agence, diffèrent légèrement de ceux qui ont été publiés par la Commission pour le recensement en 2008 (Federal Democratic Republic of Ethiopia Population Census Commission, 2008). Cette publication donne, par exemple, des chiffres plus bas pour le nombre total d'habitants du Tigray mais une population totale pour le pays plus importante d'environ 200 000 personnes. Cela ne provoque pas de changements sensibles dans les pourcentages (de l'ordre de 0,1 %). Pour autant, de

6. Ces chiffres sont tirés des rapports du recensement publiés par l'Agence Centrale de la Statistique éthiopienne (*Central Statistical Agency, CSA*), www.csa.gov.et.

telles différences n’interrogent pas moins. En 2007, la densité du Tigray était estimée à 87,4 hab/km²⁷. Selon le recensement de 1994, la densité du Tigray dans ses limites d’alors était de 63 hab/km² (Tesfay, 2006), avec des variations locales : les hautes terres étaient plus densément peuplées, 137 hab/km² (Pender et Gebremedhin, 2004). La population du Tigray était de 3 136 000, dont 85 % vivaient dans des zones urbaines (Central Statistical Authority, 1995, *in* Hagos *et al.*, 1999).

Dans le pays, la population active de plus de dix ans représente 35 308 826 personnes (47,9 % de l’ensemble). Parmi elles, 20 777 383 (58,8 %) sont considérées comme « à leur compte » (« *self employed* ») et 8 332 158 (23,6 %) travaillent pour leur famille sans être payées (« *unpaid family workers* »). Ce sont dans ces deux catégories - qui représentent 82,4 % de la population - que l’on peut compter les agriculteurs, qui n’apparaissent pas comme une catégorie à part entière dans le recensement de 2007. Elles représentent respectivement 1 135 468 (56,8 %) et 378 622 (19,0 %) personnes pour une population active tigréenne de 1 996 687 personnes, soit 75,8 % du total. Dans le recensement de 1984 la catégorie « *Agricultural, animal husbandry and forestry* » regroupait 89,1 % de la population totale, taux qui monte à 97,6 % de la population rurale. La répartition par région n’est pas disponible et il ne serait pas pertinent de comparer ces chiffres, les délimitations des régions ayant été modifiées entre temps.

1.5 L’agriculture, activité centrale des hautes terres éthiopiennes

On le voit dans la répartition de la population, le Tigray est une région où l’agriculture joue un rôle très important. Cette activité tient une place importante tant dans l’économie que dans le paysage de la région.

1.5.1 Fonctionnement contemporain de l’agriculture

Selon Hagos *et al.* (1999), la taille moyenne d’une exploitation dans la région était de 1,2 ha par foyer en 1999, avec des différences selon la localisation. Dans les hautes terres⁸ de l’est, la taille moyenne était de 0,5 ha, elle s’élevait à 2,0 ha dans les basses terres. Plus de 60 % des foyers possédaient moins d’un hectare de terres. Dans les années 1992 - 1993, selon le *Tigray Bureau of Planning and Economic Development* (BOPED), un quart de l’espace était cultivé et 40 % étaient utilisés en pâture, le reste n’étant pas exploité (Hagos

7. Selon le nombre d’habitants des rapports du CSA (4 316 988) et l’aire de la région calculée à partir du *shapefile* (49 406 km²).

8. Par « Hautes Terres » (*Highlands*), Hagos *et al.* (1999) désignent les terres au-delà de 1 500 m d’altitude.

et al., 1999). Sur 1,5 million d'hectares de terres cultivables, seul un million était cultivé à la fin des années 1990 (Hagos *et al.*, 1999).

| Type d'occupation de l'espace | Superficie (ha) | Proportion (%) |
|-------------------------------|------------------|----------------|
| Buissons et arbustes | 1 840 918 | 36,20 |
| Terres cultivées | 1 434 792 | 28,21 |
| Prairies | 1 158 681 | 22,78 |
| Sols nus / substrat rocheux | 335 569 | 6,60 |
| Bois et plantations | 295 082 | 5,80 |
| Forêt naturelle | 9 407 | 0,18 |
| Cours d'eau et zones humides | 8 053 | 0,16 |
| Implantations urbaines | 2 610 | 0,05 |
| Végétation afro-alpine | 670 | 0,02 |
| Total | 5 085 782 | 100,00 |

TABLEAU 1.4 – Occupation de l'espace dans la région du Tigray, d'après Tesfay (2006).

Selon les chiffres du Ministère de l'Agriculture pour 2003, compilés par Tesfay (2006), les terres cultivées représentaient plus de 28 % de la surface de la région, tandis que l'occupation principale était celle des buissons et arbustes (36,2 %). Les autres types d'occupation de l'espace sont résumés dans le tableau 1.4.

Selon Hagos *et al.* (1999), il y a trois systèmes agricoles dans le Tigray : un système pastoral, un système mixte fondé sur le pastoralisme et la céréaliculture et un système mixte fondé sur la culture et l'élevage. C'est ce dernier qui serait dominant dans les hautes terres, tandis que le pastoralisme serait plutôt l'apanage des basses terres. Ainsi, dans les années 1996 - 1997, dans le Tigray, plus des trois-quarts des 616 000 propriétaires de terres agricoles prenaient part à ce deuxième type de système mixte (culture et élevage).

Ce paragraphe et le suivant sont issus de la traduction du rapport de Hagos *et al.* (1999). Selon les statistiques du SAERP⁹ compilées par Hagos *et al.* (1999), presque toutes les cultures sont annuelles et seule une petite fraction de la population (1 %) produit des légumes ou des épices, la plupart du temps dans des jardins à proximité des habitations ou là où l'irrigation est possible. Deux tiers des agriculteurs ne pratiquent pas la jachère, du fait du manque de terre disponible. Si 60 % d'entre eux recourent au fumier ou aux résidus végétaux pour fertiliser les champs, seuls 12 % utilisent de l'engrais chimique, notamment en raison du prix, du manque de connaissance ou du caractère imprévisible des précipitations. La plupart d'entre eux pratique la rotation des cultures (90 %), tandis qu'à peine la moitié pratique la culture intercalaire. En revanche, plus

9. Programme d'Agriculture Durable et de Réhabilitation Environnementale (*Sustainable Agriculture and Environmental Rehabilitation Programm*), soutenu par la commission économique des Nations Unies pour l'Afrique.

de 87 % des agriculteurs pratiquent la culture en terrasses sur leurs terres. Ceux qui ne le font pas invoquent l'important travail que cela requiert et le fait que cela favorise la prolifération de rongeurs. Seul un quart des agriculteurs utilise des semences améliorées, un quart aussi des pesticides mais seulement 5 % des herbicides. Tout cela explique, selon Hagos *et al.* (1999), la faible productivité de ces cultures (moins d'une tonne par hectare, sauf pour les périmètres irrigués).

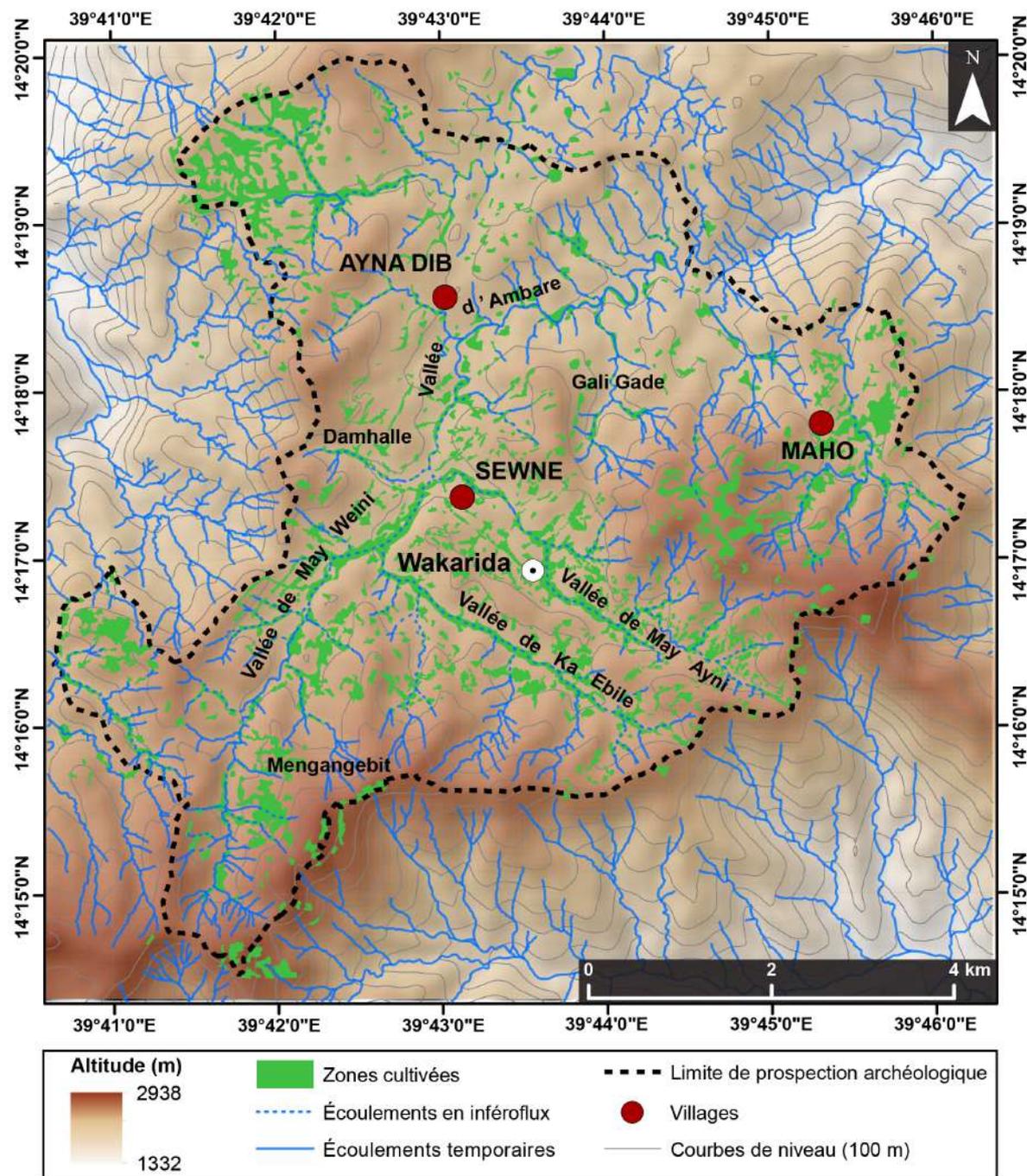


FIGURE 1.21 – Carte des zones cultivées et des vallées autour du site de Wakarida. Réalisation : N. Blond, 2019.

L'élevage est aussi une activité importante pour les ménages du Tigray : deux tiers possèdent au moins un bœuf (en moyenne 1,5 par ménage) et la moitié au moins une vache (en moyenne 1,9). Un tiers possède des chèvres et un quart des moutons (en moyenne, sept des ces animaux par ménage, moutons et chèvres confondus). Un tiers élève aussi des ânes et trois quarts des poulets (en moyenne sept par ménage). Enfin, l'apiculture est pratiquée par environ 10 % des ménages.

À Wakarida, l'agriculture repose essentiellement sur la céréaliculture. Elle est pratiquée sur des parcelles en terrasses, situées la plupart du temps dans des vallons comblés par des sédiments, comme le montre la figure 1.21. Quelques-unes de ces parcelles peuvent aussi être situées sur des croupes, au niveau de cols ou de replats, ce qui sera exposé plus en détail dans la section 2.3.



FIGURE 1.22 – Culture en terrasses et labours à l'aide de la *maresha* dans la vallée de Ka Ebile. Cliché : N. Blond, 2015.

Les champs sont labourés au moyen d'un araire en bois (appelé *maresha*) tiré par deux bœufs et dont le soc est, très fréquemment, en métal (figure 1.22). Tous les travaux des champs (semis, récolte, notamment) se font à la main. Aucune machine n'a la place de passer sur ces petites parcelles ou dans les chemins étroits, pentus et caillouteux. En général en Éthiopie centrale et septentrionale, la taille des exploitations est comprise entre 0,1 et 4 ha, la moyenne étant d'environ 1 ha (Wolde-Mariam, 1991). Ces exploitations ne sont généralement pas d'un seul tenant mais divisées en parcelles qui peuvent être réparties en différents endroits. Dans les espaces étudiés par Wolde-Mariam (1991), 27 % des paysans interrogés se considèrent comme étant uniquement producteurs de céréales, tandis que 73 % d'entre eux déclarent pratiquer à la fois la céréaliculture et l'élevage.

Cette agriculture est massivement orientée vers la consommation personnelle et familiale : l'autoconsommation concerne 96 % des personnes interrogées, et varie de 93 à 100 % des réponses en fonction de l'altitude.

1.5.2 Pédologie et agriculture

Une des problématiques centrales pour l'agriculture éthiopienne repose sur l'érosion des sols. Pour mieux l'appréhender, il importe de les identifier. Néanmoins, leur détermination reste mal aisée : les épaisseurs sont souvent réduites ou les sols couverts par des pierres (figures 1.23 et 1.24).

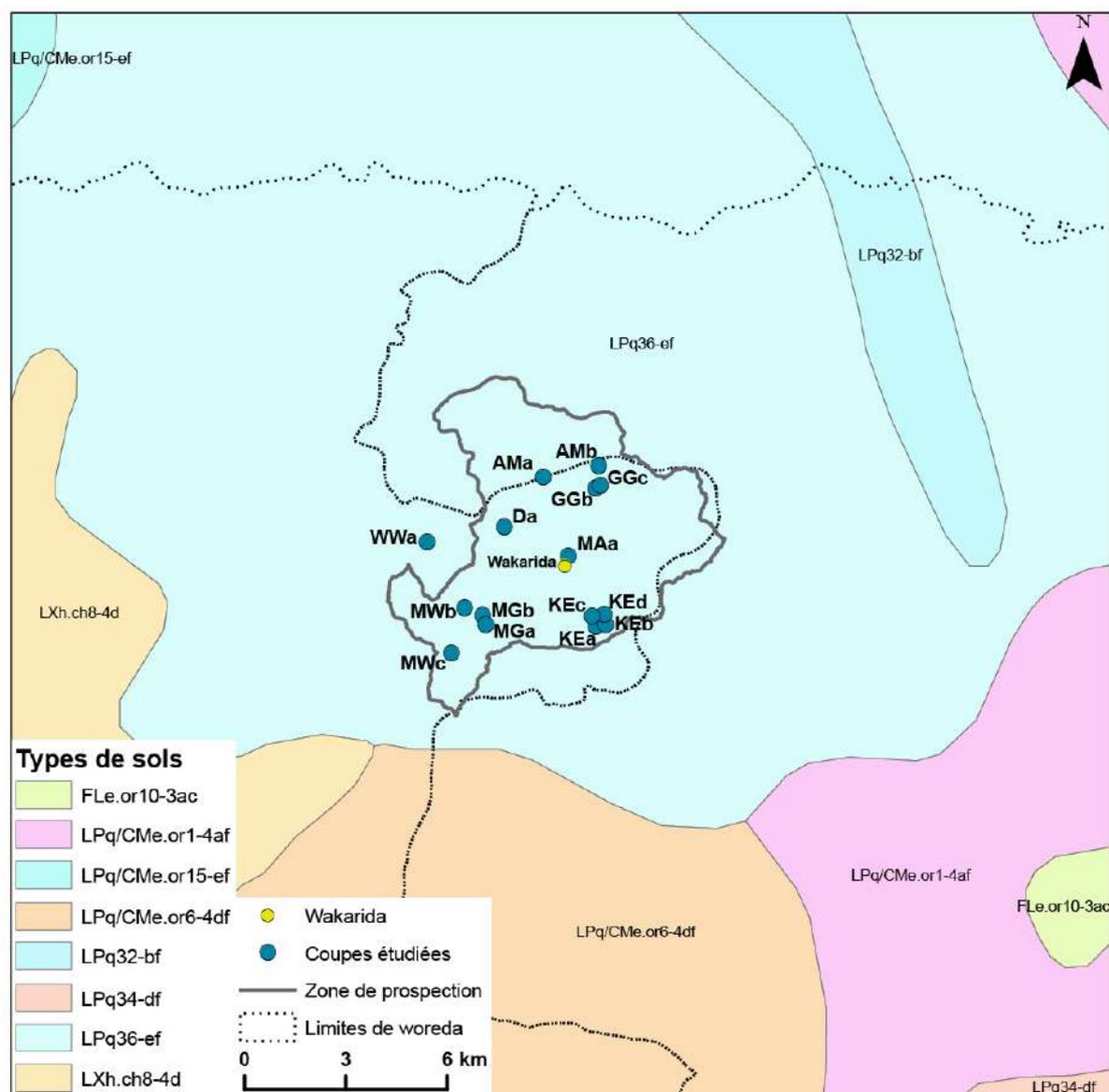


FIGURE 1.23 – Carte des sols dans la zone de prospection, d'après la cartographie de la FAO. Réalisation : N. Blond, 2018.

Selon Hagos *et al.* (1999), treize types de sols ont été distingués dans le Tigray. Dans l'est de la région, il s'agit surtout de sols développés dans des conditions sèches, où la météorisation est assez faible, ce qui entraîne des sols minces, principalement des lithosols sur les versants pentus, tandis que les vertisols sont plutôt présents dans le sud de la région, sur alluvions d'origine basaltique soumises à une pluviométrie plus abondante. De façon générale, les sols de la région sont très érodés et assez peu fertiles (Hagos *et al.*, 1999).

Les données spatialisées restent assez peu précises, du fait, notamment, de la méthodologie mise en œuvre (utilisation d'images satellitaires) et de l'échelle considérée. Les données représentées sur les deux cartes de cette sous-section (figures 1.23 et 1.24) ont été produites par des organismes différents : la FAO¹⁰ (figure 1.23) et le Ministère éthiopien des ressources en eau¹¹ (figure 1.24).

Dans la légende de la figure 1.23, les chiffres qui suivent le premier groupe de lettres (en majuscules) représentent, pour le premier, la composition des associations de sols, et pour le second la classe texturale dominante du groupe (plus le chiffre est élevé plus la texture est fine). Les lettres minuscules qui terminent cette nomenclature désignent la classe de pente de ces sols : la pente augmente en suivant l'ordre alphabétique (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997, p. 106 *sq.*).

Selon la FAO (figure 1.23), l'intégralité de la zone de prospection est couverte par un type de sol identifié comme « LPq 36 e-f », soit des leptosols lithiques¹² (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997). Ceux-ci sont définis comme des sols qui « *soit* 1. sont limités en profondeur par une *roche dure continue* endéans¹³ les 25 premiers cm du sols ; *soit* 2. recouvrent un matériau dont l'équivalent carbonate de calcium est supérieur à 40 pourcent (*sic*) endéans les 25 premiers cm du sol ; *soit* 3. contiennent moins de 10 pourcent (en poids) de terre fine jusqu'à au moins 75 cm de profondeur ; *et* 4. n'ont pas d'horizons diagnostiques autres qu'un horizon *mollique, ochrique, umbrique, yermique* ou *vertique*¹⁴ » (Association internationale de la science du sol *et al.*, 1999, p. 14). Ce sont donc généralement des sols fins (comme l'indique la racine grecque *leptos*, qui signifie « fin ») et peu développés (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997, p. 22). Ils sont dits « lithiques » lorsqu'on y trouve « une roche dure continue endéans les 10 premiers cm du sol » (Association internationale de la science du sol *et al.*, 1999, p.75). Ces caractéristiques rendent les leptosols lithiques très peu propices à l'agriculture pluviale (épaisseurs réduites, faible capacité à retenir l'eau, forte érodibilité). Les autres catégories représentées sont des fluvisols eutriques (FLe), des

10. *Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

11. *Ministry of Water Resources, aujourd'hui Ministry of Water, Irrigation and Electricity.*

12. *Lithic Leptosols.*

13. Ce terme signifie « dans l'intervalle de », « dans la limite de ».

14. Les emphases proviennent du document original.

leptosols lithiques ou des cambisols eutriques (LPq/CMe) et des lixosols hapliques (LXh) (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997).

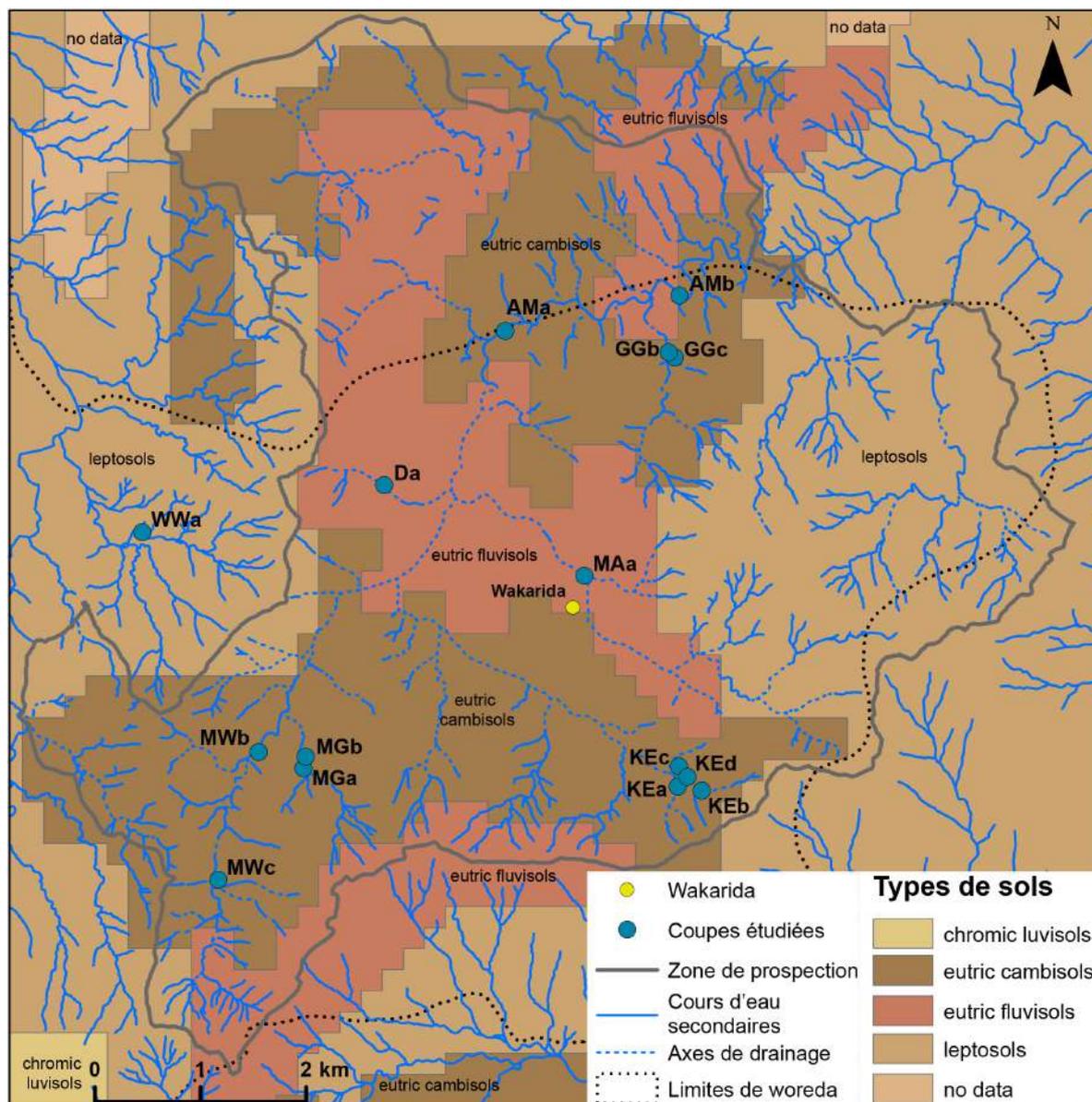


FIGURE 1.24 – Carte des sols dans la zone de prospection, d'après la cartographie du *Ministry of Water Ressources*. Réalisation : N. Blond, 2018.

La carte produite par le Ministère des Ressources en Eau (figure 1.24) est un peu plus détaillée en ce qui concerne la zone d'étude : on y trouve à la fois des leptosols, des cambisols eutriques (*eutric cambisols*) et des fluvisols eutriques (*eutric fluvisols*). L'adjectif eutrique renvoie à des sols « ayant un taux de saturation en bases (par NH_4OAc 1 M) égal ou supérieur à 50 pourcent au moins entre 20 et 100 cm de profondeur, ou dans une couche de 5 cm d'épaisseur directement au-dessus d'un contact lithique dans les *Leptosols* » (Association internationale de la science du sol *et al.*, 1999, p.72). Les fluvisols se définissent comme « 1. ayant du matériau de sol *fluvi*que débutant endéans les 25 premiers cm du sol et se prolongeant jusqu'à une profondeur d'au moins 50 cm ; *et*

2. n'ayant aucun horizon diagnostique autre qu'un horizon *histique, mollique, ochrique, takyrique, umbrique, yermique, salique* ou *sulfurique* » (Association internationale de la science du sol *et al.*, 1999, p. 15). Ces sols sont associés à des dépôts alluviaux (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997, p. 21), et sont généralement jeunes, stratifiés et peu différenciés¹⁵. Les cambisols sont des sols « ayant **soit** 1. un horizon *cambique* ; **ou** 2. un horizon *mollique* recouvrant un sous-sol dont le taux de saturation en bases (par NH_4OAc 1 M) est inférieur à 50 pourcent dans une des parties situées endéans les 100 premiers cm du sol ; **ou** 3. un des horizons diagnostiques suivants endéans la profondeur spécifiée à part de la surface du sol : a. un horizon *andique* ou *vitrique* compris entre 25 et 100 cm ; b. un horizon *plinthique, pétroplinthique* ou *salique* compris entre 50 et 100 cm, en l'absence de texture d'un sable loameux ou plus grossière au-dessus de ces horizons » (Association internationale de la science du sol *et al.*, 1999, p. 19). Ce sont des sols dans lesquels on observe des changements en termes de couleurs, texture et consistance (Food and Agriculture Organization of the United Nations et Unesco, 1997, p. 21). Ils sont peu typés et peu différenciés¹⁶.



FIGURE 1.25 – Aperçu de l'épaisseur de sol dans un fond de vallée, au niveau du site de KEb (figure 1.24). *Cliché : N. Blond, 2014.*

Dans les deux cas, les sols de la région de Wakarida sont considérés comme des sols jeunes et peu développés, plutôt basiques (cambisols et fluvisols eutriques). Ces cartographies, si elles présentent l'intérêt de donner quelques grandes lignes quant à la pédologie

15. <http://www.termssciences.fr>

16. <http://www.termssciences.fr>

régionale, restent toutefois trop imprécises pour l’analyse à l’échelle locale et micro-locale entreprise dans cette étude : la différence mériterait d’être faite entre les sols très épais des fonds de vallées (plusieurs mètres d’épaisseur, figure 1.25) et la couverture presque nulle de certains versants, à propos desquels le terme de régosol pourrait être employé (figure 1.26). De même, considérer, à l’instar de la cartographie de la FAO (figure 1.23), l’ensemble de la région comme couverte de leptosols, des sols très fins, dans lesquels se trouvent beaucoup de fragments grossiers (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014, p. 163), revient à ne pas prendre en compte les sols plus épais développés dans les fonds de vallons et cultivés.



FIGURE 1.26 – Aperçu de l’épaisseur de sol sur un versant, à l’amont de la vallée de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2014.*

1.5.3 Principales réformes agraires

La place de l’agriculture dans le Tigray est aussi à relier au statut foncier de la terre dans cette région, qui a beaucoup évolué durant le XX^e siècle, avec des temporalités légèrement différentes dans le Tigray par rapport au reste du pays. Par exemple, l’enregistrement des terres y a été introduit dès 1996, un processus mis en place plus tardivement dans les autres régions, en 2002 (Kassa Abrha, 2015).

Si l'agriculture est présente dans le Tigray depuis le Néolithique (Finneran, 2007), c'est surtout à partir du XIII^e siècle qu'un système politique se met en place qui régit la vie agricole. Il perdure jusqu'à la fin du XX^e siècle, époque qui connaît de grandes réformes politiques et agricoles.

1.5.3.1 Le système *Rest* et *Gult*

Le système mis en place à partir du XIII^e siècle en Éthiopie, et qui perdure jusqu'à la Réforme agraire de 1975, est d'une grande importance pour comprendre les bouleversements sociaux, politiques et environnementaux qui ont touché l'agriculture des Hautes Terres à la fin des années 1970. Il s'agit du système « *Rest* et *Gult* » (Crummey, 2000). Avec l'avènement de la dynastie Salomonide¹⁷ à partir du XIII^e siècle, la capitale du royaume ou de l'empire est mobile, les paysans sont donc très fortement sollicités pour subvenir aux besoins de la cour. La société est, par ailleurs, très compartimentée, entre une classe dirigeante noble, le clergé, l'armée et les paysans. Le système en *Rest* et *Gult* permet donc de soutenir la classe dirigeante (le *Gult*) qui, en contrepartie, assure une forme de protection aux populations laborieuses (le *Rest*). Les fermiers possèdent un droit d'héritage ou de transmission des terres, mais ont, en contrepartie, l'obligation de payer des taxes au clergé, dont ils sont donc les tributaires (*gäbbar*). Progressivement, ce système, qu'on a associé à un système féodal, connaît des dérives : alors que les titres de *Gult* sont à l'origine réservés au clergé et conférés par le chef de l'État, leur attribution se marchandise à partir du XVIII^e siècle : ils sont utilisés comme récompenses durant l'Ère des Princes¹⁸ ou font l'objet de transactions (échange, vente, transferts, achats). Celles-ci peuvent aussi concerner les habitations et la terre qui les supporte, ainsi que les jardins, que Crummey (2000) désigne sous l'appellation de *bota*.

Parallèlement aux évolutions au sein du système *Rest* et *Gult*, la désignation des parcelles agricoles change. Le terme *Gasha* (bouclier), qui renvoyait à une idée similaire à celle du fief militaire, est progressivement remplacé, au XX^e siècle, par celui de *Meder* (champ, terre), qui désigne la surface qu'un homme peut labourer en une journée. Selon Crummey (2000), un *Gasha* équivaut à huit ou neuf *Meder*. Les parcelles sont attribuées nominativement, bornées précisément, et souvent éclatées sur plusieurs districts. Par ailleurs un impôt, l'*asrat* (équivalent d'une dîme, *asrat* signifiant dix), est établi pour entretenir l'armée, dans un empire en pleine expansion. Avec les nouvelles conquêtes, de nouvelles méthodes de répartition des terres sont mises en place. Le système *Rest* et *Gult* est aboli dans les années 1920, l'*asrat* disparaît en 1967, puis est remplacée par nouvelle taxe sur la terre. Censée garantir la propriété, elle doit être payée en argent, directement à l'État (ce qui marque la fin des prérogatives de l'Église dans ce domaine). Jusqu'à la Révolution, l'attribution des terres obéit à des pratiques clientélistes de la part du gouvernement.

17. Fondée en 1270 et qui s'éteint en 1974 avec la chute d'Hailé Sélassié.

18. Ou « *Zāmānā Māsafent* », 1755 - 1855.

L’organisation encore largement féodale de la société et la gestion des terres agricoles sont perçues comme étant la cause d’une importante pauvreté et de famines.

1.5.3.2 La Révolution, le Derg et la Réforme agraire

En 1974, la contestation de ce système, la dénonciation de la famine au Wello et les espoirs liés aux idées marxistes entraînent une Révolution qui destitue l’empereur Hailé Sélassié et met fin à la dynastie Salomonide. Soutenu par l’URSS, le Gouvernement Militaire Provisoire de l’Éthiopie Socialiste (Derg) prend la tête du pays, dirigé par Mengistu Hailé Mariam. Ce gouvernement, en place jusqu’aux années 1990, est à l’origine de changements importants dans la politique agricole du pays, ainsi que dans la façon dont sont gérées les terres. Le Derg institue une réforme agraire, qui s’est notamment traduite par la nationalisation des terres rurales en 1975, évinçant définitivement l’Église du monde agricole. La gestion passe aux mains d’associations paysannes, chargées de redistribuer les terres aux paysans. La surface allouée ne doit pas dépasser 10 ha par exploitation. Dans les faits, selon Crummey (2000), elle est inférieure, en moyenne, à 2 ha.

Cette réforme s’accompagne de nombreuses contraintes pour les paysans. Ainsi, sous Mengistu, le marché des grains est très fortement contrôlé (Azam, 1993) et des quotas sont mis en place, obligeant les paysans à vendre une partie de leur récolte à l’*Agricultural Marketing Corporation* (AMC) à un prix fixe. L’État dispose alors d’un monopole qui affaiblit la paysannerie, car les prix de l’AMC sont inférieurs à ceux du marché (Crummey, 2000). Dans le même temps, l’agriculture est modernisée sous l’influence de la Russie soviétique (engrais, monoculture), ce qui engendre des coûts importants pour les paysans ainsi qu’une forte prise de risque, qui ont pu contribuer à les appauvrir. Ainsi, pour certains auteurs (Azam, 1993 ; Crummey, 2000), ce sont ces facteurs, plus que la guerre ou le climat qui sont responsables de la famine de 1984.

Cette dernière est l’occasion, pour le gouvernement, de relocaliser à partir de 1985 les populations des zones les plus touchées par la famine vers des espaces qui l’ont moins été, le Harargé, par exemple. Ce processus a été appelé « *resettlement* » ou villagisation (*villagization*, en anglais). Le système des AMC et du contrôle des marchés par l’État est aboli après la destitution de Mengistu, au début des années 1990 (Crummey, 2000). De même, la redistribution des terres est arrêtée en 1991 (Hagos *et al.*, 1999)

L’apparition de famines et/ou de crises alimentaires dans le pays a progressivement conduit les gouvernements successifs à mettre en place des programmes de développement. Si, dans les années 1950 et 1960, ils concernaient d’abord les industries et les secteurs dits modernes, ils se sont portés vers l’agriculture à partir du troisième plan quinquennal de l’Empire (1968 - 1973). Durant le Derg, l’effort s’est concentré sur les fermes d’État, au détriment des petits paysans. Cela a contribué, selon Hagos *et al.* (1999), à augmenter la pression sur les terres et donc leur dégradation. Aujourd’hui, le gouvernement éthiopien

a mis en place une stratégie de développement appelée « *Agricultural Development-Led Industrialization (ADLI)* », qui repose entre autres sur la préservation des ressources naturelles et la participation des populations locales au développement (Hagos *et al.*, 1999). La promotion des techniques de conservation des eaux et des sols s'est particulièrement développée depuis les années 1970, à travers des programmes de construction de terrasses, dont on trouve des exemples à Wakarida.

CONCLUSION

La zone d'étude se caractérise par une position géographique et topographique originale, en marge du plateau du Tigray, mais sans en être totalement déconnectée. L'histoire géologique a façonné des paysages complexes, où se surimposent des héritages multiples, qui orientent les évolutions contemporaines. Ainsi, les formations superficielles enregistrent les processus morphogéniques plus récents, en lien, notamment, avec le climat. Si l'irrégularité des précipitations peut apparaître comme une forte contrainte, elle n'a pas empêché l'installation d'une population nombreuse à l'altitude de Wakarida, dans « l'étage de commandement » (Gascon, 2006) ou « étage de prestige et de pouvoir » (Gallais, 1989). Celle-ci a pu se développer grâce à l'établissement d'une agriculture en terrasses qui a aujourd'hui colonisé l'ensemble des vallons, de l'amont à l'aval, au sein de la zone étudiée. Elle témoigne de la densité de la population et de la pression qu'elle exerce sur des espaces qui, s'ils peuvent sembler « vides » sont en réalité très « pleins ».

Les terrasses font aujourd'hui partie intégrante du paysage du Tigray et en particulier des alentours de Wakarida. Pour autant, elles ne vont pas de soi et soulèvent un certain nombre de questions, qui concernent à la fois leur âge, leur origine, leur rôle dans les processus d'érosion mais aussi de remblaiement des vallons et leurs liens avec les découvertes archéologiques, nombreuses dans la région.

Chapitre 2

Des terrasses à travers le temps et le monde : contexte de recherche

*Avec leurs mains dessus leurs têtes
Ils avaient monté des murettes
Jusqu'au sommet de la colline*

Jean Ferrat, « La Montagne », 1964

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 48 |
| 2.1 Contexte archéologique | 48 |
| 2.1.1 Éléments chronologiques | 48 |
| 2.1.2 Wakarida, un site en marge du royaume axoumite | 50 |
| 2.1.3 Une zone de prospection riche en vestiges | 53 |
| 2.1.4 Géoarchéologie du royaume axoumite | 55 |
| 2.1.5 D'autres approches de l'évolution des environnements | 57 |
| 2.2 Les terrasses : approches archéologique et géographique | 69 |
| 2.2.1 Les terrasses de culture à travers les âges | 69 |
| 2.2.2 Les terrasses dans les milieux secs et méditerranéens | 73 |
| 2.3 Typologie des terrasses à Wakarida | 79 |
| 2.3.1 Les terrasses de vallons | 80 |
| 2.3.2 Les terrasses de croupes, cols et replats | 85 |
| 2.3.3 Les banquettes anti-érosives | 85 |
| 2.4 Positionnement théorique de la thèse | 86 |
| 2.5 Questions de recherche | 88 |
| Conclusion | 89 |

INTRODUCTION

Le site de Wakarida est fouillé depuis 2010 dans le cadre du projet « Recherches archéologiques et épigraphiques dans la région du Tigray, Éthiopie (I^{er} millénaire av. n. è. - VIII^e siècle de n. è.) ». La découverte de ce qui semble avoir été un centre urbain axoumite (150 – 400/450 de n. è.) assez développé, en contact avec Axoum malgré sa position marginale par rapport au royaume, et l'identification de nombreux vestiges d'implantation dans l'ensemble de la zone d'étude (Benoist *et al.*, 2016 ; Benoist et Gajda, 2015 ; Dugast et Gajda, 2010, 2011, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017), interrogent quant aux modalités d'occupation des populations dans cet environnement et aux interactions entre les sociétés et le milieu naturel. Le paysage actuel est densément habité et cultivé au moyen de terrasses de culture (décrites dans la section 2.3, page 79, *sq.*). Celles-ci présentent la particularité d'être situées en grande majorité dans des vallons aujourd'hui comblés par des sédiments, dans lesquels il n'y a plus actuellement d'écoulements pérennes de surface : la majeure partie de l'année, ils se font sous la forme d'un inféoflux. D'autres espaces sont aussi cultivés, mais représentent une part mineure des surfaces terrassées : croupes topographiques, replats sur versants. Ces cultures et leur localisation ont fait surgir la question de la mise en place des accumulations sédimentaires dans les vallons et de l'exploitation agricole que celles-ci ont connue. En filigrane, c'est la question de l'ancienneté du paysage actuel qui est soulevée : les terrasses que nous observons aujourd'hui étaient-elles déjà présentes à l'époque axoumite ? Sont-elles à l'origine des importants comblements sédimentaires dans les vallons, ou ceux-ci sont-ils le résultat de processus de colluvionnement et d'alluvionnement, sans intervention d'ouvrages anthropiques ?

2.1 Contexte archéologique

Pour mieux saisir l'importance du questionnement sur les terrasses, leur origine et leur rôle dans le comblement des vallons et l'exploitation agricole de la région, il importe de poser le contexte archéologique de cet espace.

2.1.1 Éléments chronologiques

Le site de Wakarida s'insère dans la chronologie régionale du développement du royaume axoumite (figure 2.1). Le plateau du Tigray a été occupé depuis la fin du Pléistocène (Finneran, 2007), et durant la période préhistorique (French *et al.*, 2009), mais on attribue souvent le développement d'États dans la région aux populations pré-axoumites, proto-axoumites et axoumites (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Fattovich, 2010 ; Phillipson, 2009a).

La période pré- et proto-axoumite (figure 2.1) s'étend de 800 à 50 av. n. è. (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Fattovich, 2010 ; Pietsch et Machado, 2014). Elle voit la mise en place

de premières cités, avec des identités culturelles relativement marquées, les plus célèbres étant Matara et Yéha (Fattovich, 2010). La culture, notamment céréalière, et l'élevage y étaient déjà pratiqués (Bard *et al.*, 2000 ; Phillipson, 2009a).

La période axoumite (figure 2.1) se développe entre 50 av. n. è. et 700 de n. è. (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Fattovich, 2010). Elle est marquée par le développement d'un État puissant sur la partie septentrionale du plateau, Tigray et Érythrée (Bard *et al.*, 2014 ; Fattovich, 2010), et le déploiement de grandes cités dans un arrière-pays densément peuplé (Anfray, 1990 ; Bard *et al.*, 2000), en lien avec Axoum, la capitale.

Dans les chroniques, la « chute » – pour reprendre le terme employé par Butzer (1981) – du royaume axoumite est attribuée à l'attaque du territoire par une reine juive, Judith (Finneran, 2007). Les premières recherches géoarchéologiques sur la région y voient les conséquences de dégradations environnementales liées à la surexploitation du milieu et des ressources par les populations (Butzer, 1981). Des études plus récentes ont mis l'accent sur d'autres facteurs ayant entraîné le déclin de ce royaume, combinant aspects environnementaux (Bard *et al.*, 2000), déplacements des routes commerciales et émergence de l'Islam (Finneran, 2007). Des facteurs politiques sont aussi avancés, notamment l'affaiblissement du pouvoir axoumite par l'invasion des Bedja (Fāsī et Hrbek, 1990).

La période post-axoumite (figure 2.1) commence vers 700 de n. è. (D'Andrea *et al.*, 2008). Elle est plus mal documentée, notamment entre le IX^e et le XII^e siècles, période parfois désignée sous le terme de *dark ages* (Finneran, 2007). La population y est moins importante, le pouvoir politique change de centre, se déplaçant vers le sud (Bard *et al.*, 2000).

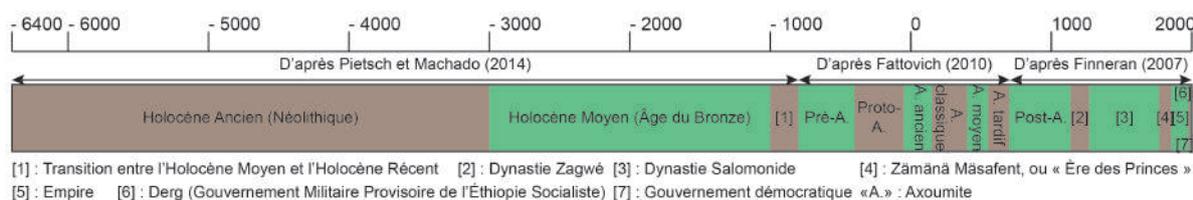


FIGURE 2.1 – Chronologie de l'Éthiopie sur toute la période étudiée. *Réalisation* : N. Blond, 2019, d'après Fattovich (2010) ; Finneran (2007) ; Pietsch et Machado (2014). Pour les correspondances avec d'autres appellations, voir la figure A.1, en Annexes, section A, page 545, tirée de Bard *et al.*, 2014.

Pour ces époques, ce sont surtout les implantations urbaines qui sont documentées, tandis que l'environnement rural autour des villes est moins bien connu. Il en va de même à Wakarida. Si le site en lui-même semble constituer un centre urbain daté entre la période axoumite classique (150 – 400/450 de n. è., voir figure 2.1), et la période post-axoumite (après 800/850 de n. è., voir figure 2.1), d'après la chronologie établie par Fattovich (2010), des constructions plus anciennes (pré- et proto-axoumites) et axoumites ont aussi été mises au jour dans la zone de prospection, présentant un habitat rural

dispersé (Benoist *et al.*, 2016 ; Benoist et Gajda, 2015). Il correspond plutôt à des hameaux de quelques bâtiments, comme on peut en trouver encore aujourd’hui (Gajda *et al.*, 2017), situés préférentiellement sur les points hauts. Certains sites montrent aussi des traces de réoccupations postérieures à 245 – 389 de n. è., mais il n’y a pas d’âge précis connu pour le moment (Benoist *et al.*, 2016 ; Benoist et Gajda, 2015 ; Dugast et Gajda, 2010, 2011, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017).

2.1.2 Wakarida, un site en marge du royaume axoumite

L’étude du site de Wakarida est intéressante, du fait d’une localisation originale par rapport à Axoum. Il est tourné vers la Mer Rouge et l’Arabie du Sud, tout en étant en marge des principales routes commerciales connues et du royaume axoumite lui-même. Axoum entretient en effet des relations étroites avec la Mer Rouge et les royaumes des côtes orientales de la Mer Rouge. Si la question de l’origine sud-arabique (sabéenne) des Axoumites est disputée (voir ci-dessous), le royaume s’est étendu jusqu’en Arabie lors de la conquête, au VI^e siècle av. n. è., du Yémen des Himyarites par le roi Kaleb, aussi connu dans la légende sous le nom d’Ella Asbeha (Finneran, 2007 ; Munro-Hay, 2001, 2011 ; Robin, 2015 ; Robin et Tayran, 2012). Ce choix repose aussi sur l’identification d’une séquence stratigraphique importante pour la céramologie de cette période (Dugast et Gajda, 2011).

Si une carte précise du royaume axoumite est difficile à établir, notamment en raison de divergences d’avis entre archéologues sur l’appartenance de certains sites en particulier d’Arabie du Sud, il est possible de recenser les sites reconnus comme axoumites ou pré-axoumites dans l’ouvrage d’Anfray (1990). On observe sur la figure 2.2 que le royaume, dont la capitale était Axoum, s’étendait vers l’est et le sud de l’actuelle région du Tigray, et au nord, dans l’actuelle Érythrée, jusqu’à la latitude de la capitale actuelle, Asmara.

L’origine des populations de ce royaume est discutée par les archéologues, et ce débat n’est pas sans importance pour la problématique des terrasses. Cette question est liée à celle de l’importation ou de l’autochtonie des ouvrages hydroagricoles (terrasses mais aussi barrages ou structures d’irrigation). Les principaux éléments de discussion sont résumés par Pankhurst (2003), qui cite les auteurs mentionnés dans ce paragraphe. L’opposition s’établit entre, d’un côté, les partisans d’une origine yéménite (sud-arabique) de la culture et de la civilisation axoumites, et, d’un autre côté, ceux d’une origine locale, autochtone, ou du moins africaine. Au début du XX^e siècle, Conti Rossini (1921) et Trimmingham (1952) postulaient que le royaume axoumite avait été fondé par les Yéménites, qui auraient apporté avec eux leur langue, le sud-arabique (proche du guèze dont descend l’amharique), leur culture, leur religion et d’autres éléments culturels comme l’agriculture et les techniques d’irrigation. Au tournant du XX^e siècle, en revanche, Pirenne (1956), Schneider (1965) et Fattovich (1978) défendaient la thèse d’une origine locale de cette civilisation.

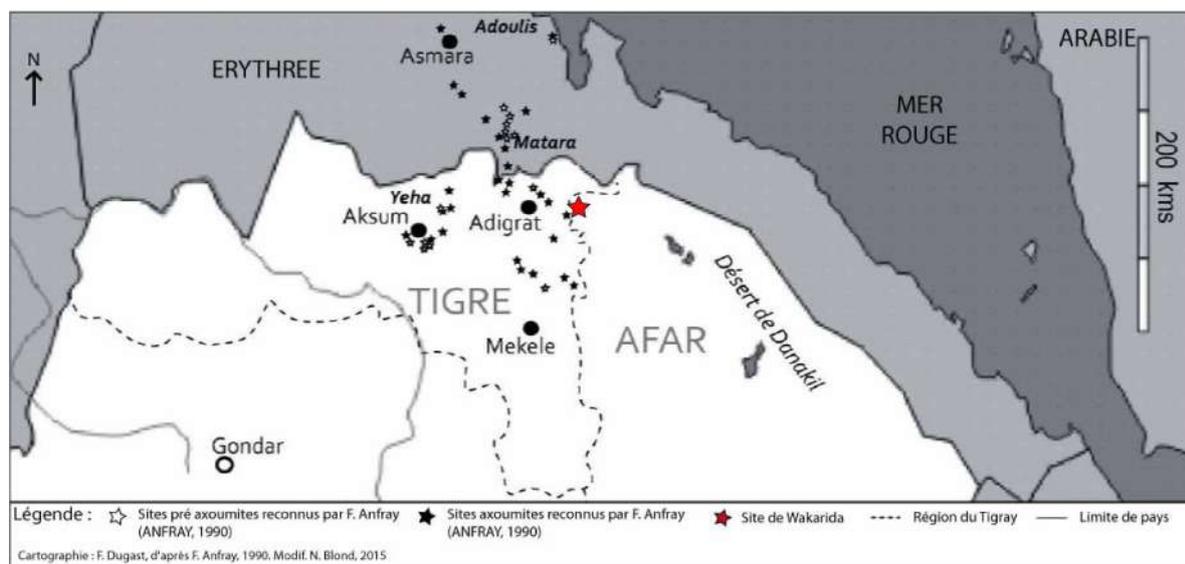


FIGURE 2.2 – Carte des sites pré-axoumites et axoumites reconnus par Anfray (1990). Réalisation : F. Dugast in Dugast et Gajda (2010). Modifications : N. Blond, 2015.

Pour Pirenne (1956), les populations sabéennes ont été présentes en Éthiopie beaucoup moins longtemps qu'on ne le croyait auparavant (quelques décennies, plutôt que quelques siècles), ce qui réduirait alors l'impact qu'elles auraient pu avoir sur la culture axoumite. Fattovich (1978) a mis au jour des poteries de type axoumite antérieures à l'extension du royaume, qui lui permettent d'affirmer un développement hors de l'influence de populations sud-arabiques. Enfin, Schneider (1965) a démontré que ces émigrés d'Arabie ne sont pas arrivés dans un « vide », mais qu'un État constitué existait déjà, ainsi qu'une langue, une population et une tradition de constructions en pierre, antérieurement à leur installation en Éthiopie. Pirenne (1956) va même plus loin dans sa démonstration, en émettant l'hypothèse d'une migration en sens inverse, de l'Éthiopie vers le Yémen. Ces considérations n'oblitérent toutefois pas le fait qu'une véritable communauté de culture et de civilisation existe entre les deux rives de la Mer Rouge, ce qui indique des liens étroits (Pankhurst, 2003 ; Robin, 2015).

Les recherches archéologiques menées par la mission française tentent de préciser la place du site de Wakarida au sein de ces échanges entre le Plateau et l'Arabie du Sud. Le site est localisé à l'écart des principaux sites connus, comme le montre la figure 2.2. Il pourrait alors avoir joué un rôle de relais le long d'une des routes commerciales. Les prospections archéologiques et géographiques, les fouilles et le travail à partir d'un modèle numérique, menés lors des deux premières campagnes (2011 et 2012), ont cependant montré que cette hypothèse n'est pas la plus solide, et qu'il est plus probable que le site ait connu un développement endogène (Dugast et Gajda, 2013). Les routes théoriques entre les villes axoumites et la Mer Rouge ont été calculées à partir d'un modèle numérique par Olivier Barge et Emmanuelle Régagnon (Dugast et Gajda, 2013), en prenant en compte

le relief (la pente). Selon les cartes produites, les routes ne passent pas par Wakarida, qui semble être dans un angle mort de ces axes de circulation théoriques (Dugast et Gajda, 2013 ; Gajda *et al.*, 2017). De même, la céramique, analysée par Anne Benoist (Dugast et Gajda, 2013 ; Gajda *et al.*, 2017), ressortit à une production locale, malgré des traits communs avec celle d'Axoum. Des échanges régionaux (à l'échelle de la région étudiée) peuvent être envisagés, mais peu de témoignages d'un commerce à plus petite échelle ont été trouvés (Dugast et Gajda, 2013).

Wakarida semble donc être un site en marge du royaume axoumite et des principales routes commerciales de la même époque. Malgré tout, l'implantation humaine qui a été découverte lors des fouilles (figure 1.7, page 17) renvoie plutôt à des demeures assez importantes, nobles, dans une implantation qui rappelle celle de centres urbains (Dugast et Gajda, 2013).

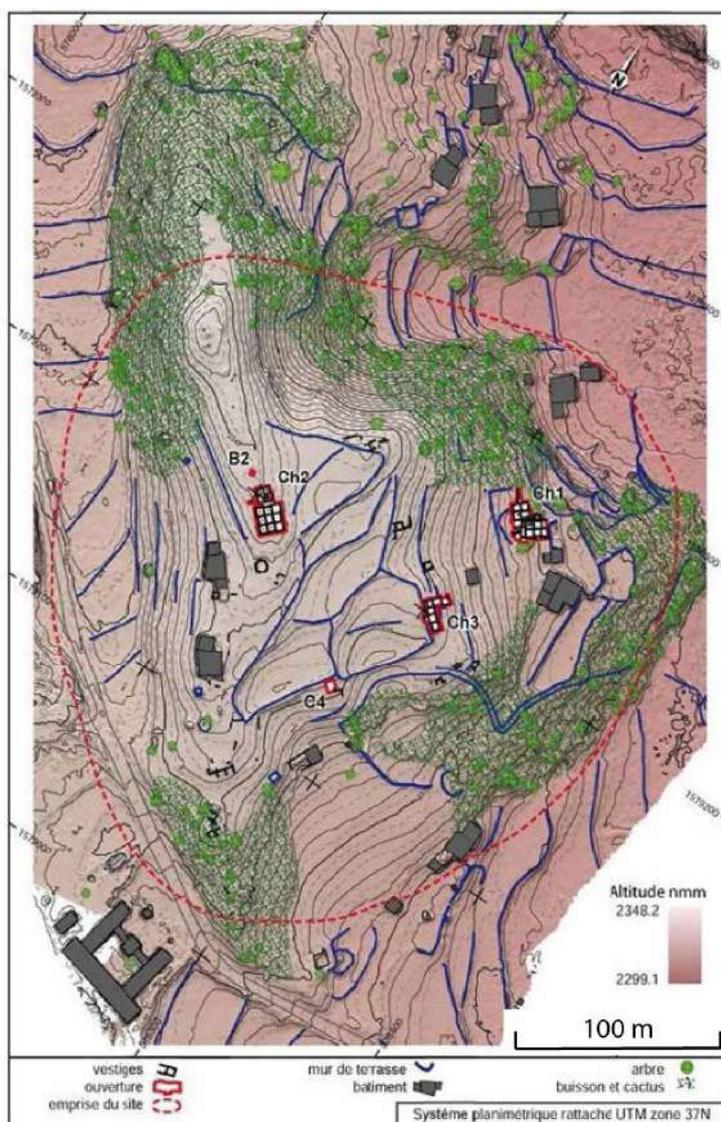


FIGURE 2.3 – Plan du site de Wakarida.
Réalisation : P. Raymond, 2015.

Cette « agglomération de taille moyenne » (Gajda *et al.*, 2017) comprend deux bâtiments principaux (figure 2.3), qui ont fait l'objet de fouilles durant les quatre premières campagnes, de 2011 à 2014 (Dugast et Gajda, 2011, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017). Il s'agit de bâtiments de taille plus petite que des ouvrages semblables découverts à Axoum ou Matara (figure 2.4), mais de conception tout aussi soignée (Gajda *et al.*, 2017). Ces vestiges ont été datés entre le III^e et le VII^e voire le VIII^e siècle de n. è., soit entre la période axoumite classique et la période axoumite tardive (Fattovich, 2010 ; Phillipson et Phillips, 2000).

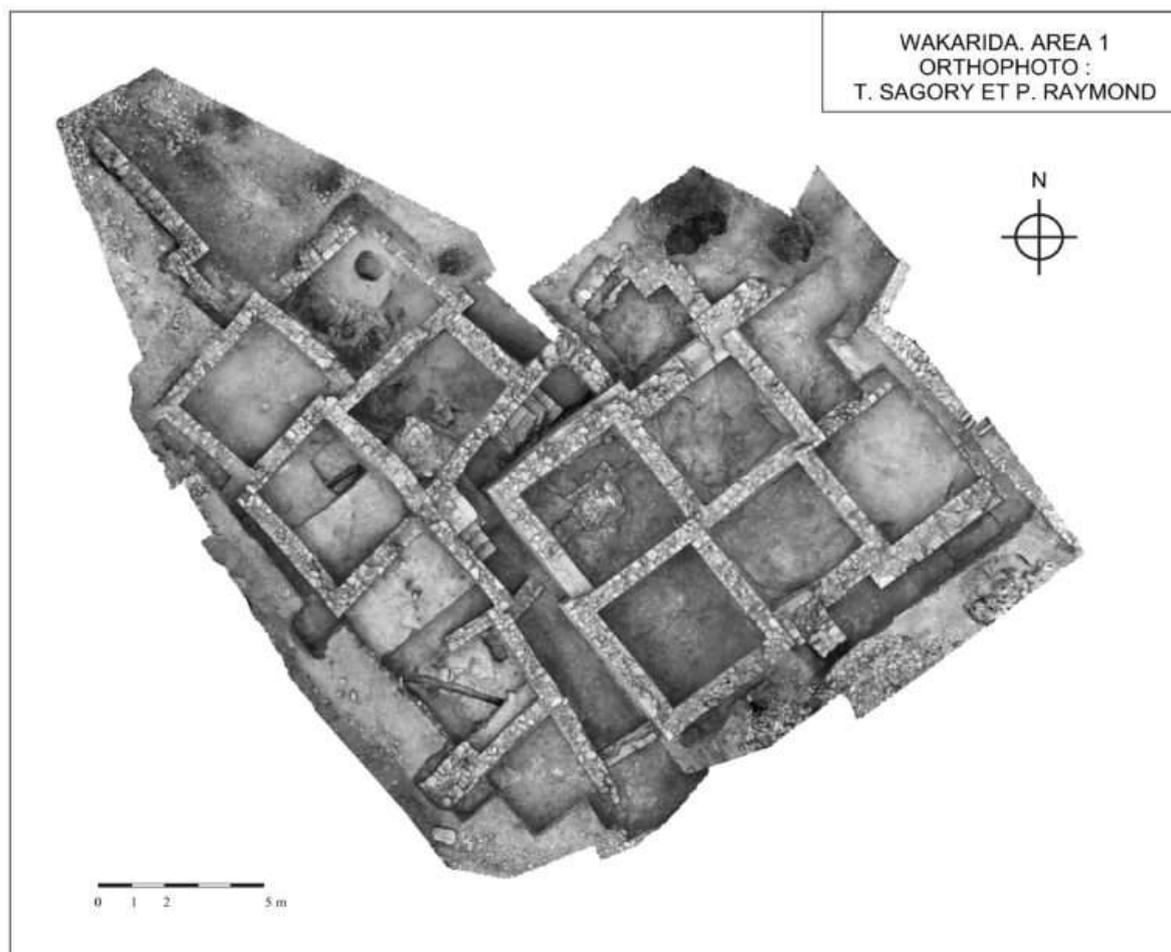


FIGURE 2.4 – Orthophotographie du chantier 1 de Wakarida. *Cliché : P. Raymond et Th. Sagory, 2015.*

2.1.3 Une zone de prospection riche en vestiges

Les alentours du site ont aussi été étudiés, d'abord par des prospections pédestres de surface, visant à identifier d'autres sites grâce à des artefacts visibles (céramiques, obsidiennes, meules) ou des traces d'implantation humaine (murs, bâtiments, tombes). Certains sites ont aussi été fouillés plus précisément afin d'en apprécier l'intérêt et d'étendre la chronologie.

Les prospections archéologiques ont été effectuées par Olivier Barge et Emmanuelle Régagnon dans la zone délimitée par un rayon de cinq kilomètres autour du site. Les points d'intérêt ont été enregistrés dans un GPS différentiel (ou DGPS), sous l'appellation SAZ (*Surface Artefact Zone*), puis reportés dans le SIG de la mission (« SIG Wakarida »). La nature des vestiges et leur densité étaient notées, ce qui a permis de produire, entre autres, la figure 2.5.

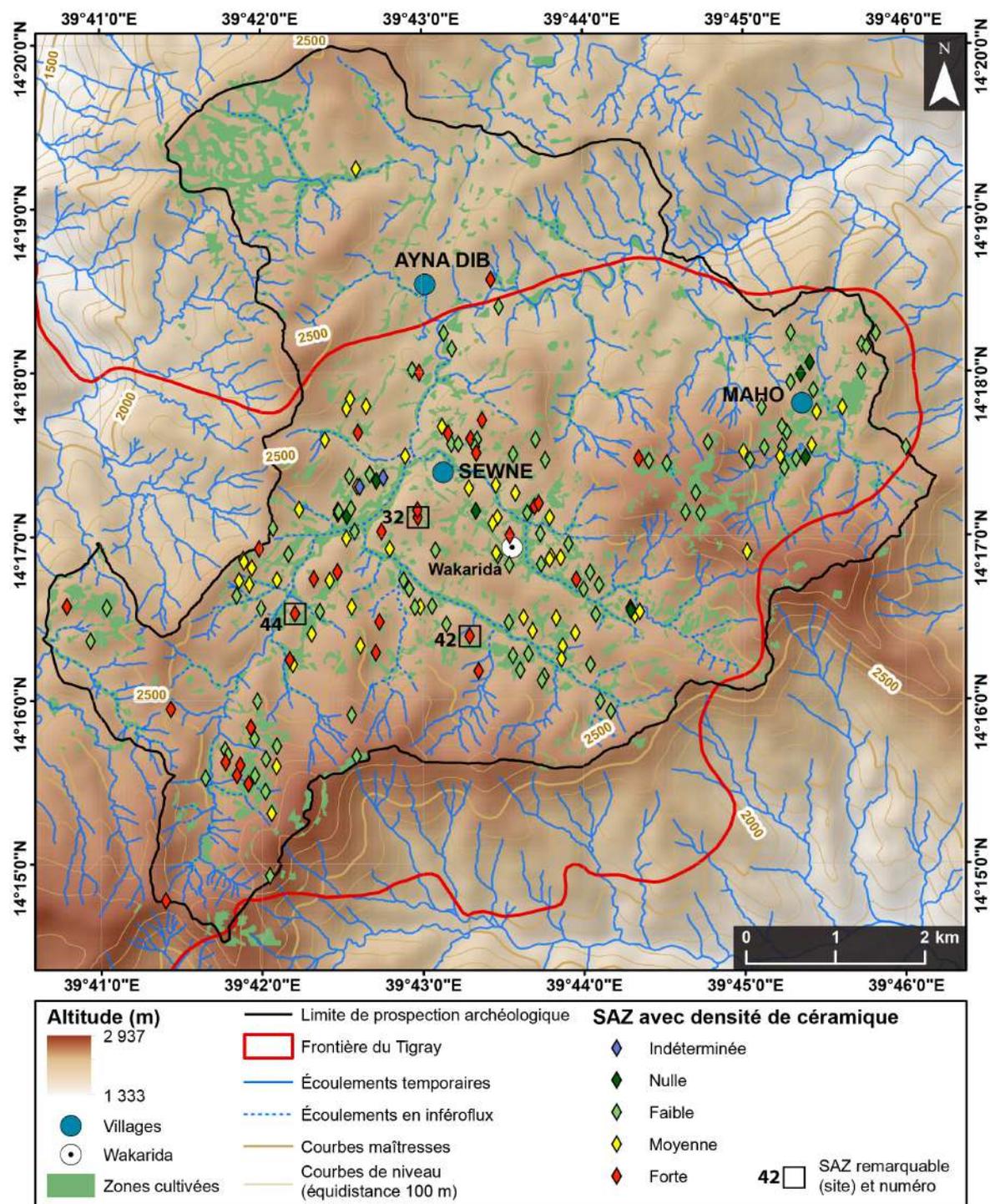


FIGURE 2.5 – Carte des prospections archéologiques et de la densité de céramique de surface. Réalisation : N. Blond, 2019, d'après SIG Wakarida.

La figure 2.5 ne montre pas de relation directe entre la densité de tessons et la distance au site de Wakarida. En revanche, la localisation des SAZ semble correspondre à celle des vallées principales (Ka Ebile ou May Ayni, par exemple - pour les noms de vallées, voir la figure 1.21, page 36). Ces épandages de céramiques semblent attester un habitat dispersé, localisé principalement sur les points hauts, ce qui est semblable à la situation

actuelle (Dugast et Gajda, 2014). Deux sites supplémentaires ont été fouillés dans la zone de prospection, à partir de la campagne de 2015 (Benoist et Gajda, 2015) : le site 32 (Armengela) et le site 44 (Mengangebit). En 2017, le site 42 (Ka Ebile) a aussi été ouvert (les sites sont répertoriés sur la figure 2.5). Le premier a livré une occupation datée des IV^e - III^e siècles av. n. è. et une réoccupation récente (XVI^e - XX^e siècles de n. è.). De nombreux ossements animaux et des outils de mouture en pierre ont été trouvés parmi les vestiges anciens, attestant une économie d'agriculture et d'élevage, malgré l'absence de mobilier et d'outillage métallique (Benoist et Gajda, 2015). Le site 44 comporte quant à lui un grand bâtiment, pour le moment non identifié, daté des IV^e - III^e siècles av. n. è., comme le site 32 (Benoist et Gajda, 2015), correspondant à l'époque proto-axoumite selon la classification de Phillipson et Phillips (2000), reprise par Bard *et al.* (2014). Ces sites sont antérieurs à l'occupation de Wakarida (Benoist et Gajda, 2015).

2.1.4 Géoarchéologie du royaume axoumite

Les travaux ayant trait au royaume axoumite sont majoritairement orientés vers l'archéologie, plus que vers les études géographiques, environnementales, géoarchéologiques ou des paysages. Les recherches portent notamment sur la linguistique et les inscriptions, en mettant la focale sur les relations entre les royaumes axoumite et sud-arabique (Avanzini, 1989 ; Caquot et Leclant, 1955 ; De Contenson, 1962 ; Fauvelle-Aymar, 2009 ; Gajda, 2009 ; Robin, 2015 ; Robin et Tayran, 2012 ; Schiettecatte, 2012, 2017). Leurs échanges sont aussi appréciés au travers de l'architecture (Breton, 2002 ; Manzo, 2009). Une grande part des écrits traite des bâtiments et monuments (Anfray, 2012 ; Bard *et al.*, 1997 ; Buxton et Matthews, 1971 ; De Contenson, 1962 ; Munro-Hay, 1989 ; Robin et de Maigret, 1998 ; Van Beek, 1967 ; Wolf et Nowotnick, 2010), ou du matériel trouvé dans les fouilles, en particulier de la céramique (De Roux, 1976 ; Gautier, 1976 ; Zazzaro et Manzo, 2012), mais aussi des vestiges lithiques (Phillipson, 2000, 2009b). Quelques études se penchent sur l'organisation du territoire, les relations entre les villes ou le rôle des économies rurales et locales (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Michels, 2005 ; Phillipson, 2009a).

Les travaux géoarchéologiques sur la région sont beaucoup plus récents que les travaux archéologiques. L'article fondateur est celui de Butzer (1981). Il y traite de l'ascension et de la chute de la ville et du royaume dont elle était la capitale. Selon la thèse défendue dans cet article, la « grandeur » et la « décadence » du royaume axoumite sont à relier à des événements paléoclimatiques. À Axoum, l'occupation commence au premier siècle de notre ère et s'achève autour du VIII^e siècle (Butzer, 1981). Les travaux de French *et al.* (2009) ont montré une certaine stabilité des paysages avant et au début de cette occupation : du I^{er} au début du III^e siècles de n. è., les conditions environnementales (les précipitations en particulier) permettaient de faire deux récoltes par an (Butzer, 1981). La pression démographique importante (jusqu'à 20 000 habitants à Axoum en 500 de

n. è.) aurait occasionné la surexploitation des ressources, conduisant au déboisement et à la dénudation des versants (Butzer, 1981 ; French *et al.*, 2009). Une fois dégradée, la végétation ne protège plus suffisamment le sol, qui est alors érodé par les écoulements superficiels. L'érosion entame assez rapidement les stocks sédimentaires sur les versants. La dégradation des paysages et l'érosion se poursuivent aussi après l'abandon de la ville : les zones boisées souffrent du pâturage par les chèvres et de la coupe du bois pour les usages domestiques (Butzer, 1981).

Comme pour Axoum (Butzer, 1981), Sulas (2014) montre que le développement de « l'archéologie environnementale ¹ » s'est établi, depuis le début du XX^e siècle, en lien avec le développement des recherches archéologiques autour des sites axoumites. Elle identifie trois phases : la « découverte ² » (années 1900 - 1940), la « consolidation ³ » (années 1970 - 1980) et la « diversification ⁴ » (années 1990 - 2010). Dans la première phase, les recherches, orientées surtout vers l'archéologie (bâtiments, monuments, inscriptions), ne placent pas l'environnement au centre des préoccupations. Elles enregistrent toutefois des informations importantes pour les recherches environnementales, que ce soit par la documentation photographique d'Axoum au début du XX^e siècle (Littmann *et al.*, 1913) ou par la compilation d'histoires orales selon lesquelles la « chute » d'Axoum est liée à des sécheresses et famines (Conti Rossini, 1928). Les années 1930 et 1940 voient les débuts - timides - des enregistrements stratigraphiques (Monneret de Villard, 1938 ; Puglisi, 1941). Avec les années 1970 et la deuxième phase, les programmes de recherches étendent les zones géographiques étudiées ainsi que les champs de recherches, qui prennent plus en compte la dimension environnementale, notamment en ce qu'elle entre en ligne de compte dans le développement du royaume. Si les recherches ont été interrompues par les troubles politiques qu'a connus le pays à cette période (Sulas, 2014), deux ouvrages importants ont été produits, qui ont jeté les fondations des études géarchéologiques et environnementales (Butzer, 1981 ; Michels, 2005). Enfin, à partir des années 1980, Sulas (2014) identifie un mouvement vers une ouverture des recherches à différents domaines, avec notamment une orientation vers les moyens de subsistance agricoles du royaume axoumite, et les conséquences de l'exploitation du milieu sur l'érosion (Fattovich *et al.*, 2000 ; Phillipson et Phillips, 2000). Ces recherches, en particulier celles de Phillipson et Phillips (2000), ont permis de passer d'une archéologie centrée sur les bâtiments ou monuments de prestige (palais, temples, stèles, implantations urbaines d'importance) à une archéologie des occupations rurales ou agricoles. Elles ont identifié des traces d'agriculture à partir de la seconde moitié du I^{er} millénaire av. n. è., tant dans les restes végétaux qu'animaux (Bard *et al.*, 2000 ; D'Andrea, 2008 ; Phillipson et Phillips, 2000).

1. *Environmental Archaeology*.

2. *The "discovery"*.

3. *The "consolidation"*.

4. *The "diversification"*.

On le voit, les études géoarchéologiques connaissent un développement important depuis deux décennies. Elles permettent d’apporter des éléments de réponse aux questionnements sur l’origine des paysages nord-éthiopiens, en particulier concernant le rôle des terrasses dans leur formation. Cette évolution est allée de pair avec l’étude des environnements anciens et de leurs évolutions, sous divers aspects : paléoclimats, étude de l’érosion, paléoenvironnements.

2.1.5 D’autres approches de l’évolution des environnements

Ces travaux spécialisés permettent d’aborder d’autres aspects des sites archéologiques et de les appréhender ainsi dans leur globalité. Bard *et al.* (2000) ont produit une synthèse environnementale de ces études sur le Tigray. Trois axes principaux semblent se dessiner : les études paléoclimatiques, à petite échelle, généralement celle de l’Afrique de l’Est ; les études géomorphologiques, en particulier des processus érosifs sur le temps long ; les recherches paléoenvironnementales.

2.1.5.1 Les recherches paléoclimatiques

Les changements environnementaux en Éthiopie, et plus largement en Afrique, peuvent être abordés sous l’angle des évolutions climatiques, sur le temps plus ou moins long. De nombreux travaux ont été produits, mobilisant différents types de proxies. Les principaux résultats sont rassemblés dans la figure 2.6. Le tableau 2.1 rassemble les ouvrages synthétisés dans cette figure. Notons deux synthèses en particulier, l’une sur la fin du Pléistocène et l’Holocène (Nyssen *et al.*, 2004) et l’autre sur le temps court des deux derniers millénaires (Nash *et al.*, 2016, figure 2.7).

Pour les périodes les plus anciennes, les études cherchent à mettre en avant les périodes de sécheresse et/ou d’aridité et celles de plus forte humidité. Comme le montre la figure 2.6, les résultats ne concordent pas exactement. Toutefois, il apparaît que certains auteurs considèrent la fin du Pléistocène comme étant marquée par une période d’aridité (Gascon, 2006 ; Le Turdu *et al.*, 1999 ; Nyssen *et al.*, 2004), suivie, au début de l’Holocène, d’une période plus humide (Armitage *et al.*, 2015 ; Bard *et al.*, 2000 ; Bubenzer et Riemer, 2007 ; Gasse, 2000, 2006 ; Gillespie *et al.*, 1983 ; Nyssen *et al.*, 2004 ; Pietsch et Machado, 2014 ; Shanahan *et al.*, 2015). Cependant, comme le montre la figure 2.6, les dates diffèrent souvent d’une publication à l’autre. Ainsi, Gascon (2006) identifie, à l’échelle de l’Afrique de l’Est, des épisodes hyperarides de 16 000 à 8 000 av. n. è. et un retour de l’aridité vers 2 000 av. n. è., tandis que pour Nyssen *et al.* (2004), durant la fin du Pléistocène (20 000 - 12 000 BP) le climat est froid et sec, période que Le Turdu *et al.* (1999) placent autour de 21 000 - 11 500 BP. À l’inverse, Barker et Gasse (2003) identifient des conditions plus humides autour du Lac Malawi (Malawi, Mozambique, Tanzanie) de 17 000 à 13 000 BP.

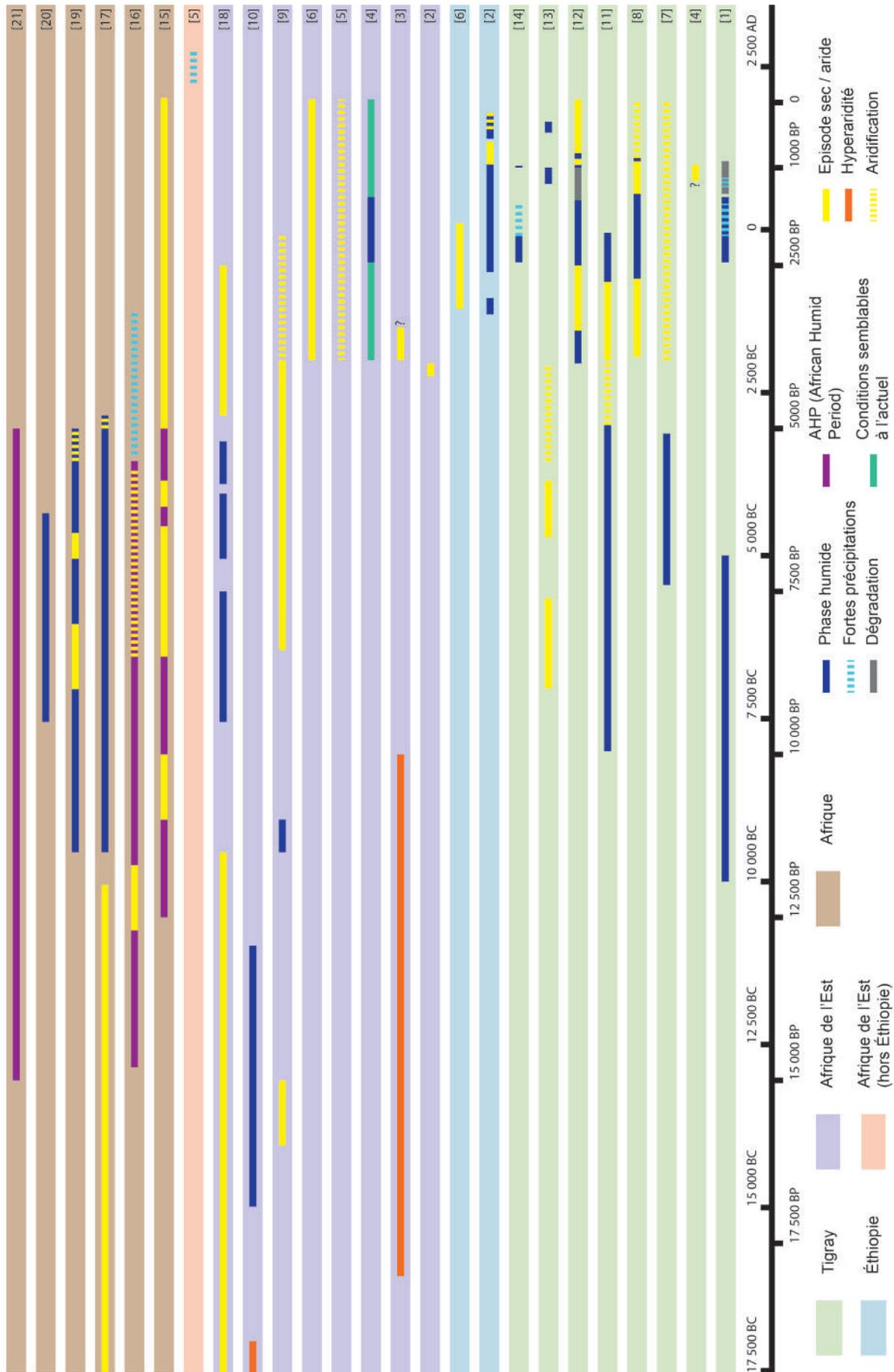


FIGURE 2.6 – Chronologies des changements environnementaux à différentes échelles, présentées dans vingt-et-un articles répertoriés dans le tableau 2.1. Réalisation : N. Blond, 2019.

| Numéro (Fig. 2.6) | Source bibliographique |
|-------------------|---------------------------------|
| [1] | Bard <i>et al.</i> , 2000 |
| [2] | Ghinassi <i>et al.</i> , 2015 |
| [3] | Gascon, 2006 |
| [4] | Fattovich, 2010 |
| [5] | Darbyshire <i>et al.</i> , 2003 |
| [6] | Bonnefille et Mohammed, 1994 |
| [7] | Berakhi <i>et al.</i> , 1998 |
| [8] | Gebru <i>et al.</i> , 2009 |
| [9] | Gasse, 2000 |
| [10] | Barker et Gasse, 2003 |
| [11] | Pietsch et Machado, 2014 |
| [12] | Machado <i>et al.</i> , 1998 |
| [13] | Dramis <i>et al.</i> , 2003 |
| [14] | D'Andrea <i>et al.</i> , 2008 |
| [15] | Gillespie <i>et al.</i> , 1983 |
| [16] | Shanahan <i>et al.</i> , 2015 |
| [17] | Nyssen <i>et al.</i> , 2004 |
| [18] | Le Turdu <i>et al.</i> , 1999 |
| [19] | Gasse, 2006 |
| [20] | Bubenzer et Riemer, 2007 |
| [21] | Armitage <i>et al.</i> , 2015 |

TABLEAU 2.1 – Tableau des sources utilisées dans la figure 2.6.

De même, alors que le niveau du Lac Rukwa (Tanzanie) était très bas durant la dernière période glaciaire (ou LGM, *Late Glacial Maximum*), il remonte à partir de 16 200 BP et atteint un maximum vers 13 000 BP. Ainsi, dans cette région des Grands Lacs d'Afrique orientale, les conditions de la fin du Pléistocène sont humides tandis qu'elles sont plutôt sèches ailleurs, par exemple autour des lacs Ziway/Shala, au sud d'Addis-Abeba (Le Turdu *et al.*, 1999).

Le début de l'Holocène est considéré comme ayant été marqué, en Afrique, par une période plus humide, faisant suite à l'aridité du LGM. Elle est nommée « *African Humid Period* » (AHP) ou optimum humide africain (Armitage *et al.*, 2015 ; Collins *et al.*, 2017 ; DeMenocal *et al.*, 2000 ; Gillespie *et al.*, 1983 ; Hély *et al.*, 2009 ; Liu *et al.*, 2017 ; Lüning et Vahrenholt, 2019 ; Lézine et Bonnefille, 1982 ; Shanahan *et al.*, 2015 ; Tierney et deMenocal, 2013 ; Tierney *et al.*, 2011). Dans la plupart des cas, elle se traduit par des changements dans les régimes hydrauliques des cours d'eau, en particulier les grands fleuves africains comme le Nil (Butzer, 1980), mais surtout par des épisodes de transgression et régression des lacs. Les sédiments de ceux-ci permettent en effet l'enregistrement

du niveau de l'eau, donnant dès lors des indications quant aux conditions environnementales (Armitage *et al.*, 2015 ; Barker et Gasse, 2003 ; Dramis *et al.*, 2003 ; Gasse, 2000 ; Gillespie *et al.*, 1983 ; Le Turdu *et al.*, 1999 ; Shanahan *et al.*, 2015 ; Tierney *et al.*, 2011).

La temporalité, de même que le caractère abrupt ou non de ces changements, sont largement débattus et donc non fixés. Pour Lézine *et al.* (2011), les traces d'une période humide commencent vers 15 500 BP dans la frange sahélo-saharienne. Celle-ci est interrompue par la pulsation aride du « *Younger Dryas* » (Dryas récent) autour de 12 500 BP. De même, Marshall *et al.* (2009) identifient une phase humide autour du lac Ashenge (sud du Tigray) entre 16 200 et 15 200 BP, marquant la fin du LGM, suivie d'une phase aride correspondant au Dryas Récent, entre 13 600 et 11 800 BP. Cette période est suivie d'un hiatus dans la sédimentation, qui précède une période très humide qui voit le remplissage du lac, entre 7 600 et 5 600 BP, date à laquelle commence la période aride. Comme le montre la figure 2.6, l'AHP démarre vers 15 000 BP pour Shanahan *et al.* (2015) et est aussi marqué par un pic d'aridité durant le Dryas récent. Armitage *et al.* (2015) notent en revanche le début de l'AHP vers 14 800 BP. Ces auteurs prennent en effet en compte le retour de conditions humides vers 14 500 BP, suite aux conditions arides de la fin du Pléistocène (Sarnthein *et al.*, 1982 ; Street et Grove, 1979 ; Street-Perrott *et al.*, 1990), liées en partie à l'évènement de Heinrich 1⁵ (Shanahan *et al.*, 2015). Certains considèrent cependant que l'AHP proprement dit commence plus tard, étant donné que se produit un épisode de retour à des conditions arides durant le Dryas récent. Ainsi, DeMenocal *et al.* (2000) ne placent pas le début de l'AHP avant 9 000 BP. De la même façon, Gascon (2006) considère que la période comprise entre 16 000 et 8 000 av. n. è. est hyperaride, la période humide ne commençant qu'après cette date. Gebru *et al.* (2009) placent eux le début de ce qu'ils appellent « la période la plus humide sur le Plateau » en 13 500 BP. Pour Gillespie *et al.* (1983), en revanche, l'AHP commence en 12 500 BP en Afrique tropicale (figure 2.6), tandis que Nyssen *et al.* (2004) considèrent que la période humide débute autour de 11 500 BP. C'est aussi la date proposée par Gasse (2006) pour l'Afrique tropicale. Elle ne nomme cependant pas cette période « *African Humid Period* » (AHP), mais « *Early Mid-Holocene*⁶ » (EMH). À partir de sédiments du Nil, Butzer (1980) envisage un épisode humide sur les hautes terres éthiopiennes entre 11 200 et 6 000 BP, suivi d'une incision de près de 15 m, marquant une phase d'aridité. Le Turdu *et al.* (1999) envisagent plutôt une série d'épisodes humides autour du bassin de Ziway/Shala, entre 9 500 et 7 500 BP, entre 7 000 et 6 000 BP et entre 5 850 et 5 200 BP (figure 2.6). Lüning et Vahrenholt (2019) font commencer la période humide, qu'ils nomment « *Green Sahara and its equivalent in Arabia*⁷ » entre 15 000 et 9 000 BP, tandis que Gasse (2000) indique

5. Les évènements de Heinrich sont des débâcles d'icebergs dans l'Atlantique nord lors des galciations quaternaires. L'évènement Heinrich 1 est daté d'environ 16 000 BP.

6. Traduit en français par : « Holocène inférieur et moyen ».

7. Traduit en français par « le Sahara vert et son équivalent en Arabie ».

que le « Sahara vert et humide »⁸ commence en 10 000 BP, et que Bubenzer et Riemer (2007) voient le début de l'optimum holocène en 9 500 BP (figure 2.6). Sur les hautes terres éthiopiennes aux alentours de Mekele, des tufs étudiés par Moeyersons *et al.* (2006) ont fait remonter le début de la période humide à 15 000 BP, soit 4 à 5 000 ans plus tôt que ce qui avait été précédemment déduit de sondages dans les lacs du Rift éthiopien et kényan.

Certains auteurs identifient des périodes d'aridité ou de sécheresse dans cette phase humide. Pour Gillespie *et al.* (1983), elles s'étendent de 11 000 à 10 000 BP, puis de 8 500 à 6 500 BP et enfin de 6 200 à 5 800 BP dans la vallée du Rift. De même, Gebru *et al.* (2009), citant Lamb *et al.* (2002), déterminent une sécheresse de courte durée autour de 8 600 BP en Éthiopie. Au lac Bosumtwi (Ghana), Shanahan *et al.* (2015) mettent en évidence un pic de l'humidité entre $11\,060 \pm 520$ et $9\,360 \pm 150$ cal. BP, suivi par un déclin entre $8\,480 \pm 100$ et $5\,560 \pm 110$ cal. BP (figure 2.6). De même, Liu *et al.* (2017) distinguent deux phases principales de l'AHP : l'« AHP I », de 10 000 à 8 000 BP et l'« AHP II », entre 8 000 et 5 500 BP. Elles sont interrompues par un événement aride daté de 8 200 BP. Gasse (2006) détermine trois phases de sécheresse en Afrique tropicale : de 9 000 à 8 000 BP, de 7 000 à 6 600 BP et finalement autour de 6 500 BP. À l'échelle de l'Afrique, Hassan (1997) relève de nombreux épisodes secs durant l'Holocène humide : entre 12 000 et 11 500 BP, en 8 500 BP, en 7 500 BP, en 4 500 BP, de 4 000 à 3 700 BP et en 2 000 BP (toutes les dates sont non calibrées). Sur le plateau du Tigray et à faible distance du site de Wakarida, Dramis *et al.* (2003) indiquent deux hiatus dans la formation de sols, autour de 6 670 – 5 800 BP sur le site de Tsabati Mariam et vers 6 510 – 5 610 BP sur celui de Mai Makden, en lien avec les épisodes secs de cette phase humide.

La fin de l'AHP n'est pas déterminée avec plus de certitude que le début. En Afrique du nord et dans la Péninsule Arabique, le tournant vers l'aridification intervient vers 6 500 – 3 500 BP pour Lüning et Vahrenholt (2019), tandis qu'en Égypte, il est daté vers environ 5 800 BP (Brookes, 2003 ; Bubenzer et Riemer, 2007 ; Crépy et Callot, 2016 ; Sanlaville, 1997 ; Wendorf et Schild, 1980), de 5 500 BP à l'échelle de l'Afrique pour Gasse (2000) ; Tierney et deMenocal (2013) ; Tierney *et al.* (2011) et de $5\,160 \pm 80$ à Mai Maikden, dans les hautes terres du nord (Berakhi *et al.*, 1998). Selon Gillespie *et al.* (1983) et Armitage *et al.* (2015), le retour à des conditions arides s'opère à partir de 5 000 BP, 4 800 BP pour Le Turdu *et al.* (1999), 4 500 BP dans le Sahara d'après Lézine *et al.* (2011) et à partir de 4 000 BP pour Bonnefille et Mohammed (1994). Selon Shanahan *et al.* (2015), autour du lac Bosumtwi (Ghana) par exemple, les précipitations connaissent une augmentation abrupte de $5\,410 \pm 80$ cal. BP à $3\,170 \pm 70$ cal. BP, ce qui repousse la fin de l'AHP de plusieurs millénaires.

Le début et la fin de l'AHP sont considérés par Shanahan *et al.* (2015) comme étant

8. « *Wet and green Sahara* ».

abrupts, les changements intervenant sur une période de l'ordre du siècle plutôt que du millénaire. Au lac Tchad, Armitage *et al.* (2015) démontrent un abaissement rapide du niveau de l'eau, preuve pour les auteurs du caractère soudain de la fin de l'AHP. Pour Gasse (2006) aussi, le passage à des conditions arides est abrupt, de même que pour Collins *et al.* (2017), qui les placent autour de 5 800 - 4 800 BP. À l'inverse, Hassan (1997) considère que les conditions plus sèches de la fin de l'AHP se mettent en place graduellement à partir de 4 500 non cal. BP. Dans les hautes terres éthiopiennes, Moeyersons *et al.* (2006) perçoivent une dégradation progressive des conditions humides à partir de 5 000 BP. Sur le plateau du Tigray, Dramis *et al.* (2003) indiquent un changement vers un climat plus aride autour de 5 500 - 4 000 BP. Liu *et al.* (2017) mettent en avant une fin progressive, entre 5 500 et 3 500 BP, tandis que Marshall *et al.* (2009) indiquent une fin brutale de la sédimentation du lac Ashenge en 5 600 BP, liée au tournant climatique brutal vers l'aridité.

À l'inverse, Lézine *et al.* (2011) montrent que les temporalités varient en fonction de la localisation, en particulier de la latitude, mais aussi entre l'Afrique de l'Ouest et l'Afrique de l'Est. Ainsi, le retrait des zones humides à la fin de l'AHP intervient brutalement dans le Sahara (entre 28° et 19° N), tandis qu'il est plus progressif entre 19° et 13° N. Les auteurs estiment que l'AHP démarre plus tôt à l'est qu'à l'ouest (13 500 BP contre 10 500 BP), mais qu'il se termine aussi plus tôt : autour de 3 500 BP, le Sahara central et oriental est presque intégralement sec, tandis qu'une phase humide apparaît entre 3 500 et 2 500 BP dans le Sahel. De même, Shanahan *et al.* (2015) considèrent que les changements ont été plus abrupts dans la frange saharienne que plus au sud et indiquent un gradient est-ouest de la fin de l'AHP, cohérent avec la démonstration de Lézine *et al.* (2011). Ainsi, pour Shanahan *et al.* (2015), la fin de l'AHP est plus précoce aux latitudes supratropicales que près de l'Équateur. En Afrique de l'Est, où les informations sont moins complètes, ces mêmes auteurs soulignent le fait que les contrôles climatiques sont plus complexes du fait de la proximité de l'Océan Indien et que les fluctuations climatiques pourraient s'écarter du modèle proposé pour l'ouest du continent. Pour Lézine *et al.* (2011), les décalages chronologiques entre les reconstitutions sont en partie tributaires de la nature des paléoindicateurs utilisés. Le gradient dans la fin de l'AHP s'accompagne de l'identification, dans plusieurs secteurs (au Sahara, en Éthiopie du sud), d'une phase humide, autour de 2 500 BP, au cœur de la période d'aridification (Le Turdu *et al.*, 1999 ; Lézine *et al.*, 2011 ; Mohammed et Bonnefille, 1998).

La fin de l'AHP est marquée par l'établissement progressif de conditions plus sèches, voire globalement arides (figure 2.6). Elle englobe l'ensemble de la fin de l'Holocène pour certains auteurs (Berakhi *et al.*, 1998 ; Bonnefille et Mohammed, 1994 ; Darbyshire *et al.*, 2003 ; Gasse, 2000 ; Gillespie *et al.*, 1983 ; Le Turdu *et al.*, 1999). D'autres en revanche mettent en avant une période d'alternance rapide de phases humides et plus sèches, enre-

gistrées là aussi dans les sédiments lacustres. Le lac Hayk (Amhara, Éthiopie) par exemple, a enregistré des périodes sèches, entre 4 200 et 4 000 BP, entre 3 000 et 2 600 BP et entre 950 et 650 BP, tandis que les périodes humides seraient intervenues de 3 250 à 3 000 BP, de 2 600 à 950 BP et de 650 BP à 160 non cal. BP (Ghinassi *et al.*, 2015). Autour d'Adoua, Machado *et al.* (1998) identifient trois phases humides principales de 4 000 à 3 500 BP, de 2 500 à 1 500 BP et de 1 000 à 960 BP. Une quatrième phase plus humide est notée de 860 BP à 540 ± 30 cal. BP. La période de 3 500 à 2 500 BP aurait été une période sèche. Pour Gebru *et al.* (2009), les périodes humides s'établissent de 2 700 à 2 300 cal. BP, de 2 450 à 1 400 cal. BP et de 900 à 850 cal. BP., tandis que la période de 3 900 à 2 500 cal. BP est sèche, celle de 1 400 BP à aujourd'hui est aussi sèche voire plus sèche que la phase la plus aride de 5 500 à 2 550 cal. BP.

Les temps les plus récents sont assez difficiles à caractériser, car les conditions varient beaucoup localement. Ainsi, D'Andrea *et al.* (2008) indiquent une phase humide sur le plateau à partir de 500 av. n. è. et une période de pluies saisonnières plus abondantes dans la région d'Adoua et d'Axoum entre 100 av. n. è. et 400 de n. è., ce qu'on retrouve chez Fattovich (2010). Il décrit une pulsation humide mineure de 500 av. n. è. à 500 de n. è. (figure 2.6), alors que Nash *et al.* (2016) notent une phase d'aridité prononcée entre 200 av. n. è. et 200 de n. è., suivie de conditions légèrement plus humides entre 200 et 600 de n. è. puis d'épisodes de précipitations plus fortes entre 700 et 1 000 de n. è. (figure 2.7).

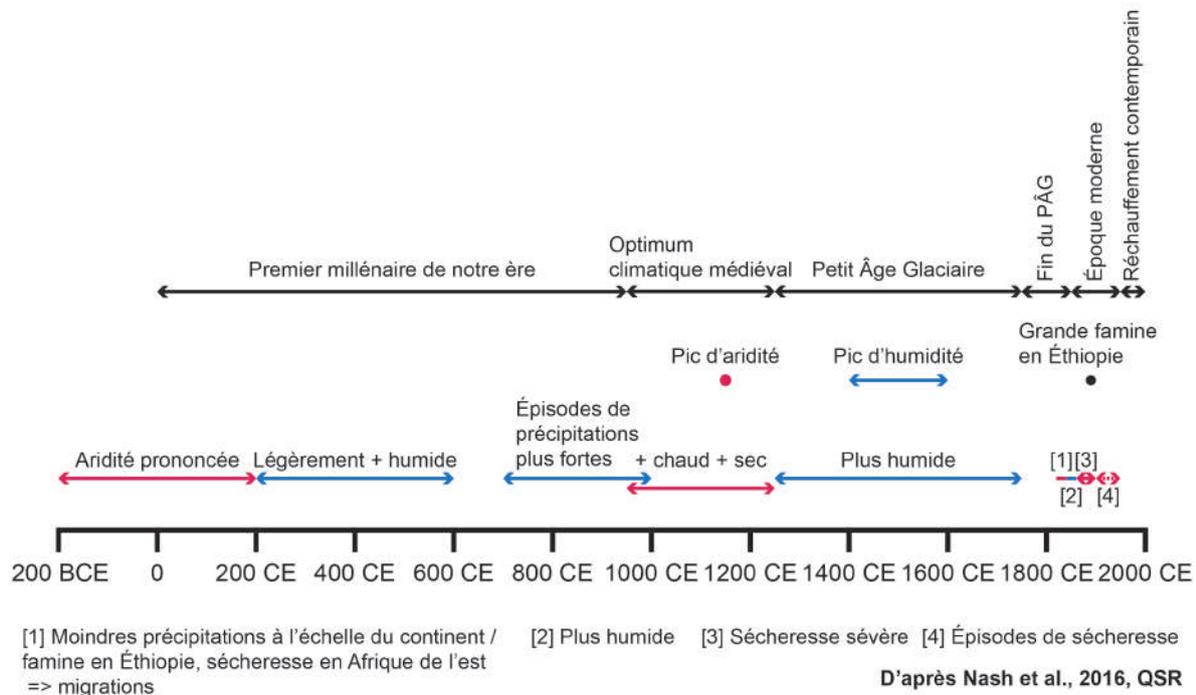


FIGURE 2.7 – Chronologies des changements environnementaux en Afrique de l'Est durant les deux derniers millénaires, d'après Nash *et al.* (2016). Réalisation : N. Blond, 2019.

Bonnefille et Mohammed (1994) voient dans le premier millénaire de notre ère (1 800 - 950 BP) une tendance générale à l'aridité. Pour Gascon (2006) ou Fattovich (2010), les conditions arides s'établissent vers 2 000 av. n. è., tandis que Machado *et al.* (1998) estiment que ce sont les mille dernières années qui voient une tendance générale à l'établissement de conditions plus sèches. Fattovich (2010) indique une baisse des précipitations à la fin du I^{er} millénaire de n. è., qui entraîne sécheresses et famines, comme celle de 831 - 849 de n. è., signalée par Bard *et al.* (2000) dans le Tigray. Nash *et al.* (2016), comme Darbyshire *et al.* (2003), voient dans l'Optimum climatique médiéval une période d'aridité comprise entre 950 et 1 250 de n. è. avec un pic de l'aridité autour de 1 150 de n. è. et les prémices d'un retour à des conditions plus humides aux alentours de 1 200 à 1 250 de n. è. (figure 2.7). L'Optimum climatique médiéval est suivi par le Petit Âge Glaciaire (PÂG, ou LIA en anglais, pour « *Little Ice Age* »), durant lequel les conditions sont plus humides. Il s'étend, selon Nash *et al.* (2016), de 1 250 à 1 750 de n. è., avec un pic d'humidité entre 1 400 et 1 600 de n. è. (figure 2.7). Cet épisode est aussi enregistré par Ghinassi *et al.* (2015) et Bonnefille et Mohammed (1994) autour de 560 BP. La période est plus humide (Ghinassi *et al.*, 2015) et plus froide, avec une baisse des températures de 2 °C dans le sud-est de l'Éthiopie (Bonnefille et Mohammed, 1994). Darbyshire *et al.* (2003) indiquent aussi une phase d'augmentation des précipitations dans toute l'Afrique de l'Est entre 1 400 et 1 700 de n. è. La fin de la période, à partir de l'époque moderne, voit l'augmentation des épisodes secs (figure 2.7), sécheresses qui, combinées à d'autres facteurs, notamment politiques et économiques (Gascon, 2006), conduisent à des famines, particulièrement à la fin du XIX^e siècle (1888 - 1892, figure 2.7) et au XX^e siècle (notamment, mais pas uniquement, en 1973 et en 1984 - 1985).

2.1.5.2 Les études géomorphologiques : entre temps long et recherche appliquée

Les évolutions et changements du climat, sur le temps long de l'Holocène ou le temps plus court des deux mille dernières années, ont des impacts importants sur l'environnement naturel. La question se pose aussi, en particulier pour les périodes les plus récentes, en termes d'interactions socio-environnementales, dans un contexte d'augmentation globale de la pression démographique - malgré de courtes phases de contraction de la population. Cette étude prend alors une dimension appliquée, en particulier au sujet de la culture en terrasses. En effet, bien que ce ne soit pas le sujet de ce travail de recherche, les données produites pourraient être utilisées, dans une optique actualiste, pour comprendre les phénomènes érosifs anciens, les mettre en regard des phénomènes contemporains et en caractériser les évolutions.

Les études contemporaines se sont en effet largement saisies de la question de l'érosion, en particulier dans un contexte de pression sur les ressources pédologiques et de crises

alimentaires récurrentes dans la région (Hurni, 1985). L'intérêt pour la recherche sur la dégradation des zones cultivées est aussi lié à une prise de conscience aiguë, dans la période contemporaine, de la très forte contraction des terres fertiles et donc de la nécessité de lutter efficacement contre l'érosion (Hurni, 1985). Il s'agit de mieux comprendre comment se forment les ravines, sur les versants comme dans les cours d'eau (Billi et Dramis, 2003). Celles-ci peuvent en effet endommager les cultures, et sont particulièrement actives sur les pentes (Daba *et al.*, 2003). L'érosion en ravines (« *gully erosion* ») fait partie, avec l'érosion en nappes et en rigoles (« *sheet and rill erosion* »), des principaux processus érosifs à l'œuvre dans le Tigray (Haregeweyn *et al.*, 2015 ; Nyssen *et al.*, 2004). Nyssen *et al.* (2004) montrent que l'érosion est le résultat de processus mis en place depuis plusieurs millénaires et liés, non seulement aux changements environnementaux décrits dans la sous-section 2.1.5.1, mais aussi à la déforestation, la pression démographique et l'agriculture.

Dans leurs recherches sur la dégradation des terres dans le nord de l'Éthiopie, Feoli *et al.* (2002a,b) croisent les données géomorphologiques, de végétation, d'érosion et les facteurs socio-économiques. Ils démontrent que les contraintes topographiques (fortes pentes), climatiques (précipitations irrégulières) et sociales (fortes pressions démographiques dans les hautes terres au-delà de 1 500 m) favorisent la détérioration des sols. Ils préconisent, pour réhabiliter les terrains, de rétablir la végétation, en particulier de forêt (Feoli *et al.*, 2002a,b). Ils recommandent aussi de réduire la pression démographique en encourageant les processus de « *resettlement* » (villagisation, voir la sous-section 1.5.3.2, page 44) et de diminuer la pression sur les sols par la collecte des eaux de pluie.

Les travaux entrepris par Munro *et al.* (2008) ont permis de nuancer le discours commun affirmant que les paysages des hautes terres éthiopiennes se dégradaient actuellement de façon très importante et incontrôlée. Leur étude couvre les années 1975 - 2006 et s'appuie sur la méthode de la photographie répétée⁹ (Nyssen *et al.*, 2014a, 2010b, 2009b, 2016). Si le début de la période est, effectivement, marqué par d'importantes dégradations dues à la sécheresse, la pauvreté, la guerre et la mauvaise gestion des terres, des mesures de lutte contre l'érosion ont été prises rapidement et permettent d'établir que les taux d'érosion des sols en 2006 correspondent à 68 % de ce qu'ils étaient en 1975 (Munro *et al.*, 2008). La lutte contre l'érosion est passée à la fois par l'amélioration du couvert végétal mais aussi par des ouvrages matériels de conservation des eaux et des sols (parmi lesquels les terrasses de culture jouent un rôle crucial). Ceux-ci ont, pour les auteurs, fait la preuve de leur efficacité. Nyssen *et al.* (2004) précisent à ce sujet que les impacts anthropiques sont « non seulement un facteur de dégradation, mais aussi un facteur de régénération environnementale »¹⁰.

De nombreux travaux ont été entrepris afin de développer la lutte contre l'érosion

9. « *Repeat photography* ».

10. « *Human impact is important, non only as a factor of degradation, but also as a factor of environmental recovery* ».

ou la réhabilitation des terres dégradées. Sur la base d'un système spatial d'aide à la décision modélisé par SIG dans le district d'Adoua, Dragan *et al.* (2003) recommandent d'utiliser certains types de culture afin de faire passer les taux d'érosion en deçà du seuil de dégradation. Ces actions doivent être menées en parallèle des mesures de protection de zones de boisement (« *enclosures* ») et des structures de CES¹¹ : il s'agit de conserver la même surface cultivée afin de garantir les besoins des populations, tout en protégeant les espaces les plus vulnérables. Parmi les structures de CES, les tranchées et les diguettes de pierre sont les plus populaires (Taye *et al.*, 2015). Elles permettent de lutter contre le ruissellement et l'érosion des sols. Si les tranchées sont plus efficaces pour retenir le sol, et les diguettes pour freiner le ruissellement, les premières ont une durée de vie plus courte dans la mesure où elles se remplissent de terre et sont moins efficaces au bout de quelques années (Taye *et al.*, 2015).

Pour Hagos *et al.* (1999), ces mesures seules sont peu efficaces : ils proposent d'opérer des modifications dans la politique foncière ou dans l'accès aux voies de communication et aux marchés. Cette analyse est partagée par Eweg *et al.* (1998) : si les mesures de lutte contre l'érosion sont utiles et efficaces à l'échelle de l'agriculteur, à plus petite échelle la présence de villes ou l'accessibilité de la région sont aussi des problèmes qui doivent être pris en considération. Dans l'ensemble, il s'agit avant tout de lutter contre la pauvreté afin de permettre aux populations une meilleure prise en compte des conditions environnementales (Hagos *et al.*, 1999). Herweg et Ludi (1999) recommandent quant à eux de suppléer les ouvrages de CES de mesures agronomiques et biologiques : les ouvrages ne sont que partiellement efficaces et leur coût initial est parfois trop important pour représenter un véritable atout pour les agriculteurs. Ils suggèrent ainsi de favoriser la végétalisation des zones cultivées, en complément des structures de CES, afin de protéger les sols de l'érosion (Herweg et Ludi, 1999). Dans leur recension des ouvrages de CES, Haregeweyn *et al.* (2015) considèrent qu'il faut les coupler à une meilleure protection des ressources naturelles et à l'augmentation de la productivité des espaces cultivés.

Plus récemment, les travaux se sont aussi orientés vers l'idée qu'il fallait impliquer les populations locales dans le processus de décision, afin d'augmenter l'effectivité des mesures de conservation des eaux et des sols (Haregeweyn *et al.*, 2015). Cela s'oppose aux projets mis en place à partir des années 1970, où les paysans recevaient l'obligation de se conformer aux directives gouvernementales (Hurni, 1985), ou aux programmes « *Food for Work* » décrits dans la sous-section 2.3.3, page 85 *sq.* (Bezu et Holden, 2008 ; Gedamu, 2006 ; Humphrey, 1998). Tegene (2003) recommande de s'assurer de l'accueil favorable des populations envers ces techniques en intégrant des structures traditionnelles et en augmentant la productivité. Il suggère aussi de respecter les contraintes des agriculteurs : largeur suffisante des terrasses pour que l'araire puisse se retourner, nécessité de ne pas

11. Conservation des eaux et des sols, ou *Soil and Water Conservation (SWC)*.

« perdre » une trop grande quantité de terre arable dans la constitution de structures de CES. Par ailleurs, certaines structures en terrasses, les « *weber* » (équivalent dans le Wello des « *daget* » du Tigray), sont prévues pour être temporaires. Elles permettent d'accumuler un sol fertile. Elles sont ensuite cassées et le sol est répandu sur la parcelle en-dessous, qui est ainsi amendée. Les structures destinées à être pérennes sont appelées « *kab* » ou « *kirit* » (Tegene, 2003). Dans certaines régions, par exemple autour de Hagere Selam (Tigray, Éthiopie), les techniques traditionnelles (« *daget* ») sont couplées aux techniques modernes des diguettes en pierre (Nyssen *et al.*, 2000, 2001).

Les études portant sur les ouvrages de CES interrogent aussi leurs effets. Ils permettent, évidemment, de lutter contre l'érosion des sols, mais augmentent aussi l'infiltration de l'eau et donc la recharge de la nappe, ce qui permet une meilleure disponibilité en eau pour les cultures et l'irrigation, ainsi que la réapparition d'une végétation précédemment disparue (Nyssen *et al.*, 2010a, 2009a, 2008).

2.1.5.3 Les recherches paléoenvironnementales

Les environnements anciens et leurs évolutions ont été abordés en Éthiopie et dans le Tigray, souvent sous l'angle de la diminution de la végétation et des problématiques d'érosion. À l'heure actuelle, il ne semble pas y avoir d'étude portant sur l'évolution paysagère et environnementale en lien avec les structures de terrasses.

Les recherches paléoenvironnementales reposent sur différents proxies (phytolithes, comblements alluviaux, sédiments lacustres, coquilles de gastéropodes, pollens, par exemple). Elles permettent d'appréhender les évolutions des environnements, en particulier de la végétation, au cours du temps. Elles montrent aussi assez bien les effets des évolutions climatiques et des actions anthropiques sur la végétation.

Bard *et al.* (2000) indiquent par exemple qu'au Pléistocène Supérieur dans le nord et le centre du Tigray, les versants étaient largement dépourvus de végétation, tandis qu'à l'Holocène ancien, la végétation était dense. Berakhi *et al.* (1998) indiquent, entre 7 000 et 5 000 BP des conditions propices à l'établissement d'une végétation arborée à Mai Maikden. Selon Gebru *et al.* (2009), durant les 7 800 dernières années, une végétation de *Juniperus* et d'oliviers africains (*Olea europaea* subsp. *cuspidata*) et d'acacia était présente dans le Tigray (sites d'Adi Kolen, Mai Maikden et Adigrat). Le couvert végétal s'est dégradé à l'Holocène moyen (Bard *et al.*, 2000), avec le début de l'abattage des arbres lié à l'arrivée de populations sur le Plateau. À Mai Maikden, la dénudation des versants semble s'amorcer à partir de $5\,160 \pm 80$ BP (Berakhi *et al.*, 1998). Les auteurs attribuent cette déforestation aux changements climatiques qui interviennent à cette époque (sous-section 2.1.5.1) mais ne négligent pas pour autant l'hypothèse de l'intervention humaine. En effet, selon Bard *et al.* (2000), la végétation est progressivement abattue au début du II^e millénaire av. n. è. Entre le II^e millénaire et 800 av. n. è., les recherches ont mis en

évidence les premières traces de déforestation et d'agriculture intensive sur les versants autour de Yéha (Pietsch et Machado, 2014). Cela se traduit par un fort colluvionnement. Selon Gebru *et al.* (2009), entre 3 400 et 2 200 cal. BP, la nécessité d'entretenir le royaume d'Axoum a conduit à une importante déforestation sur le Plateau. Dans le Tigray, durant le II^e millénaire av. n. è., la structure végétale est celle d'une végétation ouverte (Bard *et al.*, 2000). Entre le I^{er} millénaire av. n. è. et la première moitié du I^{er} millénaire de n. è., la pression démographique très forte entraîne la colonisation de tout l'espace, même les terres de moindre valeur agricole (Bard *et al.*, 2000 ; Berakhi *et al.*, 1998). La végétation est alors plutôt composée d'arbustes, d'arbrisseaux et d'herbacées. Dans les hautes terres du Wello, Darbyshire *et al.* (2003) montrent que la végétation était composée de forêts mixtes de conifères avant 500 av. n. è., et qu'après cette date, la déforestation est rapide, la végétation étant remplacée par des formations secondaires (broussailles et prairies).

À la fin du I^{er} millénaire de n. è., la végétation subit une forte dégradation et l'installation de l'agriculture entraîne le déboisement de la région (Fattovich, 2010). Dans le Wello, la déforestation s'intensifie autour de 900 de n. è. et en 1 200 de n. è., la formation de *Podocarpus - Juniperus*, présente avant 500 av. n. è., a presque complètement disparu (Darbyshire *et al.*, 2003). En effet, si l'association juniper - olivier a été très répandue aux âges les plus anciens, il semble que les forêts de juniper n'aient pas dominé durant les 1 300 dernières années (Gebru *et al.*, 2009). Pour Bard *et al.* (2000), au contraire, le dépeuplement de la région durant la période post-axoumite entraîne la régénération de la végétation au début du II^e millénaire de n. è. (de 779 à 1 032 de n. è. autour d'Adigrat). De 1 200 à 1 400 de n. è. dans le Wello, la formation végétale secondaire (broussaille) est remplacée par une formation herbeuse (Darbyshire *et al.*, 2003). Elle est suivie d'une nouvelle phase d'abattage durant la seconde moitié du II^e millénaire de n. è., commençant en 1 641 de n. è. à Adigrat (Bard *et al.*, 2000). De 1 400 à 1 700, durant le Petit Âge Glaciaire (figure 2.7), Darbyshire *et al.* (2003) identifient une reprise du peuplement de *Juniperus*, probablement en lien avec l'augmentation des précipitations¹². Depuis 1 700 de n. è., cette population se contracte à nouveau et on observe une seconde phase de déforestation (Darbyshire *et al.*, 2003).

La consultation de photographies aériennes anciennes permet aussi de travailler à l'échelle du XX^e siècle et de caractériser les évolutions récentes. Jacob *et al.* (2015) indiquent ainsi que les 140 dernières années ont été marquées par la croissance de la couverture forestière dans le nord du pays. À Lib Amba (chaîne de montagne d'Abune Yosef, Amhara), ils identifient deux périodes de déforestation, 1917 - 1965 et 1982 - 2010, séparées par une phase de stabilité du couvert entre 1965 et 1982. La deuxième période est la plus sévère : la moitié (54 %) du couvert forestier est détruit. Durant cette même période (1990 - 2010) la FAO annonçait des taux de déforestation d'1 % par an (Jacob *et al.*,

12. Pour plus de détails, se référer à la sous-section 2.1.5.1, page 57 *sq.*

2015). Machado *et al.* (1998) indiquent une phase de déforestation importante entre 1936 et 1939 dans le Tigray.

Les terrasses sont donc un objet d'étude, mais elles sont souvent abordées, en Éthiopie, en ce qu'elles permettent de lutter contre l'érosion, comme nous venons de le voir, ou en ce qu'elles ont une dimension culturelle - voir l'exemple des konsos dans la sous-section 2.2.2.3, page 78 *sq.* (Demeulenaere, 2009 ; Watson, 2009). Néanmoins, leur dimension archéologique n'a pas été abordée pour le moment en Éthiopie, ni leur rôle dans les changements paysagers sur le temps long. Pourtant, des témoignages archéologiques de culture en terrasses existent dans d'autres régions du monde, certaines assez proches géographiquement du nord du Tigray.

2.2 Les terrasses : approches archéologique et géographique

2.2.1 Les terrasses de culture à travers les âges

Une des questions centrales qui a motivé le travail de recherche à Wakarida vise à préciser l'âge des terrasses, en lien d'une part avec les concentrations démographiques et leurs fluctuations, et d'autre part, en rapport avec les accumulations sédimentaires et leur formation.

Un des présupposés de l'équipe archéologique est en effet de considérer que, le peuplement actuel de la zone étudiée s'accompagnant d'agriculture sur des espaces mis en terrasses, il en était très probablement de même jadis, en particulier aux époques pré- et proto-axoumites et axoumite (Benoist et Gajda, 2015 ; Dugast et Gajda, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017).

2.2.1.1 Les terrasses préhistoriques de la Péninsule Arabique

Ce présupposé peut se justifier par comparaison avec d'autres sites, plus ou moins proches géographiquement, où des traces d'agriculture en terrasses anciennes ont été découvertes, en particulier au Yémen et dans le sud de la Péninsule Arabique (Breton, 2017). Les royaumes sud-arabiques, notamment le royaume sabéen, situés dans l'actuel Yémen, avaient établi des contacts étroits avec les États pré-axoumites et avec le royaume d'Axoum (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Fattovich, 2010 ; Gajda, 2009 ; Schiettecatte, 2012). Sur plusieurs sites différents, des accumulations sédimentaires ont été détectées derrière des murets et interprétées comme le remplissage d'anciennes terrasses, datées du début du IV^e millénaire av. n. è. à Sedd Adh-Dhra' (Wilkinson, 2005 ; Wilkinson et Edens, 1999), du III^e millénaire av. n. è. (Gibson et Wilkinson, 1995 ; Wilkinson, 2005 ; Wilkinson et Edens, 1999 ; Wilkinson *et al.*, 1997), et du I^{er} millénaire av. n. è. (Gibson et Wilkinson,

1995) à Dhamar. De même, à Radman (Ghaleb, 1990) ou à Eryan (Pietsch et Mabit, 2012), les âges renvoient au III^e millénaire av. n. è., tandis que dans le Djebel Haraz, les ouvrages ont été datés du I^{er} millénaire av. n. è. (Vogel, 1987). Depuis le III^e millénaire av. n. è., les versants autour des plaines de Dhamar, Yarim et Sanaa ont été aménagés en terrasses, selon la technique appelée *sawaqi* (Breton, 2017), qui consiste à recouvrir les zones pentues de terrasses pour retenir les eaux et en faciliter l’infiltration, ainsi que pour prévenir l’érosion. Ces terrasses peuvent mesurer jusqu’à cinq mètres de hauteur et confèrent au paysage un aspect en gradins. Ces aménagements étaient par ailleurs dotés d’un déversoir pour évacuer le surplus d’eau. Selon Breton (2017), ces paysages étaient associés à l’organisation sociale en tribus et en clans. D’autres exemples existent dans la Péninsule arabique, comme à Masafi (Émirats Arabes Unis), où des terrasses de l’Âge du Fer (I^{er} millénaire av. n. è.) ont été mises au jour, datées aux alentours des VIII^e - VI^e siècles av. n. è. (Charbonnier *et al.*, 2017a,b).

Les âges des terrasses, fournis par Gibson et Wilkinson (1995) ; Wilkinson (2005) ; Wilkinson et Edens (1999) ; Wilkinson *et al.* (1997) sont déduits, pour certains, de datations radiocarbone de charbons pris dans des paléosols accumulés à l’amont de murets de terrasses. D’autres âges découlent de la présence de terrasses en fond de vallées, associées à des sites Âge du Bronze, dont le fonctionnement, selon les auteurs, n’aurait pas été possible si les terrasses n’avaient pas été cultivées. Pietsch et Mabit (2012) datent de la même façon les ouvrages qu’ils étudient par l’âge radiocarbone de l’acide humique de paléosols riches en humus, accumulés à l’amont des murets. Enfin, Charbonnier *et al.* (2017a,b) ont opéré des sondages dans les terrasses de surface pour y trouver des sols agricoles et des ouvrages hydrauliques (canaux, puits, citernes). La datation d’un sol agricole entre les VII^e et VI^e siècles leur permet d’en déduire l’âge des terrasses.

Dans l’ensemble, ces datations sont indirectes : l’âge des structures est déduit de celui des comblements situés à l’amont ou en-dessous. Elles doivent, selon nous, être considérées avec prudence dans la mesure où les sols peuvent être antérieurs à la construction des terrasses, ou les charbons peuvent avoir été remaniés, étant ainsi plus anciens que les structures datées. Par ailleurs, le raisonnement selon lequel les sites ne peuvent avoir fonctionné qu’avec l’appui de structures situées en contrebas nous apparaît comme devant être appuyé par des études supplémentaires. Ces travaux font par ailleurs ressortir une des problématiques principales quant à la question de l’âge des terrasses : il est difficile - voire impossible - de connaître l’âge précis de ces structures, car on ne peut souvent dater que les dépôts qu’elles contiennent ou qu’elles recouvrent, ou des artefacts archéologiques piégés dans les comblements ou éventuellement pris dans la construction.

2.2.1.2 Culture antique et ottomane au Proche-Orient

À l'est de la Méditerranée, à proximité de Jérusalem, des terrasses, dont la construction a été estimée à l'Antiquité notamment par relation avec un système d'irrigation romain (Barnard et Muamer, 2015), ont été protégées par l'Unesco en 2014, dans le village de Battir¹³. Ailleurs en Israël, dans le désert du Néguev, des recherches ont conduit à la découverte de terrasses dans le fond de wadis, dont la construction servait à dériver et conserver les eaux, dans un effort émanant de la puissance impériale byzantine pour couvrir la province de *Palestina Tertia* de terres arables. Ces terrasses ont été datées entre le VI^e et le VIII^e siècles de n. è. (Haiman, 2012). Dans le Néguev toujours, les alentours de la ville d'Ovdat (Aboda) ont été occupés du II^e siècle av. n. è. jusqu'au VII^e siècle de n.è. Durant cette période, des barrages ont été construits dans des lits de wadis pour casser le courant, conserver l'eau et les sols et permettre la culture (Kedar, 1957). En Jordanie, la datation OSL de remplissages derrière les murets permet d'estimer qu'elles auraient fonctionné entre 0 et 800 de n. è. (Beckers *et al.*, 2013b).

2.2.1.3 Ouvrages de conservation des eaux et des sols sur le versant nord de la Méditerranée

Autour de la Méditerranée, des traces d'aménagements anciens sur les versants ont aussi été découvertes. Les plus anciennes remontent à l'Antiquité. Elles sont identifiées en Grèce, dans les Cyclades (Brun, 1993), à Délos, où elles ont été érigées à partir des VI^e / V^e siècles av. n. è. (Brunet, 1990), et plus largement dans le monde égéen (Brun, 1996). Ces aménagements sont aussi attestés aux XVIII^e et XIX^e siècles (Brun, 1996), les ouvrages contemporains étant analysés comme des reconstructions récentes suite à la croissance démographique aux XIX^e et XX^e siècles.

En Espagne, dans la région des Alpujarras (Andalousie), les terrasses ont été construites et utilisées du IX^e à la fin du XVI^e siècles, et servaient à capter les eaux de la Sierra Nevada pour l'agriculture (Douglas *et al.*, 1994). Des témoignages d'une intense mise en culture des versants et des vallons dans le sud de la France durant l'époque moderne sont rassemblés dans l'ouvrage de Blanchemanche (1990). Il s'appuie notamment sur les textes de Chaptal qui décrit les aménagements dans les Cévennes à la fin du XVIII^e siècle. Ceux-ci accompagnent, selon Blanchemanche (1990, p. 74), la « faim de terre » qu'ont connue les habitants du sud de la France à la veille de la Révolution française. Celle-ci s'est traduite par une vague de défrichements et d'achat de terre jusqu'au sommet des coteaux afin de les « ruiner », c'est-à-dire d'en ôter toute la terre pour la déplacer sur des parcelles en contre-bas. Chaptal mentionne aussi « l'industrie de l'habitant des Cévennes », dont les travaux visent à rendre fertiles les versants rocheux des montagnes : « ainsi, après un travail opiniâtre, le flanc de la montagne se trouve hérissé de petits murs parallèles

13. <http://whc.unesco.org/fr/list/1492/>

qui encaissent des couches de terre végétale d'un à trois mètres (trois à neuf pieds) de largeur » (Chaptal, 1833, p. 153). Le même auteur décrit aussi des opérations d'aménagement dans un ravin, consistant d'abord à « élever un mur à pierre sèche au pied même de la montagne, dans toute la largeur du ravin [...] ». Ce mur forme une espèce de digue, qui oppose son flanc au cours des eaux et les laisse filtrer au travers, tant qu'elles sont limpides ; mais lorsqu'après l'orage ou une forte pluie, elles sont devenues troubles, par la terre et les débris de pierres qu'elles charrient, elles déposent contre le mur presque toutes les matières qu'elles entraînent, s'échappent presque pures à travers les joints des pierres ; et peu à peu, ce vide ou cet espace triangulaire, dont le mur forme un des côtés, se remplit ». Ensuite, « on procède successivement de la même manière, jusqu'à ce qu'on soit parvenu au sommet de la montagne ». La conquête progressive des ravins par les terrasses permet d'y cultiver tout en freinant les écoulements, « et une montagne, qui naguère présentait partout l'image de la destruction, n'offre plus que des amphithéâtres de terre végétale, sur lesquels peut s'établir la plus riche culture » (Chaptal, 1833, p. 152).

Ce type de murets de retenue étaient courants aussi dans d'autres espaces de la moitié sud de l'Europe, notamment en Suisse, en Catalogne, dans le Var ou en Auvergne (Blanchemanche, 1990, p. 117) ou en Italie, où l'on parle de *colmate di monte* (Blanchemanche, 1990, p. 32).

2.2.1.4 Agriculture antique sur le versant sud de la Méditerranée

L'Antiquité gréco-romaine a vu le développement de nombreux systèmes d'irrigation et d'adduction, de contrôle et de répartition de l'eau, aussi sur la rive méridionale de la Méditerranée. Ainsi, au nord de la Libye, dans la Tripolitaine (Gale et Hunt, 1986), non loin du Golfe de Syrte, l'utilisation des eaux de ruissellement dans l'agriculture a permis la production et l'exportation de céréales et d'olives d'une rive à l'autre de la Méditerranée, durant la période romaine. Il semble que ce type de culture se soit maintenu durant la période islamique (Gilbertson, 1986). Les murs étaient construits dans le fond du *wadi*, aussi bien pour contrôler les écoulements que pour matérialiser des limites de propriétés et protéger les cultures des troupeaux. Ces constructions reposent sur une connaissance indigène mâtinée d'apports exogènes : les inscriptions retrouvées dans les vestiges attestent la présence de populations libyennes romanisées (Barker, 1993). L'auteur mentionne une évolution dans l'implantation des fermes, qui se fortifient autour des II^e et III^e siècles de n. è., et deviennent des *qsar*¹⁴, sans pour autant que le mode de culture ne change. Ces aménagements sont en revanche largement abandonnés autour du V^e siècle de n. è. (Barker, 1993).

Certaines terrasses du versant sud de la Méditerranée sont toujours en fonctionnement. Elles sont mentionnées dans le Haut-Atlas marocain par Berque (1955). Il décrit les

14. *Qsar* au singulier. Village fortifié (Ben Hounet et Guinand, 2007).

structures sociales d'une tribu chleuh du Haut-Atlas occidental, les Seksawa. Cette région de peuplement récent (six siècles, au moment de la rédaction de l'ouvrage) est constituée de vallées encaissées et de versants auxquels est accroché un important système de terrasses. Les Seksawa pratiquent l'élevage, mais surtout l'agriculture irriguée au moyen de canaux qui distribuent l'eau d'une source ou d'un wadi. Le travail des champs est effectué à l'araire ou à la houe (Berque, 1955).

2.2.2 Les terrasses dans les milieux secs et méditerranéens

2.2.2.1 Les terrasses : approche typologique des ouvrages de conservation des eaux et des sols

La culture en terrasses appartient à ce que Jodha (1990) appelle, en Afrique, l'*ethno-engineering*, pratiques parmi lesquelles il cite : « *terracing mountain slopes, harnessing the runoff and developping small drainage systems* », c'est-à-dire le fait de construire des terrasses sur les versants des montagnes, d'exploiter les eaux de ruissellement et de développer de petits systèmes de drainage.

Les ouvrages de conservation des eaux et des sols revêtent différents aspects quant à leur usage mais aussi leur destination. Les différents types sont valables pour la période contemporaine, mais peuvent s'appliquer aussi aux ouvrages anciens. Leur édification peut répondre à un ou plusieurs des objectifs suivants (Gilbertson, 1986) :

- la collecte et le stockage des eaux de pluie et de surface pour la consommation humaine ou animale ou pour l'irrigation ;
- le contrôle de l'érosion fluviale et du transport sédimentaire ;
- le contrôle des déplacements des animaux par la mise en place de clôtures ;
- le marquage territorial et la délimitation de parcelles ;
- ces ouvrages peuvent aussi être le résultat de l'épierrement des parcelles pour optimiser la surface cultivable et de collecte des eaux (Blanchemanche, 1990).

Les deux premiers objectifs visent directement à la mise en culture des surfaces ainsi aménagées. La création d'un paysage en gradins permet aussi de niveler le sol, de le rendre progressivement plus plat, afin de faciliter les travaux, notamment les labours, surtout s'ils sont effectués à l'aide d'outils à traction animale ou motorisée.

Différentes typologies des ouvrages existent, qui reposent sur des critères différents. Ainsi, Mollard et Walter (2008, p. 123) distinguent les moyens utilisés pour collecter les eaux et leur provenance (*Water harvesting*), des usages qui sont faits de ces eaux (*Runoff farming* si on se sert des eaux de surface pour cultiver, ou *Watertable farming* si on se sert des eaux souterraines). Au sein de la première catégorie (*Water harvesting*), les auteurs différencient :

L’agriculture fondée sur la collecte d’eaux de surface : aussi appelée *water harvesting*, cette méthode consiste à recueillir les précipitations avant leur infiltration et les amener là où elles doivent s’infiltrer. Ils distinguent, dans ce groupe :

- Les eaux de pluie de ruissellement (*rainwater harvesting*) ;
- Les eaux de crues ou les cours d’eau temporaires formés suite à des précipitations violentes (*floodwater harvesting*) ;

L’agriculture reposant sur l’utilisation des eaux atmosphériques : cette technique, nommée *fog and dew harvesting* en anglais, repose sur l’exploitation des précipitations occultes. Il s’agit soit de tirer directement profit de l’humidité qui se dépose sur les plantes, soit de la concentrer à l’aide de capteurs spéciaux ;

L’agriculture pratiquée à partir du captage d’eaux souterraines : ce qui correspond à l’expression *groundwater harvesting* en anglais. Il s’agit, par le biais de galeries drainantes ou de puits, d’amener les eaux souterraines vers les cultures.

Beckers *et al.* (2013a) quant à eux établissent des distinctions en fonction de la provenance des eaux d’irrigation (allogène ou autogène). Dans la dernière catégorie (figure 2.8), ils séparent collecte d’eaux souterraines (*Groundwater harvesting*), collecte d’eaux de ruissellement (*Runoff harvesting*) et collecte d’eaux de crues (*Floodwater harvesting*).

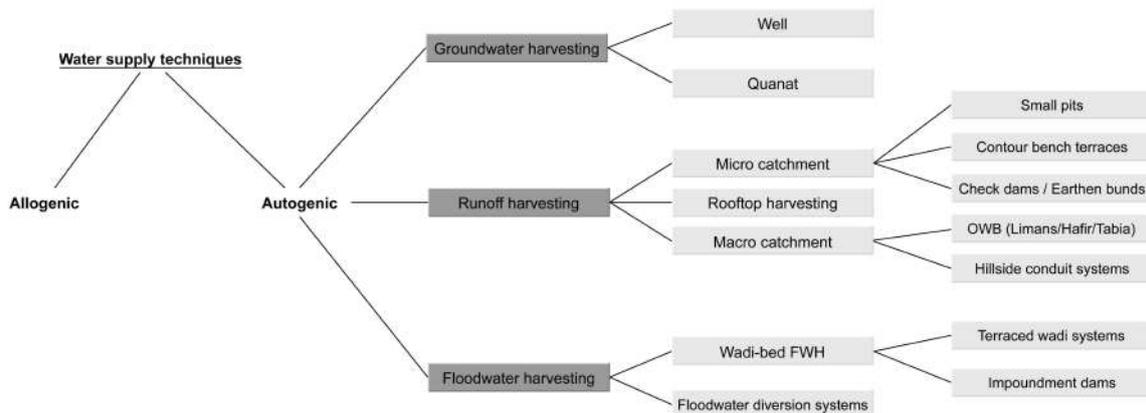


FIGURE 2.8 – Différents types d’ouvrages de collecte des eaux. *Source : Beckers et al. (2013a, p.147).*

Le travail entrepris ici s’intéresse principalement si ce n’est exclusivement aux deux types d’agriculture qui, pour Mollard et Walter (2008), ressortissent à la collecte des eaux (*Water harvesting*) : collecte des eaux de ruissellement ou *rainwater harvesting* appelée par Beckers *et al.* (2013a) *runoff harvesting* ; collecte des eaux de crues ou *floodwater harvesting* chez ces deux auteurs. Dans les cas étudiés ici, les fonctions de marquage et bornage territorial, de protection contre la divagation des animaux laissés à la pâture ou celle de tas d’épierrement (Gilbertson, 1986) sont annexes : elles existent, mais se surajoutent aux fonctions premières de CES.

L'accent a été placé sur la collecte des eaux de pluie et de ruissellement ainsi que la gestion des crues et de leurs conséquences sédimentaires. Les ouvrages de collecte des pluies sont distingués par Mollard et Walter (2008) selon qu'ils retiennent les précipitations sur place ou qu'ils collectent les eaux dans un impluvium avant de les rediriger vers la zone d'infiltration. Dans le premier cas, il s'agit d'établir un obstacle sur une pente, qu'il soit filtrant ou bloquant. Ces aménagements aboutissent à la création d'un paysage alternant gradins et fossés sur des versants plus ou moins pentus. Quand les obstacles sont filtrants, ils retiennent un peu de sol et d'eau à l'amont et en laissent passer une partie vers la planche inférieure. On peut utiliser de la pierre, mais aussi des broussailles, des branchages ou des pailles. Parmi ces types, Mollard et Walter (2008) citent les *gandari* de l'Ader Doutchi Maggia au Niger. Il s'agit de rangées de pierres destinées à capturer des sables déplacés par l'harmattan, qui, piégés par les murets, se déposent et forment une fine pellicule qu'il est ensuite possible de cultiver et dans laquelle les précipitations s'infiltrent (Reij, 1991). On trouve ces diguettes sur des pentes faibles (comme dans l'Ader Doutchi Maggia) ou des pentes plus fortes, en de nombreux espaces du pourtour méditerranéen (Espagne, Grèce, Italie, Syrie) ou d'Afrique subsaharienne (Burkina Faso, Cameroun, Mali) ou orientale (Éthiopie, Rwanda).

En revanche, lorsque l'obstacle est bloquant (ou absolu), le paysage se modifie plus sensiblement, par la formation de planches alignées en courbes de niveau. Ce type d'ouvrage se trouve notamment sur le pourtour méditerranéen et en Afrique du Nord, en particulier au Maghreb (Heusch, 1986). Parmi eux, un des plus fréquents est la banquette, définie par Heusch (1986) comme une « bande de terre de largeur réduite et constante, avec fossé très évasé et bourrelet, installée sur le versant et délimitant une bande de culture. Elle a pour but d'intercepter les eaux de ruissellement et de les empêcher d'éroder ». Un des exemples les plus connus est celui des *Fanya Juu* du Kenya, qui consistent dans le creusement d'un fossé le long des courbes de niveau sur le versant. La terre déblayée est rejetée à l'amont, formant une banquette, qui accumule les sédiments et permet la culture (Saiz *et al.*, 2016 ; Widomski, 2011). Le nom de l'ouvrage, *Fanya juu*, désigne d'ailleurs le fait de rejeter la terre à l'amont (Mollard et Walter, 2008). Avec le temps, le profil des banquettes tend à se stabiliser et on creuse des fossés intermédiaires, puis des arbres sont plantés. Au bout du compte, l'ensemble devient relativement stable. Cette technique est assez récente (années 1950) et provient d'une initiative paysanne spontanée (Mollard et Walter, 2008). Enfin, dernier type d'ouvrage avec obstacle évoqué par les auteurs, les « terrasses nivelées » sont constituées de planches plutôt étroites sur pente raide, qui peuvent être soutenues par des murets de pierre. Ceux-ci peuvent être édifiés sur les versants, en courbes de niveau, comme au Cap-Vert ou dans les ravines, comme pour les *jessour* tunisiens. C'est de ce type particulier que se rapprochent plus particulièrement les ouvrages étudiés ici.

Pour capter les eaux de ruissellement, les techniques évoquées ci-dessus utilisent des

impluviums. Elles se divisent en deux groupes, en fonction de la taille du bassin : en-deçà de 1 000 m², on parle de *microcatchment*, au-delà de 1 000 m², de *macrocatchment*. Si le premier cas ne présente pas d'intérêt direct pour cette étude (culture en trous ou en poquets, *teras* soudanaises en forme de peigne, *negarim* en losanges dans le Néguev ou *meskat* tunisiens rectangulaires), le second, de par la concentration des eaux et des sols qui ruissellent sur les versants, se rapproche, notamment, du cas éthiopien.

L'agriculture fondée sur la collecte des eaux repose aussi sur les eaux de crues (*floodwater harvesting*). Ces eaux sont, dans les zones semi-arides et arides, généralement concentrées sur un court laps de temps. La problématique n'est donc pas seulement de les capter pour irriguer des cultures, mais aussi d'empêcher qu'elles ne les détruisent, avec les aménagements qui les supportent. Il faut d'ailleurs bien différencier les aménagements qui visent à détourner une partie des écoulements d'un cours d'eau pérenne de ceux qui tirent profit de cours d'eau ou torrents temporaires créés à l'occasion de crues. Mollard et Walter (2008, p. 163) classent ces aménagements en quatre catégories :

- les dérivations de petits cours d'eau en crue ;
- les barrages de retenue dans le lit d'un torrent ;
- les systèmes d'épandage de crues (sans canaux) ;
- les systèmes avec canaux d'irrigation.

C'est le second type qui nous intéresse plus particulièrement. Il s'agit de « barrages pratiqués dans le lit d'un cours d'eau [qui] permettent de retenir les eaux peu tumultueuses et les sédiments qu'elles charrient ». On cultive alors directement dans le lit ou juste à côté. Une technique, nommée *akchin* (sud-ouest des États-Unis), consiste à placer les parcelles au débouché d'un exutoire, en bas d'une pente, par exemple. Le terme désigne la bouche d'un petit torrent pour les Indiens papago, indiquant la localisation de ce type de cultures. Des systèmes semblables, situés sur des épandages alluviaux à l'embouchure d'oueds, se trouvent aussi en Mauritanie. Une autre technique consiste à barrer des ravines pour faire s'accumuler les sédiments en amont du barrage tout en permettant le passage d'une partie de la charge et de l'humidité vers l'aval. Des systèmes de déversoirs permettent aussi d'écrêter les crues et de limiter les dégâts qu'elles peuvent occasionner. Il s'en trouve en particulier dans les *jessour* tunisiens. D'autres espaces accueillent aussi des ouvrages assez semblables, sur substrat loessique en Chine, ou en fond d'oued comme dans le Néguev (Mollard et Walter, 2008). En dehors de la Tunisie, les *jessour* sont aussi présents en Tripolitaine (dans le Djebel Nefoussa, en Libye), en Crète, au Proche-Orient et dans le sud-ouest de l'Amérique du Nord, où ils sont construits par les Anasazi et Navajos (Mollard et Walter, 2008). On remarquera que les cultures éthiopiennes dans les vallons ne sont pas mentionnées dans l'ouvrage de Mollard et Walter (2008), pourtant exhaustif et très détaillé. Ces exemples typologiques peuvent aussi être ordonnés en fonction du lieu où l'on peut les trouver.

2.2.2.2 Localisations des espaces en terrasses

En général, selon Reij (1991), les ouvrages de CES se trouvent plutôt dans des régions sèches, où les précipitations sont comprises en 100 et 700 mm/an. L'auteur distingue les fonctions selon les quantités d'eau : jusqu'à 500 mm/an environ, il s'agit de recueillir l'humidité et de la transférer aux zones de culture (techniques qu'il regroupe sous la dénomination *water harvesting*) ; au-delà de 500 mm/an, l'attention est surtout portée sur la conservation d'humidité *in situ*. Enfin, dans les régions où les précipitations dépassent 1 000 mm/an, les mesures de CES sont souvent associées à des aménagements de drainage afin d'éviter la formation de zones d'eau stagnante.

Pour préciser la répartition des différents types d'ouvrages, Roose (1992, p. 485) distingue quatre subrégions écologiques dans la zone soudano-sahélienne, en fonction du total annuel moyen de précipitations. Dans toutes ces zones, les pluies sont concentrées pendant une saison qui dure entre trois et six mois, avec de fortes intensités qui contrastent avec des sols dont la capacité d'infiltration est faible. On peut distinguer :

La région sahélienne où les précipitations sont comprises entre 150 et 400 mm. La culture y est limitée aux vallées (*valley farming*), les bas-fonds sont dévolus aux jardins et les versants au pâturage dans la majorité des cas ;

La région sud-sahélienne où les précipitations sont comprises entre 400 et 700 mm. Les pluies et le ruissellement sont captés à l'aide de cordons pierreux ou de trous d'eau (*runoff farming*) ;

La région nord-soudanienne où les précipitations sont comprises entre 700 et 1 000 mm. Elles sont suffisantes pour l'agriculture (*rainfed farming*). Des cordons ou des murettes peuvent être élevés pour favoriser leur infiltration ;

La région sud-soudanienne où les précipitations sont supérieures à 1 000 mm. Il faut donc pouvoir drainer d'éventuels excès (*drainage farming*). Les arbres sont associés aux cultures et des ouvrages de drainages sont mis en place entre les parcelles.

En Espagne, en particulier dans le sud-est sec, les systèmes de terrasses peuvent se répartir en trois types principaux, en fonction de leur localisation dans le bassin. A l'amont, les *cañada* concentrent l'eau des vallées étroites. Le second type, les *boquera*, sont des diguettes en terre qui permettent de détourner les écoulements vers de petites zones cultivées. Enfin, le troisième type se trouve plutôt dans la zone aval et est constitué par des petits murets en pierres qui conduisent les eaux vers des canaux, les *acequia de cañon* pour ensuite les distribuer dans des champs cultivés (Giráldez *et al.*, 1988).

De l'autre côté de la Méditerranée, les ouvrages de conservation des eaux et des sols sont surtout présents dans la zone semi-aride du Maghreb et de la Libye. En Tunisie,

ils sont connus sous le nom de *jessour*¹⁵ et situés sur le plateau de Matmata (Hill et Woodland, 2003).

2.2.2.3 Les terrasses éthiopiennes : quelle place dans la recherche internationale ?

Les approches bibliographiques ont montré que les terrasses faisaient partie des objets d'étude identifiés, tant dans les recherches environnementales (sous-section 2.1.5, page 57 *sq.*) qu'en archéologie (sous-section 2.2.1, page 69 *sq.*) et que dans les travaux concernant l'agriculture (sous-section 2.2.2.1, page 73 *sq.*). Cependant, les recherches actuelles sur la vie quotidienne ou les exploitations agricoles n'en font pas mention (Gascon, 2006 ; Wolde-Mariam, 1991). La seule exception notable est celle des terrasses cultivées par les Konso, au sud du pays (Demeulenaere, 2009 ; Watson, 2009), terroir de 55 km² classé au Patrimoine Mondial de l'Unesco au titre de Paysages Culturels.

Dans cette société, l'espace se structure en deux grands ensembles : les hautes terres (*xonso*) et les basses terres (*kommeyta*), qui, comme ailleurs en Éthiopie (voir l'Introduction du chapitre 1, page 10 *sq.*), ont des valeurs et des usages différents, pour ne pas dire opposés (Demeulenaere, 2009). Les hautes terres sont des lieux d'habitation et de culture. C'est là que l'on trouve les terrasses : les parcelles sont délimitées par des murets de pierre sèche (*kawwatta*) et cultivées à l'aide d'une houe et d'un bâton à fouir (Demeulenaere, 2009). Les basses terres, en revanche, sont le lieu de la faune sauvage, des pâturages et des populations nomades ou semi-nomades. Les conditions sanitaires n'y sont pas bonnes et les Konso n'envisagent pas, traditionnellement, le *kommeyata* comme un lieu de vie. On note toutefois depuis quelques années une tendance à la descente des populations vers les basses terres, sous l'effet de la pression démographique et d'incitations du gouvernement (Demeulenaere, 2009), qui rappelle la situation tunisienne (Blond *et al.*, 2019).

Selon Watson (2009), les Konso bénéficient de ces aménagements depuis au moins quatre cents ans, et l'auteure insiste sur leur caractère indigène. Les terrasses, appelées « *xeeranta* », couvrent les montagnes depuis une altitude de 700 m jusqu'à leur sommet, à environ 2 500 m (Watson, 2009). De la même façon que dans le Tigray (section 1.3, page 29 *sq.*), les précipitations sont relativement faibles, de l'ordre de 520 mm/an et réparties sur deux saisons principales (mars-mai et septembre-novembre), séparées par une saison sèche (Watson, 2009). De ce fait, les populations pratiquent une irrigation opportuniste, à partir de la concentration des eaux de pluie (« *opportunistic rainwater harvesting* »).

On le voit, les terrasses du Tigray présentent un certain nombre de points communs avec celles des Konso, mais n'ont pas suscité un intérêt aussi important de la part des chercheurs ou d'organismes de patrimonialisation tels l'UNESCO. Elles ne sont pourtant pas moins intéressantes et instructives *a priori*.

15. *Jesr* au singulier.

2.3 Typologie des terrasses à Wakarida

Dans les années 1990, la construction de terrasses est présentée comme une des réponses à l'érosion des sols, à la formation de ravines ou à la perte de fertilité des sols, ainsi qu'aux problèmes de disponibilité en eau pour l'agriculture (Hagos *et al.*, 1999). Dans la zone de prospection, les terrasses agricoles dessinent un paysage en degrés (figure 2.9), assez similaire, en apparence, à celui des *jessour* tunisiens (Blond *et al.*, 2019 ; Hilali, 2011), une technique de sédimentation contrôlée assez ancienne. Ces derniers, comme les terrasses éthiopiennes, font partie des rares exemples d'ouvrages de conservation des eaux et des sols qui sont situés dans des vallons (figure 2.9), et non sur les versants. Dans le Sud Tunisien, pour casser la pente, retenir les sols et les cultiver, les agriculteurs érigent des levées de terre en travers des thalwegs afin d'y provoquer une accumulation progressive qui sera ensuite cultivée (Baldy, 1997 ; Bonvallot, 1986, 1992 ; Hilali, 2011 ; Snane et Mechergui, 1996).



FIGURE 2.9 – Terrasses en fond de vallon dans la vallée de May Weini. À gauche, on remarque la confluence avec la vallée de Ka Ebile, à droite, la route qui rejoint le plateau, que l'on aperçoit à l'arrière-plan. Dans la vallée, les petites buttes non cultivées, plus rocheuses, sur lesquelles sont implantées les habitations conservent un peu de végétation. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Autour de Wakarida, on retrouve ce principe, où des murets de pierre sèche délimitent des parcelles étagées, plus ou moins surplombantes en fonction de la pente générale du thalweg et de son étroitesse (figure 2.9). Ces champs en gradin permettent de casser la pente et favorisent le maintien des sols et l'infiltration des eaux de pluie et/ou de ruissellement (Mollard et Walter, 2008), permettant ainsi la mise en culture. Ce processus a conduit à gommer la topographie originelle de la vallée, enfouie sous les accumulations sédimentaires et les cultures. Ces aménagements traduisent, par ailleurs, une population importante (Blanc, 2001). Néanmoins, à Wakarida et dans ses alentours, on rencontre différents types d'ouvrages qui peuvent recevoir le nom de « terrasses ». Ils se composent soit d'un simple mur en pierre sèche soit d'un bourrelet de terre à l'aval d'un champ. Ils se rencontrent dans des espaces plus ou moins pentus, allant du versant très raide au fond

de vallon presque plat. Leurs fonctions diffèrent aussi, les uns servant à l'agriculture ainsi qu'à la conservation des eaux et des sols, les autres à ralentir l'érosion sur les versants.

2.3.1 Les terrasses de vallons

C'est le type dominant dans la région. Ces terrasses sont construites dans les vallons. L'objectif est de barrer les thalwegs perpendiculairement au sens d'écoulement, afin de piéger les sols et l'eau et d'en retenir une grande partie sur les parcelles. Elles sont délimitées par un bourrelet de terre, dans la plupart des cas renforcé par un muret de soutènement en pierre sèche à l'aval, qui laisse passer, par percolation, l'humidité dans la parcelle suivante (figures 2.9 et 2.10). Parfois, le bourrelet n'est pas renforcé mais est laissé tel quel, comme c'est le cas pour la parcelle où se trouve une bêche bleue sur la figure 2.11 (deuxième parcelle en partant du bas de la photographie). Ces murets ont des hauteurs très variables, allant d'environ 50 cm à plus de 6 m, et l'aspect du parement évolue en fonction des pierres disponibles sur place, puisque le mur est réalisé à l'aide du matériau disponible *in situ*. Le bourrelet de terre a souvent une section presque trapézoïdale, avec un replat au sommet, précédé par une petite pente (figure 2.10). Le replat sert en général à la circulation et, n'étant pas cultivé, demeure enherbé.

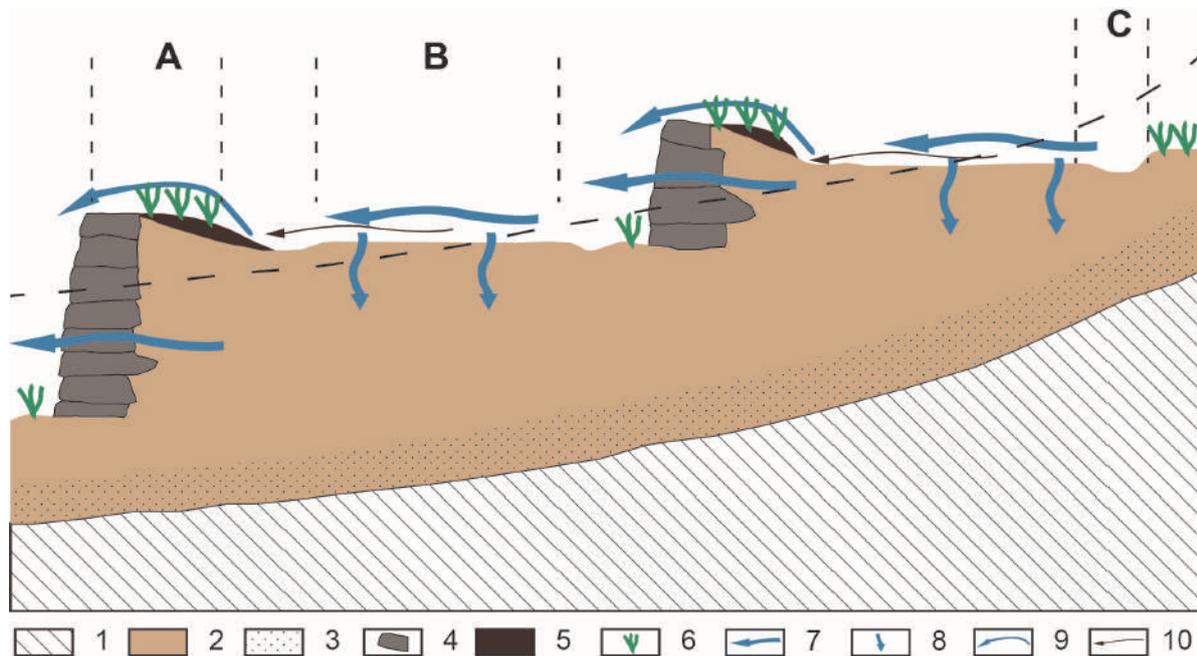


FIGURE 2.10 – Schéma de fonctionnement des terrasses de culture en fond de vallon dans la zone étudiée. A : Espace de circulation ; B : Espace de culture ; C : Chenaux de drainage des eaux de surface. 1. *Bedrock* ; 2. Remplissage sédimentaire ; 3. Inféroflux ; 4. Murets de soutènement ; 5. Accumulations de sédiments déplacés par les écoulements de surface ; 6. Végétation basse ; 7. Écoulements de surface ; 8. Infiltration ; 9. Déversement ; 10. Transports sédimentaires. *Réalisation : N. Blond, 2018.*

À l'amont de ce bourrelet, et plus bas que son sommet (environ 50 cm), s'étend la parcelle proprement dite. Elle est horizontale à subhorizontale du fait des labours et de la présence du muret. À l'extrémité amont de la parcelle, une bande est réservée, au pied du mur de la terrasse située plus haut (figure 2.10). Elle permet la circulation et évite de dégrader l'ouvrage d'amont avec le soc de l'araire à deux bœufs (*maresha*), lors des labours. Ces parcelles, comme on peut le voir sur les figures 2.9 et 2.11, sont surtout occupées par de la céréaliculture.



FIGURE 2.11 – Murets et bourrelets à l'aval des parcelles, vallée de May Weini, plan rapproché. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 2.12 – Moutons au pâturage (vaine pâture) et brûlis de chaumes et broussailles dans la vallée de May Ayni, entre le village de Sewne et le site de Wakarida. *Cliché : N. Blond, 2014.*

Une fois moissonnées, les parcelles sont laissées à la vaine pâture. Le bétail (ânes, vaches, bœufs, chèvres et moutons) est placé sous la surveillance d'enfants. Les animaux se nourrissent des chaumes abandonnés sur place. Ils sont entravés, attachés ou gardés afin de rester dans le champ et ne pas aller manger ce qui n'a pas été récolté ou les cultures des voisins (figure 2.12). Les moutons sont souvent laissés libres alors que les veaux ou les bœufs sont plus souvent attachés.

Dans ce premier type de terrasses, il est possible d'identifier deux catégories, en fonction de la largeur du vallon, de la pente, et de la place dans l'hydrosystème.

2.3.1.1 Les terrasses d'amont

Les terrasses d'amont sont plus étroites, souvent moins profondes que celles situées dans les bas-fonds, et sont séparées par des murets plus hauts, du fait de la pente plus forte. Une autre particularité est que le muret distal a un tracé non pas rectiligne mais concave vers l'aval, le but étant, selon toute vraisemblance, d'offrir une plus grande résistance à la pente et à l'érosion hydrique (figure 2.13). Ces ouvrages sont aussi adaptés à la topographie, afin de suivre un thalweg plus ou moins marqué avant la mise en terrasse.



FIGURE 2.13 – Terrasses concaves vers l'aval, à l'amont de la vallée de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2014.*

2.3.1.2 Les terrasses de bas-fond

Les terrasses de bas-fond sont larges, profondes, et généralement moins hautes. Vu leur largeur, elles sont parfois divisées en deux parcelles par une levée de terre perpendiculaire au muret distal (figure 2.11). Quelques fois, cette séparation recoupe l'ancien lit d'un cours d'eau, aujourd'hui comblé, comme c'est le cas à May Weini (figures 2.11 et 2.14). Les parcelles peuvent être occupées, en particulier lorsqu'elles sont situées à proximité d'un habitat, par une aire de battage (figures 2.15 et 2.16).



FIGURE 2.14 – Portion de la vallée de May Weini représentée sur les figures 2.9 et 2.11, vue depuis le ciel. Le point bleu indique le lieu de la prise de vue, les pointillés noirs l'angle de celle-ci et le tireté rouge, le tracé du lit d'un ancien cours d'eau de surface et son influence sur le tracé des limites parcellaires. *Réalisation : N. Blond, d'après Google Earth, 2018.*



FIGURE 2.15 – Aire de battage sur un champ en terrasse dans la vallée de May Ayni, à l'amont du site de Wakarida. La photo est prise depuis le versant en rive gauche. Remarquer la meule sur l'aire, les tiges moissonnées y étant entreposées en attendant le battage. *Cliché : N. Blond, 2015.*



FIGURE 2.16 – Aire de battage sur un champ en terrasse dans la vallée de May Ayni, à l’aval du site de Wakarida et à l’amont du village de Sewne. On remarque le petit bourrelet formé à l’extérieur de l’aire. La parcelle ne semble pas avoir été cultivée durant la saison précédente, on n’y voit pas de pailles coupées. *Cliché : N. Blond, 2014.*

La situation topographique de ces aménagements, en fond de vallon, s’explique par la proximité de la nappe et donc la disponibilité des eaux souterraines, notamment l’in-féoflux. Celles-ci peuvent être exploitées par le creusement de puits, parfois équipés de motopompes. Ils servent à irriguer des parcelles vouées à la culture maraîchère, qu’on pourrait désigner par l’appellation « terrasses-jardins » (figure 2.17). Ce type est localisé presque exclusivement au niveau des confluences de May Ayni, Ka Ebile et May Weini.



FIGURE 2.17 – Cultures maraîchères irriguées, vallée de May Ayni. *Cliché : Y. Callot, 2013.*

2.3.2 Les terrasses de croupes, cols et replats

Très semblables aux terrasses de vallons par leur construction, leur forme et leurs usages, ces ouvrages s'en distinguent par leur position topographique. Ils sont en effet situés sur les versants, dans des espaces de replats topographiques au niveau des croupes, des cols, des sommets et des buttes, où ils forment des clairières de défrichement au sein d'une végétation basse et peu dense (figure 2.18). En raison de cette localisation souvent moins favorable, ces terrasses sont moins planes que leurs équivalentes de vallons. La taille des bassins versants tributaires est aussi plus variable, puisque lorsque les ouvrages sont situés sur des cols ou au sommet de certaines buttes, elle peut être quasiment nulle, comme on peut le voir au second plan de la figure 2.9, page 79.

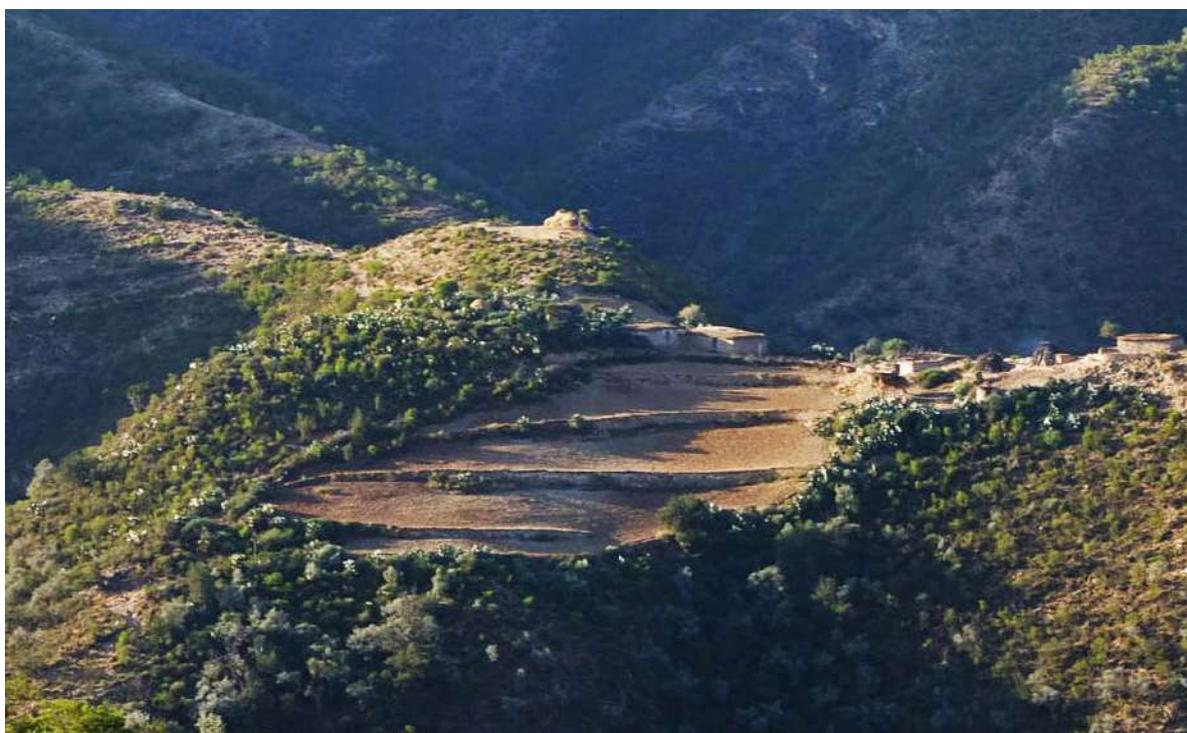


FIGURE 2.18 – Croupes cultivées en terrasses sur une crête. *Cliché : O. Barge, 2014.*

2.3.3 Les banquettes anti-érosives

Les banquettes anti-érosives doivent être bien distinguées des ouvrages précédemment décrits. Elles sont localisées sur les versants, mais, contrairement aux terrasses méditerranéennes en courbes de niveau (Blanc, 1984 ; Blanchemanche, 1990 ; Lewis, 1953), ces murets ne sont pas destinés à fournir des surfaces cultivables, mais à freiner l'érosion sur des versants faiblement végétalisés (figure 2.19). C'est l'État qui demande la construction de ces ouvrages aux populations locales dans le cadre de programmes d'aide alimentaire et/ou financière nommés *Food for Work* (Bezu et Holden, 2008 ; Gedamu, 2006 ; Humphrey, 1998). En échange de divers travaux, les participants reçoivent une certaine somme

ou une certaine quantité de nourriture ou de semences. À l'inverse, les terrasses agricoles, construites par les propriétaires et exploitants des terres, ne font l'objet d'aucune aide.



FIGURE 2.19 – Versant couvert de terrasses anti-érosives construites à la demande du gouvernement dans le cadre du programme *Food for Work*, vallée de May Ayni. Cliché : Y. Callot, 2013.

2.4 Positionnement théorique de la thèse

On l'a vu plus haut (section 2.2), les recherches portant sur les terrasses agricoles se penchent peu sur la question des ouvrages éthiopiens, et ne les abordent pas dans l'optique d'un questionnement sur les évolutions paysagères et environnementales. Pour combler cette lacune, cette thèse de géographie s'inscrit à la croisée de recherches géomorphologiques, sédimentologiques, archéologiques et géoarchéologiques, paléoenvironnementales, paléoclimatiques, ethnologiques et d'histoire du paysage.

Pour cela, elle met en œuvre des méthodes (décrites dans le chapitre 3, page 91 *sq.*) qui ont trait à la fois à la géographie, à la géomorphologie, à la géoarchéologie, à la sédimentologie ou aux paléoenvironnements, disciplines aujourd'hui bien connues. Elle s'appuie aussi sur l'ethnoarchéologie et l'ethnogéomorphologie, démarches décrites plus en détail dans la section 3.4, page 121 *sq.*

Par ces différents aspects, ce travail emprunte à l'archéologie du paysage l'idée d'un paysage palimpseste (Crawford, 1953), qui s'oppose à celle, largement véhiculée encore de nos jours, d'un paysage « fossile » transmis tel quel ou presque depuis l'Antiquité. En s'attachant à la pluri- et à l'interdisciplinarité, il renvoie aussi au courant plus récent de l'archéologie du paysage, identifié par Turner (2011), s'appuyant sur la méthode systémique pour restituer environnements et paysages anciens. En appliquant les méthodes de la géographie à un contexte et des sites archéologiques, il se rapproche aussi de l'archéogéographie, décrite par Chouquer (2011) comme « discipline de l'analyse des formes physiques, sociales et hybridées, dont les disciplines référentes sont la géographie, la morphologie agraire et la morphologie urbaine [...] [n]ée de la rencontre entre la géographie comme méthode et l'archéologie comme documentation ». Dans un article plus ancien, Chouquer (2009) donne un aperçu plus schématique de ce qu'est cette discipline : « histoire (les textes ; l'épigraphie ; la connaissance des sociétés) + géographie (les formes ; les typologies ; la capacité à varier les échelles) + archéologie (les fouilles et tout élément de matérialité) + géoarchéologie (les sédiments et leurs dynamiques) forment le groupe indispensable, et nous proposons d'appeler "archéogéographie" la pratique de liaison entre ces disciplines ». Cette filiation s'entend dans la mesure où l'on considère le paysage comme élément naturel et culturel et où l'on cherche à rattacher ses évolutions au contexte culturel et socio-politique des époques étudiées autant qu'aux variations climatiques, pédologiques ou du couvert végétal.

L'usage abondant qu'il est fait dans cette étude des documents d'archives (voir la section 3.3, page 106 *sq.*), quel que soit leur format (photographies, cartes, textes, cartes postales), renvoie aussi aux questionnements géohistoriques et géo-historiques (Jacob-Rousseau, 2009). Comme il vient d'être dit, en appliquant des méthodes géographiques à des périodes anciennes, ce travail se rapproche de l'archéogéographie. Il peut aussi se réclamer de la géographie historique - en fonction du laps de temps considéré - en ce qu'il « analyse les espaces ou les phénomènes du passé avec les méthodes de la géographie » (Jacob-Rousseau, 2009). Néanmoins, par l'utilisation de documents d'archives pour l'histoire environnementale, la dette à la géohistoire apparaît nettement (Jacob-Rousseau, 2009).

L'ensemble de ces approches contribue à une vision systémique de la question des terrasses. Elle nous a semblé indispensable du fait même de l'objet d'étude, qui combine influences naturelles (conditions climatiques, précipitations, érosion, nature des sols, ruissellement) et anthropiques (phases de colonisation et d'abandon de la région dans la seconde moitié de l'Holocène, constructions d'ouvrages de conservation des eaux et des sols, agriculture). De par l'ensemble des méthodes utilisées (entretiens ethnogéomorphologiques et ethnoarchéologiques, études sédimentologiques ou recours aux archives), il apparaît aussi que ces approches théoriques ressortissent de l'actualisme (Coudart, 2008),

principe selon lequel les lois qui ont régi les phénomènes et processus passés sont identiques aujourd'hui. Appliqué d'abord aux disciplines des sciences de la terre, notamment la géologie (Foucault et Raoult, 1992), il trouve aujourd'hui une résonance dans les sciences humaines et sociales (Coudart, 2008). Il faut cependant tenir compte du risque de plaquer représentations et conceptions actuelles sur celles des époques passées étudiées (Jacob-Rousseau, 2009), déformant ainsi les relations que les sociétés anciennes entretenaient avec leur environnement.

Ce positionnement théorique permet le développement de questions qui ont orienté les recherches et présidé au choix des méthodes qui sont décrites au chapitre 3, page 91, *sq.*

2.5 Questions de recherche

Comme on a pu le voir, si les terrasses ne sont pas absentes des recherches actuelles, en géographie comme en archéologie, aucune étude, à notre connaissance, ne s'est pour le moment attelée à la question de savoir si les terrasses de vallons, observées de nos jours autour du site de Wakarida, sont un héritage de la présence des populations axoumites, ou si elles sont de construction récente. Si certains travaux préliminaires ont tendu vers l'hypothèse d'un paysage « fossile » (Dugast et Gajda, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017), les premières hypothèses ainsi que des éléments bibliographiques (Blanc, 2001 ; Blanchemanche, 1990) tendent à montrer qu'il s'agit d'ouvrages qui peuvent être élevés rapidement, et détruits aussi rapidement s'ils ne sont pas entretenus.

Cette question initiale en a entraîné d'autres à sa suite : l'étude des terrasses ne peut être déconnectée de celle des comblements qu'elles retiennent. À ce sujet, aucune séquence alluvio-colluviale de vallon n'étant documentée, aucune hypothèse n'avait été émise, si ce n'est que les dépôts étaient vraisemblablement holocènes. À la question de l'âge s'est ajoutée celle des processus de dépôt, qui renseigne à la fois sur la présence ou non de terrasses et sur les conditions climatiques et/ou environnementales.

Conjointement à ces deux interrogations s'est posée celle de l'occupation humaine de la région : l'hypothèse de départ est que les comblements sédimentaires observés ont pu se mettre en place dans un contexte d'ouverture progressive du couvert forestier qui traduirait la présence humaine. De la même façon, l'idée de terrasses anciennes repose sur celle d'une pression anthropique déjà forte par le passé.

Toutes ces questions sur le peuplement, l'environnement et les paysages anciens ont conduit à s'interroger sur les conditions actuelles, afin d'appréhender les évolutions à long, moyen et court terme (l'Holocène, la période moderne, les dernières décennies). Il s'agissait de mieux comprendre les rapports aujourd'hui entretenus par les populations avec leur environnement, en particulier agricole.

Il s'agit dès lors de montrer que les terrasses de Wakarida ont probablement été érigées sur des comblements sédimentaires préexistants, formés dans des conditions qui ont varié avec les périodes. La région semble avoir connu des phases d'occupation et d'abandon, qui ont eu des répercussions sur l'environnement, en particulier la végétation et les régimes hydrographiques. Leur construction est probablement récente, résultant de la combinaison de facteurs environnementaux, culturels et socio-politiques.

CONCLUSION

Les problématiques de travail à Wakarida sont multiples dans la mesure où elles coïncident avec un contexte archéologique riche, aujourd'hui bien connu, et qui s'étend de la préhistoire au Moyen-Âge, dans une région qui couvre le Tigray actuel et une partie de l'Érythrée. Depuis la fin du XX^e siècle, les études archéologiques tendent à s'élargir et à impliquer un plus grand nombre de spécialistes, afin de diversifier les approches et d'avoir une vision plus complète des sites.

Ce mouvement accompagne aussi les mutations des approches disciplinaires en géographie et en archéologie, grâce à l'affirmation de domaines hybrides comme la géoarchéologie, l'archéogéographie, la géographie des paysages, la géohistoire ou la géographie historique.

L'étude des terrasses à Wakarida s'inscrit dans cette tendance à l'ouverture de nouveaux champs d'investigation. S'ils ne sont pas des objets inconnus des études archéologiques ou géographiques, les aménagements en terrasses de Wakarida et de ses alentours ont jusqu'alors été très peu étudiés voire ignorés - ce qui s'explique aussi par la relative jeunesse des travaux sur ce site.

Les terrasses posent ainsi de nombreuses questions qui relèvent de divers domaines de recherche. La méthodologie systémique mise en œuvre pour tenter d'y répondre s'appuie donc sur des techniques variées, mais complémentaires, visant à aborder les terrasses de façon globale.

Chapitre 3

Appréhender les terrasses : une méthodologie systémique

What makes it difficult is that research is immersion in the unknown. We just don't know what we're doing. We can't be sure whether we're asking the right question or doing the right experiment until we get the answer or the result.

Schwartz, 2008

Sommaire

| | |
|---|------------|
| Introduction | 92 |
| 3.1 Observations de terrain, prélèvements et cartographie des formes | 92 |
| 3.2 Sédimentologie et chronostratigraphie | 94 |
| 3.2.1 Texture et granulométrie | 95 |
| 3.2.2 Dosage de la matière organique et des carbonates de calcium | 101 |
| 3.2.3 Analyses anthracologiques | 101 |
| 3.2.4 Datations | 102 |
| 3.2.5 Limites et biais méthodologiques | 103 |
| 3.3 Archives et histoire du paysage | 106 |
| 3.3.1 Délimitation du corpus documentaire | 106 |
| 3.3.2 Traitement des archives | 116 |
| 3.4 Ethnologie, géomorphologie et géoarchéologie : entretiens et érosion | 121 |
| 3.4.1 À la croisée de l'ethnoarchéologie et de l'ethnogéomorphologie | 122 |
| 3.4.2 Définition du type d'entretien | 124 |
| 3.4.3 Définition et caractérisation de l'échantillon étudié | 130 |
| 3.4.4 Biais et limites méthodologiques | 132 |
| Conclusion | 134 |

INTRODUCTION

Ce chapitre détaille la méthode utilisée tout au long de ce travail. Il reprend et développe des éléments déjà évoqués un article publié en 2018 (Blond *et al.*, 2018). La méthodologie, systémique, repose sur la combinaison de plusieurs approches de la géomorphologie, de l’histoire des paysages et de l’ethnologie, dans l’optique de répondre à des questions archéologiques et d’histoire environnementale. Elle a consisté à combiner travail de terrain, études sédimentologiques et chronostratigraphiques, consultation d’archives (iconographiques, textuelles, photographiques), analyses de photographies aériennes et de photographies et images satellitaires et entretiens avec des agriculteurs. L’approche s’est aussi enrichie de la comparaison du site éthiopien de Wakarida avec des sites semblables (malgré un contexte légèrement différent) dans les Matmata (Sud Tunisien), à l’occasion d’une étude dont les résultats ont été publiés dans la revue *Cybergéo* (Blond *et al.*, 2019).

3.1 Observations de terrain, prélèvements et cartographie des formes détritiques

Le travail de terrain a reposé sur la prospection et la cartographie au sein de la zone d’étude, dans le but de comprendre la géométrie des formes détritiques et l’organisation générale des dépôts. La zone de prospection géomorphologique est identique à la zone de prospection archéologique, à l’exception de la vallée de Welwalo, parcourue uniquement pour y chercher des informations géomorphologiques (figure 3.1). La figure 3.1 fait apparaître une correspondance importante entre les altitudes et la délimitation de la zone de prospection¹ : c’est bien l’éperon, le prolongement topographique du plateau, décrit dans la sous-section 1.2.1, page 16 *sq.*, qui a été étudié. Cette prospection, complétée de la consultation d’images satellitaires, a abouti à la production de cartons géomorphologiques (figure 1.19, page 28), permettant de rendre compte de l’organisation des modelés quaternaires.

La prospection géographique a été guidée par les repérages de coupes stratigraphiques effectués par Olivier Barge et Emmanuelle Régagnon lors de leurs prospections archéologiques. Ce travail s’est appuyé sur l’étude de seize² coupes stratigraphiques naturelles (figure 3.1 et tableau 3.1) développées sur 1,45 à 7 m de hauteur dans les remblaiements sédimentaires de vallées et mises en valeur par l’érosion régressive. Le choix s’est porté sur ce type d’archives sédimentaires car elles offrent la possibilité de faire une lecture stratigraphique à la fois verticale et longitudinale, donnant dès lors de précieuses infor-

1. Le choix du gradient de couleur a été guidé par la possibilité de faire ressortir cette concordance et de mettre en valeur la position topographique des coupes.

2. Seules quinze coupes apparaissent sur la figure 3.1, les coordonnées de la coupe GGa n’ayant pas été relevées.

mations quant à la formation des dépôts. Elles présentent, d'autre part, l'avantage de ne pas nécessiter le creusement de sondages dans des champs actuellement cultivés.

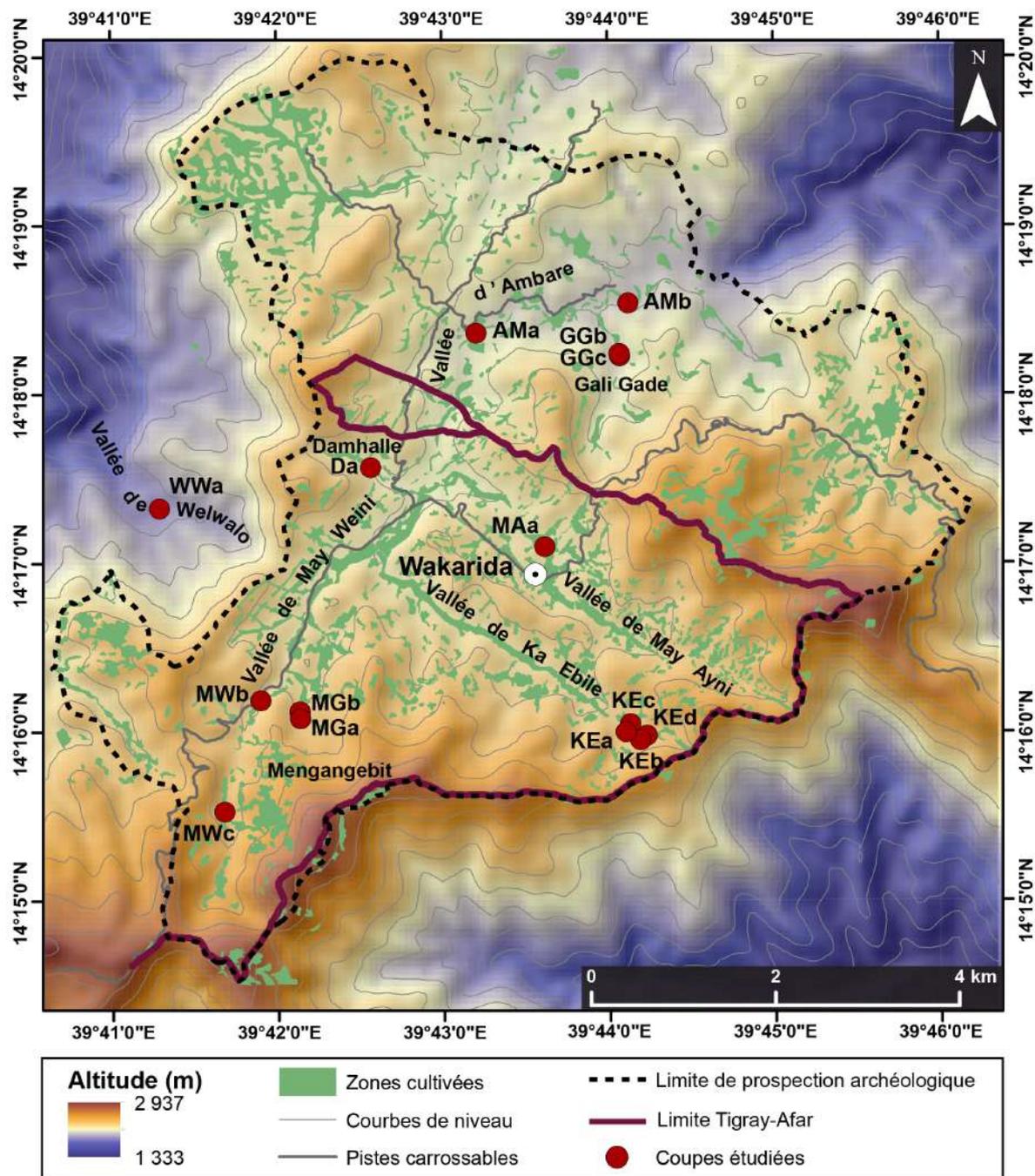


FIGURE 3.1 – Carte des coupes étudiées. Altitude d’après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

Les coupes étudiées se répartissent entre les deux régions : sept sont situées dans le Tigray et neuf en Afar (tableau 3.1 et figure 3.1). Nous avons cherché à diversifier les espaces étudiés afin d’obtenir une image plus complète des bassins versants. Sur tous les sites³ étudiés, les coupes ont été levées, dessinées et, dans certaines, des échantillons de

3. Le site se compose de la coupe étudiée et de son environnement immédiat.

sédiments ont été récoltés, non pas systématiquement mais à chaque changement de faciès (variation de couleur et/ou de texture). Chaque fois qu'une unité stratigraphique (US) comportait des charbons, ils ont aussi été prélevés pour être analysés en laboratoire. Dans cet ensemble, il est possible de distinguer les sites d'amont des vallées principales, les sites de bas-fonds et les sites sur des affluents, de taille plus réduite que les vallées principales.

| Région | Vallée | Coupe | Coordonnées Y | Coordonnées X | Altitude (m) |
|--------|-------------|-------|---------------|---------------|--------------|
| Afar | Ambare | AMa | 14.306028 | 39.720083 | 2 235 |
| | | AMb | 14.309004 | 39.735342 | 2 189 |
| Tigray | Damhalle | Da | 14.292783 | 39.709433 | 2 309 |
| Afar | Gali Gade | GGa | / | / | / |
| | | GGb | 14.303785 | 39.734518 | 2 237 |
| | | GGc | 14.303967 | 39.734487 | 2 238 |
| | Ka Ebile | KEa | 14.266607 | 39.735083 | 2 428 |
| | | KEb | 14.266333 | 39.737167 | 2 444 |
| | | KEc | 14.267422 | 39.735506 | 2 420 |
| | | KEd | 14.266417 | 39.73694 | 2 439 |
| Tigray | May Ayni | MAa | 14.284908 | 39.72692 | 2 323 |
| | Mengangebit | MGa | 14.268708 | 39.702321 | 2 398 |
| | | MGb | 14.268718 | 39.702287 | 2 399 |
| | May Weini | MWb | 14.269778 | 39.698333 | 2 389 |
| | | MWc | 14.258818 | 39.694737 | 2 462 |
| | Welwalo | WWa | 14.288764 | 39.688173 | 2 071 |

TABLEAU 3.1 – Tableau de coordonnées des coupes étudiées. Coordonnées en degrés décimaux et altitudes en mètres au-dessus de la mer, selon les indications fournies par Google Earth Pro. Les coordonnées de GGa n'ont pas été relevées sur le terrain, ce qui explique son absence sur la figure 3.1.

3.2 Sédimentologie et chronostratigraphie : les archives sédimentaires pour la reconstitution des paysages et environnements anciens

Le travail de terrain a été suivi d'analyses en laboratoire. L'étude chronostratigraphique et les analyses sédimentologiques des dépôts permettent d'appréhender l'organisation et la nature des accumulations sédimentaires à l'échelle de la coupe. Il s'est agi d'abord d'identifier sur le terrain les principales unités stratigraphiques par leur apparence (limoneuse, sableuse, grossière), de préciser ces dénominations grâce à la détermination de la texture par tamisage humide et d'affiner enfin les classifications grâce à la granulométrie

laser. La matière organique et les carbonates de calcium ont été dosés. Enfin, les éventuels macro-restes végétaux ont été étudiés et datés.

Les analyses sédimentologiques ont été effectuées en laboratoire, au sein de la plateforme OMEAA⁴. Ces mesures ont pour intérêt de mieux connaître la composition des sédiments afin d'en comprendre les modalités de dépôt, l'origine et les processus (anthropiques et/ou biophysiques) les ayant affectés après le dépôt. Elles peuvent aussi permettre d'y détecter des traces de culture ou de labour dans les dépôts visibles en coupe ou d'y observer un éventuel lien entre des aménagements agricoles enfouis et la sédimentation, notamment par la recherche de vestiges archéologiques et/ou agricoles (murets de terrasses, outils, céramiques). La granulométrie donne des indications sur la compétence des processus ayant formé les accumulations sédimentaires observées. Combinée à la lecture stratigraphique des unités (transitions progressives, contacts ravinants, traces de pédogénèse) et à la datation par le carbone 14, elle renseigne aussi sur les phases d'ablation et de dépôt. Les analyses en laboratoire nous ont amené à traiter 218 échantillons.

3.2.1 Texture et granulométrie

En première instance, les échantillons ont été caractérisés par leur texture. Elle permet d'avoir une image compréhensive de la répartition des différentes classes granulométriques principales au sein de l'échantillon. Quatre tamis ont été utilisés pour décrire la texture des échantillons : 63 μm , 500 μm , 2 mm et 10 mm. Ces quatre classes ont permis d'identifier les particules fines (argiles et limons, < 63 μm), les sables fins (63 - 500 μm) et grossiers (500 μm - 2 mm) et la fraction grossière, en séparant gravier fin (2 - 10 mm) et gravier grossier (> 10 mm), d'après la classification établie par Blott et Pye (2001) et détaillée dans le tableau 3.2.

| Fraction | Classe | Taille |
|-----------|------------------|-----------------------------------|
| Fine | Argiles | $t \leq 0,002 \text{ mm}$ |
| | Limons | $0,002 < t \leq 0,063 \text{ mm}$ |
| Sableuse | Sables fins | $0,063 < t \leq 0,5 \text{ mm}$ |
| | Sables grossiers | $0,5 < t \leq 2 \text{ mm}$ |
| Grossière | Graviers | $2 < t \leq 64 \text{ mm}$ |
| | Cailloux | $64 < t \leq 256 \text{ mm}$ |
| | Pierres | $t > 256 \text{ mm}$ |

TABLEAU 3.2 – Tableau récapitulatif des classes granulométriques utilisées pour les analyses, d'après Blott et Pye (2001).

Une quantité variable de sédiment (entre 30 et 40 g) a été tamisée à l'eau. Les échan-

4. Observations et Mesures des Environnements Actuels et Anciens, UMR 5133 Archéorient et UMR 5600 EVS, Lyon.

tillons ont été prélevés dans un bécher et pesés. Ils ont ensuite été séchés à l'étuve et pesés à nouveau. Le contenu du bécher a été versé dans la colonne des quatre tamis et arrosé à l'aide d'une douchette branchée sur l'eau courante. Les échantillons ont ainsi été rincés jusqu'à ce que la fraction la plus fine ($< 63 \mu\text{m}$) ait été éliminée. Il a fallu, pour certains échantillons comportant une importante fraction fine, passer la main dans le tamis afin de faciliter cette élimination. Les échantillons n'ayant pas été triés préalablement, les macro-restes végétaux et/ou animaux sont restés dans les tamis. Le cas échéant, ils ont été isolés pour identification. Après tamisage, le contenu de chacun des tamis a été récupéré dans un bécher (soit jusqu'à quatre béchers par échantillon), étiqueté et remis à sécher. Une fois sèche, chaque fraction a été pesée individuellement. La plus fine ($< 63 \mu\text{m}$) a été mesurée par différence entre la somme des fractions mesurées et la masse sèche. Il n'était pas matériellement possible de récupérer l'ensemble de cette fraction. La mesure des masses respectives a ensuite été rapportée à la masse totale sèche afin d'obtenir un pourcentage. L'analyse de texture est disponible pour les coupes AMa, AMb, Da, GGa, GGb et MWb.

Ces mesures ont été affinées grâce aux analyses granulométriques. Elles reposent sur la mesure de la taille des particules contenues dans une certaine portion de l'échantillon considérée comme représentative de l'ensemble de l'US. La taille des grains a été mesurée par granulométrie laser pour toutes les coupes. À cette analyse au laser s'est ajoutée la mesure de la masse de sédiment dont la taille dépasse 1,6 mm, convertie ensuite en pourcentage de la masse totale de l'échantillon analysé. Le granulomètre mesure des particules jusqu'à 2 mm ; toutefois, le tamisage a été effectué à 1,6 mm, afin d'éviter d'endommager l'appareil. Il peut donc y avoir un léger recoupement entre les résultats obtenus par le laser, et ceux obtenus par tamisage.

Dans la mesure où les analyses reposent sur le même protocole que celui mis en place pour le mémoire de M2 (Blond, 2015a), sa description a été reprise dans les paragraphes suivants :

Destruction de la matière organique : dans un premier temps, entre 5 et 8 g de sédiments à température ambiante sont prélevés dans un bécher. Il est placé dans un bain de sable à 80 °C après avoir été légèrement réhumidifié à l'eau désionisée. L'ensemble est attaqué à l'eau oxygénée à 110 volumes, ce qui fait mousser l'échantillon. Lorsque la quantité de matière organique est importante, les attaques sont répétées jusqu'à cessation de la réaction. Si elle s'emballe, elle est stoppée avec quelques gouttes d'alcool. Une fois la réaction achevée, les échantillons sont laissés à sécher au bain de sable.

Défloculation : après la destruction de la matière organique, il faut éliminer les ions flocculants Ca^{2+} . Les échantillons sont humidifiés à l'eau distillée dans les béchers de manière à obtenir à nouveau une boue homogène, 5 g en sont prélevés et

transférés dans un tube à centrifuger rempli avec du chlorure de potassium (KCl) à 0,1 mol. Les tubes sont agités pendant 10 minutes et après 30 minutes de repos, ils sont centrifugés 10 minutes à 4 000 tours/minute. Certains échantillons particulièrement fins ont nécessité 20 minutes, parfois une heure de centrifugation. Le surnageant est ensuite éliminé et les tubes à nouveau remplis avec du KCl de concentration 0,02 mol. Les opérations précédentes sont répétées puis le surnageant est testé à l'oxalate d'ammonium. Si un précipité blanc apparaît, il faut répéter la défloculation au KCl à 0,02 mol. Si le test est négatif, on passe au rinçage à l'eau.

Rinçage à l'eau : la défloculation a amené du chlore qu'il faut éliminer. Les tubes à centrifuger sont remplis d'eau désionisée, agités 10 minutes, centrifugés à 4 000 tours/minute. Les échantillons traités ici étant, pour certains, extrêmement fins, il a fallu les centrifuger 30 minutes, voire une heure, afin de pouvoir éliminer le surnageant sans perdre de sédiment. Après le second rinçage, le surnageant est testé au nitrate d'argent. Si un précipité blanc apparaît, il faut continuer les rinçages. Si le test est négatif et que rien ne précipite, on peut passer à la dispersion.

Dispersion : 40 ml d'hexamétaphosphate de sodium à 0,55 % sont ajoutés et l'ensemble est agité pendant 4 heures. Une fois ces opérations terminées, le contenu du tube à centrifuger est versé dans un diviseur, après tamisage de l'échantillon à 1,6 mm. Une partie de l'échantillon, généralement un ou deux trentième(s), est ensuite versée dans le granulomètre. Chaque particule en est alors mesurée.

Dans le cas des analyses laser, les résultats sont donnés en pourcentage du nombre total de particules mesurées par la machine. Dans la granulométrie par tamisage, c'est le pourcentage de la masse totale qui est donné pour chaque classe granulométrique.

Les tailles de grains sont caractérisées grâce à la classification établie par Blott et Pye (2001), d'après Udden (1914) et Wentworth (1922). La classe inférieure à 2 μm est celle des argiles (*clay*). Entre 2 et 63 μm , il s'agit de limons (*silt*). Les sables sont identifiés de 63 μm à 2 mm, et divisés chez Blott et Pye (2001), en cinq catégories. Ils sont ici regroupés en deux pour plus de facilité : les sables très fins, fins et moyens (*very fine sands*, *fine sands* et *medium sands*) ont été classés dans les sables fins, tandis que les sables grossiers et très grossiers (*coarse sands* et *very coarse sands*) forment la classe des sables grossiers. Enfin, au-delà de 2 mm commence la catégorie des éléments grossiers, dans laquelle Blott et Pye (2001) distinguent les graviers (*gravel*, 2 à 64 mm) et les blocs (*boulder*, au-delà de 64 mm). Ces classes sont rappelées dans le tableau 3.2, où t désigne la taille des particules.

À ces classifications granulométriques s'ajoutent d'autres indices pris en compte pour caractériser l'échantillon et les modes de transport qui l'ont affecté. Il s'agit du classement ou tri granulométrique (*sorting*), désigné par la lettre grecque sigma (σ) ; de l'asymétrie ou dissymétrie (*skewness*), abrégée Sk , et de l'acuité (ou coefficient d'aplatissement de la

courbe, *kurtosis*), abrégée *K*. Ces trois indices sont utilisés conjointement avec la moyenne, ou grain moyen. Tous sont déterminés à partir de mesures géométriques et non logarithmiques. Ils permettent d'analyser les paramètres de distribution statistique des différentes particules mesurées dans l'échantillon (Chamley, 1987) et reposent sur la comparaison de l'échantillon avec une distribution normale (gaussienne). Les catégories appliquées reprennent les bornes définies par Blott et Pye (2001), en ce qui concerne le classement, l'asymétrie et l'aplatissement de la courbe ou acuité. Elles reposent sur la modification des catégories élaborées par Folk et Ward (1957). Ces indices et les différentes bornes appliquées sont rappelés dans les tableaux 3.3 et 3.4. Les indices sont donnés en unités métriques (μm) et non en unités logarithmiques (ϕ).

| Classement (<i>sorting</i> , σ) | | Asymétrie (<i>skewness</i> , Sk) | |
|--|--------------|--------------------------------------|---------------|
| Très bien classé | < 1,27 | Forte asymétrie positive | - 0,3 à - 1,0 |
| Bien classé | 1,27 - 1,41 | Asymétrie positive | - 0,1 à - 0,3 |
| Moyennement bien classé | 1,41 - 1,62 | Symétrie | - 0,1 à + 0,1 |
| Moyennement classé | 1,62 - 2,00 | Asymétrie négative | + 0,1 à + 0,3 |
| Mal classé | 2,00 - 4,00 | Forte asymétrie négative | + 0,3 à + 1,0 |
| Très mal classé | 4,00 - 16,00 | | |
| Extrêmement mal classé | > 16,00 | | |

TABLEAU 3.3 – Indices granulométriques de tri et d'asymétrie et leurs bornes, d'après Folk et Ward (1957) modifié par Blott et Pye (2001).

| Acuité (<i>kurtosis</i> , K) | |
|----------------------------------|-------------|
| Très platykurtique | < 0,67 |
| Platykurtique | 0,67 - 0,90 |
| Mésokurtique | 0,90 - 1,11 |
| Leptokurtique | 1,11 - 1,50 |
| Très leptokurtique | 1,50 - 3,00 |
| Extrêmement leptokurtique | > 3,00 |

TABLEAU 3.4 – Indice granulométrique d'acuité et ses bornes, d'après Folk et Ward (1957) modifié par Blott et Pye (2001).

La moyenne (ou grain moyen) permet d'appréhender la taille moyenne des grains de l'échantillon. Elle est associée à la mesure de l'intervalle entre le dernier et le premier déciles (D90 - D10) afin de connaître l'extension de la série. Le grain moyen renseigne sur la compétence du courant capable de déplacer la particule (Chamley, 1987). Le classement ou tri représente la dispersion des tailles par rapport à la moyenne (Chamley, 1987). Il indique la sélection, pendant le transport, des particules en fonction de leurs tailles, leur gravité ou de leur forme (Friedman et Sanders, 1978). Ainsi, plus la valeur de l'indice est importante, moins les particules sont bien triées. L'asymétrie indique la déviation d'une

distribution statistique par rapport à la symétrie d'une courbe normale, c'est-à-dire gaussienne (Friedman et Sanders, 1978). Elle permet d'indiquer la prépondérance de particules fines ou grossières par rapport à la moyenne (Chamley, 1987). Ainsi, l'asymétrie positive indique que la présence de particules fines est plus importante que dans une distribution normale, et l'asymétrie négative que les particules grossières sont plus nombreuses que dans une distribution normale. Si le classement donne des informations quant au mode de transport, l'asymétrie reflète elle plutôt le milieu de dépôt (Chamley, 1987). Enfin, l'acuité (*kurtosis*) décrit la forme de la courbe. Elle indique si elle est plus ou moins pointue ou aplatie par rapport à une distribution normale (Friedman et Sanders, 1978). Cela indique si ce sont plutôt les valeurs centrales ou les valeurs extrêmes qui dominent. On parle de courbe mésokurtique lorsque la courbe correspond à celle d'une distribution normale (gaussienne) ; on appelle leptokurtique une distribution où le pic central est plus prononcé que pour une courbe normale (les valeurs centrales dominent) ; une courbe platykurtique désigne à l'inverse une courbe dont le pic central est aplati par rapport à une distribution normale, et où dominent les valeurs extrêmes (Friedman et Sanders, 1978).

Dans leur article fondateur, Folk et Ward (1957) estiment que les indices de dissymétrie (*skewness*) et d'acuité (*kurtosis*) reflètent le caractère normal (ou non) de la distribution. Ils comparent leur méthode de détermination des indices, qui se fait par lecture graphique, avec la « méthode des moments » ou *Method of moments* de Krumbein et Pettijohn (1938), qui repose sur des calculs mathématiques. Cette dernière, en introduisant un plus grand nombre d'éléments dans le calcul des différents indices (Blott et Pye, 2001 ; Folk et Ward, 1957) permet d'obtenir une image plus précise de l'intégralité de l'échantillon, rendant ainsi mieux compte des distributions bimodales et multimodales, tandis que les résultats restent sensiblement proches de ceux d'Inman (1952) pour les courbes unimodales. Cela concerne le calcul de la médiane, du tri, de la dissymétrie et de l'acuité. Selon Blott et Pye (2001), les mesures de Folk et Ward (1957) sont les plus précises pour comparer des sédiments de composition variée. Néanmoins, cela implique aussi que les statistiques sont fortement affectées par les valeurs extrêmes de la distribution : il faut donc connaître la taille de cette distribution pour employer la méthode des moments. Blott et Pye (2001) recommandent aussi d'utiliser les mesures géométriques plutôt que logarithmiques (unités métriques, plutôt qu'unités ϕ), afin de faciliter la représentation graphique.

Ainsi, pour des raisons pratiques, mais aussi pour faciliter le partage et la réutilisation des données par nos collègues archéologues, la méthode de détermination des indices est ici celle de Folk et Ward (1957), référencée et utilisée par Blott et Pye (2001), dans leur programme Gradistat. Les statistiques sont exprimées en unités métriques (en l'occurrence, des μm). L'expression de ces valeurs par des termes descriptifs, comme le font Folk et Ward (1957), est aussi mise en regard de ces statistiques, pour en faciliter l'analyse et la compréhension.

| Sediment name (Gradistat) | Type de sédiment (traduction) |
|---|--|
| Fine Silt | Limon fin |
| Medium Silt | Limon moyen |
| Very Fine Sandy Medium Silt | Limon moyen - sable très fin |
| Fine Sandy Medium Silt | Limon moyen - sable fin |
| Medium Sandy Medium Silt | Limon moyen - sable moyen |
| Coarse Sandy Medium Silt | Limon moyen - sable grossier |
| Slightly Very Fine Gravelly Medium Silt | Limon moyen - gravier très fin |
| Very Fine Sandy Coarse Silt | Limon grossier - sable très fin |
| Fine Sandy Coarse Silt | Limon grossier - sable fin |
| Medium Sandy Coarse Silt | Limon grossier - sable moyen |
| Coarse Sandy Coarse Silt | Limon grossier - sable grossier |
| Very Fine Sandy Very Coarse Silt | Limon très grossier - sable très fin |
| Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Sandy Fine Silt | Limon sableux fin - gravier très fin |
| Slightly Very Fine Gravelly Very Fine Sandy Medium Silt | Limon sableux moyen - gravier très fin [1] |
| Slightly Very Fine Gravelly Fine Sandy Medium Silt | Limon sableux moyen - gravier très fin [2] |
| Slightly Very Fine Gravelly Medium Sandy Medium Silt | Limon sableux moyen - gravier très fin [3] |
| Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sandy Medium Silt | Limon sableux moyen - gravier très fin [4] |
| Slightly Very Fine Gravelly Very Coarse Sandy Medium Silt | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| Slightly Very Fine Gravelly Coarse Sandy Coarse Silt | Limon sableux grossier - gravier très fin |
| Slightly Very Fine Gravelly Medium Silty Coarse Sand | Sable limoneux grossier - gravier très fin [1] |
| Slightly Very Fine Gravelly Coarse Silty Coarse Sand | Sable limoneux grossier - gravier très fin [2] |
| Very Fine Gravelly Medium Silty Very Coarse Sand | Sable limoneux très grossier - gravier fin |
| Medium Silty Very Fine Sand | Sable très fin - limon moyen |
| Very Coarse Silty Very Fine Sand | Sable très fin - limon très grossier |
| Medium Silty Medium Sand | Sable moyen - limon moyen |
| Coarse Silty Coarse Sand | Sable grossier - limon grossier |

TABLEAU 3.5 – Tableau de correspondance entre les noms de sédiments proposés par Gradistat (Blott et Pye, 2001) en anglais et leur traduction française.

Les descriptions des échantillons proposées par Gradistat ont été reprises, traduites et simplifiées. Plusieurs expressions en anglais peuvent correspondre à une même traduction française. Quand c'est le cas, un chiffre entre crochets suit la description en français du type de sédiment, et permet de se reporter à l'expression originale en anglais, dans le tableau 3.5.

Les représentations graphiques de la granulométrie ont été effectuées en langage R, grâce au logiciel RStudio et à l'aide des paquetages « ggtern », créé par Nicholas Hamilton⁵, et « plyr », de Hadley Wickham⁶. Elles reposent sur la classification de l'USDA⁷.

3.2.2 Dosage de la matière organique et des carbonates de calcium

En plus de la taille des particules, les analyses sédimentologiques permettent d'approcher la composition physico-chimique des échantillons. Les taux de matière organique et de carbonates de calcium ont donc été mesurés par perte au feu (ou LOI, *Loss on Ignition*, Heiri *et al.*, 2001). Les échantillons ont été préalablement séchés à 50 °C dans une étuve pendant une nuit dans des béchers. Une quantité de 1,000 g a ensuite été prélevée puis broyée avant d'être transvasée dans des creusets qui avaient été séchés à l'étuve pendant une nuit. Chaque creuset vide et sec a été pesé individuellement sur une balance de précision. La masse de l'ensemble creuset et échantillon secs a été notée. Après cette préparation, les échantillons ont été passés au four à moufle Nabertherm, une première fois pendant cinq heures à 550 °C, puis une seconde fois, pendant deux heures à 950 °C. Après chacun des passages au four, les échantillons ont été refroidis à température ambiante, séchés à l'étuve si nécessaire et pesés à la balance de précision. La première pesée a permis d'obtenir, par soustraction de la masse du creuset, la masse de matière organique détruite lors du passage au four. La seconde a donné la masse de carbonates de calcium perdue lors de la combustion. Ces masses, rapportées à la masse d'échantillon sec de départ ont permis d'obtenir les taux de matière organique et de carbonates de calcium initialement présents dans les échantillons.

3.2.3 Analyses anthracologiques

Les analyses anthracologiques consistent en l'identification de macro-restes végétaux carbonisés. Ici, il s'est agi de charbons, conservés dans les couches sédimentaires des coupes étudiées. Ces vestiges n'ont pas été datés directement, du fait de la faible quantité d'échantillon disponible. Leur âge a été approché par la datation radiocarbone d'autres

5. <https://cran.r-project.org/web/packages/ggtern/index.html>

6. <https://cran.r-project.org/web/packages/plyr/index.html>

7. *United States Department of Agriculture.*

charbons non identifiés de la même US, ou par datation relative (position de l'US entre deux US datées).

Nous avons procédé aux prélèvements sur le terrain lors du travail de sélection des échantillons pour analyse, ou lors du tri en laboratoire de certains échantillons. Les analyses ont été effectuées par Charlène Bouchaud, Chargée de recherche CNRS au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris, au sein du laboratoire d'archéobotanique de l'UMR 7209 – Archéozoologie, Archéobotanique, Sociétés, Pratiques, Environnements. La méthodologie et les résultats ont été rassemblés dans un rapport (Bouchaud, 2019) non publié. La méthodologie est reproduite ci-dessous entre guillemets.

« Les fragments de charbon de bois ont été fracturés à la main afin d'obtenir des coupes fraîches des trois plans anatomiques, transversal, longitudinal tangentiel et longitudinal radial. Chaque coupe a été observée sous microscope optique à lumière réfléchie et les identifications taxonomiques ont été réalisées par comparaison anatomique avec des spécimens modernes de la collection de référence du laboratoire (collection réalisée par Abel Ruiz Giralt dans le cadre d'un master 2 Erasmus Mundus sous la direction de Charlène Bouchaud et Aurélie Salavert) et à l'aide d'atlas d'anatomie des bois (Neumann *et al.*, 2001 ; Schweingruber, 1990). L'identification repose sur l'observation de la structure cellulaire (le nombre des vaisseaux, leur disposition, la largeur des rayons, les types de ponctuations intervasculaires, etc.). Toutes les pièces de charbon de bois prélevées ont été examinées et ont pu être identifiées. »

3.2.4 Datations

Afin d'obtenir des indications de l'âge des sédiments étudiés par les méthodes sédimentologiques, des échantillons de charbons ont été prélevés quand cela était possible (disponibilité, quantité, accessibilité, bonne qualité de l'échantillon et pas de risque de pollution par du matériel plus récent, comme des radicelles), dans les mêmes US que les échantillons pour la sédimentologie. Après tri et nettoyage, ces échantillons ont été déposés au Centre de datation par le radiocarbone de Lyon (UMR 5138, Archéologie et Archéométrie, Lyon) où ils ont été préparés avant d'être envoyés à l'accélérateur ARTEMIS de Saclay (UMS 2572, Laboratoire de mesure du carbone 14 (LMC14)) pour être datés selon la méthode AMS (*Accelerator Mass Spectrometer*, spectrométrie de masse par accélérateur). Cette méthode s'est imposée du fait du faible volume de charbon disponible pour chaque échantillon. Les résultats sont rassemblés par vallées et par coupe dans les chapitres 4 à 6.

Les âges sont donnés en années BP⁸ et en années calibrées BCE/CE⁹ ou av. J.-C. et ap. J.-C.¹⁰. Dans les tableaux, l'indication « av. J.-C. » ou « ap. J.-C. », donnée par le laboratoire de datation, a été conservée. Elle est remplacée par « av. n. è. » ou « de n. è. »¹¹ dans le corps du texte et par BCE ou CE dans les figures (notamment les figures 4.5, 4.11, 4.16, 4.20, 4.23, 4.27, 4.32, 5.5, 5.8, 5.14, 5.15, 5.20, 6.6 et 6.8).

Le but de ces datations est de pouvoir jalonner les étapes du remplissage sédimentaire des vallons, afin de les relier à des périodes d'occupation ou de changements environnementaux, qui peuvent être appréhendés à l'échelle de l'Afrique (Barker et Gasse, 2003 ; Darbyshire *et al.*, 2003 ; Gascon, 2006 ; Gasse, 2000 ; Ghinassi *et al.*, 2015 ; Hulme *et al.*, 2001), de l'Éthiopie (Baker *et al.*, 2010 ; Bonnefille et Mohammed, 1994 ; Ghinassi *et al.*, 2015) ou du nord du Tigray (Bard *et al.*, 2000 ; Berakhi *et al.*, 1998 ; Dramis *et al.*, 2003 ; Gebru *et al.*, 2009). Les datations viennent ainsi à l'appui des hypothèses géomorphologiques et sédimentologiques quant à la formation des accumulations, et, plus largement, à l'évolution des paysages et à ses vitesses. Elles sont aussi complémentaires des éléments chronoculturels (objets, céramiques) et des datations de charbons fournies par les recherches archéologiques. Elles permettent de replacer ces dépôts dans la chronologie culturelle et culturelle de la région. Les coupes étudiées ont fourni très peu de matériel archéologique, et dans des formats trop petits pour pouvoir être identifiés vraiment précisément. Deux tessons ont été trouvés à Ka Ebile, dans les coupes KEb et KEd, le premier à mi-hauteur de la coupe, le second dans la partie inférieure, à proximité d'une obsidienne. Ces trois artefacts semblent correspondre au matériel d'époque axoumite identifié dans les fouilles (A. Benoist, comm. perso.), sans que leur taille permette d'être plus précis. Par ailleurs, compte tenu de la forme de la coupe et de la présence de traces de ruissellement, il est possible que ces éléments aient été remobilisés et ne soient pas en place. Ils ne sont donc pas localisés sur les coupes.

3.2.5 Limites et biais méthodologiques

L'ensemble des techniques décrites ci-dessus, bien que reposant sur des protocoles scientifiques bien établis, ne sont pas pour autant exemptes de tout biais. Ceux-ci sont détaillés pour chacune d'entre elles dans les sous-sections suivantes. La multiplication des traitements appliqués aux échantillons, ainsi que la répétition de certaines manipulations entraînent le risque de fausser les résultats. Ces marges d'erreur sont appréciables qualitativement, mais non quantifiables, car elles varient en fonction de chaque échantillon.

8. C'est-à-dire *Before Present*, « avant le présent », soit avant 1950 (Nomade, 2017 ; Stuiver et Polach, 1977 ; van der Plicht et Hogg, 2006).

9. CE, pour *common era*, soit « de l'ère commune », par opposition à BCE, *before common era*, « avant l'ère commune » (Foucault, 2016).

10. Soit, av. J.-C. : avant Jésus-Christ ; ap. J.-C. : après Jésus-Christ.

11. Respectivement « avant notre ère » et « de notre ère », traductions française de BCE et CE (Foucault, 2016).

3.2.5.1 Texture et granulométrie

En premier lieu, il faut souligner que l'analyse sédimentologique ne représente qu'une partie de l'échantillon, qui n'est lui-même qu'une fraction de l'US prélevée. Comme on le suppose représentatif de celle-ci, on étend à la seconde les résultats obtenus pour le premier. Néanmoins, l'échantillon peut ne représenter qu'un événement extrêmement localisé, qui ne concerne pas toute l'US.

Dans la texture, les particules fines sont légèrement sous-représentées, puisque c'est la masse qui est mesurée et non pas le nombre de particules comme c'est le cas dans la granulométrie laser. Pour celle-ci, lors du tamisage de l'échantillon, une partie des particules les plus fines peut être mise en suspension dans l'air, et ne pas être présente dans l'échantillon analysé. De même, lors des attaques à l'eau oxygénée, l'emballement de la réaction peut entraîner un débordement, et faire tomber des particules, notamment les plus fines, hors du bécher. Un autre risque d'erreur tient au transfert de l'échantillon d'un tube à essai à un autre lors des rinçages : des particules peuvent s'échapper (notamment lors de l'élimination du surnageant) ou au contraire rester collées dans le tube ou son bouchon. Il est d'autant plus difficile d'éviter cette erreur que l'eau de rinçage est parfois teintée par le sédiment, rendant les fines difficiles à apercevoir. Pendant la centrifugation, une partie de la solution peut aussi être projetée hors du tube.

Des contraintes temporelles liées aux horaires d'ouverture du laboratoire nous ont amené à laisser reposer certains échantillons plus longtemps que d'autres (une nuit ou un week-end, plutôt que quelques heures). Tous n'ont pas été rincés autant de fois : chacun a été testé individuellement et mis de côté lorsqu'il ne réagissait plus. Enfin, le temps de centrifugation a pu varier : les dix minutes recommandées par le protocole ont été allongées (40 minutes, voire une heure) quand l'échantillon avait été défloculé et était rincé à l'eau désionisée. Cela s'est révélé nécessaire afin de coller l'intégralité de l'échantillon au fond du tube et ne pas risquer d'en perdre lors de l'élimination du surnageant.

La dernière étape avant le passage dans le granulomètre est aussi source de biais : le séparateur d'échantillon n'est pas étanche et, lorsqu'il tourne, il arrive qu'il éjecte une partie de l'échantillon qui y est versé hors des compartiments qui le composent. Certains éléments un peu grossiers - les sables en particulier - restent souvent collés dans les canaux qui permettent la séparation. Enfin, les joints un peu anciens se décollent de leur support et des particules s'y glissent : on y perd une part infime de l'échantillon séparé et, si le joint a été mal nettoyé à la suite de mesures précédentes, on court le risque de récupérer quelques particules d'un autre site. Enfin, le recours à un séparateur est une source supplémentaire d'erreur dans la mesure où c'est encore une fois une fraction réduite d'un échantillon qui est sélectionnée.

3.2.5.2 Matière organique et carbonates de calcium

Les dosages de matière organique et de carbonates de calcium entraînent de possibles biais dans la préparation des mesures, mais aussi lors de celles-ci.

Pour les coupes May Weini b (MWb01 à MWb15) et Gali Gade a (GGa01 à GGa07), 1,000 g de sédiment a été prélevé, contre 1,500 g pour les autres coupes (Gali Gade b : GGb; Damhalle : Da; Ambare a : AMa; Ambare b : AMb). Ces différences de masses peuvent induire des différences lors du passage au four : à la même température et durant le même temps, il est possible que toute la matière organique ou tout le carbonate de calcium présent(e) dans les échantillons ne soit pas détruit(e) là où les quantités sont plus importantes¹² (Heiri *et al.*, 2001). Néanmoins, dans les expériences de Heiri *et al.* (2001) les quantités varient selon un facteur dix (de 0,4 à 3,9 g), ce qui est une différence beaucoup plus importante qu'ici. Les variations dues à la masse sont probablement moins importantes dans le cas présent.

Dans le four, les échantillons sont déposés en deux étages, séparés au moyen d'une plaque rainurée céramique qui supporte une température maximale de 1 200 °C. Elle est posée directement sur les creusets de l'étage inférieur. L'air circule entre les creusets grâce aux rainures de la plaque, permettant ainsi une diffusion homogène de la chaleur ainsi que l'évacuation des gaz résultant de la destruction de la matière organique ou des carbonates. Néanmoins, la présence de la plaque, comme la position dans le four, peuvent influencer sur les résultats (Heiri *et al.*, 2001) : les taux de matière organique perdue sont plus importants au centre du four que vers les parois, les différences augmentant avec le temps d'exposition à la chaleur. En revanche, les différences sont considérées comme négligeables à la température de 950 °C (Heiri *et al.*, 2001).

Enfin, la balance de précision, initialement posée sur un marbre assurant sa stabilité - et donc la précision de la tare et des pesées - a été déplacée sur une table simple, au cours de la période où les mesures ont été effectuées. La précision de la mesure peut avoir été affectée par cette modification indépendante de notre volonté.

3.2.5.3 Datations

Comme toutes les techniques décrites plus haut, la datation comporte des biais, le principal étant le remaniement, qui tend à brouiller, voire à inverser la chronologie. Les charbons récupérés et analysés comme faisant partie d'une US peuvent provenir d'un dépôt plus ancien que celui qui est étudié. Ce dépôt ancien a pu être érodé lors d'un épisode pluvieux ou remis en mouvement par le déboisement ou le labour, pour être finalement stocké dans une unité plus récente, ayant ainsi pour effet de « vieillir » le dépôt auquel il est associé. Le vieillissement peut aussi intervenir par le remploi de bois ancien dans des

12. « *Larger samples needed more time to combust* » (Heiri *et al.*, 2001).

structures plus récentes. L'« effet vieux bois » se traduit aussi par une différence d'âge importante, sur les espèces très longévives, entre le cœur de l'arbre et le bois périphérique (Stouvenot *et al.*, 2013). Selon que le charbon daté provient du cœur ou de la périphérie, l'âge peut, en fonction de l'espèce, varier de quelques dizaines ou centaines d'années.

La nature même des charbons peut prêter à confusion : un dépôt ancien, végétalisé, peut être perturbé par les racines de végétaux plus récents. Si ceux-ci sont brûlés (écobuage, brûlis), le charbon prélevé et daté pourra « rajeunir » l'US.

D'autre part, l'expression de la date peut aussi prêter à confusion, le calibrage étant soumis à des courbes disposant d'une certaine marge d'erreur (Foucault, 2016 ; Nomade, 2017). Enfin, la présence de tessons sur une zone de culture peut être le témoin de l'amendement par fumage de la parcelle, l'épandage pouvant être constitué de déjections animales et de déchets domestiques contenant des charbons (Poirier et Nuninger, 2012). Cela peut provoquer un rajeunissement des âges, si l'amendement et la formation de l'accumulation sont asynchrones.

3.3 Archives et histoire du paysage

3.3.1 Délimitation du corpus documentaire

Pour compléter le travail d'étude sédimentologique et chronostratigraphique, des archives ont été consultées, afin d'avoir un aperçu plus précis des états des paysages et des environnements dans un passé récent.

Les archives sont un matériau abondamment utilisé par les géographes, en particulier pour travailler sur des états anciens du paysage. Ces documents, de nature très diverse, « vont des estimations aux enquêtes et aux statistiques, des terriers et cadastres aux cartes et aux plans, des gravures aux photographies, ou encore des textes et rapports administratifs aux écrits de la presse » (Jacob-Rousseau, 2009). En Éthiopie, dans le domaine des études environnementales, ce sont surtout les photographies (aériennes et au sol) qui sont utilisées (Nyssen *et al.*, 2010b). Ces usages reposent essentiellement sur la méthode de la photographie répétée (*repeat photography*, voir Munro *et al.*, 2008 ; Nyssen *et al.*, 2014a, 2010b, 2009b ; Webb *et al.*, 2010), en particulier pour les photographies au sol. Cette méthode permet d'évaluer, qualitativement ou quantitativement, les changements paysagers (Rohde et Hilhorst, 2001), en particulier l'évolution de la végétation et de l'utilisation du sol (Boerma, 2006 ; Crummey, 1998 ; De Mûelenaere *et al.*, 2012 ; Hall, 2001 ; Kull, 2005 ; Meire *et al.*, 2013 ; Munro *et al.*, 2008 ; Nyssen *et al.*, 2014a, 2009b), mais aussi les phénomènes géomorphologiques (Butler, 1994 ; Cerney, 2010) comme les coulées de débris (Griffiths *et al.*, 2004) ou l'érosion hydrique en ravines (Frankl *et al.*, 2011 ; Nyssen *et al.*, 2008). L'utilisation de photographies aériennes diachroniques se développe

aussi (Nyssen *et al.*, 2016).

Dans le cas présent, l'intérêt s'est porté principalement sur :

- des écrits anciens retraçant des conquêtes militaires, des expéditions scientifiques, des voyages sportifs ou d'exploration ;
- des gravures, qu'elles aient accompagné les récits des voyageurs ou qu'elles aient été produites indépendamment ;
- des cartes topographiques anciennes, qu'elles aient accompagné les textes ou qu'elles aient été produites indépendamment ;
- des photographies au sol anciennes ;
- des cartes postales ;
- des coupures de presse et les photographies qui les accompagnaient ;
- des photographies aériennes anciennes.

Une grande partie de ces archives a pu être consultée en ligne, mais pour certaines, un déplacement sur leur lieu de conservation a été nécessaire.

3.3.1.1 Archives digitales

Dans la mesure du possible, nous avons cherché à travailler sur des archives digitales, mises à disposition gratuitement, pour des questions de temps et de budget (tableau 3.6).

| Nom | Adresse | Siècles | Taille |
|----------------------------|---|--|--------|
| Gallica | https://gallica.bnf.fr/accueil/ | XVI ^e , XVIII ^e -XX ^e | 22 |
| Internet Archive | https://archive.org | XVI ^e , XIX ^e et XX ^e | 16 |
| E-rara | https://www.e-rara.ch/ | XVII ^e et XIX ^e | 5 |
| Google Livres | https://books.google.fr | XVI ^e et XVIII ^e | 6 |
| Numelyo | http://numelyo.bm-lyon.fr/ | XVIII ^e | 3 |
| Royal Geographical Society | https://www.jstor.org/publisher/rgs | XIX ^e et XX ^e | 2 |
| Projet Gutenberg | http://www.gutenberg.org/ | XIX ^e | 1 |

TABLEAU 3.6 – Localisation et caractéristiques principales des sources textuelles digitales.

Les archives digitales représentent donc une grande partie des documents consultés et utilisés. Il s'agit de trois types principaux : récits d'explorateurs et de voyageurs ; cartes et gravures illustratives ; cartes postales et photographies anciennes. Le tableau 3.6 recense les sources textuelles, leur nombre (entrée « Taille », c'est-à-dire taille de l'échantillon, soit le nombre de textes utilisés par type de source) et leur provenance. Le tableau 3.7 lie les sources aux références qui seront étudiées plus loin.

| Nom | Référence | Langue | Période (siècles) |
|----------------------|----------------------------|------------------|--------------------|
| Gallica | Audon (1889) | fr | XIX ^e |
| | Bruce (1790a) | fr | XVIII ^e |
| | Chahâb Ad-Dîn (1898) | fr | XVI ^e |
| | Combes et Tamisier (1838c) | fr | XIX ^e |
| | Combes et Tamisier (1838d) | | |
| | Combes et Tamisier (1838e) | | |
| | Combes et Tamisier (1838b) | | |
| | Combes (1896) | | |
| | D’Abbadie (1861) | fr | XX ^e |
| | D’Abbadie (1868b) | | |
| De Felcourt (1911) | fr | XX ^e | |
| De Lesseps (1887) | fr | XIX ^e | |
| Girard (1873) | | | |
| Lebrun (1851) | | | |
| Lefebvre (1845a) | | | |
| Pagné (1900) | fr | XX ^e | |
| Rohlf’s (1883) | all | XIX ^e | |
| Salt (1816a) | fr | | |
| Sapritchian (1871) | fr | | |
| Săineanu (1892) | fr | | |
| Vayssières (1857a) | fr | | |
| Vayssières (1857b) | fr | | |
| Internet Archive | Alvares (1881) | ang | XVI ^e |
| | Cooke (1867) | ang | XIX ^e |
| | Ferret et Galinier (1847a) | fr | |
| | Ferret et Galinier (1847b) | fr | |
| | Ferret et Galinier (1847c) | fr | |
| | Ferret et Galinier (1848) | fr | |
| | Hozier (1869) | ang | |
| Mayo (1876) | ang | | |
| Powell-Cotton (1902) | ang | XX ^e | |

| Nom | Référence | Langue | Période (siècles) |
|----------------------------|------------------|--------|--------------------|
| Internet Archive | Rüppell (1838) | all | XIX ^e |
| | Rüppell (1840) | all | |
| | Salt (1816b) | fr | |
| | Stern (1869) | ang | |
| | Valentia (1809a) | ang | |
| | Valentia (1809b) | ang | |
| | Valentia (1809c) | ang | |
| E-rara | Lefebvre (1845c) | fr | XIX ^e |
| | Lefebvre (1845d) | fr | |
| | Lefebvre (1845b) | fr | |
| | Lobo (1728) | fr | XVII ^e |
| | Salt (1814) | ang | XIX ^e |
| Google Livres | Bruce (1790b) | fr | XVIII ^e |
| | Bruce (1790c) | fr | |
| | Faqih (1901) | fr | XVI ^e |
| | Gobat (1834) | fr | XIX ^e |
| | Lejean (1872) | fr | |
| | Ludolf (1684) | fr | XVII ^e |
| Numelyo | Bruce (1791a) | fr | XVIII ^e |
| | Bruce (1791b) | fr | |
| | Bruce (1791c) | fr | |
| Royal Geographical Society | Allen (1943) | ang | XX ^e |
| | Markham (1868) | ang | XIX ^e |
| Projet Gutenberg | Andree (1869) | all | XIX ^e |

TABLEAU 3.7 – Auteurs cités, provenance et langue des archives textuelles digitales utilisées. all : allemand ; ang : anglais ; fr : français.

La recherche d'archives digitales a aussi concerné les documents cartographiques, qu'ils accompagnent les récits mentionnés plus haut, qu'ils en fassent le récapitulatif ou qu'ils en soient totalement indépendants. La plupart des cartes consultées sont soit des illustrations des voyages, soit des documents présentés dans des atlas. Le tableau 3.8 récapitule, comme cela a été fait pour les textes, les sources de ces archives cartographiques digitales et le nombre de documents consultés pour chacune. La collection David Rumsey et Gallica ont fourni l'essentiel de ces 92 documents. Certaines cartes peuvent être liées aux sources textuelles citées dans le tableau 3.7. D'autres cartes composent le corpus étudié, mais elles sont incluses dans les références citées précédemment, souvent dans les volumes d'illustrations (Bruce, 1790a ; Ferret et Galinier, 1848 ; Lefebvre, 1845b ; Salt, 1816b ; Salt et Heath, 1814), qui rassemblent aussi des gravures ou des reproductions de photographies. Cette répartition est détaillée dans le tableau 3.9.

Pour compléter ces documents, des sites d'archives iconographiques ont été consultés, afin de mettre en place une base de données de gravures, lithographies, peintures, cartes postales et photographies (au sol, aériennes, satellitaires). Le tableau 3.10 rassemble les principales sources et renseigne sur la période concernée ainsi que sur la taille du corpus extrait. Ne sont prises en compte que les sources iconographiques qui nous ont semblé avoir un intérêt pour l'étude. Par exemple, le site d'*Archivio Luce* comporte 10 451 photographies ayant pour thème l'Éthiopie, parmi lesquelles nous avons sélectionné 263 clichés (tableau 3.10) qui représentaient des éléments d'intérêt (végétation, terrasses, méthodes agraires, principalement), situés dans le secteur étudié. Les photographies satellitaires Corona ont toutes été acquises sur le site de l'USGS (tableau 3.10) et les images satellitaires contemporaines qui ont servi pour la comparaison proviennent de Google Earth Pro.

| Nom | Adresse | Siècles | Taille |
|---|---|-------------------------------------|--------|
| David Rumsey Map Collection | https://www.davidrumsey.com | XVIII ^e -XX ^e | 68 |
| Gallica | https://gallica.bnf.fr/accueil/ | XVII ^e -XIX ^e | 11 |
| Norman B. Leventhal Map Center Collection | https://www.leventhalmap.org | XVII ^e -XIX ^e | 3 |
| Virtual Map Collection | http://chartae-antiquae.cz | XVIII et XX ^e | 3 |
| Staré Mapy | http://www.staremapy.cz/ | XIX ^e | 2 |
| Kouzlo Starých Map | https://kouzlo-starych-map.culturalspot.org | XVII ^e | 2 |
| E-rara | https://www.e-rara.ch/ | XIX ^e | 1 |
| Harvard Library | https://library.harvard.edu/ | XIX ^e | 1 |
| Internet Archive | https://archive.org | XIX ^e | 1 |

TABLEAU 3.8 – Localisation et caractéristiques des sources cartographiques digitales.

| Nom | Référence | Période (siècles) |
|-----------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Gallica | Blaeu (1635) | XVII ^e |
| | Combes et Tamisier (1838a) | XIX ^e |
| | D'Abbadie (1868a) | |
| | Even (1846) | |
| | Ferret et Galinier (1842) | |
| | Jomard (1822) | |
| | Lefèbvre (1847) | |
| | Ministero della Guerra (1896) | |
| Raffray (1882) | | |
| | Rennell (1798) | XVIII ^e |
| David Rumsey Map Collection | Boulton (1787) | XVIII ^e |
| | Bourguignon d'Anville (1765) | |
| | De L'Isle (1742) | |
| | Johnston (1879) | XIX ^e |
| | Melish (1824) | |
| Kouzlo Starých Map | Ludolf (1683) | XVII ^e |
| | Sanson d'Abbeville (1674) | |
| Internet Archive | Salt (1816b) | XIX ^e |
| Leventhal Map Center | Blankaart et de Brune (1662) | XVII ^e |
| Virtual Map Collection | Geographisches Institut (1941) | XX ^e |

TABLEAU 3.9 – Auteurs et provenance des archives cartographiques digitales.

| Nom | Adresse | Type (période en siècles) | Taille |
|----------------------------|---|---|--------|
| Alinari | http://www.alinariarchives.it | Gravures (XIX ^e) | 12 |
| | | Photographies aériennes (XX ^e) | 11 |
| | | Manuscrits et peintures religieux (XVII ^e -XX ^e) | 6 |
| Archivio Luce | https://patrimonio.archivioluca.com | Photographies au sol (XX ^e -XXI ^e) | 81 |
| | | Photographies aériennes (XX ^e) | 50 |
| | | Photographies au sol (XX ^e) | 213 |
| Australian War Memorial | https://www.awm.gov.au/ | Photographie au sol (XX ^e) | 1 |
| Delcampe | http://www.delcampe.net | Cartes postales (XX ^e) | 5 |
| Ebay | http://www.ebay.it | Cartes postales (XX ^e) | 4 |
| Gallica | https://gallica.bnf.fr/accueil/ | Photographies (XIX ^e) | 117 |
| Gamma Rapho | https://www.gamma-rapho.com | Peinture religieuse (XVII ^e) | 1 |
| | | Photographies au sol (XX ^e) | 6 |
| King's Own Regiment Museum | http://www.kingsownmuseum.com | Photographies au sol (XX ^e) | 14 |
| KunstKamera | http://www.kunstkamera.ru/ | Photographies (XX ^e) | 2 |
| Panoramio | Service désactivé | Photographies (XX ^e) | 2 |
| USGS | https://www.usgs.gov/ | Photographies satellitaires (XX ^e) | 15 |
| Winterton Library | http://winterton.library.northwestern.edu/ | Cartes Postales (XX ^e) | 7 |
| | | Photographies au sol (XX ^e) | 23 |

TABLEAU 3.10 – Localisation des principales sources d'archives iconographiques et indications sur le corpus. Classement alphabétique. La période est indiquée en siècles. USGS : *United States Geological Survey*.

3.3.1.2 Archives physiques

Une autre partie des documents a été acquise dans les différentes institutions d'Addis-Abeba, qui sont localisées sur la figure 3.2. Cette carte a été produite pour situer les lieux où des données ont été collectées, mais surtout pour permettre à tout futur visiteur d'Addis-Abeba de se rendre plus aisément aux endroits qui pourraient l'intéresser.

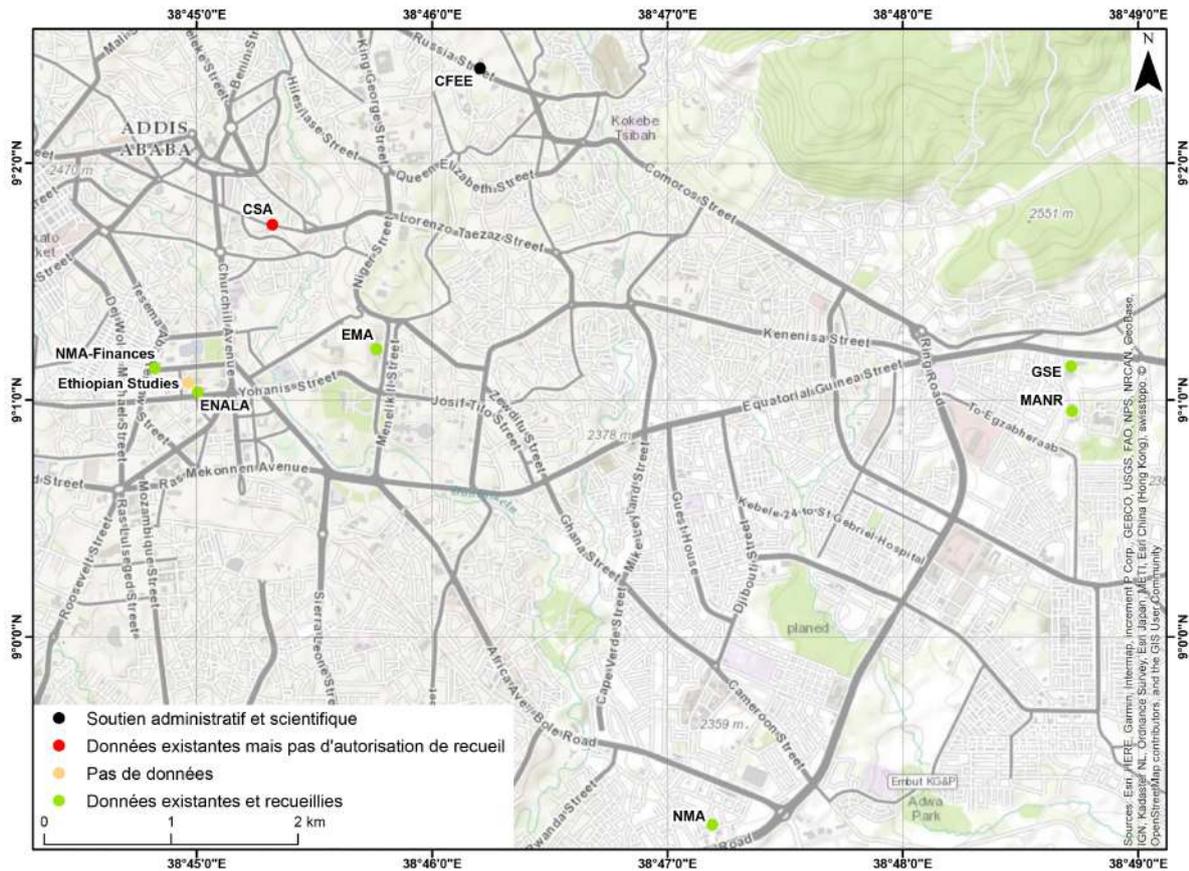


FIGURE 3.2 – Localisation des institutions visitées à Addis-Abeba pour recueillir des données, et disponibilité de celles-ci. CFEE : Centre Français des Études Éthiopiennes ; CSA : *Central Statistical Agency* ; EMA : *Ethiopian Mapping Agency* ; ENALA : *Ethiopian National Archives and Library Agency* ; GSE : *Geological Survey of Ethiopia* ; MANR : *Ministry of Agriculture and Natural Ressources* ; NMA : *National Meteorological Agency*. Réalisation : N. Blond, 2018. Fond : *OpenStreetMap*.

Dans cette recherche, l'aide du CFEE (Centre Français des Études Éthiopiennes) a été particulièrement précieuse. Néanmoins, il n'est pas toujours évident d'obtenir ce que dont on a besoin. Par exemple, à la CSA (*Central Statistical Agency*), nous avons tenté d'acquérir les fichiers (*shapefiles*) de contours officiels géoréférencés de l'ensemble des unités administratives du pays (*kebele*, *woreda*, zones, régions), afin de construire des cartes les plus exactes possible. Cela n'a pas été possible, bien qu'ils existent. En effet, en période de recensement, aucune donnée n'est disponible à la vente. D'autre part, au vu du coût prohibitif de ces données, il semble peu probable que nous ayons pu y avoir accès dans un contexte normal.

Au département des études éthiopiennes (*Ethiopian Studies*), les fonds ne sont pas numérisés et l'inventaire n'est pas accessible au public. Les responsables auxquels nous nous sommes adressés n'ont trouvé aucune archive qui, selon eux, aurait pu nous intéresser. Le GSE (*Geological Survey of Ethiopia*) a permis d'obtenir des cartes géologiques, à la base de la figure 1.9, page 21 et de la figure 1.19, page 28, ainsi que des cartes hydrogéologiques. Nos interlocuteurs du GSE nous ont aussi mis en contact avec leurs voisins du *Ministry of Agriculture and Natural Resources* (MANR), qui nous ont donné accès à des données pédologiques, grâce auxquelles nous avons pu élaborer les figures 1.23 et 1.24, pages 38 et 40. À la NMA (*National Meteorological Agency*) nous avons pu rassembler des données de précipitations et de températures pour quatre stations (Adigrat, Idaga Hamous, Idaga Selous et Mechare), grâce auxquelles ont été élaborés les diagrammes ombrothermiques de la figure 1.20, page 30, ainsi que les tableaux 1.1 et 1.2, pages 29 et 30. Ces données ont été payées au bâtiment nommé NMA-Finances sur la figure 3.2. Aux archives nationales éthiopiennes (ENALA, *Ethiopian National Archives and Library Agency*), nous avons pu consulter - malgré quelques restrictions d'accès - un certain nombre d'archives fascinantes, mais qui ne sont pas indexées. En particulier, il s'y trouve un grand nombre de coupures de presse des années 1930 et 1940, mais aussi des récits d'expédition du XIX^e siècle et les planches d'illustrations qui les accompagnent. Ces documents ont pu être photographiés, malheureusement sans éclairage d'appoint et dans une pièce sombre, induisant une qualité plutôt médiocre des clichés. L'Agence cartographique éthiopienne, *Ethiopian Mapping Agency* (EMA), équivalent de l'IGN français, s'est révélée une vraie mine d'or, recelant des photographies aériennes anciennes, mais aussi d'autres documents intéressants, comme le *National Atlas of Ethiopia* (Bascom, 2015).

Pour qui voudrait avoir accès à ces documents, il est impératif de se rendre sur place, les demandes de renseignement par internet étant restées lettre morte. Il est d'autre part nécessaire de présenter une lettre d'introduction d'un organisme de recherche partenaire (ici le CFEE) pour pouvoir entrer. Les données acquises auprès de ces institutions sont rassemblées dans le tableau 3.11.

| Institution | Type | Taille de l'échantillon |
|-------------|---|-------------------------------------|
| GSE | Cartes géologiques et notices | 5 |
| | Cartes hydrogéologiques | 2 |
| MANR | Cartes pédologiques | 2 |
| ENALA | Gravures et photographies | 4 |
| | Articles de journaux | 40 ^a |
| NMA | Données de températures | 22 127 enregistrements ^b |
| | Données de précipitations | 28 100 enregistrements ^c |
| EMA | Photographies aériennes, 1964-1965 ^d | 47 |
| | Photographies aériennes, 1994 | 30 |

TABLEAU 3.11 – Types de données et taille de l'échantillon en fonction des institutions visitées à Addis-Abeba en novembre 2017. La signification des acronymes est donnée dans la légende de la figure 3.2, page 113, et dans le texte qui l'accompagne.

- a. Il s'agit de 40 éditions différentes. Le nombre d'illustrations ou extraits de texte est plus important.
- b. Dans les deux stations d'Adigrat et Idaga Selous.
- c. Dans les quatre stations d'Adigrat, Idaga Hamous, Idaga Selous et Mechare.
- d. La mission de vol s'étend sur la fin de l'année 1964 et le début de l'année 1965.

Enfin, la bibliothèque du CFEE possède des ouvrages auxquels nous n'avons pas facilement eu accès en France, ou dans des formats moins faciles à manipuler (numérisations en ligne, versions anciennes), et qui sont venus enrichir le corpus de récits établi grâce aux archives digitales. Ces références sont présentées dans le tableau 3.12.

| Référence | Langue | Période concernée (siècle) |
|------------------------------|--------|----------------------------|
| Brown (1965) | ang | XX ^e |
| D'Abbadie (1815-1893) | fr | XIX ^e |
| D'Abbadie (1815-1893) | fr | |
| D'Abbadie (1815-1893) | fr | |
| D'Abbadie (1815-1893) | fr | |
| Harris (1844a) | ang | |
| Harris (1844b) | ang | |
| Harris (1844c) | ang | |
| Henze (2001) | ang | XX ^e |
| Lobo (1595-1678) | ang | XVIII ^e |
| Schuver <i>et al.</i> (1996) | ang | XIX ^e |

TABLEAU 3.12 – Sources textuelles consultées à la bibliothèque du CFEE en novembre 2017, classées par ordre alphabétique. ang : anglais ; fr : français.

3.3.2 Traitement des archives

Une fois acquises, les données d'archives ont été traitées. Les procédés mis en œuvre diffèrent en fonction de la nature et de la qualité des archives, mais aussi du degré de fiabilité de l'information qu'elles peuvent procurer. Ainsi, les textes, cartes et documents iconographiques ne mentionnant pas Wakarida ou les alentours proches du site ont été utilisés pour des indications qualitatives et pour une approche plutôt à petite échelle (régionale) des évolutions paysagères. En revanche, là où l'information était plus précisément centrée sur Wakarida (photographies aériennes anciennes et photographies satellitaires Corona), des traitements plus importants ont été mis en place, pour des résultats à la fois qualitatifs et quantitatifs.

3.3.2.1 Archives textuelles

Par archives textuelles, nous entendons les récits de conquérants, voyageurs, explorateurs ou sportifs, écrits anciens consultés en majorité en version numérique (tableau 3.7, page 109) mais aussi, pour une dizaine d'exemplaires, en version papier (tableau 3.12, page 115). Dans la grande majorité des cas, les coupures de presse n'ont pas été exploitées pour le contenu du texte, mais pour les photographies. Il s'agit d'extraits de journaux, découpés et collés dans des albums, qui suivent les événements de la seconde guerre italo-éthiopienne de 1935 - 1936. Ces documents seront détaillés avec les archives iconographiques.

Les archives textuelles ont été abordées selon deux angles complémentaires. Il n'était pas envisageable de lire intégralement une soixantaine d'ouvrages comptant en moyenne 370 pages (soit 24 223 pages pour soixante-six ouvrages recensés dans les tableaux 3.7 et 3.12, pages 109 et 115), certains des textes étant par ailleurs rédigés dans le français des XVII^e ou XVIII^e siècles, en anglais ou en allemand. En effet, sur soixante-six ouvrages, quatre sont en allemand, dix-huit en anglais et quarante-quatre, la grande majorité, sont en français.

Il a donc été décidé de procéder, dans un premier temps, à une recherche par mots-clefs. Cela n'a évidemment pas été possible pour les onze ouvrages consultés en bibliothèque, dans leur version papier (tableau 3.12, page 115), sauf pour les trois ouvrages de Harris (1844a,b,c), dont une version numérique a pu être trouvée sur le site de Gallica, ramenant dès lors à cinquante-huit le nombre des livres pour lesquels il était envisageable de recourir à une requête par mots-clefs. À ce nombre il faut soustraire quatre atlas ou albums (Bruce, 1790a ; Ferret et Galinier, 1848 ; Lefebvre, 1845b ; Salt, 1816b), pour lesquels une telle recherche n'a pas d'intérêt. Des cinquante-quatre ouvrages restant, treize présentent un format ne détectant pas le texte et ne peuvent pas être analysés par mots-clefs, ce qui en laisse tout de même quarante-et-un pour lesquels cela est possible. Des tests ont été dès lors effectués sur ces derniers, à l'aide des mots-clefs rassemblés dans le tableau 3.13.

| Mots-clefs français | Mots-clefs anglais | Mots-clefs allemands |
|---------------------|--------------------|----------------------|
| terrasse | terrace | Terrasse |
| étage | | Etage |
| paysage | landscape | Landschaft |
| champ | field | Feld |
| culture | cultivation | Ackerbau |
| agriculture | farming | Landwirtschaft |

TABLEAU 3.13 – Mots-clefs thématiques utilisés pour les recherches dans les textes anciens.

Une série de mots-clefs géographiques a aussi été utilisée, afin d’identifier les espaces parcourus et les descriptions qui en sont faites. Le choix de ces mots-clefs géographiques est lié, d’une part, aux variations d’orthographe d’un même toponyme d’une langue à l’autre (Adoua en français, Adwa en anglais et Adua en allemand, par exemple) mais aussi à des variations de translittération au sein de la même langue (Axoum ou Aksoum, en français), parfois liées à des évolutions de la langue (par exemple Addi Grate qui devient Addigrat). La liste a été incrémentée au fur et à mesure de la lecture et ne tient compte que des occurrences trouvées dans les textes. Celles qui ne sont mentionnées que sur les cartes ne sont pas indiquées. Elles sont rangées par ordre alphabétique :

Pour le Tigray : Tègri / Thègri / Tigrai / Tigray / Tigre / Tigré / Tigré / Tijri ;

Pour Axoum : Aksoum / Aksum / Aquaxumo / Axoum / Axum / Hacsum ;

Pour Adoua : Adoa / Adoua / Adouah / Adoueh / Adowa / Adua / Aduwa / Adwa ;

Pour Adigrat : Add’Igrat / Add’-Igratt / Addigrate / Adigerat / Adigrat / Adigrâte / Ategerat / Atigrat.

Les tests ont démontré que la détection automatique du texte dans les PDF n’était pas fiable et ne permettait pas une recherche exhaustive¹³. Il a donc été décidé de limiter au maximum l’emploi de cette technique, pour la réserver à la recherche des mots-clefs « terrasse » et « étage¹⁴ » (et leurs équivalents anglais et allemands). Aux mots-clefs thématiques agricoles sus-cités s’est substituée la recherche, dans les sommaires, de paragraphes ayant trait à l’agriculture. Il a aussi été possible de naviguer dans les ouvrages par les listes d’index, selon un principe assez semblable à celui des mots-clefs. Il a semblé plus raisonnable, dans le temps de la thèse, de limiter les recherches à la lecture de ces paragraphes et à l’utilisation des données fournies par les mots-clefs « terrasse » et « étage » dans la comparaison des techniques agricoles.

13. Ainsi, pour l’ouvrage de Lefebvre (1845d), le mot « grain », que l’on trouve dans le passage cité plus loin, est reconnu comme étant orthographié « gl’ain ».

14. Nous nous sommes aperçue que la terminologie de « terrasse » n’était pas systématiquement employée, et que les expressions ayant trait à la « culture étagée » pouvaient lui être préférées.

Pour les recherches sur les paysages, le principe appliqué est semblable : le travail s’est appuyé essentiellement sur les descriptions dans les sommaires des ouvrages, et, en complément ou vérification (notamment quand les sommaires étaient assez succincts), sur l’usage des mots-clefs géographiques détaillés plus haut.

3.3.2.2 Données climatiques et météorologiques compilées

Une utilisation légèrement différente a été faite d’une partie des textes anciens : dans certains ouvrages, rédigés à la suite d’expéditions scientifiques, les auteurs ont consigné des observations météorologiques (précipitations, températures, hygrométrie, vents, notamment). Les stations sont repérées sur la figure 3.3.

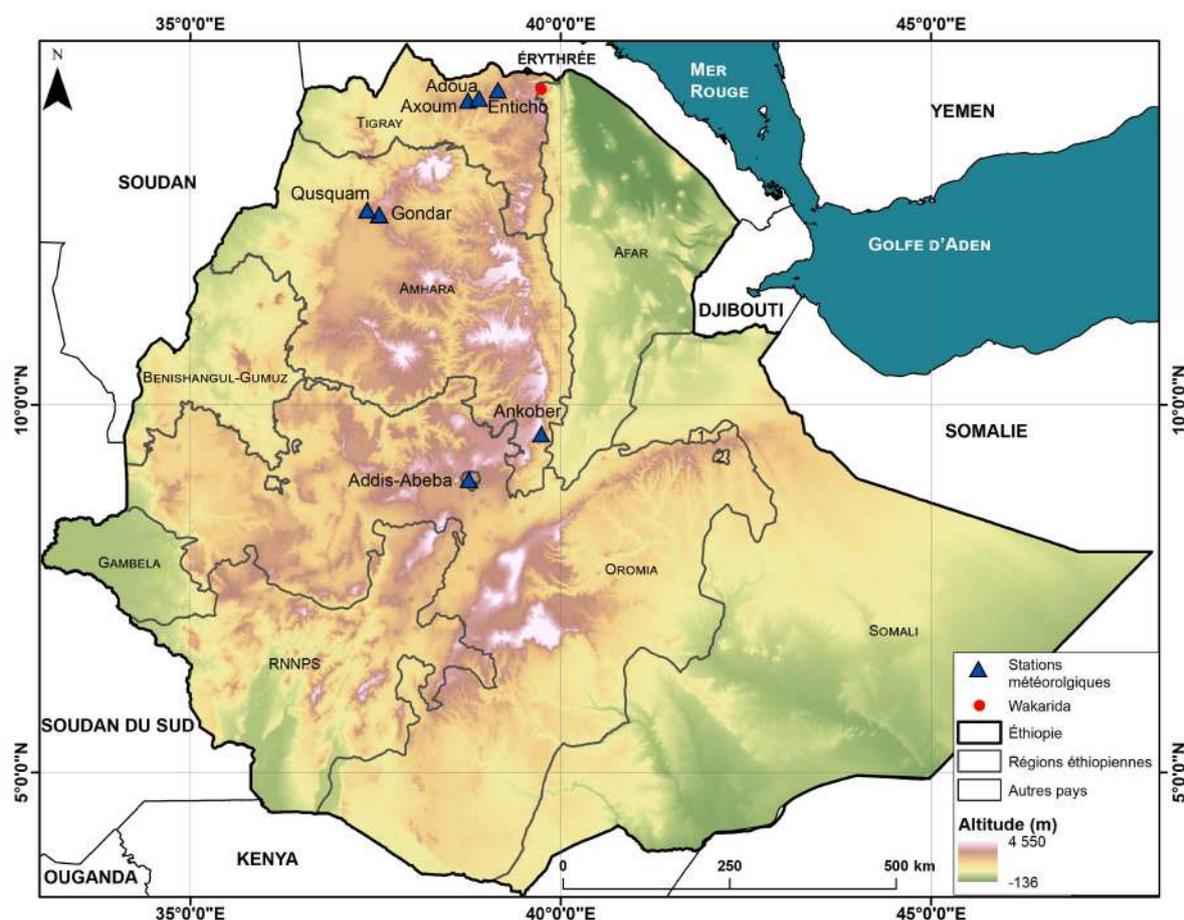


FIGURE 3.3 – Carte des stations météorologiques mentionnées dans les archives et étudiées dans le tableau 3.14. 1 : Dire Dawa ; 2 : Harar. Réalisation : N. Blond, 2019, d’après SRTM 30 m.

De tels enregistrements sont précieux, mais leur intérêt reste limité par la courte période couverte. Pour certains enregistrements, quelques difficultés sont apparues, liées à l’unité utilisée initialement, notamment pour mesurer les températures (unités non indiquées, degrés centigrades). Enfin, certaines informations recueillies n’ont pas été utilisées ni reportées ici, la station de mesure étant trop éloignée de la zone d’étude. Dans l’ensemble

des 66 références étudiées ici, six ouvrages comportent des indications météorologiques. Ils sont détaillés dans le tableau 3.14.

| Source | Stations | Données | Périodes |
|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| Bruce (1791c, p. 269 <i>sq.</i>) | Gondar et Koscam | Températures et précipitations | 1770-1771 |
| De Felcourt (1911, p. 225) | Addis-Abeba | | 1898-1904 |
| Ferret et Galinier (1847c, p. 497) | Axoum, Adoua, Intetchaou (Enticho) | | 1840-1841 |
| Harris (1844b, p. 417) | Ankober | | 1841-1842 |
| Lefebvre (1845d, p. 198) | Adoua | Températures | 1839, 1841-1842 |
| Rüppell (1840, p. 448) | Entscheqab et Gondar | | 1832-1833 |

TABLEAU 3.14 – Données météorologiques anciennes : sources, stations et périodes. Les stations sont localisées sur la figure 3.3.

Quand la station était située dans le Tigray, à proximité de l’espace étudié, ces données ont été compilées sous forme de tableaux dans le chapitre 7 (tableaux 7.1 et 7.2, page 338). Elles ont ensuite pu être comparées aux données actuelles. Les stations étant différentes de celles exploitées aujourd’hui, et le pas de temps étant généralement assez court, il n’a pas été envisagé d’utiliser ces données pour caractériser d’éventuelles évolutions climatiques. Le but est ici plutôt, d’une part, d’apprécier si les conditions sont similaires, du XIX^e au XXI^e siècles, d’observer une éventuelle tendance, et d’autre part d’élaborer une base de données météorologiques à partir de relevés anciens, qui pourra être implémentée au fil de lectures supplémentaires.

Dans cet ensemble, les données récoltées à Gondar et Koscam¹⁵ par Bruce (1791c) et Rüppell (1840), ainsi que celles d’Addis-Abeba (De Felcourt, 1911), Ankober (Harris, 1844b) et Entschetqab (Rüppell, 1840) ne sont pas utilisées, la distance de la station avec la zone d’étude étant trop importante. Ainsi, seules les données des stations d’Adoua (Ferret et Galinier, 1847c ; Lefebvre, 1845d), Axoum (Ferret et Galinier, 1847c) et Enticho¹⁶ (Ferret et Galinier, 1847c) ont été recueillies.

Dans ces récits, les données sont présentées sous des formes très diverses. Ferret et Galinier (1847c) retranscrivent leurs données brutes, les mesures étant prises plusieurs fois dans une même journée (parfois à chaque heure), sans régularité. Les mesures de Lefebvre (1845d) sont consignées de manière semblable, à la seule différence que les enregistrements observent une certaine régularité (6h, 9h, 12h, 15h, 18h). Afin d’obtenir des données utilisables et lisibles, les enregistrements quotidiens ont été moyennés mensuellement. Les résultats sont affichés dans la sous-section 7.2.3, page 337. Les degrés centigrades ont été conservés tels quels, les différences avec les degrés Celsius étant minimes.

15. Qusquam, un palais de Gondar, ville située à environ 300 km au sud-ouest du site (figure 3.3).

16. Intetchaou, voir Ferret et Galinier (1842), figure 7.8, page 325 et figure 3.3, page 118.

3.3.2.3 Archives iconographiques

Les archives iconographiques - photographies au sol, gravures, peintures, illustrations de manuscrits ou d'ouvrages, photographies illustrant des articles de presse, cartes anciennes - peuvent être divisées en deux types : celles qui sont clairement localisées, et qui concernent le Tigray d'une part, et celles qui ne sont pas situées, ou le sont mais en dehors de la région d'étude, d'autre part. Cette dernière catégorie a été étudiée pour ouvrir la réflexion et s'interroger sur la dimension locale ou plus large des phénomènes observés.

Les archives iconographiques ont été étudiées selon plusieurs entrées thématiques :

- la présence ou non des terrasses est bien entendu centrale ;
- l'évolution du couvert végétal ;
- les pratiques agricoles ;
- les phénomènes d'érosion, d'incision.

Dans la mesure où le territoire de Wakarida et de ses alentours n'est pas représenté, nous n'avons pas cherché à reproduire les photographies, sur le modèle de la photographie répétée (« *repeat photography* », sous-section 3.3.1, page 106), ni à en faire une analyse quantitative. L'analyse a été qualitative à l'échelle régionale, avec une ouverture sur le reste de l'Éthiopie. Quand cela était possible, des photographies plus récentes, produites par d'autres et récoltées dans des banques d'images ont été utilisées. Il a aussi pu s'agir d'images satellitaires contemporaines, disponibles sur l'application Google Earth. La limite de cette approche est évidemment que la disponibilité d'images de comparaison est très incertaine et qu'il n'est pas aisé de mettre en regard vues verticales et vues au sol.

3.3.2.4 Photographies aériennes et photographies satellitaires

Les photographies aériennes anciennes ont été acquises pour deux périodes, 1964-1965 d'une part et 1994 d'autre part. Il s'agit de tirages en noir et blanc à partir de négatifs originaux, achetés à Addis-Abeba auprès de la NMA (figure 3.2, page 113). Ils ont été ramenés en France, puis scannés à la Maison de l'Orient et de la Méditerranée grâce à un scanner A3, en niveaux de gris et avec une résolution de 600 dpi - une résolution de 1 200 dpi n'apportant pas de précision supplémentaire.

À ces deux jeux de photographies aériennes ont été ajoutées des photographies satellitaires Corona, acquises sur le site de l'USGS. Il s'agit de bandes très longues, qui ne sont pas rectifiées. Une zone réduite, correspondant à l'espace étudié, a été découpée pour pouvoir être géoréférencée assez précisément. La déformation est plus importante que sur les photographies aériennes, mais la résolution est meilleure. Datant de 1967, ces photographies satellitaires forment un complément intéressant aux photographies aériennes de 1964 - 1965.

Vue l'étendue de l'emprise de ces clichés et leur nombre, l'ensemble des vues aériennes n'a pas été géoréférencé. La zone couverte par les photographies aériennes s'étend des alentours du site de Wakarida jusqu'au plateau et aux alentours d'Idaga Hamous. Pour l'heure, seuls les clichés autour du site de Wakarida ont été géoréférencés dans un SIG. Le géoréférencement a été effectué à l'aide d'une image Quickbird acquise par la mission Wakarida auprès de l'EMA. Il s'agit d'une image satellitaire à haute résolution de 2012. L'assemblage de ces trois vues permet une comparaison diachronique entre trois états différents : 1964-1967 ; 1994 et 2013.

Photographies aériennes et photographies satellitaires présentent néanmoins un inconvénient important : la zone étudiée n'est représentée complètement sur aucune vue. Il a donc fallu faire correspondre les clichés bord à bord, ce qui, au vu des déformations particulièrement importantes aux extrémités des clichés, n'est pas chose aisée.

Les images ont été étudiées grâce aux SIG. L'analyse a d'abord été qualitative, consistant essentiellement à apprécier la nature du couvert végétal des versants et/ou des vallées de la zone étudiée, à repérer les espaces défrichés pour la mise en culture et à identifier si des terrasses étaient déjà construites dans les thalwegs dans les années 1960. L'analyse a aussi été quantitative, grâce au calcul des surfaces aux différentes périodes et à l'appréciation des évolutions. Dans cette optique, les parcelles ont été digitalisées une à une sur l'image Quickbird de 2012. Pour la comparaison, la photographie Corona de 1967, plus facile à lire et à interpréter, a été choisie. Les clichés de 1994 sont peu utilisables car surexposés : il était impossible, pour certains endroits, de déterminer s'ils étaient cultivés ou non. Deux autres clichés de 1994, mieux exposés mais ne représentant pas l'intégralité du territoire, ont été superposés et géoréférencés. Les espaces cultivés y ont été digitalisés. Sur les clichés de 1967 et de 1994, les espaces défrichés et/ou cultivés ont été digitalisés en blocs, la faible résolution ne permettant pas de digitaliser parcelle par parcelle. Les tracés aux trois périodes ont ensuite été superposés. Les surfaces ont été calculées et comparées d'une période à l'autre, sur quelques espaces représentatifs. L'emprise des photographies aériennes et satellitaires explique que les cartes produites à partir de ces extraits n'ont pas les bords droits (figures 10.2 à 10.9, pages 433, 434, 436, 437, 439, 440 et 442 et 443).

3.4 Ethnologie, géomorphologie et géoarchéologie : des entretiens pour aborder les processus érosifs

Les analyses sur le terrain et en laboratoire ont permis d'aborder de nombreux aspects du sujet. Toutefois, le constat de questionnements laissés en suspens par les analyses sédimentologiques comme par l'étude d'archives a poussé à la formalisation d'une grille d'entretien permettant d'aborder les principales thématiques, tout en essayant de faire appel à la mémoire orale et à la tradition chez les populations locales. À ces lacunes

s'est ajoutée la conviction que celles-ci ne pouvaient pas être comblées par les chercheurs seuls, avec leur vision externe et leur connaissance récente de la situation. Les explications devaient venir de celles et ceux qui étaient le plus concernés : les agriculteurs¹⁷.

3.4.1 À la croisée de l'ethnoarchéologie et de l'ethnogéomorphologie

Cette démarche se situe au croisement de l'ethnoarchéologie (Aurenche, 2012d ; Coudart, 2008) et de l'ethnogéomorphologie (Wilcock *et al.*, 2013 ; Wilcock, 2012). La première a une histoire plus longue que la seconde. Le terme d'ethnoarchéologie apparaît au début du XX^e siècle dans le rapport d'un anthropologue américain, mais il faut attendre les années 1960 et surtout les années 1970 pour que la discipline se développe et connaisse un véritable essor outre-atlantique (Coudart, 2008). L'Europe, en particulier la Grande-Bretagne et la France, s'empare du sujet plus tardivement, dans les années 1980. L'ethnogéomorphologie est plus jeune, plus confidentielle et est surtout le fait d'auteurs anglophones, comme Wilcock *et al.* (2013).

3.4.1.1 Rappels théoriques

L'ethnoarchéologie « s'attache à observer des situations actuelles (ou sub-actuelles) pour les comparer, afin d'aider à leur interprétation, à des situations archéologiques » (Aurenche, 2012d, p. 13). Bien qu'elle soit aujourd'hui largement utilisée dans les recherches archéologiques, en particulier pour les céramiques anciennes (Arthur, 2003 ; Graves, 1987 ; Hegmon, 2000 ; Mayor, 2011 ; Stark, 2003), l'habitat (Aurenche, 2012a,b,c ; Francfort et Aurenche, 2012 ; Holl, 2003 ; Kühnen *et al.*, 2012 ; Perello, 2011) ou les techniques d'irrigation (Charbonnier, 2018 ; Charbonnier *et al.*, 2017a ; De Meulemeester, 2005), elle reste encore soumise, selon Aurenche (2012d), à la défiance du monde universitaire français. De plus, elle n'a, d'après nos recherches bibliographiques, pas encore été appliquée à la géoarchéologie pour comprendre les pratiques agricoles et leurs impacts sur l'érosion des sols. Peut-être est-ce dû au fait que les informations concernant le bâti ou la culture matérielle sont plus facilement conservées dans les vestiges archéologiques que celles qui touchent aux pratiques proprement dites. Peut-être aussi est-ce lié au fait que les techniques agraires ont beaucoup évolué récemment et que peu d'espaces montrent une telle continuité dans l'outillage et les méthodes culturelles sur une durée aussi longue qu'en Éthiopie (sur ce point, voir la section 8.5, page 373 *sq.*).

Selon O. Aurenche (2012d), l'ethnoarchéologie ne vise pas à fournir des explications directes aux faits archéologiques, mais à « constituer des banques de données [...] où, par

17. Une partie de cette section est la traduction d'un [billet](#) publié en anglais sur le blog du Centre Français des Études Éthiopiennes (Blond, 2017).

analogie, on pourra puiser des explications *possibles*¹⁸, puisqu'elles existent "en vrai" dans le monde vivant ». Cette démarche peut, à l'exemple de ce qui est exposé dans la partie III, page 309 *sq.*, s'appuyer sur des récits de voyageurs, qui détaillent les modes de vie passés. Mais la plupart du temps, d'après Aurenche (2012d), toutes les réponses ne sont pas fournies par ce biais et il faut recourir à l'enquête de terrain et à ce que Gould (1968, 1980) appelle *living archaeology*.

La démarche ethnoarchéologique repose sur le principe de l'analogie en ce qui concerne les techniques et pratiques agricoles. Selon Coudart (2008), elle permet d'appliquer le principe de l'actualisme (ou uniformisme / uniformitarisme) non plus aux phénomènes géologiques, mais aux phénomènes culturels. La théorie de l'actualisme « postul[e] que les lois régissant les phénomènes géologiques actuels étaient également valables dans le passé » (Foucault et Raoult, 1992). Dans le cadre d'enquêtes ethnoarchéologiques, ce principe « permet de considérer les règles qui ont présidé aux transformations préhistoriques comme étant les mêmes que celles qui régissent des processus de transformation actuels. C'est au nom de cette théorie que le dégagement de lois transculturelles ou diachroniques est possible ». Ceci ne suppose toutefois pas une vision fixiste des sociétés au cours du temps.

Quant à l'éthnogéomorphologie, elle est définie comme « une réponse située, non-relativiste aux connexions entre les sociétés et le paysage, qui reflètent et plaident pour des relations sensibles aux lieux¹⁹ » (Wilcock *et al.*, 2013). Dans notre étude toutefois, le concept recouvre plutôt l'utilisation de l'ethnologie et des entretiens ethnologiques pour analyser les processus érosifs, étudier les formations superficielles et les paysages.

Il s'agit donc, selon Wilcock *et al.* (2013), de comprendre comment les paysages sont perçus par les populations qui les pratiquent quotidiennement. Cette dimension permet, selon Carvalho Neta *et al.* (2014), de comprendre comment ces perceptions interviennent ensuite dans les processus de décisions et de gestion de l'environnement²⁰.

3.4.1.2 Application à la problématique présente

L'originalité de notre travail ethnoarchéologique et ethnogéomorphologique repose sur le fait qu'il ne prend pas appui sur des vestiges qui pourraient être expliqués par les techniques actuelles. Il trouve au contraire son point de départ dans l'absence de vestiges archéologiques. Celle-ci interroge : les techniques agricoles ayant peu évolué (section 8.5, page 373 *sq.*), l'hypothèse d'une agriculture en terrasses sur des remplissages sédimentaires

18. C'est l'auteur qui souligne.

19. « *A situated, non-relativist response to people-landscape connections that reflects and advocates sentient relationships to place* » (Wilcock *et al.*, 2013).

20. « *Ethnogeomorphology is a new field of research that addresses how landforms and processes are understood by traditional populations, as well as how they use this knowledge in the use / land management* » (Carvalho Neta *et al.*, 2014).

de vallées a pu être émise. Néanmoins, l'absence de preuves matérielles ne permet pas de l'affirmer avec certitude. Il s'est donc agi d'interroger les pratiques agricoles actuelles des populations du Tigray oriental pour essayer d'en retrouver les origines et d'en percevoir l'évolution, idéalement depuis la période axoumite. L'appel à la mémoire orale visait à identifier une éventuelle continuité dans l'occupation humaine et les techniques agricoles ou, au contraire, à mettre en lumière des ruptures.

Au questionnement sur les origines de ces ouvrages de conservation des eaux et des sols et leur âge s'ajoute celui des effets qu'ils produisent sur les modes de vie des populations et des liens que celles-ci entretiennent avec ces ouvrages. Comme l'indiquent Wilcock *et al.* (2013) dans leur article, les conceptions et perceptions des paysages par les populations locales (ou « *Indigenous Knowledges* ») peuvent différer de celles des Occidentaux. C'est d'abord ce regard qui était utile pour la compréhension des paysages actuels et de leur formation. Nous avons souhaité, à l'instar de ce que proposent les auteurs, que la construction de la connaissance géomorphologique de la région passe par la mise en discussion des savoirs dits « indigènes » et des savoirs dits « scientifiques », afin d'avoir une vision compréhensive du paysage et de l'ensemble de ses aspects. Cela va de pair avec l'idée d'un paysage comme n'étant pas seulement physique ou culturel. Bien plutôt, tous ces éléments sont coévolutifs et participent à la construction des paysages, à la façon de ce que Berque (1986) appelle la *trajection*.

Dans cette perspective, nous définissons donc l'ethnogéomorphologie comme une pratique visant à intégrer les savoirs indigènes, locaux, recueillis par le biais d'observations et d'entretiens, aux analyses géomorphologiques des processus à l'œuvre dans la mise en place des paysages. Elle permet ainsi de comprendre le rapport des populations à leur environnement et de fournir des clefs d'interprétation de certains phénomènes et/ou formes paysagères. Combinée à l'ethnoarchéologie, elle donne à l'analyse la profondeur temporelle nécessaire, en envisageant des approches diachroniques tant sur l'outillage et les techniques agricoles, et leurs conséquences sur l'environnement, que sur les processus érosifs à l'œuvre. Cette démarche s'appuie sur le principe de l'actualisme, envisagé selon les deux acceptions précédemment décrites - géologique et culturelle. Elles permettent d'envisager la dimension diachronique à la fois des éléments culturels (en l'occurrence de l'outillage et des techniques de mise en valeur agricole) mais aussi des processus morphologiques qui leur sont liés.

3.4.2 Définition du type d'entretien

Pour recueillir des données plus précises sur les paysages et la géomorphologie autour de Wakarida, une enquête ponctuelle²¹ a été mise en place. Elle se compose d'une grille d'entretien (Annexes, sous-section F.1, page 562 *sq.*) et d'un photoquestionnaire

21. Réalisée une seule fois, afin de décrire certaines caractéristiques d'une population.

(Annexes, sous-section F.2, page 565 *sq.*). Il s'agit d'entretiens semi-directifs, d'une durée d'environ une heure, comprenant la présentation du projet et de l'entretien, la passation de l'entretien et du photoquestionnaire et le remplissage des questions signalétiques. Les entretiens semi-directifs permettent à la fois l'exploration de certains thèmes et l'approfondissement de quelques questions. Selon Berthier (2010), ils « combine[nt] attitude non-directive pour favoriser l'exploration de la pensée dans un climat de confiance et projet directif pour obtenir des informations sur des points définis à l'avance ». Le guide qui accompagne l'entretien a dès lors plus une fonction de pense-bête, de rappel des thèmes à aborder, quel que soit l'ordre dans lequel les sujets sont traités.

Ces entretiens ont été administrés à un échantillon de trente individus statistiques. La sélection de ceux-ci a été empirique (Martin, 2011) et la méthode d'échantillonnage accidentelle, c'est-à-dire que l'échantillon a été « constitué au gré des circonstances » (Martin, 2011), en l'occurrence en fonction des personnes présentes dans les parcelles au moment de notre passage et volontaires pour répondre à l'entretien. Ce type d'échantillonnage induit un certain nombre de biais, détaillés plus loin (sous-section 3.4.4, page 132 *sq.*), mais est le résultat des contraintes liées à l'organisation du terrain et à la disponibilité des personnes. Cela implique dès lors une faible représentativité de cet échantillon, d'autant plus que le nombre d'individus statistiques (trente) est très réduit.

3.4.2.1 Formalisation de la grille d'entretien

La grille d'entretien proprement dite est composée de trois parties (Annexes, sous-section F.1, page 562 *sq.*). Les deux premières interviennent en tout début d'entretien, et la troisième après le photoquestionnaire, à la toute fin. La première partie se compose de douze questions préliminaires (« *Preliminary questions* »). Il s'agit de questions fermées avec deux modalités de réponses (1. *Do you cultivate this plot? Yes/No*²²) ou plus (2.b. *Are these plots clustered or distant? No answer/Clustered/Distant/Some clustered some distant*²³) et de questions ouvertes (6. *What is the name of this plot?*²⁴). Ces questions visent à s'assurer que la personne fait bien partie de la population à étudier.

Les questions préliminaires permettent aussi de mieux cerner le rapport de la personne aux terres cultivées : est-ce qu'elles sont nombreuses (question 2.a.), loin les unes des autres (questions 2.b. et 2.c.), est-ce qu'elles sont héritées, est-ce que la personne les possède ou les loue (questions 3.a. et 3.b.) et quelle est l'implication d'autres membres de la famille dans l'agriculture (questions 7.a. et 7.b.). La toponymie intervient aussi dans ces questions préliminaires (question 6). Elle est importante car elle permet, d'une part, de localiser, de connaître les lieux où nous passons, que nous parcourons, et de pouvoir les nommer,

22. 1. Est-ce que vous cultivez cette parcelle? Oui/Non.

23. 2.b. Est-ce que ces parcelles sont proches ou éloignées? Pas de réponse / Proches / Éloignées / Certaines proches et certaines éloignées.

24. Quel est le nom de cette parcelle?

au sein de la mission archéologique mais aussi avec les personnes que nous rencontrons. D'autre part, elle offre également des indications pertinentes sur des caractéristiques du lieu et/ou du milieu (végétation, présence d'eau, faune etc.).

La deuxième partie du questionnaire interroge plus directement les paysages agricoles, et en particulier de terrasses, dans la zone étudiée (« *Terraced agriculture and landscapes in the area around Wakarida* »). Elle comprend onze questions, dont neuf questions ouvertes, et repose sur quatre thématiques principales : l'ancienneté de la présence des personnes et de leurs familles dans la zone (questions 8 et 9.a.) ; les méthodes de culture (questions 9.b. et 11.a.), et en particulier les terrasses (questions 10.a. et 10.b.) ; les ressources en eau (question 11.b.) et le déboisement (questions 13.a., 13.b. et 13.c.).

Le thème de l'ancienneté de la présence des populations dans la zone permet d'interroger la continuité du peuplement et de la mise en valeur de la région, abordée par les photographies aériennes et satellitaires anciennes (section 10.1 du chapitre 10, page 431 *sq.*). La question, centrale, des terrasses est abordée indirectement, par l'aspect des espaces aujourd'hui cultivés et des changements qu'ils pourraient avoir connus. On cherche aussi à savoir pour quelle(s) raison(s) les agriculteurs contemporains érigent ces ouvrages de CES. Les ressources en eau permettent à la fois d'aborder la question de la pluviométrie, difficile à déterminer précisément par manque de station météorologique à proximité de Wakarida et dans les mêmes conditions topographiques (section 1.3, page 29), mais aussi d'obtenir des informations diachroniques et d'identifier d'éventuelles situations de pénuries et/ou d'irrigation. Enfin, le déboisement est abordé par la question du bois de construction et de la façon dont on peut s'en procurer. Les questions posées permettent aussi d'évaluer si le couvert végétal actuel résulte de processus anciens, ayant joué sur la longue durée, ou s'il est le résultat de changements très récents.

La troisième partie du questionnaire regroupe les variables d'identification (« *Identifying variables and background data* » et « *Identifying variables to be written by the interviewer* »). Il s'agit de neuf questions, dont huit ouvertes, portant sur le nombre de personnes interrogées (question 15), le sexe (question 16), l'âge (question 17), le nombre de membres dans le foyer (question 18), et des informations sur les conditions d'entretien, comme le type d'espace de passation (question 19), le nom de la localité, la date et l'heure (questions 20 et 21) et d'autres remarques (questions 22 et 23).

Le photoquestionnaire (« *Photointerview* ») interroge la façon qu'ont les populations des alentours de Wakarida de nommer les terrasses. Ces objets quotidiens, qui font tellement partie du paysage qu'ils deviennent des géosymboles (Bonnemaison, 1981) du Tigray ont-ils un seul et même nom, quelle que soit leur localisation, leur fonction, leur apparence ? Ce passage par la dénomination permet aussi d'interroger les perceptions du paysage et les éléments utilisés dans sa caractérisation par les populations locales. Un jeu de huit photographies (Annexes, sous-section F.2, page 565, *sq.*) a été utilisé, la consigne

étant de donner le nom employé pour désigner les terrasses représentées, que ce soit en amharique, en tigrinya et/ou en afar. Huit questions ouvertes composent cette partie (questions 14.a. à 14.g.).

3.4.2.2 Passation des entretiens

Dans la mesure du possible, la localisation des espaces de passation des entretiens a été calquée sur celle des coupes stratigraphiques, afin de pouvoir mettre ces dernières en relation avec un toponyme et des indications quant à l'évolution de l'érosion, par exemple.

Les entretiens ont été effectués avec l'aide d'un traducteur parlant amharique, tigrinya et anglais. Pour des questions pratiques (problèmes linguistiques, nécessité d'autorisations et d'un accompagnant supplémentaire rémunéré), il a été décidé de ne pas travailler dans les espaces identifiés comme appartenant à la région afar. L'aval du système (Ambare, Gali Gade notamment, voir figure 3.1, page 93) a donc été d'office exclu de la zone de travail, malgré la concentration de sites étudiés et leur intérêt. L'expérience a aussi montré, sur le terrain, que les sites de Ka Ebile (KEa, KEb, KEc et KEd, voir figure 3.1, page 93), ainsi qu'une part importante de l'amont de la vallée, se trouvaient en territoire afar. Il n'a donc pas été possible de s'entretenir avec les agriculteurs autour des sites de Ka Ebile, et les échanges avec ceux situés à l'aval (en particulier WK09, WK10 et WK11, figure 3.4) ont été limités par la langue. D'autres personnes afars ont été rencontrées, notamment à l'amont de la vallée de May Weini, autour de la coupe MWc (WK19 et WK20, figure 3.4), mais leur meilleure maîtrise du tigrinya a permis des échanges plus faciles et enrichissants, en particulier à propos du photoquestionnaire.

Trente entretiens ont été réalisés. Par commodité, ils ont été numérotés dans l'ordre chronologique, de 01 à 30. Les deux lettres correspondent au code de localisation et désignent la zone de prospection autour du site de Wakarida. Ils peuvent être rassemblés en sept groupes en fonction de leur localisation (figure 3.4) :

Damhalle : WK06 et WK25 ;

Ka Ebile : WK02, WK09, WK10, WK11, WK14, WK15, WK28 et WK29 ;

May Weini : WK03, WK19 et WK20 ;

Mengangebit : WK04, WK23 et WK24 ;

Mengela : WK21, WK27 et WK30 ;

Sewne : WK01, WK07, WK18, WK22 et WK26 ;

Wakarida : WK05, WK08, WK12, WK13, WK16 et WK17.

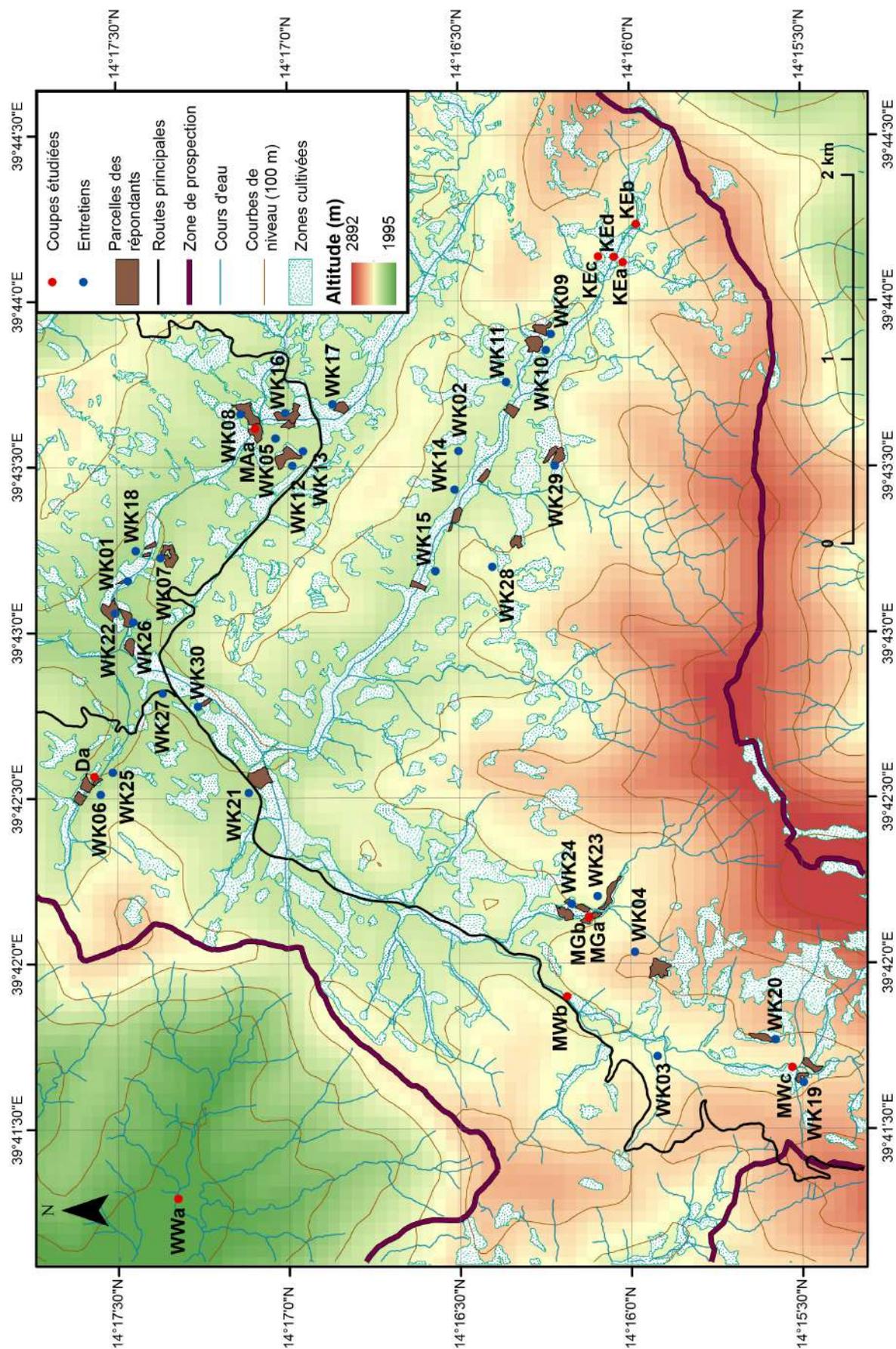


FIGURE 3.4 – Carte de localisation des entretiens (lieux de passation) et des parcelles des personnes interviewées. Réalisation : N. Blond, 2018.

Dans la plupart des cas, l'entretien a été réalisé chez les personnes (à l'intérieur ou à l'extérieur) ou sur la parcelle qu'elles cultivent. En dehors de deux cas (WK19 et WK26, voir figure 3.4, page 128), il n'y a pas eu de rendez-vous pris à l'avance. Le choix des personnes a reposé sur leur présence lors de notre passage, leur disponibilité et leur envie d'échanger avec nous. Nous avons rencontré des refus, liés à la langue, au manque de temps ou au fait que notre présence n'était pas vue d'un très bon œil. Certaines obligations, en particulier religieuses, ont aussi pu abrégé les entretiens. Dans la grande majorité des situations, néanmoins, nous avons été très bien accueillis.

Le travail a consisté à parcourir les vallées et les versants à proximité des lieux de prélèvements sédimentaires et/ou de fouilles archéologiques, en compagnie d'un traducteur. Pour les quinze premiers entretiens (WK01 à WK15 inclus, voir figure 3.4), il s'agissait d'Abrha Asefa (Université d'Adigrat). Suite à son départ, les quinze entretiens suivants (WK16 à WK30 inclus, voir figure 3.4) ont été effectués en collaboration avec Kibrom Gebregyorgis (*Emba Culture and Tourism Office*, Saesie Tsaeda). La période de passation des entretiens a ainsi été divisée en deux phases l'une de cinq jours au début du séjour (du 31 octobre au 4 novembre 2017) et l'autre de quatre jours, à la fin (du 17 au 20 novembre 2017).

Le traducteur commençait par présenter le travail de thèse et le lien avec les fouilles archéologiques, ainsi que le but des entretiens et les modalités de passation. Les questions étaient ensuite posées en anglais, puis traduites. Les réponses étaient données la plupart du temps en tigrinya puis traduites en anglais. Toutes les conversations ont été enregistrées sur un dictaphone - un seul a été interrompu par manque de place pendant quelques minutes. À chaque entretien a aussi été associé un point GPS, qui marque la localisation de la passation et qui est reporté sur la figure 3.4.

Dans les premiers temps, il était établi dès le début de l'entretien que celui-ci se faisait sur la base du volontariat et n'était pas rémunéré. Toutefois, il est vite apparu que cela heurtait les habitudes locales et, pour les derniers entretiens, nous avons remercié les personnes interviewées en leur offrant du sucre et du café vert à la fin.

3.4.2.3 Traitement des résultats

Les éléments de réponse ont été recueillis sur un fichier papier vierge identique à celui fourni en Annexes (sous-section F.1, page 562)²⁵. Les notes ont ensuite été retranscrites dans un fichier texte numérique, un par entretien. En revanche, il n'était pas envisageable, pour des questions de temps, de retranscrire intégralement tous les entretiens. Cela n'a été fait que pour deux exemples particulièrement intéressants (Annexes, section G, sous-sections G.1 et G.2, page 573, *sq.*).

25. Les espaces pour noter les réponses n'ont pas été reproduits ici, par commodité.

Pour compléter ce travail, les questions ont été codées (variables) ce qui a permis l'élaboration d'un tableau élémentaire dans lequel ont été enregistrées toutes les réponses (modalités). Ce travail de mise en forme a permis de faire quelques statistiques simples. Il est évident que l'échantillon n'est pas suffisant pour une analyse quantitative. Il permet néanmoins d'avoir un premier aperçu des grandes tendances, au moyen de tableaux de dénombrement.

Les données issues de la passation des photoquestionnaires ont aussi été codées et intégrées à des feuilles de calcul Excel, afin de faire ressortir, d'une part, quelle était la réponse la plus souvent donnée pour nommer chaque photographie, mais aussi afin de comprendre sur quel élément la personne s'était appuyée pour formuler sa réponse (topographie, aspect, fonction, notamment). Enfin, un dictionnaire a été élaboré, qui explicite le sens de ces expressions. Lors de sa rédaction, il est apparu que certains termes, très proches phonétiquement, avaient le même sens. La différence provenant très certainement de la retranscription, ils ont été regroupés. Ainsi, « *Zahati* » a été rapproché de « *Ezahati* », « *Guirmi* » de « *Guidmi* », « *Limam* » de « *Lemam* » et « *Tsedfi* » de « *Tsadafi* » (Annexes, section H, tableau H.1, page 609).

3.4.3 Définition et caractérisation de l'échantillon étudié

L'échantillon analysé repose sur trente entretiens. Pour vingt-trois, il n'y a eu qu'un répondant. Pour les sept autres, ils étaient deux. Les enfants ou autres membres présents durant l'entretien mais n'y ayant pas directement pris part ne sont pas comptabilisés. Notre présence a souvent suscité la curiosité et il n'est pas rare qu'une petite partie de la maisonnée ait fini par se trouver assemblée autour de la personne qui répondait.

Au sein de cette population de répondants et répondantes, la parité a été atteinte. Les répondants principaux sont quinze hommes et quinze femmes, accompagnés de quatre hommes et trois femmes pour les répondants secondaires (tableau 3.15).

| | 1 rép. | 2 rép. | Sexe rép. 1 | | Sexe rép. 2 | |
|------------------|--------|--------|-------------|-------|-------------|-------|
| | | | Femme | Homme | Femme | Homme |
| Effectifs | 23 | 7 | 15 | 15 | 3 | 4 |
| Pourcentages (%) | 76,7 | 23,3 | 50 | 50 | 57,1 | 42,9 |

TABLEAU 3.15 – Nombre de répondants par entretien et sexe de ceux-ci.

Les âges ont été recodés en trois catégories : 16-39, 40-59 et 60-79 ans. Ce sont ces deux dernières catégories qui sont le plus représentées pour les répondants principaux, tandis qu'il s'agit des deux premières pour les répondants secondaires (tableau 3.16).

Il est notable qu'un certain nombre de personnes ne connaissent pas leur âge. La plupart d'entre elles en ont une idée assez approximative, qui justifie le regroupement en

classes. L'indication de l'âge se traduit aussi souvent par la mention du régime politique et/ou du dirigeant en poste au moment de la naissance.

| | Âge répondant 1 | | | | Âge répondant 2 | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|----------|-----------------|-------|-------|----------|
| | 16-39 | 40-59 | 60-79 | Pas rép. | 16-39 | 40-59 | 60-79 | Pas rép. |
| Effectifs | 7 | 12 | 10 | 1 | 2 | 2 | 0 | 3 |
| Pourcentages (%) | 23,3 | 40 | 33,3 | 3,3 | 28,57 | 28,57 | 0 | 42,86 |

TABLEAU 3.16 – Âges des personnes interviewées en 2017.

Dans l'ensemble, les foyers sont d'une taille moyenne : plus de la moitié comportent entre quatre et six personnes (tableau 3.17). Sur cet échantillon, rares sont les petits foyers de deux ou trois personnes, mais on compte deux cinquièmes des répondants dans un grand foyer (entre sept et dix personnes).

| | Nombre de personnes dans le foyer | | | | | | | | | |
|------------------|-----------------------------------|-----|------|------|------|----|----|----|-----|-------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Pas de rép. |
| Effectifs | 1 | 1 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 5 |
| Pourcentages (%) | 3,3 | 3,3 | 13,3 | 13,3 | 16,7 | 10 | 10 | 10 | 3,3 | 16,7 |

TABLEAU 3.17 – Nombre de membres dans le foyer des personnes interviewées.

On dispose de moins d'informations précises quant à la répartition des membres entre adultes et enfants (60 % de non-réponse). Pour les foyers dont on a une image plus précise, on s'aperçoit qu'il s'agit majoritairement de couples (dix foyers sur douze comportent deux adultes), mais on trouve parfois un ascendant ou un enfant âgé. Le nombre d'enfants varie beaucoup : un quart des interviewés n'en a pas, un autre quart en a quatre. Les autres se répartissent jusqu'à huit (tableau 3.18).

| | Nombre d'adultes | | | | Nombre d'enfants | | | | | | | |
|------|------------------|-----|-----|-------------|------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 2 | 3 | 4 | Pas de rép. | 0 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Pas de rép. |
| Eff. | 10 | 1 | 1 | 18 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 18 |
| % | 33,3 | 3,3 | 3,3 | 60 | 10 | 3,3 | 33,3 | 3,3 | 6,7 | 3,3 | 3,3 | 60 |

TABLEAU 3.18 – Nombre d'adultes et d'enfants dans le foyer des personnes interviewées.

Enfin, la localisation précise du lieu de passation des entretiens, telle qu'elle a été décrite dans la sous-section 3.4.2.2, page 127, a aussi été utilisée pour caractériser les entretiens, en lien avec le type d'espace. Du fait de la recherche de proximité avec les coupes et accumulations stratigraphiques, les entretiens sont majoritairement localisés dans des thalwegs cultivés. C'est d'ailleurs le seul type à Damhalle, Ka Ebile et Mengela (tableau 3.19). Deux ont été menés dans un espace mis en terrasses à proximité d'un col (un à May Weini, l'autre à Mengangebit), deux au niveau du camp, à Wakarida donc,

un dans le village, à Sewne et un sur un versant boisé non cultivé de May Weini. C'est d'ailleurs à May Weini qu'on observe la plus grande diversité typologique (tableau 3.19).

| Localité | Entretiens | | Thalweg | | Col | | Village | | Camp | | Versant | |
|-------------|------------|------|---------|------|------|-----|---------|-----|------|-----|---------|-----|
| | Eff. | % | Eff. | % | Eff. | % | Eff. | % | Eff. | % | Eff. | % |
| Damhalle | 2 | 6,7 | 2 | 8,33 | | | | | | | | |
| Ka Ebile | 8 | 26,7 | 8 | 33,3 | | | | | | | | |
| May Weini | 3 | 10 | 1 | 4,2 | 1 | 50 | | | | | 1 | 100 |
| Mengangebit | 3 | 10 | 2 | 8,3 | 1 | 50 | | | | | | |
| Mengela | 3 | 10 | 3 | 12,5 | | | | | | | | |
| Sewne | 5 | 16,7 | 4 | 16,7 | | | 1 | 100 | | | | |
| Wakarida | 6 | 20 | 4 | 16,7 | | | | | 2 | 100 | | |
| Total | 30 | 100 | 24 | 100 | 2 | 100 | 1 | 100 | 2 | 100 | 1 | 100 |

TABLEAU 3.19 – Effectif et part d'entretiens réalisés en fonction de la localité et du type de territoire.

Ainsi, au cours des entretiens nous avons pu rencontrer autant d'hommes que de femmes, dont la majorité appartient à la tranche d'âge 40-59 ans, vit dans un foyer de taille moyenne (quatre à six personnes) composé de deux adultes et de quatre enfants. La majorité de ces entretiens a été menée dans un thalweg cultivé, le plus grand nombre se trouvant à Ka Ebile ou à Wakarida.

3.4.4 Biais et limites méthodologiques

Ces méthodes de recueil de données comportent certains biais et certaines limites qu'il est important d'évoquer avant de détailler les résultats. Certains sont liés aux conditions matérielles dans lesquelles ont été effectués les entretiens. Le premier de tous, et peut-être le principal, est lié à la langue et au nécessaire passage par une double traduction : du français vers l'anglais puis de l'anglais vers le tigrinya pour la question, et inversement, du tigrinya vers l'anglais puis de l'anglais vers le français pour la réponse, avec tout ce que cela peut impliquer en terme de perte d'information ou d'approximations voire d'erreurs. Ce biais peut être rapproché de l'anecdote, présentée par Lewis Carroll dans une lettre à sa sœur, où il évoque son travail d'enseignant et l'incompréhension entre lui et son élève, décrite comme une sorte de téléphone arabe, où questions et réponses sont déformées par les différents « traducteurs » qui les font passer de l'un à l'autre (Carroll, 1989). Il faut ajouter à cela le fait que certains interlocuteurs se soient exprimés en tigrinya, alors que la langue qu'ils emploient au quotidien est l'afar. Le changement de traducteur à mi-chemin peut aussi avoir engendré un biais important, tant dans le contact avec les personnes interviewées et la façon dont le travail était présenté, que dans les termes employés pour traduire. Il n'est pas impossible qu'un même terme ou une même expression aient été traduits de façons différentes de l'un à l'autre. Cette situation explique qu'on ait pris

soin, dans la mesure du possible, de retranscrire les termes tigrinyas, amhariques ou afars. Néanmoins, cela n'a été possible qu'avec un peu d'habitude, donc plutôt vers la fin de la période d'entretiens. D'autre part, les prononciations et retranscriptions pouvant, elles aussi, différer d'une personne à l'autre, cette méthode n'est pas infaillible.

Les entretiens semi-directifs réalisés pour cette étude comportent surtout des questions ouvertes et les questions fermées sont plus factuelles ou informatives que liées à l'expression d'une opinion ou d'un sentiment. Ainsi, le « biais de positivité » (tendance à répondre plus par l'affirmative que la négative ou à être d'accord plutôt que pas d'accord) ou le « biais de désirabilité sociale » (qui consiste à vouloir renvoyer une bonne image de soi-même, socialement valorisante et conforme à certaines attentes) sont relativement limités (Berthier, 2010). Une seule exception nous est apparue *a posteriori*, concernant ce dernier biais. Elle s'applique surtout aux questions renvoyant au caractère indigène ou non de l'origine des terrasses, ou à l'implication de l'État dans la formation des populations ou la transmission de cette méthode (questions 10a et 12, voir Annexes, sous-section F.1, page 562). Les répondants et répondantes ont ainsi eu tendance à mettre en avant l'origine endogène de ces ouvrages et l'absence de toute intervention de l'État. Ce biais pourrait aussi être renforcé par la position enquêteur/enquêté ainsi que par les différences socio-culturelles existant et/ou perçues entre les deux.

Toutefois, un autre type de biais est apparu dans la passation du photoquestionnaire avec le premier traducteur : au bout de quelques entretiens, celui-ci a commencé à essayer de faire dire aux personnes interviewées ce qu'il pensait être attendu - alors que la consigne était bien qu'il n'y avait ni bonne ni mauvaise réponse. De même, ses opinions personnelles ont quelques fois orienté le choix d'une personne ou d'une autre (« *She's a woman, she probably won't know*²⁶ »), ont pu influencer la réponse (il est arrivé que le traducteur « propose » un terme, qui était validé par la personne interviewée), voire ont interféré avec la passation du photoquestionnaire (« *He/She is saying that, but I know the correct answer, I can tell you*²⁷ »). Ce « biais de traducteur²⁸ » se traduit par une certaine uniformisation des réponses vers la fin de la période où nous avons travaillé avec lui, probablement amplifiée par la lassitude ou le désintéressement de sa part pour le sujet étudié. À l'inverse, la deuxième personne avec qui nous avons pu travailler a fait en sorte que nous trouvions les interlocuteurs les plus adaptés. Il s'est attaché à expliquer la démarche pour le photoquestionnaire en commençant par des exemples plus faciles ou plus immédiats, pour influencer le moins possible la réponse.

Enfin, les biais portent aussi sur le traitement statistique de l'échantillon. Il est évident qu'il n'est pas statistiquement représentatif : il s'agit d'un échantillonnage empiriste, non

26. « C'est une femme, elle ne saura probablement pas », idée qui s'explique par le fait que les travaux des champs, en particulier le labour, sont surtout une affaire d'hommes.

27. « Il/Elle dit ça, mais moi je connais le terme correct, je peux te le donner ».

28. Expression calquée sur celle de « biais d'enquêteur », proposée par Berthier (2010).

probabiliste et « accidentel », c'est-à-dire qu'il s'est constitué sur le terrain, en fonction de la disponibilité et de la volonté des personnes. Il a par ailleurs été soumis à des aléas de la vie quotidienne : lors de notre premier passage à Ka Ebile, par exemple, beaucoup d'habitants étaient à la mosquée ou sur le point de s'y rendre ; lors de notre second passage à Damhalle, c'était jour de marché au village et un mariage était organisé à proximité du lieu où nous avions prévu de travailler. Les potentiels répondants étaient donc ou à la noce ou au marché. L'échantillonnage n'est dès lors ni statistiquement probabiliste ni parfaitement aléatoire (pas de gestion des quotas dans le but d'avoir un échantillon le plus représentatif possible de la population mère). Cela est, au moins en partie, lié aux objectifs initiaux de ces entretiens : la démarche est qualitative. Les statistiques sont données afin de dégager des tendances, mais ne sauraient être considérées comme représentatives de l'ensemble de la population de la zone étudiée ou du pays.

CONCLUSION

La méthodologie systémique décrite ici assemble des techniques empruntées à diverses disciplines en interaction (section 2.4, page 86 *sq.*), qui s'associent pour répondre à une question principale, celle de l'origine, de l'âge et du rôle des terrasses dans la formation du paysage actuel de Wakarida et de ses alentours.

Pour en comprendre la mise en place sur le temps long de l'Holocène et les variations - climatiques, mais aussi démographiques, hydrologiques - qui l'ont touché, l'étude géomorphologique, sédimentologique et chronostratigraphique de coupes donne de précieux indices. Elle repose sur l'observation des paysages contemporains, la caractérisation des processus érosifs qui ont amené à leur formation et la recherche de précisions dans les archives sédimentaires stockées dans les comblements de vallons.

Ce premier travail donne un aperçu des tendances à l'échelle de la seconde moitié de l'Holocène (VII^e millénaire av. n. è. - XVII^e siècle de n. è.). Les périodes modernes et contemporaines sont caractérisées plus précisément grâce à l'analyse de documents d'archives de nature variée (récits de voyageurs, cartes, cartes postales, photographies au sol, aériennes, ou satellitaires). Elles permettent notamment d'appréhender les changements paysagers, les évolutions du couvert végétal, la présence des terrasses, le poids de l'agriculture ou la démographie, entre le XVII^e et le XX^e siècles.

Pour affiner encore les hypothèses de travail, comprendre les rapports des populations à leur environnement et au paysage qui les entoure, en particulier aux terrasses sur lesquelles elles cultivent, nous avons souhaité formaliser des entretiens qui pourraient être répétés, et dont on pourrait tirer des informations qualitatives. L'analyse de ces trente entretiens permet de dessiner les grandes tendances de l'occupation de la région et des raisons pour lesquelles les terrasses sont construites. Elle est aussi l'occasion de formuler

des hypothèses qui viennent enrichir celles proposées à la suite des travaux chronostratigraphiques et sédimentologiques et des études d'archives. Ces hypothèses s'enrichissent de la comparaison avec d'autres sites, en particulier dans le Sud Tunisien (Blond *et al.*, 2019).

CONCLUSION DE LA PREMIÈRE PARTIE

Cette partie a permis de faire émerger les principales caractéristiques du site de Wakarida et de son environnement. Située en marge du plateau, sur un promontoire, entourée de versants à faible couverture pédologique et de vallées comblées de sédiments, la zone d'étude est soumise à des précipitations irrégulières qui peuvent causer une forte érosion, et sont peu soutenues par la nappe d'accompagnement en fond de vallée. Malgré ces conditions relativement difficiles, la population est nombreuse et a largement augmenté depuis le XIX^e siècle. L'occupation principale des habitants est l'agriculture, en particulier sur ces terrasses de vallées. La densité des exploitations agricoles et leur fonctionnement actuel ont été déterminés par les réformes agraires de la fin du XX^e siècle, dont les effets sont encore sensibles de nos jours, malgré l'abandon de ces mesures.

Ce contexte contemporain se double d'une profondeur historique, qui met en lumière les différentes phases d'occupation de la région depuis le premier millénaire av. n. è. En marge du plateau, le site de Wakarida est aussi en marge du royaume axoumite, bien qu'il s'inscrive dans sa chronologie. Les découvertes qui y ont été faites permettent de le rattacher aux recherches sur la géoarchéologie du royaume axoumite, mais aussi plus généralement à un ensemble d'études - paléoclimatiques, géomorphologiques ou paléoenvironnementales - menées dans la région. Celles-ci laissent cependant de côté la question des terrasses de culture. De façon générale, ces objets sont restés assez marginaux dans les recherches archéologiques et/ou géographiques.

De tels ouvrages suscitent cependant de nombreuses questions, qu'il s'agira de traiter à l'aide d'une méthodologie systémique reposant sur la combinaison de techniques appartenant à la géographie, la géomorphologie, la géoarchéologie, la sédimentologie, mais aussi l'histoire du paysage, l'ethnoarchéologie et l'ethnogéomorphologie. Ce sont les résultats de ces différentes analyses qu'il s'agit désormais de présenter et d'étudier.

Deuxième partie

Enregistrements sédimentaires et mise en place des paysages durant la seconde moitié de l'Holocène : entre processus biophysiques et impacts anthropiques

INTRODUCTION DE LA DEUXIÈME PARTIE

Les paysages actuels de Wakarida sont le fruit d'évolutions sur la longue durée faisant intervenir des processus biophysiques et des actions anthropiques, dont les effets morphogéniques ont varié au fur et à mesure des phases d'occupation et/ou d'abandon de la région. Cette partie aborde la mise en place des paysages actuels, majoritairement au travers d'analyses géomorphologiques et sédimentologiques. Elle s'appuie sur la répartition des coupes en fonction de leur localisation dans les bassins versants (figure 3.5) : en tête de bassin, à l'intérieur des vallées ou à l'aval (figure 3.6). Une telle répartition permet d'étudier comment se font les transferts sédimentaires au sein du système, mais aussi de reconstruire les processus ayant conduit à la formation des accumulations aujourd'hui visibles.

Ces enregistrements sédimentaires sont précieux car ils ont conservé la mémoire de processus morphogéniques à l'œuvre durant des périodes pour lesquelles aucun vestige archéologique n'a été découvert (figure 3.6). Ils permettent de se faire une image des paysages et environnements de cet espace avant que l'occupation humaine ne laisse de trace visible. Ils ont aussi enregistré les réactions du milieu aux actions anthropiques, qu'elles soient légères ou plus marquées.

Chacun des trois chapitres est organisé de façon similaire. Les sites sont traités l'un après l'autre. Le contexte global du site est d'abord présenté, puis les coupes sont décrites, US par US, en fonction des observations effectuées sur le terrain. Les résultats d'analyse sont ensuite présentés (texture, granulométrie laser, taux de matière organique et de carbonates de calcium, âges et analyses anthracologiques). Une synthèse sédimentologique est ensuite proposée, suivie des interprétations. Les stratigraphies sont décrites dans le même ordre que sur le terrain, du haut vers le bas. Dans les tableaux, les résultats sont présentés selon la même organisation que les US, c'est-à-dire avec le plus récent en haut et le plus ancien en bas. En revanche, les synthèses sédimentologiques et les interprétations sont faites du bas vers le haut, soit dans l'ordre chronologique : du plus ancien au plus récent.

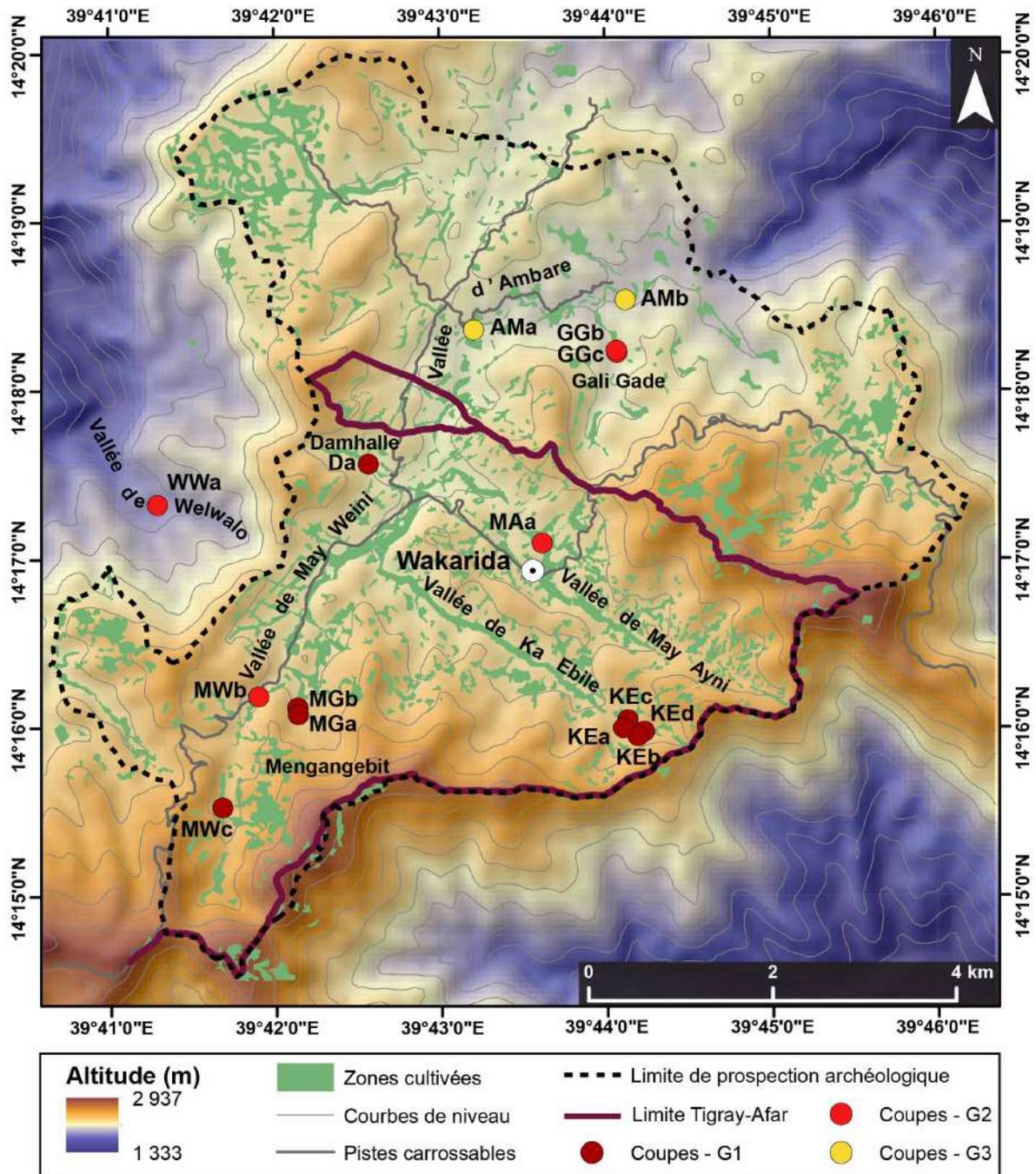


FIGURE 3.5 – Carte des groupes de coupes étudiées en fonction de leur position topographique dans les bassins versants. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

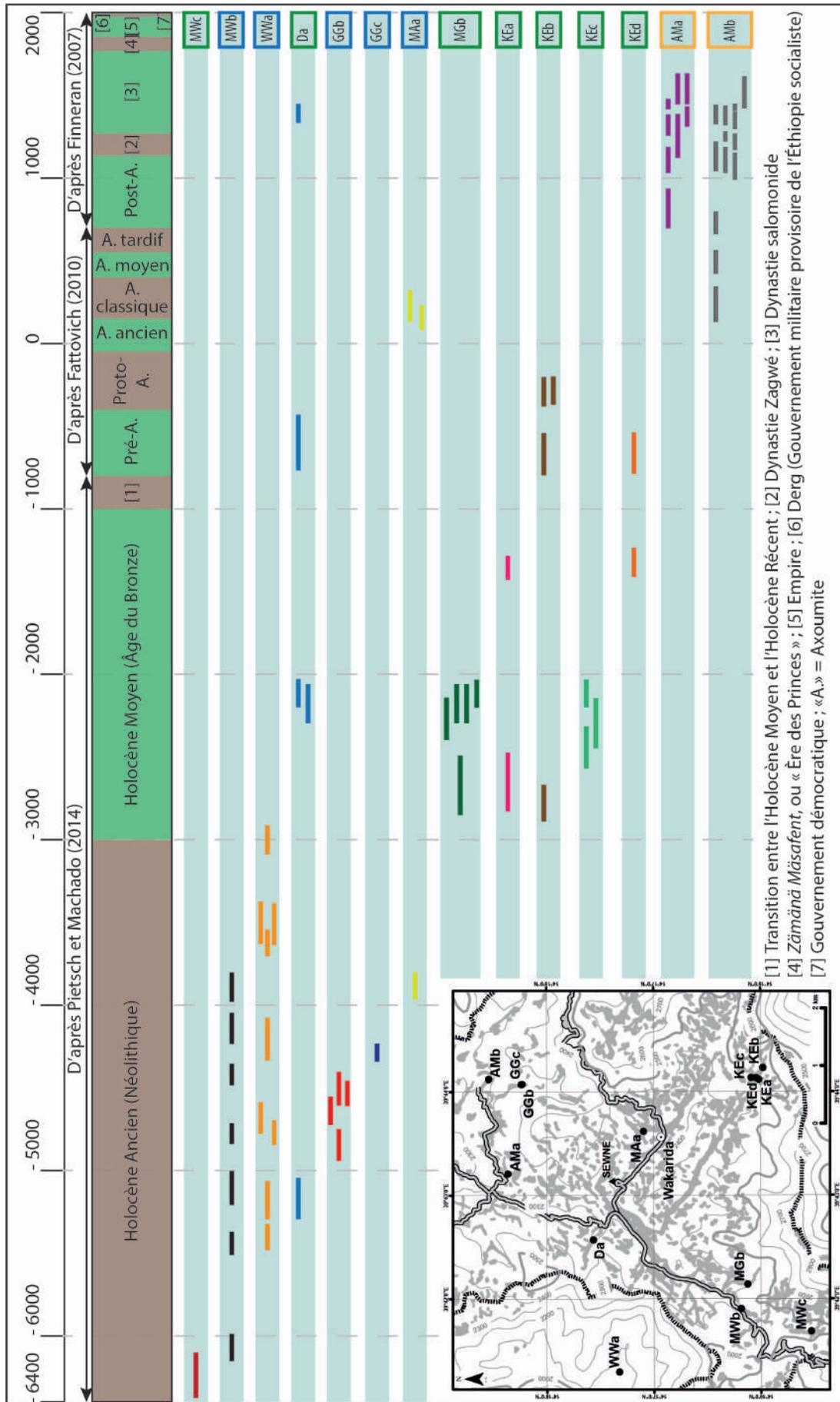


FIGURE 3.6 – Positions relatives des dates des quatorze coupes étudiées dans la chronologie régionale. Les rectangles vert représentent les coupes d'amont (chapitre 4), les rectangles bleus les coupes dans les vallées (chapitre 5) et les rectangles jaunes les coupes d'aval (chapitre 6). Réalisation : N. Blond, 2019.

On prendra garde, dans ces trois chapitres, à l'utilisation conjointe de la numérotation en unités stratigraphiques (US01, US02, etc.) et de celle en échantillons (MWc01, MWc02, etc.), les deux pouvant ne pas coïncider. Dans les résultats de granulométrie laser, les diagrammes triangulaires font apparaître le terme de « *loam* », qui n'est pas repris dans les descriptions et synthèses sédimentologiques. Selon l'USDA, il désigne un sol comprenant 7 à 27 % d'argiles, 28 à 50 % de limons et moins de 52 % de sables.

Dans cette partie, les âges radiocarbone sont donnés en années BP, avec une précision de deux sigmas et calibrés à l'aide de la courbe de Reimer *et al.* (2013). Les analyses granulométriques sont présentées dans des tableaux dans lesquels des abréviations ont été utilisées pour décrire les indices. Celles-ci sont explicitées dans le tableau 3.20.

| Indice | Abréviation | Signification |
|----------------------------------|---------------|--------------------------|
| Tri (Folk et Ward, 1957) | MC | Mal classé |
| | TMC | Très mal classé |
| Dissymétrie (Folk et Ward, 1957) | Dissym. | Dissymétrie |
| | Sym. | Symétrique |
| | Asym. nég. | Asymétrie négative |
| | Asym. pos. | Asymétrie positive |
| | F. asym. nég. | Forte asymétrie négative |
| | F. asym. pos. | Forte asymétrie positive |
| Moyenne (Folk et Ward, 1957) | Moy. | Moyenne |
| | LF | Limon fin |
| | LM | Limon moyen |
| | LG | Limon grossier |
| | LTG | Limon très grossier |
| | STF | Sable très fin |
| | SF | Sable fin |

TABLEAU 3.20 – Abréviations utilisées pour décrire les indices granulométriques.

Chapitre 4

Les comblements sédimentaires en têtes de bassins versants

Devant l'immensité du champ d'études et les multiples difficultés de la recherche en pays désertique, les plus riches matériaux ne font que souligner notre ignorance. Il faut pourtant se résigner au caractère nécessairement partiel et fragmentaire de nos connaissances, accepter de dire le peu que l'on a découvert, en attendant d'en savoir davantage.

Monod, 2002, p. 61

Sommaire

| | |
|---|------------|
| Introduction | 145 |
| 4.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique | 147 |
| 4.1.1 Le site de May Weini c | 147 |
| 4.1.2 Le site de Mengangebit | 151 |
| 4.1.3 Le site de Ka Ebile | 157 |
| 4.1.4 Le site de Damhalle | 190 |
| 4.2 Processus et chronologies des colmatages sédimentaires de têtes de bassins | 203 |
| 4.2.1 Processus sédimentaires à l'œuvre à l'amont des bassins versants | 203 |
| 4.2.2 Chronologie des comblements de têtes de bassins | 206 |
| Conclusion | 208 |

INTRODUCTION

Le chapitre 4 présente les enregistrements sédimentaires situés à l'amont des bassins versants. Les surfaces pourvoyeuses de matériel y sont réduites. Il s'agit des coupes de May Weini c (MWc), Mengangebit b (MGB), Ka Ebile (KEa, KEb, KEc et KEd) et de Damhalle (Da). Elles sont rassemblées sur la figure 4.1. MWc est la coupe située la plus à l'amont du système. C'est aussi la plus ancienne. La position des accumulations en amont ou dans des bassins très courts explique la conservation d'archives sédimentaires

anciennes. En effet, l'érosion régressive n'a pas encore atteint tous ces dépôts, et, les écoulements étant peu compétents dans ces secteurs, l'incision verticale a été peu efficace, du moins jusqu'à une date récente. Certaines accumulations ont ainsi été conservées sur des épaisseurs suffisantes pour livrer des informations sur une période très longue (Da notamment).

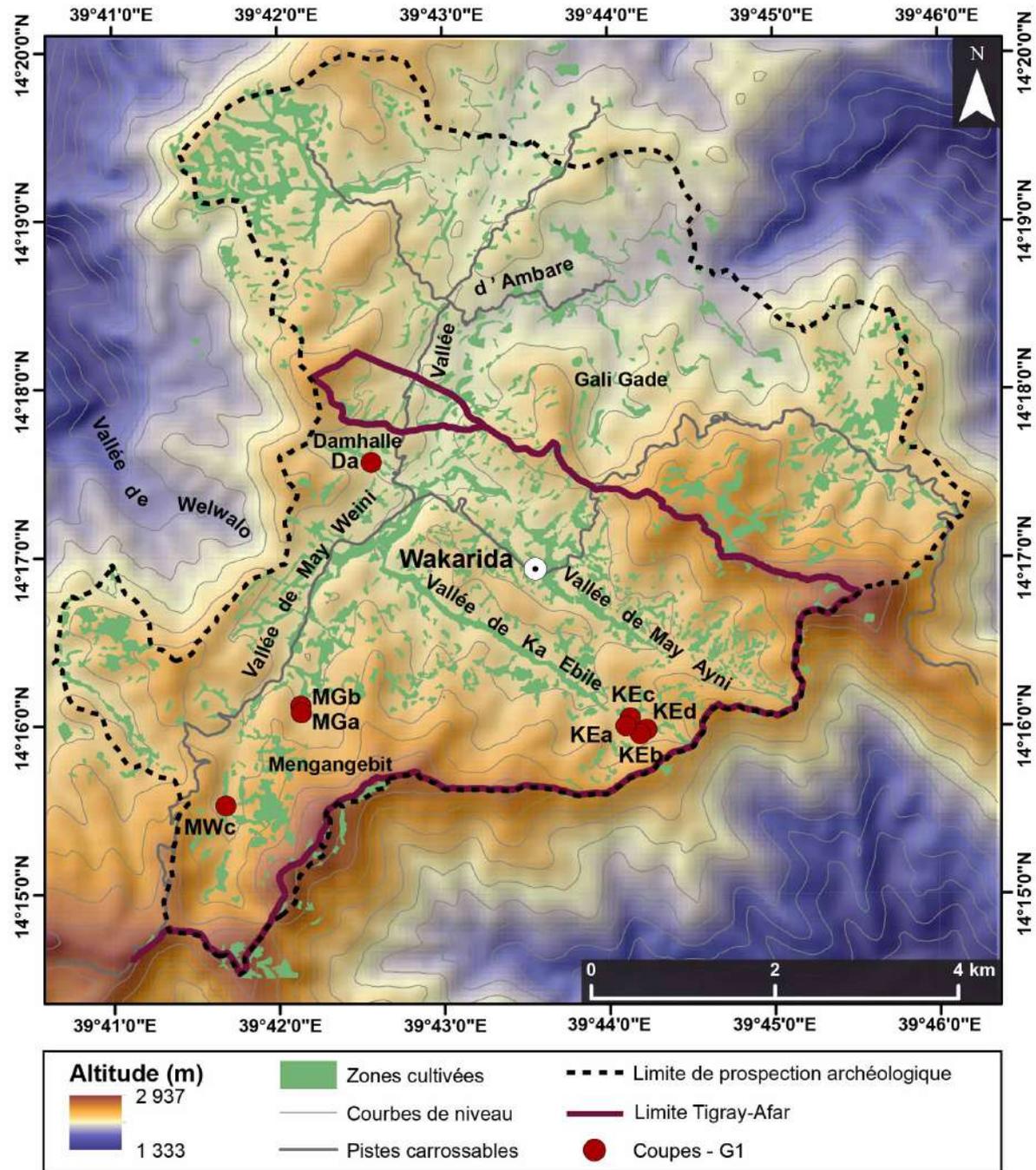


FIGURE 4.1 – Carte des coupes étudiées en têtes de bassin (« groupe 1 »). Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

Grâce aux datations et aux études sédimentologiques, il est possible d'identifier les processus qui ont conduit au dépôt des accumulations qui ne nous ont été que partiellement

transmises. *In fine*, on peut tirer de ces processus des informations quant aux conditions paysagères et environnementales qui régnaient lors de leur dépôt.

Dans ce chapitre, les sites et leurs résultats sont présentés de l'amont vers l'aval. Ils sont suivis par les hypothèses qu'ils permettent de formuler quant aux évolutions des paysages et de l'environnement.

4.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique

4.1.1 Le site de May Weini c

La site de May Weini c est localisé dans la partie amont de la vallée de May Weini (figure 4.1). Comme cela a été décrit dans la sous-section 1.3.3, page 31 *sq.*, cette vallée forme l'amont du système étudié ici. MWc se trouve donc en tout début du réseau hydrographique. L'amont de MWc est très encaissé (figure 4.2) : la vallée est étroite et le comblement a été entaillé sur une petite largeur, mais plutôt profondément, entraînant un encaissement dont les populations ont su tirer profit pour construire des terrasses qui se trouvent dans le fond de la vallée, mais aussi sur les replats de la surface originelle du comblement (figure 4.2).

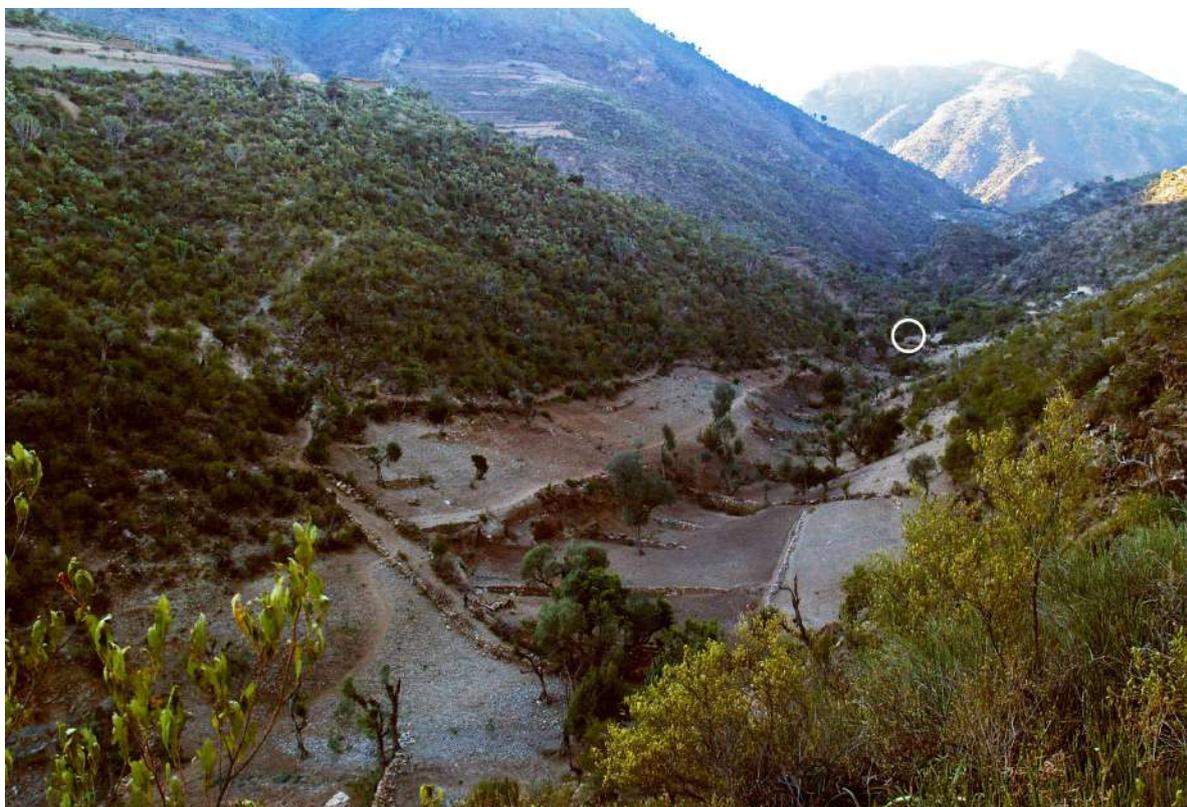


FIGURE 4.2 – Amont encaissé de la vallée de May Weini, vue prise depuis l'aval. Le cercle blanc indique la localisation de MWc. *Cliché : N. Blond, 2017.*

La photographie (figure 4.2) a été prise au lieu-dit Atamito, à l’aval de la coupe MWc. La coupe est située sur l’extrémité entaillée d’un cône en rive gauche de la vallée, sur lequel se trouvent une habitation et des champs en terrasse (figure 4.2). La stratigraphie a été préservée par un arbre, dont les racines pendent au-dessus de la séquence étudiée. Elle est en contact avec le lit du cours d’eau temporaire qui a entaillé le dépôt colluvial. Le lit est composé de sables et galets, indiquant des compétences assez élevées dans cette tête de bassin (figure 4.3).



FIGURE 4.3 – Coupe MWc. Cliché : N. Jacob-Rousseau, 2017.

4.1.1.1 Aspect général et description de la coupe MWc

La coupe MWc mesure 310 cm. Il s’agit d’une accumulation majoritairement limo-
neuse, interstratifiée avec des lits sableux et caillouteux (figure 4.4).



FIGURE 4.4 – Prélèvements de la coupe MWc. À gauche, vue générale de la coupe et son contexte. À droite, vue de la base. Cliché : Th. Sagory, 2017.

La couleur est assez uniforme, plutôt brun clair. Toutes les US n'ayant pas été décrites à l'aide du code Munsell, les couleurs n'ont pas pu être représentées sur la figure 4.5. La description stratigraphique de MWc est obtenue par lecture sur le terrain :

L'US01 correspond à la surface cultivée du champ. Elle est légèrement biseautée par l'érosion. Elle se compose de limons brun clair. Au sommet, on trouve un pavage de blocs en provenance du versant ;

L'US02 est une passée très grossière, ravinante. Des blocs anguleux, des galets et des graviers sont inclus dans une matrice limoneuse ;

L'US03 érodée par l'US02, est composée d'une alternance de limons fins avec des passées plus grossières (cailloutis, graviers fins) ;

L'US04 correspond à un niveau caillouteux fin, dans lequel on trouve matériel roulé et matériel anguleux. La matrice est limoneuse ;

L'US05 est un niveau limoneux assez épais (100 cm), homogène et de couleur claire. Environ 200 cm sous la surface, on peut noter des niveaux un peu plus rougeâtres. La base de cette US comporte un grand nombre de petits charbons ;

L'US06 correspond à une passée grossière ravinante composée de galets et graviers dans une matrice limoneuse ;

L'US07 est limoneuse, avec une base riche en petits charbons et des traces possibles de pédogenèse vers 240 – 250 cm sous la surface ;

L'US08 est une passée de sable fin très peu épaisse (5 cm) ;

L'US09 correspond au pied de la coupe. Le *bedrock* n'a pas été atteint, mais il est probable qu'il se trouve à peu de distance, car il apparaissait en certains endroits du fond de vallée. La base de la coupe correspond au thalweg de la vallée. Cette unité est composée de limon fin, plutôt compact et de couleur assez claire.

4.1.1.2 Âges

À MWc, un seul échantillon a été daté. Il est situé vers la base de la coupe, 250 cm sous la surface. Il est daté du VII^e millénaire avant notre ère (6 375 - 6 100 av. n. è., tableau 4.1). C'est l'âge le plus ancien connu dans la zone étudiée. Malheureusement, l'absence d'autre jalon chronologique dans l'accumulation ne permet pas de connaître plus précisément la durée et les vitesses d'accumulation.

| Coupe | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------|-----------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| MWc | MWc01ch | 250 cm | Lyon-15267 | 7375 ± 35 BP | 6 375 - 6 100 av. J.-C. |

TABLEAU 4.1 – Tableau récapitulatif des âges à MWc.

4.1.1.3 Synthèse sédimentologique

À MWc, aucune analyse granulométrique, de texture ou de perte au feu n'a été effectuée. Des blocs ont été prélevés pour analyses micromorphologiques, mais des contraintes matérielles n'en ont pas encore permis la réalisation (figure 4.5). Les principaux éléments de description texturale et de datations sont reportés sur le log (figure 4.5) et dans le tableau C.2 (Annexes, dans la sous-section C.2, page 548).

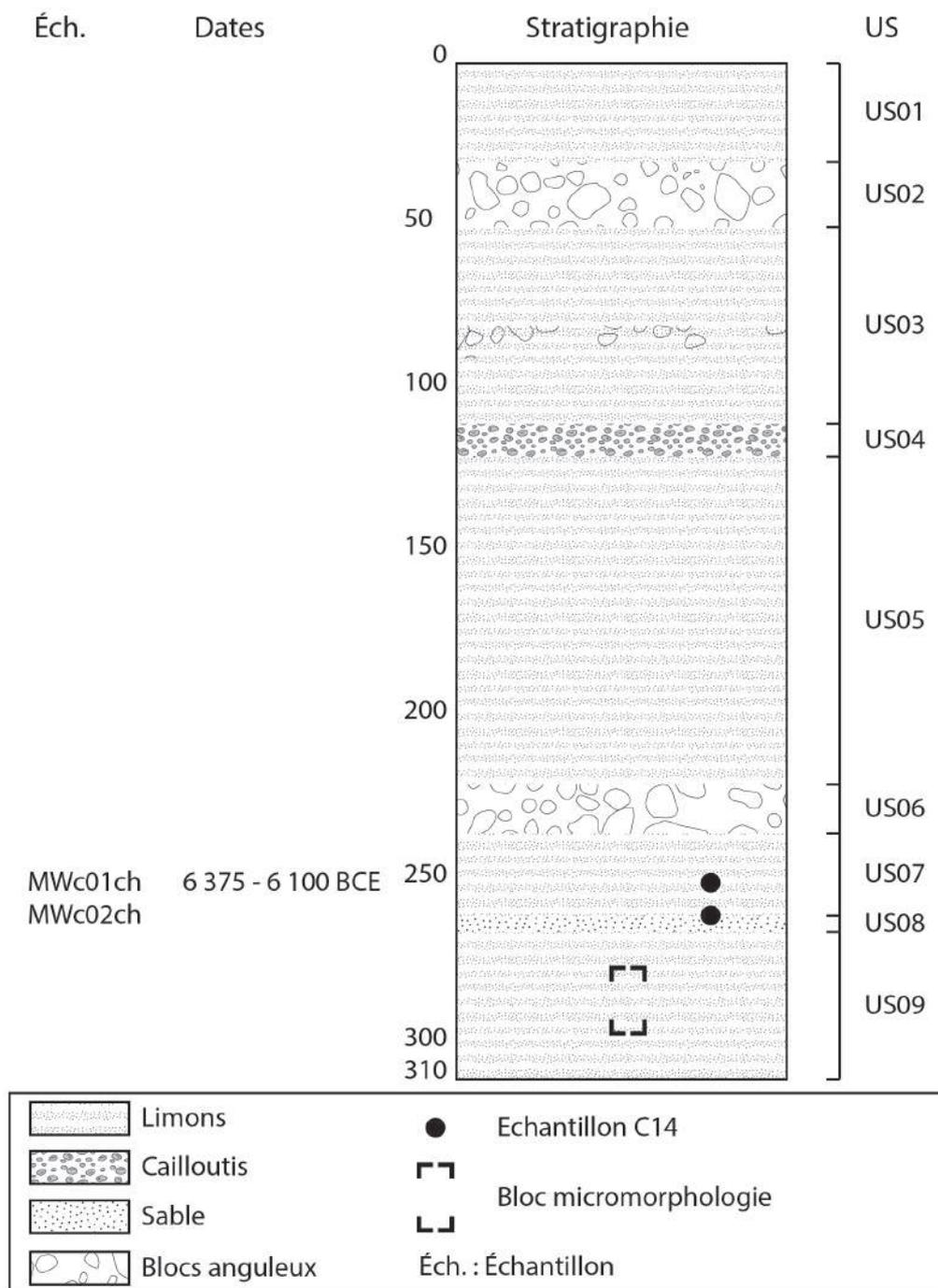


FIGURE 4.5 – Log stratigraphique de la coupe MWc, vallée de May Weini.
Réalisation : N. Blond, 2018.

Il est possible d'identifier dans la coupe MWc une première phase de sédimentation fine, de l'US09 à l'US07 (figure 4.5), et qui est antérieure au ou contemporaine du VII^e millénaire av. n. è. Elle est interrompue par une phase de ravinement, suivie du dépôt d'éléments grossiers (US06). Une seconde phase de sédimentation fine apparaît ensuite (de l'US05 à l'US01), interrompue par un épisode plus compétent (US04) et une seconde phase de ravinement avec éléments grossiers dans l'US02 (figure 4.5).

4.1.1.4 Interprétations

Les dépôts de MWc (figure 4.5) indiquent, au début du VII^e millénaire av. n. è., des écoulements plutôt peu compétents. Ils ont été ensuite entaillés par une phase de reprise de l'érosion qui a pu emporter une partie de l'accumulation antérieure et a déposé des galets et des blocs. Ces dépôts résultent vraisemblablement de l'ablation de matériel sur le versant tout proche. Postérieure au VII^e millénaire av. n. è., cette phase pourrait correspondre à la fin de l'*African Humid Period* (AHP), marquée par une transition progressive vers des conditions plus sèches (voir la sous-section 2.1.5.1, page 57 *sq.*). On manque toutefois d'indication chronologique pour l'affirmer. La position ravinante des US02 et US06 atteste l'ablation du dépôt fin de fond de vallée, coiffé par les dépôts grossiers de versant.

4.1.2 Le site de Mengangebit

Le site de Mengangebit (figure 4.6) se trouve au sud de la zone d'étude, dans un vallon perché, affluent de rive droite de May Weini (figure 4.1).



FIGURE 4.6 – Vue panoramique du site de Mengangebit, depuis l'amont. Les coupes se situent à droite des meules, sur le replat. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Il a été étudié à l'aide de deux coupes, dont une seule, la coupe MGb, est présentée ici. La seconde, MGa, n'a pour le moment pas été analysée. Trois échantillons de charbon ont été prélevés, mais ils n'ont pas encore été datés. De plus, la grande proximité de MGa

avec MGb (quelques mètres seulement les séparent) rend peu opérante une comparaison fondée sur la seule description stratigraphique sur le terrain.

Le site de Mengangebit se trouve dans une sorte de renforcement, dans le fond de la vallée, ce qui explique peut-être que les sédiments aient été protégés. Il est d'une taille assez importante : on suit le dépôt sur plus de cent mètres (figure 4.6). Il est plaqué contre un versant en rive gauche (figure 4.6) et quelques lambeaux du comblement de vallée sont encore visibles en rive droite. Ce dépôt d'origine colluvio-alluviale forme un cône de déjection, situé au débouché de deux petits ravins, visibles respectivement à droite et à gauche de la figure 4.6. Il apparaît au niveau d'une zone d'élargissement de la vallée, particulièrement étroite à l'amont. Le front d'érosion, qui a dégagé cette accumulation, est parallèle au sens d'écoulement de la vallée. Il a été aménagé en terrasses, mais le lit du cours d'eau demeure visible : l'intégralité du thalweg n'est pas barrée et on aperçoit encore les traces des écoulements. L'aménagement pour la culture se traduit par la présence d'un mur de pierre sèche. Seule une zone, qui forme un palier intermédiaire entre les deux niveaux de terrasses, n'est pas parée. C'est sur cette zone accessible qu'ont pu être étudiées deux séquences : MGa à l'amont et MGb à l'aval.

Ce cône en coupe transversale, visible en détail sur les figures 4.7 à 4.9, montre différentes unités stratigraphiques. On remarque en effet un dépôt fin sur la gauche (figure 4.7) et la droite du comblement (figures 4.8 et 4.9). Il est entaillé par un chenal comblé d'éléments plus grossiers, notamment des blocs et des galets (figure 4.8), surtout visibles dans la partie centrale. La partie sommitale de ce cône est constituée de dépôts fins, lités horizontalement (figures 4.7 à 4.9).

La partie inférieure du dépôt n'est pas visible en coupe, mais elle a été conservée dans la terrasse aval, tandis que les derniers décimètres de la partie supérieure ont été préservés par la terrasse d'amont (figure 4.6). C'est dans la partie droite de ce palier intermédiaire dépourvu de muret que les coupes MGa et MGb ont été étudiées. Elles sont repérées sur la figure 4.9.



FIGURE 4.7 – Vue panoramique de la partie gauche de l'accumulation de Mengangebit.
Cliché : N. Blond, 2017.



FIGURE 4.8 – Vue panoramique de la partie centrale de l’accumulation de Mengangebit. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 4.9 – Vue panoramique de la partie droite de l’accumulation de Mengangebit. Les deux coupes sont localisées par des rectangles bleus. *Cliché : N. Blond, 2017.*

4.1.2.1 Aspect général et description de la coupe MGb

Il s’agit d’une coupe de 230 cm de haut, où alternent dépôts très fins d’aspect argileux, limons, sables et passées caillouteuses (figure 4.10). L’ensemble est de couleur brune plus ou moins sombre ou rougeâtre. La description stratigraphique est obtenue par lecture sur le terrain. Elle est faite US par US :

L’US01 est limoneuse avec de petits graviers et quelques plaquettes et présente une couleur brun rougeâtre sombre. L’absence de litage et l’aspect de cette US laissent penser qu’elle a pu être remaniée par les labours ;

L’US02 est composée de galets et blocs aplatis dans une matrice de la même couleur que l’US01. Cette unité est en position ravinante par rapport à l’US03 ;

L'US03 est une unité massive (115 cm), brun rougeâtre sombre, majoritairement limoneuse mais entrecoupée de passées graveleuses. La base de cette unité contient de nombreux charbons et le contact avec l'US04 est net, sans marque de ravinement ;



FIGURE 4.10 – Coupe MGb. La section visible du décamètre mesure un mètre. *Cliché : N. Blond, 2017.*

L'US04 est de couleur brune, peu épaisse et plutôt argileuse ;

L'US05 est une unité à petits galets, très sablonneuse, avec des passées limoneuses.

Les lits de cailloutis ou de limons sont parfois des lentilles sans continuité latérale ;

L'US06 est plus sombre et composée de limon homogène. Elle pourrait marquer le début d'une phase de pédogenèse ;

L'US07 se situe à la base de la coupe. Elle est formée d'un lit caillouteux avec des éléments assez grossiers.

4.1.2.2 Âges

Les âges de la coupe MGb sont très proches les uns des autres et certains sont inversés (tableau 4.2). Les trois premiers (US06, US04 et base de l'US03) sont les plus anciens et se suivent selon l'ordre chronologique, de $4\,070 \pm 30$ BP à $3\,725 \pm 30$ BP. En revanche, les deux derniers (MGb02ch et MGb01ch, tous deux dans l'US03) sont plus anciens ou de même âge que MGb05ch (US04).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|------------------|-------------------------|
| US03 | MGb01ch | 110 cm | Lyon-15269 | 3780 ± 30 BP | 2 296 - 2 060 av. J.-C. |
| US03 | MGb02ch | 140 cm | Lyon-15270 | 3810 ± 30 BP | 2 398 - 2 141 av. J.-C. |
| US03 | MGb04ch | 155/160 cm | Lyon-15271 | 3725 ± 30 BP | 2 203 - 2 033 av. J.-C. |
| US04 | MGb05ch | 155/160 cm | Lyon-15272 | 3780 ± 30 BP | 2 296 - 2 060 av. J.-C. |
| US06 | MGb06ch | 210 cm | Lyon-15273 | 4070 ± 30 BP | 2 851 - 2 491 av. J.-C. |

TABLEAU 4.2 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à Mengangebit.

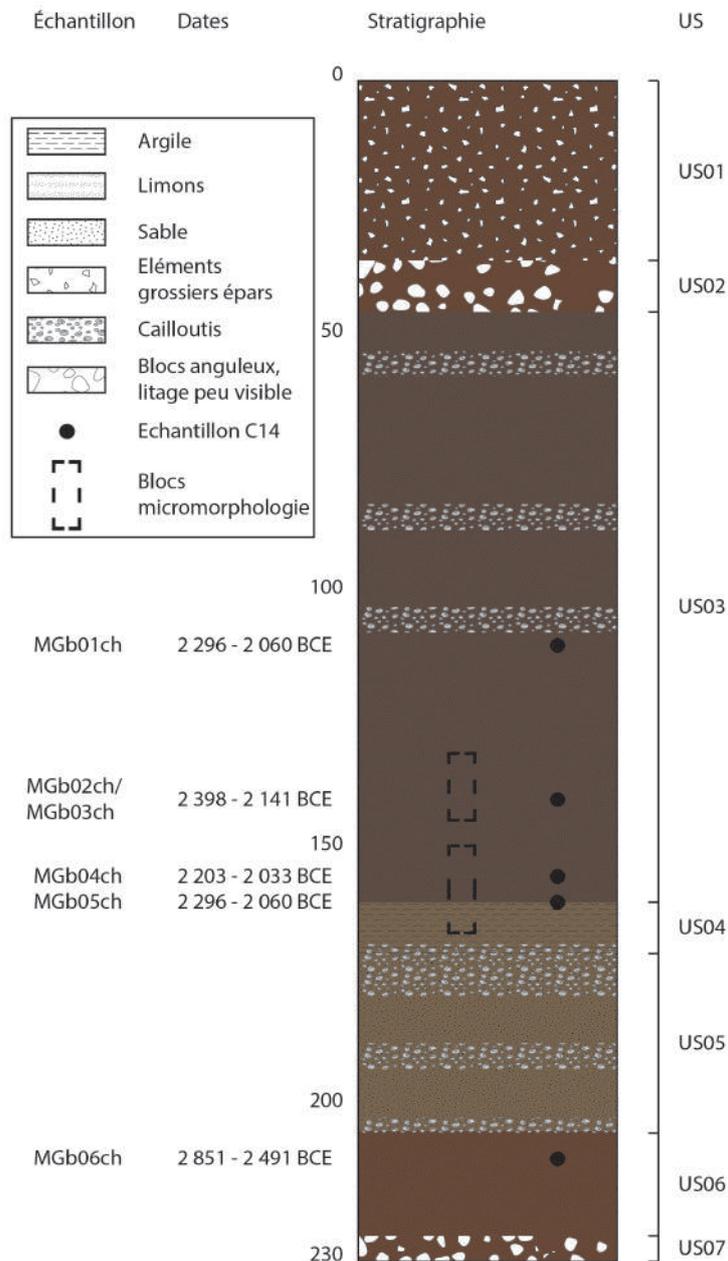
4.1.2.3 Synthèse sédimentologique

Aucune analyse sédimentologique n'a été effectuée pour la coupe MGb. Les charbons prélevés ont été datés. Des blocs ont aussi été échantillonnés pour analyse micromorphologique, mais des contraintes matérielles en ont retardé l'analyse jusqu'alors. Les observations de terrain et les datations permettent d'identifier quelques phases principales dans la sédimentation (figure 4.11).

Le début de la sédimentation est marqué par un dépôt grossier (US07), qui pourrait correspondre à des écoulements compétents, antérieurs au III^e millénaire av. n. è. Il est suivi par une phase de dépôt fin, au début du III^e millénaire av. n. è., qui voit l'amorce d'une pédogenèse (US06). Elle est interrompue par une phase plus active qui voit le dépôt de sédiments plus grossiers (US05). Celle-ci se termine par un dépôt très fin (US04) à la fin du III^e millénaire av. n. è.

L'US03 marque une phase de dépôt fin entrecoupé de passées plus grossières. Le premier charbon daté à la base de cette US est chronologiquement cohérent (MGb04ch est

plus jeune que MGb05ch). En revanche, les deux âges suivants montrent une inversion chronologique. Les deux unités sommitales enfin (US02 et US01) sont relativement grossières et marquent une rupture avec l'US03 (US02 en position ravinante). L'US01 correspond à la surface de labour.



4.1.2.4 Interprétations

La coupe de Mengangebit montre la succession de phases de dépôts fins, indiquant des écoulements peu compétents, et de phases de dépôts plus grossiers, témoins d'écoulements plus compétents, parfois suffisamment pour provoquer l'ablation du dépôt antérieur. Cette alternance doit être mise en relation avec la proximité immédiate du versant : la coupe est dégagée dans un cône détritique. Une partie du matériel provient très probablement d'apports sur une faible distance, depuis le versant.

L'ensemble des âges est situé au III^e millénaire av. n. è. Jusqu'à la base de l'US03, la sédimentation suit l'ordre chronologique, avec un dépôt assez rapide entre MGb06ch et MGb04ch : durant environ 350

FIGURE 4.11 – Log stratigraphique de la coupe MGb, site de Mengangebit. Réalisation : N. Blond, 2018.

Une perturbation survient à la fin du III^e millénaire av. n. è. (2 203 - 2 033 av. n. è.), marquée par une inversion chronologique. Ce décalage des âges au sein de la même unité stratigraphique (US03) peut être due à l'effet « vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013), d'autant que les âges radiocarbone sont très proches et les charbons peu éloignés. On peut aussi supposer que ces dépôts, en particulier ceux qui indiquent la remobilisation de matériel antérieurement déposé, sont la conséquence de l'ouverture de la végétation et du

déboisement que certains auteurs signalent aux alentours des IV^e - III^e millénaires av. n. è. (Bard *et al.*, 2000 ; Berakhi *et al.*, 1998 ; Darbyshire *et al.*, 2003 ; Gebru *et al.*, 2009). Toutefois, rien n'atteste la présence de population à ces périodes.

Cette inversion semble surtout indiquer le passage progressif de l'*African Humid Period* et de ses conditions plus humides, à une ambiance climatique plus sèche autour de la transition du III^e au II^e millénaires av. n. è. Au cours de cette phase plus sèche, quelques épisodes plus humides apparaissent. Ainsi, Dramis *et al.* (2003) identifient une pulsation de ce type vers 3 700 BP, correspondant en cela assez bien avec les âges des échantillons MGb05ch, MGb04ch, MGb02ch et MGb01ch (tableau 4.2).

Cette période d'assèchement, mise en place à partir d'environ 5 000 BP (Dramis *et al.*, 2003 ; Gillespie *et al.*, 1983), se poursuit vers la partie supérieure de la coupe, marquée par un épisode torrentiel non daté qui ravine le dépôt antérieur. Enfin, le sommet du dépôt semble avoir été labouré, ce qu'indique le sédiment mélangé, comportant des éléments grossiers anguleux dans une matrice limoneuse. Une autre hypothèse serait qu'il s'agit de sols allochtones amenés sur la parcelle pour exhausser la terrasse, mais aucun élément, dans les archives ou les entretiens, ne vient corroborer une telle conjecture.

Il faut aussi replacer les processus observés dans la coupe de MGb au sein du système que le front d'érosion (figures 4.7 à 4.9) permet de documenter. Les différentes phases ne sont pas datées, mais il est possible d'observer la mise en place d'un cône de sédiments fins (figures 4.7 à 4.9), probablement contemporain des dépôts de MGb, autour du III^e millénaire av. n. è. Cette première étape dans le comblement colluvial de la vallée est suivie par une période d'incision du cône par des écoulements de versant, provenant en particulier de l'affluent de rive gauche, visible sur la figure 4.6. Cette seconde phase se traduit par la formation d'un chenal dans les sédiments fins, ensuite comblé par des particules grossières (graviers, galets, blocs, voir figure 4.8). Ce chenal comblé est par la suite recouvert par un nouveau dépôt colluvio-alluvial fin, suivi d'une passée grossière coiffée par un dépôt limoneux (figures 4.7 à 4.9). L'ensemble est enfin porté en position de terrasse par l'érosion longitudinale dans le fond de la vallée de Mengangebit. Aujourd'hui, il ne subsiste du comblement initial que quelques lambeaux sur chacune des rives, dont le cône étudié ici. L'aménagement en gradin pour l'agriculture a probablement contribué, au moins partiellement, à le préserver.

4.1.3 Le site de Ka Ebile

À Ka Ebile, quatre coupes ont été étudiées. Elles se répartissent dans un espace assez restreint, dans la partie amont de la vallée (figure 4.12). Le site est localisé à l'amont du passage en gorges décrit dans la sous-section 1.3.3 et identifié sur la figure 1.14, page 24. Le colluvionnement y est important et les chapes de colluvions sont difficiles à distinguer des dépôts alluviaux. Le comblement de la vallée a abouti à percher le thalweg actuel

plusieurs mètres au-dessus du niveau du *bedrock*. Aujourd'hui, l'incision de ce remplissage a porté le vallon en position de terrasse (figure 4.13). La figure 4.12 permet d'avoir un aperçu des positions relatives de chacune des coupes de ce site, l'altitude décroissant du sud-est au nord-ouest.

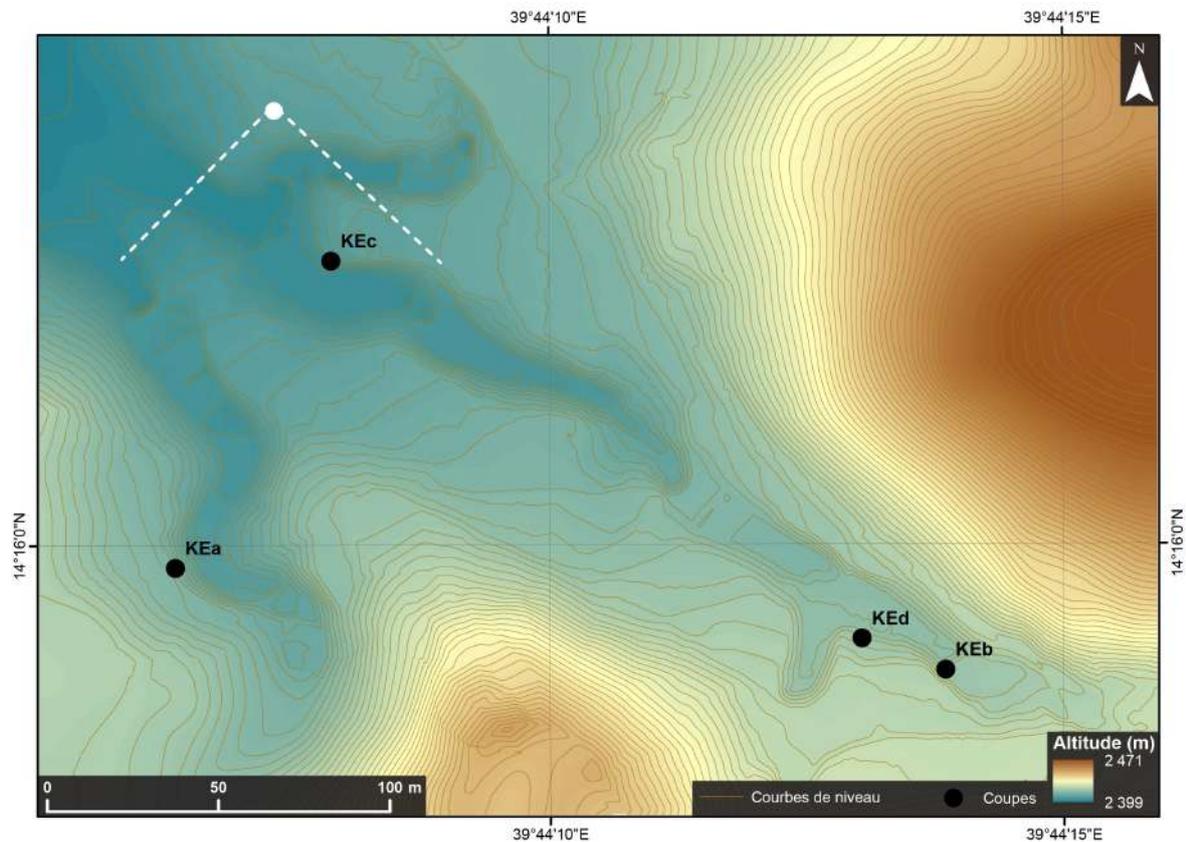


FIGURE 4.12 – Carte des coupes à Ka Ebile. L'angle de vue de la figure 4.13 est indiqué par le point et les pointillés blancs. Réalisation : N. Blond, 2019, d'après le MNT réalisé au DGPS (précision 1 m) par O. Barge en 2015.



FIGURE 4.13 – Site des coupes à Ka Ebile, prise de vue depuis la rive droite. Les lettres correspondent aux coupes (a : KEa, etc.). Cliché : N. Blond, 2014.

Ces coupes ont été étudiées dans le cadre du mémoire de M2 (Blond, 2015b). Des analyses sédimentologiques ainsi que des datations ont été conduites mais pas d'analyses anthracologiques. Un échantillon avait bien été prélevé à KEa, mais il s'est révélé être un fragment d'insecte, probablement issu d'une contamination récente (Bouchaud, 2019). De même, la texture n'a pas été décrite. Dans les tableaux de résultats, les échantillons sont présentés du haut vers le bas pour reproduire leur organisation sur le terrain. La numérotation ayant été faite du bas vers le haut sur ce site, l'ordre apparaît « inversé » dans les tableaux (numéros les plus grands en haut et plus petits en bas : tableaux 4.3 à 4.18). Elle a été conservée ainsi pour éviter les confusions et les erreurs lors de références au travail de terrain.

Les coupes sont nommées dans l'ordre de leur étude sur le terrain, qui ne suit pas forcément une progression amont - aval. KEb est la coupe la plus à l'amont et KEd n'en est éloignée que de quelques mètres, à l'aval. Les deux sont en rive gauche. KEc est environ 200 m à l'aval, en rive droite, tandis que KEa est située en rive gauche d'un affluent de rive gauche de la vallée principale, à environ 200 m à vol d'oiseau (figure 4.12). Pour plus de cohérence, nous présenterons les coupes de l'amont à l'aval : d'abord KEb, puis KEd, KEc et enfin KEa.

4.1.3.1 La coupe KEb



FIGURE 4.14 – Coupe KEb. *Cliché : N. Blond, 2014.*

La coupe la plus à l'amont est celle de KEb (figure 4.14). Elle est située en rive gauche, dans le chenal entaillé par l'érosion (figure 4.12). Elle est partiellement dégagée par la mise en culture : la partie supérieure de la coupe est bien visible depuis la terrasse d'amont, tandis que la partie inférieure, enfouie sous le comblement de la terrasse amont, est visible au pied du terrassement, ce qui permet d'atteindre un niveau proche du fond de vallée (le substrat rocheux apparaît par endroits). Cette organisation permet d'avoir accès à l'intégralité de la stratigraphie (quasiment 6 m) dans d'assez bonnes conditions (figure 4.14). Celle-ci est par ailleurs visible sur une longueur appréciable, depuis la terrasse amont sur environ 250 m, jusqu'au niveau de la coupe KEc (figure 4.12). La base est composée de matériau fin, tandis que la partie supérieure alterne unités fines et unités grossières (figure 4.14).

4.1.3.1.1 Aspect général et description de la coupe KEb

La coupe KEb mesure 560 cm de hauteur. Elle fait apparaître une rupture assez nette entre une base brun sombre presque noire, d'aspect un peu humifère, qui vitrifie sous la truelle, et une partie supérieure plus claire, où alternent les sédiments fins et les passées grossières à galets et/ou blocs.

L'US01 est l'unité sommitale, limoneuse et couverte de végétation. Les racines sont visibles dans les dix premiers centimètres. Ici, comme dans les unités inférieures - jusqu'à l'US16 comprise - le sédiment est de couleur brun clair ;

L'US02 est composée de galets peu roulés dans une matrice limoneuse ;

L'US03 est sablo-limoneuse, avec quelques grosses granules éparses ;

L'US04 est une passée horizontale, peu épaisse (moins de 10 cm), de galets lités légèrement émoussés ;

L'US05 est semblable à l'US03 et se compose de sables et limons, avec quelques grosses granules éparses, en particulier à la base de l'US ;

L'US06 est une unité grossière comportant des galets lités et des graviers et granules dans une matrice limoneuse ;

L'US07 est une unité sablo-limoneuse peu épaisse ;

L'US08 est une unité de galets émoussés, horizontaux, très compacts, comportant très peu de matrice ;

L'US09 est homogène, sablo-limoneuse ;

L'US10 est composée de blocs et galets anguleux, sans litage, avec une matrice limoneuse ;

L'US11 est très semblable à l'US09. Elle est homogène et sablo-limoneuse ;

L'US12 correspond à une passée de blocs et galets ;

L'US13 se compose de graviers et grosses granules dans une matrice sablo-limoneuse ;

L'US14 est une unité de graviers mixés dans une matrice limoneuse. Elle est coiffée par une lentille plus grossière ;

L'US15 est une unité compacte de graviers, galets et blocs, avec très peu de matrice ;

L'US16 correspond à une unité limoneuse très homogène dans laquelle se trouvent quelques blocs ou galets anguleux épars ;

L'US17 marque un changement de couleur, qui devient brun foncé jusqu'à l'US21 comprise. Il s'agit d'un dépôt d'éléments grossiers (blocs, galets, graviers), dans une matrice limoneuse ;

L'US18 est une unité limoneuse ;

L'US19 correspond à la continuation de l'US18, dont elle est séparée par une passée de graviers et grosses granules ;

L'US20 est une unité grossière (blocs, galets) dans une matrice limoneuse ;

L'US21 est une unité limoneuse interstratifiée avec des passées grossières (galets émoussés) ;

L'US22 comme l'US23 est d'un brun très sombre, légèrement rougeâtre. C'est une unité limoneuse et argileuse, organique, dans laquelle un chenal est incisé. Il est comblé de matériel plus grossier (galets et blocs anguleux) ;

L'US23 est une unité limoneuse homogène dans laquelle apparaissent de petites billes et traînées blanchâtres ;

L'US24 est de couleur grise avec des inclusions de matériel induré de couleur rouge orangé. C'est une unité limoneuse.

4.1.3.1.2 Granulométrie laser

À KEb, la granulométrie est assez homogène et ne permet pas de dégager de tendances ou de variations (figure 4.15). Les échantillons sont majoritairement limoneux, la part de fines variant de 62,9 à 100 % (tableau 4.3). Ils sont aussi en grande partie trimodaux (11/14, tableau 4.3). Les modes principaux appartiennent aux limons (de 6, 181 μm à 10, 74 μm), tandis que les modes secondaires et tertiaires, quand ils existent, se répartissent entre les argiles, les limons très fins ou les sables (tableau 4.3). En dehors de KEb04, toutes les US comportent des sables, dans des proportions allant de 0,3 à 37,1 %. La fraction grossière est rare, comprise entre 0,3 et 1,8 %.

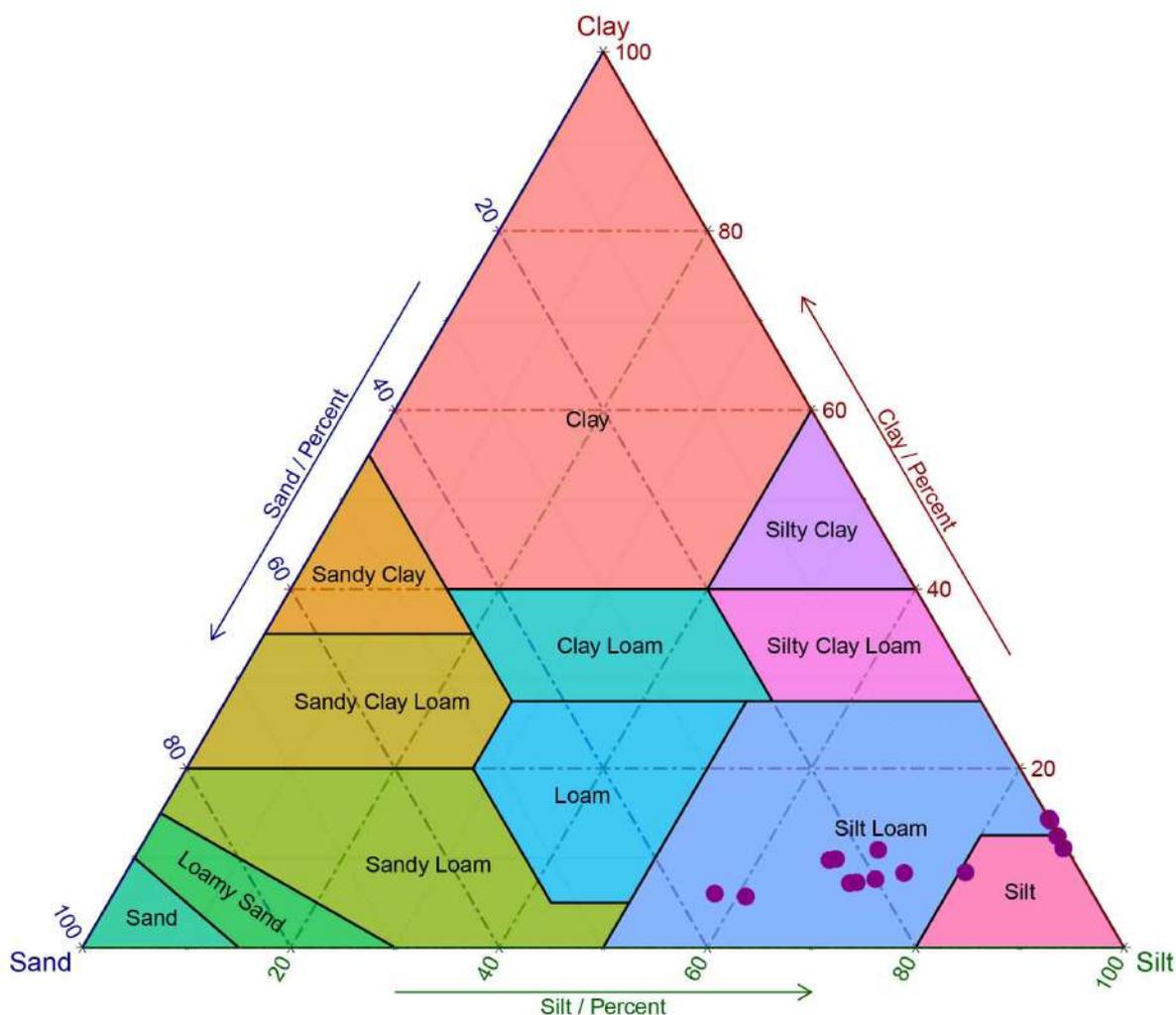


FIGURE 4.15 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEb, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

| Éch. | Modes (µm) | | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|------------|--------|--------|---------------------|--------------|----------|---------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | Mode 3 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| KEb15 | 9,355 | 447,7 | 129,1 | 74,92 | 0,0 % | 12,1 % | 87,9 % | 4,0 | Limon moyen - sable très fin |
| KEb14 | 10,74 | 590,2 | 295,8 | 343,6 | 0,0 % | 23,7 % | 76,3 % | 8,6 | Limon moyen - sable moyen |
| KEb13 | 9,355 | 2,047 | 129,1 | 154,6 | 0,0 % | 17,9 % | 82,1 % | 3,7 | Limon moyen - sable très fin |
| KEb12 | 9,355 | 590,2 | 339,7 | 512,2 | 0,0 % | 37,1 % | 62,9 % | 1,7 | Limon moyen - sable moyen |
| KEb11 | 9,355 | | | 21,61 | 0,0 % | 0,7 % | 99,3 % | 0,4 | Limon moyen |
| KEb10 | 10,74 | 677,7 | 1782,5 | 713,9 | 1,0 % | 33,6 % | 65,4 % | 8,1 | Limon sableux moyen - gravier très fin [4] |
| KEb09 | 9,355 | 148,3 | 56,37 | 182,4 | 0,0 % | 23,3 % | 76,7 % | 0,6 | Limon moyen - sable fin |
| KEb08 | 10,74 | 778,1 | 339,7 | 440,5 | 0,3 % | 20,6 % | 79,1 % | 7,9 | Limon sableux moyen - gravier très fin [4] |
| KEb07 | 9,355 | 2,047 | 0,894 | 1115,2 | 1,7 % | 21,9 % | 76,4 % | 1,7 | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| KEb05 | 9,355 | 2,047 | 0,894 | 21,60 | 0,0 % | 0,5 % | 99,5 % | 0,7 | Limon moyen |
| KEb04 | 6,181 | 1,178 | | 15,40 | 0,0 % | 0,0 % | 100,0 % | 0,2 | Limon fin |
| KEb03 | 9,355 | 2,047 | 0,894 | 558,5 | 1,1 % | 17,9 % | 81,0 % | 0,0 | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| KEb02 | 8,148 | 677,7 | 339,7 | 641,6 | 1,8 % | 22,3 % | 75,9 % | 7,6 | Limon sableux fin - gravier très fin |
| KEb01 | 8,148 | 1,178 | | 19,85 | 0,0 % | 0,3 % | 99,7 % | 6,4 | Limon fin |

TABLEAU 4.3 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEb (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

4.1.3.1.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques (tableau 4.4) permettent de dégager une tendance dans l'organisation des tailles de grain : il semble que les échantillons avec les particules les plus fines soient situés vers la base de la coupe, tandis que les échantillons de la partie supérieure sont plus grossiers. Dans l'ensemble, les tailles moyennes indiquent toutes des limons (tableau 4.4), allant des limons fins aux limons très grossiers en passant par les limons moyens et les limons grossiers. Les échantillons sont mal classés à très mal classés. Seuls trois sont symétriques. L'acuité des courbes ne permet pas de distinguer de groupes ou de tendance (tableau 4.4).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| KEb15 | 12,39 | 3,809 | 0,123 | 1,181 | LM | MC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb14 | 21,17 | 6,015 | 0,295 | 1,078 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| KEb13 | 15,33 | 4,721 | 0,213 | 1,157 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb12 | 34,00 | 7,229 | 0,245 | 0,690 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| KEb11 | 7,544 | 2,555 | -0,094 | 1,007 | LF | MC | Sym. | Mésokurtique |
| KEb10 | 36,30 | 8,114 | 0,315 | 0,846 | LTG | TMC | F. asym. nég. | Platykurtique |
| KEb09 | 19,07 | 5,081 | 0,223 | 0,962 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| KEb08 | 19,36 | 6,197 | 0,325 | 1,286 | LG | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb07 | 22,29 | 8,594 | 0,378 | 1,228 | LG | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb05 | 7,302 | 2,636 | -0,112 | 0,979 | LF | MC | Asym. pos. | Mésokurtique |
| KEb04 | 5,739 | 2,439 | -0,058 | 0,990 | LF | MC | Sym. | Mésokurtique |
| KEb03 | 15,31 | 6,991 | 0,333 | 1,404 | LM | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb02 | 21,42 | 8,913 | 0,446 | 1,159 | LG | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEb01 | 6,421 | 2,678 | -0,077 | 0,976 | LF | MC | Sym. | Mésokurtique |

TABLEAU 4.4 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEb (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

4.1.3.1.4 Matière organique et carbonates de calcium

Aucune tendance réelle n'apparaît dans les taux de carbonates de calcium (tableau 4.5), les valeurs étant très resserrées entre 1,77 et 2,92 %. Les taux de matière organique évoluent de 5,53 à 13,36 %. On peut identifier deux phases principales. La première à la base de la coupe (US24 à US18) comprend les plus forts taux de matière organique. Dans la partie supérieure (US17 à US01), ils sont compris entre 5 et 7 %, à l'exception d'un échantillon (KEb11) dont le taux est supérieur à 9 %. Ce découpage recouvre les deux sections identifiées à l'œil nu par les variations de couleur, la partie la plus sombre étant aussi celle dont les taux de matière organique sont les plus élevés (tableau 4.5).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|-------|------------------|-------------------------------|
| KEb | US05 | KEb14 | 6,26 | 1,77 |
| | US07 | KEb13 | 5,53 | 1,98 |
| | US09 | KEb12 | 5,60 | 2,06 |
| | US11 | KEb11 | 9,18 | 2,53 |
| | US13 | KEb10 | 5,90 | 2,43 |
| | US16 | KEb09 | 7,08 | 1,87 |
| | US17 | KEb08 | 7,07 | 1,80 |
| | US18 | KEb07 | 10,19 | 1,91 |
| | US21 | KEb05 | 9,76 | 2,28 |
| | US22 | KEb04 | 12,77 | 2,72 |
| | US22 | KEb03 | 13,36 | 2,92 |
| | US23 | KEb02 | 13,14 | 1,98 |
| | US24 | KEb01 | 7,85 | 2,11 |

TABLEAU 4.5 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe KEb, site de Ka Ebile.

4.1.3.1.5 Âges

À KEb, les âges se répartissent le long de la coupe selon l'ordre chronologique, du III^e millénaire au II^e siècle av. n. è. Néanmoins, les épaisseurs de sédiments séparant les charbons ne sont pas proportionnelles. Ainsi, il y a 90 cm entre KEb04ch et KEb07ch (tableau 4.6), dont les âges sont espacés d'environ 1 600 ans, tandis que KEb09ch et KEb12ch sont presque contemporains (tableau 4.6) et pourtant séparés de 115 cm. KEb07ch et KEb09ch sont distants de 95 cm et leurs âges séparés d'environ 300 ans.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US09 | KEb12ch | 140 cm | Lyon-12443 | 2210 ± 30 BP | 371 - 199 av. J.-C. |
| US16 | KEb09ch | 255 cm | Lyon-12442 | 2225 ± 30 BP | 380 - 203 av. J.-C. |
| US18 | KEb07ch | 350 cm | Lyon-12441 | 2525 ± 30 BP | 796 - 542 av. J.-C. |
| US22 | KEb04ch | 440 cm | Lyon-12440 | 4185 ± 30 BP | 2 889 - 2 669 av. J.-C. |

TABLEAU 4.6 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEb.

4.1.3.1.6 Synthèse sédimentologique

Étant donné le nombre d'échantillons, la synthèse sédimentologique est présentée par groupes. On peut en identifier trois principaux :

De l'US24 à l'US22 la couleur des sédiments est très foncée, presque noire. Hormis à la base (KEb01), les taux de matière organique y sont les plus élevés de la coupe (12 à 13 %) et les sédiments sont fins, mis à part une inclusion de matériel grossier (figure 4.16). Cette section, antérieure au III^e millénaire av. n. è., semble avoir évolué dans des conditions ayant permis la formation d'un paléosol ;

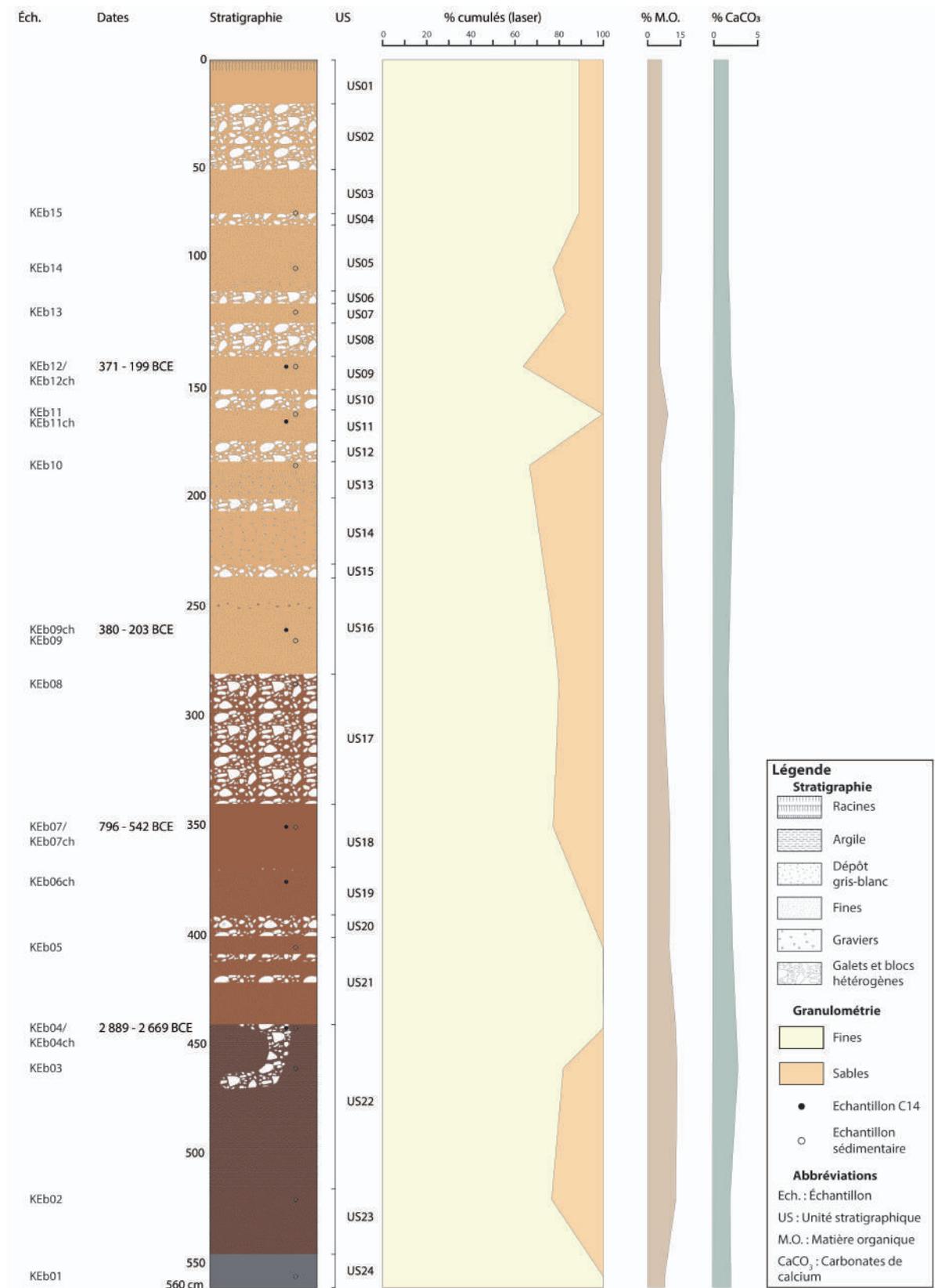


FIGURE 4.16 – Log stratigraphique de la coupe KEb, site de Ka Ebile. Réalisation : N. Blond, 2017.

De l'US21 à l'US17 le sédiment est brun foncé, plus clair que dans le groupe sous-jacent. Les taux de matière organique sont plus faibles, ce qui est cohérent avec un tel changement de couleur. Cette section est postérieure à 2 889 - 2 669 av. n. è. Couches caillouteuses et couches limoneuses y alternent (tableau 4.4). L'unité supérieure, l'US17, est composée de galets et blocs dans une matrice limoneuse sur une hauteur de 60 cm. Elle n'a pas été datée, mais est postérieure à 796 - 542 av. n. è. (figure 4.16) ;

De l'US16 à l'US01 les unités sont de couleur brun clair et les taux de matière organique parmi les plus faibles de la coupe. Les couches de limons grossiers alternent avec des couches caillouteuses, comprenant galets et/ou blocs (figure 4.16). Cette section a enregistré des processus datant des IV^e - II^e siècles av. n. è.

4.1.3.1.7 Interprétations

Le fait que la plupart des échantillons aient deux ou trois modes suggère que le dépôt provient en grande partie du mélange de sédiments d'origines diverses, assemblés lors du transport (Friedman et Sanders, 1978), indiquant dès lors des processus de colluvionnement et d'alluvionnement. Cela est confirmé par l'absence de tri granulométrique (échantillons mal classés à très mal classés), qui semble indiquer des écoulements turbides et de faible énergie, où les dépôts se font rapidement (Lewis et McConchie, 1994). Enfin, l'asymétrie négative constatée sur la plus grande partie des échantillons (10/14) indique un enrichissement en particules grossières, par rapport à la distribution « normale » de ce type d'échantillon. Il peut être dû à des apports latéraux venant se mêler aux apports longitudinaux. La localisation de la coupe en tête de bassin peut aussi expliquer ce caractère composite des échantillons : les sédiments ne sont pas encore triés par le transport.

La section la plus ancienne de KEb (US22 à US24) semble s'être déposée dans des conditions d'écoulement de faible compétence, dans un fond de vallée probablement humide, favorisant le développement de végétation - ce qui expliquerait la couleur des sédiments et leur teneur en matière organique supérieure au reste de l'accumulation. La présence, dans la partie supérieure de l'US22, d'une inclusion d'éléments grossiers (galets et blocs) semble indiquer une incision, comblée ensuite par du matériel grossier. Elle peut être liée à un chenal latéral dans un cône détritique, qui aurait provoqué le ravinement du comblement de fond de vallon. Elle peut aussi témoigner de la formation d'écoulements en tresse, qui auraient partiellement raviné le dépôt puis l'auraient comblé d'éléments grossiers. Étant donné la datation du sommet de cette US, cet épisode est probablement contemporain du III^e millénaire av. n. è. ou antérieur.

La section intermédiaire de la coupe (US17 à US21) semble indiquer la poursuite de l'aggradation du fond de vallon et l'apparition d'épisodes de plus forte compétence, qui mobilisent des graviers et des galets (figure 4.16). Le litage horizontal et l'aspect tuilé de

certaines unités indiquent des courants très compétents et un dépôt plutôt alluvial que colluvial, vu l'orientation du tuilage. La proximité de cette accumulation par rapport à la tête du bassin interroge quant à la provenance des éléments grossiers : ils ont pu être arrachés aux versants à l'amont puis transportés par les flux concentrés dans le fond du vallon. Ces dépôts ont eu lieu entre le III^e millénaire et les VIII^e - VI^e siècles av. n. è. (figure 4.16). Les accumulations sont peu épaisses, compte tenu de la durée envisagée : il est possible que les évènements ayant entraîné les dépôts grossiers aient préalablement provoqué l'ablation des accumulations plus anciennes.

Enfin, la dernière séquence, plus récente (IV^e - II^e siècles av. n. è.), est marquée par l'alternance d'évènements de forte compétence, avec là aussi des traces de tuilage, et des passées limoneuses plutôt grossières (figure 4.17).



FIGURE 4.17 – Partie supérieure de la coupe KEb, site de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2014.*

L'augmentation de la vitesse de dépôt dans cette section par rapport aux précédentes laisse penser que les phénomènes érosifs se sont accélérés durant le I^{er} millénaire avant notre ère, en lien, par exemple, avec des processus de plus forte compétence. La très grande proximité des deux dates supérieures (II^e siècle av. n. è.) pourrait aussi s'expliquer par l'effet « vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013). L'alternance de couches de sédiments fins, provenant de la décantation de matériel dans des écoulements de faible intensité, avec

des unités plus grossières, rend peu probable l'hypothèse d'un épisode très violent ayant conduit au dépôt de plus d'un mètre de sédiment (figure 4.17).

Ces deux âges presque contemporains (US16 et US09) pourraient aussi s'expliquer par la remobilisation d'un charbon ancien sur le versant ou à l'amont. L'aspect non roulé des blocs (figure 4.17) tend à indiquer une origine plutôt locale des particules, renvoyant à l'hypothèse évoquée plus haut de la concentration de colluvions dans le vallon et leur dépôt après un transport assez court. La présence de poches ou lentilles d'éléments de taille différente (figure 4.17) pourrait indiquer l'influence de chenaux latéraux concentrant des écoulements depuis le versant tout proche. Ces deux âges très proches peuvent aussi traduire une période de bouleversement de l'équilibre des milieux, à partir des IV^e - III^e siècles av. n. è. Ceux-ci pourraient indiquer le déboisement progressif des versants et le déstockage consécutif des sols et sédiments accumulés sous couvert végétal.

On remarquera enfin, comme le montre bien la figure 4.14, page 159, ou la figure 4.17, que les unités sont litées et horizontales, et ne présentent pas d'interruption longitudinale. En effet, cela pourrait marquer la présence d'une terrasse ou même d'un simple bourrelet de terre qui seraient les témoins d'une sédimentation dirigée. D'autre part, la grande hétérogénéité des calibres des particules, avec des galets, des graviers et des sables grossiers alternant avec des limons (figure 4.17), disqualifie la sédimentation dirigée d'origine anthropique.

4.1.3.2 La coupe KEd

La coupe KEd se situe à environ 30 m à l'aval de KEb, sur une saillie découpée par l'érosion. Elle marque la confluence du thalweg principal, où se trouvent KEb, KEc et KEd, et d'un court affluent de rive droite où se situe KEa (figure 4.12). Cette disposition permet d'appréhender la stratigraphie longitudinale et latérale de la vallée principale, puisqu'elle est entaillée dans les deux sens. Malheureusement, le secteur est aussi beaucoup érodé, ce qui fait que la coupe est la plus petite de ce site. Contrairement aux trois autres, elle n'est pas verticale mais en pente (figure 4.18). Cela peut expliquer qu'elle présente des traces de ruissellement plus importantes que les autres.

4.1.3.2.1 Aspect général et description de la coupe KEd

La coupe KEd mesure 300 cm et est de couleur brun clair. Sa base est assez homogène, comprenant des granules dans une matrice fine, tandis qu'unités fines et grossières alternent dans la partie supérieure. On n'y a trouvé que deux charbons, qui ont pu être datés, et seuls deux échantillons sédimentologiques ont été prélevés et analysés. La description repose sur des observations de terrain.



FIGURE 4.18 – Coupe KE. *Cliché : N. Blond, 2014.*

L'US01 est composée de limon fin. C'est le toit de la coupe, probablement remanié par les labours contemporains ;

L'US02 est une unité gravillonneuse, qui forme une lentille ;

L'US03 est composée de grosses granules dans une matrice limoneuse ;

L'US04 est une passée grossière, composée de blocs et galets. Le matériau semble roulé mais sans litage apparent. Quelques éléments anguleux sont mixés avec le matériel roulé ;

L'US05 est une passée limoneuse ;

L'US06 est composée, comme l'US04, de matériel grossier (galets), qui semble suivre un litage horizontal. On ne détecte pas de tuilage. Ici aussi, quelques éléments anguleux apparaissent ;

L'US07 est une unité limoneuse assez épaisse, dans laquelle s'intercalent parfois quelques petits lits de graviers ;

L'US08 est une unité gravillonneuse voire caillouteuse à matrice limoneuse, coiffée par un lit de blocs et galets. Ces derniers suivent une pente descendante depuis le versant vers le centre de la vallée. Ils forment le toit de cette US ;

L'US09 est une unité très mixée, sans litage, dans laquelle on trouve des graviers et des blocs dans une matrice limoneuse.

4.1.3.2.2 Granulométrie laser

La granulométrie de KEd apporte peu d'information, dans la mesure où seuls deux échantillons ont été analysés. Ils appartiennent tous les deux au groupe des limons (figure 4.19). Il s'agit, ce qui est assez rare sur le site de Ka Ebile, d'échantillons unimodaux, dont le mode appartient aux limons (tableau 4.7).

| Éch. | Mode (μm) | (D90 - D10) (μm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment (Blott et Pye, 2001) |
|-------|------------------------|----------------------------------|--------------|--------|--------|--------------------------|--|
| | | | G | S | F | | |
| KEd04 | 9,355 | 68,79 | 0,5 % | 10,5 % | 88,9 % | 26,9 | Limon sableux moyen - gravier très fin [1] |
| KEd01 | 10,74 | 52,32 | 0,0 % | 9,1 % | 90,9 % | 19,0 | Limon moyen |

TABLEAU 4.7 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEd (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

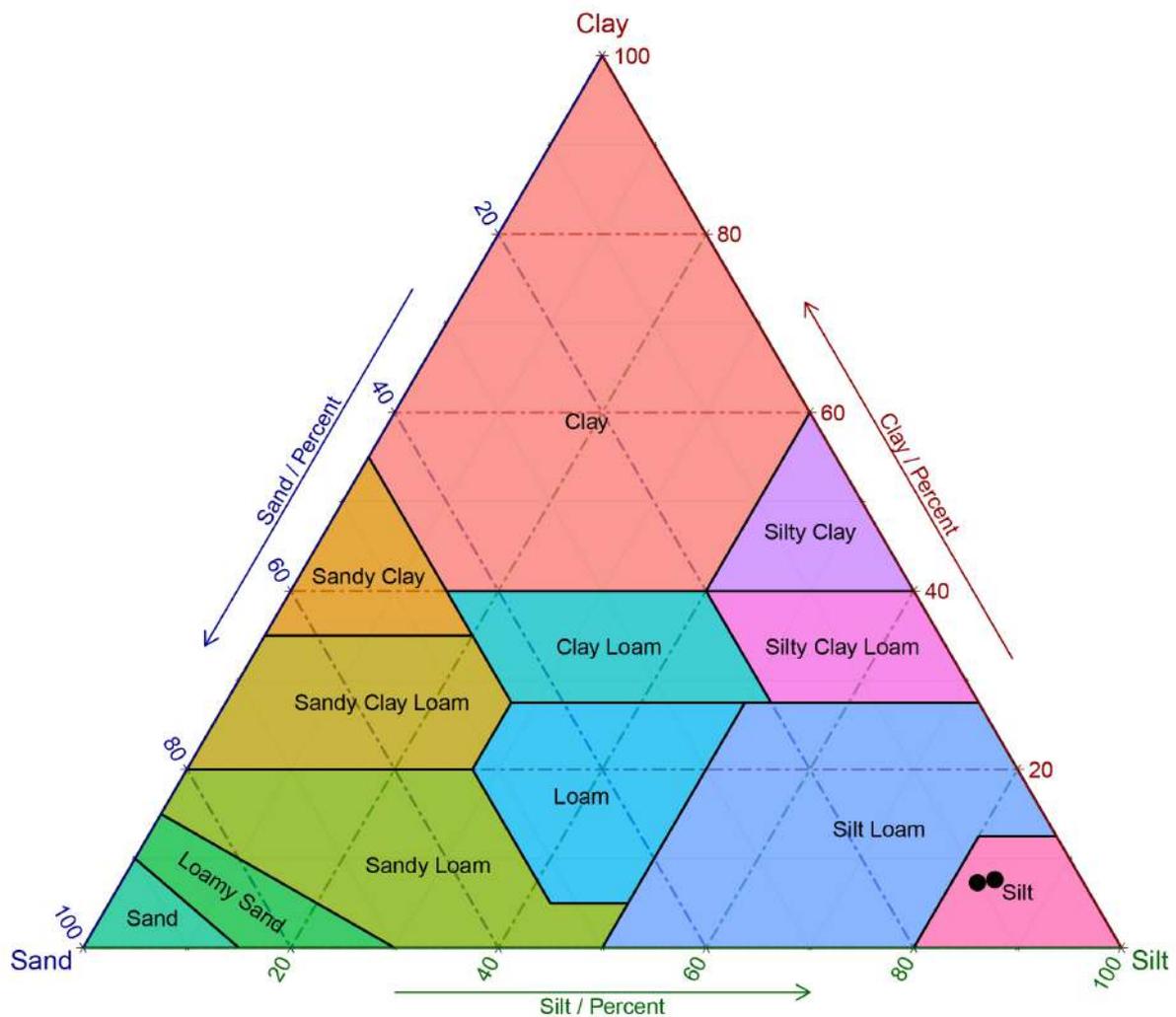


FIGURE 4.19 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEd, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

4.1.3.2.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques (tableau 4.8) montrent la grande similitude entre les deux échantillons. Ils ont la même moyenne (limons moyens), le même tri (ils sont mal classés), la même dissymétrie (négative) et leur courbe est semblable (leptokurtique).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| KEd04 | 11,97 | 3,995 | 0,195 | 1,496 | LM | MC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| KEd01 | 10,93 | 3,416 | 0,109 | 1,343 | LM | MC | Asym. nég. | Leptokurtique |

TABLEAU 4.8 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KED (site de Ka Ebile). D’après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

4.1.3.2.4 Matière organique et carbonates de calcium

Les taux de matière organique et de carbonates de calcium confirment ces similitudes. Les proportions de carbonates de calcium sont presque égales, et la différence entre les taux de matière organique est assez faible (de 5,6 à 7,1 %). Il est difficile d'établir une tendance avec seulement deux échantillons. On peut néanmoins remarquer que la base est un peu plus organique que la partie supérieure (tableau 4.9).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|-------|------------------|-------------------------------|
| KEd | US07 | KEd04 | 7,1 | 1,6 |
| | US09 | KEd01 | 5,6 | 1,7 |

TABLEAU 4.9 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe KEd, site de Ka Ebile.

4.1.3.2.5 Âges

À KEd, deux charbons ont livré des âges radiocarbone, compris entre le II^e et le I^{er} millénaires av. n. è. (tableau 4.10). L'ordre chronostratigraphique est respecté, et on remarque que ces deux âges peuvent être rapprochés d'autres dates découvertes sur le site de Ka Ebile.

Ainsi, la date de $2\,500 \pm 30$ BP (788 - 537 av. n. è.) de KEd03ch (tableau 4.10) peut être rapprochée de celle de $2\,525 \pm 30$ BP (796 - 542 av. n. è.) à KEb07ch (tableau 4.6). De même, l'âge de KEd01ch (tableau 4.10), qui est de $3\,065 \pm 30$ BP (1 412 - 1 234 av. n. è.) peut être rapproché de celui de KEa09ch (tableau 4.18), qui est de $3\,100 \pm 30$ BP (1 431 - 1 283 av. n. è.).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|------------------|-------------------------|
| US09 | KEd03ch | 190 cm | Lyon-12448 | 2500 ± 30 BP | 788 - 537 av. J.-C. |
| US09 | KEd01ch | 260 cm | Lyon-12447 | 3065 ± 30 BP | 1 412 - 1 234 av. J.-C. |

TABLEAU 4.10 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEd.

4.1.3.2.6 Synthèse sédimentologique

Le faible nombre d'analyses ne permet pas de proposer une synthèse sédimentologique très approfondie, mais les observations de terrain et les datations permettent tout de même d'identifier trois phases principales :

De l'US09 à l'US08 on observe une sédimentation grossière dans une matrice limoneuse, entre le II^e et le I^{er} millénaires av. n. è. La moitié inférieure de la coupe est homogène, composée de colluvions très mixées et relativement peu organiques par rapport à KEb. Elles sont coiffées par des apports grossiers de versant postérieurs à la première moitié du I^{er} millénaire av. n. è. (figure 4.20) ;

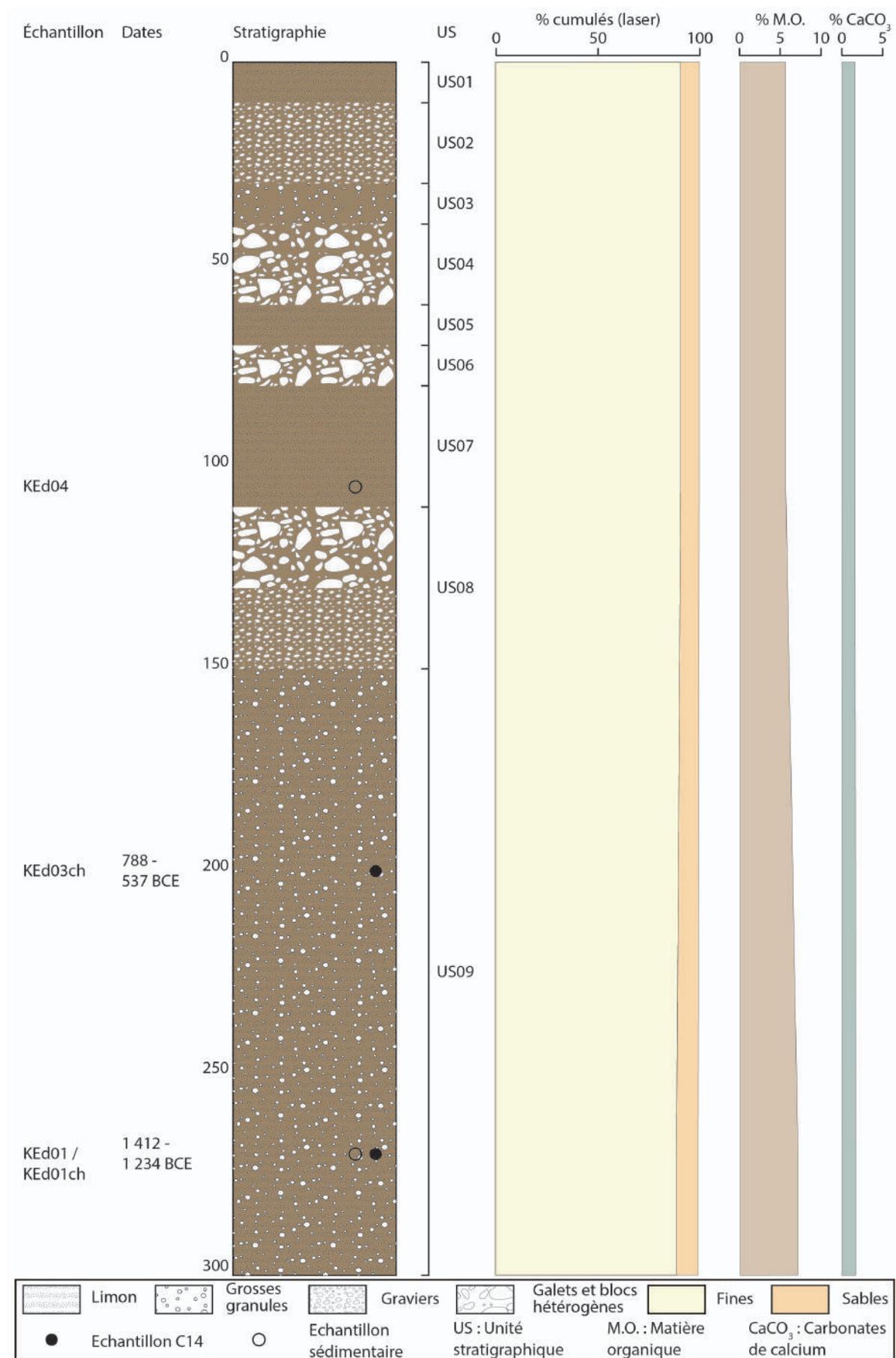


FIGURE 4.20 – Log stratigraphique de la coupe KEd, site de Ka Ebile. Réalisation : N. Blond, 2019.

De l'US07 à l'US05 le matériel fin domine, entrecoupé par une passée grossière au litage horizontal (figure 4.20) ;

De l'US04 à l'US01 le matériel, d'abord grossier (blocs et galets roulés), est plus fin à mesure qu'on approche de la surface. L'unité sommitale correspond à la zone de labours (figure 4.20).

4.1.3.2.7 Interprétations

La quasi-absence d'analyses dans la coupe KEd rend difficile la formulation d'hypothèses interprétatives expliquant ce dépôt. Toutefois, le grand nombre d'unités grossières et la pente de dépôt observée dans certaines d'entre elles (US08), permettent d'identifier des processus de versants très prégnants. La situation de la coupe au confluent entre la vallée principale et un vallon affluent peut aussi expliquer l'aspect parfois mixé des dépôts.

Les âges déterminés à KEd indiquent un dépôt relativement lent (70 cm en environ 1 500 ans) dans la partie inférieure. L'âge le plus récent (KEd03ch, 788 - 537 av. n. è.) correspond à la période pré-axoumite d'après Fattovich (2010) et peut indiquer une déstabilisation des versants à cette période et lors des suivantes. Elle pourrait être mise en relation avec des défrichements entrepris par les populations pour cultiver.

4.1.3.3 La coupe KEc



FIGURE 4.21 – Vue de la zone de prélèvement de la coupe KEc, vallée de Ka Ebile.
Cliché : N. Blond, 2014.

La coupe KEc (figure 4.21) est la dernière du site à être localisée dans le thalweg principal (figure 4.12), en rive droite du chenal. Étant la plus à l'aval, elle est aussi celle

qui a l'altitude la plus basse. Elle forme un des angles d'une saillie qui sépare le chenal principal d'un court affluent de rive droite. Ce saillant semble être le vestige, en rive droite, du remplissage de vallon étudié à l'amont grâce à KEb. Les deux coupes sont distantes d'environ 250 m. L'entaille est plus nette, ce qui explique la verticalité du dépôt (figure 4.21). La vue de la figure 4.13 est prise depuis le replat au sommet de la coupe KEc.

4.1.3.3.1 Aspect général et description de la coupe KEc

KEc est une accumulation de 460 cm de couleur uniforme brun clair et qui présente une accumulation assez homogène de limons, avec quelques passées caillouteuses ou gravillonneuses interstratifiées (figure 4.21).

- L'US01 est une unité limoneuse, homogène, probablement brassée par les labours ;
- L'US02 correspond à une passée de galets et blocs peu émoussés ;
- L'US03 est composée de limons avec quelques grosses granules ;
- L'US04 est un niveau limoneux ;
- L'US05 est assez semblable à l'US03 et se compose de grosses granules éparses dans une matrice limoneuse ;
- L'US06 est un niveau limoneux homogène ;
- L'US07 est une passée de graviers dans une matrice limoneuse ;
- L'US08 est une unité limoneuse homogène ;
- L'US09 correspond à une passée de galets et graviers émoussés ;
- L'US10 est un niveau fin, limoneux et homogène ;
- L'US11 se compose de petits galets et graviers dans une matrice limoneuse ;
- L'US12 est une unité limoneuse avec quelques lits très peu épais de graviers émoussés ;
- L'US13 correspond à une passée de graviers anguleux, très dense ;
- L'US14 est une unité limoneuse ;
- L'US15 est un niveau limoneux avec des traînées blanchâtres verticales ;
- L'US16 correspond à un dépôt de limons homogènes, non lités.

4.1.3.3.2 Granulométrie laser

Les sédiments de KEc sont homogènes (figure 4.22) et on ne distingue pas de tendance : il s'agit de limons moyens, avec plus ou moins de sables. La part de fines s'échelonne de 55,5 à 91,5 %. Les sables représentent entre 8,4 et 42,2 % du total (tableau 4.11). Dans l'ensemble, la fraction grossière est presque absente (de 0,1 à 2,3 %) et ne concerne que sept échantillons sur dix. Seul KEc06 rompt cette homogénéité (tableau 4.11).

Tous les échantillons de la coupe KEc sont trimodaux (tableau 4.11). Le mode principal est compris entre 8,148 et 10,74 μm (limons) pour tous les échantillons sauf KEc06, dont le mode principal appartient aux sables grossiers (1782,5 μm). Les modes secondaires se répartissent entre argiles, limons, limons grossiers, sables fins ou grossiers. Tous les modes tertiaires appartiennent aux sables fins ou grossiers (tableau 4.11).

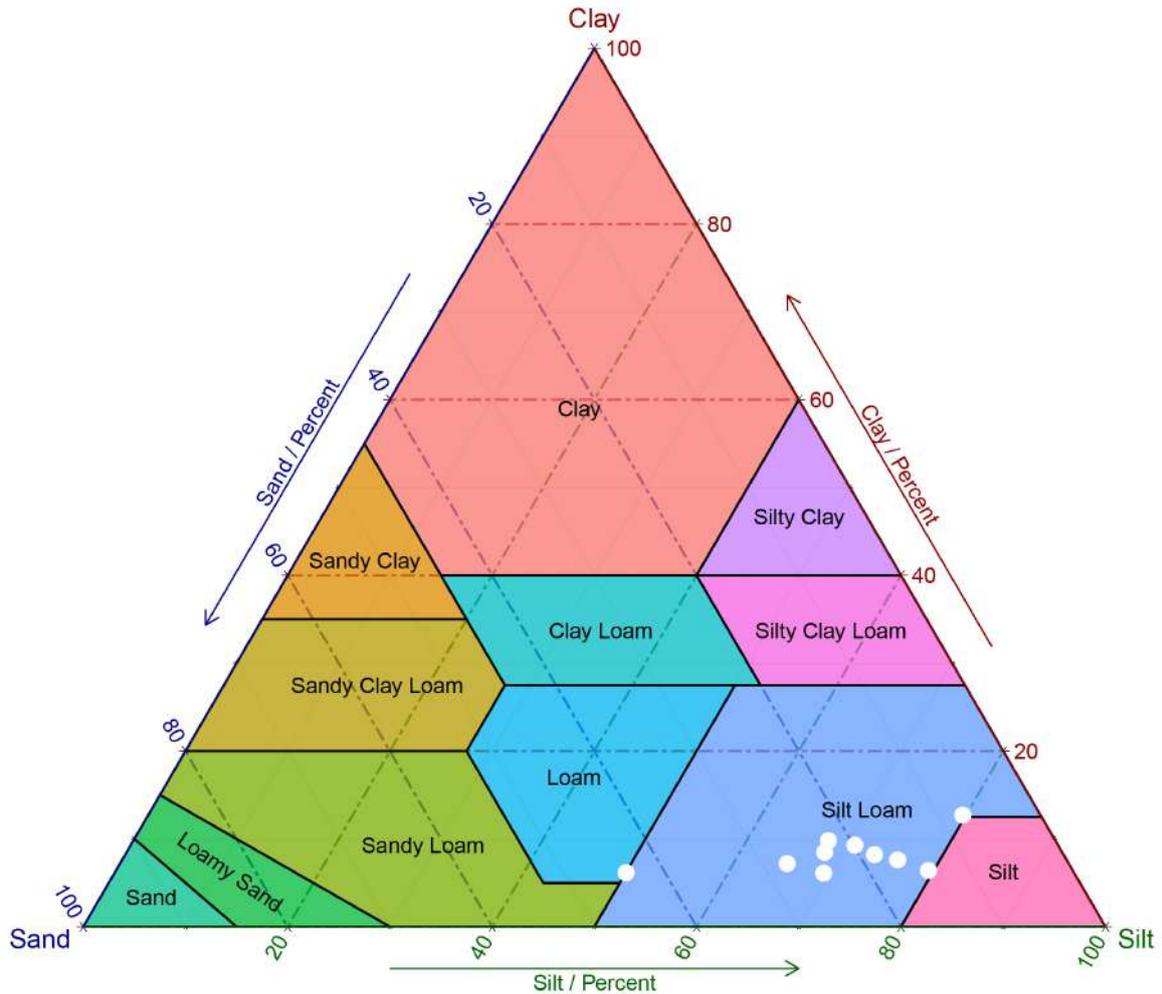


FIGURE 4.22 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEc, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquets ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

| Éch. | Modes (µm) | | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|------------|--------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | Mode 3 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| KEc11 | 9,355 | 1782,5 | 677,7 | 341,3 | 0,7 % | 16,4 % | 82,8 % | 1,8 | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| KEc09 | 9,355 | 514,1 | 295,8 | 322,7 | 0,0 % | 25,4 % | 74,6 % | 13,8 | Limon moyen - sable moyen |
| KEc08 | 9,355 | 56,37 | 148,3 | 263,5 | 0,9 % | 18,6 % | 80,5 % | 3,2 | Limon sableux moyen - gravier très fin [1] |
| KEc07 | 9,355 | 2,047 | 257,7 | 312,1 | 0,0 % | 22,9 % | 77,1 % | 1,6 | Limon moyen - sable moyen |
| KEc06 | 1782,5 | 9,355 | 590,2 | 1216,4 | 2,3 % | 42,2 % | 55,5 % | 1,2 | Limon sableux moyen - gravier très fin [4] |
| KEc05 | 9,355 | 2,047 | 295,8 | 298,4 | 0,5 % | 20,2 % | 79,3 % | 1,3 | Limon sableux moyen - gravier très fin [3] |
| KEc04 | 10,74 | 148,3 | 295,8 | 416,9 | 0,5 % | 28,1 % | 71,4 % | 11,9 | Limon sableux moyen - gravier très fin [2] |
| KEc03 | 10,74 | 514,1 | 148,3 | 146,7 | 0,0 % | 15,0 % | 85,0 % | 47,5 | Limon moyen - sable moyen |
| KEc02 | 10,74 | 56,37 | 295,8 | 351,7 | 0,5 % | 23,8 % | 75,7 % | 5,3 | Limon sableux moyen - gravier très fin [1] |
| KEc01 | 8,148 | 1,178 | 129,1 | 51,22 | 0,1 % | 8,4 % | 91,5 % | 0,6 | Limon moyen - gravier très fin |

TABLEAU 4.11 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEc (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

4.1.3.3.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques, notamment la taille moyenne (tableau 4.12), ne permettent pas non plus d'identifier de tendance dans l'organisation de la coupe : seul KEc06 ressort. Dans l'ensemble, les échantillons sont mal classés à très mal classés et leur distribution montre une asymétrie négative, voire une forte asymétrie négative. La forme des courbes, en revanche, est très peu homogène, mais ne donne pas d'information supplémentaire quant aux modes de dépôt (tableau 4.12).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|--------------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| KEc11 | 14,95 | 5,536 | 0,341 | 1,577 | LM | TMC | F. asym. nég. | Très leptokurtique |
| KEc09 | 23,19 | 5,895 | 0,307 | 0,985 | LG | TMC | F. asym. nég. | Mésokurtique |
| KEc08 | 16,69 | 5,833 | 0,316 | 1,340 | LG | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEc07 | 18,92 | 6,432 | 0,308 | 1,048 | LG | TMC | F. asym. nég. | Mésokurtique |
| KEc06 | 48,54 | 9,818 | 0,211 | 0,687 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| KEc05 | 17,73 | 6,104 | 0,301 | 1,194 | LG | TMC | F. asym. nég. | Leptokurtique |
| KEc04 | 25,21 | 6,810 | 0,296 | 0,925 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| KEc03 | 14,65 | 4,295 | 0,212 | 1,417 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| KEc02 | 20,62 | 6,603 | 0,300 | 1,073 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| KEc01 | 8,838 | 3,786 | 0,107 | 1,143 | LM | MC | Asym. nég. | Leptokurtique |

TABLEAU 4.12 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEc (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

4.1.3.3.4 Matière organique et carbonates de calcium

À KEc comme à KEb, les taux de carbonates de calcium sont très proches les uns des autres (tableau 4.13) et ne montrent pas de vraie tendance (de 1,6 à 2,5 %).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO_3 (%) |
|-------|------|-------|------------------|-----------------------------|
| KEc | US01 | KEc11 | 6,2 | 2,1 |
| | US03 | KEc09 | 5,0 | 1,7 |
| | US04 | KEc08 | 6,9 | 1,6 |
| | US06 | KEc07 | 8,1 | 1,8 |
| | US08 | KEc06 | 7,9 | 1,8 |
| | US10 | KEc05 | 6,1 | 1,6 |
| | US12 | KEc04 | 7,4 | 2,0 |
| | US14 | KEc02 | 5,3 | 2,5 |
| | US16 | KEc01 | 8,8 | 2,0 |

TABLEAU 4.13 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEc, site de Ka Ebile.

Les taux de matière organique connaissent des variations plus importantes, sans qu'apparaisse non plus une vraie tendance au sein de la courbe (de 5,0 à 8,8 %). Que ce soit pour les carbonates de calcium ou pour la matière organique, KEc06 ne se distingue pas des autres échantillons.

4.1.3.3.5 Âges

À KEc, trois charbons ont fourni des âges, tous appartenant au III^e millénaire av. n. è. L'ordre chronologique est inversé pour KEc04ch et KEc07ch (tableau 4.14).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US06 | KEc07ch | 130 cm | Lyon-12445 | 3820 ± 30 BP | 2 448 - 2 144 av. J.-C. |
| US11 | KEc04ch | 285 cm | Lyon-12444 | 3720 ± 30 BP | 2 201 - 2 031 av. J.-C. |
| US14 | KEc02ch | 330 cm | Lyon-12446 | 3935 ± 30 BP | 2 563 - 2 308 av. J.-C. |

TABLEAU 4.14 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEc.

4.1.3.3.6 Synthèse sédimentologique

Le grand nombre d'unités stratigraphiques incite à les regrouper afin d'établir une synthèse sédimentologique, même s'il demeure difficile de faire ressortir des tendances très nettes. Il semble toutefois possible de former trois groupes (figure 4.23) :

De l'US16 à l'US14 la granulométrie est particulièrement fine et, au bas de la coupe, le taux le plus élevé de matière organique est atteint. L'accumulation limoneuse est interrompue seulement par une passée de concrétions blanchâtres (US15, figure 4.23). Cette section inférieure est datée du début de la seconde moitié du III^e millénaire av. n. è. (2 563 - 2 308 av. n. è.) ;

De l'US13 à l'US07 les unités sont plus grossières. Les limons sont moyens, grossiers ou très grossiers (tableau 4.12), mais surtout, les passées de blocs, galets et graviers sont plus fréquentes que dans la section précédente (figure 4.23). L'asymétrie négative y est un peu moins prononcée que dans la précédente, indiquant un excès de particules grossières moins fort. Les taux de matière organique de cette section sont plutôt homogènes. La base est datée de la fin de la seconde moitié du III^e millénaire av. n. è. (2 201 - 2 031 av. n. è.) ;

De l'US06 à l'US01 les passées limoneuses sont grossières et elles alternent avec des unités caillouteuses ou de grosses granules (figure 4.23). Cette section, assez organique à la base, l'est moins au sommet. Les échantillons analysés présentent une forte asymétrie négative, indiquant un excès de particules grossières (Chamley, 1987 ; Friedman et Sanders, 1978). La base de cette section a été datée de 2 448 - 2 144 av. n. è., ce qui indique une inversion chronologique (figure 4.23).

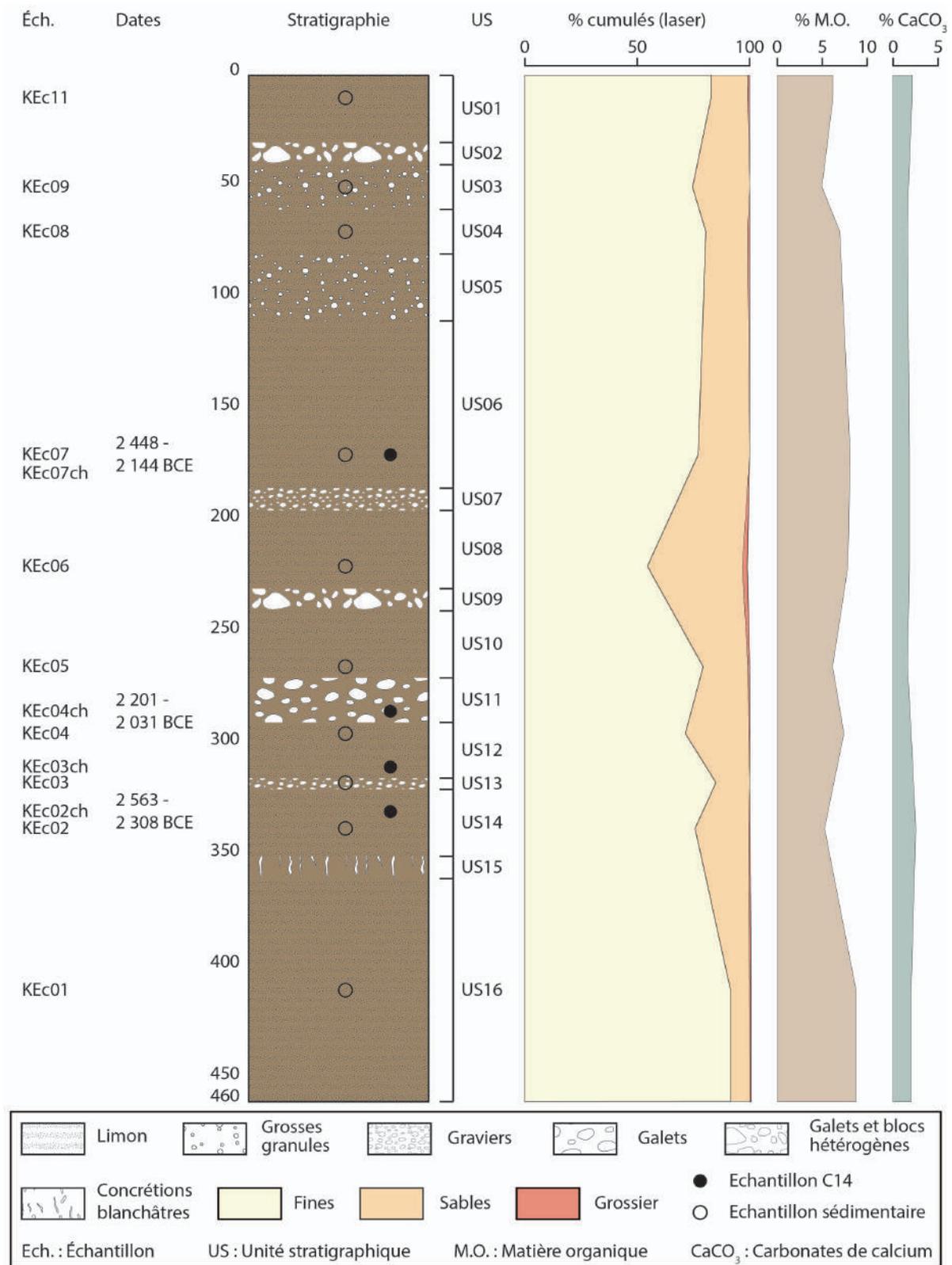


FIGURE 4.23 – Log stratigraphique de la coupe KEc, site de Ka Ebile. Réalisation : N. Blond, 2019.

4.1.3.3.7 Interprétations

La grande homogénéité stratigraphique au sein de la coupe KEc invite à penser que ce dépôt résulte de processus assez uniformes dans le temps. La finesse des sédiments de la base de la coupe suggère qu'ils proviennent d'apports alluviaux. Le taux de matière organique assez élevé de l'US16 par rapport à l'ensemble de la coupe, et la présence de concrétions blanchâtres dans l'US15 (figure 4.23) peuvent être l'indice du développement de végétation dans des conditions peu perturbées, antérieurement à la seconde moitié du III^e millénaire av. n. è. Des dépôts plus grossiers (gravillonneux ou caillouteux) interstratifiés avec les dépôts fins attestent des écoulements plus compétents durant le III^e millénaire av. n. è., et/ou l'influence plus prégnante des apports latéraux et donc de transports sur des distances plus courtes. L'inversion chronologique de l'échantillon KEc07ch (figure 4.23) peut s'expliquer par l'effet « vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013) ou, plus probablement, par la remobilisation de dépôts de versants, voire d'amont, lors d'épisodes érosifs postérieurs, évoquant une cascade sédimentaire. Les dernières unités déposées semblent attester de processus à nouveau moins compétents, comme ceux de la base de la coupe.

4.1.3.4 La coupe KEa

La coupe KEa est située dans un affluent de la vallée principale, qui forme une sinuosité en rive gauche. Elle se trouve dans la partie concave (figure 4.12) qui entaille à la verticale un cône détritique plaqué contre le versant (figure 4.24). Le thalweg, comme le versant, sont aménagés en terrasses qui adoucissent la pente. La coupe a été étudiée en plusieurs séquences : il n'était pas possible, du fait de la hauteur et de la configuration du site, d'avoir accès à une séquence continue (figure 4.25). La présence de l'incision dans la concavité a permis d'avoir une appréhension longitudinale de la stratigraphie, et de raccorder entre elles les différentes séquences. Toutes les coupes du secteur sauf KEd ont été levées et prélevées de cette façon, pour les mêmes raisons.

4.1.3.4.1 Aspect général et description de la coupe KEa

KEa est une accumulation de 400 cm, alternant les unités de sédiments fins, limoneux ou sableux, et sédiments grossiers, graviers et blocs (figure 4.25). Cinq échantillons carbonneux y ont été trouvés et seulement deux d'entre eux ont été datés. La couleur est assez uniforme sur l'ensemble des unités, entre le brun sombre et le brun clair (figure 4.25).



FIGURE 4.24 – Sinuosité dans laquelle se trouve la coupe KEa. *Cliché : N. Blond, 2015.*



FIGURE 4.25 – Coupe KEa. *Cliché : Y. Callot, 2014.*

À KEa, les US ont été numérotées de bas en haut. La description étant donnée de haut en bas, elle sera faite dans l'ordre décroissant des US (de l'US20 à l'US01) :

- L'US20** est l'unité sommitale. Le matériel est grossier et d'aspect brassé, probablement par les labours ;
- L'US19** est composée de galets et graviers anguleux, non roulés, dans une matrice limoneuse. Il n'y a pas de tuilage ou de litage apparent ;
- L'US18** est une accumulation de sables grossiers et de limons, avec quelques éléments anguleux épars ;
- L'US17** est une unité limoneuse homogène, sans litage apparent ;
- L'US16** est composée de galets et graviers assez denses, d'aspect peu anguleux. Ils semblent être orientés dans le sens du versant ;
- L'US15** est une unité dont le sommet est formé d'un lit de galets émoussés, horizontaux. Le reste de l'unité est limoneux et homogène ;
- L'US14** est composée de matériel grossier (graviers, galets, blocs) et anguleux dans une matrice de limons ;
- L'US13** est assez homogène, composée de graviers et granules dans une matrice limoneuse ;
- L'US12** est limoneuse avec, à sa base, une passée de gros galets horizontaux ;
- L'US11** est une unité limoneuse homogène ;
- L'US10** est composée de galets et blocs anguleux dans une matrice limoneuse ;
- L'US09** est formée d'un dépôt fin, limoneux, d'une dizaine de centimètres d'épaisseur, qui coiffe un dépôt grossier de blocs et galets hétérogènes et peu émoussés ;
- L'US08** est limoneuse et homogène ;
- L'US07** est une passée de galets dans une matrice limoneuse ;
- L'US06** est, comme l'US08, fine et homogène. Quelques graviers isolés peuvent être observés ;
- L'US05** est une fine passée de graviers d'aspect émoussé ;
- L'US04** se compose d'un dépôt limoneux et d'éléments indurés rouge orangé à la base ;
- L'US03** est limoneuse ;
- L'US02** est composée de poches de graviers émoussés dans une matrice limoneuse ;
- L'US01** est limoneuse.

4.1.3.4.2 Granulométrie laser

Les analyses granulométriques montrent une certaine hétérogénéité dans les tailles des échantillons de la coupe KEa. Ils appartiennent à trois groupes granulométriques : les limons, les sables limoneux et les limons sableux (figure 4.26).

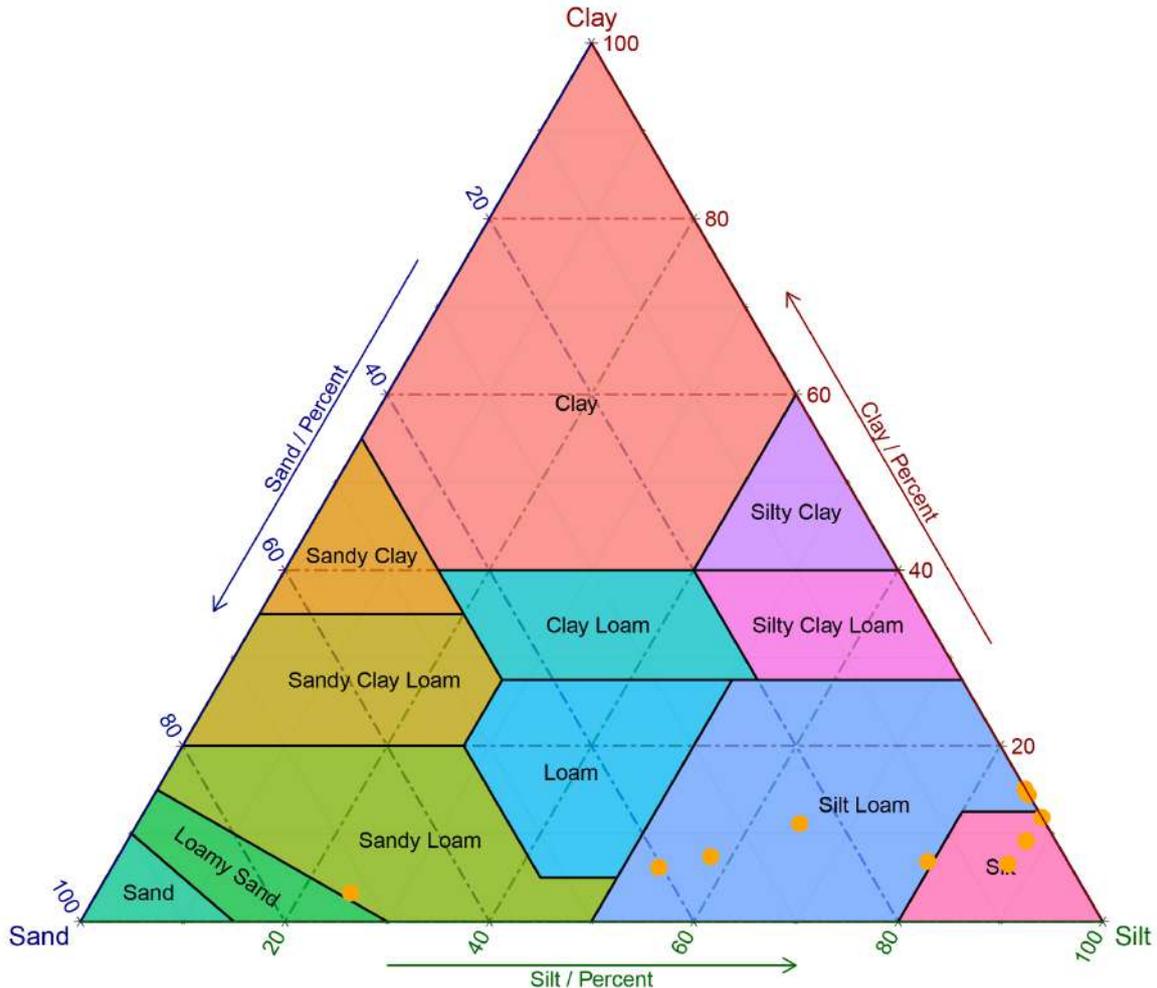


FIGURE 4.26 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEa, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

La fraction limoneuse est comprise entre 27,7 et 99,8 %, tandis que la fraction sableuse va de 0,2 à 64,5 %. La majorité des échantillons (7/10) n'a pas de fraction grossière (tableau 4.15).

L'hétérogénéité se marque aussi dans les modes (tableau 4.15) : deux échantillons sont unimodaux, quatre sont bimodaux et quatre autres sont trimodaux. Les modes principaux se répartissent entre les limons et les sables grossiers. Les modes secondaires vont des argiles aux limons et aux sables grossiers en passant par les sables fins. Enfin, les modes tertiaires concernent les limons et les sables fins.

| Éch. | Modes (µm) | | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|------------|--------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | Mode 3 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| KEa11 | 10,74 | | | 43,11 | 0,0 % | 6,9 % | 93,1 % | 27,5 | Limon moyen |
| KEa10 | 9,355 | 778,1 | 295,8 | 1379,5 | 2,4 % | 38,6 % | 59,0 % | 12,3 | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| KEa09 | 10,74 | 295,8 | 148,3 | 112,6 | 0,0 % | 14,7 % | 85,3 % | 12,2 | Limon moyen - sable très fin |
| KEa08 | 10,74 | | | 33,48 | 0,0 % | 3,8 % | 96,2 % | 11,5 | Limon moyen |
| KEa07 | 1782,5 | 677,7 | 9,355 | 1921,2 | 7,8 % | 64,5 % | 27,7 % | 5,0 | Sable limoneux très grossier - gravier fin |
| KEa06 | 9,355 | 2,047 | 295,8 | 380,4 | 0,0 % | 24,7 % | 75,3 % | 0,3 | Limon moyen - sable moyen |
| KEa05 | 8,148 | 1,178 | | 17,63 | 0,0 % | 0,2 % | 99,8 % | 3,5 | Limon moyen |
| KEa04 | 1782,5 | 10,74 | | 1739,2 | 4,4 % | 30,7 % | 64,8 % | 19,8 | Limon sableux moyen - gravier très fin [5] |
| KEa03 | 10,74 | 1,178 | | 20,30 | 0,0 % | 0,2 % | 99,8 % | 25,7 | Limon moyen |
| KEa01 | 9,355 | 1,178 | | 19,92 | 0,0 % | 0,4 % | 99,6 % | 3,8 | Limon moyen |

TABLEAU 4.15 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEa (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

4.1.3.4.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

La taille moyenne des échantillons, caractérisée par la méthode de Folk et Ward (1957), confirme l'hétérogénéité des échantillons de cette coupe (tableau 4.16). Dans l'ensemble, les limons fins sont situés à la base de la coupe. Une seconde phase, plus grossière, s'observe ensuite. Les indices granulométriques rapprochent cette coupe des autres du site de Ka Ebile : les échantillons sont mal voire très mal classés et l'acuité des courbes varie beaucoup sans donner d'information pertinente pour l'analyse (tableau 4.16). La dissymétrie montre aussi une grande hétérogénéité d'un échantillon à l'autre (tableau 4.16).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|--------------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| KEa11 | 11,01 | 2,922 | 0,042 | 1,175 | LM | MC | Sym. | Leptokurtique |
| KEa10 | 46,49 | 10,57 | 0,335 | 0,659 | LTG | TMC | F. asym. nég. | Très platykurtique |
| KEa09 | 14,22 | 3,994 | 0,176 | 1,249 | LM | MC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| KEa08 | 9,511 | 2,873 | -0,042 | 1,088 | LM | MC | Sym. | Mésokurtique |
| KEa07 | 220,9 | 9,777 | -0,599 | 0,674 | SF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |
| KEa06 | 20,23 | 7,494 | 0,331 | 0,954 | LG | TMC | F. asym. nég. | Mésokurtique |
| KEa05 | 6,187 | 2,571 | -0,106 | 0,973 | LF | MC | Asym. pos. | Mésokurtique |
| KEa04 | 47,08 | 12,65 | 0,434 | 0,596 | LTG | TMC | F. asym. nég. | Très platykurtique |
| KEa03 | 7,152 | 2,597 | -0,139 | 1,021 | LF | MC | Asym. pos. | Mésokurtique |
| KEa01 | 6,348 | 2,690 | -0,092 | 0,959 | LF | MC | Sym. | Mésokurtique |

TABLEAU 4.16 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEa (site de Ka Ebile). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

4.1.3.4.4 Matière organique et carbonates de calcium

Les taux de matière organique de la coupe KEa varient de 4,3 à 10,9 % (tableau 4.17).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO_3 (%) |
|-------|------|-------|------------------|-----------------------------|
| KEa | US19 | KEa11 | 4,3 | 3,2 |
| | US18 | KEa10 | 7,0 | 2,0 |
| | US15 | KEa09 | 5,7 | 2,4 |
| | US12 | KEa08 | 4,6 | 3,6 |
| | US09 | KEa07 | 6,2 | 2,0 |
| | US08 | KEa06 | 10,9 | 1,8 |
| | US06 | KEa05 | 8,9 | 1,2 |
| | US04 | KEa03 | 7,3 | 1,6 |
| | US03 | KEa02 | 5,5 | 2,4 |
| | US02 | KEa01 | 9,6 | 1,9 |

TABLEAU 4.17 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEa, site de Ka Ebile.

Il est néanmoins difficile d'identifier une tendance au sein de la coupe, les taux alternant croissance et décroissance. La courbe des carbonates de calcium est inverse à celle de matière organique : les taux - compris entre 1,2 et 3,6 % - augmentent quand ceux de matière organique décroissent (tableau 4.17).

4.1.3.4.5 Âges

Seuls deux échantillons ont été datés dans cette coupe (tableau 4.18). Ces deux dates respectent l'ordre chronologique et placent les dépôts ayant formé la coupe KEa entre le III^e millénaire av. n. è. (KEa07ch, 2 830 - 2 473 av. n. è.) et le II^e millénaire av. n. è. (KEa09ch, 1 431 - 1 283 av. n. è.). Le manque de jalons intermédiaires ne permet pas d'avoir plus d'éléments sur la chronologie de mise en place du dépôt étudié.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US15 | KEa09ch | 105 cm | Lyon-12439 | 3100 ± 30 BP | 1 431 - 1 283 av. J.-C. |
| US08 | KEa07ch | 275 cm | Lyon-12438 | 4035 ± 30 BP | 2 830 - 2 473 av. J.-C. |

TABLEAU 4.18 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEa.

4.1.3.4.6 Synthèse sédimentologique

Les analyses sédimentologiques permettent de distinguer des groupes principaux, présentés du bas vers le haut. La numérotation des US et des échantillons étant inversée (du bas vers le haut), les échantillons sont présentés dans l'ordre croissant, contrairement à ce qui a été fait par ailleurs.

De l'US01 à l'US06 les échantillons sont majoritairement limoneux. Cette phase d'aggradation fine est interrompue seulement par quelques passées de graviers (US02 et base de l'US05, figure 4.27). La base de l'US04 a un aspect légèrement rougeâtre et induré qui indique des conditions oxydantes et une concentration de minéraux de fer suffisante pour colorer le sédiment. Cette séquence, antérieure au III^e millénaire av. n. è., est aussi celle qui présente les taux de matière organique les plus élevés (figure 4.27), indiquant peut-être le développement d'un paléosol dans des conditions d'écoulements de faible compétence ;

De l'US07 à l'US10 on observe l'alternance de passées limoneuses fines et de passées plus grossières de galets, présentant des traces de tuilage. Le sens du dépôt semble être influencé à la fois par l'écoulement de l'amont vers l'aval et par la pente du cône, situé en rive gauche de la vallée. La phase de dépôt de sédiment fin (US08) est datée du III^e millénaire av. n. è. (2 830 - 2 473 av. n. è., figure 4.27). Ce millénaire semble marqué, ici, par l'alternance d'épisodes de faible compétence et d'autres de plus grande énergie. Les dépôts grossiers, galets roulés ou blocs anguleux, sont d'origine alluviale et/ou colluviale ;

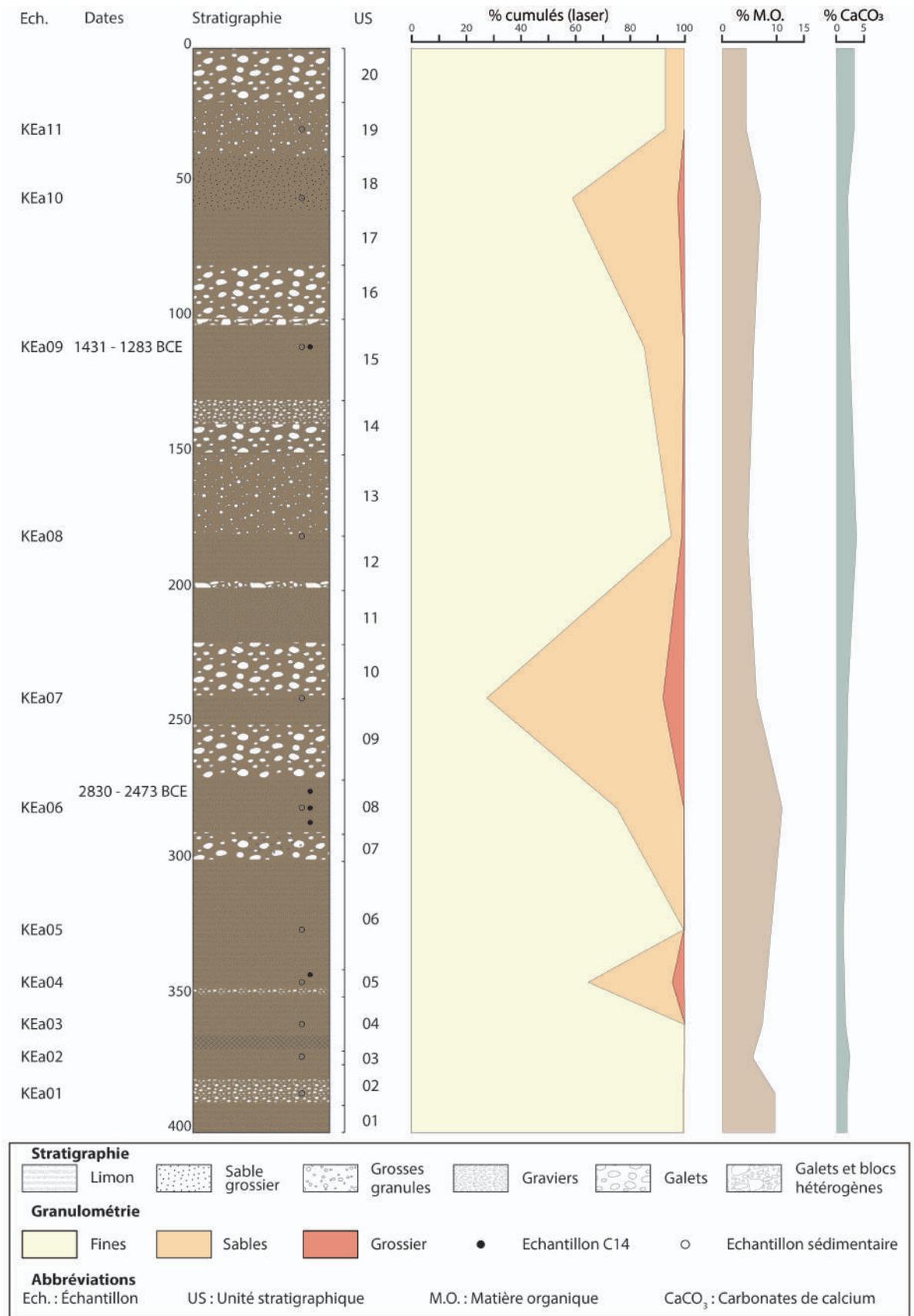


FIGURE 4.27 – Log stratigraphique de la coupe KEa, site de Ka Ebile. Réalisation : N. Blond, 2017.

De l'US11 à l'US20 le signal est plus confus. On observe en effet des dépôts peu contrastés : les sédiments fins alternent avec les graviers et les galets et blocs. Une partie de cette accumulation (US11 à US15) est comprise entre le III^e et le II^e millénaires av. n. è. Il s'agit surtout de limons et graviers, interstratifiés avec des passées grossières. La seconde partie (US16 à US20) comporte plutôt des galets et blocs et un peu de matériau fin. Elle est postérieure au II^e millénaire av. n. è. (1 431 - 1 283 av. n. è.).

4.1.3.4.7 Interprétations

Ces trois phases principales semblent indiquer un changement dans les modes de transport des particules déposées, et en particulier une évolution des compétences des flux. La première phase, antérieure au III^e millénaire av. n. è., est marquée par des écoulements de faible compétence, probablement à mettre en relation avec la fin de l'AHP. Un climat plus humide où les précipitations sont plus régulières que ce qu'elles sont actuellement peut avoir provoqué une sédimentation fine dans des conditions stables, marquées par quelques épisodes plus compétents qu'indiquent les passées gravillonneuses. Au tournant des III^e et II^e millénaires av. n. è., les dépôts plus grossiers qui alternent avec des dépôts fins peuvent indiquer le déséquilibre des conditions climatiques, marquées alors par une saisonnalité plus forte des précipitations et la transition vers un climat plus sec.

4.1.4 Le site de Damhalle

Le site de Damhalle se trouve dans un affluent de rive gauche de la vallée d'Ambare. Il rejoint le thalweg principal à l'aval de la confluence des trois grandes branches de May Weini, Ka Ebile et May Ayni (figure 4.1). Il s'agit d'un vallon de petite taille, qui draine un bassin versant d'environ 70 ha. La coupe se trouve sur un front d'érosion régressive, qui a dégagé une part importante de l'aval de la vallée (figure 4.28), et permet aussi une lecture de la stratigraphie en long sur plus de 10 m (figure 4.29). Si le substrat rocheux n'est pas atteint dans la partie étudiée, il apparaît à gauche de celle-ci sur le front d'érosion et on le détecte en creusant environ 20 cm sous la surface. Il est aussi visible, de proche en proche, sur les parties latérales de l'érosion. On observe, à la base de la coupe, un niveau très gris, dont le sommet suit une pente de dépôt qui est celle du versant : la pente s'abaisse vers le centre du vallon (figure 4.30).

Il importe de préciser que l'accès à la coupe de Damhalle et le travail sur le dépôt ont été sources de tensions sur le terrain avec certains riverains. Ces difficultés expliquent la concentration des efforts sur la coupe et donc l'absence de lecture transversale précise de l'ensemble.

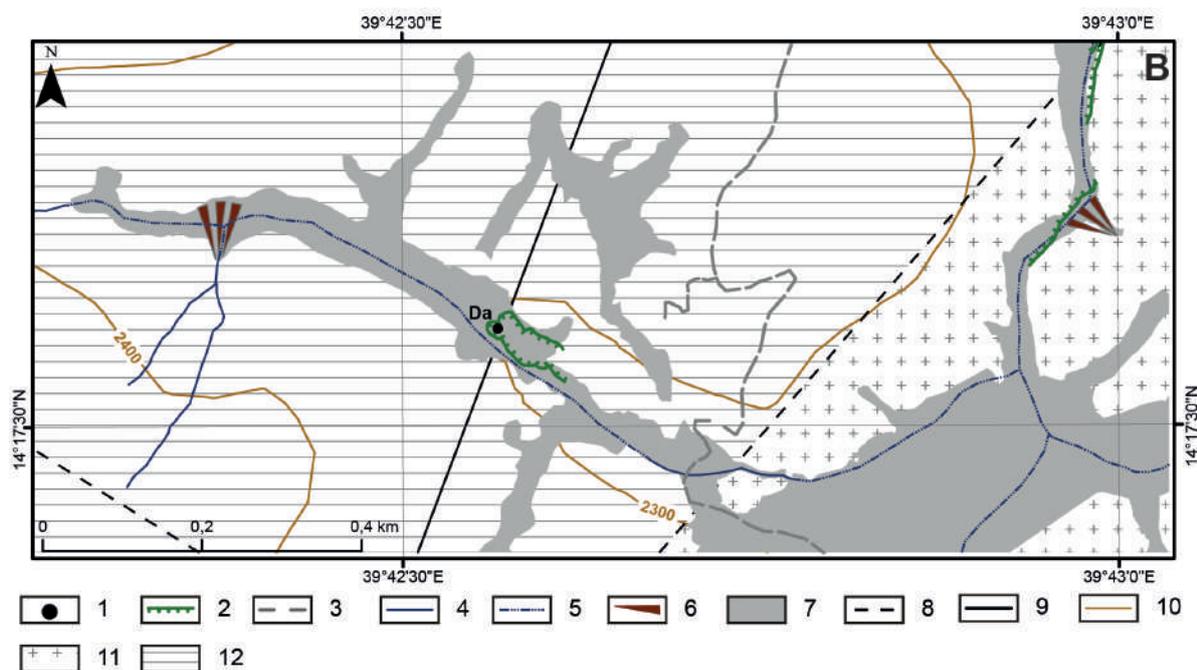


FIGURE 4.28 – Carton géomorphologique du site de Damhalle et ses alentours. 1. Coupes étudiées ; 2. Rebord de terrasses alluviales ; 3. Pistes ; 4. Cours d'eau secondaires ; 5. Axes de drainage ; 6. Cônes ; 7. Remblaiement colluvial ou alluvial ; 8. Failles normales (approximatives ou inférées) ; 9. Failles normales ; 10. Courbes de niveau (équidistance 100 m) ; 11. Groupe de Tsaliet (roches volcaniques, sédimentaires et métamorphiques protérozoïques) ; 12. Formation de Didikama (ardoise et dolomite protérozoïques). Géologie d'après Kazmin (1976).



FIGURE 4.29 – Front d'érosion régressive de la coupe Da. La flèche blanche indique la localisation du saillant visible sur la figure 4.30. Cliché : N. Blond, 2017.



FIGURE 4.30 – Coupe Da. *Cliché : N. Blond, 2015.*

4.1.4.1 Aspect général et description de la coupe Da

La coupe mesure 650 cm de hauteur. Elle est en cela la plus haute des coupes étudiées ici. Elle est repérée par la flèche blanche sur la figure 4.29. Une particularité de cette accumulation, au-delà de sa localisation, réside dans la présence d'une rupture nette entre la base, gris clair et gris bleuté, et la partie supérieure de la coupe qui est beige clair (figure 4.30). En dehors de ce contact, qui épouse la topographie du versant, la stratification est globalement horizontale. Les faciès sont assez homogènes : il s'agit majoritairement d'une accumulation limoneuse, avec quelques passées plus grossières de galets et graviers, en particulier dans la partie supérieure de la coupe. La description des unités stratigraphiques d'après les observations de terrain est la suivante :

L'US01 est composée de limons grossiers de couleur beige clair ;

L'US02 est une unité de limons grossiers encadrée par deux passées caillouteuses ravinantes, comprenant quelques blocs dans une matrice limoneuse beige clair ;

L'US03 est un niveau de limons grossiers de couleur beige clair comme l'US01. Elle est séparée de l'US04 par une passée de petits graviers ;

L'US04 est aussi une unité composée de limons grossiers beige clair ;

L'US05 sépare les niveaux de limons grossiers (US01 à US04) et ceux de limons moyens (US06 à US08). Il s'agit d'un lit de graviers dans une matrice limoneuse beige clair ;

L'US06 est composée de limons moyens beige clair ;

L'US07 est un niveau de limons moyens beige clair avec quelques sables et graviers ;

L'US08 est une unité de limons moyens. Elle marque le passage, dans la stratigraphie, des limons beige clair aux limons bruns ;

L'US09 est une unité de graviers dans une matrice de limons grossiers ;

L'US10 est composée de limons moyens de couleur brun clair ;

L'US11 marque la transition entre les couches brunes et les couches grises. Elle est composée d'une matrice fine gris clair dans laquelle se trouvent des particules anguleuses, peu émoussées ;

L'US12 est composée, dans sa partie supérieure, de limons moyens, et de limons grossiers à sa base. La partie sommitale de ce niveau est constituée de limons ayant l'apparence de vases séchées voire indurées de couleur gris bleuté. Cette séquence a une pente de dépôt qui suit la paléotopographie du versant (figure 4.30) ;

L'US13 formée de cailloutis cimentés, a un aspect très gris, cendreau, avec des passées blanchâtres verticales qui semblent être des concrétions.

4.1.4.2 Texture

La texture des échantillons étudiés dans la coupe Da est dans l'ensemble fine (tableau 4.19).

| Éch. | US | $\leq 63 \mu\text{m}$ (%) | $63 < t \leq 500 \mu\text{m}$ (%) | $500 \mu\text{m} < t \leq 2 \text{ mm}$ (%) | $2 < t \leq 10 \text{ mm}$ (%) | $t > 10 \text{ mm}$ (%) |
|------|------|------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
| Da01 | US01 | 63,3 | 17,3 | 11,7 | 7,7 | 0,0 |
| Da02 | US02 | 49,7 | 11,1 | 19,9 | 19,3 | 0,0 |
| Da03 | US03 | 60,3 | 17,4 | 9,8 | 12,6 | 0,0 |
| Da04 | US04 | 64,9 | 16,6 | 10,9 | 7,6 | 0,0 |
| Da05 | US06 | 70,5 | 18,5 | 9,1 | 2,0 | 0,0 |
| Da06 | US07 | 62,4 | 14,9 | 13,6 | 9,2 | 0,0 |
| Da07 | US08 | 83,2 | 11,9 | 4,2 | 0,7 | 0,0 |
| Da08 | US08 | 84,6 | 12,8 | 2,2 | 0,3 | 0,0 |
| Da09 | US09 | 34,8 | 11,7 | 13,9 | 24,1 | 15,5 |
| Da10 | US10 | 78,7 | 13,8 | 5,7 | 1,8 | 0,0 |
| Da11 | US12 | 79,2 | 13,0 | 5,8 | 2,0 | 0,0 |
| Da12 | US12 | 87,0 | 10,9 | 1,7 | 0,3 | 0,0 |
| Da13 | US12 | 66,4 | 12,8 | 10,9 | 9,9 | 0,0 |

TABLEAU 4.19 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe Da (site de Damhalle).

Les taux de fines ($< 63 \mu\text{m}$) varient de 34,8 à 87,0 % (tableau 4.19). La fraction sableuse ($63 \mu\text{m} - 2 \text{ mm}$) est relativement réduite dans l'ensemble, et comprise entre 12,6 et 31 %

(tableau 4.19). La fraction grossière, notamment les particules d’une taille supérieure à 10 mm, est presque absente, sauf pour Da09 (tableau 4.19). Elle représente de 0,3 à 39,6 %.

La texture permet de diviser grossièrement la coupe en deux : de l’US01 à l’US07 (Da01 à Da06), les échantillons sont fins, avec une proportion de sable et gravier non négligeable. Cela correspond aux dépôts de couleur beige clair. Le second ensemble, de l’US08 à l’US12 (Da07 à Da13), comprend une fraction sableuse nettement moins importante et une fraction grossière très faible, à l’exception de l’échantillon Da09 (US09), qui est particulièrement grossier. Ce deuxième ensemble est moins uniforme du point de vue de la couleur : les accumulations vont du brun et brun clair au gris clair et au gris bleuté.

4.1.4.3 Granulométrie laser

Les analyses granulométriques de la fraction inférieure à 1,6 mm montrent une très grande homogénéité des échantillons (figure 4.31).

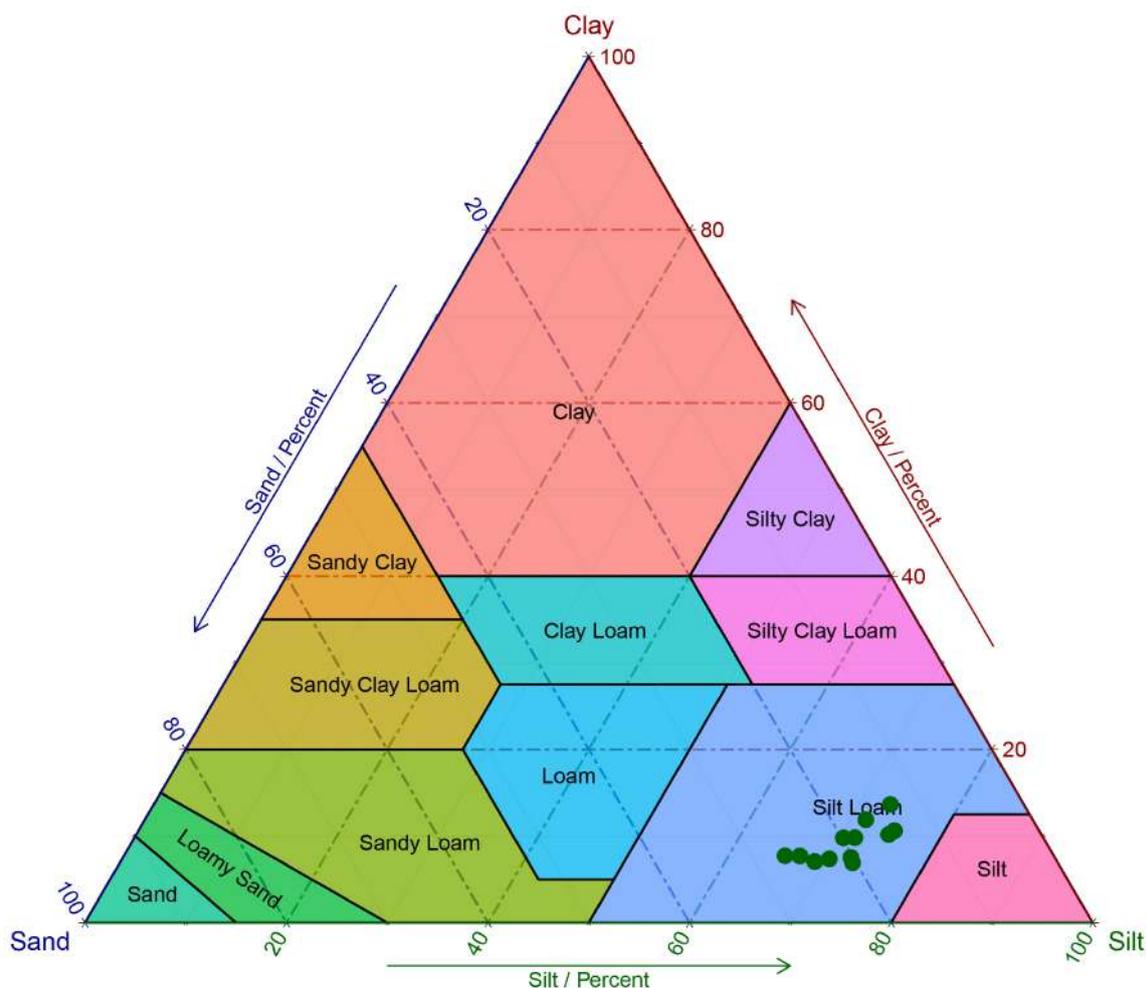


FIGURE 4.31 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe Da, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

| Éch. | Modes (μm) | | (D90 - D10) (μm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|------|-------------------------|--------|----------------------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| Da01 | 14,16 | 514,1 | 402,8 | 0,0 % | 26,3 % | 73,7 % | 3 | Limons moyen - sable moyen |
| Da02 | 14,16 | 590,2 | 208,9 | 0,0 % | 21,6 % | 78,4 % | 10,5 | Limons moyen - sable très fin |
| Da03 | 12,33 | 514,1 | 178,1 | 0,0 % | 20,0 % | 80,0 % | 5,25 | Limons moyen - sable très fin |
| Da04 | 10,74 | 514,1 | 192,9 | 0,0 % | 21,1 % | 78,9 % | 8,625 | Limons moyen - sable très fin |
| Da05 | 12,33 | 514,1 | 108,3 | 0,0 % | 15,6 % | 84,4 % | 7,625 | Limons moyen - sable très fin |
| Da06 | 12,33 | | 107,4 | 0,0 % | 16,5 % | 83,5 % | 20,125 | Limons moyen - sable très fin |
| Da07 | 10,74 | 514,1 | 165,5 | 0,0 % | 17,6 % | 82,4 % | 3,375 | Limons moyen - sable très fin |
| Da08 | 10,74 | 514,1 | 98,33 | 0,0 % | 14,3 % | 85,7 % | 0,375 | Limons moyen - sable très fin |
| Da09 | 12,33 | 590,2 | 258,5 | 0,0 % | 23,7 % | 76,3 % | 22,75 | Limons moyen - sable très fin |
| Da10 | 10,74 | | 90,10 | 0,0 % | 13,8 % | 86,2 % | 8,75 | Limons moyen - sable très fin |
| Da11 | 10,74 | 514,1 | 118,1 | 0,0 % | 14,9 % | 85,1 % | 2,5 | Limons moyen - sable très fin |
| Da12 | 10,74 | | 50,35 | 0,0 % | 8,3 % | 91,7 % | | Limons moyen |
| Da13 | 10,74 | 590,2 | 398,0 | 0,0 % | 23,0 % | 77,0 % | 8,75 | Limons moyen - sable grossier |

TABLEAU 4.20 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe Da (site de Damhalla). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

Les points du diagramme triangulaire (figure 4.31) sont groupés dans la catégorie des limons sableux. En dehors des passées grossières, le matériel est donc très homogène. Aucun échantillon étudié par granulométrie laser n'a de fraction grossière et la part de sable oscille entre 8,3 et 26,3 %, tandis que les taux de fines vont de 73,7 à 91,7 % (tableau 4.20).

Cette homogénéité apparaît aussi dans le détail des analyses granulométriques : sur les 13 échantillons, 10 sont bimodaux et trois unimodaux (tableau 4.20). Tous les modes principaux sont compris entre 10,74 et 14,16 μm (limons). Les modes secondaires sont compris entre 514,1 et 590,2 μm (début de la catégorie des sables grossiers).

4.1.4.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques (tableau 4.21) confirment cette relative homogénéité. Les échantillons sont très mal classés, à l'exception de Da12, mal classé. La distribution de la majorité des échantillons présente une asymétrie négative, seuls trois sont symétriques. Enfin, la courbe est leptokurtique sauf pour quatre échantillons (courbe mésokurtique).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| Da01 | 25,06 | 6,329 | 0,222 | 1,056 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| Da02 | 19,28 | 5,243 | 0,158 | 1,184 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da03 | 16,26 | 5,388 | 0,148 | 1,133 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da04 | 16,85 | 5,538 | 0,164 | 1,103 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| Da05 | 13,49 | 4,676 | 0,095 | 1,162 | LM | TMC | Sym. | Leptokurtique |
| Da06 | 14,21 | 4,522 | 0,073 | 1,079 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| Da07 | 13,77 | 5,438 | 0,154 | 1,203 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da08 | 11,40 | 4,948 | 0,104 | 1,154 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da09 | 20,60 | 5,516 | 0,196 | 1,096 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| Da10 | 12,55 | 4,230 | 0,101 | 1,159 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da11 | 12,84 | 4,756 | 0,164 | 1,299 | LM | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| Da12 | 10,05 | 3,555 | 0,023 | 1,13 | LM | MC | Sym. | Leptokurtique |
| Da13 | 20,74 | 6,213 | 0,273 | 1,159 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |

TABLEAU 4.21 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe Da (site de Damhalle). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

4.1.4.5 Matière organique et carbonates de calcium

Dans la coupe Da, les taux de matière organique sont assez proches (tableau 4.22) : de 3,29 à 7,78 %. Il est difficile de faire apparaître des groupes homogènes. Les taux de la base sont assez variables (US13 à US09). Il est ensuite possible de rassembler Da07 et Da08

(US08), dont les taux sont les plus élevés de la coupe, dans une unité brun sombre. Un troisième groupe est ensuite formé des US06 à US02, avec des taux plus faibles. L'US01, unité sommitale, connaît des valeurs proches de celles de l'US08.

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|------|------------------|-------------------------------|
| Da | US01 | Da01 | 7,78 | 5,28 |
| | US02 | Da02 | 3,29 | 7,19 |
| | US03 | Da03 | 4,77 | 4,10 |
| | US04 | Da04 | 4,51 | 2,83 |
| | US06 | Da05 | 4,51 | 4,92 |
| | US07 | Da06 | 4,54 | 3,85 |
| | US08 | Da07 | 7,50 | 4,32 |
| | US08 | Da08 | 7,03 | 3,58 |
| | US09 | Da09 | 3,97 | 2,82 |
| | US10 | Da10 | 6,09 | 2,37 |
| | US12 | Da11 | 5,93 | 2,29 |
| | US12 | Da12 | 7,49 | 2,23 |
| | US12 | Da13 | 4,55 | 1,49 |

TABLEAU 4.22 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe de Damhalle.

4.1.4.6 Âges

À Damhalle, cinq échantillons de charbon ont été datés. Les âges s'étendent du VI^e millénaire av. n. è. au XV^e siècle de n. è. et couvrent une période particulièrement longue, comparativement aux autres coupes (tableau 4.23).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|---------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US01 | Da01ch | 30 cm | Lyon-13474 | 500 ± 30 BP | 1 333 - 1 449 ap. J.-C. |
| US03 | Da03ch | 160 cm | Lyon-13475 | 2470 ± 30 BP | 728 - 431 av. J.-C. |
| US06 | Da05ch | 240 cm | Lyon-13476 | 3780 ± 30 BP | 2 296 - 2 060 av. J.-C. |
| US08 | Da07ch | 275 cm | Lyon-13477 | 3715 ± 30 BP | 2 201 - 2 028 av. J.-C. |
| US12 | Da14ch | 630 cm | Lyon-13478 | 6200 ± 40 BP | 5 295 - 5 045 av. J.-C. |

TABLEAU 4.23 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à Damhalle.

4.1.4.7 Analyses anthracologiques

Un seul échantillon de charbon a été analysé par anthracologie dans la coupe Da. Il s'agit de l'échantillon Da14ch, localisé dans l'US12, 630 cm sous la surface. Il a été daté directement par le radiocarbone à 5 295 - 5 045 av. n. è. La mauvaise conservation des restes n'a pas permis une identification très précise. La détermination a été limitée au

super-ordre : monocotylédone (Bouchaud, 2019). Selon Ch. Bouchaud (2019), on trouve beaucoup d'espèces de monocotylédones en Éthiopie (Friis *et al.*, 2010) : des espèces de bambou (*Oxytenanthera abyssinica* ou *Arundinaria alpina*), d'aloès (*Aloe debrana*, *A. monticola*, *A. percrassa*, *A. steudneri* et *A. trigonantha*) ou d'une plante buissonnante de formations boisées (*Xerophyta schnizleinia*).

4.1.4.8 Synthèse sédimentologique

Les principaux éléments de granulométrie et chronostratigraphie sont rassemblés en Annexes, dans le tableau C.5, sous-section C.2, page 551. La synthèse reprend les unités stratigraphiques décrites dans les paragraphes précédents et reportées sur le log (figure 4.32). Elle reprend en partie des éléments développés dans un article publié en 2018 (Blond *et al.*, 2018).

Les résultats des analyses permettent de mettre en évidence cinq groupes principaux, en fonction de la couleur, mais aussi des tailles de particules, des âges ou des taux de matière organique ou de carbonates de calcium :

De l'US13 à l'US11 le dépôt est gris clair à gris bleuté (figure 4.32). La base est marquée par une accumulation cimentée et concrétionnée, antérieure au VI^e millénaire av. n. è. La base de l'US12, qui forme la partie inférieure de la coupe, est datée de la fin du VI^e millénaire av. n. è. La pente de dépôt suit la topographie du vallon, ce qui indique l'origine colluviale des sédiments. Ces apports latéraux semblent avoir connu une longue période de stabilité ayant permis le développement d'un paléosol. Les taux de matière organique de cette unité sont en effet assez élevés (Da12 atteint 7,49 %). Cette unité contenait un charbon dont l'identification anthracologique n'a malheureusement pas dépassé le super-ordre des monocotylédones, dont on trouve beaucoup d'espèces en Éthiopie (Bouchaud, 2019). La transition avec les unités supérieures se fait par l'US11, gris clair, dans laquelle apparaissent des particules plus grossières peu émoussées ;

De l'US10 à l'US09 l'accumulation, brun clair, indique un changement dans l'évolution post-dépositionnelle des sédiments. Il semble que les conditions réductrices, responsables de la couleur gris bleuté des unités inférieures, ne soient plus à l'œuvre. Les processus de dépôts passent aussi de phénomènes de relativement faible énergie à des flux plus compétents, clairement observables dans l'US09 : particules plus grossières, taux de matière organique plus faibles, taux de carbonates de calcium plus élevés (figure 4.32) ;

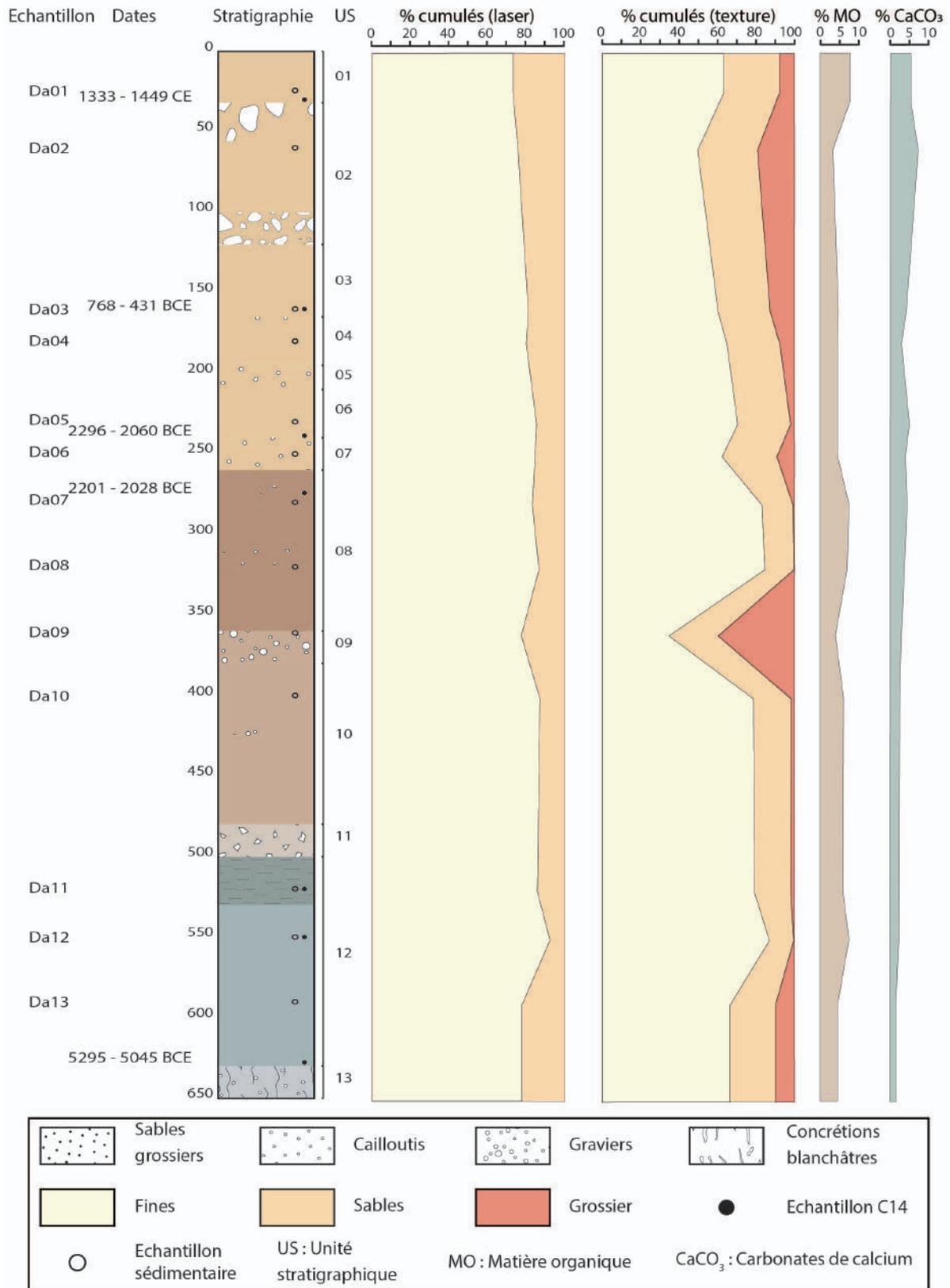


FIGURE 4.32 – Log stratigraphique de la coupe Da, vallée de Damhale. Réalisation : N. Blond, 2017.

L'US08 marque le passage du groupe des limons comportant une part importante de sable et d'éléments grossiers, aux limons très majoritaires - exception faite de l'échantillon Da09 (figure 4.32). C'est aussi à partir de cette unité que les taux de carbonates de calcium cessent d'augmenter régulièrement depuis les niveaux inférieurs. Ils évoluent ensuite de façon irrégulière. C'est une unité relativement organique, ce qui peut expliquer la couleur plus brune des sédiments. Celle-ci pourrait indiquer un niveau cultivé. Le toit de l'US a été daté de la fin du III^e millénaire av. n. è. (2 201 – 2 028 av. n. è.);

De l'US07 à l'US03 les dépôts sont de couleur beige clair. De la base au sommet de ce groupe, la granulométrie est de plus en plus grossière (figure 4.32) : les limons sont de plus en plus sableux. Les âges de cette séquence, dont l'épaisseur est assez réduite (140 cm), sont compris entre la fin du III^e millénaire av. n. è. (2 296 - 2 060 av. n. è.) et le I^{er} millénaire av. n. è. (768 - 431 av. n. è.). L'apparente inversion chronologique de la base de l'US06 avec le sommet de l'US08, dont elle n'est séparée que de 35 cm, peut être le résultat de l'« effet vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013). Elle pourrait aussi indiquer le remaniement d'un charbon plus ancien lors d'évènements postérieurs, sur les versants ou dans le fond de la vallée. L'US07 est en effet assez gravillonneuse et pourrait avoir partiellement raviné les dépôts antérieurs ;

De l'US02 à l'US01 la texture est moins fine et il y a plus d'éléments sableux et grossiers que dans les autres US. Le taux de matière organique de l'US02 est le plus faible de la coupe, tandis que celui de carbonates y est le plus élevé. À l'inverse, les taux de matière organique sont assez élevés dans l'US01, tandis que ceux de carbonates de calcium sont plutôt faibles. La présence d'éléments plus grossiers dans l'US02 peut expliquer ces taux. Les carbonates de calcium peuvent provenir du substrat rocheux des versants alentours : selon la figure 1.9, page 21, le site de Damhalle est situé sur un substrat précambrien, appelé « Formation de Didikama » et qui contient de la dolomite interstratifiée avec de l'ardoise (sous-section 1.2.2, page 18 *sq.*). D'autre part, dans l'US01, la relativement forte teneur en matière organique peut s'expliquer par le fait que ce niveau a pu être auparavant cultivé, et a donc probablement été amendé (apport de fumier, animaux en vaine pâture). De même, la minéralisation assez forte peut être liée à la culture. La présence d'un âge relativement récent, 1 333 - 1 449 de n. è., montre que le processus de dépôt s'est poursuivi assez longtemps, au moins jusqu'aux XIV^e - XV^e siècles. L'accumulation peut s'être faite sans solution de continuité, ou avec des phases d'interruption et de reprise, qui n'apparaissent pas dans la stratigraphie (pas de marque visible d'incision puis de ré-accumulation).

4.1.4.9 Interprétations

La sédimentation commence à Damhalle - pour les traces que nous en avons - vers la fin du VI^e millénaire av. n. è. L'absence de jalon intermédiaire ne permet pas de dater différentes phases de dépôt avant le III^e millénaire av. n. è. En revanche, la couleur des sédiments, qui sont très gris, laisse penser que le milieu a été maintenu longtemps dans des conditions réductrices, indiquant la présence d'une nappe d'eau. Le fait que cette unité grise épouse la topographie du paléovallon (figure 4.30, page 192) semble indiquer une évolution synchrone ou peu postérieure à sa mise en place. Cela évoque par ailleurs des conditions de présence de l'eau qui ont évolué par la suite, soit que la nappe ait totalement disparu, soit qu'elle ait suivi l'aggradation et se soit retrouvée plus haut que son niveau initial et fluctuant suffisamment pour ne pas provoquer la même évolution de couleur que dans la couche inférieure. Par ailleurs, la pente elle-même révèle des accumulations sédimentaires en provenance, majoritairement, des versants (apports latéraux), avec une redistribution longitudinale assez limitée.

Deux échantillons sont datés du III^e millénaire av. n. è. (tableau 4.23, page 197) : Da07ch (2 201 - 2 028 av. n. è.) et Da05ch (2 296 - 2 060 av. n. è.). Ces dates sont inversées. Elles sont stratigraphiquement très proches et l'écart d'âge est très faible. L'inversion pourrait s'expliquer par l'effet « vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013) : le dépôt de Da05ch peut être postérieur à celui de Da07ch, mais le bois du premier, s'il provient d'une partie ancienne de l'arbre, peut donner un charbon dont l'âge sera antérieur. L'absence de dépôt vraiment grossier ou ravinant entre ces deux âges rend plus incertaine l'hypothèse d'un remaniement de sédiment ancien, sans pour autant l'exclure totalement.

On note qu'entre les charbons Da05ch ($3\,780 \pm 30$ BP, 2 296 - 2 060 av. n. è.) et Da03ch ($2\,470 \pm 30$ BP, 728 - 431 av. n. è.), 80 cm de sédiments s'accumulent en environ 1 300 ans, ce qu'on peut rapprocher des 70 cm en 1 500 ans à KEd, à des périodes assez semblables. La période pré-axoumite (Fattovich, 2010) est enregistrée ici à l'aide d'un charbon unique qui atteste, comme à KEb et KEd, une potentielle activité agricole dans cette vallée. L'absence de rupture franche dans la stratigraphie évoque des dépôts continus, sans intervention de processus brutaux. Si cela n'indique pas l'absence d'action anthropique - notamment agricole - celle-ci n'a pas provoqué le passage d'un seuil et la déstabilisation du système. Elle n'a donc pas été archivée dans les enregistrements sédimentaires. Cela pourrait être la conséquence d'une colonisation plus tardive des alentours de Damhalle par les populations, dont l'action semble se faire sentir d'abord à Ka Ebile.

L'US08 semble toutefois se démarquer des autres unités de la section étudiée. Elle est composée de matériau plus fin et les taux de matière organique y sont plus élevés (figure 4.32). La couleur plus foncée de cette unité interroge aussi. Elle pourrait avoir enregistré le développement de végétation au début du III^e millénaire av. n. è., qui aurait ensuite été progressivement détruite, que ce soit par les écoulements ou par l'action

anthropique.

La fin de la séquence est plus difficile à interpréter. Selon les analyses radiocarbone, l'US01 peut être datée des XIV^e - XV^e siècles de n. è. (1 333 - 1 449 de n. è.). La sédimentation à Damhalle durant cette dernière période est chronologiquement normale (le plus ancien en-dessous, le plus récent au-dessus). On dispose en revanche de peu d'information précise sur les événements compris entre le début de la période axoumite (768 - 431 av. n. è.) et la dynastie salomonide (ici, 1 333 - 1 449 de n. è.). En effet, entre ces deux jalons (Da03ch et Da01ch), il s'écoule environ 2 000 ans, durant lesquels s'accumulent 130 cm de matériel (figure 4.32). Cela est assez proche de la vitesse de dépôt constatée pour les périodes précédentes : 80 cm en 1 300 ans entre Da05ch et Da03ch.

La vitesse de sédimentation semble donc rester constante entre le III^e millénaire av. n. è. et les XIV^e - XV^e siècles de n. è. La période plus récente est marquée par des éléments grossiers en passées (figure 4.32). Ces unités ont probablement été mises en place par un ou plusieurs événement(s) très compétent(s) ayant provoqué l'ablation de particules rocheuses de gros calibre sur les versants. Leur déplacement peut être à l'origine du ravinement du fond du vallon et donc de la perte d'une partie de la stratigraphie, en particulier des dépôts fins au centre de l'US02 (figure 4.32).

Dans cette vallée, les accumulations grossières de blocs et galets, absentes de toute la partie inférieure du dépôt et présentes dans l'US02, interrogent. Ceux-ci ont sans doute été mis en mouvement - et donc déposés - par des écoulements très compétents. Toutefois, l'origine de l'ablation de ces éléments sur les versants et la possibilité de les transporter doivent être mises en relation avec l'ouverture des versants et leur déboisement.

Ces analyses tendent à renforcer l'idée d'une influence importante des conditions locales, qu'il s'agisse de conditions naturelles (géologie, topographie, exposition, couverture végétale, notamment) ou d'éléments anthropiques comme le peuplement. Le site de Damhalle est aujourd'hui un espace de micro-marge, où la frontière entre Tigray et Afar est flottante et varie en fonction de perceptions individuelles et sociales. Il peut en avoir été de même - pour des raisons semblables ou non - à des périodes antérieures, en particulier autour de l'époque moderne (Dynasties Zagwé et salomonide, voir figure 3.6, page 143). Ainsi, le territoire aurait été peu - voire pas - peuplé et donc peu mis en valeur, en particulier par l'agriculture. Cela pourrait expliquer qu'il y ait à Damhalle des enregistrements sédimentaires continus sur un pas de temps aussi important, phénomène unique dans l'ensemble des coupes étudiées. L'absence de mise en culture des comblements sédimentaires pourrait avoir permis leur conservation et la continuité des enregistrements.

Une autre explication pourrait aussi venir de l'ablation de la couche supérieure des dépôts, nous privant ainsi des enregistrements des XIV^e - XV^e siècles et postérieurs, mais on expliquerait difficilement qu'ils aient été aussi bien conservés ailleurs. D'autres facteurs pourraient éclairer le manque d'âges plus récents que les XIV^e - VX^e siècles de n. è. :

- l'absence ou la rareté des charbons dans les couches supérieures du dépôt, qui peut être liée à la moindre disponibilité de combustible par rapport à d'autres périodes où il a été plus abondant (voir la base de la coupe, par exemple) ;
- des remaniements par les labours ;
- la faiblesse de l'accumulation. Il est possible qu'après les XIV^e - XV^e siècles, les bassins versants ne produisent plus qu'une très faible quantité de matériel, du fait des siècles passés de mise en culture et de pâturage.

4.2 Processus et chronologies des colmatages sédimentaires de têtes de bassins

Ces premières analyses et leurs interprétations permettent d'élaborer des hypothèses quant à la formation des remplissages sédimentaires dans les parties amont des vallées. Les facteurs qui président à la mise en place de ces accumulations sont divers (processus biophysiques, actions anthropiques) et semblent par ailleurs subir des influences locales, qui varient d'une vallée à l'autre.

4.2.1 Processus sédimentaires à l'œuvre à l'amont des bassins versants

La caractéristique commune à tous ces remplissages est leur localisation en tête de bassin. Les bassins versants peuvent être plus ou moins grands : la vallée de Ka Ebile draine un bassin beaucoup plus important que celui de Damhalle, par exemple (figure 4.1). Néanmoins, tous ces dépôts ont en commun d'avoir stocké des archives sédimentaires témoignant des processus à l'œuvre dans les parties amont, peu éloignées des sources de production.

De façon générale, ces accumulations ont enregistré des dépôts plutôt grossiers, qui témoignent à la fois de processus assez compétents, mais aussi de la proximité de la source de fourniture des sédiments. Dans l'ensemble, le colmatage des vallées étudiées est le résultat de l'alternance de plusieurs types de processus. Les uns témoignent de flux d'énergie faible à modérée - colluvionnement ou alluvionnement - pouvant expliquer l'établissement de grandes épaisseurs de limon, continues sur la longue durée. Les autres au contraire peuvent être associés à des écoulements fortement compétents, avec des sédiments de gros calibre, pouvant provoquer le ravinement de dépôts antérieurs. Les premiers - processus de faible ou moyenne énergie - semblent marquer un certain équilibre dynamique au sein du système, tandis que les seconds - processus de grande compétence - attestent une rupture ou le passage d'un seuil au sein de ce système.

MWc forme l'amont de l'hydrosystème étudié ici, mais c'est le groupe des coupes de

Ka Ebile qui se trouve le plus proche de la tête du bassin versant dans lequel elles sont installées. C'est la raison pour laquelle ce site sera traité d'abord. Le site de Ka Ebile se trouve en effet à l'extrême amont de la vallée de Ka Ebile - à environ 700 m à vol d'oiseau du col. Les positions topographiques respectives de chacune des coupes montrent que les âges ne sont pas corrélés à l'altitude : KEb, qui est la plus à l'amont et dont l'altitude est la plus élevée (sommet à 2 418 m), est celle qui enregistre à la fois les âges les plus anciens et les plus récents. Néanmoins, on remarque qu'à KEd et KEa, d'altitudes proches, des âges semblables ont été enregistrés, malgré leur position dans deux branches différentes - KEa est située dans un affluent, KEd dans la vallée principale.

Le site de Ka Ebile montre trois phases principales dans la formation des dépôts, que l'on retrouve d'une coupe à l'autre, avec quelques particularités dues à la topographie ou à la localisation. Ainsi, dans un premier temps, les dépôts plutôt fins et organiques qui se mettent en place à la base de KEa, KEb ou KEc témoignent de flux peu compétents, et de la présence d'humidité et de végétation. Il est probable que le chenal soit alors plutôt d'aspect rectiligne avec des vitesses d'écoulement assez faibles et régulières. Cela peut avoir permis l'évolution des dépôts et la formation de paléosols dans des conditions morphogénétiques en équilibre dynamique. Lors d'une deuxième phase, ce système semble connaître des perturbations, enregistrées sur les quatre coupes. L'aggradation se poursuit, mais des écoulements plus compétents charrient des particules plus grossières, qui alternent avec des dépôts fins. Des marques d'incision apparaissent, notamment à KEb, qui pourraient indiquer l'établissement de chenaux sur les cônes détritiques, liés au transport de matériel de gros calibre. Enfin, la troisième phase est caractérisée par une augmentation des processus érosifs, avec une origine surtout locale des particules, attestant la déstabilisation des versants et un raccourcissement des temps de transfert sédimentaire. Ces processus peuvent être liés à des phénomènes biophysiques (évolution vers des conditions plus sèches, renforcement de la saisonnalité des précipitations) ou à des actions anthropiques (déboisement, notamment). L'augmentation de la taille des sédiments et de l'irrégularité des écoulements pourrait avoir abouti à la formation de chenaux en tresses (Delcaillau, 2011).

La coupe de May Weini c vient compléter cette première esquisse de l'organisation des processus géomorphologiques à l'œuvre dans les têtes de bassin. Elle se situe en effet très à l'amont, mais dans une zone de léger replat (figure 4.1). Il s'y trouve beaucoup de dépôts fins. La présence de particules de plus gros calibre peut être mise en relation à la fois avec la localisation à l'amont de la vallée, dans une section du cours d'eau où les sédiments sont encore peu triés, mais aussi avec la situation du dépôt à proximité du versant. Les éléments grossiers sont organisés en passées de faible épaisseur observées le long de la coupe. Elles marquent la rareté des épisodes de grande compétence, ce qui semble attester le fait que dans un premier temps - la première phase décrite précédemment

- les flux de faible énergie prédominant. Ces passées grossières pourraient alors s'expliquer par des épisodes colluviaux, témoignant ici comme à KEa de l'importance des conditions locales dans l'explication des dépôts.

À Mengangebit, le pas de temps chronologique est assez restreint, mais les âges sont proches de ceux que l'on peut trouver à Ka Ebile. La position topographique est cependant différente : la coupe MGb se trouve à l'amont d'une vallée très courte, dans une zone de rupture de pente après un amont très abrupt. La seule coupe permet peu de replacer les événements géomorphologiques dans de grandes tendances régionales. Cependant les informations données par l'ensemble du dépôt visible en coupe sur le site (figures 4.6 à 4.9) apportent un complément intéressant. On retrouve à MGb les dépôts fins datés du début du III^e millénaire av. n. è. observés à KEa, KEb et KEc. En revanche, alors que la fin du III^e millénaire av. n. è. est marquée par un dépôt grossier à KEc, les accumulations de cette période à MGb sont limoneuses. L'étude des âges (tableau 4.2) et de la coupe (figure 4.11) a montré que les deux dates situées dans la partie supérieure du dépôt étaient issues de remaniement. Ces charbons sont, topographiquement, dans la continuité des dépôts grossiers correspondant à la formation d'un chenal dans le cône détritique mentionné dans la sous-section 4.1.2.4, page 156 *sq.* Ils pourraient avoir été déposés par le débordement de la nappe de charriage des dépôts grossiers, ce qui expliquerait l'inversion chronologique. On retrouve ainsi, comme à Ka Ebile, une phase de sédimentation fine antérieure au III^e millénaire av. n. è. ou contemporaine de son début, suivie par une alternance de passées fines et grossières et enfin une troisième phase très grossière, correspondant à la déstabilisation du fonctionnement précédent. À MGb, la proximité entre le versant et le dépôt (celui-ci étant plaqué sur le premier) permet une transmission sans retard du matériel érodé entre la source (le versant) et le lieu d'accumulation (le cône).

Damhalle enfin se situe dans une position similaire à celle de Mengangebit, dans une vallée très courte et non loin de l'amont. Ce dépôt englobe la quasi-totalité de la chronologie étudiée (figure 3.6, page 143) et peut à ce titre être considéré comme une synthèse des événements géomorphologiques enregistrés dans les têtes de bassins. On y observe aussi une phase de dépôt de matériel fin, marquée par la fossilisation de la paléotopographie du vallon - jadis beaucoup plus encaissé - par une fourniture massive de sédiments limoneux dépassant la capacité d'évacuation du système. Cette phase n'est pas datée précisément, mais a eu lieu entre la fin du VI^e et le début du III^e millénaires av. n. è. Ces sédiments proviennent de l'érosion des formations superficielles développées auparavant sur les versants qui sont aujourd'hui marqués par des affleurements rocheux sur des surfaces très étendues ; les placages de formations meubles, généralement minces, ne subsistent que dans les creux topographiques. La présence de dépôts gris bleuté suivant la pente du paléovallon atteste l'évolution des sédiments en milieu réducteur très peu de temps après leur dépôt. On peut donc penser que les premiers mètres de la séquence se sont accumulés dans un

milieu plus humide que ceux qui lui ont succédé. La séquence intermédiaire de Damahalle est intéressante car elle reprend des âges déjà rencontrés dans les autres dépôts : l'US08 a, à quelques années près, la même datation que la base de l'US03 de MGb et que l'US11 de KEc. Les deux premiers dépôts sont fins, le dernier est grossier (galets). De même, l'US06 (Da) a exactement le même âge que le charbon remobilisé de l'US03 de KEc. Enfin, l'US03 a un âge proche de celui de l'US18 de KEb et que la partie supérieure de l'US09 de KEd, entre la fin du VIII^e et les VI^e - VII^e millénaires av. n. è. On retrouve ainsi la phase intermédiaire déjà décrite à Ka Ebile, mêlant dépôts fins et passées grossières au tournant des III^e - II^e millénaires av. n. è. Enfin, la partie supérieure de la séquence, datée des XIV^e - XV^e siècles de n. è., livre la date la plus récente pour les enregistrements de tête de bassin - qui est d'ailleurs la seule à être de notre ère. Cette période est précédée par des phases de sédimentations grossières, mais qu'il n'est pas possible pour l'heure de corréliser avec d'autres événements d'époques semblables.

4.2.2 Chronologie des comblements de têtes de bassins

Ces premières analyses font apparaître des phases de dépôt et d'incision, qui ressortissent de processus divers, renvoyant à différents facteurs de contrôle du détritisme. Il est ainsi possible, à l'aide des datations, d'identifier un phasage chronologique, que l'on peut rapprocher des événements climatiques à l'échelle de l'Afrique de l'Est, mais aussi des phases d'occupation humaine de cette région.

Le schéma d'évolution que nous venons d'établir doit être discuté à la lumière des connaissances disponibles sur les évolutions paléoenvironnementales de la région. La séquence de May Weini, celle de Mengangebit, les quatre de Ka Ebile et la longue séquence de Damhalle indiquent que les colluvionnements limoneux ont été précoces. À Damhalle, la partie inférieure du remplissage, compte tenu des indices d'évolution en milieu réducteur qui suggèrent la présence d'une nappe permanente, s'est très vraisemblablement mise en place sous un climat humide. De même à MWc, les dépôts limoneux suggèrent des écoulements réguliers de faible compétence, qui indiquent un climat plus humide, et des précipitations assez régulières. Ces enregistrements de tête de vallée suggèrent que sur les versants, les sols et la végétation interceptent ces précipitations, limitent la concentration des flux et évitent la formation d'écoulements compétents. La datation disponible à Damhalle (5 295 – 5 045 av. n. è., 6 200 ± 40 BP) mais aussi à May Weini (de 6 375 - 6 100 av. n. è., 7 375 ± 35 BP) tendent à le confirmer : de nombreux auteurs indiquent en effet qu'à cette période, l'Afrique de l'Est connaît encore les conditions climatiques de l'optimum humide africain ou *African Humid Period* (Dramis *et al.*, 2003 ; Lézine et Bonnefille, 1982 ; Nyssen *et al.*, 2004 ; Shanahan *et al.*, 2015)¹. Il s'étend de 12 500 à 5 000 BP (Gillespie *et al.*, 1983) et est interrompu par des phases plus sèches (Dramis

1. Pour plus de détail, se reporter à sous-section 2.1.5.1, page 57.

et al., 2003), aux alentours de 11 000 – 10 000 BP, puis vers 8 500 – 6 500 BP et enfin vers 6 200 – 5 800 BP dans la vallée du Rift (Gillespie *et al.*, 1983). L'intervalle humide entre ces deux dernières phases correspond bien à la période de mise en place de la base de Damhalle tandis que la deuxième pulsation humide correspond à la base de MWc.

À Damhalle, la fossilisation de la première séquence colluviale sous une accumulation de limons bruns, dans lesquels les conditions réductrices et l'induration disparaissent, et où s'intercalent quelques passées caillouteuses, pourrait être imputable à une évolution qui tend vers une ambiance de plus en plus sèche à partir du tournant des III^e et II^e millénaires av. n. è. La même hypothèse peut être avancée à Mengangebit, où une perturbation semble apparaître postérieurement à 2 203 - 2 033 av. n. è., indiquée par le dépôt de matériel plus grossier et des inversions chronologiques. À KEa, on retrouve ce passage d'une ambiance humide avec écoulements peu compétents à une ambiance plus sèche provoquant des écoulements plus sporadiques, concentrés et plus fortement saisonniers, au tournant des III^e et II^e millénaires av. n. è. Les dépôts de KEb confirment un climat plus humide durant le III^e millénaire av. n. è. et avant, marqué par un probable développement de végétation dans les vallées. Les dépôts de la base de KEc vont dans le sens du développement de la végétation au début du III^e millénaire av. n. è., et l'inversion chronologique confirme une perturbation au tournant du II^e millénaire av. n. è.

Ceci concorde bien avec l'assèchement que Pietsch et Machado (2014) mettent en évidence dans une séquence alluviale à Yéha, dans le nord du Tigray. Les enregistrements (Da07ch, Da05ch et Da03ch ; MGb05ch, MGb04ch, MGb02ch et MGb01ch ; KEc04ch et KEc07ch ; KEd01ch et KEd03ch) donnent à penser que des pulsations plus humides sont intervenues au cours de la phase d'aridification qui suit l'AHP, autour de 3 700 BP et de 2 400 BP (Dramis *et al.*, 2003). Bien que l'on ne dispose, à Damhalle, d'aucune datation pour toute cette partie de la séquence, on peut noter que les deux jalons chronologiques qui marquent le passage entre des limons bruns et des limons beige clair (Da08ch et Da07ch), se situent après la fin de l'*African Humid Period*.

À Damhalle, les âges présents dans la partie supérieure de la séquence la placent dans l'Holocène Récent. Par rapport à la période qui précède, la fourniture détritique semble s'affaiblir puisque sur une période de trois millénaires et demi, seuls 2,5 m de sédiments s'accumulent. On ne peut pas écarter l'hypothèse que des conditions climatiques plus sèches aient contribué à limiter l'abondance sédimentaire, comme cela a été montré dans la vallée du Yamé pour la période comprise entre 2 350 et 1 700 BP (Garnier *et al.*, 2015). En l'absence de jalons chronologiques nombreux, il est impossible pour l'heure de proposer un phasage plus précis de cette séquence ni même d'y distinguer des hiatus de sédimentation. Par ailleurs, le signal climatique est inévitablement moins clair dans un contexte où l'anthropisation est désormais très affirmée. L'accumulation limoneuse autour de 768 – 431 av. n. è., qui correspond, selon Fattovich (2010), à la période pré-axoumite,

à laquelle succèdent des apports grossiers, pourrait en effet traduire les effets des défrichements agricoles et des prélèvements de bois (ouvertures de clairières pour l'agriculture, brûlis, construction, chauffage, combustible) entraînant l'ablation des sols sur les versants et leur stockage dans les vallons à partir du VIII^e siècle av. n. è. Il en est de même pour les coupes KEb et KEd, où les inversions chronologiques et les dépôts grossiers plus nombreux tendent à indiquer une plus grande ouverture de la végétation, probablement d'origine anthropique, et le déstockage des sédiments préalablement accumulés sur les versants. Une fois la fraction la plus fine emportée, les éléments plus grossiers ont pu être pris en charge à leur tour. Il ne faut toutefois pas exclure la causalité climatique, dans la mesure où cette phase correspond à une petite pulsation humide qui marque les plateaux éthiopiens entre la deuxième moitié du I^{er} millénaire avant n. è. et le V^e siècle de n. è. (Nyssen *et al.*, 2004). Des conditions humides entre 3 800 et 1 400 BP ont aussi été enregistrées dans le sud du pays grâce aux dépôts de lac (Bonnefille et Mohammed, 1994 ; Bonnefille *et al.*, 1986 ; Gasse et Street, 1978 ; Gillespie *et al.*, 1983).

Enfin, à Damhalle, la dernière phase d'apports détritiques est juste antérieure à 1 333 – 1 449 de n. è. Un phénomène de reprise de la fourniture sédimentaire a pu intervenir aux alentours des XIV^e – XV^e siècles, concomitamment avec une période plus humide, liée au Petit Âge Glaciaire (Nash *et al.*, 2016). Néanmoins, la proximité de cette dernière date avec la surface incite à la prudence : son âge peut être celui d'un charbon stocké sur le versant mais érodé plus tardivement, lors de la (re)mise en culture de la région ; il peut avoir été remanié par les labours, le fond de cette vallée étant actuellement cultivé.

CONCLUSION

Les analyses sédimentologiques et chronostratigraphiques des dépôts en tête de bassin permettent de mettre en avant trois phases principales enregistrées et datées dans le processus de colmatage des vallées.

Dans un premier temps, entre le VII^e et le III^e millénaires av. n. è., les processus sont assez lents, de faible compétence, et les dépôts sont majoritairement fins, limoneux. Ils semblent indiquer que le système se trouve dans un équilibre dynamique, qui pourrait avoir abouti à l'apparition de paléosols dans certains secteurs, en particulier à Ka Ebile (KEb) ou à Damhalle (Da). Les principaux indices tendent à montrer que les conditions sont humides - plus que les conditions actuelles - et propices au développement de végétation. Ces éléments peuvent être mis en relation avec les conditions de la période humide holocène (*African Humid Period* ou AHP), qui perdurent jusqu'à la fin du III^e millénaire av. n. è.

À la charnière entre les III^e et II^e millénaires av. n. è., des perturbations apparaissent : les dépôts plus grossiers alternent avec les fins, indiquant la succession de processus de faible et de grande énergie. Cette période peut être rapprochée de la fin de l'AHP, qui se

manifeste par la transition vers une ambiance climatique plus sèche et des précipitations plus irrégulières. Cette rupture dans les équilibres précédents pourrait aussi être due à l'influence humaine, attestant la mise en place du processus de néolithisation (agriculture, défrichement, outillage). Toutefois, dans l'état actuel des connaissances, aucun vestige archéologique de cette époque ne l'atteste.

Enfin, entre le I^{er} millénaire av. n. è. et les XIV^e - XV^e siècles de n. è., les analyses indiquent un accroissement de la déstabilisation des versants, l'augmentation du nombre de particules de gros calibre, d'origine locale, dans les accumulations sédimentaires, et donc des transferts sédimentaires effectués sans retard entre la source et la zone d'accumulation. Ces processus peuvent être liés à l'affirmation des changements environnementaux, notamment le tournant vers des conditions plus sèches et le renforcement de la saisonnalité des précipitations. Ils peuvent aussi être le résultat de l'anthropisation de la région, dont les premiers vestiges archéologiques coïncident avec les données chronostratigraphiques. Si rien ne semble indiquer la construction de terrasses à cette époque, il est vraisemblable que de premiers défrichements ont eu lieu, par places, pour permettre la culture, et qu'ils ont contribué à déstabiliser le système et provoquer l'ablation des stocks sédimentaires sur versants - et, de là, leur stockage dans les fonds de vallées.

Ces grandes étapes principales, applicables à l'ensemble de la région étudiée, ne doivent pas pour autant faire oublier l'importance des conditions locales - topographie, climat, orientation, couverture végétale, pente, géologie - dans les processus de colmatage des vallées. Les grandes tendances qui viennent d'être décrites sont en effet ponctuellement modifiées localement, comme on a pu le montrer à Ka Ebile, où KEa, dans un affluent du drain principal, a enregistré de légères différences par rapport aux coupes situées dans la vallée de Ka Ebile (KEb, KEc et KEd).

Si les dépôts conservés à l'amont des bassins sont très riches en informations sur les époques anciennes, ils donnent peu d'éléments sur les périodes plus récentes. Il faut alors chercher dans d'autres secteurs, dans les vallées d'abord et dans les parties distales ensuite. Le chapitre 5 permet de poursuivre ces investigations et de préciser à la fois les processus et leur chronologie, grâce à l'étude des données enregistrées dans les fonds de vallées.

Chapitre 5

Les enregistrements sédimentaires des moyennes vallées

*Oh! que le temps sait bien, dans sa marche féconde,
Sous mille aspects nouveaux reproduire le monde.
Qui l'eût cru qu'un amas de légers sédiments
Brilleraient en cristaux, luiraient en diamants ?*

Delille, 1808, V, 1-4

Sommaire

| | |
|---|------------|
| Introduction | 211 |
| 5.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique | 213 |
| 5.1.1 Le site de May Weini b | 213 |
| 5.1.2 Le site de May Ayni | 224 |
| 5.1.3 Le site de Gali Gade | 230 |
| 5.1.4 Le site de Welwalo | 248 |
| 5.2 Complements sédimentaires dans les moyennes vallées | 254 |
| 5.2.1 Processus sédimentaires dans les moyennes vallées | 255 |
| 5.2.2 Chronologie des complements sédimentaires dans les moyennes vallées | 257 |
| Conclusion | 260 |

INTRODUCTION

Ce chapitre traite des enregistrements sédimentaires en position intermédiaire, dans les vallées. Les âges des échantillons de ce « groupe 2 » couvrent une période très étendue, du VII^e millénaire av. n. è. au I^{er} millénaire de n. è. Ces enregistrements sédimentaires sont répartis sur l'ensemble de la zone étudiée. MWb est situé dans la vallée de May Weini, au sud de la zone d'étude, MAa dans la vallée de May Ayni, au centre de la zone, non loin du site de Wakarida. Les coupes GGa, GGb et GGc sont localisées à Gali Gade, au nord de la zone. Enfin, WWa se trouve dans la vallée de Welwalo, en dehors de la zone de

prospection (figure 5.1). Les analyses sédimentologiques et chronostratigraphiques sont présentées de l'amont à l'aval de l'hydrosystème local, c'est-à-dire du sud au nord. La vallée de Welwalo, qui est en dehors de ce système, est présentée en dernier.

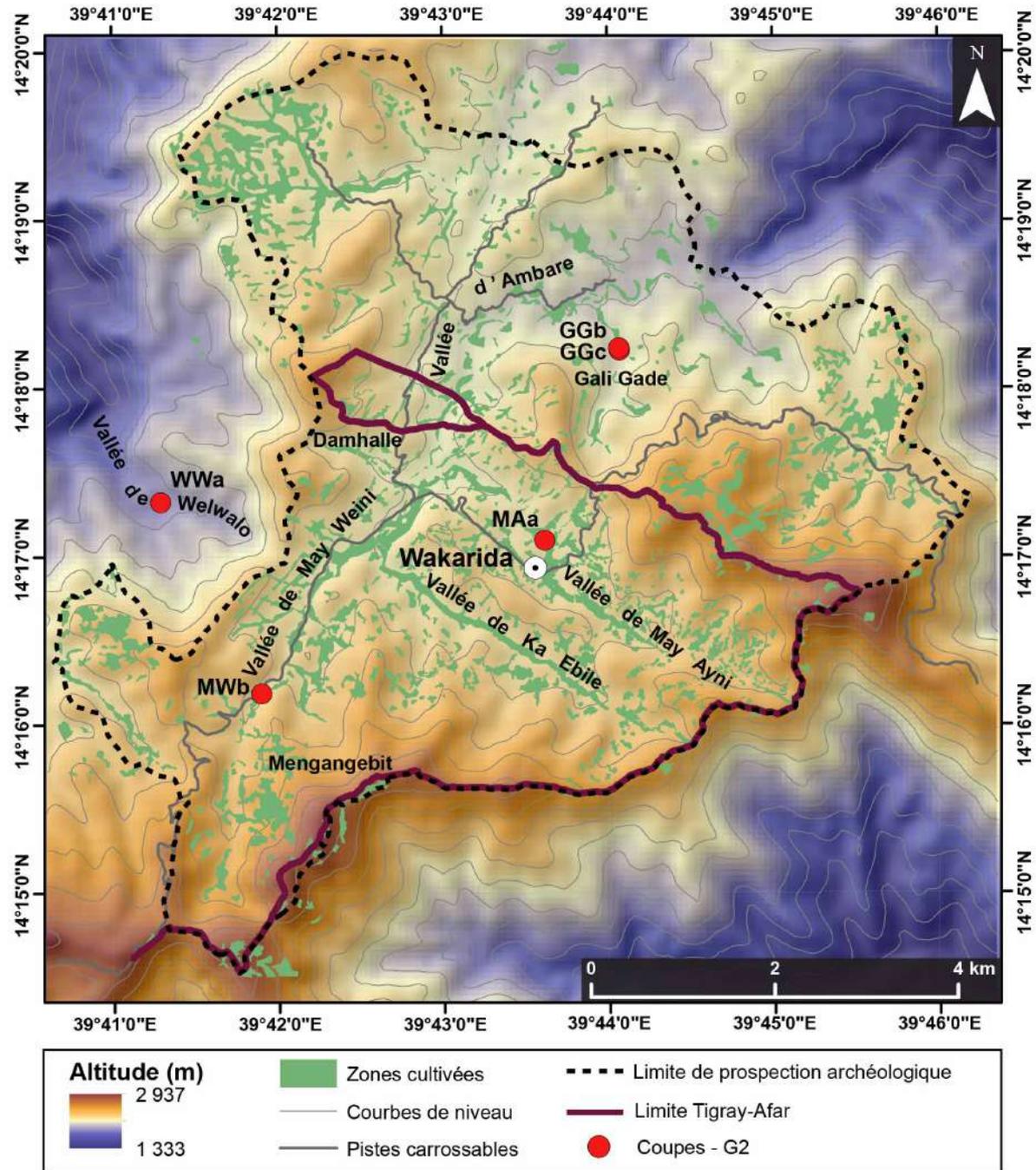


FIGURE 5.1 – Carte des coupes étudiées en position intermédiaire dans les vallées (« groupe 2 »). Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

5.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique

Dans cette section, comme dans la section 4.1, les résultats sédimentologiques et chronostratigraphiques sont présentés site par site et, s'il y a lieu, coupe par coupe. L'aspect général est décrit en premier, puis la texture (granulométrie par tamisage humide), la granulométrie laser (analyse des tailles et de différents indices), complétée, quand cela a été possible, par les taux de carbonates de calcium et de matière organique. Enfin, les datations de chaque coupe sont présentées. L'ensemble de ces informations est rassemblé dans une synthèse sédimentologique, suivie par une interprétation.

5.1.1 Le site de May Weini b

La coupe MWb (figure 5.2) est située dans une zone étroite de la vallée de May Weini, où la pente est faible, où les deux versants sont proches et où passe la route (figure 5.1). MWb se trouve à l'aval d'une confluence avec un petit vallon encaissé.



FIGURE 5.2 – Coupe MWb. *Cliché : N. Blond, 2017.*



À l'aval de la coupe, la vallée est enjambée par un pont sur lequel passe la piste et elle s'encaisse. Elle s'élargit ensuite vraiment au niveau du village de Sewne (figure 5.1). La texture et la granulométrie laser ont été analysées et les taux de matière organique et de carbonates de calcium ont été mesurés. Une analyse anthracologique de macrorestes a aussi été effectuée par Charlène Bouchaud (sous-section 3.2.3, page 101).

5.1.1.1 Aspect général et description de la coupe MWb

La coupe mesure 330 cm, mais le *bedrock* n'a pas été atteint. Elle est située en rive droite de la vallée. Elle entaille un dépôt colluvio-alluvial plaqué contre le versant. Le matériau est fin et sombre (figure 5.2). Ce dépôt se démarque par deux aspects principaux. En premier lieu, il s'agit d'une accumulation dans l'ensemble très limoneuse, où l'on trouve peu de matériel grossier, en dehors de quelques passées. D'autre part, on observe d'abord une alternance de couches brun foncé avec des couches brun clair (US01 à US10c), puis de couches brunes avec des couches grisâtres (US11 à US32) et enfin une couche (US33) gris foncé homogène (figure 5.3).

La délimitation des US a suivi ces changements de couleur, ce qui explique leur grand nombre (35). La texture, en revanche, varie peu, ce qui explique que les US ne soient pas décrites une par une. Il s'agit de limons. Seules les US05, US10b et US15 font apparaître des éléments plus grossiers. L'US05 est une passée contenant de grosses granules et des graviers dans une matrice limoneuse. Elle semble être en position ravinante par rapport à l'US06. Les US10b et US15 sont des lentilles de sables grossiers.

5.1.1.2 Texture

La texture par tamisage humide permet d'affiner cette description visuelle. Comme le montre le tableau 5.1, l'US de surface, labourée, amendée et probablement aussi épierrée pour la culture, ne comporte qu'une faible fraction grossière (gravier fin, 7,2 %).

FIGURE 5.3 – Coupe MWb. Cliché : N. Blond, 2015.

Il est possible de distinguer deux groupes dans les US inférieures. De l'US02 à l'US13, la fraction grossière (> 2 mm) est importante (de 12,8 à 73 %) et les taux de fines (< 63 μm) inférieurs à 50 %. En revanche, de l'US14 à l'US33, ces taux vont de 75,1 à 89,8 %. La fraction sableuse n'est dominante dans aucune des unités étudiées ici. Comme le montre le tableau 5.1, elle varie entre 9 et 38,5 %.

| Éch. | US | $\leq 63 \mu\text{m}$ (%) | $63 < t \leq 500 \mu\text{m}$ (%) | $500 \mu\text{m} < t \leq 2 \text{ mm}$ (%) | $2 < t \leq 10 \text{ mm}$ (%) | $t > 10 \text{ mm}$ (%) |
|--------|-------|------------------------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|----------------------------|
| MWb01 | US01 | 60,8 | 20,9 | 11,2 | 7,2 | 0,0 |
| MWb02 | US02 | 12,3 | 7,4 | 7,4 | 22,5 | 50,5 |
| MWb03 | US03 | 20,3 | 8,5 | 8,9 | 22,4 | 39,9 |
| MWb04 | US05 | 13,4 | 8,0 | 15,4 | 16,4 | 46,8 |
| MWb05 | US06 | 45,8 | 14,0 | 13,6 | 16,1 | 10,5 |
| MWb06 | US10b | 48,6 | 20,8 | 17,7 | 12,8 | 0,0 |
| MWb07 | US13 | 20,1 | 4,8 | 4,2 | 6,0 | 65,0 |
| MWb08 | US14 | 79,9 | 16,8 | 2,9 | 0,4 | 0,0 |
| MWb09 | US15 | 75,1 | 18,4 | 5,8 | 0,7 | 0,0 |
| MWb10a | US21 | 88,7 | 10,7 | 0,3 | 0,3 | 0,0 |
| MWb11 | US25 | 89,8 | 9,1 | 0,7 | 0,4 | 0,0 |
| MWb12 | US26 | 86,0 | 13,3 | 0,7 | 0,0 | 0,0 |
| MWb13 | US29 | 88,3 | 11,3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 |
| MWb14 | US30 | 85,6 | 13,7 | 0,4 | 0,4 | 0,0 |
| MWb15 | US33 | 86,3 | 11,0 | 2,3 | 0,4 | 0,0 |
| MWb16 | US33 | 84,2 | 13,9 | 1,5 | 0,4 | 0,0 |

TABLEAU 5.1 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe MWb (vallée de May Weini).

5.1.1.3 Granulométrie laser

Les analyses granulométriques de la coupe MWb montrent que tous les échantillons sont majoritairement limoneux (figure 5.4) : ils comptent entre 53,9 et 85,2 % de fines (argiles et limons). Aucun ne comporte de fraction grossière et la part de sables va de 14,9 à 46,1 % (tableau 5.2). Ils sont aussi majoritairement unimodaux (10 / 17), deux sont bimodaux et cinq sont trimodaux (tableau 5.2). Tous ont un mode limoneux autour de 10 μm (entre 9,355 et 16,26 μm). Tous les échantillons bi- ou trimodaux ont un mode secondaire dans les sables fins, sauf deux (mode secondaire dans les limons ou les sables grossiers). Pour les cinq échantillons ayant un troisième mode, celui-ci se situe à la limite entre les sables fins et les sables grossiers (500 μm).

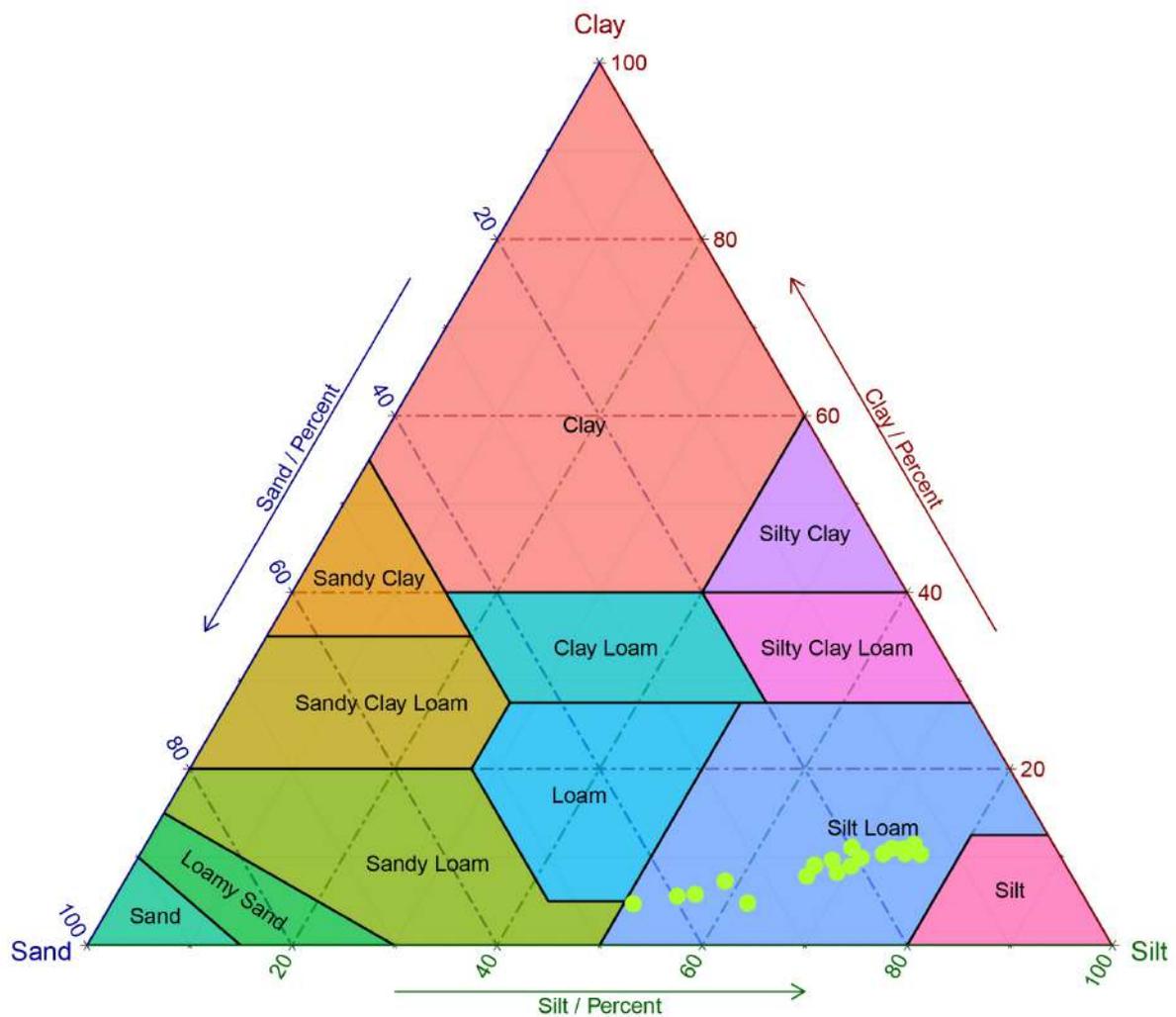


FIGURE 5.4 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe MWb, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquets ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

| Éch. | Modes (µm) | | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|--------|------------|--------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | Mode 3 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| MWb01 | 12,33 | 514,1 | | 249,9 | 0,0 % | 27,4 % | 72,6 % | 1,625 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb02 | 129,1 | 16,26 | 447,7 | 443,2 | 0,0 % | 46,1 % | 53,9 % | 4 | Limon grossier - sable fin |
| MWb03 | 16,26 | 97,96 | 514,1 | 270,5 | 0,0 % | 35,2 % | 64,8 % | 2,375 | Limon grossier - sable très fin |
| MWb04 | 12,33 | 129,1 | 514,1 | 447,5 | 0,0 % | 39,3 % | 60,7 % | 14 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb05 | 10,74 | 112,5 | | 160,4 | 0,0 % | 22,4 % | 77,6 % | 1,875 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb06 | 10,74 | 148,3 | 447,7 | 368,7 | 0,0 % | 35,3 % | 64,7 % | 8,375 | Limon moyen - sable fin |
| MWb07 | 9,355 | | | 152,3 | 0,0 % | 21,2 % | 78,8 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb08 | 10,74 | | | 176,0 | 0,0 % | 23,9 % | 76,1 % | 0,875 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb09 | 10,74 | 97,96 | 514,1 | 279,2 | 0,0 % | 25,7 % | 74,3 % | 0,625 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb10a | 10,74 | | | 130,0 | 0,0 % | 18,4 % | 81,6 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb10b | 12,33 | | | 176,6 | 0,0 % | 24,2 % | 75,8 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb11 | 10,74 | | | 95,33 | 0,0 % | 14,8 % | 85,2 % | 0,25 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb12 | 10,74 | | | 114,0 | 0,0 % | 17,3 % | 82,7 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb13 | 10,74 | | | 90,65 | 0,0 % | 14,9 % | 85,1 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb14 | 10,74 | | | 102,8 | 0,0 % | 16,3 % | 83,7 % | | Limon moyen - sable très fin |
| MWb15 | 10,74 | | | 105,3 | 0,0 % | 16,2 % | 83,8 % | 0,375 | Limon moyen - sable très fin |
| MWb16 | 10,74 | | | 152,0 | 0,0 % | 20,9 % | 79,1 % | | Limon moyen - sable très fin |

TABLEAU 5.2 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe MWb (vallée de May Weini). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

5.1.1.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques confirment la grande homogénéité des échantillons. Tous sont très mal classés (tableau 5.3). Néanmoins, la distribution de huit des échantillons est symétrique, tandis que pour les autres, l'asymétrie est négative. Enfin, la courbe est mésokurtique pour la quasi-totalité des échantillons sauf trois qui sont platykurtiques (tableau 5.3).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|--------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| MWb01 | 22,14 | 5,717 | 0,133 | 0,960 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb02 | 47,11 | 6,099 | -0,066 | 0,811 | LTG | TMC | Sym. | Platykurtique |
| MWb03 | 31,01 | 5,158 | 0,039 | 0,919 | LG | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb04 | 36,17 | 6,538 | 0,078 | 0,821 | LTG | TMC | Sym. | Platykurtique |
| MWb05 | 17,49 | 5,052 | 0,131 | 0,954 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb06 | 28,17 | 6,562 | 0,153 | 0,791 | LG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| MWb07 | 15,46 | 5,277 | 0,135 | 0,951 | LM | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb08 | 18,08 | 5,361 | 0,123 | 0,942 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb09 | 20,18 | 6,048 | 0,193 | 0,987 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb10a | 14,69 | 4,841 | 0,118 | 1,046 | LM | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb10b | 19,71 | 5,097 | 0,104 | 0,965 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| MWb11 | 12,67 | 4,456 | 0,069 | 1,080 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb12 | 13,85 | 4,706 | 0,099 | 1,047 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb13 | 13,35 | 4,251 | 0,052 | 1,046 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb14 | 13,90 | 4,449 | 0,072 | 1,052 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb15 | 13,61 | 4,586 | 0,077 | 1,085 | LM | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| MWb16 | 16,42 | 5,125 | 0,126 | 1,030 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |

TABLEAU 5.3 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe MWb (vallée de May Weini). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

5.1.1.5 Matière organique et carbonates de calcium

Les taux de matière organique des échantillons de MWb sont relativement proches les uns des autres. Ils sont compris entre 4,46 et 9,59 % (tableau 5.4). Leur répartition laisse apercevoir deux ruptures principales. De MWb01 à MWb06 compris, les taux sont inférieurs à 8 %, taux qui est dépassé dans le milieu de la coupe (MWb07 - MWb11). Les taux décroissent ensuite vers la base de la coupe, en dehors de l'échantillon MWb11, qui dépasse 8 % contrairement aux autres (tableau 5.4).

La répartition des carbonates de calcium est moins homogène (tableau 5.4). Les taux sont compris entre 2,23 et 12,82 %. Si on omet cette dernière valeur, largement au-delà

des autres de la coupe, les taux de carbonates de calcium sont grossièrement décroissants du sommet vers la base.

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|-------|--------|------------------|-------------------------------|
| MWb | US01 | MWb01 | 7,29 | 6,26 |
| | US02 | MWb02 | 6,15 | 3,49 |
| | US03 | MWb03 | 6,85 | 4,50 |
| | US05 | MWb04 | 4,46 | 4,77 |
| | US06 | MWb05 | 6,67 | 3,28 |
| | US10b | MWb06 | 6,45 | 3,48 |
| | US13 | MWb07 | 9,10 | 12,82 |
| | US14 | MWb08 | 8,37 | 3,16 |
| | US15 | MWb09 | 8,09 | 3,69 |
| | US21 | MWb10a | 9,59 | 2,76 |
| | US22 | MWb10b | 8,19 | 2,93 |
| | US25 | MWb11 | 9,33 | 2,84 |
| | US26 | MWb12 | 6,90 | 2,54 |
| | US29 | MWb13 | 8,51 | 2,23 |
| | US30 | MWb14 | 7,09 | 2,23 |
| | US33 | MWb15 | 7,72 | 2,34 |
| US33 | MWb16 | 7,40 | 2,74 | |

TABLEAU 5.4 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe de MWb.

5.1.1.6 Âges

À MWb, les âges s'étendent du VII^e au IV^e millénaires av. n. è. (tableau 5.5). Les dates sont réparties dans la coupe selon l'ordre chronologique, à l'exception d'une inversion entre les échantillons MWb10ch (205 cm sous la surface) et MWb22ch (200 cm).

Dans l'ensemble, les âges déterminés sur les charbons de la coupe MWb font apparaître une sédimentation non perturbée, du VII^e au IV^e millénaires av. n. è.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|--------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US03 | MWb03ch | 65/70 cm | Lyon-13958 | 5120 ± 30 BP | 3 981 - 3 802 av. J.-C. |
| US05 | MWb04ch | 75/83 cm | Lyon-15268 | 5310 ± 30 BP | 4 236 - 4 046 av. J.-C. |
| US10c | MWb18ch | 130 cm | Lyon-14628 | 5590 ± 30 BP | 4 486 - 4 354 av. J.-C. |
| US20 | MWb22ch | 200 cm | Lyon-15266 | 6140 ± 30 BP | 5 209 - 5 002 av. J.-C. |
| US21 | MWb10ch | 205 cm | Lyon-13959 | 5905 ± 30 BP | 4 841 - 4 714 av. J.-C. |
| US31 | MWb20ch | 280 cm | Lyon-14629 | 6485 ± 35 BP | 5 511 - 5 371 av. J.-C. |
| US33 | MWb21ch | 330 cm | Lyon-13960 | 7180 ± 30 BP | 6 154 - 5 987 av. J.-C. |

TABLEAU 5.5 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à MWb.

5.1.1.7 Analyses anthracologiques

Les analyses anthracologiques à MWb concernent un seul échantillon, MWb07, situé 145 cm sous la surface de la coupe. L'US dans laquelle il se trouvait n'a pas été datée directement, mais elle est encadrée par deux US datées : au-dessus, l'US10c (130 cm sous la surface), avec un âge de 4 486 - 4 354 av. n. è. (tableau 5.5) ; en-dessous, l'US21 (205 cm sous la surface), dont l'âge est de 4 841 - 4 714 av. n. è. On peut donc supposer que le charbon étudié provient du V^e millénaire av. n. è. Toutefois, il n'a pas été possible de l'identifier car trop dégradé. La présence de vaisseaux et de rayons a permis de le classer dans la division des angiospermes¹, sans pouvoir obtenir plus de détails (Bouchaud, 2019).

5.1.1.8 Synthèse sédimentologique

Un tableau récapitulatif des principaux éléments de granulométrie et de datations (tableau C.3) est disponible en Annexes, dans la sous-section C.2, page 549. Le grand nombre d'unités stratigraphiques ne permet pas une synthèse US par US. Celles-ci ont été rassemblées dans des groupes cohérents, fondés sur les âges radiocarbone et la couleur du sédiment (figure 5.5). On peut dès lors distinguer deux principaux groupes :

Premier groupe : il comprend les US33 à US11. Les âges de ces dépôts sont compris entre le début du VII^e millénaire et la fin du V^e millénaire av. n. è. (tableau 5.5). La couleur des couches de ce groupe va du gris bleuté au gris clair et au brun (figure 5.5 et tableau C.3). La texture est fine : les particules dont la taille est inférieure à 63 µm y sont majoritaires, dans une proportion supérieure aux trois quarts (tableau 5.1 et figure 5.5). La répartition est sensiblement la même dans la granulométrie laser (tableau 5.2). Tous les échantillons de ce groupe sont unimodaux sauf un qui est trimodal (tableau 5.2). La relative finesse des particules de ce premier groupe se retrouve dans les moyennes granulométriques : les dépôts sont constitués de limons moyens à grossiers (tableau 5.3). Là aussi, la moitié des échantillons (5/11) présente une distribution symétrique, l'autre moitié (6/11) une distribution asymétrique vers le grossier (tableau 5.3). Les taux de matière organique permettent d'établir deux sous-groupes : de l'US33 à l'US26, les taux croissent (exception faite de l'US29 dont les taux dépassent 8 %). De l'US25 à l'US13 ces taux sont tous supérieurs à 8 %. Les taux de carbonates de calcium ne permettent pas vraiment de discriminer les échantillons entre eux, mais on peut distinguer deux groupes : de l'US33 à l'US21, les taux sont inférieurs à 3 % (tableau 5.4). De l'US15 à l'US13, les taux sont supérieurs à 3 % (avec un pic à plus de 12 % de l'US13). L'US13 est par ailleurs intéressante : en plus de présenter un pic de carbonates de calcium, la texture recèle une très grande quantité d'éléments grossiers (tableau 5.1). Cela peut marquer une rupture importante dans

1. Plantes à graine enclose, la plupart du temps dans un fruit.

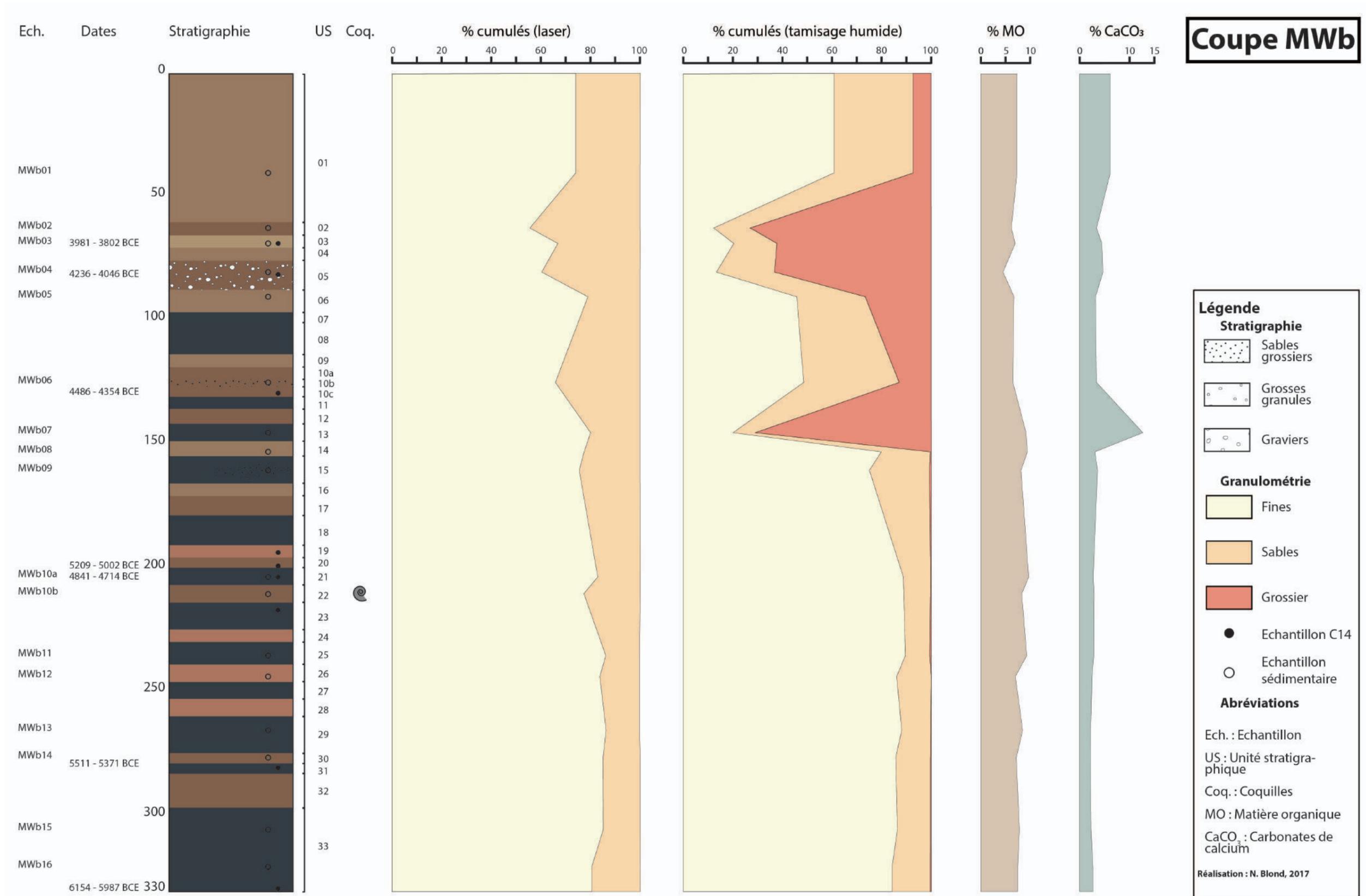


FIGURE 5.5 – Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe MWb, vallée de May Weini. Réalisation : N. Blond, 2017.

les modes de transports et les sources sédimentaires, avec le passage de processus d'alluvionnement (US33 à US14) à des processus de colluvionnement dominants (à partir de l'US13) ;

Second groupe : il s'étend de l'US10c à l'US01 comprises. Ces dépôts sont datés de la première moitié du V^e millénaire au début du IV^e millénaire av. n. è. (tableau 5.5). Ils sont caractérisés par l'alternance de couches brun foncé et brun clair (figure 5.5 et tableau C.3). C'est au sein de ce groupe que se trouvent les éléments dont la texture est la plus grossière (tableau 5.1 et figure 5.5). La granulométrie laser laisse aussi apparaître une fraction sableuse plus importante que dans le premier groupe et des échantillons comportant un plus grand nombre de modes : 4/6 sont trimodaux et 2/6 bimodaux (tableau 5.2). En moyenne, ces dépôts sont constitués de limons grossiers à très grossiers. Si la moitié des échantillons a une distribution symétrique, l'autre moitié (3/6) a une distribution asymétrique vers le grossier (tableau 5.3). C'est aussi au sein de ce second groupe que se trouvent les échantillons ayant les taux de matière organique les plus faibles et les taux de carbonates de calcium parmi les plus élevés (tableau 5.4).

5.1.1.9 Interprétations

Les deux coupes de la vallée de May Weini renseignent sur les processus les plus anciens dont nous ayons des traces au sein du système étudié. Les dépôts amont de MWc sont plus anciens que ceux de MWb, situés à l'aval, ce qui tend à indiquer des enregistrements asynchrones le long de la vallée. Les enregistrements les plus anciens se trouvent à l'amont, les plus récents à l'aval. À l'échelle du système, l'hypothèse est intéressante, la vallée de May Weini formant l'amont de l'hydrosystème étudié.

La configuration et la topographie expliquent sans doute l'absence de dépôts aussi grossiers à MWb qu'à MWc (figure 5.5 page 221) : les dépôts sont très limoneux, ce qui est cohérent avec la localisation dans une zone peu pentue, où les écoulements perdent de l'énergie, et avec la position vers l'aval de la vallée. Les unités de la base de la coupe sont en effet d'âge proche de celles de MWc (début VII^e - fin du VI^e millénaires av. n. è.), mais on remarque une importante continuité stratigraphique, au moins de l'US33 à l'US16.

Les US de la base de la coupe MWb, fines, litées et de couleur sombre, indiquent des phases d'amorce de pédogenèse, donc un équilibre relatif du système, tandis que la finesse du matériau plaide pour des écoulements peu compétents, assez réguliers pour n'avoir pas érodé de façon visible les dépôts antérieurs. La proximité du versant indique un remblaiement colluvial, bien que l'hypothèse d'une origine alluviale ne puisse pas être rejetée. Les taux de matière organique, plus élevés vers la base que le sommet, semblent aussi indiquer un processus de pédogenèse, qui court au moins du VII^e au V^e millénaires av. n. è.

À partir de la première moitié du V^e millénaire av. n. è. (US10c), les écoulements apparaissent comme plus compétents et la couleur du sédiment tend à s'éclaircir, indice d'une pédogenèse peut-être moins active ou d'une vitesse de sédimentation accrue. La présence de sable et de gravier indique des flux plus énergiques et des processus de colluvionnement plus présents. Ils peuvent ainsi être les indices d'une érosion sur les versants qui, ayant dilapidé - au moins partiellement - le stock sédimentaire fin, arrache des particules plus grossières ou les horizons inférieurs. Les versants ont probablement été mis à nu par endroits et la météorisation a pu alors éroder la roche en place.

Ces changements au sein de la coupe peuvent être mis en relation avec des évolutions climatiques : les accumulations situées à la base de la coupe sont contemporaines de l'optimum humide africain (ou *African Humid Period*, AHP). Les avis divergent, selon les auteurs, quant à la date de fin de cette période (voir sous-section 2.1.5.1, page 57 *sq.* et Blond *et al.*, 2018). À MWb, un changement important semble intervenir vers $5\,590 \pm 30$ BP, qui serait concordant avec le début de l'aridification telle qu'elle est décrite par Dramis *et al.* (2003). Ainsi, le passage à un climat plus sec aurait favorisé le colluvionnement et l'érosion de particules plus grossières dans le bassin versant de May Weini, en particulier leur ablation sur les versants.

5.1.2 Le site de May Ayni

À May Ayni, il s'agit non pas d'une coupe naturelle mais d'un puits récent, creusé dans le remblaiement de la vallée par les habitants actuels. Il permet d'observer la stratigraphie sur une profondeur de sept mètres. Cette coupe est située dans une zone de replat topographique dans le thalweg (figure 5.1), en contrebas du site archéologique de Wakarida, dans la zone où la vallée est déviée par l'éperon de Wakarida (sous-section 1.3.3, page 31 *sq.*). À cet endroit, la vallée s'élargit avant de rétrécir à nouveau, enserrée entre l'éperon en rive gauche et le versant en rive droite. Le puits est situé approximativement au centre de la vallée, légèrement décalé vers la rive droite (figure 5.6).

La configuration rectangulaire du puits permet d'observer l'organisation longitudinale et latérale des sédiments. On accède aux premiers mètres sous la surface grâce à un escalier taillé sur la face aval du puits, qui permet au propriétaire de se rapprocher de la surface de l'eau et de placer une motopompe (figure 5.7). Le puits était en eau au moment des prélèvements (novembre 2017), ne permettant pas d'observer le fond. La base, mesurée en 2018, se trouvait 8,4 m sous la surface. La profondeur d'eau peut alors être estimée à 1,4 m. Les trois premiers mètres au-dessus de la surface de l'eau sont constitués de gros blocs, tandis que les quatre mètres supérieurs alternent matériau fin et graviers. Des prélèvements sédimentaires ont été effectués, en particulier des blocs micromorphologiques, mais ils n'ont pas encore été analysés. En revanche, les échantillons de charbon ont été datés. La couleur des US a été déterminée à l'aide d'un code Munsell.



FIGURE 5.6 – Puits de MAa et cultures maraîchères, vus depuis la rive gauche. Le puits est délimité par un bourrelet en haut à droite de la photographie (pointillés). Des tuyaux de motopompe en sortent. *Cliché : N. Blond, 2017.*

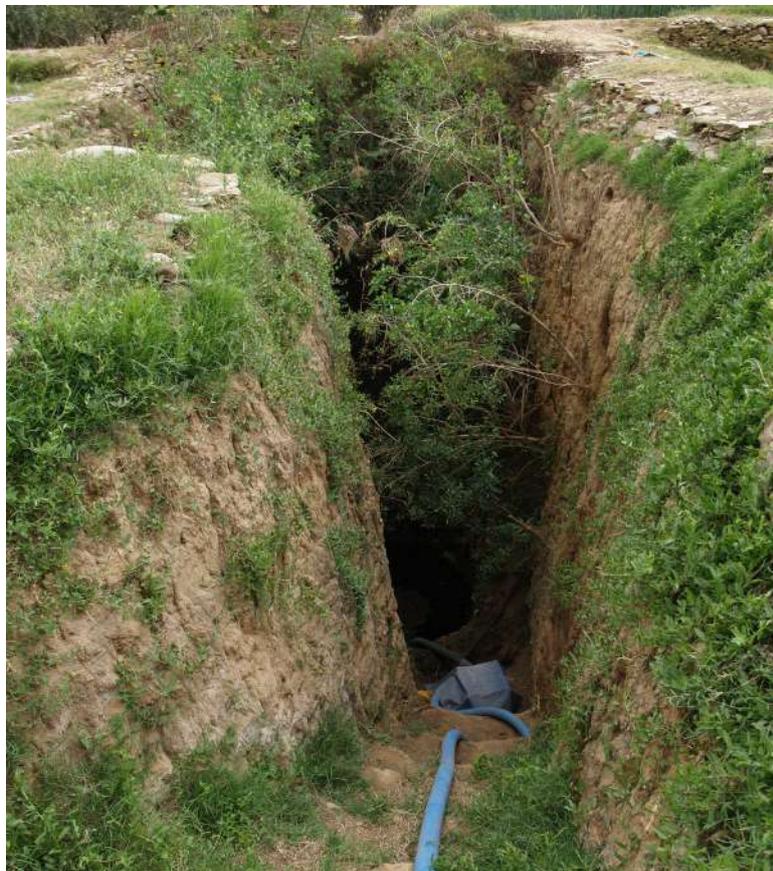


FIGURE 5.7 – Puits, escalier et coupe MAa. Le tuyau est celui de la motopompe. *Cliché : N. Blond, 2017.*

5.1.2.1 Aspect général et description de la coupe MAa

Il s'agit d'une accumulation de 7 m de haut. La couleur des US est dans l'ensemble assez sombre : elle va du beige au brun, au brun jaunâtre, vers le brun sombre, le brun rougeâtre sombre, le gris et le noir. Un des aspects particulièrement remarquables de ce dépôt réside dans le contraste entre une base de 250 cm (US12) très grossière, comportant essentiellement de gros blocs d'échelle centi- à décimétrique dans une matrice limoneuse grise, et l'accumulation supérieure (450 cm), où apparaissent essentiellement des limons, interrompus par quelques passées de graviers et petits galets :

L'US01 est limoneuse, de couleur brun foncé. D'aspect mélangé, brassé, cette unité a vraisemblablement été affectée par les labours et la culture. Actuellement, les alentours du puits sont cultivés en maraîchage grâce à l'irrigation que celui-ci permet ;

L'US02 ne montre aucune trace de litage. Elle est composée de limon brun jaunâtre assez homogène ;

L'US03 est une fine passée (10 cm) de graviers et petits galets de couleur beige ;

L'US04 est composée de limon brun sombre d'aspect plus meuble que l'US02, peut-être sablonneux ;

L'US05 est une fine passée de sable brun ;

L'US06 est une passée de limon brun ;

L'US07 alterne limon et sable ou petits gravillons. Le sommet est assez sableux.

L'aspect général est très lité et présente quelques lentilles. Elle est brun sombre ;

L'US08 est une unité peu litée de limon brun sombre ;

L'US09 est une unité de limon plutôt compact, très sombre, noir ;

L'US10 est composée de sable grossier d'un brun rougeâtre sombre ;

L'US11 est une unité de limon sablonneux brun sombre qui coiffe le remblaiement de l'US12 et constitue la matrice du sommet de celui-ci ;

L'US12 est composée de gros blocs et matériel de plus petit calibre dans une matrice limoneuse gris foncé.

5.1.2.2 Âges

Trois charbons ont été datés le long de la coupe MAa (tableau 5.6). Le plus ancien est situé juste au-dessus de l'US11, très grossière et composée de blocs. Le deuxième et le troisième se trouvent vers le centre de l'accumulation (US06 et US04). Les âges sont assez étendus et couvrent une période allant du IV^e millénaire av. n. è. au IV^e siècle de n. è. La chronologie n'est pas perturbée. On remarque cependant qu'une période très longue - environ quatre millénaires - s'écoule entre les US11 et US06, alors que les charbons sont séparés seulement par 145 cm. D'un autre côté, moins d'un siècle sépare les deux échantillons MAa03ch et MAa02ch, pourtant distants de 70 cm.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|------|-----------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US04 | MAa02ch | 225/230 cm | Lyon-15283 | 1805 ± 30 BP | 129 - 325 ap. J.-C. |
| US06 | MAa03ch | 295/300 cm | Lyon-15284 | 1860 ± 30 BP | 80 - 231 ap. J.-C. |
| US11 | MAa06ch | 440 cm | Lyon-15285 | 5100 ± 30 BP | 3 968 - 3 800 av. J.-C. |

TABLEAU 5.6 – Tableau récapitulatif des échantillons datés à May Ayni.

5.1.2.3 Synthèse sédimentologique

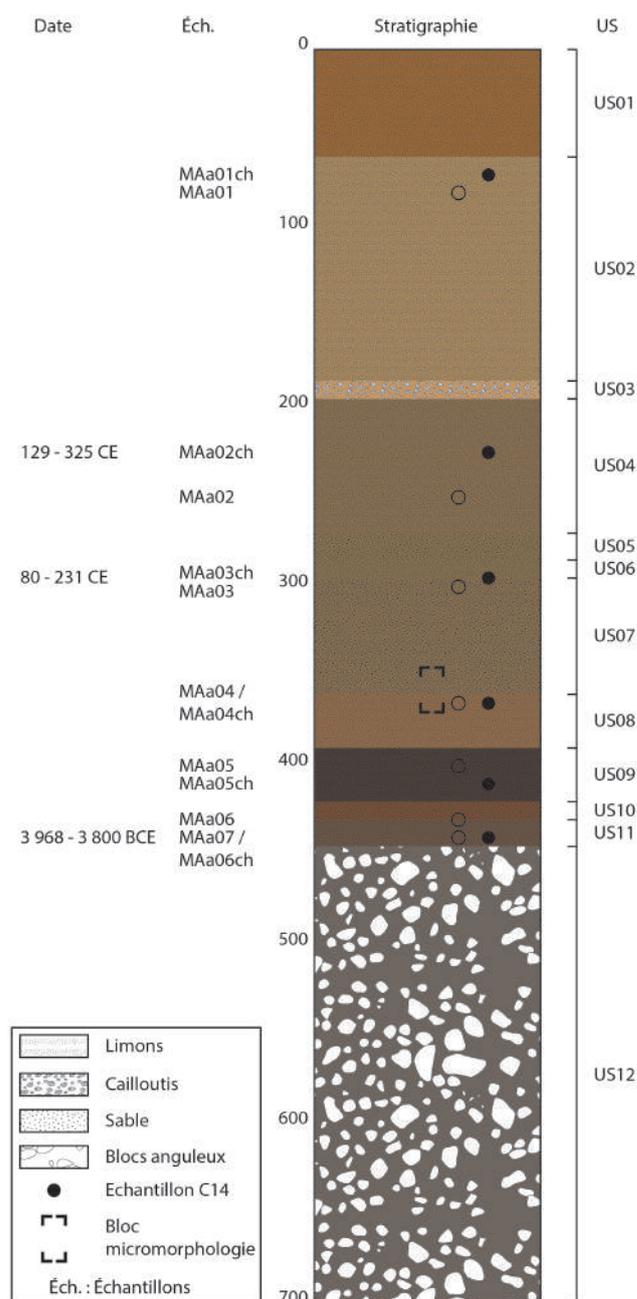


FIGURE 5.8 – Log stratigraphique de la coupe MAa, vallée de May Ayni. Réalisation : N. Blond, 2018.

La synthèse sédimentologique est effectuée à partir des observations de terrain (figure 5.8). Les principaux éléments d'analyse sont rassemblés dans le tableau C.9, en Annexes, sous-section C.2, page 553. Il est possible d'identifier quatre ensembles principaux, grâce à la couleur et aux datations :

L'US12 est formée par un remplissage très grossier, antérieur au début du IV^e millénaire av. n. è. Cette unité de 250 cm d'épaisseur, constituée de blocs et galets, est unique dans le corpus de coupes étudiées ;

De l'US11 à l'US09 la rupture avec l'unité précédente est nette. Cet ensemble de limons et de sables se met en place à partir du IV^e millénaire av. n. è. Il témoigne d'une rupture dans les processus, qui passent d'une très forte compétence à des flux beaucoup plus faibles, aux alentours du IV^e millénaire av. n. è. ;

De l'US08 à l'US04 la couleur des dépôts est plus claire, homogène, et le sédiment assez semblable d'une unité à l'autre (sables et limons). Quelques traces de litages ou de lentilles laissent entrevoir des processus de transport de faible énergie, du type tressage, particulièrement dans l'US07 (figure 5.8). La seconde moitié de cet ensemble comporte deux âges du début du I^{er} millénaire de n. è., répartis selon l'ordre chronologique ;

De l'US03 à l'US01 la transition vers les unités sommitales est marquée par une passée de graviers (US03), avant une nouvelle unité limoneuse (US02) qui précède l'US supérieure, dont la stratigraphie a été perturbée par les labours.

5.1.2.4 Interprétations

Jusqu'à la fin du IV^e millénaire av. n. è., dans la vallée de May Ayni, les dépôts sont très grossiers et attestent des écoulements de forte compétence, de type torrentiel. Cette accumulation de gros calibre est visible sur 250 cm et est sans doute plus épaisse, ce qui tendrait à montrer qu'il s'agit de processus de longue durée. Ils sont probablement à relier à des conditions climatiques, notamment de précipitations, différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui : ces dépôts témoignent de transports fluviaux sur des distances relativement longues, les galets étant roulés (figure 5.9).

Toutefois, en l'absence de datation absolue, il est impossible de déterminer précisément quand ces dépôts se sont mis en place. Ils peuvent être très antérieurs au colmatage de l'US11, premier dépôt daté de cette coupe (figure 5.8). Le calibre des particules évoque des phases grossières comme on peut en trouver à Welwalo (voir plus loin, sous-section 5.1.4, page 248). L'US12 pourrait ainsi témoigner d'un (ou plusieurs) épisode(s) très compétent(s), s'intercalant dans des dépôts fins mis en place en-dessous et au-dessus de cette US. Cet épisode pourrait alors être peu antérieur à l'US11.

On observe toutefois une rupture assez nette entre l'US12 et l'US11 et le passage à une sédimentation beaucoup plus fine, limoneuse, vers 3 968 - 3 800 av. n. è., liée à des changements de conditions d'écoulement et/ou de conditions climatiques. Les accumulations grossières sous-jacentes ont pu former un replat topographique, diminuant dès lors les vitesses d'écoulement et contribuant au dépôt de limons. Ceux-ci peuvent aussi indiquer le passage à des conditions climatiques différentes : des précipitations plus faibles et irrégulières, sur le modèle de ce qu'on observe aujourd'hui, ont pu mettre fin aux écoulements fluviaux pérennes à l'origine des blocs et galets, et amener à l'écoulement intermittent d'une faible lame d'eau dont la compétence réduite s'est traduite par le dépôt de lamines limoneuses. La longue période qui sépare l'US11 de l'US06 (80 - 231 av. n. è.) voit en effet le dépôt de seulement 150 cm de sédiment limoneux (figure 5.8). Pour autant, on ne peut pas exclure des lacunes de sédimentation - le profil en travers du fond de la vallée n'est pas connu - ni une ablation de dépôts anciens suivie d'une ré-accumulation.



FIGURE 5.9 – Base de la coupe MAa (US12), vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Une autre piste d'interprétation de ce dépôt très grossier à MAa pourrait reposer sur le questionnement de la datation du charbon le plus ancien, dans l'US11. On remarque en effet qu'il est beaucoup plus vieux que les deux suivants, et qu'il coiffe des accumulations de gros calibre. Il pourrait être le résultat d'un remaniement de sols anciens à la suite du dépôt de l'US12. Ce charbon serait alors venu vieillir une unité dont l'âge serait, finalement, plus récent. Cette hypothèse nous prive d'une datation précise de l'US11, mais elle permet de rattacher les blocs et galets de l'US12 aux processus très compétents dont on trouve des traces par ailleurs à des périodes plus récentes - mais antérieures au I^{er} siècle de n. è.

Il faut par ailleurs noter que l'âge de la base du remplissage fin de MAa (3 968 - 3 800 av. n. è.) est contemporain du sommet de celui de MWb (3 981 - 3 802 av. n. è., sous-section 5.1.1, page 213). Cependant, les accumulations sous-jacentes et plus anciennes à MWb ont pu être étudiées dans le détail, et montrent au contraire des accumulations très fines, plus fines même que les plus récentes (figure 5.5, page 221). Les dépôts grossiers de MAa pourraient être antérieurs aux dépôts fins qu'on a pu trouver dans les autres sites et correspondant à la période VII^e - IV^e millénaire av. n. è., mais on explique mal ce qui aurait causé la disparition, à MAa, des unités de cette même période. Il s'agit plus

vraisemblablement de variations liées à des conditions très locales, à l'échelle du bassin versant, de la vallée, voire du site d'étude. D'autres possibilités peuvent être évoquées :

- une lacune de sédimentation entre un dépôt caillouteux très ancien et le début du IV^e millénaire av. n. è., par exemple si le chenal d'écoulement principal passait plus loin dans le fond de la vallée ;
- la disparition des dépôts, suivie d'une ré-accumulation, déjà évoquée plus haut ;
- la mise en place de nappes grossières antérieurement au début du IV^e millénaire av. n. è. À May Ayni, la largeur de la vallée et l'importance du bassin versant pourraient expliquer des débits puissants. D'autre part, la position du site de MAa à l'aval de deux affluents de rive droite drainant un bassin versant très court peut avoir favorisé des apports de cônes détritiques.

En l'état actuel des connaissances, on ne dispose d'aucune information chronologique et chronostratigraphique entre le IV^e millénaire av. n. è. et les I^{er} - III^e siècles de n. è. à MAa (figure 5.8). Le début de l'époque axoumite est marqué par des dépôts limoneux, qui alternent avec des dépôts légèrement plus grossiers, sableux (figure 5.8). Dans l'ensemble, cette période est caractérisée par des écoulements peu compétents, probablement de type alluvial, qui se poursuivent sur environ 300 cm et sont interrompus seulement par une passée peu épaisse de cailloutis (US03, figure 5.8). Aucun indice de la présence humaine n'apparaît dans les comblements sédimentaires : l'empreinte anthropique, si elle existe, est suffisamment légère pour ne pas pouvoir être clairement identifiée.

La sédimentation se poursuit vraisemblablement après les II^e - IV^e siècles de n. è. (MAa02ch, voir figure 5.8), mais l'absence de datation dans le sommet de la coupe ne permet pas d'avoir d'approche précise des rythmes du dépôt, d'éventuelles phases plus ou moins rapides, etc. De même, on ignore à quelle période les sédiments cessent d'être enregistrés, soit qu'il n'y ait plus de dépôt, soit que celui-ci ait été érodé postérieurement.

5.1.3 Le site de Gali Gade

Le site de Gali Gade comprend trois coupes, GGa, GGb et GGc, qui représentent trois sections d'un même ensemble stratigraphique, découpé pour la levée et les prélèvements, pour des raisons pratiques (figure 5.10).

Les noms ont été donnés de l'aval vers l'amont et de la base de la coupe vers le sommet. Ainsi, GGa forme la partie inférieure du dépôt étudié et se situe le plus à l'aval ; GGb est la partie centrale, en position intermédiaire, et GGc représente le sommet de la stratigraphie, et est situé le plus à l'amont (figure 5.10). La continuité stratigraphique a pu être établie en suivant des dépôts plus grossiers (cailloutis, galets).

Ces coupes se situent dans un affluent de rive droite court et étroit de la vallée d'Ambare. Il draine un petit bassin versant d'environ 80 ha. Les deux vallées confluent moins

de 300 m à l'amont de la coupe AMb. La confluence est marquée par une importante accumulation de tuf. La stratigraphie étudiée se situe en rive gauche. Les comblements sont très proches du versant, qui forme à cet endroit une paroi très abrupte et verticale : à peine 30 m la séparent de l'incision (figure 5.11).

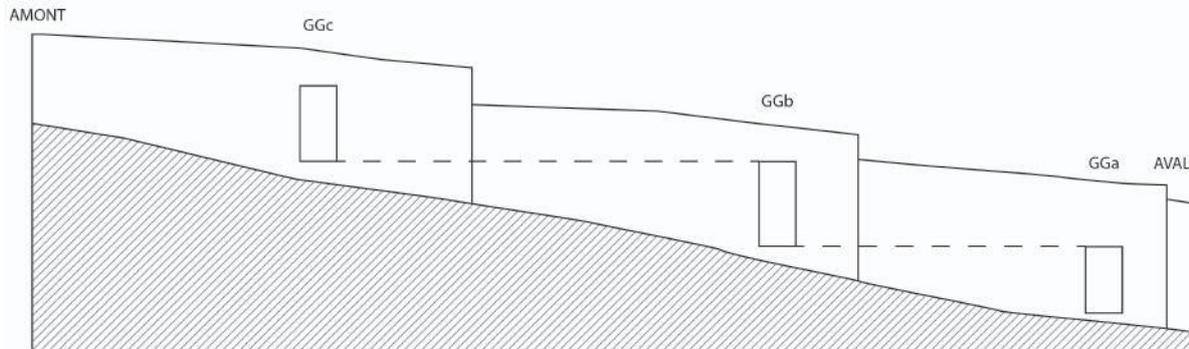


FIGURE 5.10 – Positions relatives des coupes GGa, GGb et GGc dans le vallon de Gali Gade. *Réalisation : N. Blond, 2019.*



FIGURE 5.11 – Comblements sédimentaires incisés non loin de la paroi rocheuse de rive gauche, Gali Gade. *Cliché : N. Blond, 2015.*

L'ensemble mesure 510 cm de hauteur. Le fond de la vallée laisse apparaître un lit rocheux avec de gros blocs, du matériel roulé et non roulé. Le *bedrock* apparaît par endroits, composé de schistes jaunes et gris.

5.1.3.1 La coupe GGa

5.1.3.1.1 Aspect général et description de la coupe GGa

La coupe GGa est un dépôt au contact du *bedrock*. Elle mesure 145 cm. La coupe alterne des limons très cohésifs, des limons sableux et de fines passées de cailloutis. Les unités stratigraphiques font apparaître un litage horizontal. Dans l'ensemble, la coupe est

de couleur sombre, la base étant d'un brun foncé qui évolue vers le brun gris puis le brun au sommet. Cette coupe n'a pas été datée faute de matériel disponible.

L'US01 est composée de limon très grossier ;

L'US02 correspond à une fine passée caillouteuse horizontale ;

L'US03 est très semblable à l'US01 et semble être son prolongement, interrompu seulement par la passée caillouteuse de l'US02. Elle est composée de limon grossier ;

L'US04 est composée de limon grossier. On y aperçoit quelques traînées blanchâtres ;

L'US05 est constituée de limon très grossier ;

L'US06 est composée de limon grossier ;

L'US07 est composée de limon très grossier avec du cailloutis en passées ;

L'US08 est légèrement plus fine que la précédente, et composée de limon grossier.

5.1.3.1.2 Texture

La coupe de GGa présente une texture plutôt sableuse, et non limoneuse. Les fines ne comptent qu'entre 17,7 et 43,8 % des échantillons (tableau 5.7). La fraction sableuse (63 µm - 2 mm) représente entre 40 et 62,1 %. Enfin, la fraction grossière (> 2 mm) compte entre 7,3 et 34,2 %. Cette texture sablo-limoneuse est homogène sur l'ensemble de la section étudiée, et il n'est pas possible d'identifier des grands groupes. Ceux-ci apparaissent plutôt avec la couleur : brun de l'US01 à l'US03 ; brun gris de l'US04 à l'US06 ; brun foncé, enfin, pour les US07 et US08.

| Éch. | US | \leq 63 µm (%) | 63 < t ≤ 500 µm (%) | 500 µm < t ≤ 2 mm (%) | 2 < t ≤ 10 mm (%) | t > 10 mm (%) |
|-------|------|------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|
| GGa01 | US01 | 23,6 | 27,1 | 18,5 | 30,8 | 0,0 |
| GGa02 | US03 | 25,9 | 11,9 | 28,1 | 22,3 | 11,9 |
| GGa03 | US04 | 26,0 | 16,2 | 33,1 | 12,5 | 12,2 |
| GGa04 | US05 | 17,7 | 17,0 | 45,1 | 20,1 | 0,0 |
| GGa05 | US06 | 43,8 | 21,2 | 27,8 | 7,3 | 0,0 |
| GGa06 | US07 | 21,0 | 15,5 | 31,4 | 32,1 | 0,0 |
| GGa07 | US08 | 24,4 | 10,7 | 31,1 | 33,7 | 0,0 |

TABLEAU 5.7 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe GGa (site de Gali Gade). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

5.1.3.1.3 Granulométrie laser

La granulométrie laser fait ressortir cette grande homogénéité. Les trois sections de la coupe de Gali Gade ont été représentées sur le même diagramme, pour plus de simplicité (figure 5.12).

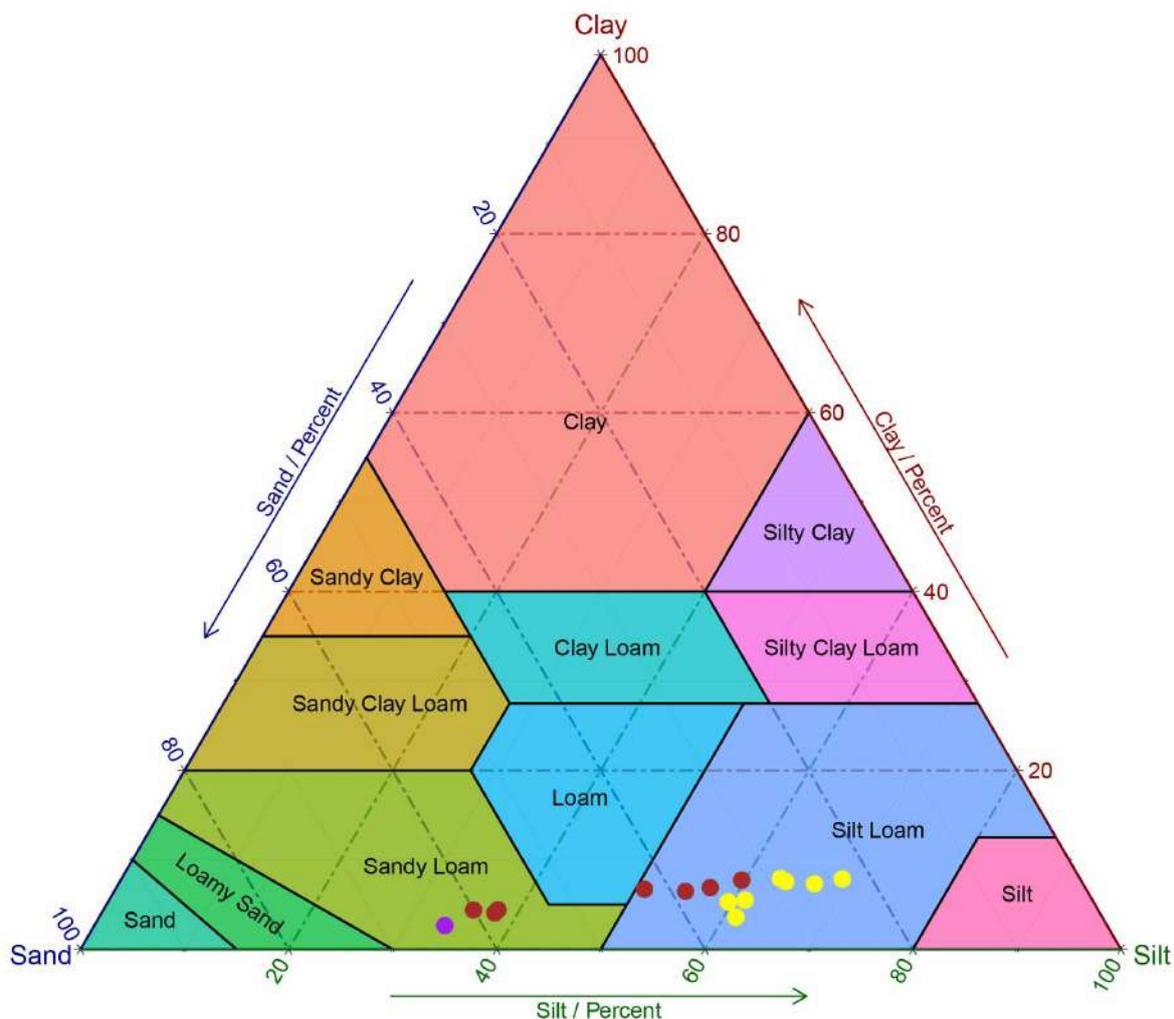


FIGURE 5.12 – Diagramme triangulaire de la granulométrie des coupes GGa, GGb et GGc, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Jaune : GGa ; Bordeaux : GGb ; Violet : GGc. Réalisation : N. Blond, 2019.

Comme le montre le diagramme triangulaire (figure 5.12), les échantillons appartiennent à la classe des limons. Tous ces échantillons sont bimodaux (tableau 5.8). Le mode principal se situe entre 10,74 et 16,26 μm , dans les limons, tandis que le mode secondaire, moins homogène d'une US à l'autre, va de 447,7 à 677,7 μm : tous appartiennent à la catégorie des sables grossiers, sauf GGa01, qui fait partie des sables fins.

Le tableau 5.8 montre une granulométrie de la fraction inférieure à 1,6 mm assez différente de ce que montre la texture (tableau 5.7). La fraction grossière est nulle ou presque pour tous les échantillons et la fraction sableuse est comprise entre 23,8 et 36,4 %. La fraction fine est largement dominante, avec des taux compris entre 63,6 et 76,2 %.

La granulométrie laser, pas plus que la texture, ne permet de faire ressortir des ensembles stratigraphiques, mais on remarque que l'échantillon GGa04 se démarque, comme c'était le cas pour la texture (tableau 5.7).

| Éch. | Modes (μm) | | (D90 - D10) (μm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|-------------------------|--------|----------------------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| GGa01 | 12,33 | 447,7 | 451,5 | 0,0 % | 36,4 % | 63,6 % | 3,75 | Limon moyen - sable moyen |
| GGa02 | 10,74 | 590,2 | 529,8 | 0,0 % | 29,6 % | 70,4 % | 2,5 | Limon moyen - sable grossier |
| GGa03 | 12,33 | 514,1 | 436,3 | 0,0 % | 26,8 % | 73,2 % | 3,75 | Limon moyen - sable moyen |
| GGa04 | 16,26 | 677,7 | 801,7 | 0,1 % | 36,2 % | 63,7 % | 21,25 | Limon sableux grossier - gravier très fin |
| GGa05 | 12,33 | 514,1 | 320,8 | 0,0 % | 23,8 % | 76,2 % | 3,75 | Limon moyen - sable moyen |
| GGa06 | 14,16 | 590,2 | 602,3 | 0,0 % | 34,4 % | 65,6 % | 16,25 | Limon moyen - sable grossier |
| GGa07 | 12,33 | 590,2 | 515,8 | 0,0 % | 29,3 % | 70,7 % | 8,75 | Limon moyen - sable grossier |

TABLEAU 5.8 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe GGa (site de Gali Gade).

5.1.3.1.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques font ressortir le caractère assez grossier des échantillons, relativement aux autres coupes : les moyennes granulométriques sont comprises entre 21,37 et 50,34 μm (tableau 5.9).

Il s'agit d'échantillons uniformément très mal classés (tableau 5.9). La dissymétrie marque encore la prépondérance des particules grossières (tableau 5.9) : tous les échantillons montrent une asymétrie négative voire une forte asymétrie négative. Enfin, hormis deux courbes mésokurtiques, toutes les autres sont platykurtiques, c'est-à-dire dominées par les valeurs extrêmes (tableau 5.9). Associée aux indications de dissymétrie, cette information permet d'identifier le poids important, dans ces échantillons, des particules grossières (limons grossiers, sables).

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| GGa01 | 35,83 | 6,557 | 0,161 | 0,790 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| GGa02 | 28,22 | 7,793 | 0,304 | 0,845 | LG | TMC | F. asym. nég. | Platykurtique |
| GGa03 | 27,38 | 6,919 | 0,272 | 0,992 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| GGa04 | 50,34 | 7,345 | 0,307 | 0,724 | LTG | TMC | F. asym. nég. | Platykurtique |
| GGa05 | 21,37 | 6,031 | 0,242 | 1,070 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| GGa06 | 39,06 | 7,342 | 0,253 | 0,786 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| GGa07 | 29,16 | 7,610 | 0,294 | 0,869 | LG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |

TABLEAU 5.9 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGa (site de Gali Gade). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

5.1.3.1.5 Matière organique et carbonates de calcium

Les taux de matière organique à GGa sont relativement faibles : ils sont compris entre 1,31 et 6,87 % (tableau 5.10). On aperçoit une première phase (US01 - US05), marquée par la forte décroissance des taux de matière organique, passant du maximum (6,87 %) au minimum (1,31 %). Elle est suivie d'une deuxième phase, moins claire, qui voit la remontée des taux au-dessus de 3 %, mais en dents de scie, jusqu'à la base de la section (tableau 5.10).

Les taux de carbonates de calcium sont très homogènes au sein de la coupe, compris entre 1,62 et 3,30 %. On note une tendance sur l'ensemble de la coupe à l'accroissement du taux, du sommet à la base (tableau 5.10).

Il est intéressant de noter que c'est GGa04 qui marque à la fois le minimum de matière organique et le léger pic de carbonates de calcium (tableau 5.10).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|-------|------------------|-------------------------------|
| GGa | US01 | GGa01 | 6,87 | 1,92 |
| | US03 | GGa02 | 6,33 | 1,63 |
| | US04 | GGa03 | 4,66 | 1,62 |
| | US05 | GGa04 | 1,31 | 2,32 |
| | US06 | GGa05 | 5,15 | 2,07 |
| | US07 | GGa06 | 3,24 | 2,53 |
| | US08 | GGa07 | 4,95 | 3,30 |

TABLEAU 5.10 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe GGa (Gali Gade).

5.1.3.1.6 Synthèse sédimentologique

Les principaux éléments de granulométrie et chronostratigraphie sont détaillés en Annexes, dans le tableau C.6, sous-section C.2, page 551. La synthèse proposée ici reprend les unités stratigraphiques décrites dans les paragraphes précédents et dont les éléments principaux sont reportés sur le log (figure 5.13).

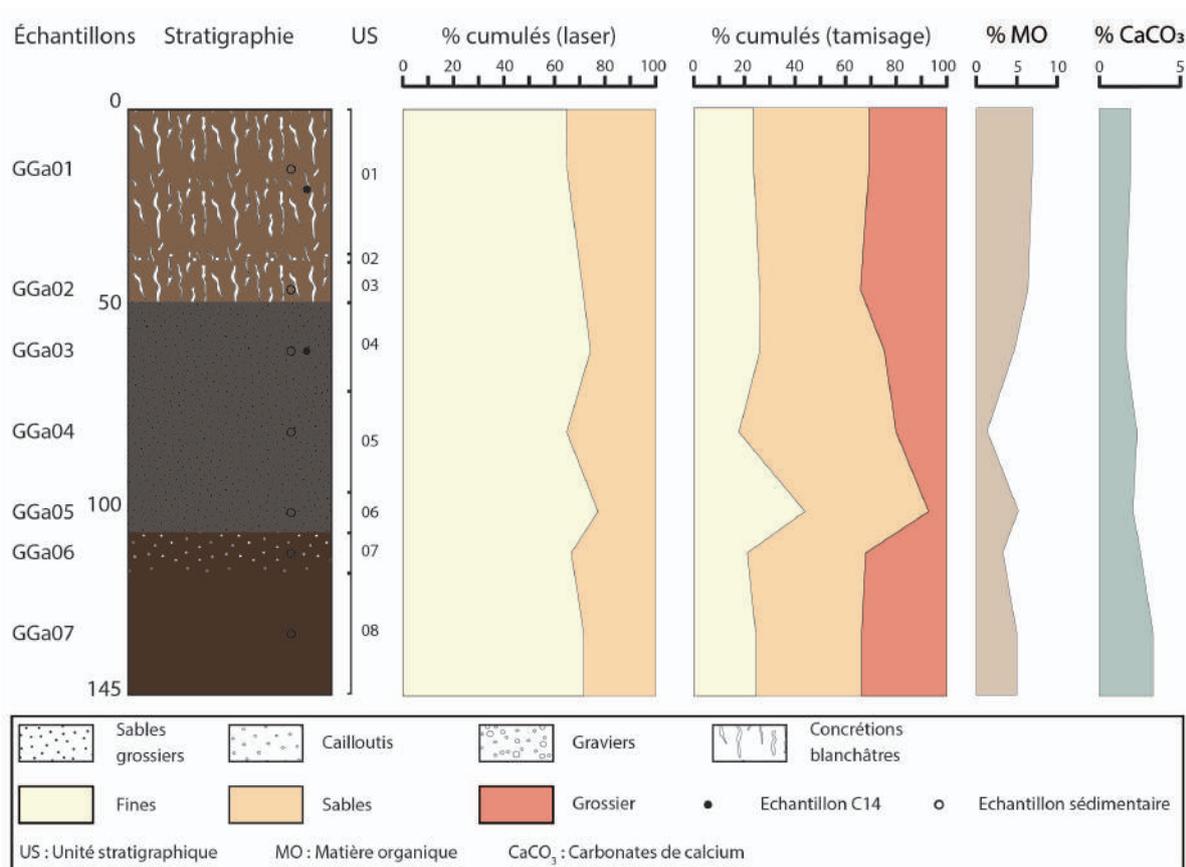


FIGURE 5.13 – Stratigraphie et sédimentologie de la coupe GGa, site de Gali Gade. Réalisation : N. Blond, 2018.

Trois grands ensembles peuvent être identifiés grâce à la couleur des sédiments :

Phase brun foncé (de l'US08 à l'US07) : cette phase, la plus ancienne, est aussi la plus sombre de la coupe GGa. Elle est composée de limons grossiers avec quelques passées de cailloutis ;

Phase brun gris (de l'US06 à l'US04) : cette séquence, de couleur brun gris, est moins homogène que la précédente. L'US06 marque un pic dans les taux de fines, qui correspond aussi à un taux de matière organique important à l'échelle de la coupe. Vers le sommet de cette phase, les taux de matière organique comme de fines commencent par décroître pour remonter ensuite. Le mouvement est inverse pour les taux de carbonates de calcium ;

Phase brun clair (de l'US03 à l'US01) : cette dernière phase est caractérisée par sa couleur brun clair et les concrétions blanchâtres qu'on peut y observer. La granulométrie comme les taux de matière organique et de carbonates de calcium y sont homogènes. L'US01 semble être le prolongement de l'US03, interrompue seulement par la passée caillouteuse de l'US02 (figure 5.13).

5.1.3.2 La coupe GGb

5.1.3.2.1 Aspect général et description de la coupe GGb

La coupe GGb est le prolongement, vers le haut, de la coupe GGa. Elle est donc vraisemblablement plus jeune que celle-ci (non datée). Elle se trouve à l'amont de GGa. Cette coupe mesure 185 cm et est uniformément brune, avec quelques nuances plus claires ou légèrement rougeâtres. La présence de charbons a permis la datation de quatre US de cette section, qui est ici décrite US par US :

L'US01 est composée de limon très grossier de couleur brune ;

L'US02 comprend des limons grossiers brun clair ;

L'US03 correspond à l'alternance de limon très grossier et de sable très fin en passées, de couleur brune ;

L'US04 est une unité de limon très grossier de couleur brune ;

L'US05 est elle aussi de couleur brune, composée de gravier dans une matrice de sable très fin ;

L'US06 est formée par des limons bruns ;

L'US07a est une passée très fine de sable dans une matrice limoneuse, présentant des litages très fins. Elle est de couleur brune ;

L'US07b constitue une fine passée de graviers, dans une matrice brune ;

L'US07c est une unité limoneuse de couleur brune ;

L’US08 est une passée de graviers lités et de quelques galets non roulés dans une matrice de sable très fin. Elle est de couleur brune ;

L’US09 est composée de limon brun ;

L’US10 est composée de limon brun ;

L’US11 est une unité limoneuse de couleur brun rougeâtre.

5.1.3.2.2 Texture

La texture de la coupe GGb est assez proche de celle de GGa, plutôt sableuse. Les fines représentent une part assez faible, entre 25,8 et 43,2 % (tableau 5.11). La fraction sableuse est dominante pour l’ensemble des échantillons sauf un : les taux vont de 32,2 à 68,1 % (tableau 5.11). La fraction grossière est assez disparate en fonction des échantillons : elle va de 1,4 à 34,6 %. La texture de GGb est donc globalement sablo-limoneuse, en dehors de GGb02. Cet échantillon marque d’ailleurs une rupture : si on l’omet, on remarque que la texture devient de plus en plus sableuse à mesure qu’on approche la base de la section (tableau 5.11).

| Éch. | US | \leq 63 μm (%) | 63 < t \leq 500 μm (%) | 500 μm < t \leq 2 mm (%) | 2 < t \leq 10 mm (%) | t > 10 mm (%) |
|-------|------|-----------------------------------|--|--|---------------------------|---------------------|
| GGb01 | US01 | 43,2 | 39,0 | 16,4 | 1,4 | 0,0 |
| GGb02 | US02 | 33,2 | 16,8 | 15,4 | 17,1 | 17,5 |
| GGb03 | US03 | 32,9 | 31,5 | 25,5 | 10,1 | 0,0 |
| GGb04 | US03 | 37,9 | 33,8 | 23,2 | 5,1 | 0,0 |
| GGb05 | US04 | 37,0 | 27,4 | 30,2 | 5,3 | 0,0 |
| GGb06 | US05 | 31,9 | 40,4 | 25,7 | 2,0 | 0,0 |
| GGb08 | US08 | 25,8 | 37,6 | 30,5 | 6,1 | 0,0 |

TABLEAU 5.11 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe GGb (site de Gali Gade).

5.1.3.2.3 Granulométrie laser

La granulométrie de la section GGb est reportée sur le diagramme triangulaire présenté plus haut (figure 5.12, page 233). La granulométrie de la fraction inférieure à 1,6 mm confirme cette tendance (tableau 5.12). Les échantillons de la coupe GGb sont classés pour certains dans les limons et pour d’autres dans la catégorie des limons sableux.

Les échantillons sont bimodaux, avec un mode limoneux (entre 10,74 et 14,16 μm) et un second mode sableux (entre 390,0 et 677,7 μm). On observe une partition en deux ensembles : de GGb08 à GGb04, le mode principal est sableux, tandis qu’il est limoneux de GGb03 à GGb01.

| Éch. | Modes (μm) | | (D90 - D10) (μm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|-------------------------|--------|----------------------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| GGb01 | 10,74 | 447,7 | 529,9 | 0,0 % | 39,5 % | 60,5 % | | Limons moyen - sable moyen |
| GGb02 | 10,74 | 390,0 | 398,6 | 0,0 % | 33,4 % | 66,6 % | | Limons moyen - sable moyen |
| GGb03 | 10,74 | 514,1 | 558,9 | 0,0 % | 36,9 % | 63,1 % | 2,5 | Limons moyen - sable moyen |
| GGb04 | 447,7 | 10,74 | 726,7 | 0,0 % | 60,6 % | 39,4 % | | Sable moyen - limon moyen |
| GGb05 | 514,1 | 10,74 | 574,9 | 0,0 % | 43,1 % | 56,9 % | 1,25 | Limons moyen - sable moyen |
| GGb06 | 514,1 | 12,33 | 735,4 | 0,0 % | 58,4 % | 41,6 % | | Sable moyen - limon moyen |
| GGb08 | 677,7 | 14,16 | 1091,9 | 0,6 % | 58,3 % | 41,1 % | 7,5 | Sable limoneux grossier - gravier très fin [1] |

TABLEAU 5.12 – Résultats de la granulométrie laser de la coupe GGb (site de Gali Gade).

Cette partition se retrouve dans les proportions de chaque fraction au sein des échantillons : dans la partie inférieure de la coupe, les taux de fines sont d'environ 40 % (avec une passée limoneuse dans GGb05), tandis qu'ils sont compris entre 60,5 et 66,6 % dans la partie supérieure (tableau 5.12).

5.1.3.2.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

L'ensemble de ces échantillons est très mal classé. Si les échantillons limoneux présentent une asymétrie négative, caractéristique d'une sur-représentation des particules grossières dans ces échantillons limoneux (tableau 5.13), les échantillons sableux montrent une forte asymétrie positive, qui renvoie à la très forte importance des particules fines dans ces échantillons sableux.

Enfin, toutes les courbes sont platykurtiques ou très platykurtiques ce qui est cohérent avec les asymétries décrites plus haut : les valeurs extrêmes (les fines dans les échantillons sableux, les particules grossières dans les échantillons limoneux) tendent à « aplatir » la courbe.

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|--------------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| GGb01 | 36,43 | 7,472 | 0,174 | 0,700 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| GGb02 | 27,96 | 6,998 | 0,220 | 0,746 | LG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| GGb03 | 35,28 | 7,744 | 0,223 | 0,701 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| GGb04 | 100,1 | 7,334 | -0,524 | 0,686 | STF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |
| GGb05 | 40,96 | 7,776 | 0,127 | 0,659 | LTG | TMC | Asym. nég. | Très platykurtique |
| GGb06 | 94,29 | 7,378 | -0,450 | 0,684 | STF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |
| GGb08 | 110,5 | 8,290 | -0,345 | 0,691 | STF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |

TABLEAU 5.13 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGb (site de Gali Gade). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

5.1.3.2.5 Matière organique et carbonates de calcium

Les taux de matière organique de GGb (tableau 5.14) sont assez proches de ceux mesurés à GGa (de 2,82 à 6,56 %). Les taux de carbonates de calcium sont légèrement inférieurs (de 1,01 à 2,57 %).

Les taux de matière organique sont d'abord croissants dans la partie inférieure de la coupe et atteignent un maximum à GGb02 avant de décroître vers le sommet. Les taux de carbonates de calcium croissent de la base jusqu'à GGb05. Ils décroissent ensuite pour remonter à partir de GGb03.

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|-------|------------------|-------------------------------|
| GGb | US01 | GGb01 | 4,19 | 2,57 |
| | US02 | GGb02 | 6,56 | 1,49 |
| | US03 | GGb03 | 4,51 | 1,01 |
| | US03 | GGb04 | 4,10 | 1,34 |
| | US04 | GGb05 | 4,18 | 2,23 |
| | US05 | GGb06 | 3,22 | 1,34 |
| | US08 | GGb08 | 2,82 | 1,27 |

TABLEAU 5.14 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe GGb (Gali Gade).

5.1.3.2.6 Âges

Les âges de GGb sont très proches les uns des autres : ils se concentrent au V^e millénaire av. n. è. (tableau 5.15). Ils sont tous dans un ordre chronologique normal (le plus ancien en-dessous, le plus récent au-dessus). Une telle homogénéité dans les âges répond à la grande homogénéité stratigraphique et sédimentologique. Elle laisse apparaître des conditions de sédimentation non perturbées dans ce bassin versant durant le V^e millénaire av. n. è. La faible taille de celui-ci et l'étroitesse de la vallée à l'endroit étudié peuvent expliquer ce processus de sédimentation assez rapide et continu.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US02 | GGb02ch | 80 cm | Lyon-14625 | 5675 ± 35 BP | 4 608 - 4 403 av. J.-C. |
| US04 | GGb05ch | 115 cm | Lyon-14626 | 5695 ± 30 BP | 4 611 - 4 457 av. J.-C. |
| US06 | GGb07ch | 125/137 cm | Lyon-15287 | 5805 ± 30 BP | 4 725 - 4 553 av. J.-C. |
| US09 | GGb09ch | 160 cm | Lyon-14627 | 5955 ± 30 BP | 4 934 - 4 742 av. J.-C. |

TABLEAU 5.15 – Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe GGb (Gali Gade).

5.1.3.2.7 Analyses anthracologiques

Deux charbons ont été analysés. Il s'agit des échantillons GGb03 (US03) et GGb07ch (US06). L'échantillon GGb03 est situé 95 cm sous la surface et GGb07ch 125/137 cm sous la surface. GGb03 n'a pas été daté directement par le radiocarbone, mais son âge peut être déterminé car il est encadré par des charbons dont les datations sont connues : 4 608 - 4 403 av. n. è. (80 cm sous la surface) et 4 611 - 4 457 av. n. è. (115 cm). Son âge peut donc être estimé au V^e millénaire. GGb07ch, quant à lui, est situé dans l'US06, datée au radiocarbone de 4 725 - 4 553 av. n. è. Il est donc aussi âgé du V^e millénaire, mais légèrement plus ancien.

L'échantillon GGb03 était mal conservé, il n'a donc pas pu être identifié précisément. Seule la division à laquelle il appartient (angiospermes) est connue. L'échantillon

GGb07ch était mieux conservé et a pu être identifié - de façon peu certaine - au rang de genre. Il s'agit du genre *Croton*, sp. Euphorbiaceae (Bouchaud, 2019). Selon Friis *et al.* (2010), cités par Ch. Bouchaud (2019), dans le Tigray, deux espèces de *Croton* peuvent croître, *C. macrostachyus* et *C. schimperianus*. Le premier est un arbre ou arbuste de 2 à 30 m de hauteur, qui pousse en lisière des forêts sempervirentes éthiopiennes, principalement sur des sols d'origine volcanique entre 1 100 et 2 500 m d'altitude (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007). Le second est un arbuste de 1 à 3 m de haut des formations de savane et steppe arbustive, poussant entre 900 et 1 450 m d'altitude (Friis *et al.*, 2010). Selon toute vraisemblance, vu le contexte altitudinal de la zone d'étude, les probabilités qu'il s'agisse de la première espèce (*C. macrostachyus*) sont plus importantes. Cette hypothèse est soutenue par le fait que le site de Gali Gade se trouve dans un environnement géologique qui comprend, entre autres, des « laves intermédiaires à basiques » (sous-section 1.2.2), comme le montre la figure 1.9, page 21. Ce vestige pourrait être un indice de la présence d'une forêt sempervirente dans le bassin versant de Gali Gade, mais l'identification reste sujette à caution et un seul fragment ne constitue pas une indication assez fiable pour une reconstruction paléobotanique.

5.1.3.2.8 Synthèse sédimentologique

Les informations sédimentologiques et chronostratigraphiques sont rassemblées dans le tableau C.7, en Annexes, sous-section C.2, page 552, et reportées sur le log (figure 5.14). La synthèse est présentée en trois groupes, qui sont liés à la granulométrie. La couleur, uniforme sur l'ensemble de la section, ne permet pas de distinguer de sous-ensembles :

De l'US11 à l'US09 le dépôt est limoneux et homogène. Il a été daté, pour sa partie supérieure, du début du V^e millénaire av. n. è. (4 934 - 4 742 av. n. è.) ;

De l'US08 à l'US03 le dépôt est plus grossier. Les unités de graviers et sables grossiers alternent avec les niveaux limoneux. Cette phase est datée de la fin de la première moitié du V^e millénaire av. n. è. (4 725 - 4 553 av. n. è. et 4 611 - 4 457 av. n. è.). Les analyses anthracologiques de Ch. Bouchaud (2019) ont permis d'identifier des charbons appartenant au genre *Croton* (US06), qui pourraient témoigner de l'existence de forêts sempervirentes et d'autres appartenant à la division des angiospermes (US03). Les taux de matière organique de ce sous-ensemble sont relativement bas ;

De l'US02 à l'US01 les dépôts sont plus fins, limoneux, mais aussi plus organiques. Cette phase est postérieure à - ou contemporaine de - la seconde moitié du V^e millénaire av. n. è. (4 608 - 4 403 av. n. è.)

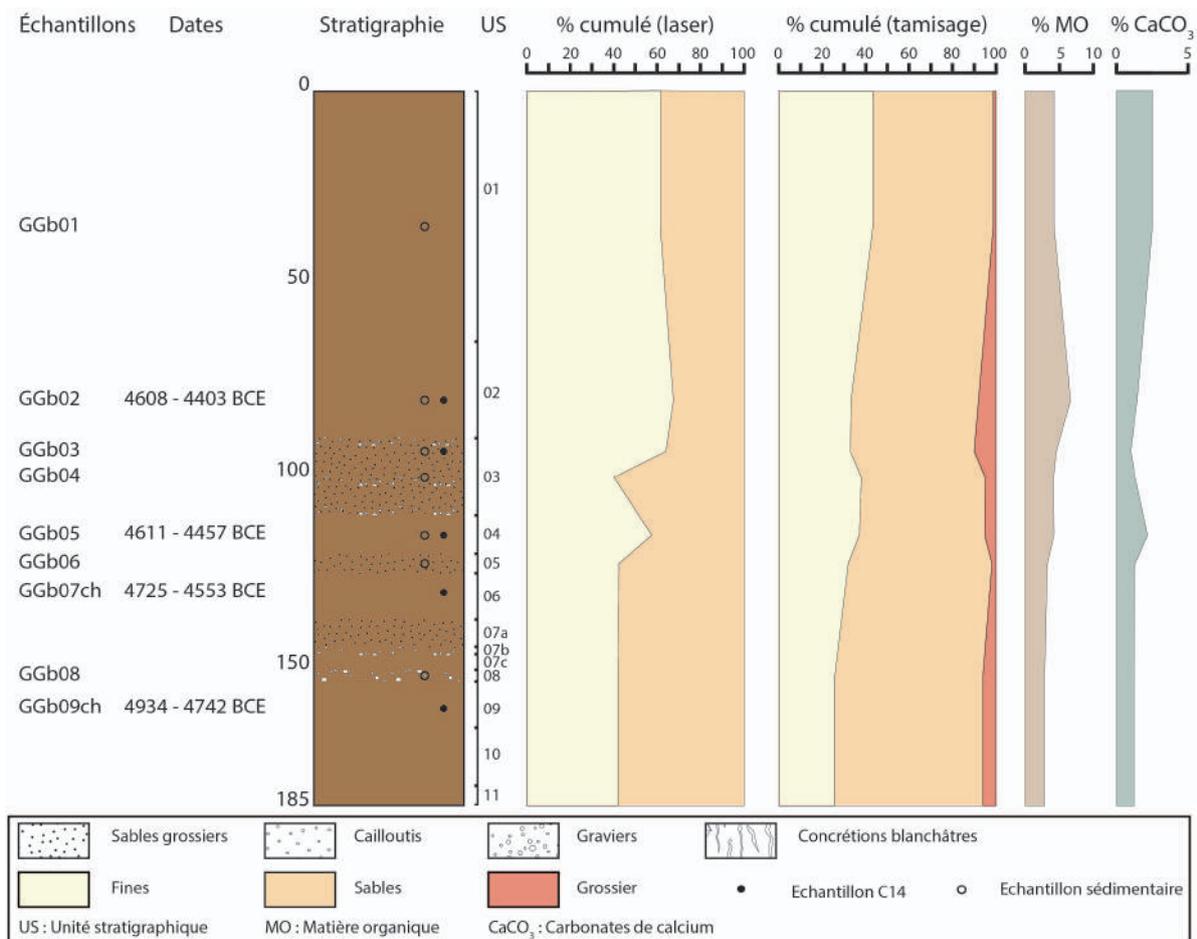


FIGURE 5.14 – Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe GGb, site de Gali Gade. *Réalisation : N. Blond, 2018.*

5.1.3.3 La coupe GGc

Cette section correspond au sommet de l'ensemble de Gali Gade. Elle est donc composée des dépôts les plus récents. Elle se trouve le plus à l'amont des trois coupes (figure 5.10).

Très peu d'échantillons ont été collectés sur la coupe GGc : trois échantillons de sédiments et deux de charbon. Un seul échantillon sédimentaire était d'une quantité suffisante pour pouvoir faire une partie des analyses : il n'y avait pas assez de matériau pour procéder à la texture ni pour doser matière organique et carbonates de calcium. En revanche, nous avons pu procéder à la granulométrie laser. Un seul des échantillons de charbon a pu être daté, faute de quantité suffisante.

5.1.3.3.1 Aspect général et description de la coupe GGc

La couleur des unités stratigraphiques est uniformément brune. Il s'agit d'une section de 180 cm, alternant dépôts limoneux et cailloutis :

L'US01 unité sommitale de la coupe GGc et de l'ensemble des trois phases de Gali Gade, est composée de galets lités dans une matrice limoneuse brune ;

L'US02 est composée de limon brun ;

L'US03 est une unité de limon fin et de passées de graviers de couleur brune. Ce dépôt est encroûté ;

L'US04 correspond à une poche de galets et blocs tuilés, dans le sens de la vallée. La matrice est brune ;

L'US05a est limoneuse, de couleur brune ;

L'US05b est une fine passée horizontale de gravier très fin, de couleur brune ;

L'US05c est une unité limoneuse brune ;

L'US06 est composée de cailloutis avec quelques galets dans une matrice brune ;

L'US07 est limoneuse, de couleur brune ;

L'US08 comporte du cailloutis dans une matrice brune ;

L'US09 est limoneuse, de couleur brune ;

L'US10 comporte du cailloutis dans une matrice brune ;

L'US11 est limoneuse, de couleur brune.

5.1.3.3.2 Granulométrie laser

La granulométrie de la section GGc est reportée sur le diagramme triangulaire présenté plus haut (figure 5.12, page 233). Il est difficile d'étudier une coupe à partir d'un seul échantillon. Selon les analyses granulométriques (tableau 5.16), il s'agit d'un échantillon de sable mêlé de limon grossier et de gravier très fin. Il comporte un mode principal dans les sables grossiers (778,1 μm) et un mode secondaire dans les limons (14,16 μm). La fraction granulométrique dominante est celle des sables (63,2 %). Les fines comptent pour 35,7 % tandis que la proportion de grossier est presque négligeable (1,1 %).

| Éch. | Modes (μm) | | (D90 - D10) (μm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm | Type de sédiment (Blott et Pye, 2001) |
|-------|-------------------------|-------|----------------------------------|--------------|--------|--------|-------------------|--|
| | 1 | 2 | | G | S | F | | |
| GGc03 | 778,1 | 14,16 | 1284,9 | 1,1 % | 63,2 % | 35,7 % | 16,25 % | Sable limoneux grossier - gravier très fin [1] |

TABLEAU 5.16 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) de la coupe GGc (site de Gali Gade).

5.1.3.3.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques de GGc03 montrent un échantillon très mal classé, avec une forte asymétrie positive (tableau 5.17). Cela indique que, par rapport à une distribution normale de sable fin, GGc03 comporte une forte quantité de particules fines (limons). Cela explique la forme de la courbe, qui est platykurtique.

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| GGc03 | 165,3 | 7,961 | -0,556 | 0,672 | SF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |

TABLEAU 5.17 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGc (site de Gali Gade). D’après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

5.1.3.3.4 Âges

Un seul échantillon a été daté à GGc, plutôt vers le sommet de la coupe. Il a livré un âge de 4 341 - 4 233 av. n. è. (tableau 5.18). Cette datation est cohérente avec les âges de GGb (tableau 5.15) et indique la continuité stratigraphique entre ces deux sections. En revanche, la période qui sépare le sommet de GGb et GGc est assez réduite, comparativement à la quantité de sédiment accumulée. Grossièrement, l’écart est de trois à quatre siècles pour une hauteur de 170 cm. Cette épaisseur importante peut s’expliquer par le décalage entre les deux sections : le raccord peut ne pas être aussi précis qu’il semblait sur le terrain (figure 5.10). Elle peut aussi être l’indice d’une augmentation de la vitesse d’accumulation.

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|--------------|----------------|------------|------------|------------------|-------------------------|
| US05a | GGc01ch | 90 cm | Lyon-15286 | 5415 \pm 30 BP | 4 341 - 4 233 av. J.-C. |

TABLEAU 5.18 – Échantillon daté dans la coupe GGc (Gali Gade).

5.1.3.3.5 Synthèse sédimentologique

Les quelques analyses qui ont pu être effectuées sur la coupe GGc ne suffisent pas pour en faire une description chronostratigraphique et sédimentologique intégrale. La synthèse présentée ici repose donc sur des éléments d’observation sur le terrain et sur les analyses. Ils sont rassemblés dans le tableau C.8, en Annexes, sous-section C.2, page 552 et dans le log ci-dessous (figure 5.15). La synthèse est faite par groupes, déterminés grâce à la stratigraphie. En effet, la couleur uniforme et le peu d’analyses ne permettent pas de distinguer de sous-ensembles :

De l’US11 à l’US05a les dépôts limoneux alternent avec les passées plus grossières de cailloutis ou de graviers. Cette première phase de sédimentation s’étend jusqu’à la seconde moitié du V^e millénaire av. n. è. (4 341 - 4 233 av. n. è.) ;

L’US04 correspond à une unité ravinante qui forme, dans les dépôts limoneux, un chenal comblé de particules grossières (galets et blocs) ;

L’US03 marque une rupture avec cette unité ravinante : elle se compose de limons fins encroûtés, avec quelques passées plus grossières de graviers ;

L'US02 témoigne d'une phase de sédimentation fine, limoneuse ;

L'US01 marque la fin du dépôt par une accumulation grossière de galets lités.

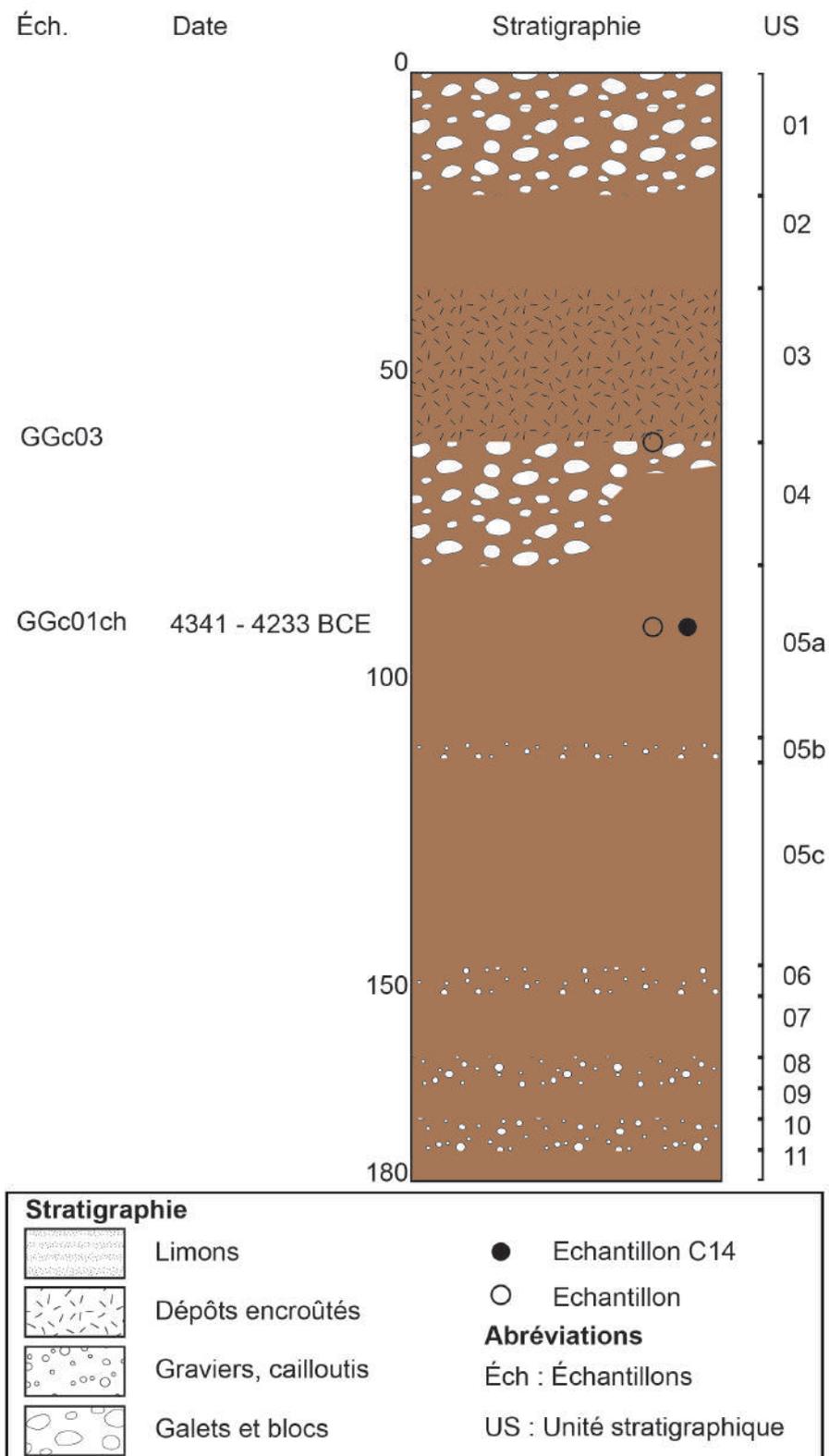


FIGURE 5.15 – Log stratigraphique de GGc, site de Gali Gade.
 Réalisation : N. Blond, 2018.

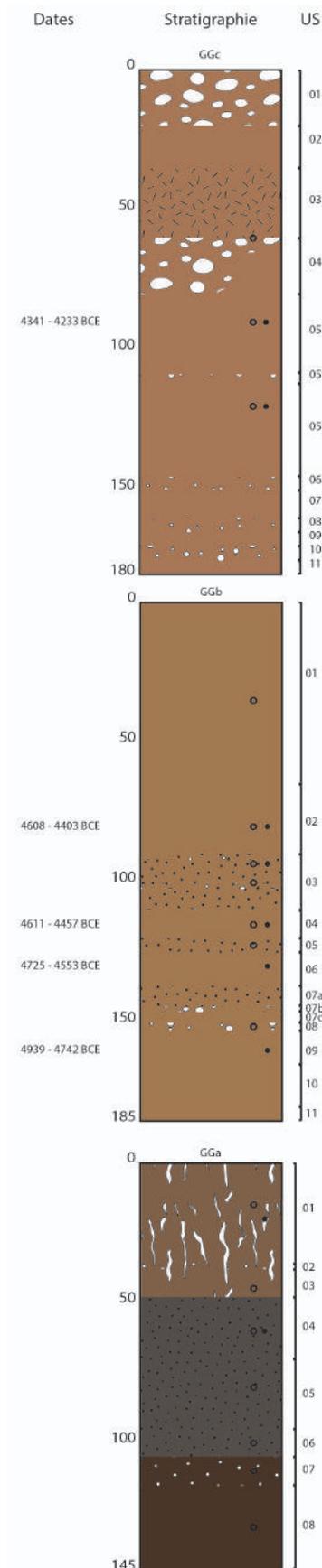


FIGURE 5.16 – Log stratigraphique des trois coupes de Gali Gade. Réalisation : N. Blond, 2019.

5.1.3.4 Interprétations

Les trois sections de Gali Gade forment une seule coupe stratigraphique. Il est donc possible de les interpréter ensemble. Les premiers jalons chronologiques sont donnés par GGb et indiquent que la sédimentation - et donc le comblement de ce vallon - ont commencé avant le V^e millénaire av. n. è. La couleur brun foncé des unités basales de GGa (US07 et US08) et les taux de matière organique et de carbonates de calcium qu'on y trouve pourraient indiquer une phase de pédogenèse, liée au développement de végétation (figure 5.16).

Le dépôt se poursuit par une unité sableuse, plus fine que les autres, et plus organique (US06), évoquant une compétence plus faible pour cette US que pour l'ensemble de la section de GGa. Le développement de végétation sur les US07 et US08 a pu ralentir les écoulements et provoquer le dépôt de ces fines. L'enfouissement de la végétation pourrait expliquer les taux de matière organique plus importants dans l'US06. Les dépôts suivants sont très semblables à ce qu'ils étaient dans les premières US de GGa, indiquant le retour à des conditions de mise en place proches. La couleur grisâtre de l'ensemble formé par les US06 - US04 semble indiquer, d'une part, une seconde phase de pédogenèse, et d'autre part la présence de conditions réductrices, donc d'une nappe d'eau (figure 5.16). Cependant, la couleur des US inférieures interroge, car celles-ci sont brunes, et pas grises. Il semble plus probable qu'elle indique la présence de paléosols.

À GGb, les dépôts sont plus fins, très limoneux, et semblent indiquer le passage à des flux d'une compétence moindre, d'autant que la taille des particules diminue du bas vers le haut de la coupe. Cependant, la localisation de cette section, légèrement à l'amont de GGa, pourrait expliquer, au moins partiellement, la différence de taille. Les quatre âges déterminés dans cette section sont répartis selon l'ordre chronologique.

Ils indiquent des dépôts non remaniés ou perturbés, tout au long de la seconde moitié du V^e millénaire av. n. è. De l'US11 à l'US09 comprise - jusqu'à 4 934 - 4 742 av. n. è. - les sédiments sont plutôt fins et peu organiques. À partir de cette date et jusqu'un peu avant 4 608 - 4 403 av. n. è., les dépôts qui se mettent en place alternent limons et sables voire petits graviers, indiquant une période durant laquelle les écoulements sont un peu plus compétents. Elle est suivie d'une longue période de dépôts limoneux (GGb, US02 et US03), marquant des écoulements d'énergie moindre (figure 5.16).

Le sommet de la coupe, enfin, matérialisé par la section GGc, présente une continuité chronologique avec GGb (première moitié du V^e millénaire av. n. è.). La sédimentation s'est ainsi poursuivie sans rupture, mais avec une plus grande prégnance des dépôts grossiers (graviers, cailloutis dans les unités inférieures, galets et blocs au sommet). Cela est concordant avec une accélération des vitesses d'accumulation. La présence d'éléments plus grossiers peut s'expliquer d'une part par des écoulements plus compétents au fil du temps, liés à des crues plus violentes provoquées par des précipitations abondantes et irrégulières, et d'autre part par l'épuisement du stock sédimentaire de petit calibre sur les versants. L'ablation des horizons supérieurs entraîne le déstockage de l'altérite, puis de la roche météorisée sur les versants. Ces particules plus grossières s'accumulent ensuite dans la vallée.

5.1.4 Le site de Welwalo

La vallée de Welwalo est située en dehors du périmètre des prospections archéologiques (figure 5.1). Il a été décidé de la parcourir en 2017 en parallèle de prospections menées sur le plateau. Cette vallée offre un point de comparaison avec les vallées très anthropisées de la zone d'étude : elle n'est pas habitée et n'est pas cultivée (figure 5.17).



FIGURE 5.17 – Vue panoramique de la vallée de Welwalo, depuis l'aval vers l'amont. À l'arrière-plan, le col qui marque l'extrême-amont de la vallée et la limite avec le bassin de Wakarida. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Les versants se prolongent en cônes détritiques entaillés par l'érosion et formant des terrasses alluviales très incisées par les écoulements, qui, au vu de la charge de fond caillouteuse (graviers, galets, blocs), sont bien plus compétents que ceux de la zone de prospection (figure 5.17).

La coupe WWa se trouve dans une zone d'élargissement de la vallée, où le stockage a pu être plus important. Du matériau fin, des galets et des blocs y alternent. Ils semblent suivre la pente de dépôt du versant (figure 5.18). Sur ce site, seuls les charbons ont été prélevés et datés, afin de replacer ces accumulations dans la chronologie globale de la région d'étude.



FIGURE 5.18 – Coupe WWa. La mire mesure 50 cm. *Cliché : N. Blond, 2017.*

5.1.4.1 Aspect général et description de la coupe WWa

La coupe WWa est située dans la partie médiane de la vallée, à mi-chemin entre un amont très pentu (figure 5.17) et un aval très encaissé, marqué par le passage d'un seuil. La coupe se situe dans une section de la vallée où la pente est relativement faible et où on observe de nombreuses autres accumulations sédimentaires en fond de vallée, en partie liées à des cônes colluviaux (voir premier plan, à gauche de la figure 5.17). Elles aussi sont érodées et portées en position de terrasse alluviale.

La coupe WWa mesure 450 cm de hauteur. Elle est composée majoritairement de limons bruns et brun rougeâtre. On y observe aussi des US plus grossières :

L'US01 est un niveau limoneux brun clair coiffé par les dépôts de versant ;

L'US02 présente un niveau caillouteux de 30 cm, dans lequel on observe un tuilage de petits galets, dans une matrice sableuse. On y trouve peu de blocs, à l'exception d'une lentille située au-dessus du niveau caillouteux, à l'amont de la zone prélevée (voir l'orthophotographie, figure 5.19). Vus en oblique (figure 5.18), ces dépôts grossiers semblent suivre la pente de dépôt du cône ;

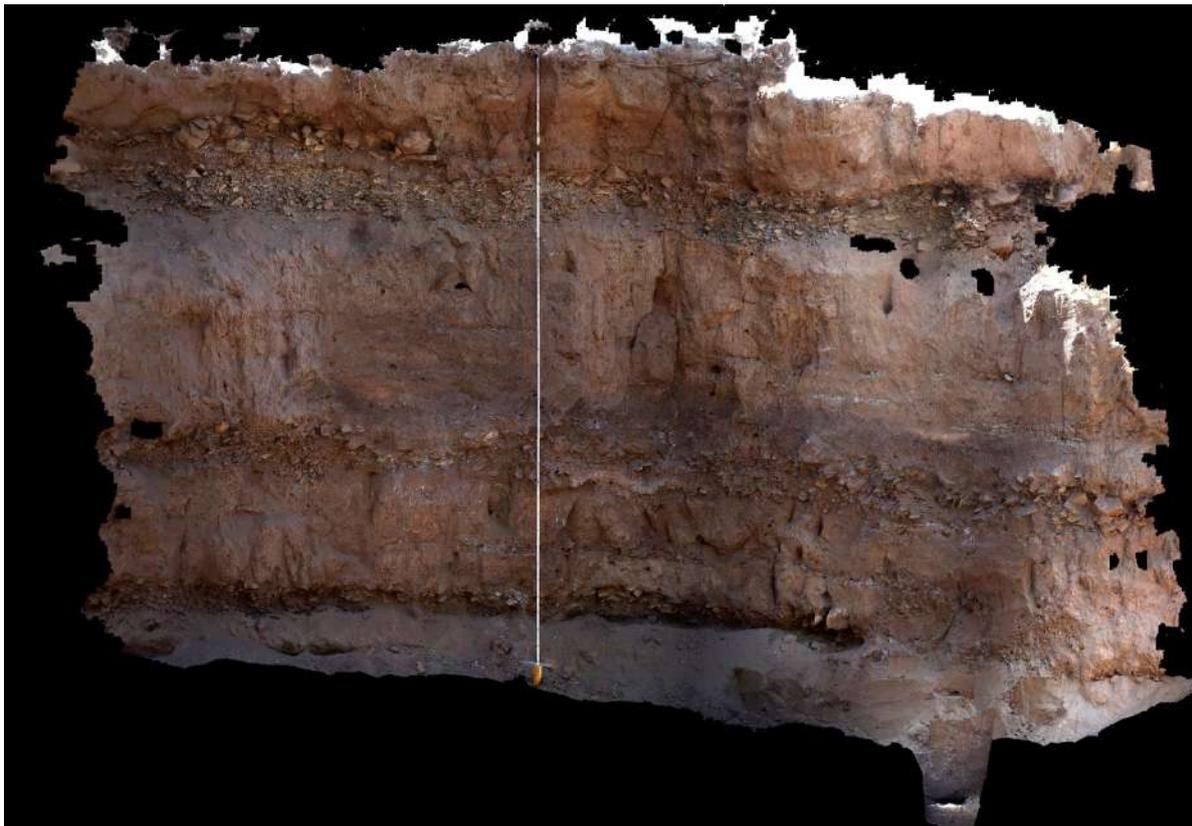


FIGURE 5.19 – Orthophotographie de la coupe WWa. Cliché : O. Barge, 2017.

L'US03 est une unité limoneuse homogène, brun rougeâtre ;

L'US04 est marquée par l'alternance, sur 60 cm d'épaisseur, de limons bruns avec des passées plus grossières de sables et de gravillons en lentilles. C'est une de ces passées grossières qui marque la séparation entre les US03 et US04 ;

L'US05 est un niveau limoneux brun de faible épaisseur (15 cm). Il pourrait s'agir d'une phase de pédogenèse postérieure au dépôt de l'US06. La présence de niveaux grossiers dans le remblaiement témoigne d'écoulements très compétents ;

L'US06 est très semblable à l'US02. Il s'agit d'un niveau grossier contenant quelques blocs, mais où dominant petits galets et graviers. On y observe un tuilage, qui suit

deux directions principales : la première, celle de la vallée (amont-aval), la seconde, celle du cône, perpendiculaire à la première (figure 5.19) ;

L'US07 est limoneuse, brun clair et assez homogène ;

L'US08 est un lit peu épais (10 cm) à charge caillouteuse de petit calibre ;

L'US09 est composée de limons brun clair ;

L'US10 est assez semblable aux US02 et US06. La matrice est sableuse, de couleur brune. En revanche, on n'y trouve pas de blocs, mais des graviers et galets tuilés, en particulier dans le sens de la pente du cône (figure 5.19) ;

L'US11 est composée de limons très homogènes, beige clair, sur une épaisseur d'un mètre.

5.1.4.2 Âges

La coupe WWa présente des âges assez anciens, depuis le VI^e millénaire av. n. è. jusqu'à la fin du IV^e / le début du III^e millénaires av. n. è. Neuf charbons ont été datés et ont fourni des âges qui suivent une chronologie non perturbée à l'exception de deux échantillons (tableau 5.19).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------------|----------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US01 | WWa01ch | 60 cm | Lyon-15274 | 4380 ± 30 BP | 3 090 - 2 913 av. J.-C. |
| US03 | WWa02ch | 130 cm | Lyon-15275 | 4710 ± 30 BP | 3 631 - 3 373 av. J.-C. |
| US04 | WWa03ch | 175 cm | Lyon-15276 | 4755 ± 30 BP | 3 638 - 3 383 av. J.-C. |
| US04 | WWa05ch | 200 cm | Lyon-15277 | 4865 ± 30 BP | 3 705 - 3 542 av. J.-C. |
| US05 | WWa06ch | 230 cm | Lyon-15278 | 5820 ± 30 BP | 4 779 - 7 587 av. J.-C. |
| US06 | WWa07ch | 240 cm | Lyon-15279 | 5390 ± 30 BP | 4 336 - 4 076 av. J.-C. |
| US07 | WWa08ch | 275 cm | Lyon-15280 | 6215 ± 30 BP | 5 296 - 5 062 av. J.-C. |
| US11 | WWa10ch | 367 cm | Lyon-15281 | 5900 ± 35 BP | 4 846 - 4 696 av. J.-C. |
| US11 | WWa11ch | 435 cm | Lyon-15282 | 6440 ± 50 BP | 5 482 - 5 322 av. J.-C. |

TABLEAU 5.19 – Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe WWa (Welwalo).

Tout d'abord, la présence d'un charbon (WWa10ch) daté de 4 846 - 4 696 av. n. è. en-dessous d'un autre (WWa08ch) daté de 5 296 - 5 062 av. n. è. (tableau 5.19) invite à penser que ce dernier provient du remaniement d'un charbon antérieur lors d'un évènement plus récent (crue, érosion en nappe, par exemple). Une telle inversion apparaît aussi pour les échantillons WWa07ch (4 336 - 4 076 av. n. è.) et WWa06ch (4 779 - 4 587 av. n. è.). Elle pourrait là aussi être le résultat de la remobilisation de charbons anciens lors d'un épisode érosif, évoquant dès lors un processus de cascade sédimentaire (Cossart, 2016). La proximité stratigraphique entre ces deux échantillons, séparés de seulement 10 cm (tableau 5.19), peut aussi laisser penser que cette inversion chronologique est le résultat

de l'« effet vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013). Toutefois, l'écart d'âges (environ 500 ans, tableau 5.19) rend peu probable cette hypothèse : il s'agit plus vraisemblablement d'une remobilisation ou d'un retard de transmission du charbon le plus ancien.

Il apparaît néanmoins que les sédiments analysés ont été déposés dans le fond de cette vallée entre la première moitié du VI^e et la fin du III^e millénaires av. n. è., et ont été conservés jusqu'à nos jours. Ces archives sont aujourd'hui soumises à l'incision dans le lit du cours d'eau et menacées par l'érosion verticale et latérale, bien qu'il soit difficile de déterminer précisément à partir de quelle période celle-ci commence à agir.

5.1.4.3 Synthèse sédimentologique

Aucune analyse sédimentologique n'ayant été effectuée sur la coupe WWa, les descriptions stratigraphiques sont qualitatives et proviennent de l'observation des sédiments sur le terrain. Les principaux éléments apparaissent sur le log (figure 5.20). Un tableau récapitulatif a été placé en Annexes, dans la sous-section C.2, page 550 (tableau C.4). L'observation et les datations permettent de distinguer quatre groupes, qui forment la base de la synthèse sédimentologique :

L'US11 témoigne de la mise en place d'un dépôt fin et homogène entre la seconde moitié du VI^e et la première moitié du V^e millénaires av. n. è. Cette accumulation, continue durant plus de 500 ans, indique des conditions environnementales en équilibre ;

De l'US10 à l'US05 un changement apparaît, marqué par l'alternance d'unités limoneuses et d'unités caillouteuses ou graveleuses, la plupart faisant apparaître un tuilage dans le sens de la pente du cône. Deux des trois charbons datés montrent des signes de remaniement, conséquence probable de l'érosion et de la déstabilisation des versants ;

De l'US04 à l'US03 le matériel grossier est moins présent, il s'agit surtout de lentilles de sables et de graviers. Cet ensemble est chronologiquement cohérent et couvre une période comprise entre 3 705 et 3 373 av. n. è. (figure 5.20) ;

De l'US02 à l'US01 une phase de dépôt caillouteux colluvial apparaît à nouveau et précède une unité limoneuse coiffée de dépôts de versants. Le sommet de l'accumulation est daté entre la fin du IV^e et le début du III^e millénaires av. n. è.

5.1.4.4 Interprétations

La vallée de Welwalo apporte des informations complémentaires à partir de dépôts extérieurs au système. Alors que la coupe est située vers l'aval de la vallée, dans une zone de faible pente, comme à MWb, on y observe la trace de processus de plus grande énergie et surtout plus nombreux. Un certain nombre de concordances peuvent être remarquées :

par exemple les US31 (MWb) et US11 (WWa) sont datées respectivement de 5 511 - 5 371 av. n. è. et de 5 482 - 5 322 av. n. è. et sont toutes deux des unités limoneuses.

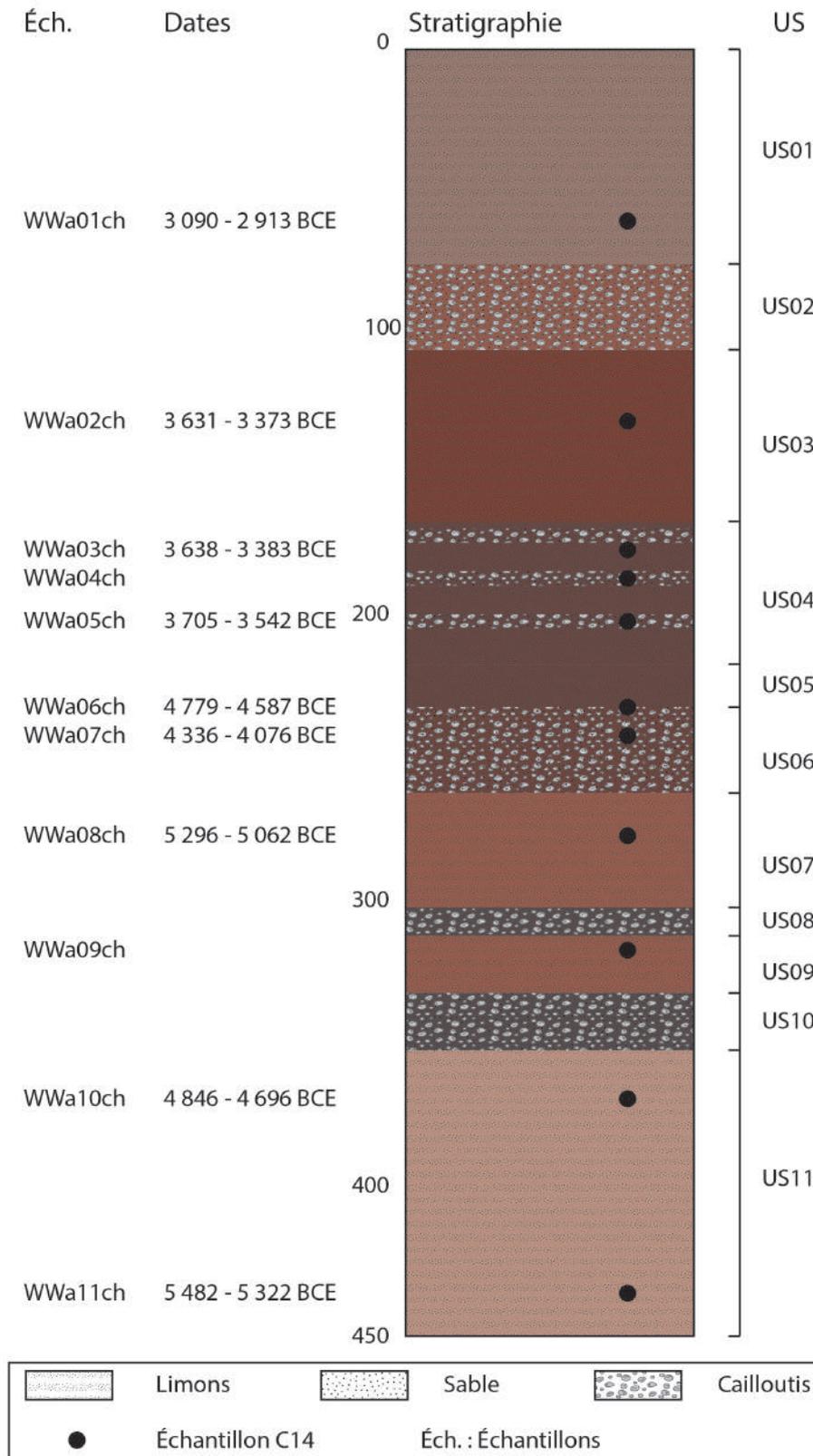


FIGURE 5.20 – Log stratigraphique de la coupe WWa, vallée de Welwalo. Réalisation : N. Blond, 2018.

De même avec les US21 (MWb) et US11 (WWa), datées respectivement de 4 841 - 4 714 av. n. è. et 4 846 - 4 696 av. n. è. L'épaisseur de sédiment accumulée entre ces deux bornes est, par ailleurs, assez semblable dans chacune des coupes (75 cm à MWb, 68 cm à WWa). Néanmoins, cette quantité étant partiellement contrôlée par la longueur du fond de la vallée, des épaisseurs semblables ne signifient pas forcément une durée équivalente. Il reste cependant intéressant de noter que des dépôts du même âge présentent des traits similaires d'une vallée à l'autre.

Le principal épisode grossier de MWb (US05) correspond aussi à un épisode grossier enregistré à WWa (US06). Ils sont datés respectivement de 4 236 - 4 046 av. n. è. et 4 336 - 4 076 av. n. è. On peut d'ailleurs noter que les écoulements, à cette période, ont été suffisamment compétents à WWa pour remobiliser des accumulations antérieures : la transition de l'US06 à l'US05 a livré un charbon daté de 4 779 - 4 587 av. n. è., soit quatre à cinq siècles plus ancien. D'autres épisodes plus compétents sont enregistrés dans la partie supérieure de WWa, dont il n'y a pas de trace à MWb : l'ensemble du IV^e millénaire av. n. è. alterne épisodes de faible compétence et épisodes de plus grande énergie. À MWb, l'absence de dépôts à partir du début du IV^e millénaire av. n. è. peut s'expliquer soit par l'arrêt de la sédimentation et le commencement de l'incision verticale et latérale, soit par le colluvionnement qui aurait tronqué la partie supérieure du dépôt.

De même, il n'y a plus d'enregistrement sédimentaire à WWa à partir de la fin du II^e / du début du III^e millénaires av. n. è. Cette absence peut s'expliquer par l'ablation postérieure d'un dépôt existant ou par le passage, aux alentours du III^e millénaire av. n. è., à un régime d'incision et non plus d'accumulation dans le fond de cette vallée. Elle est en effet aujourd'hui largement entaillée et la charge de fond est par endroit très grossière (galets, blocs).

5.2 Formations et évolutions des comblements sédimentaires dans les moyennes vallées

Les enregistrements sédimentaires dans les tronçons médians des vallées permettent de compléter les premières hypothèses mises en place grâce aux dépôts conservés dans les parties amont. Il apparaît dès l'abord que les informations sont plus disparates. Les effets de sites semblent jouer un rôle déterminant dans la formation de ces accumulations. Ces segments des vallées ont aussi stocké très peu d'informations concernant les parties les plus récentes de la chronologie. Le pas de temps abordé dans ce chapitre s'étend en effet du VII^e millénaire av. n. è. au IV^e siècle de n. è. (figure 3.6, page 143).

5.2.1 Processus sédimentaires dans les moyennes vallées

La coupe MWb est la plus ancienne étudiée dans ce chapitre. Elle se trouve aussi dans la partie amont du système, au sud-ouest de la zone d'étude. L'accumulation de MWb est très majoritairement fine. La comparaison avec MWc fait ressortir les différences entre ces deux dépôts, pourtant situés sur la même vallée, distants seulement d'1,3 km à vol d'oiseau. Cette différence peut s'expliquer par le tri sédimentaire qui s'effectue entre l'amont et l'aval. La topographie, moins pentue à MWb qu'à MWc, peut aussi avoir favorisé le dépôt de particules plus fines.

Deux phases ont pu être identifiées à MWb. La première, entre le VII^e millénaire et la seconde moitié du V^e millénaire av. n. è., se caractérise par un dépôt fin, organique, lité et sombre. Il indique des écoulements, alluviaux ou colluviaux, de faible compétence, réguliers, dans un chenal rectiligne. Cette phase correspond aux flux de faible énergie identifiés à MWc dans le chapitre 4 autour du VII^e millénaire av. n. è. La deuxième phase, de la seconde moitié du V^e au début du IV^e millénaires av. n. è., se caractérise par un dépôt plus grossier, moins organique, témoignant de précipitations plus irrégulières, concentrées, et de flux plus compétents.

Dans la vallée de Welwalo, les périodes d'accumulation de sédiments fins coïncident avec celles qu'on trouve à MWb, mais on décèle aussi des épisodes de plus grande énergie plus fréquents, à l'origine des passées caillouteuses ou gravillonneuses. On peut y voir l'influence de la géologie : WWa se trouve sur un substrat précambrien de dolomite interstratifiée avec des ardoises (sous-section 1.2.2, page 18 *sq.*), tandis que la vallée de May Weini suit le tracé d'une faille inverse (figure 1.9, page 21) séparant cette première formation de celle de Tsaliet, dont les roches résistent plus à l'érosion (laves, grauwackes, ardoises tuffeuses, phyllite, agglomérats, rhyolite). Le profil et la pente globale de la vallée entrent aussi en considération, ainsi que la distance de la coupe par rapport à l'amont, MWb étant plus distante de l'amont de May Weini que ne l'est WWa de l'amont de Welwalo. Enfin, la couverture végétale peut avoir joué un rôle, bien qu'on ne dispose pas de données précises sur la végétation à l'Holocène Ancien. Elle est aujourd'hui plus dense sur les versants de May Weini que sur ceux de Welwalo.

Des dépôts fins se mettent donc en place à WWa comme à May Weini jusqu'à la fin de la première moitié du V^e millénaire av. n. è.. Cette période est suivie par une succession d'épisodes fins et grossiers témoignant d'importants processus de versants et de la remobilisation de sédiments jusqu'à la fin du V^e millénaire av. n. è. L'US07 de WWa est du même âge que la base de l'US12 (Da). Cependant, comme l'a montré la sous-section 5.1.4.3, page 252, le charbon daté dans la coupe WWa semble plutôt issu du remaniement d'un dépôt plus ancien, et ne permet pas de faire d'hypothèse quant aux processus à l'œuvre durant la période concernée. De même pour l'US20 de MWb, dont l'âge est proche des deux précédents, mais qui semble provenir là aussi d'un remaniement.

La fin de la période enregistrée à WWa (IV^e millénaire av. n. è.) est marquée par la poursuite de l'alternance d'épisodes peu compétents (dépôts limoneux) et d'épisodes de plus forte énergie (dépôts sableux et gravillonneux), mais où la chronologie suit un ordre normal (pas d'inversion), tandis qu'à May Weini la sédimentation demeure fine.

Gali Gade a enregistré des événements du V^e millénaire av. n. è. exclusivement, la sédimentation advenant assez rapidement, probablement à la suite de la mise en place, sur ce site, d'un obstacle favorisant le dépôt. La présence d'un abrupt rocheux à quelques mètres du site étudié atteste une vallée étroite et assez facilement obstruée. Avant le V^e millénaire av. n. è., les accumulations sont limoneuses, indiquant des processus de faible énergie. Les dépôts tendent à devenir plus grossiers à mesure que le temps passe. À partir de la fin du V^e millénaire av. n. è., les processus gagnent en énergie et sont parfois ravinants. Des chenaux en tresse peuvent s'être mis en place. Cette hypothèse est appuyée par le fait qu'à cette période, à May Weini et à Welwalo, des accumulations plus anciennes sont remobilisées, qu'il s'agisse de dépôts de versants ou de l'amont de la même vallée. Ainsi, des charbons datés du VI^e millénaire av. n. è. sont intercalés entre des unités datées du V^e millénaire av. n. è. : l'US07 à WWa (figure 5.20, page 253) et l'US 20 à MWb (figure 5.5, page 221). De telles perturbations n'ont pas été détectées à Gali Gade.

La coupe MAa est située à la fois au cœur du système et grossièrement au centre de la vallée de MAa, à mi-chemin entre l'amont et l'aval, dans une zone de replat topographique et d'élargissement de la vallée. Cette accumulation pose question. Sa base, antérieure à la fin du IV^e millénaire av. n. è. (mais non datée), est exceptionnellement grossière. La base de l'US qui coiffe ce dépôt très grossier a livré un âge de 3 968 - 3 800 av. n. è. Elle est ainsi contemporaine du sommet de l'accumulation de MWb, daté de 3 981 - 3 802 av. n. è. et légèrement antérieure à l'US04 de WWa (3 705 - 3 542 av. n. è.). Cependant, contrairement à l'US12 de MAa, les deux unités de MWb et WWa ne présentent pas d'accumulation aussi grossière sur une telle épaisseur. À MWb, elle est précédée d'une phase grossière constituée de graviers et grosses granules, mais sur une épaisseur bien plus réduite. À WWa, le charbon daté se trouve dans une passée de cailloutis, d'une épaisseur inférieure à 10 cm. Il y a globalement peu d'indices concernant le début du IV^e millénaire av. n. è. dans la région, et ceux-ci sont peu concordants. La comparaison avec d'autres sites ne permet pas vraiment d'expliquer cette accumulation très grossière. Des hypothèses ont été formulées (sous-section 5.1.2.4, page 228). À l'échelle de la zone d'étude, elles permettent d'envisager la présence de dépôts très antérieurs à ceux étudiés et datés jusqu'alors, ou la forte prégnance des dispositions locales, ayant conduit au dépôt de ces blocs. Ils évoquent en effet des conditions hydrologiques très différentes, avec des zones de fournitures - les versants et l'amont - très actives, qui pourraient s'expliquer par une forte sensibilité des versants due à la lithologie et/ou à la dégradation du couvert végétal. Le caractère roulé des particules indique néanmoins un transport sur une longue

distance (amont de la vallée). Elles peuvent avoir été mises en place par des écoulements très compétents, liés à la configuration topographique de la vallée et/ou à des conditions climatiques différentes. Ces blocs sont coiffés par une accumulation limoneuse qui indique une rupture dans les régimes d'écoulement et probablement aussi de précipitations. Ainsi, avant le début du IV^e millénaire av. n. è., la vallée de May Ayni semble avoir connu des flux de grande énergie, charriant des blocs de gros calibre sur de longues distances dans un chenal tressé.

Cette accumulation a aussi conservé les enregistrements les plus récents des sites de moyennes vallées (I^{er} - IV^e siècles de n. è.). Cette deuxième phase d'accumulation marque une rupture avec la précédente : les dépôts du début du I^{er} millénaire de n. è. indiquent des flux de faible énergie. L'accumulation n'est pas perturbée et le litage des sédiments peut être observé : il semble que les premiers temps de la période axoumite soient caractérisés par une absence de rupture stratigraphique. Des vestiges archéologiques d'implantation humaine durant l'époque axoumite ont été découverts sur le site de Wakarida, distant d'environ 300 m à vol d'oiseau (figure 5.1). Il est peu vraisemblable qu'une ville se soit développée à Wakarida sans production agricole associée. Le fait que la sédimentation, dans cette accumulation proche du site, ne révèle pas d'indices de mise en culture, permet de proposer l'hypothèse de terroirs proches des habitations, suivant le modèle développé par Blanc (2001) en Ardèche : là, comme dans le Tigray axoumite, l'habitat s'établit sur les points hauts (Benoist et Gajda, 2015 ; Gajda *et al.*, 2017). Tant que la densité de population le permet, les champs se développent à proximité immédiate de la maison, et ce n'est que sous la pression d'une démographie croissante que des espaces plus distants sont mis en culture. À l'époque axoumite, la pression démographique était moindre qu'elle ne l'est actuellement et la couverture pédologique sur les versants plus épaisse. Cela a pu favoriser le développement des cultures loin des fonds de vallées qui, de plus, étaient soumis à des écoulements plus réguliers qu'aujourd'hui (Blond *et al.*, 2018).

5.2.2 Chronologie des comblements sédimentaires dans les moyennes vallées

Les éléments de chronologie mis en place dans le chapitre 4 (sous-section 4.2.2, page 206) peuvent être précisés à la lumière des données enregistrées dans les moyennes vallées. La phase de dépôts fins correspondant à l'*African Humid Period* est particulièrement bien attestée à MWb, les accumulations limoneuses indiquant des écoulements de faible énergie sous un climat humide aux précipitations régulières, dans un contexte où le couvert végétal sur les versants limite la concentration des flux et donc leur érosivité. Ainsi, la base de MWb semble s'être mise en place durant l'intervalle humide identifié par Gillespie *et al.* (1983) vers 8 500 – 6 500 BP dans la vallée du Rift. De même, la base de l'US11 de WWa appartient à la toute fin de cette deuxième phase (6 440 ± 50 BP), tandis que

les dépôts supérieurs (sommet de l'US11 - US07) coïncident avec les âges de la troisième phase humide (vers 6 200 – 5 800 BP, Gillespie *et al.*, 1983). Les périodes de sédimentation plus grossière et d'inversions chronologiques de Welwalo (US04 - US01) et les US les plus grossières de MWb (US10c - US01) voire l'US12 de MAa - antérieure au IV^e millénaire av. n. è. - correspondent au passage à un climat plus aride identifié par Dramis *et al.* (2003) aux alentours de 5 500 – 4 000 BP.

Cette tendance à l'accumulation de dépôts de plus en plus grossiers s'observe aussi à Gali Gade, bien qu'ils soient datés d'une période correspondant à une phase humide, non à une phase sèche (entre $5\,955 \pm 30$ BP et $5\,415 \pm 30$ BP). Il semblerait ici qu'entrent plus fortement en jeu les conditions locales qui peuvent contrôler les processus d'érosion et de dépôt : taille du bassin versant, géologie, topographie, position au sein de l'hydrosystème ou végétation. Celles-ci peuvent aussi avoir joué à May Ayni, où le dépôt antérieur au IV^e millénaire av. n. è. ($5\,100 \pm 30$ BP) s'explique difficilement, dans la mesure où son âge précis n'est pas connu. Dans cette vallée large, où le bassin versant est assez étendu, des nappes caillouteuses ont pu se mettre en place à la fin de l'optimum humide (AHP), à moins qu'elles ne soient beaucoup plus anciennes ou plus récentes.

À May Ayni, l'absence d'information chronostratigraphique constatée entre le début du IV^e et le début du I^{er} millénaires av. n. è. peut s'expliquer en raisonnant par analogie avec ce que Berger *et al.* (2012) ou Garnier *et al.* (2015) signalent respectivement dans les bassins de l'Hadramaout et du Yamé. Il est possible que l'affirmation de climats plus secs après l'optimum humide africain ait conduit à une incision des accumulations alluviales antérieures, en changeant le rapport entre les débits liquides et les débits solides (Blond *et al.*, 2018). Les dépôts fins étudiés à MAa et compris entre le I^{er} et le IV^e siècles de n. è. correspondent à des écoulements de faible énergie dans des conditions de précipitations régulières et relativement abondantes. Celles-ci peuvent être rapprochées des pulsations humides identifiées par D'Andrea *et al.* (2008) et Fattovich (2010) durant la première moitié du I^{er} millénaire de n. è.

La terminaison de l'optimum humide africain diffère selon les régions et les auteurs : en Afrique de l'Ouest, où les travaux récents ont été les plus nombreux, Armitage *et al.* (2015) indiquent une fin brutale aux alentours de 5 000 BP, fin abrupte située par Collins *et al.* (2017) vers 5 800 – 4 800 BP, tandis que la transition, située entre 6 000 et 4 000 BP, est considérée par Hély *et al.* (2009) comme plus progressive à l'est qu'à l'ouest. De la même manière, Shanahan *et al.* (2015) mettent en évidence l'asynchronisme spatial de la fin de l'*African Humid Period*, plus précoce aux latitudes supratropicales que près de l'Équateur. En Afrique de l'Est, où les informations sont moins complètes, ces mêmes auteurs soulignent le fait que les contrôles climatiques sont plus complexes du fait de la proximité de l'Océan Indien et que les fluctuations climatiques pourraient s'écarter du modèle proposé pour l'ouest du continent. Pour Tierney *et al.* (2011) et Tierney *et*

deMenocal (2013), cet épisode finit de façon abrupte aux alentours de 5 500 BP, tandis que pour Liu *et al.* (2017), la fin est progressive, datée entre 5 500 et 3 500 BP. Pour Lézine *et al.* (2011), les décalages chronologiques entre les reconstitutions sont en partie tributaires de la nature des paléoindicateurs utilisés.

L'apport spécifique de la géomorphologie à ce débat est de pouvoir aider à détecter si les évolutions climatiques instaurent des ruptures, que pourraient signaler par exemple l'expression et la nature des processus morphogéniques (Lespez *et al.*, 2011, 2008). Dans le secteur étudié, d'après le cadre qui a déjà été proposé dans d'autres régions du Tigray, cette évolution vers des milieux plus secs peut avoir induit une relative ouverture du couvert végétal et une moindre protection des versants vis-à-vis de l'érosion hydrique. À la charnière 5 500 – 4 500 BP, des travaux signalent en effet, concomitamment à l'abaissement du niveau des lacs (Nyssen *et al.*, 2004), la fin de la turfigenèse dans des milieux humides (Dramis *et al.*, 2003), l'enfouissement de sols sous des apports détritiques et l'interruption de la pédogenèse (Machado *et al.*, 1998). Les séquences étudiées à Wakarida restent marquées par une accumulation de matériel majoritairement fin jusqu'à cette époque, et même au-delà, ce qui signale que les processus qui mettent en place ces remplissages sont la plupart du temps de faible énergie. Toutefois, la présence de passées plus grossières contenant des graviers ou de petits galets indique que des épisodes plus compétents sont alors intervenus de façon sporadique. Ceci peut suggérer une sensibilité accrue des bassins versants vis-à-vis de l'érosion hydrique. En revanche, la continuité du remblaiement sur la longue durée exclurait *a priori* un couvert végétal très clairsemé de milieu sec et les conditions d'écoulement qui lui sont généralement associées : des temps de concentration plus courts, des flux compétents et, par conséquent, des facteurs plutôt favorables à l'incision dans les chenaux dans la mesure où les débits liquides peuvent être relativement augmentés par rapport aux débits solides (Garnier *et al.*, 2015). Dans leur état actuel, nos observations iraient donc plutôt dans le sens d'auteurs (Hély *et al.*, 2009 ; Liu *et al.*, 2017 ; Shanahan *et al.*, 2015) qui considèrent que ces changements ont été progressifs et que le climat est resté encore humide jusqu'au III^e millénaire av. n. è. lorsqu'intervient le véritable tournant vers des conditions plus sèches (Gebru *et al.*, 2009).

Il est également éclairant d'établir un parallèle avec les remblaiements alluviaux limoneux des wadis de l'Hadramaout (Yémen), proches du Tigray oriental (environ 1 000 km à l'est) et soumis au même balancement saisonnier de la mousson de l'Océan Indien. Berger *et al.* (2012) montrent que l'aggradation y domine jusque vers 5 200 BP, avant que s'instaure une phase d'incision. Jusqu'à 6 800 BP, l'alluvionnement se fait dans des conditions réductrices et propices à la cimentation, que les auteurs attribuent au maintien d'une nappe alluviale à des niveaux élevés. Les sédiments bruns à jaunes qui coiffent cette unité sont marqués par des phases d'instabilité latérale des chenaux dans un régime d'aggradation. Les étapes que nous observons à Damhalle sont très comparables, mais les

datations suggèrent que les changements environnementaux ont été un peu plus tardifs dans le Tigray. D'autre part, bien que l'on n'ait pour l'heure aucune preuve archéologique de mise en culture ou d'occupation de ce territoire à la fin de l'Holocène Moyen, il ne faut pas exclure que de premiers défrichements aient pu jouer leur rôle assez tôt dans les bassins versants étudiés. L'apparition d'épisodes détritiques plus compétents peut en effet être liée à des ouvertures anthropiques pratiquées dans le couvert végétal, à la disparition des horizons supérieurs du sol et à une meilleure connectivité entre les surfaces productrices de sédiments et les fonds de vallée. Les phénomènes qui ont été signalés peuvent coïncider avec une augmentation de la pression anthropique (déforestation, mise en culture) que de nombreux auteurs ont mise en évidence dans le Tigray (Bard *et al.*, 2000 ; Berakhi *et al.*, 1998 ; Darbyshire *et al.*, 2003 ; Gebru *et al.*, 2009). On peut dès lors interpréter les dépôts anciens (VI^e – III^e millénaires av. n. è.) comme les indices d'une empreinte légère de populations nomades ou semi-nomades, ou de quasi-sédentaires avec des cultures mobiles, durant le début et le milieu de l'Holocène, combinée aux évolutions environnementales de cette période.

CONCLUSION

Les analyses des enregistrements sédimentaires dans les moyennes vallées autour de Wakarida ont montré que les processus étaient moins homogènes que dans les parties amont (chapitre 4). Les indices chronologiques y embrassent aussi un pas de temps plus concentré, du VII^e au IV^e millénaires av. n. è. et la première moitié du I^{er} millénaire de n. è. Dans l'ensemble, chaque coupe couvre une faible extension chronologique (trois millénaires au plus), à l'exception de MAa. Enfin, les tronçons intermédiaires des vallées semblent aussi avoir été plus sensibles que les amonts à l'influence des conditions locales.

Dans les moyennes vallées, les dépôts sédimentaires sont souvent plus fins qu'à l'amont, comme l'a montré la comparaison de MWb avec MWc. Toutefois, dans les grandes vallées comme May Ayni ou Welwalo, des traces d'écoulements très compétents dans des chenaux tressés ont été retrouvées.

L'étude chronostratigraphique de ces dépôts confirme les éléments chronologiques mis en place dans le chapitre 4. Les moyennes vallées ont aussi enregistré une ambiance plus humide durant l'*African Humid Period*, avec quelques variations locales. À Gali Gade par exemple, l'augmentation de la taille des particules au fil du V^e millénaire av. n. è. peut être due à l'épuisement progressif des horizons supérieurs des formations superficielles sur les versants de ce bassin réduit, concourant à la mobilisation de particules de plus en plus grosses. Les indices recueillis dans les chapitres 4 et 5 tendent à montrer qu'en Afrique de l'Est, cet optimum humide connaît une fin progressive à partir du III^e millénaire av. n. è. (Blond *et al.*, 2018). Durant la phase d'assèchement qui suit la fin de l'AHP, les enregis-

tremements de la partie supérieure de MAa suggèrent qu'une courte phase humide intervient dans la première moitié du I^{er} millénaire de n. è., comme à d'autres endroits du Tigray (D'Andrea *et al.*, 2008 ; Fattovich, 2010). L'absence d'indication, dans ces dépôts de fond de vallées, de la présence humaine détectée dans les vestiges archéologiques découverts sur les points hauts, semble indiquer que durant la période axoumite, l'agriculture s'effectue à proximité des habitats, sur les versants, et non dans les vallées, probablement occupées par des écoulements plus abondants et réguliers que de nos jours.

Les éléments chronostratigraphiques des périodes plus récentes et les indices d'occupation humaine sont quasiment absents des parties amont et intermédiaires des vallées. Ils sont donc à chercher dans les parties distales, étudiées dans le chapitre 6 grâce aux sites de la vallée d'Ambare.

Chapitre 6

Les sites d'aval : la vallée d'Ambare

Et puis, pour le voyageur, il y a la joie de la découverte, les problèmes s'éclairant peu à peu, les secrets du passé géologique ou humain arrachés un à un, par bribes, à un pays qui sait les défendre, la joie de pouvoir, fût-ce dans la mesure la plus modeste, faire avancer l'étude scientifique [...]

Monod, 2002, p. 306

Sommaire

| | |
|--|------------|
| Introduction | 263 |
| 6.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique de la vallée d'Ambare | 264 |
| 6.1.1 La coupe AMa | 266 |
| 6.1.2 La coupe AMb | 280 |
| 6.2 Processus et chronologies des comblements à l'aval des vallées | 293 |
| 6.2.1 Processus de comblements des parties distales des vallées | 293 |
| 6.2.2 Les colmatages des parties aval dans la chronologie de la zone d'étude | 298 |
| Conclusion | 300 |

INTRODUCTION

Ce dernier chapitre traite des enregistrements sédimentaires situés à l'aval des vallées. Il s'agit en particulier des coupes situées dans la vallée d'Ambare (figure 6.1).

Ces enregistrements sont situés dans la partie nord de la zone d'étude, et vers l'aval du système. Ils appartiennent au « groupe 3 ». Les âges sont compris entre le début de notre ère et le XVII^e siècle. Ils couvrent l'ensemble de la période axoumite (Fattovich, 2010), la période post-axoumite et les dynasties Zagwé et salomonide (Finneran, 2007).

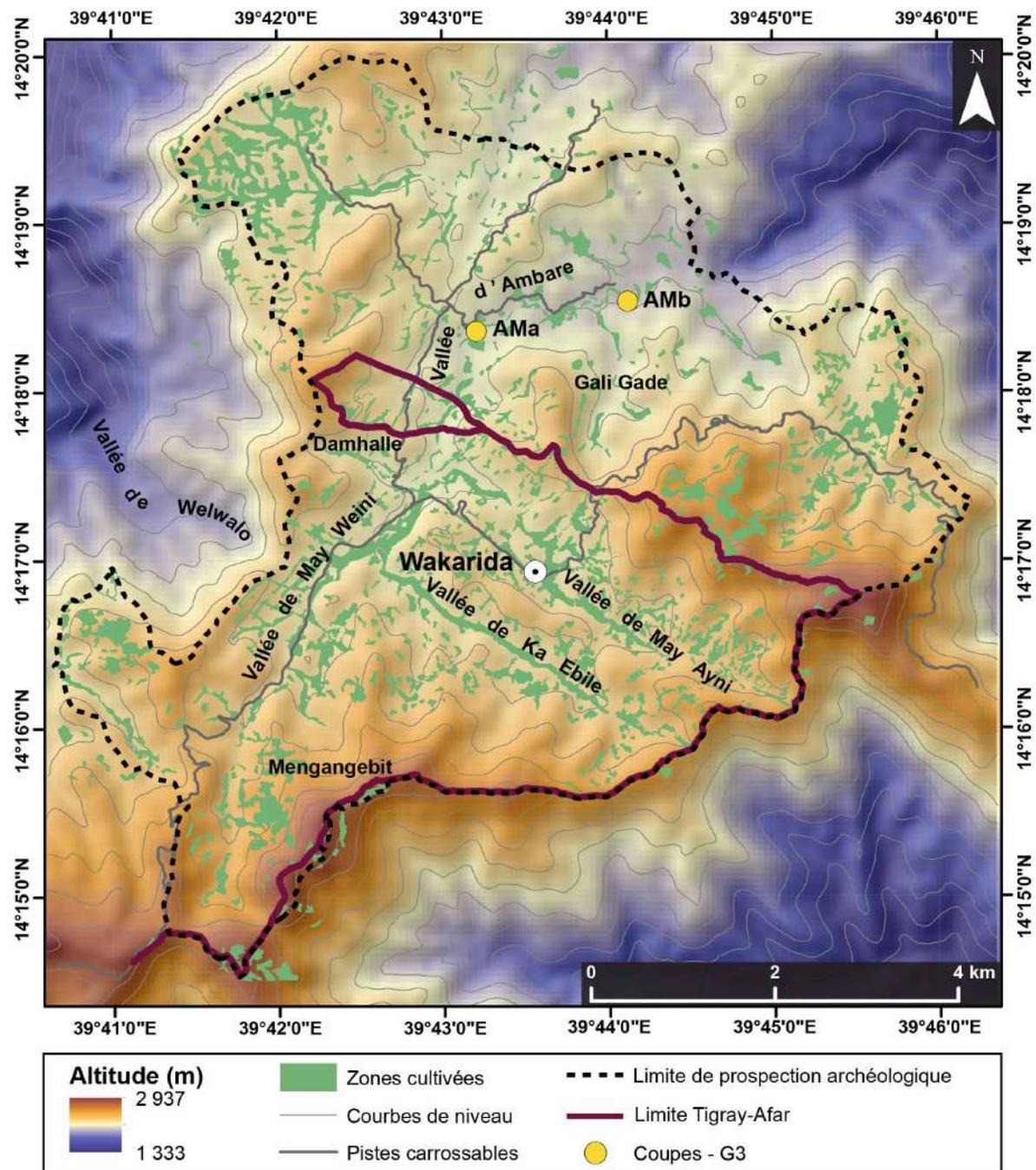


FIGURE 6.1 – Carte des coupes étudiées à l’aval (« groupe 3 »). Altitude d’après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

6.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique de la vallée d’Ambare

Comme pour les sections 4.1 et 5.1, les résultats sédimentologiques sont présentés coupe par coupe. L’aspect général du site et de la coupe est décrit en premier, puis la texture (granulométrie par tamisage) est analysée et complétée par des analyses granulométriques

(granulométrie laser) et des taux de matière organique et de carbonates de calcium. Quand des échantillons de charbon ont été prélevés et datés, les âges et leur analyse sont présentés. De même, s'il y a lieu, une analyse anthracologique vient compléter ces informations chronologiques. Enfin, l'ensemble est rassemblé dans une synthèse sédimentaire qui permet de faire de premières interprétations pour chacune des coupes.

À Ambare, il s'agit de deux coupes longues de plus d'une dizaine de mètres, en rive droite, parallèles au sens d'écoulement. AMa se trouve à l'amont d'AMb, à environ 1 700 m de distance à vol d'oiseau. AMb se trouve à l'aval, peu après la confluence avec un thalweg drainant un bassin versant de plusieurs dizaines d'hectares (figure 6.1). Ces deux coupes ont été dégagées par l'érosion latérale dans des comblements sédimentaires colluvio-alluviaux de fond de vallée. La nappe alluviale affleure en certains points, marqués par de petites étendues d'eau stagnante. C'est une vallée assez étroite, qui termine en gorge à environ 900 m à vol d'oiseau à l'aval d'AMb (figure 6.2).

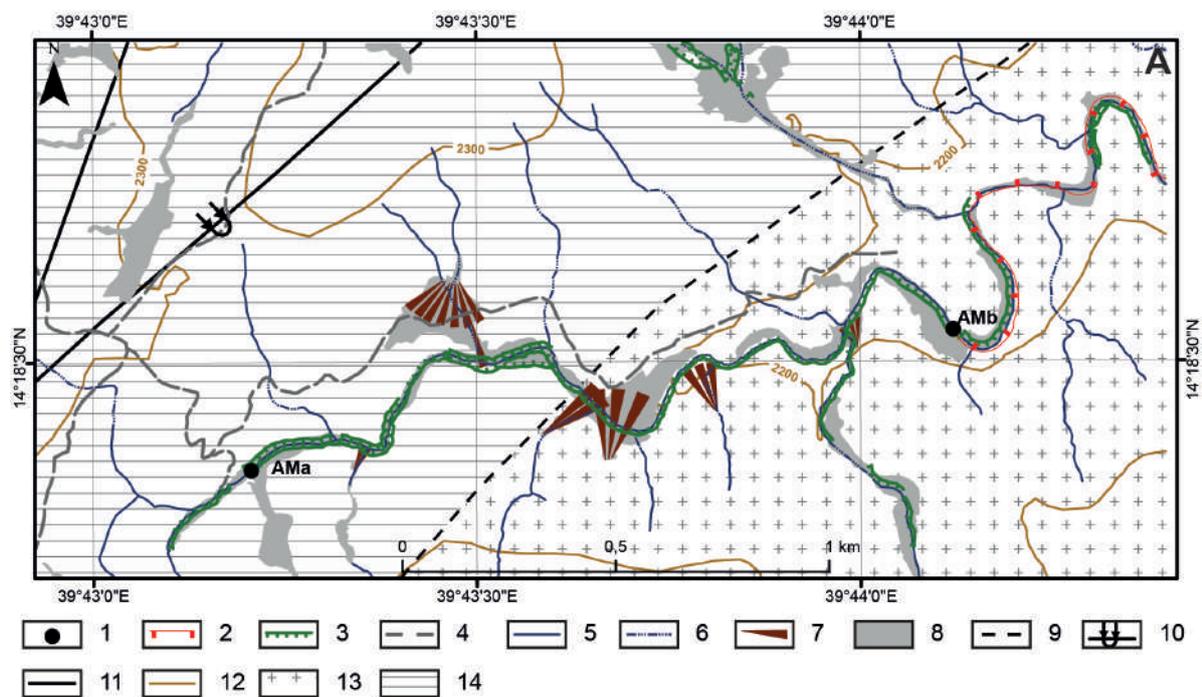


FIGURE 6.2 – Carton géomorphologique de la vallée d'Ambare et ses alentours. 1. Coupes étudiées ; 2. Escarpements ; 3. Rebord de terrasses alluviales ; 4. Pistes ; 5. Cours d'eau secondaires ; 6. Axes de drainage ; 7. Cônes ; 8. Remblaiement colluvial ou alluvial ; 9. Failles normales (approximatives ou inférées) ; 10. Synclinal déjeté ; 11. Failles normales ; 12. Courbes de niveau (équidistance 100 m) ; 13. Groupe de Tsaliet (roches volcaniques, sédimentaires et métamorphiques protérozoïques) ; 14. Formation de Didikama (ardoise et dolomite protérozoïques). Géologie d'après Kazmin (1976).

6.1.1 La coupe AMa

La coupe d'AMa est la plus à l'amont des deux. Elle est située à l'amorce d'une convexité de méandre de faible courbure. Une partie de la convexité est liée à la présence d'un dépôt sédimentaire provenant du comblement d'un affluent de rive droite de la vallée principale et qui forme un petit cône détritique (figure 6.2). Celui-ci se confond avec les comblements qui occupent une grande partie du fond de la vallée et sont entaillés par l'érosion latérale (figure 6.2).

La coupe AMa est située juste à l'aval d'une confluence en rive gauche, qui a probablement contribué à éroder le matériel de ce côté de la vallée : juste avant la confluence, un barrage moderne ferme la vallée d'une rive à l'autre, en s'appuyant sur le versant rocheux en rive gauche. Selon les images satellitaires disponibles sur Google Earth, la vallée a été fermée entre le 24 février 2012 (ouvrage partiel ou détruit) et le 24 octobre 2013 (barrage complet et rempli). Il forme, du moins durant une partie de l'année, un plan d'eau qui permet probablement d'irriguer les cultures d'aval tout en limitant les effets de l'érosion dans le fond de vallée.



FIGURE 6.3 – Site d'AMa. La coupe étudiée se trouve à droite de la photo, dans la partie à l'ombre. *Cliché : N. Blond, 2015.*

Celui-ci est en effet largement entaillé de nos jours : le *bedrock* apparaît en certains endroits, à environ 200 m à l'aval d'AMa. L'accumulation sédimentaire est entaillée par l'incision de la vallée principale (figure 6.3). L'incision est profonde, de l'ordre de 3 à 4 m : à certains endroits, elle atteint le lit rocheux et/ou l'inféroflux. La présence d'eau est aussi trahie par l'humidité visible au pied de la coupe (figure 6.3). La vallée à cet endroit est

assez étroite. La rive gauche est rocheuse, le versant est presque entièrement débarrassé de tout vestige d'accumulation sédimentaire.

6.1.1.1 Aspect général et description de la coupe AMa

La coupe AMa mesure 400 cm. Elle est majoritairement de couleur beige et brun clair, à l'exception de sa base qui est plus sombre (gris clair et gris bleuté). D'aspect, il s'agit d'un dépôt homogène, limoneux, entrecoupé de quelques passées plus grossières, sableuses ou gravillonneuses (figure 6.3). Les unités stratigraphiques présentent un litage horizontal à subhorizontal. Dans ce secteur, le *bedrock* n'a pas été atteint, mais les pointements rocheux visibles çà et là dans le fond de la vallée indiquent qu'il n'était pas très loin. La base de la coupe est composée d'une unité grossière à blocs et galets. À AMa, les unités ont été décrites du bas vers le haut, la numérotation suit donc un ordre inverse de la description, présentée du haut vers le bas :

- L'US16 est une unité limoneuse remaniée par les labours de couleur brune ;
- L'US15 correspond à un dépôt limoneux plutôt meuble. De l'US15 à l'US07 comprise les sédiments sont de couleur beige ;
- L'US14 est une passée de granules dans une matrice limoneuse ;
- L'US13 est composée de limons fins ;
- L'US12 est, comme l'US14, une passée de granules dans une matrice limoneuse ;
- L'US11 se compose de limons fins ;
- L'US10 est une unité de granules et graviers roulés dans une matrice limoneuse ;
- L'US09 est composée de limons avec quelques passées de sables grossiers ou petits graviers ;
- L'US08 correspond à une passée caillouteuse ravinante ;
- L'US07 est un niveau limoneux avec quelques passées de sables grossiers et petits graviers anguleux ;
- L'US06 est une unité limoneuse beige clair avec quelques passées de sables grossiers ;
- L'US05 est un dépôt limoneux avec des passées plus grossières, de couleur beige ;
- L'US04 est une unité sableuse de couleur brune ;
- L'US03 est une unité limoneuse de couleur brune à son sommet, grise à sa base, avec une passée de petites granules ;
- L'US02 correspond à un niveau de limons gris foncé ;
- L'US01 est composée de blocs et galets hétérogènes dans une matrice gris foncé.

Dans la continuité de cette accumulation, quelques mètres à l'aval de la coupe, le remplissage est aussi disséqué et accessible (figure 6.4). On a pu y observer des lentilles

de matériel plus grossier (cailloutis, galets, graviers). Celles-ci semblent indiquer la formation de chenaux dans un dépôt antérieur, causée par des écoulements en tresse. Ces chenaux ont ensuite été comblés par du matériel grossier, non lité, déposé en suivant la microtopographie du fond du vallon. L’organisation de ces dépôts indique qu’ils sont d’origine alluviale, plutôt que colluviale. Ces lentilles ont perturbé l’horizontalité des dépôts supérieurs, qui en ont suivi le bombement. Le litage redevient horizontal par la suite (figure 6.4).



FIGURE 6.4 – Vue des dépôts et des lentilles grossières à l’aval de la coupe AMa. *Cliché : N. Blond, 2015.*

6.1.1.2 Texture

Pour respecter la numérotation effectuée sur le terrain, les échantillons et les US sont numérotés de bas en haut. C’est-à-dire que l’US01 est l’unité stratigraphique qui constitue la base de l’accumulation et que l’US16 est l’unité sommitale. De même, avec les échantillons, AMa01 se trouve vers la base et AMa16 vers le sommet.

Dans l’ensemble, la texture de la coupe AMa est assez fine, limoneuse ou sableuse. Les taux de fines ($< 63 \mu\text{m}$) vont de 8,4 à 67,5 %. C’est la fraction sableuse qui est majoritaire. Elle est la fraction principale de neuf des quinze échantillons de la coupe et représente entre 16,7 et 74,7 % de la fraction totale, des taux supérieurs à ceux de la fraction limoneuse (tableau 6.1). La fraction grossière représente entre 0,3 et 72,5 % des échantillons analysés (tableau 6.1).

Un échantillon fait figure d’exception en ce qu’il est majoritairement grossier : AMa13.

Sa fraction grossière (> 2 mm) représente en effet 72,5 % de la fraction totale, avec 62,7 % pour la classe supérieure à 10 mm (tableau 6.1). Cette proportion s'explique aussi assez facilement par le fait qu'au-delà de 10 mm, les éléments sont généralement assez volumineux, entraînant une masse très importante, même si le nombre de particules concernées est réduit.

| Éch. | US | $\leq 63 \mu\text{m}$ (%) | $63 < t \leq 500 \mu\text{m}$ (%) | $500 \mu\text{m} < t \leq 2 \text{ mm}$ (%) | $2 < t \leq 10 \text{ mm}$ (%) | $t > 10 \text{ mm}$ (%) |
|-------|------|------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------|
| AMa16 | US15 | 35,4 | 39,9 | 15,3 | 9,4 | 0,0 |
| AMa15 | US13 | 66,1 | 26,6 | 6,6 | 0,7 | 0,0 |
| AMa14 | US11 | 54,4 | 38,5 | 6,7 | 0,4 | 0,0 |
| AMa13 | US10 | 10,8 | 9,5 | 7,2 | 9,8 | 62,7 |
| AMa12 | US09 | 30,4 | 41,3 | 21,6 | 6,7 | 0,0 |
| AMa11 | US07 | 67,5 | 27,8 | 4,3 | 0,4 | 0,0 |
| AMa10 | US07 | 29,5 | 67,1 | 3,0 | 0,3 | 0,0 |
| AMa09 | US07 | 17,6 | 49,1 | 25,6 | 7,7 | 0,0 |
| AMa08 | US06 | 52,6 | 34,7 | 8,4 | 4,2 | 0,0 |
| AMa07 | US05 | 33,2 | 62,8 | 3,6 | 0,4 | 0,0 |
| AMa06 | US05 | 29,2 | 42,6 | 22,0 | 6,1 | 0,0 |
| AMa05 | US05 | 44,9 | 38,6 | 14,0 | 2,5 | 0,0 |
| AMa04 | US04 | 8,4 | 25,0 | 46,6 | 20,0 | 0,0 |
| AMa03 | US03 | 46,1 | 43,5 | 5,5 | 4,9 | 0,0 |
| AMa01 | US02 | 57,5 | 33,4 | 7,0 | 2,1 | 0,0 |

TABLEAU 6.1 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe AMa (site d'Ambare).

Cette accumulation, majoritairement sableuse et plutôt homogène, apparaît difficile à diviser en grandes phases ou tendances.

6.1.1.3 Granulométrie laser

La granulométrie laser indique aussi une certaine homogénéité des particules de taille inférieure à 1,6 mm. Comme le montre la figure 6.5, les échantillons se classent dans les limons, plus ou moins sableux (tableau 6.2). La proportion de fines est comprise entre 43,8 et 77,3 %. Les taux de sables s'étendent de 22,7 à 55,6 %. En comparaison avec la texture (tableau 6.1), la granulométrie laser montre une fraction grossière absente, ce qui est dû au tamisage à 1,6 mm, mais aussi à l'importance de la fraction fine.

L'ensemble des échantillons de la coupe AMa est bimodal. Dix des modes principaux sur les quinze appartiennent aux limons (entre 14,16 et 28,25 μm). Les autres modes principaux correspondent aux sables, qu'ils soient fins ou grossiers. Les modes secondaires sont majoritairement sableux (sables fins et grossiers) pour dix échantillons, les cinq autres ayant un mode limoneux.

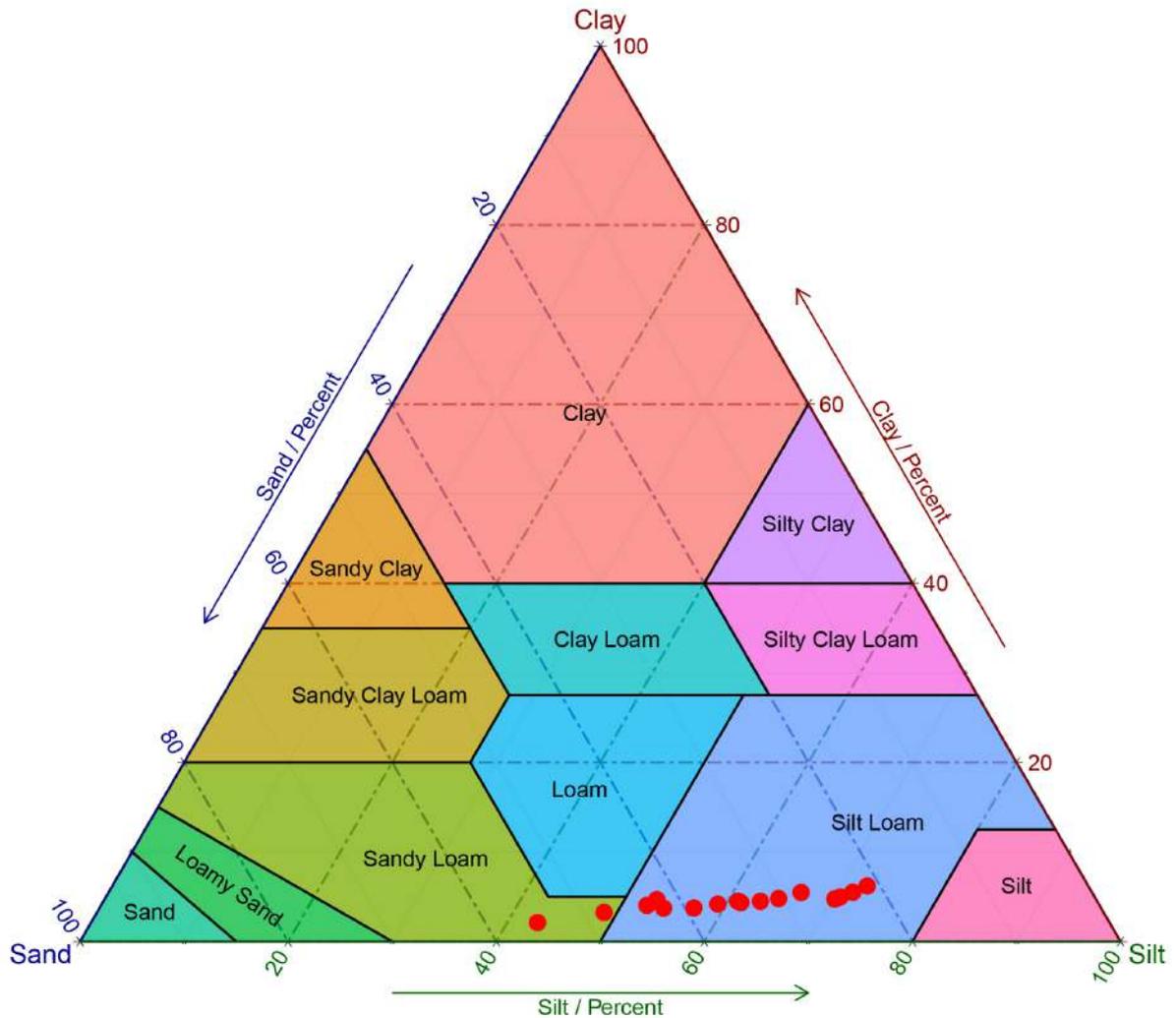


FIGURE 6.5 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe AMa, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquets ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. Un point représente un échantillon. Réalisation : N. Blond, 2018.

| Éch. | Modes (µm) | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|------------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| AMa16 | 514,1 | 21,43 | 513,5 | 0,0 % | 45,1 % | 54,9 % | 4,25 | Limon grossier - sable moyen |
| AMa15 | 14,16 | 514,1 | 248,5 | 0,0 % | 24,6 % | 75,4 % | 2 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa14 | 14,16 | 447,7 | 383,4 | 0,0 % | 29,3 % | 70,7 % | 0,25 | Limon moyen - sable moyen |
| AMa13 | 16,26 | 514,1 | 327,4 | 0,0 % | 26,6 % | 73,4 % | 30,5 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa12 | 514,1 | 16,26 | 611,6 | 0,0 % | 43,4 % | 56,6 % | 7,125 | Limon grossier- sable grossier |
| AMa11 | 16,26 | 514,1 | 244,1 | 0,0 % | 22,7 % | 77,3 % | 1,25 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa10 | 339,7 | 16,26 | 419,0 | 0,0 % | 43,6 % | 56,4 % | | Limon grossier - sable moyen |
| AMa09 | 514,1 | 21,43 | 589,7 | 0,0 % | 49,6 % | 50,4 % | 8,125 | Limon grossier- sable moyen |
| AMa08 | 28,25 | 514,1 | 370,7 | 0,0 % | 36,7 % | 63,3 % | 3 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa07 | 14,16 | 97,96 | 243,7 | 0,0 % | 34,2 % | 65,8 % | | Limon moyen - sable très fin |
| AMa06 | 24,61 | 514,1 | 431,8 | 0,0 % | 36,1 % | 63,9 % | 19,5 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa05 | 21,43 | 590,2 | 546,3 | 0,0 % | 38,2 % | 61,8 % | 2,25 | Limon grossier - sable grossier |
| AMa04 | 778,1 | 24,61 | 1071,0 | 0,6 % | 55,6 % | 43,8 % | 11,25 | Sable limoneux grossier - gravier fin |
| AMa03 | 21,43 | 514,1 | 294,3 | 0,0 % | 26,1 % | 73,9 % | 2,375 | Limon grossier - sable très fin |
| AMa01 | 18,67 | 514,1 | 299,4 | 0,0 % | 32,1 % | 67,9 % | 1,25 | Limon grossier - sable très fin |

TABEAU 6.2 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe AMa (site d'Ambare). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

6.1.1.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques tendent à faire ressortir le caractère assez homogène des échantillons de la coupe AMa et l'exception que constitue l'échantillon AMa04 (tableau 6.3). Les tailles moyennes d'échantillons sont en effet toutes inférieures à 63 μm , sauf AMa04 (105, 89 μm).

Dans l'ensemble, les échantillons sont tous très mal classés (tableau 6.3). Sur quinze, dix présentent une asymétrie négative, les cinq autres étant symétriques. La forme des courbes se répartit entre mésokurtique, platykurtique et leptokurtique, sans que cela permette de délimiter des groupes.

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|------|---------|--------|---------------------------------------|-----|------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| AMa16 | 49,56 | 5,78 | -0,19 | 2,19 | LTG | TMC | Sym. | Platykurtique |
| AMa15 | 23,23 | 4,73 | 0,24 | 2,67 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMa14 | 27,28 | 5,44 | 0,22 | 2,32 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMa13 | 25,94 | 4,93 | 0,29 | 2,60 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMa12 | 51,00 | 6,38 | -0,06 | 1,97 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMa11 | 21,93 | 4,77 | 0,27 | 2,76 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| AMa10 | 43,12 | 5,73 | -0,21 | 2,11 | LTG | TMC | Sym. | Platykurtique |
| AMa09 | 60,92 | 5,84 | -0,26 | 2,18 | STF | TMC | Sym. | Platykurtique |
| AMa08 | 36,24 | 5,06 | -0,07 | 2,47 | LTG | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| AMa07 | 29,40 | 4,79 | -0,01 | 2,32 | LG | TMC | Sym. | Platykurtique |
| AMa06 | 44,43 | 5,54 | -0,08 | 2,20 | LTG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMa05 | 41,94 | 5,91 | 0,03 | 2,15 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMa04 | 105,89 | 7,16 | -0,30 | 1,88 | STF | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMa03 | 26,40 | 4,74 | 0,19 | 2,65 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| AMa01 | 30,00 | 4,92 | 0,05 | 2,43 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |

TABLEAU 6.3 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe AMa (site d'Ambare). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

6.1.1.5 Matière organique et carbonates de calcium

À AMa, les taux de matière organique sont compris entre 1,86 et 5,75 % et les taux de carbonates de calcium entre 1,14 et 4,68 % (tableau 6.4). Les taux de matière organique sont assez faibles, notamment en comparaison avec d'autres coupes comme celles de Ka Ebile (sous-section 4.1.3, page 157 *sq.*), de May Weini (sous-section 5.1.1, page 213 *sq.*) ou de Damhalle (sous-section 4.1.4, page 190 *sq.*). Les taux de carbonates de calcium sont, eux, assez proches de ceux de Damhalle, c'est-à-dire dans une moyenne haute par rapport à l'ensemble des autres coupes.

La proportion de matière organique ne suit pas de tendance. Au contraire, elle augmente ou baisse d'un échantillon à l'autre, voire de deux échantillons en deux échantillons (tableau 6.4). On peut en revanche noter que les échantillons pour lesquels les taux de matière organique sont assez bas correspondent à ceux pour lesquels la texture est grossière (tableau 6.1) et la granulométrie plutôt sableuse (tableau 6.2).

De la même façon, on n'observe pas vraiment de tendance dans l'évolution des carbonates de calcium. Le « pic » de 4,68 %, qui correspond à l'échantillon AMa13, coïncide avec le pic de fraction grossière dans la texture (72,5 %, voir tableau 6.1).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|------|-------|------------------|-------------------------------|
| AMa | US15 | AMa16 | 3,20 | 1,33 |
| | US13 | AMa15 | 4,81 | 3,27 |
| | US11 | AMa14 | 4,60 | 4,20 |
| | US10 | AMa13 | 3,54 | 4,68 |
| | US09 | AMa12 | 4,21 | 2,14 |
| | US07 | AMa11 | 5,36 | 2,41 |
| | US07 | AMa10 | 3,41 | 1,34 |
| | US07 | AMa09 | 2,27 | 1,20 |
| | US06 | AMa08 | 4,68 | 1,14 |
| | US05 | AMa07 | 5,75 | 1,60 |
| | US05 | AMa06 | 3,41 | 1,34 |
| | US05 | AMa05 | 3,81 | 2,01 |
| | US04 | AMa04 | 1,86 | 1,46 |
| | US03 | AMa03 | 3,94 | 1,87 |
| | US02 | AMa01 | 3,55 | 2,35 |

TABLEAU 6.4 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe AMa (Ambare).

6.1.1.6 Âges

Dans le tableau 6.5, les âges sont présentés dans l'ordre du relevé sur le terrain (le haut de la coupe en premier), ce qui explique que les numéros d'échantillons et d'US sont décroissants. À AMa, on observe de nombreuses inversions chronologiques, qui indiquent que les charbons ont été largement remaniés. Pour faciliter la compréhension et l'interprétation de ces résultats, des groupes de dates cohérents ont été formés. Ils permettent d'identifier des phases dans la sédimentation :

Groupe 1 : il comprend les US01 et US02. Un seul charbon a été daté dans ce groupe : 1 030 - 1 189 de n. è. (tableau 6.5) ;

Groupe 2 : il recoupe les US03 à US06. Les âges sont compris entre 1 415 – 1 479 de n. è. et 1 256 – 1 385 de n. è., avec un jalon intermédiaire daté de 1 311 – 1 434 de n. è. Cette succession du XV^e aux XII^e – XIV^e siècles de n. è. semble correspondre à une inversion chronologique ;

Groupe 3 : il s’étend du sommet de l’US06 à l’US07. Cette phase est encadrée par deux dates qui semblent attester une seconde phase d’inversion chronologique : 1 446 – 1 633 de n. è. et 695 – 937 de n. è. ;

Groupe 4 : il concerne les US11 à US13. On y trouve deux âges, très proches de ceux des US précédemment évoquées (tableau 6.5) : 1 265 – 1 388 de n. è. (US11, voir bas de l’US06) et 1 446 – 1 633 de n. è. (US13, voir sommet de l’US06).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|------|-----------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US13 | AMa15ch | 70 cm | Lyon-13957 | 375 ± 30 BP | 1 446 - 1 633 ap. J.-C. |
| US11 | AMa14ch | 105 cm | Lyon-13956 | 690 ± 30 BP | 1 256 - 1 388 ap. J.-C. |
| US07 | AMa10ch | 210 cm | Lyon-13955 | 1205 ± 30 BP | 695 - 937 ap. J.-C. |
| US06 | AMa09ch | 240 cm | Lyon-13954 | 375 ± 30 BP | 1 446 - 1 633 ap. J.-C. |
| US06 | AMa08ch | 260 cm | Lyon-13953 | 710 ± 30 BP | 1 256 - 1 385 ap. J.-C. |
| US05 | AMa06ch | 300 cm | Lyon-13952 | 550 ± 30 BP | 1 311 - 1 434 ap. J.-C. |
| US03 | AMa02ch | 350 cm | Lyon-13951 | 450 ± 30 BP | 1 415 - 1 479 ap. J.-C. |
| US02 | AMa01ch | 375 cm | Lyon-13530 | 915 ± 30 BP | 1 030 - 1 189 ap. J.-C. |

TABLEAU 6.5 – Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe AMa.

Les US08 à US10 ne peuvent être incluses dans aucune phase car on ne connaît pas leur âge. Il en va de même pour les US14 à US16.

6.1.1.7 Analyses anthracologiques

Les analyses anthracologiques ont été effectuées sur cinq échantillons : quatre sont des charbons et le cinquième est un tégument de graine indéterminée (Bouchaud, 2019). Dans cette coupe, les échantillons ont pu être identifiés plus précisément que dans les autres, au rang du genre, probablement du fait de leur âge plus récent, garant d’une meilleure conservation.

Pour les quatre charbons (AMa02ch, AMa06ch, AMa09ch et AMa15ch), un total de vingt fragments a été étudié. La majorité des identifications renvoie au genre *Juniperus* sp. (16/20). Selon Ch. Bouchaud (2019), la seule espèce de genévrier que l’on rencontre dans le Tigray est *Juniperus procera* (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007 ; Friis *et al.*, 2010), une espèce de taille moyenne qui peut atteindre 20 à 25 m, exceptionnellement 40 m, avec un tronc d’environ 1,5 à 2 m de diamètre (Farjon, 2005). Il s’agit d’une des espèces dominantes des forêts sempervirentes d’Éthiopie et des formations d’Éricacées

entre 1 200 et 3 500 m d'altitude, qui peut survivre dans des conditions sèches (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007). Sa durée de vie est d'environ 50 ans¹. Le bois de cette espèce est abondamment utilisé pour la menuiserie ou la construction (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007 ; Maydell, 1990 ; Ruffo *et al.*, 2002). Elle est aussi employée en médecine traditionnelle (Ruffo *et al.*, 2002) ou pour ses huiles essentielles.

Un fragment de l'échantillon AMa06ch a aussi été identifié comme appartenant potentiellement à un pin (*cf. Pinus sp.*), ce qui soulève des interrogations, car il ne fait pas partie des espèces tropicales et sub-tropicales africaines (Bouchaud, 2019). Il pourrait indiquer une introduction, mais l'identification reste à confirmer. Si des traces d'importation sont connues en Égypte (Bouchaud *et al.*, 2018), pour l'heure, aucun indice de tels échanges n'est connu ou étudié en Éthiopie (Bouchaud, 2019). Si l'identification était confirmée, il serait intéressant de questionner l'importation d'un tel bois en Éthiopie.

Enfin, trois fragments de l'échantillon AMa15ch ont été identifiés par Ch. Bouchaud (2019) comme appartenant potentiellement au genre *Juniperus* ou *Podocarpus*. Selon Bekele-Tesemma et Tengnäs (2007) et Friis *et al.* (2010), la seule espèce de *Podocarpus* qu'on trouve dans le nord-est du Tigray est *Podocarpus falcatus* (ou *Afrocarpus falcatus*), un conifère de 45 à 60 m de haut² (Farjon, 2005), qui pousse dans de basses forêts semi-humides, entre 1 400 et 2 900 m d'altitude (Friis *et al.*, 2010). Ses fruits sont consommés, ses graines et son écorce utilisées en médecine traditionnelle et son bois sert de combustible ou de bois de construction (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007). Néanmoins, contrairement au genévrier, c'est un matériau de construction peu durable bien qu'un bon combustible (Teklay *et al.*, 2014).

6.1.1.8 Synthèse sédimentologique

La synthèse sédimentologique reprend les quatre groupes de dates décrits dans la sous-section 6.1.1.6. Les US10 à US08, non datées et non intégrées à la description chronologique, forment un cinquième groupe, et les US16 à US14 un sixième. La synthèse est effectuée, comme pour les autres coupes, du bas vers le haut, dans le sens de la sédimentation. L'ensemble des éléments de synthèse est regroupé sur le log (figure 6.6) et détaillé en Annexes, dans le tableau C.10, section C, page 554 :

De l'US01 à l'US02 un seul charbon date cette phase : 1 030 – 1 189 de n. è., âge que l'on retrouve à AMb (voir plus loin). Il se situe dans une unité limoneuse qui coiffe une US très grossière, dont la matrice est de couleur gris bleuté. Cette phase basale est donc caractérisée par un dépôt grossier suivi par un dépôt plus fin, entre le XI^e et le XII^e siècles de n. è. (figure 6.6) ;

1. <https://www.iucnredlist.org/species/33217/2835242#conservation-actions>

2. Pour cette espèce comme pour *Juniperus procera* (cité au paragraphe précédent), il s'agit de tailles maximales, les individus rencontrés pouvant être plus petits.

De l’US03 à l’US06 ce groupe est encadré par des âges compris entre 1 256 – 1 385 de n. è. et 1 415 – 1 479 de n. è. Un jalon intermédiaire, daté de 1 311 – 1 434 de n. è., est situé à peu près à mi-chemin des deux précédents. Cette succession du XV^e aux XII^e – XIV^e siècles de n. è. correspond à une inversion chronologique. Elle recoupe la transition, dans la stratigraphie, d’un matériau fin de couleur gris clair à des unités plus grossières, de couleur beige ou brun. L’US04 marque une rupture dans la sédimentation, avec une texture très largement sableuse et grossière et un taux de matière organique particulièrement faible par rapport au reste de la coupe. La base de ce groupe est marquée par la présence de fragments de charbons identifiés comme appartenant au genre *Juniperus*, probablement à l’espèce *Juniperus procera* (Bouchaud, 2019). Le charbon intermédiaire (AMa06ch) a aussi livré un fragment de genévrier et un autre identifié - sous réserve de confirmation - comme appartenant potentiellement à l’espèce *Pinus* ;

Du sommet de l’US06 à l’US07 cette phase est encadrée par deux dates qui attestent une seconde inversion chronologique : 1 446 – 1 633 de n. è. et 695 – 937 de n. è. La stratigraphie y est assez homogène, avec une transition du beige au brun clair. Le charbon à la base de ce groupe a pu être identifié comme appartenant à l’espèce des genévriers. Cette séquence est aussi marquée par une augmentation des taux de matière organique de la base vers le sommet, qui coïncide avec la croissance des taux de carbonates de calcium (figure 6.6) ;

De l’US08 à l’US10 ces trois unités ont une texture semblable constituée de limons grossiers à très grossiers. Cette matrice brun clair enferme des éléments plus grossiers. La base de l’accumulation témoigne d’écoulements très compétents, qui perdent beaucoup d’énergie dans l’US09. L’US10 évoque de nouveau des processus de plus forte énergie. Cette séquence est marquée par des taux de matière organique qui décroissent de la base vers le sommet. L’US10 (AMa13) est celle dont la texture est la plus grossière de la coupe, ce qui coïncide à la fois avec un taux de matière organique très faible et le taux de carbonates de calcium le plus élevé de la coupe ;

De l’US11 à l’US13 on trouve deux âges, très proches de ceux des US suivantes : 1 446 – 1 633 de n. è. (US13, voir sommet de l’US06) et 1 265 – 1 388 de n. è. (US11, voir base de l’US06). Les trois US sont brun clair et composées de limons grossiers, qui servent de matrice à des graviers dans l’US12. Les fragments de charbon de AMa15ch (US13) ont livré quinze identifications (Bouchaud, 2019), dont douze fragments de genévriers et trois fragments pour lesquels demeure une incertitude (*Juniperus* / *Podocarpus*) ;

De l’US14 à l’US16 cette séquence sommitale n’est pas datée, mais elle est probablement postérieure au XVII^e siècle de n. è. La base est marquée par une passée

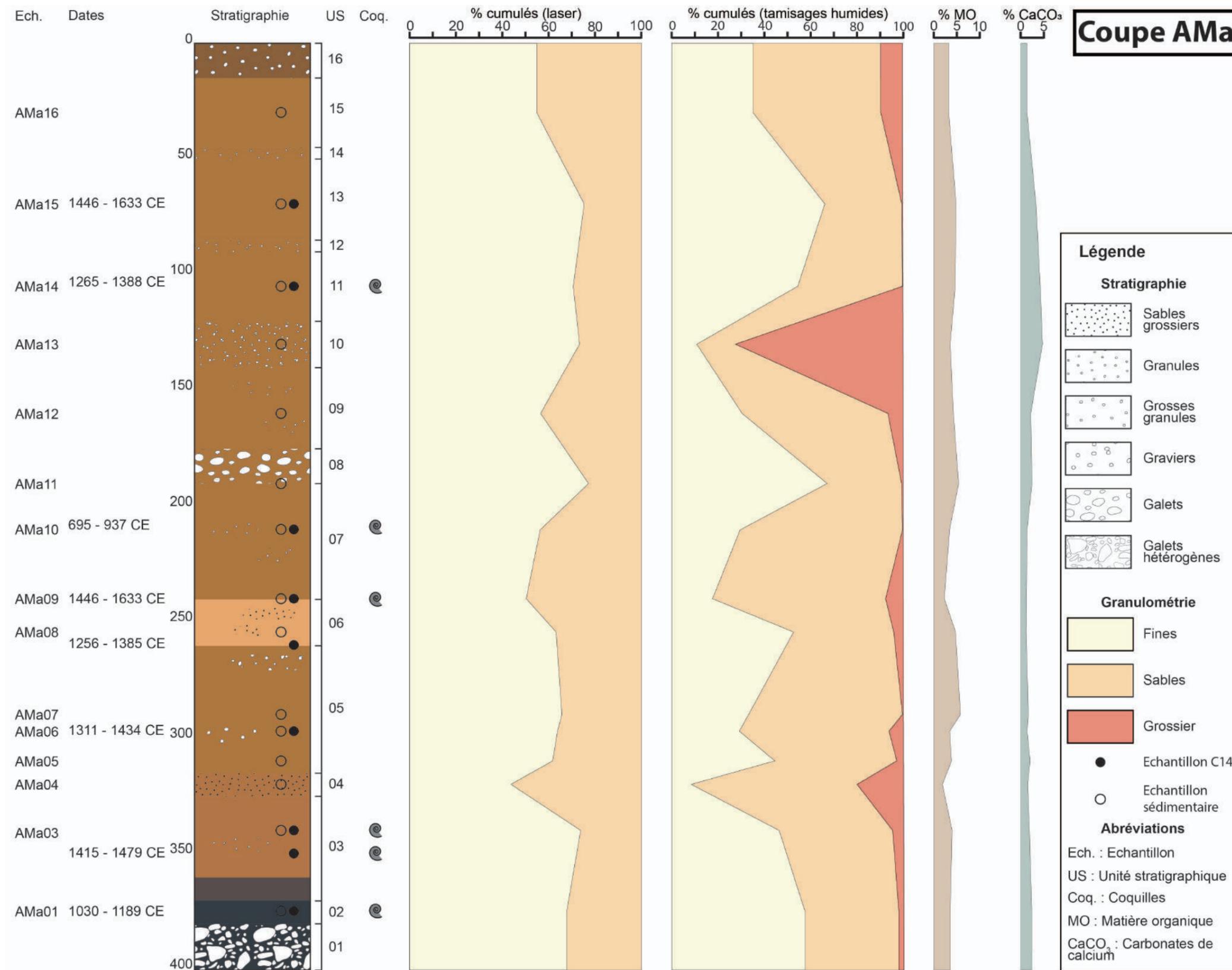


FIGURE 6.6 – Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe AMa, site d'Ambare. Réalisation : N. Blond, 2019.

de gravier à matrice limoneuse suivie d'une accumulation de limons. Elle est coiffée par une unité de graviers à matrice fine. Cette US est remaniée, il s'agit d'une couche de terre agricole.

6.1.1.9 Interprétations

Le fait que l'ensemble des échantillons soit bimodal indique un important mélange de sédiments d'origines diverses, chacune des sous-populations à l'intérieur de l'échantillon ayant son propre mode (Friedman et Sanders, 1978). Le mauvais classement de l'ensemble des échantillons va aussi dans ce sens, de même que l'asymétrie négative d'une grande partie de ceux-ci, qui indique un enrichissement en particules grossières par rapport à une distribution normale.

Il est possible d'interpréter cette accumulation stratigraphique en reprenant les groupes de dates utilisés pour la synthèse sédimentologique. Le premier groupe (US01 - US02) montre un dépôt grossier lié à des écoulements très compétents sur une courte distance, antérieurs aux XI^e - XII^e siècles (figure 6.6). Cette période, en revanche, est marquée par des écoulements de faible compétence de type alluvial, ayant provoqué le dépôt de l'unité limoneuse (US02).

Le second groupe (US03 - US06) est marqué par une première inversion chronologique, les âges étant disposés dans un ordre inversement chronologique (les plus récents en-dessous et les plus anciens au-dessus). Les événements et processus ayant abouti à la mise en place de ces accumulations sont contemporains de - ou postérieurs à - l'âge le plus récent, c'est-à-dire au XV^e siècle (1 415 - 1 479 de n. è.). Cette période est marquée par des écoulements relativement peu compétents, puisqu'ils ne mobilisent que des limons, des sables et quelques granules grossières disposées en lentilles (figure 6.6).

Le troisième groupe (sommet de l'US06 - US07) est marqué par une seconde inversion chronologique, cette fois-ci postérieure aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. (figure 6.6), ce qui suggère qu'il s'est écoulé peu de temps entre la mise en place de ce groupe et celle du précédent (groupes 2 et 3). Durant cette troisième phase, les écoulements sont de faible compétence, probablement alluviaux et colluviaux.

Le quatrième groupe (US08 - US10) n'est pas daté, mais on peut faire l'hypothèse qu'il est postérieur aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. (figure 6.6). Il se caractérise par une rupture dans la sédimentation fine de l'ensemble décrit jusqu'alors, dans la mesure où sa base est formée d'une unité de galets (US08), indiquant en cela des écoulements beaucoup plus compétents que les précédents. À cet épisode succèdent des dépôts issus d'écoulements faiblement compétents (US09) puis à nouveau plus compétents (US10). Non datée directement, cette succession semble témoigner d'une période d'instabilité du chenal de la rivière, qui évolue vers un tracé en tresse. Elle s'explique par la déstabilisation des versants, liée au climat et/ou aux actions anthropiques. On peut aussi évoquer des

conditions plus propices à la mobilisation d'une charge grossière, qu'elle provienne des versants, des cônes ou d'accumulations alluviales plus anciennes situées à l'amont du site.

Le cinquième groupe (US11 - US13) montre une chronologie normale (figure 6.6) au sein de la séquence. Néanmoins, sa position au-dessus de dépôts plus récents (1 446 - 1 633 de n. è.) fait apparaître la remobilisation de charbons plus anciens (1 265 - 1 388 de n. è.). Ce processus semble contemporain de - ou postérieur à - ceux décrits dans le troisième groupe (XV^e - XVII^e siècle de n. è.).

Le sixième et dernier groupe (US14 - US16) est, par déduction, postérieur aux XV^e - XVII^e siècles de notre ère (figure 6.6). Il s'agit de dépôts majoritairement fins, qui précèdent la couche supérieure de terre agricole, cultivée à l'époque contemporaine. Ces dépôts, de faible compétence, sont d'origine colluvio-alluviale.

6.1.2 La coupe AMb

La coupe AMb est située 1 700 m à l'aval d'AMa et environ 800 m à l'amont du passage de la vallée d'Ambare en gorge (figure 1.10, page 23). La coupe est située à l'amorce d'une concavité de méandre, en rive droite. Elle est liée à l'érosion qui a entaillé le comblement de fond de vallée, mettant au jour la stratigraphie sur plusieurs mètres de long (figure 6.2, page 265). À l'amont du méandre, le dépôt a été préservé en rive droite ; à l'intérieur du méandre, il a été préservé en rive gauche. Il est cultivé à son sommet.

6.1.2.1 Aspect général de la coupe AMb

La coupe AMb mesure 355 cm de haut. Elle est de couleur gris clair et gris bleuté à sa base, puis brun clair et brun jaune dans la partie supérieure. Le *bedrock* n'a pas été atteint lors de la préparation de la coupe : nous avons arrêté de creuser lorsque nous avons rencontré l'eau, indiquant le niveau de la nappe. Le fond actuel de la vallée n'est pas cultivé : une fine épaisseur de sol s'est maintenue par places, et un mince filet d'eau s'y écoulait aux mois de novembre 2014 et 2015, alimentant des touffes de joncs. L'incision, si elle n'est pas large, est donc assez profonde ; elle atteint quasiment le lit rocheux et fait apparaître l'inféoflux. Nous ne disposons pas de photographie exploitable de la coupe et de son contexte.

Cette coupe présente un aspect moins homogène qu'AMa. Sa base porte des traces blanchâtres verticales qui traversent les deux unités les plus profondes. Les passées limoneuses y alternent avec les passées plus grossières :

L'US01 est une unité brun clair composée de galets dans une matrice limoneuse.

Cette unité sommitale a été remaniée ;

L'US02 est composée de graviers roulés et grosses granules dans une matrice limoneuse brun clair ;

- L'US03** est une unité sablo-limoneuse de couleur brune avec une passée de graviers ;
- L'US04** est brun clair et formée de graviers et petits galets ;
- L'US05** est une unité de limons grossiers de couleur brun jaune ;
- L'US05bis** est composée de limons, eux aussi de couleur brun jaune ;
- L'US06** est une fine passée de galets émoussés dans une matrice limoneuse brun clair ;
- L'US07** est une unité limoneuse brun clair. Elle est séparée de l'US08 par une passée plus grossière de petits graviers ;
- L'US08** alterne les limons brun clair et les passées plus grossières ;
- L'US09** est une unité limoneuse brun clair, assez homogène ;
- L'US10** correspond à une passée de grosses granules dans une matrice limoneuse brun clair ;
- L'US11** se compose de limons homogènes brun clair ;
- L'US12** est une unité grossière de blocs, galets et graviers dans une matrice de sable fin de couleur brun clair ;
- L'US13a** est composée de limons très grossiers gris clair ;
- L'US13b** est formée de limons très grossiers de couleur gris bleuté ;
- L'US13c** est gris clair et composée de sables fins / limons grossiers. Elle présente des traînées verticales plus claires ;
- L'US13d** se compose de limons très grossiers de couleur gris bleuté. On y observe aussi des traînées verticales plus claires.

6.1.2.2 Texture

Contrairement à AMa, les unités stratigraphiques et les échantillons d'AMb sont numérotés selon l'ordre conventionnel, l'US01 et l'échantillon AMb01 étant au sommet, l'US13d et l'échantillon AMb18 étant à la base.

C'est la fraction fine qui est dominante à AMb (tableau 6.6) : onze des dix-huit échantillons sont majoritairement limoneux (fraction fine ≥ 50 %), tandis que sept sont majoritairement sableux (dont six pour lesquels la fraction sableuse est ≥ 50 %).

Pour l'ensemble des échantillons, la fraction fine ($< 63 \mu\text{m}$) représente entre 13,9 et 77,0 % de la fraction totale (tableau 6.6). Les sables représentent entre 22,6 et 72,5 %. Enfin, la fraction grossière est comprise entre 0,4 et 35,8 % de la fraction totale, hormis pour deux échantillons, où elle est nulle (tableau 6.6).

| Éch. | US | $\leq 63 \mu\text{m}$ (%) | $63 < t \leq 500 \mu\text{m}$ (%) | $500 \mu\text{m} < t \leq 2 \text{mm}$ (%) | $2 < t \leq 10 \text{mm}$ (%) | $t > 10 \text{mm}$ (%) |
|-------|---------|------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|
| AMb01 | US02 | 26,3 | 22,0 | 16,7 | 11,0 | 24,0 |
| AMb02 | US03 | 52,7 | 36,1 | 9,4 | 1,8 | 0,0 |
| AMb03 | US05 | 73,4 | 25,2 | 1,4 | 0,0 | 0,0 |
| AMb04 | US05bis | 63,2 | 33,9 | 2,5 | 0,4 | 0,0 |
| AMb05 | US07 | 58,6 | 32,2 | 6,6 | 2,6 | 0,0 |
| AMb06 | US08 | 66,1 | 30,6 | 3,3 | 0,0 | 0,0 |
| AMb07 | US09 | 77,0 | 19,6 | 3,0 | 0,4 | 0,0 |
| AMb08 | US10 | 50,3 | 23,8 | 14,3 | 11,5 | 0,0 |
| AMb09 | US11 | 60,6 | 33,9 | 5,1 | 0,4 | 0,0 |
| AMb10 | US12 | 13,9 | 29,0 | 21,3 | 30,0 | 5,8 |
| AMb11 | US13a | 53,1 | 36,5 | 9,2 | 1,1 | 0,0 |
| AMb12 | US13a | 46,1 | 42,3 | 10,6 | 1,1 | 0,0 |
| AMb13 | US13b | 42,1 | 44,6 | 12,9 | 0,4 | 0,0 |
| AMb14 | US13c | 26,5 | 51,6 | 20,9 | 1,0 | 0,0 |
| AMb15 | US13c | 42,8 | 40,2 | 14,1 | 2,9 | 0,0 |
| AMb16 | US13c | 51,2 | 34,5 | 10,3 | 4,0 | 0,0 |
| AMb17 | US13d | 42,8 | 41,0 | 13,7 | 2,6 | 0,0 |
| AMb18 | US13d | 57,7 | 25,6 | 10,9 | 5,8 | 0,0 |

TABLEAU 6.6 – Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe AMb (site d'Ambare).

La répartition des différents taux au sein de la coupe permet de distinguer trois phases principales :

L'US13d regroupe les échantillons AMb16 à AMb18. Elle marque la base fine, limoneuse, et gris foncé de l'accumulation ;

De l'US13c à l'US12 on observe une phase marquée par des échantillons majoritairement sableux, à l'exception d'AMb11 ;

De l'US11 à l'US01 la partie supérieure de la coupe est constituée d'échantillons majoritairement fins, limoneux, et dont la fraction grossière est relativement réduite, sauf pour l'échantillon sommital (tableau 6.6).

6.1.2.3 Granulométrie laser

Malgré les différences de textures entre AMa et AMb - mises en avant dans les sous-sections 6.1.1.2 et 6.1.2.2, pages 268 et 281 - on observe que la granulométrie de la fraction fine de ces deux coupes est assez semblable (figures 6.5 et 6.7). Ainsi, comme le montre la figure 6.7, les échantillons d'AMb appartiennent à la classe des limons plus ou moins sableux.

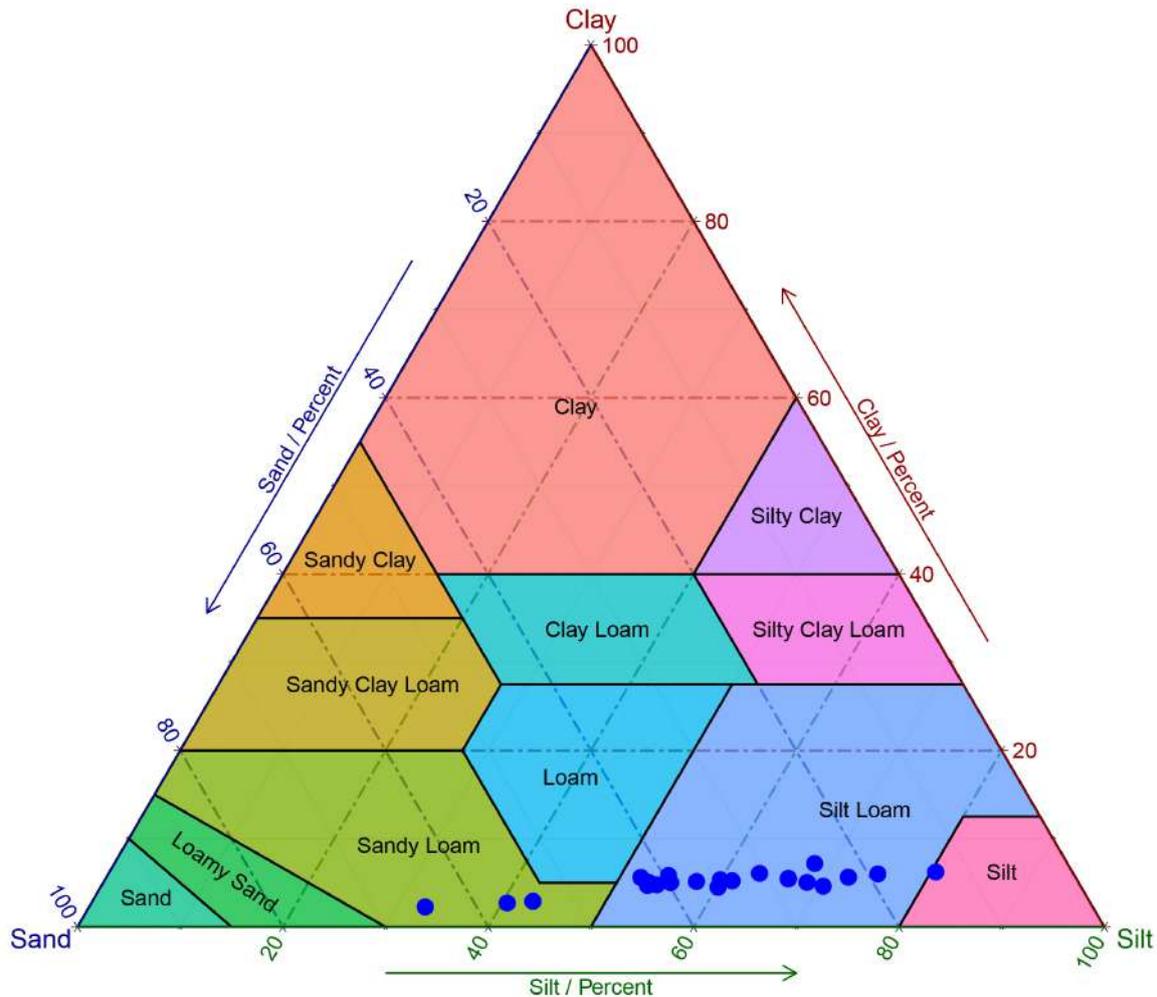


FIGURE 6.7 – Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe AMb, réalisé en langage R, avec le logiciel RStudio et les paquetages ggtern et plyr. Un point représente un échantillon. *Réalisation : N. Blond, 2018.*

Les taux de la fraction fine sont compris entre 34,0 et 85,2 % (tableau 6.7). La fraction sableuse s'étend de 14,8 à 65,7 %. La fraction grossière est nulle pour tous les échantillons.

Ainsi, la majorité des échantillons est classée dans la catégorie des limons (grosiers ou moyens) avec un second mode dans les sables (tableau 6.7). Seize des dix-huit échantillons étudiés sont bimodaux, les deux autres étant unimodaux (tableau 6.7). Sur les dix-huit, quinze des modes principaux appartiennent aux limons, les trois autres se classent dans les sables grossiers. Sur les seize modes secondaires, treize appartiennent aux sables, fins ou grossiers. Il s'agit d'échantillons dont le mode principal est limoneux. Les trois dont le mode principal est sableux ont un mode secondaire limoneux (tableau 6.7).

| Éch. | Modes (µm) | | (D90 - D10) (µm) | Fraction (%) | | | Masse > 1,6 mm (%) | Type de sédiment d'après Blott et Pye (2001) |
|-------|------------|--------|---------------------|--------------|----------|--------|-----------------------|---|
| | Mode 1 | Mode 2 | | Grossière | Sableuse | Fine | | |
| AMB01 | 16,26 | 590,2 | 386,5 | 0,0 % | 26,5 % | 73,5 % | 14 | Limon grossier - sable très fin |
| AMB02 | 16,26 | 514,1 | 422,4 | 0,0 % | 36,9 % | 63,1 % | 1,375 | Limon grossier - sable moyen |
| AMB03 | 16,26 | 339,7 | 160,6 | 0,0 % | 20,6 % | 79,4 % | | Limon grossier - sable très fin |
| AMB04 | 16,26 | | 167,6 | 0,0 % | 23,9 % | 76,1 % | | Limon grossier - sable très fin |
| AMB05 | 14,16 | 514,1 | 453,9 | 0,0 % | 34,8 % | 65,2 % | 0,75 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB06 | 16,26 | 514,1 | 365,1 | 0,0 % | 29,3 % | 70,7 % | | Limon moyen - sable moyen |
| AMB07 | 16,26 | | 90,06 | 0,0 % | 14,8 % | 85,2 % | | Limon grossier - sable très fin |
| AMB08 | 16,26 | 514,1 | 368,8 | 0,0 % | 27,8 % | 72,2 % | 19 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB09 | 16,26 | 514,1 | 395,2 | 0,0 % | 29,5 % | 70,5 % | 0,375 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB10 | 590,2 | 18,67 | 799,1 | 0,0 % | 55,4 % | 44,6 % | 24,5 | Sable limoneux grossier |
| AMB11 | 14,16 | 514,1 | 458,5 | 0,0 % | 36,0 % | 64,0 % | 2,375 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB12 | 514,1 | 14,16 | 579,7 | 0,0 % | 43,0 % | 57,0 % | 0,375 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB13 | 14,16 | 514,1 | 546,0 | 0,0 % | 40,9 % | 59,1 % | 1 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB14 | 590,2 | 18,67 | 929,4 | 0,3 % | 65,7 % | 34,0 % | 0,875 | Sable limoneux grossier - gravier très fin |
| AMB15 | 16,26 | 514,1 | 604,9 | 0,0 % | 42,2 % | 57,8 % | 6,5 | Limon moyen - sable grossier |
| AMB16 | 16,26 | 514,1 | 327,3 | 0,0 % | 25,8 % | 74,2 % | 4,25 | Limon moyen - sable moyen |
| AMB17 | 16,26 | 514,1 | 462,3 | 0,0 % | 31,8 % | 68,2 % | 0,875 | Limon grossier - sable moyen |
| AMB18 | 16,26 | 514,1 | 519,5 | 0,0 % | 40,5 % | 59,5 % | 2,25 | Limon grossier - sable moyen |

TABLEAU 6.7 – Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe AMB (site d'Ambare). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001).

6.1.2.4 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons

Les indices granulométriques (tableau 6.8) complètent les analyses précédentes (sous-sections 6.1.2.2 et 6.1.2.3). La description des types sédimentaires moyens selon la méthode de Folk et Ward (1957) permet d'observer deux grandes phases au sein de la coupe. La première, d'AMb18 à AMb10 (tableau 6.8), regroupe des échantillons plutôt grossiers. La seconde, d'AMb09 à AMb01 (tableau 6.8), est légèrement plus fine. Cette répartition reproduit celle présentée dans la sous-section 6.1.2.2, mais regroupe les deux premiers groupes en une seule unité.

Comme pour AMA, les échantillons sont mal à très mal classés (tableau 6.8). Leur répartition montre une asymétrie majoritairement négative avec quelques échantillons symétriques ou à la forte asymétrie positive. Enfin on n'observe aucune tendance significative dans la forme des courbes.

| Éch. | Méthode de Folk et Ward (μm) | | | | Méthode de Folk et Ward (Description) | | | |
|-------|---|-------|---------|--------|---------------------------------------|-----|---------------|---------------|
| | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité | Moy. | Tri | Dissym. | Acuité |
| AMb01 | 29,08 | 5,332 | 0,212 | 1,125 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| AMb02 | 39,51 | 5,882 | 0,130 | 0,851 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb03 | 20,46 | 4,412 | 0,101 | 1,166 | LG | TMC | Asym. nég. | Leptokurtique |
| AMb04 | 22,71 | 4,436 | 0,086 | 1,063 | LG | TMC | Sym. | Mésokurtique |
| AMb05 | 36,31 | 6,439 | 0,207 | 0,806 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb06 | 30,07 | 5,788 | 0,200 | 0,973 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMb07 | 16,77 | 3,813 | 0,053 | 1,234 | LG | MC | Sym. | Leptokurtique |
| AMb08 | 29,00 | 5,534 | 0,216 | 1,041 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMb09 | 30,72 | 5,831 | 0,198 | 1,003 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMb10 | 90,04 | 6,502 | -0,135 | 0,705 | STF | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb11 | 37,31 | 6,424 | 0,186 | 0,818 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb12 | 46,65 | 7,072 | 0,114 | 0,700 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb13 | 44,27 | 6,851 | 0,136 | 0,734 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb14 | 137,4 | 6,456 | -0,450 | 0,749 | SF | TMC | F. asym. pos. | Platykurtique |
| AMb15 | 47,65 | 6,962 | 0,159 | 0,724 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |
| AMb16 | 24,93 | 5,776 | 0,181 | 1,090 | LG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMb17 | 34,39 | 6,611 | 0,206 | 0,921 | LTG | TMC | Asym. nég. | Mésokurtique |
| AMb18 | 42,86 | 6,804 | 0,145 | 0,764 | LTG | TMC | Asym. nég. | Platykurtique |

TABLEAU 6.8 – Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe AMb (site d'Ambare). D'après Gradistat (Blott et Pye, 2001), méthode de Folk et Ward (1957). La signification des abréviations est donnée dans le tableau 3.20.

6.1.2.5 Matière organique et carbonates de calcium

À AMb, les taux de matière organique sont compris entre 1,93 et 6,14 %. On peut observer deux grandes phases, interrompues par l'échantillon AMb10 (tableau 6.9). À la

base de la coupe, les taux commencent par baisser pour devenir inférieurs ou égaux à 4 %. AMb10 marque une chute importante (1,93 %). Elle est suivie par une remontée qui marque l'amorce de la deuxième phase, dans laquelle les taux sont supérieurs ou égaux à 4 %, le maximum étant atteint par AMb03 (6,14 %).

Les taux de carbonates de calcium sont très resserrés, entre 1,27 et 4,21 %. Le phasage est moins net que pour la matière organique, mais on observe qu'ici aussi, AMb10 marque une rupture (tableau 6.9).

| Coupe | US | Nom | Taux de M.O. (%) | Taux de CaCO ₃ (%) |
|-------|---------|-------|------------------|-------------------------------|
| AMb | US02 | AMb01 | 3,67 | 4,21 |
| | US03 | AMb02 | 4,95 | 2,21 |
| | US05 | AMb03 | 6,14 | 1,60 |
| | US05bis | AMb04 | 5,21 | 1,94 |
| | US07 | AMb05 | 4,69 | 1,81 |
| | US08 | AMb06 | 5,21 | 2,21 |
| | US09 | AMb07 | 5,76 | 2,21 |
| | US10 | AMb08 | 4,34 | 2,21 |
| | US11 | AMb09 | 4,41 | 2,21 |
| | US12 | AMb10 | 1,93 | 1,27 |
| | US13a | AMb11 | 4,07 | 2,07 |
| | US13a | AMb12 | 3,54 | 2,87 |
| | US13b | AMb13 | 3,07 | 3,27 |
| | US13c | AMb14 | 2,47 | 2,07 |
| | US13c | AMb15 | 2,61 | 2,07 |
| | US13c | AMb16 | 4,01 | 2,27 |
| | US13d | AMb17 | 3,67 | 2,20 |
| | US13d | AMb18 | 4,67 | 2,74 |

TABLEAU 6.9 – Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO₃) par échantillon, dans la coupe AMb, site d'Ambare.

6.1.2.6 Âges

À AMb comme à AMa, les inversions stratigraphiques sont nombreuses et justifient le recours à des groupes de dates cohérents pour faciliter la compréhension et l'analyse. On peut distinguer ici quatre groupes de dates, présentés, comme pour AMa, du bas vers le haut de la coupe :

Groupe 1 : il correspond aux US13d – US13a. On y trouve cinq jalons chronologiques : i) 129 – 345 de n. è., ii) 661 – 800 de n. è., iii) 1 042 – 1 222 de n. è., iv) 1 030 – 1 189 de n. è., et v) 1 325 – 1 439 de n. è. Les deux âges du XI^e siècle de n. è. (US13b et US13a) peuvent être rassemblés : ces échantillons sont très proches chronologiquement et stratigraphiquement, et la légère différence d'âge peut être

liée à l'« effet vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013). En effet, l'écart entre les deux est inférieure à 50 ans, ce qui correspond à la durée de vie de l'espèce identifiée pour les charbons (voir la sous-section 6.1.1.7, page 274 à ce sujet). On notera que l'âge attribué à la base de l'US13a est exactement le même que celui de l'US02 de la coupe AMa (sous-section 6.1.1.6, page 273) ;

Groupe 2 : il comprend les US12 à US09. On y trouve trois dates qui semblent indiquer une inversion chronologique : 1 318 – 1 439 de n. è., 1 219 – 1 283 de n. è., et 420 – 565 de n. è. ;

Groupe 3 : il s'étend de l'US08 à l'US07, avec deux dates qui marquent une seconde inversion chronologique (1 421 – 1 616 de n. è., et 990 – 1 154 de n. è.) ;

Groupe 4 : il comporte les US05 à US03. C'est une phase moins claire car les deux échantillons sont très proches (20 cm de distance) et les âges contemporains. Deux datations ont été effectuées sur le même échantillon, la quantité étant suffisante. Elles ont donné deux âges différents et assez éloignés : 1 169 – 1 270 de n. è. dans un premier temps, puis 1 404 – 1 450 de n. è. Ce décalage semble trop important pour être dû à l'« effet vieux bois » (Stouvenot *et al.*, 2013) : les fragments n'ont pas été identifiés par l'anthracologie, mais l'écart, de l'ordre de 200 à 400 ans, paraît élevé par rapport à la longévité des principales espèces identifiées dans la région. Il se peut aussi que les charbons de cet échantillon proviennent du mélange de sols, et qu'ils aient été produits à des moments différents puis incorporés à la même US lors de l'alluvionnement ou du colluvionnement. Ces charbons pourraient ainsi provenir d'un même foyer, dans lequel des bûches d'âges différents ont pu être consommées. Ils sont néanmoins cohérents avec l'âge de l'US05 (1 295 – 1 401 de n. è.).

| US | Code éch. | Profondeur | Code labo | Âge BP | Âge calendaire calibré |
|-------|------------|------------|------------|--------------|-------------------------|
| US03 | AMb02ch | 45 cm | Lyon-13464 | 810 ± 30 BP | 1 169 - 1 270 ap. J.-C. |
| US03 | AMb02chbis | 45/50 cm | Lyon-14632 | 490 ± 30 BP | 1 404 - 1 450 ap. J.-C. |
| US05 | AMb03ch | 65 cm | Lyon-13465 | 615 ± 30 BP | 1 295 - 1 401 ap. J.-C. |
| US07 | AMb05ch | 120 cm | Lyon-13466 | 985 ± 30 BP | 990 - 1 154 ap. J.-C. |
| US08 | AMb06ch | 135/140 cm | Lyon-14630 | 430 ± 30 BP | 1 421 - 1 616 ap. J.-C. |
| US09 | AMb07ch | 160 cm | Lyon-13467 | 1560 ± 30 BP | 420 - 565 ap. J.-C. |
| US10 | AMb08ch | 170 cm | Lyon-14631 | 765 ± 30 BP | 1 219 - 1 283 ap. J.-C. |
| US11 | AMb10ch | 195 cm | Lyon-13468 | 535 ± 30 BP | 1 318 - 1 439 ap. J.-C. |
| US13a | AMb11ch | 220 cm | Lyon-13469 | 515 ± 30 BP | 1 325 - 1 445 ap. J.-C. |
| US13a | AMb12ch | 248 cm | Lyon-13470 | 915 ± 30 BP | 1 030 - 1 189 ap. J.-C. |
| US13b | AMb13ch | 265 cm | Lyon-13471 | 880 ± 30 BP | 1 042 - 1 222 ap. J.-C. |
| US13c | AMb14ch | 293 cm | Lyon-13472 | 1275 ± 30 BP | 661 - 800 ap. J.-C. |
| US13d | AMb16ch | 330 cm | Lyon-13473 | 1785 ± 30 BP | 139 - 345 ap. J.-C. |

TABLEAU 6.10 – Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe AMb.

Les US06 et US05bis n'étant pas datées, il n'a pas été possible de les associer à un groupe, pas plus que les unités sommitales (US02 et US01).

6.1.2.7 Analyses anthracologiques

Comme à AMa, les charbons, plus récents, ont pu être identifiés avec plus de précision que dans les coupes étudiées précédemment (sous-section 6.1.1.7). Deux échantillons, AMb12ch et AMb13ch, ont été analysés, pour un total de treize fragments. La quasi-totalité des identifications (12/13) renvoie au genre *Juniperus sp.*, les genévriers, dont la seule espèce connue dans le Tigray est *Juniperus procera* (Bouchaud, 2019). Pour plus de détails sur les caractéristiques de cette espèce, se reporter à la sous-section 6.1.1.7, page 274. Un des deux fragments identifiés à AMb12ch est attribué au genre *Podocarpus sp.*, conifère dont la seule espèce connue dans le Tigray est *Podocarpus falcatus* (Bouchaud, 2019). Là encore, pour plus de détail, on pourra se reporter à la sous-section 6.1.1.7, page 274. Ces deux bois peuvent servir de combustible et de matériau de construction, mais le premier est un bois d'œuvre plus résistant que le second (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007 ; Maydell, 1990 ; Ruffo *et al.*, 2002 ; Teklay *et al.*, 2014).

6.1.2.8 Synthèse sédimentologique

Les faciès de la coupe AMb sont homogènes, avec des sédiments fins (limons moyens à grossiers) et plutôt compacts. Ces dépôts sont interrompus par quelques passées grossières horizontales. La chronologie est plus confuse, et les âges un peu plus dispersés qu'à AMa. Comme pour cette dernière, la synthèse sédimentologique s'appuie sur les groupes de dates identifiés dans la sous-section 6.1.2.6, page 286. Les unités non datées sont assemblées en deux groupes supplémentaires :

De l'US13d à l'US13a : cinq dates jalonnent cet ensemble : i) 129 – 345 de n. è., ii) 661 – 800 de n. è., iii) 1 042 – 1 222 de n. è., iv) 1 030 – 1 189 de n. è., et v) 1 325 – 1 439 de n. è. Le rapprochement des deux dates de l'US13b et de l'US13a (XI^e siècle, voir sous-section 6.1.2.6) permet de mettre en avant une sédimentation dont la chronologie peut être qualifiée de « normale » (non inversée) durant les premiers siècles de n. è., durant la période axoumite et jusqu'au XV^e siècle de n. è. Les quatre US sont fines, de couleur gris clair à gris bleuté avec des taux de matière organique relativement élevés. Les deux unités de la base présentent aussi des traînées verticales plus claires. Cet ensemble d'indices indique le développement d'un paléosol dans cette première section basale ;

De l'US12 à l'US09 : ce sont trois dates qui présentent une inversion chronologique (1 318 – 439 de n. è., 1 219 – 1 283 de n. è., et 420 – 565 de n. è.). L'ensemble, de l'US11 à l'US09 est daté en sens inverse de l'ordre chronologique normal, ce qui pourrait s'expliquer par la remobilisation de charbons sur les versants ou à

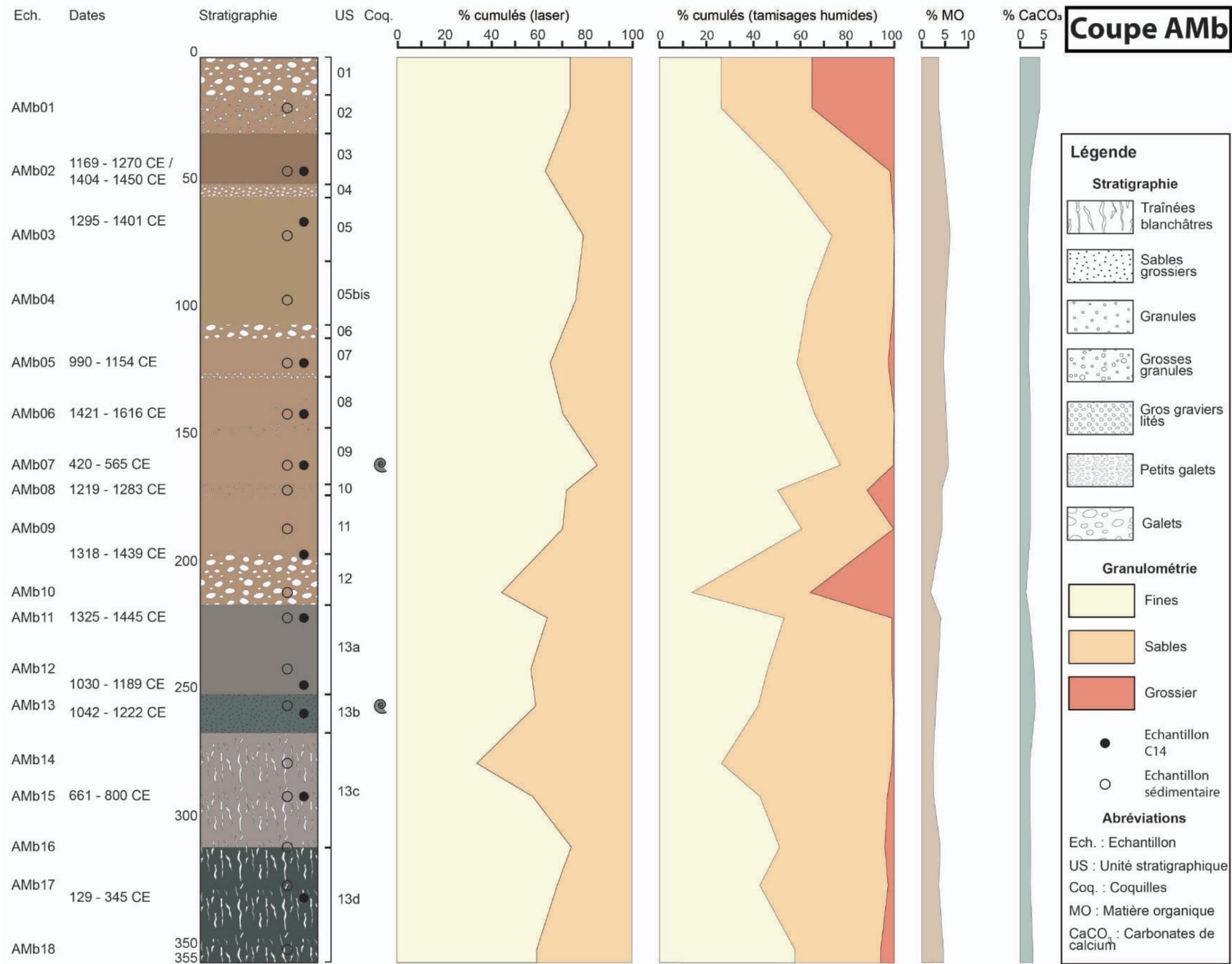


FIGURE 6.8 – Chronologie, stratigraphie et sédimentologie de la coupe AMb, site d'Ambare. Réalisation : N. Blond, 2019.

l'amont. Les phases auraient pu différer, notamment par le regroupement des deux échantillons du sommet de l'US13a et de l'US12, mais la présence d'une unité grossière et ravinante (US12), intercalée dans la succession stratigraphique, nous a fait préférer l'organisation présentée ici (figure 6.8). La rupture apparaît aussi dans les taux de matière organique et de carbonates de calcium. La séquence est assez homogène stratigraphiquement : sédiments limoneux brun clair à l'exception de l'US12. On note aussi quelques passées de petits galets et graviers dans l'US10 ;

De l'US08 à l'US07 : cette phase est aussi marquée par une inversion chronologique (1 421 – 1 616 de n. è., et 990 – 1 154 de n. è.), postérieure aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. Les sédiments sont brun clair et fins (limons grossiers à très grossiers). On observe également quelques passées de graviers à la base de chacune de ces deux US ;

De l'US06 à l'US05bis : ce groupe d'unités stratigraphiques n'est pas daté et un seul échantillon y a été analysé. Nous avons choisi de ne pas rattacher ce groupe au précédent du fait de la présence d'une US grossière, qui marque une rupture dans les processus de dépôts. Elle pourrait indiquer un événement très compétent (crue, par exemple, provoquée par des précipitations abondantes et concentrées), postérieur aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. Cet événement est suivi par un retour à des conditions de dépôts colluvio-alluviales de faible compétence (limons), où les taux de matière organique sont relativement élevés ;

De l'US05 à l'US03 : cette avant-dernière phase est moins claire. Les deux échantillons sont très proches (20 cm), avec des âges contemporains. Mais l'US03 pose quelques questions. L'échantillon ayant fourni une quantité relativement élevée de charbon, deux datations AMS ont été effectuées. Les âges sont très différents (1 169 – 1 270 de n. è. et 1 404 – 1 450 de n. è.). La présence de charbons d'âge postérieur à ceux trouvés dans ces unités supérieures tend à indiquer que ceux-ci proviennent du remaniement de dépôts antérieurs, à une période contemporaine ou postérieure aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. La texture des sédiments est assez hétérogène, de même que la couleur, qui va du brun jaune au brun en passant par le brun clair. En revanche, l'échantillon AMb03 (US05) a le taux de matière organique le plus élevé mais un taux de carbonates de calcium très bas relativement à la coupe ;

De l'US02 à l'US01 : cette phase correspond à la zone régulièrement affectée par les labours, ce qui peut expliquer que la stratigraphie y soit perturbée et qu'on y trouve des galets, des gros graviers et du matériel plus fin (figure 6.8). La présence de ces éléments rocheux peut être une des raisons expliquant les taux de carbonates de calcium élevés, tandis que l'utilisation de la terre pour la culture et son labour régulier peuvent être à l'origine de taux de matière organique peu élevés.

6.1.2.9 Interprétations

Comme pour AMa, la bimodalité de la presque totalité des échantillons (tableau 6.7), leur très mauvais classement et l'asymétrie négative d'une grande partie d'entre eux (tableau 6.8) indiquent un mixage de sédiments d'origines diverses, avec prépondérance des éléments de gros calibre (Friedman et Sanders, 1978).

On reprendra, pour les interprétations, les mêmes groupes que ceux qui ont été établis pour la synthèse sédimentologique (sous-section 6.1.2.8). La base de l'accumulation (premier groupe, US13d à US13a) correspond à la mise en place, sur plus de mille ans (figure 6.8), d'une accumulation limoneuse fine par des écoulements de faible compétence. Il pourrait par exemple s'agir de limons de débordement dans une plaine alluviale, celle-ci étant très étroite vu la configuration topographique de la vallée. On remarque, sur cette coupe, que les dépôts semblent ne pas avoir été perturbés jusqu'aux XIV^e - XV^e siècles de n. è. (figure 6.8). La teinte des sédiments et leur aspect indiquent que les conditions ont permis le développement d'un paléosol : durant cette période, il semble qu'aucun événement - crue, intervention humaine - ne soit venu perturber la sédimentation et la pédogenèse. Si des populations humaines sont présentes, leur activité a un impact assez faible sur leur environnement pour qu'on ne le détecte pas facilement dans les dépôts.

Dans le second groupe, de l'US12 à l'US09, les inversions chronologiques et la sédimentation grossière de l'US12 pointent dans la direction d'une rupture des modes de dépôts sédimentaires avec l'établissement de dynamiques d'ablation et de redépôt du matériel mis en mouvement. Ainsi, autour des XIV^e - XV^e siècles, l'érosion des sols développés sur les versants et/ou dans les chenaux à l'amont des coupes étudiées semble se mettre en place. Celle-ci apparaît sous l'effet de changements environnementaux (évolution vers des conditions plus sèches à la fin de l'*African Humid Period*, ou période plus humide liée au Petit Âge Glaciaire) mais aussi certainement du fait des pratiques humaines (déboisement pour l'approvisionnement en combustible, la construction, ouverture de clairières pour l'agriculture, pacage d'animaux d'élevage). Le troisième groupe (US08 - US07) indique des processus semblables aux alentours des XV^e - XVII^e siècles (figure 6.8). Durant les deux périodes, des événements de faible compétence (précipitations moyennes, peu concentrées) alternent avec des événements plus puissants (précipitations concentrées, crues, épisodes torrentiels).

Le quatrième groupe (US06 - US05bis) révèle la poursuite de cette alternance d'épisodes compétents et d'autres beaucoup moins, à une période contemporaine ou postérieure aux XV^e - XVII^e siècles. De la même façon, le cinquième groupe (US05 - US03) indique que des charbons antérieurs continuent à être remobilisés, mais sans que l'époque de ces événements soit connue de façon certaine. En effet, les âges donnés par la datation renvoient à des époques antérieures à celles des unités précédentes. Il s'agit vraisemblablement de la remobilisation de couches plus profondes que celles érodées (et déposées) antérieure-

ment, ce qui expliquerait le fait que les charbons qu'elles contiennent soient plus anciens (figure 6.8). Enfin, les deux unités sommitales témoignent de l'utilisation agricole de cette accumulation, au moins à des périodes postérieures aux XV^e - XVII^e siècles.

Le décalage temporel entre les inversions des deux coupes (AMa et AMb), pourtant situées dans la même vallée, peut s'expliquer par un différentiel amont/aval, mais aussi par la localisation d'AMb après une confluence avec une vallée dont les apports aussi peuvent avoir été enregistrés dans la coupe AMb : les charbons peuvent provenir de deux bassins versants, au sein desquels il est possible que les vitesses de transport diffèrent, expliquant ainsi que des âges plus anciens puissent recouvrir des âges plus récents (US07 et US08 de la coupe AMb, par exemple).

Ce décalage peut aussi s'expliquer par la notion de cascade sédimentaire (Cossart, 2016). Ici, les amonts ne produisent presque plus de matériel. Pourtant, les apports dans les parties médianes ou d'aval sont assez volumineux. Ils proviennent de réservoirs intermédiaires dans la vallée. Les sédiments sont stockés temporairement et remobilisés par la suite. On observe alors des relais de processus qui amènent les éléments à franchir des étapes successives au cours du temps, et qui peuvent expliquer les inversions chronologiques observées dans les dépôts d'AMa et AMb.

Enfin, il est possible de comparer les processus à l'œuvre à Ambare et à Damhalle à des périodes semblables. En effet, la taille réduite du bassin versant de Damhalle par rapport à celui d'Ambare peut avoir joué un rôle dans le dépôt plus réduit de sédiments durant cette période. À AMa, ce sont plus de 350 cm qui s'accumulent après le XV^e siècle de n. è. (figure 6.6), et 220 cm après les XIV^e - XV^e siècles à AMb (figure 6.8). À Damhalle en revanche, cette période est presque absente, l'accumulation n'ayant été conservée que sur 30 cm au-delà des XVI^e - XV^e siècles de n. è. (figure 4.32).

6.2 Processus et chronologies des comblements à l'aval des vallées

Les analyses de ces dépôts permettent de mettre en lumière les principaux éléments de la chronologie et les processus qui ont présidé à la mise en place de ces accumulations les plus récentes (du début de n. è. au XVII^e siècle de n. è.). Il ressort que les influences anthropiques se font sentir de façon plus nette, en particulier à partir de l'époque moderne, au tournant du II^e millénaire de n. è.

6.2.1 Processus de comblements des parties distales des vallées

À AMb comme à AMa, les dépôts se font de façon assez continue. Il est plus facile de l'appréhender à AMb, où les jalons sont plus nombreux et où les sédiments s'accumulent

sur une durée assez longue, approchant le millénaire, qui témoigne peut-être d'un certain équilibre dynamique des bassins. Par analogie, on peut émettre l'hypothèse que la situation est semblable à AMa et que les dépôts continus et relativement homogènes sont postérieurs à 129 - 325 de n. è.

À Ambare, les inversions chronologiques, décrites *supra*, ont été étudiées au sein de groupes qu'il est possible de replacer dans une chronologie « normale ». Ils indiquent en effet des *terminus ante quem* qui suivent l'ordre chronologique. Chacune des coupes permet d'apprécier deux phases d'inversions chronologiques : à AMa, du XV^e aux XII^e – XIV^e siècles de n. è. d'une part, et des XV^e – XVII^e aux VII^e – X^e siècles de n. è. d'autre part ; à AMb, des XIV^e – XV^e aux V^e – VI^e siècles de n. è., puis des XV^e – XVII^e aux X^e – XI^e siècles de n. è. Elles mettent ainsi en lumière deux *terminus ante quem*, périodes principales de perturbation dans la sédimentation : les XII^e – XIV^e siècles de n. è. d'abord, puis les XV^e – XVII^e siècles de n. è. Pour ces périodes, compte tenu de la texture grossière des sédiments et de ces incohérences chronologiques, il semble que l'accumulation ait été essentiellement alimentée par le déstockage de remblaiements mis en place antérieurement, avec transport et dépôt secondaire des charbons qu'ils contenaient. Dans les deux sites d'Ambare, les éléments ont en effet l'éroulé fluvial typique, indice d'un transport effectué à l'échelle du réseau hydrographique étudié. Dans la majorité des cas, les lentilles ou lits grossiers sont en position ravinante dans l'unité sous-jacente et évoquent un fonctionnement avulsif³, assez proche du tressage (sans être totalement caillouteux). Il est aussi possible d'envisager ces inversions chronologiques comme la marque d'amendements de zones cultivées par le prélèvement de sols, déplacés d'un secteur à un autre, bien que rien dans les pratiques actuelles (chapitre 9), ni les archives et documents anciens (chapitre 8) ou les entretiens (chapitres 9 et 10) n'atteste cette hypothèse. On peut noter une très bonne concordance entre la date la plus récente à Damhalle (1 333 – 1 449 de n. è.), qui est proche de la fin de la dynamique d'accumulation en tête de bassin, et celle qui marque le début des dynamiques d'avulsion à AMb, à l'aval (1 325 – 1 445 de n. è.).

L'absence de tout dépôt antérieur au début de n. è., dans la vallée d'Ambare, pose la question des raisons de cette lacune de près de 5 000 ans par rapport à un site d'amont comme celui de Damhalle. Il est difficile de faire l'hypothèse qu'aucun dépôt ne s'est produit durant des millénaires, pour trois raisons :

1. dans le même temps, le bassin amont, très proche, était marqué par des flux très peu compétents et une accumulation généralisée des limons. On expliquerait mal comment ces sédiments ne seraient pas parvenus à engorger aussi le réseau vers l'aval ;
2. des épaisseurs alluviales sont présentes aujourd'hui dans des gorges, bien qu'elles soient en voie de déstockage par érosion latérale. Le stockage a donc pu se produire

3. Avulsion : arrachement, séparation d'une portion de terrain de la rive d'un cours d'eau (CNRTL).

à d'autres moments de l'histoire de la vallée, et il n'est pas à exclure qu'il subsiste des lambeaux de très vieilles séquences qui échappent encore à l'observation. Par ailleurs, l'observation dans les épaisseurs encore en place de niveaux de cailloutis indique que le stockage s'est produit alors que les flux étaient suffisamment compétents pour déposer des particules relativement grossières. Il y a donc très probablement eu des dépôts avec des flux moins compétents ;

- le cailloutis présent dans les séquences actuelles montre que le transport solide est efficace et que l'expulsion au moins partielle d'une nappe ancienne n'est pas impossible. On a en effet pu observer sur le terrain la présence d'un barrage en pierre sèche d'environ 5 m de hauteur dans la vallée de Ka Ebile (figure 6.9), emporté par une crue en 2014 (figure 6.10), relevé en 2015 (figure 6.11) et réaménagé en 2017 (figure 6.12). Le cliché de 2014 (figure 6.10) montre bien la compétence que peuvent acquérir les écoulements, malgré une vallée intégralement mise en terrasses depuis l'amont. Les photographies suivantes (figures 6.11 et 6.12) donnent une idée du volume qui a pu être déstocké lors de cette crue de 2014. On remarque aussi, entre 2015 et 2017, l'évacuation d'une grande partie des éléments rocheux et l'incision du haut du comblement à l'amont du barrage (figures 6.11 et 6.12). Des points de repères sont indiqués sur les photographies, les vues ayant été prises sous des angles différents. Un arbre, présent en 2013, 2014 et 2015 (figures 6.9 à 6.11), est entouré d'un ovale vert, tandis que la maison, visible sur les clichés de 2013, 2015 et 2017 (figures 6.9, 6.11 et 6.12), est repérée par une flèche. En 2014 (figure 6.10), sa position est indiquée par l'orientation de la flèche.



FIGURE 6.9 – Barrage de Ka Ebile en 2013. *Cliché : Y. Callot, 2013.*



FIGURE 6.10 – Barrage de Ka Ebile effondré en 2014. *Cliché : N. Blond, 2014.*



FIGURE 6.11 – Barrage de Ka Ebile relevé en 2015. *Cliché : N. Blond, 2015.*



FIGURE 6.12 – Barrage de Ka Ebile réaménagé en 2017. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Selon cette hypothèse, les séquences d'Ambare que nous observons actuellement correspondraient à une reprise de l'accumulation, au plus tard vers le début de n. è., après une période marquée par une pénurie sédimentaire dans le bassin. Cette accumulation, comme cela est évoqué plus haut, pourrait avoir été alimentée, notamment au tournant des XIV^e – XV^e siècles, par la destruction de remblaiements situés plus en amont. Elle pourrait aussi être la conséquence de phénomènes de grande énergie (torrentiels ?) qui fournissaient le matériel grossier - celui-ci restant rare dans les séquences comme Damhalla. Il y a sans doute le passage d'un seuil à cette époque ; il est intéressant de relever que la base de la séquence d'AMb semble assez continue précisément jusqu'aux événements avulsifs des XIV^e – XV^e siècles. A-t-on alors le passage d'un chenal assez étroit et incisé dans une plaine alluviale limoneuse à un lit plus instable latéralement et charriant plus fréquemment des cailloutis ? Dans ces tronçons de l'aval, la phase d'aggradation est suivie par une reprise récente de l'incision (XV^e – XX^e siècles de n. è. ?) dans les remblaiements. Elle n'a pas encore atteint les drains les plus pentus du réseau, mais il faut souligner que les chenaux qu'elle forme sont aménagés par les terrassements agricoles contemporains.

Il y a donc, au cours du temps, succession ou alternance entre, d'une part, des phases caractérisées par des processus de compétence faible ou modérée et associés peut-être à des distances de transport assez limitées, et, d'autre part, des phases aux dynamiques érosives plus puissantes, de type torrentiel.

6.2.2 Les colmatages des parties aval dans la chronologie de la zone d’étude

Les deux séquences d’Ambare donnent des éléments pour restituer des dynamiques plus récentes, mais aussi envisager les modalités de la connectivité longitudinale dans le bassin. D’après les éléments dont nous disposons, le thalweg a connu une purge sédimentaire assez complète avant que l’accumulation reprenne au début de notre ère, en étant alors dominée par des processus de compétence modérée (limon, faible taux d’aggradation au départ), comme à MAa. Comme on l’a vu dans le chapitre 5, un tel déstockage de dépôts antérieurs peut être lié à la transition vers des climats plus secs à la fin de l’optimum humide africain.

Le fait de ne pas détecter de traces d’une incision correspondante dans la séquence de Damhalle, située en tête de bassin, pourrait suggérer que les conditions d’écoulement n’atteignaient pas les seuils de compétence nécessaires pour déclencher le phénomène en deçà d’une certaine surface réceptrice. Cette phase pourrait aussi avoir eu lieu mais n’avoir pas été enregistrée dans la section étudiée ici. Quant à la reprise de l’aggradation qui intervient ensuite, il est assez tentant de la mettre en lien avec le développement du royaume axoumite et des formes d’érosion liées aux défrichements ou à l’extension des surfaces agricoles, d’autant plus que cette période semble connaître un regain d’humidité comme nous l’évoquons plus haut (Nyssen *et al.*, 2004). Il est également possible que cette dynamique débute plus tôt que ne le montrent les jalons disponibles puisque le contact avec le lit rocheux n’a pas été atteint dans la séquence d’AMb. Dans cette hypothèse, l’accumulation commencerait dès la période pré-axoumite (Fattovich, 2010) et on ne peut donc exclure une correspondance entre l’enregistrement daté de 768 – 431 av. n. è. à Damhalle et la partie inférieure des dépôts d’Ambare. De même, les dépôts de KEb (796 – 542 av. n. è.) indiquent une reprise de sédimentation après une phase d’incision et sont contemporains de ceux de Damhalle.

La déforestation pointée par Darbyshire *et al.* (2003) dès 500 av. n. è. pourrait être un facteur de contrôle non négligeable dans la reprise de la fourniture sédimentaire à l’échelle des bassins versants. Par la suite, l’orientation vers des processus plus compétents, qui remanient la partie supérieure de l’accumulation d’Ambare ou qui la font disparaître au moins localement (AMa avec cailloutis dès la base), montre que l’hydrosystème est marqué par d’autres dynamiques et l’apparition, peut-être, d’une forme de torrencialité, cohérente avec des conditions plus humides en Afrique de l’Est (Nash *et al.*, 2016). Compte tenu des jalons chronologiques disponibles, il est tentant de les attribuer aux XII^e – XIV^e siècles de n. è. et aux XV^e – XVII^e siècles de n. è., avec là encore, une correspondance possible entre l’existence de dépôts plus grossiers dans la partie supérieure de la séquence de Damhalle et les dépôts caillouteux dans la vallée d’Ambare. Cette relation pourrait suggérer qu’à ce moment, les transferts sédimentaires se sont effectués assez rapidement entre les têtes de bassin et la branche principale du réseau hydrographique. L’origine de ces dynamiques

reste toutefois incertaine. Les indices de torrencialité pourraient signaler que les versants avaient alors atteint un état de dégradation avancé, permettant le déclenchement de processus qui n'agissaient pas auparavant – ou plus sporadiquement. Avec la dilapidation des sols, l'érosion mobilise désormais plus aisément les éléments grossiers, d'une part car elle puise dans la partie inférieure des formations superficielles, au contact de la roche en place, d'autre part car le temps de réponse du bassin à des averses peut être réduit, entraînant la formation d'écoulements plus compétents. Cette évolution pourrait être rapprochée de l'extension des couverts herbacés qui se manifeste vers 1 200 – 1 400 de n. è. au détriment des arbres, un peu plus au sud (Darbyshire *et al.*, 2003). N'écartons pas non plus l'hypothèse qu'aient pu se manifester, avec retard, les effets du déclin de la culture axoumite, attribué à un épuisement du milieu et un affaiblissement des précipitations (Butzer, 1981).

Il reste à expliquer l'origine de l'incision régressive qui marque la plupart des vallons amont comme Damhalle, mais qui affecte aussi les gorges d'Ambare. Ces incisions semblent représenter un phénomène sans précédent dans l'histoire sédimentaire des petits vallons, car elles entament un stock qui a été dominé par la stabilité sur une durée plurimillénaire ; elles correspondent donc sans doute au franchissement d'un seuil dans les bassins versants. Dans l'état actuel des connaissances, plusieurs facteurs pourraient se combiner :

- les évolutions antérieures qui, sur la longue durée, ont déjà largement épuisé le stock de formations superficielles sur les versants, et ne peuvent donc plus alimenter les chenaux en matériel détritique. On doit rappeler ici que les versants actuels ne comportent plus que des placages discontinus de matériel meuble ;
- la reprise de la végétation arborée qui d'après Darbyshire *et al.* (2003) intervient vers 1 400 – 1 700 de n. è. Elle peut être mise en lien avec une pulsation humide, notamment le Petit Âge Glaciaire, dans cette région (Nash *et al.*, 2016). Il pourrait aussi s'agir d'un déclin démographique, hypothèse soutenue par l'absence de vestige archéologique relatif aux *dark ages*. Ces facteurs, en se combinant, pourraient avoir préservé les versants, les déconnectant des thalwegs. L'augmentation des précipitations due à la pulsation humide et la protection des versants par la végétation ont pu provoquer un changement du rapport entre les débits liquides et les débits solides favorisant la reprise de charge dans les vallons et donc l'incision. On observe en effet aujourd'hui un cas similaire dans la vallée de Welwalo, où la végétation se couple avec la faible quantité de matériel disponible sur les versants, provoquant l'incision des nappes anciennes et un fonctionnement de rivière torrentielle avec un lit caillouteux. Ces processus se retrouvent aussi dans une moindre mesure à Mengangebit ;
- l'aménagement agricole contemporain, qui paraît n'avoir pas d'équivalent dans le passé et qui, par sa densité dans l'espace, s'oppose aussi très efficacement aux couplages versants-chenaux. Ces aménagements agissent de façon similaire à la

couverture végétale, en provoquant une pénurie sédimentaire qui se traduit par l'incision des remplissages dans les vallons. De façon assez paradoxale, ces ouvrages, conçus pour protéger les versants et les comblements de l'érosion, sont aussi une des causes de cette incision et contribuent à favoriser l'érosion régressive à l'œuvre dans les vallons.

Dans ces conditions, il résulterait des évolutions qui ont commencé dans les trois derniers siècles une faible connectivité sédimentaire dans les hydrosystèmes qui permet à l'érosion régressive d'agir à présent efficacement, du moins tant que les incisions ne sont pas aménagées par les agriculteurs. La comparaison des vallées aménagées de la zone d'étude avec celle de Welwalo est à ce titre éclairante : il n'y a pas de terrasses dans cette dernière, et l'érosion a aujourd'hui gagné la presque totalité des dépôts du lit majeur.

CONCLUSION

Les secteurs distaux des vallées fournissent une information chronostratigraphique très différente et complémentaire de celles que donnent les amonts et les tronçons médians. Dans ces parties d'aval, les dépôts les plus anciens semblent avoir été déstockés avant la ré-accumulation de sédiments bien plus récents.

Ceux-ci ont gardé la trace de dépôts non perturbés et de processus peu compétents au début du I^{er} millénaire de n. è., attestant un certain équilibre dynamique du milieu. On peut expliquer ces conditions par une couverture végétale encore assez dense pour protéger les versants d'une érosion massive, en particulier des sédiments de grande taille. Des populations axoumites sont toutefois présentes à Wakarida et dans ses environs à cette époque (Benoist *et al.*, 2016 ; Benoist et Gajda, 2015 ; Dugast et Gajda, 2010, 2011, 2013, 2014 ; Gajda *et al.*, 2017). Leur existence n'est pas incompatible avec les dépôts non perturbés dont il a été question. Ces populations étaient vraisemblablement installées de façon préférentielle sur des points hauts (croupes, cols, versants) comme aujourd'hui (Gajda *et al.*, 2017). Elles avaient très probablement installé leurs cultures à proximité de leurs habitations et défriché de façon assez ponctuelle, ne provoquant pas un bouleversement suffisamment important pour que les traces en soient enregistrées dans les dépôts de fond de vallée.

L'époque moderne en revanche se caractérise par une perturbation de ces équilibres, qui se traduit par deux périodes principales d'inversion chronologique : les XII^e - XIV^e siècles de n. è. et les XV^e - XVII^e siècles de n. è. Les accumulations sont alors alimentées par le déstockage de remblaiements mis en place antérieurement. Ils attestent la déstabilisation des versants résultant de leur ouverture par un défrichement généralisé et non plus ponctuel et localisé comme cela semble avoir été le cas dans les siècles précédents, ou de l'ablation de dépôts anciens sur des cônes, dans les chenaux ou dans les remblaiements de

tête de bassin.

Ces phénomènes ont pu être amplifiés par des changements climatiques, notamment, à l'époque du Petit Âge Glaciaire (Nash *et al.*, 2016). De la même façon, la reprise de la végétation (Darbyshire *et al.*, 2003) liée à cette pulsation humide, peut être un des facteurs expliquant l'incision actuelle des remblaiements et la mise en valeur des coupes qui ont pu être étudiées. Il faut aussi combiner à ces facteurs biophysiques les effets de l'épuisement des stocks sédimentaires et des aménagements hydroagricoles dans les fonds de vallées.

CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE

Les chapitres 4 à 6 ont permis de préciser la chronologie des remblaiements de vallon dans le secteur de Wakarida. On note en premier lieu qu'en dehors du site de Damhalle, et, à la marge, de celui de May Ayni, aucun remplissage n'a livré de sédimentation continue sur une longue période. Il apparaît dès lors que les effets de site ont un impact non négligeable dans la sédimentation et peuvent orienter la mise en place de ces accumulations. Il semble par ailleurs y avoir un effet lié à la position au sein de l'hydrosystème local : certains des dépôts les plus anciens (MWc notamment) sont situés le plus à l'amont, tandis que les plus récents (AMa et AMb, notamment) sont localisés à l'aval (figures 3.5 et 3.6, pages 142 et 143). Les affluents, de plus petite taille et drainant un bassin versant plus réduit, ont des comportements différents.

L'organisation des dépôts est donc chronologique et spatiale, avec des effets locaux très prégnants. Ils donnent une image assez complète de l'évolution des paysages, des environnements et des conditions de dépôt entre le VII^e millénaire av. n. è. et le XVII^e siècle de n. è. Trois phases principales dans la mise en place du paysage actuel ont pu être dégagées :

Du VII^e au IV^e millénaires av. n. è.

Les processus qui dominent la formation des paysages sont essentiellement d'origine biophysique et/ou climatique, et semblent peu influencés par les populations, même si l'hypothèse de l'impact anthropique ne peut pas être complètement éliminée. Les premiers dépôts se mettent en place dans la vallée de May Weini (VII^e millénaire av. n. è.). Les chapitres 4 et 5 ont permis de montrer qu'il s'agissait de processus peu compétents de colluvionnement ou alluvionnement, mais qui ont fourni une importante épaisseur de sédiments limoneux. Les dépôts à la base de Damhalle (VI^e millénaire av. n. è.) ainsi que ceux de Gali Gade (V^e millénaire av. n. è.) ont montré que l'ambiance climatique ayant présidé à leur mise en place était plus humide qu'actuellement.

Ces conditions peuvent être reliées à l'« *African Humid Period* » (AHP), période plus humide dans l'ensemble de l'Afrique (Armitage *et al.*, 2015 ; Bard *et al.*, 2000 ; Bubenzer et Riemer, 2007 ; Gascon, 2006 ; Le Turdu *et al.*, 1999 ; Nyssen *et al.*, 2004 ; Shanahan *et al.*, 2015). De la fin du VII^e jusqu'au début du V^e millénaires av. n. è. à Wakarida,

les précipitations, plus régulières et abondantes qu'aujourd'hui, peuvent avoir favorisé le développement de végétation dans les vallées. Les taux plus importants de matière organique dans les sédiments à la base des accumulations semblent l'attester. Celle-ci peut aussi provenir de la végétation développée sur les versants. Elle aurait alors été érodée par le ruissellement et concentrée dans les dépôts de fond de vallées. Les indices anthracologiques relevés et analysés pour cette période ne permettent pas vraiment de donner plus d'informations sur le type de végétation. À Gali Gade, l'identification d'un charbon comme appartenant au genre *Croton*, *sp.* Euphorbiaceae, dont l'espèce est vraisemblablement *C. macrostachyus*, permet d'envisager une forêt sempervirente sur les versants alentours, cet arbre poussant en lisière de ce type de peuplement. Des précipitations plus abondantes qu'actuellement ont aussi pu engendrer des événements de forte énergie (des crues par exemple) conduisant, dans certains cas, à la remobilisation de dépôts antérieurs, expliquant les quelques inversions chronologiques relevées, en particulier à May Weini et Welwalo.

Durant l'optimum humide africain (AHP), les environs de Wakarida étaient probablement caractérisés par des versants couverts d'une végétation arbustive et/ou arborée, entaillés par des vallées parcourues par des écoulements de surface.

Les V^e et IV^e millénaires av. n. è. marquent une transition caractérisée par l'alternance d'épisodes peu compétents et d'autres plus compétents, en lien avec les variations des précipitations. Localement, l'une ou l'autre des tendances prend le dessus : antérieurement au IV^e millénaire av. n. è., la vallée de May Ayni a conservé la trace d'événements très compétents, tandis qu'à cette période ce sont uniquement des épisodes de faible énergie qui affectent la vallée de May Weini. Cette alternance, au sein de la zone d'étude mais aussi sur un même site, traduit la fin de l'AHP et la transition vers une ambiance plus sèche. Ce passage, daté dans de nombreux cas autour de 5 000 BP (Armitage *et al.*, 2015 ; Berakhi *et al.*, 1998 ; Brookes, 2003 ; Bubenzer et Riemer, 2007 ; Crépy et Callot, 2016 ; Gasse, 2000 ; Gillespie *et al.*, 1983 ; Sanlaville, 1997 ; Wendorf et Schild, 1980), intervient ici entre 6 000 et 4 000 BP. Il semble se faire progressivement et non abruptement comme ont pu le démontrer par exemple Armitage *et al.* (2015) et Gasse (2006), en particulier en Afrique de l'Ouest. Cette longue transition est cohérente avec l'idée, développée par Hély *et al.* (2009) ou Shanahan *et al.* (2015), que l'assèchement intervient plus progressivement en Afrique de l'Est qu'en Afrique de l'Ouest.

Du III^e au II^e millénaires av. n. è.

L'influence des sociétés apparaît légèrement, bien qu'il soit difficile de démêler les conséquences de processus biophysiques de celles des actions anthropiques. Sur l'ensemble des sites, les dépôts sont caractéristiques de l'évolution des modes de transport et du passage de milieux humides à des milieux plus secs : on observe l'alternance de matériau fin et de passées plus grossières. Les sédiments accumulés deviennent généralement plus clairs

et dans certains cas les taux de matière organique décroissent. Dans les fonds de vallées, les conditions environnementales sont moins propices au développement de paléosols que durant la période précédente.

Les dépôts indiquent aussi un changement dans la végétation, qui devient plus rare du fait de la sécheresse. L'ouverture de la végétation peut avoir rendu les versants plus sensibles à l'érosion hydrique, expliquant la présence de passées plus grossières, témoins de processus de plus forte énergie intervenant ponctuellement. Toutefois, le fait qu'à Damhalle le remblaiement soit continu sur la longue durée laisse penser que le couvert végétal n'est pas totalement détruit, mais reste suffisamment dense sur les versants pour empêcher la concentration des écoulements et l'incision des chenaux. Cela vient à l'appui d'une fin progressive de l'AHP.

Par ailleurs, les enregistrements sédimentaires, en particulier à Damhalle, donnent à penser que des pulsations humides sont intervenues au cours de cette période sèche, entre 3 700 et 2 400 BP. On en retrouve des traces à Ka Ebile, qui correspondent à une phase identifiée par Le Turdu *et al.* (1999) ; Lézine *et al.* (2011) ; Mohammed et Bonnefille (1998) autour de 2 500 BP, dans le Sahara ou en Éthiopie du Sud.

Enfin, on ne peut pas exclure que des groupes humains aient peuplé le Tigray dès cette époque et que cette occupation ait pu causer un premier déboisement, comme cela a été mis en évidence par certains auteurs (Bard *et al.*, 2000 ; Berakhi *et al.*, 1998 ; Darbyshire *et al.*, 2003 ; Gebre *et al.*, 2009). En l'absence de vestiges archéologiques, cette hypothèse ne peut toutefois pas être vérifiée.

À partir du I^{er} millénaire av. n. è. jusqu'au XVII^e siècle de n. è.

Les effets des actions anthropiques (culture, élevage, défrichements) laissent une empreinte décelable dans les paysages. Durant le I^{er} millénaire av. n. è. apparaissent les premières traces archéologiques d'occupation humaine. Elle pourrait être à l'origine de certains dépôts : les populations installées dans la région ont coupé du bois pour le chauffage et la construction et ont probablement ouvert la végétation sur les versants pour y dégager des clairières de culture. L'habitat a pu prendre la forme, dans les premiers temps, de constructions légères en bois (*tukul*), comme on en trouve encore aujourd'hui, et qui demandent la coupe de nombreux arbres pour leur construction (Nyssen *et al.*, 2010b). Ces défrichements ont conduit à l'ablation des sédiments, formés sous couvert végétal sur les versants. Ils ont ensuite été déposés dans les fonds de vallées.

Les indices sont assez ténus pour la période axoumite - même si on ne peut pas exclure que certains dépôts de cette époque n'aient pas été conservés - puisque seuls quatre charbons ont pu être datés sur deux sites (AMb et MAa). Quelques secteurs indiquent que durant les premiers siècles de notre ère, certaines vallées enregistrent encore des dépôts assez fins et sans discontinuité. Cela tendrait à signifier que cette période connaît,

du moins pour les secteurs de MAa et AMb, un fonctionnement qui n'est pas ou peu perturbé. Cela peut s'expliquer d'une part par les conditions climatiques, dont Butzer (1981) dit qu'elles sont plus humides au I^{er} siècle de n. è. et entraînent une amélioration de l'agriculture. À AMb, le développement d'un paléosol indique l'absence d'usage agricole du fond de la vallée. Une autre explication est à trouver dans l'éloignement du secteur par rapport au centre urbain de Wakarida (plus de 3 km à vol d'oiseau, à travers des vallées assez abruptes). Par ailleurs, la configuration de la vallée, très étroite et en partie aval de l'hydrosystème local, combinée aux précipitations plus importantes citées par Butzer (1981), suggère que ce fond de vallée était en eau - au moins saisonnièrement - durant la période axoumite. Dans l'ensemble, durant cette période, les processus sont peu compétents, et s'il y a une activité anthropique, les traces n'en apparaissent pas dans les enregistrements sédimentaires de fonds de vallée.

La période de la fin du royaume axoumite n'apparaît pas dans les enregistrements sédimentaires autour de Wakarida, en dehors d'une date (661 - 800 de n. è.) qui correspond au déclin de la présence humaine à Axoum (Butzer, 1981). Il est cependant difficile d'étayer l'hypothèse selon laquelle la dégradation des sols et des conditions environnementales coïncide avec la chute du royaume : ici, ce charbon des VII^e - IX^e siècles de n. è. est pris dans un paléosol qui continue à se développer jusqu'aux XIV^e - XV^e siècles de n. è.

La période post-axoumite (X^e - XII^e siècles de n. è.) est un peu plus documentée, et semble marquée par un retour à l'équilibre qui voit le développement d'un paléosol. Cela est cohérent d'une part avec les vestiges archéologiques, qui attestent une réoccupation des ruines dans un habitat léger (tentes ou cabanes?) et une présence probablement intermittente, et d'autre part avec la localisation de cette accumulation d'AMb, en toute fin de l'hydrosystème local, dans un espace peu accessible et éloigné du centre principal de Wakarida.

La période moderne, du XIII^e au XVII^e siècles de n. è., est assez bien documentée, moins par le nombre de charbons datés de cette époque, que par les informations qu'il est possible de tirer des inversions chronologiques. Les accumulations dans la vallée d'Ambare sont en effet marquées par deux phases d'inversion, qui correspondent à des âges compris d'une part entre les V^e - VI^e siècles et les XII^e - XIV^e siècles de n. è., et d'autre part entre les X^e - XII^e siècles et les XV^e - XVII^e siècles de n. è. Ces deux phases indiquent un *terminus ante quem* autour des XIV^e - XVII^e siècles de n. è. Celui-ci représente la principale période de perturbation de la sédimentation. Le mélange des dates indique que les charbons ont subi d'importants remaniements durant ces siècles. Les sols, développés durant les périodes précédentes (allant des V^e - VI^e siècles aux XV^e - XVII^e siècles de n. è.) sous couvert végétal sur les versants ont été érodés et déposés dans les vallées, probablement après des déplacements assez courts, de type colluvionnement. Ces déplacements ont aussi entraîné les charbons, ce qui explique les dates, aberrantes au premier regard.

Cette érosion des dépôts de versants est un indice de l'ouverture de la végétation sur les pentes, probablement pour des usages domestiques (bois de feu ou de construction) et/ou pour l'agriculture. Une telle perturbation se retrouve à Axoum : entre l'abandon du site autour du VII^e siècle et les XV^e - XVII^e siècles de n. è., Butzer (1981) ne détecte aucune déstabilisation du système. Celle-ci n'intervient qu'aux XV^e - XVII^e siècles. Ces données environnementales sont cohérentes avec les données historiques : vers le VIII^e siècle de n. è., le royaume décline, du fait de concurrences politiques et économiques. Axoum est coupée de ses relations marchandes avec les empires byzantin et perse, les Arabes détruisent la flotte axoumite et le port d'Adoulis au début du VIII^e siècle. Au IX^e siècle de n. è., la capitale du royaume déclinant se déplace au sud, vers le lac Hayk et, selon la tradition, la reine Yudit en achève la disparition par sa conquête, en 980 (Butzer, 1981). S'ensuit l'apparition, au XIII^e siècle de n. è., de la dynastie Zagwé au Lasta (autour de Lalibella). Ce déplacement du cœur économique et politique des royaumes éthiopiens peut expliquer, au moins en partie, le faible nombre d'enregistrements sédimentaires dans la région pour cette période : la migration de la capitale vers le sud peut avoir causé un déclin démographique se traduisant par une reconquête végétale.

On ne peut pour autant pas négliger les effets des évolutions climatiques dans la déstabilisation des versants. Les dépôts des XIV^e - XVII^e siècles de n. è. comptent en effet beaucoup d'éléments grossiers, compatibles avec des flux plus compétents témoignant de l'augmentation des précipitations, comme on en trouve des traces ailleurs en Afrique entre 1 400 et 1 700 de n. è. (Darbyshire *et al.*, 2003). Des facteurs de contrôle anthropiques nets sont observés, mais il peuvent aussi avoir été catalysés par des pulsations humides.

Érosion et ouvrages hydroagricoles

L'absence de murets dans les comblements ou d'outils dans les vestiges archéologiques ne suffit pas à affirmer qu'il n'y avait pas d'agriculture à Wakarida et dans ses alentours durant les phases d'occupation pré-, proto-axoumite et axoumite. Il est fort probable qu'à une époque où la population a pu être moins nombreuse qu'aujourd'hui, les cultures aient été situées à proximité des habitations, sur les points hauts des croupes ou des cols, dans des zones relativement planes donc, où il n'était pas nécessaire de construire des murets pour retenir l'eau et les sols. Il semble logique que les populations aient cherché à localiser leurs cultures le moins loin possible de leurs habitations et à éviter les fonds de vallons, à une époque où les écoulements ont pu être plus fréquents, plus réguliers, et où l'accumulation sédimentaire était encore active. Celle-ci aurait en effet détruit les cultures, alors qu'elles ont pu être préservées sur les points hauts, tandis que les précipitations plus abondantes rendaient superflu le recours à des ouvrages de conservation des eaux.

Par ailleurs, au début de l'ouverture de la couverture végétale, les sols encore en place sur les versants étaient probablement plus riches que les dépôts alluviaux et colluviaux de fonds de vallées. En partant d'analogues contemporains, on peut simplement rappeler qu'existent, sur le seul continent africain, de nombreux exemples de campagnes densément peuplées où les espaces agricoles sont essentiellement, voire exclusivement, situés sur les versants : le Pays bamiléké (Hurault, 1970) ou les hautes terres de l'Afrique de l'Est qui vont du sud de l'Éthiopie (Demeulenaere, 2009) à la région des grands lacs. Néanmoins, dans l'état actuel des connaissances, on ne peut pas exclure que les dépôts de fond de vallons aient été cultivés à des époques antérieures, et notamment durant les périodes pré-axoumite et axoumite, où la pression démographique a pu être relativement importante. Cette agriculture aurait reposé, par exemple, sur un système d'abattis-brûlis, les fonds de vallons étant déforestés ponctuellement, par places, puis laissés en friche tandis qu'un autre espace était mis en culture. Ce système n'aurait pas nécessité le recours à des ouvrages de conservation des eaux et des sols, dans la mesure où les champs n'étaient pas exploités ni entretenus pendant une longue durée.

Aujourd'hui, la déstabilisation de l'ancien équilibre du système se poursuit et les conséquences en sont visibles dans les thalwegs, puisqu'on assiste à l'érosion régressive de ces comblements de fond de vallon. Celle-ci est le résultat du déstockage presque total des dépôts de versants par l'érosion, mais aussi de la mise en place contemporaine des terrasses agricoles qui déconnectent les zones d'émission des zones de stockage sédimentaire. Néanmoins, ces aménagements permettent aussi de limiter l'extension spatiale de ces incisions.

Si l'impact anthropique est aujourd'hui fort et visible dans le paysage, la région est restée longtemps relativement préservée des effets d'une anthropisation massive jusqu'à sa « découverte » par des scientifiques, des aventuriers et des missionnaires à partir du XVIII^e siècle de n. è. De nombreuses traces de cet ancien paysage et des techniques agricoles utilisées ont été transmises jusqu'aujourd'hui et contribuent à répondre à la question de l'origine du paysage actuel, de ses évolutions et de la place qu'y tiennent les aménagements hydroagricoles.

Troisième partie

Permanences territoriales, paysagères et technologiques : l'apport des archives

INTRODUCTION DE LA TROISIÈME PARTIE

La compilation des données des archives iconographiques, textuelles et cartographiques permet de compléter celles obtenues par la sédimentologie et la géomorphologie. En effet, sans le recours aux archives, l'image de l'évolution des paysages depuis le XVIII^e siècle jusqu'à nos jours aurait été complètement brouillée, voire impossible à dessiner. L'analyse des cartes disponibles, du XVI^e au XXI^e siècles, montre que la zone étudiée est située en marge des axes principaux de circulation, au moins à cette époque (chapitre 7, section 7.1), qu'elle constitue un angle mort, à l'interface entre deux espaces mieux identifiés et mieux connus : le plateau d'une part, la dépression du Danakil, de l'autre. Ce peu d'intérêt pour cet espace de « l'entre-deux » peut expliquer que le corpus comprenne essentiellement des documents couvrant l'ouest du Tigray, qu'il s'agisse d'archives textuelles ou iconographiques.

Grâce à celles-ci, il est possible d'identifier les principaux traits caractéristiques du paysage du nord du Tigray, particulièrement au XIX^e siècle (chapitre 7, section 7.2), et de noter quelques tendances, que ce soit dans l'évolution du peuplement animal et végétal ou dans les caractérisations climatiques.

Le recours aux documents d'archives permet aussi de tenter de répondre à une des questions centrales dans ces recherches (chapitre 8) : l'ancienneté supposée des terrasses de culture trouve-t-elle une confirmation dans les comptes rendus que font les explorateurs ? Les textes, peintures, gravures et photographies portent en effet une attention particulière à la fertilité des terres nord-éthiopiennes (chapitre 8, section 8.1) ainsi qu'aux techniques agricoles, mais n'évoquent les terrasses qu'à la marge (chapitre 8, section 8.2). Si l'outillage et les méthodes de préparation de la terre, de semis, de labour, de récolte et même de stockage des denrées semblent n'avoir pas - ou très peu - changé depuis le XIX^e siècle, il apparaît au contraire que la construction de terrasses agricoles pour conserver les eaux et les sols est une innovation assez récente (sections 8.3 à 8.5).

Chapitre 7

Un territoire longtemps marginal et préservé

We were obliged to hasten away as speedily as possible, in order to reach Adowa before night; and after toiling over a road perpetually ascending and descending, sometimes swampy, sometimes rocky, and at all times much incumbered with loose stones, we at length came in sight of the town, enveloped in smoke.

Valentia, 1809c, p. 75

Sommaire

| | |
|--|------------|
| Introduction | 313 |
| 7.1 Un espace à l'écart des routes principales | 314 |
| 7.1.1 Au XVII ^e siècle, la cartographie approximative d'un espace inconnu | 315 |
| 7.1.2 Au XVIII ^e siècle, des cartes issues de la compilation de données antérieures | 318 |
| 7.1.3 Au XIX ^e siècle, la cartographie des routes de voyageurs | 320 |
| 7.1.4 Au XX ^e siècle, une cartographie plus précise | 328 |
| 7.2 Visions édéniques et descriptions scientifiques d'espaces « inconnus » | 329 |
| 7.2.1 Les traces d'une grande faune aujourd'hui disparue | 329 |
| 7.2.2 Une végétation arborée éparse et exploitée par les populations | 331 |
| 7.2.3 Un espace marginal pour lequel les données météorologiques sont rares | 337 |
| 7.3 Premières hypothèses sur l'évolution des paysages grâce aux archives | 341 |
| Conclusion | 344 |

INTRODUCTION

Les voyageurs qui explorent l'Abyssinie entre le XVI^e et le XX^e siècles sont, pour la plupart d'entre eux, des scientifiques qui découvrent et documentent un espace encore peu

connu. Ce sont essentiellement des Européens (Français, Anglais, Allemands). Certains donnent à leur mission un but religieux : on trouve en effet quelques écrits de missionnaires, portugais ou arméniens. Le récit le plus ancien est celui d'une conquête, celle effectuée par l'Imam Ahmed Gragne (Chahâb Ad-Dîn, 1898) au XVI^e siècle. Ce récit a aussi la particularité d'être le seul du corpus rédigé par un Africain, Gragne étant un dignitaire du sultanat d'Adal, aujourd'hui en Somalie. Enfin, pour les périodes plus récentes, certains récits sont aussi livrés par des sportifs qui viennent en Éthiopie pour la chasse.

Dans ces récits et les documents iconographiques qui les accompagnent, on observe une attention assez limitée envers le paysage en tant que tel. Il sert souvent de décor ou de métaphore des populations qui y vivent. On relève ainsi fréquemment l'ambiguïté entre nature généreuse et milieu sauvage, impénétrable voire dangereux. L'absence de descriptions paysagères chez Chahâb Ad-Dîn (1898) peut être interprétée comme le reflet du sujet du livre et de la conception qu'ont les auteurs arabes du paysage : celui-ci n'est pas, contrairement à ce qu'on trouve chez les auteurs européens postérieurs, un simple élément décoratif. Dans le monde arabo-musulman, le paysage est en général l'objet « d'une rencontre nécessaire entre un objet du monde et sa captation par l'esprit » (Latiri, 2004). On peut donc aisément considérer que le récit guerrier n'est pas adapté à la description des paysages. Quant aux récits plus récents de voyageurs, d'explorateurs ou de sportifs, ils se sont plus souvent attachés, dans le nord du Tigray, à décrire les grands édifices montagneux ou les routes principales - et leur état - qu'à dresser un tableau précis du couvert végétal ou de l'érosion des formations superficielles ou du stock pédosédimentaire. Les informations sont d'autant plus sommaires que la région de Wakarida, en marge du plateau et des principaux axes de communication (section 7.1), semble aussi être restée en marge des explorations. Les éléments paysagers et environnementaux ont donc été recueillis à l'échelle du nord du Tigray, dans le cadre d'une étude essentiellement qualitative, élaborée à titre d'analogie possible (section 7.2) sans mésestimer la part d'incertitude que comprend cette démarche (section 7.3).

7.1 Un espace à l'écart des routes principales

Le premier élément notable lors de la consultation des ouvrages anciens et plus particulièrement des cartes anciennes, est l'absence de localités à proximité de l'actuel village de Sewne ou du site de Wakarida. Le corpus est assez étendu, il comporte 92 cartes qui couvrent une période allant de 1635 à 1967 (voir tableau 3.8, page 111). L'étendue du corpus ne permettant pas de citer, de reproduire ni d'étudier dans le détail chaque document, seuls les plus remarquables sont mentionnés ici. Ces extraits comportent deux défauts principaux : l'échelle et la source des données. Les cartes sont pour la plupart à très petite échelle, tirées d'atlas représentant des espaces assez vastes. Il est donc difficile d'avoir des informations précises. Le deuxième problème découle du premier : les don-

nées utilisées pour réaliser les cartes sont souvent de seconde main : nombre d'auteurs compilent des cartes et/ou des textes antérieurs. Pour faciliter la lecture, la section a été organisée de manière chronologique, et les résultats sont présentés siècle par siècle.

Par ailleurs, beaucoup de localités sont repérées de façon relativement hasardeuse, et les reproductions peuvent être difficiles à lire. Ainsi, une carte des principales agglomérations a été établie. Sur celle-ci, comme sur les extraits utilisés dans cette section, chaque ville est soulignée d'une couleur qui lui correspond : rouge pour Axoum ; bleu pour Adoua ; jaune pour Yéha ; vert pour Adigrat ; rouge pointillé pour Debre Damo et violet pour Idaga Hamous (figure 7.1). La ville de Lalibella, soulignée en marron sur certaines cartes (par exemple figure 7.2), n'apparaît pas sur la figure. Elle est située bien plus au sud, en région Amhara. De même, Fremona, soulignée en orange sur les cartes, n'est pas localisée car la ville a été détruite depuis et il n'a pas été possible de la replacer.

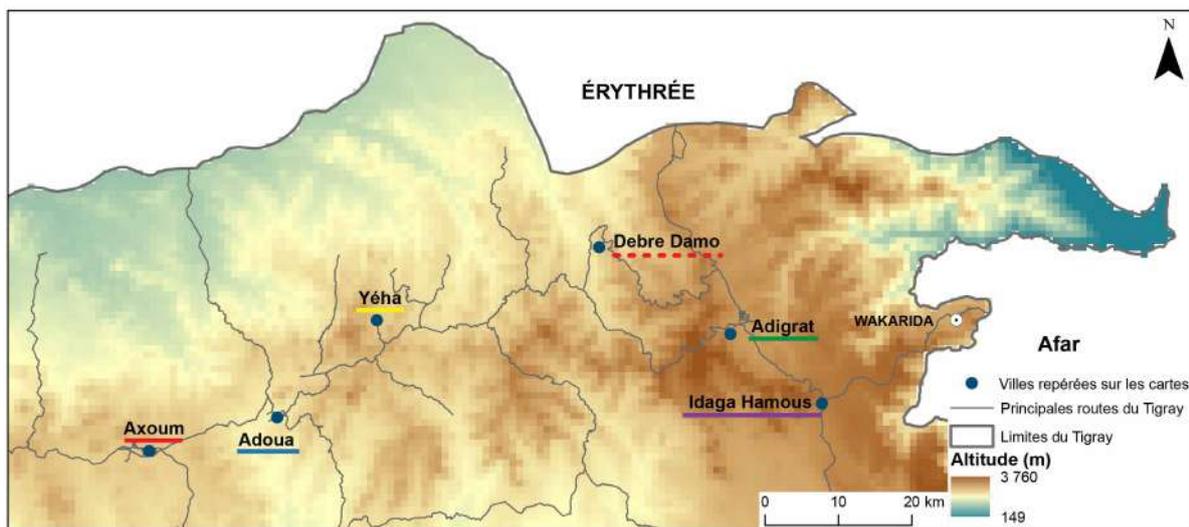


FIGURE 7.1 – Carte de localisation des principales localités mentionnées sur les cartes anciennes. *Réalisation : N. Blond, 2019.*

7.1.1 Au XVII^e siècle, la cartographie approximative d'un espace inconnu

L'échelle de représentation des données peut expliquer que ne soit pas mentionné le village de Sewne, vu sa taille. Toutefois, les cartes les plus anciennes (XVII^e siècle) indiquent que la région du Tigray est mal connue, en particulier les marges orientales du plateau, ainsi que la plaine du Danakil : tout l'espace situé entre la côte de la Mer Rouge et la ville d'Axoum est cartographié de manière très approximative (figure 7.2).

Les quatre cartes les plus anciennes sont celles de Blaeu (1635) (figure 7.2, A), de Blankaart et de Brune (1662) (figure 7.2, B), de Sanson d'Abbeville (1674) (figure 7.2, C) et de Ludolf (1683) (figure 7.2, D). Ces quatre extraits montrent qu'au XVII^e siècle,

la topographie et l'hydrographie du nord de l'actuelle Éthiopie sont mal connues, qu'il s'agisse du tracé des côtes ou des chaînes de montagne. Les connaissances sont encore beaucoup liées aux textes religieux, comme le montre la figure 7.2, A, sur laquelle on peut lire, à côté du toponyme Cašumo :

Ici régnait la Reine de Saba du temps de Salomon [...] Désormais il ne reste rien sauf des ruines¹. (*Traduction N. Blond*)

Cette mention pourrait désigner la ville d'Axoum, reportée aussi sur la figure 7.2, B, sous le nom *Auxuma regia* (palais / royaume d'Axoum). De même, la région est désignée comme étant celle des Axoumites (*Axumitae*, figure 7.2, B). Sur ces deux cartes (Blaeu, 1635 ; Blankaart et de Brune, 1662), l'espace entre les villes côtières et Axoum est laissé vide, à l'exception de lacs endoréiques (figure 7.2, A) ce qui suggère qu'il n'est pas ou très peu connu. Il en est de même sur les deux cartes suivantes. Celle de Sanson d'Abbeville (1674) indique une ville nommée Chaxumo, qui peut rappeler la Cašumo de Blaeu (1635). Elle est, d'ailleurs, située à proximité d'Alleluya, comme sur la carte de Ludolf (1683), qui indique (figure 7.2, D) :

Axoum, ancien palais et capitale du royaume des Axoumites². (*Traduction N. Blond*)

La situation sur les cartes de ces deux localités n'est toutefois pas la même, ce qui indique que les localisations sont plutôt approximatives. D'ailleurs, au sud d'Axoum sur la carte de Ludolf (1683) (figure 7.2, D), se trouve *Adawa*, qui pourrait être Adoua, ville située à l'est (et non au sud) d'Axoum. Ces deux extraits montrent qu'au XVII^e siècle, la région est mal connue, et que les explorateurs qui la parcourent connaissent surtout les grandes agglomérations ou les sites historiques (Axoum et Lalibella, cette dernière apparaissant sur la carte de Sanson d'Abbeville (1674), figure 7.2, C, par exemple). Le tracé des cours d'eau comme la localisation des montagnes sont approximatifs, et on peut remarquer qu'entre la côte et la région montagneuse, la zone désertique du Danakil est complètement absente (figure 7.2, D), ou du moins beaucoup plus réduite qu'elle ne l'est sur les cartes postérieures (figure 7.2, A, B et C).

On peut donc supposer que l'espace étudié autour de Wakarida n'a pas été « découvert » par les explorateurs qui se rendent en Abyssinie (ou les cartographes qui travaillent d'après leurs récits).

1. *Hic regnabat Regina Saba tempore Salomonis iam nihil extat praeter ruinas.*

2. *Azum vetus Regia et Regni metropolis inde Axumitae.*



FIGURE 7.2 – Extrait de quatre cartes du XVII^e siècle, centrées sur le nord de l’actuel Tigray, entre Axoum, Adoua et Adigrat. A : Blaeu (1635) ; B : Blankaart et de Brune (1662) ; C : Sanson d’Abbeville (1674) ; D : Ludolf (1683).

La ville d'Axoum et le royaume qui lui est associé sont connus, comme l'ont montré les cartes citées précédemment et comme en témoignent les écrits de Ludolf (1684) :

Les différents noms que l'on a donné à ces peuples³ en ont extrêmement obscurci l'histoire. Les anciens Géographes les ont compris avec tous les peuples de la Zone Torride sous le nom d'Indiens. Quelques-uns les ont appelés Axumites, d'Axuma qui a long-temps été la Ville capitale de leur Empire. D'autres les ont confondus avec les Nubiens leurs voisins⁴.

7.1.2 Au XVIII^e siècle, des cartes issues de la compilation de données antérieures

Treize des cartes consultées datent du XVIII^e siècle. Toutes, à l'exception de celle de Rennell (1798), sont issues d'atlas qui montrent des ensembles plus larges (Afrique du Nord, côtes de la Mer Rouge, Nubie et Abyssinie, États du Nil, notamment) et ne sont pas centrés sur les parcours des voyageurs en Abyssinie. Seul Rennell (1798) mentionne les « découvertes » faites dans le nord de l'Afrique. La carte de Boulton (1787) porte une indication intéressante, sous le titre « *Advertisement* » (voir le texte original, page 556) :

Les parties intérieures de l'Afrique n'étant que très peu connues et les noms des régions et pays qui emplissent ces immenses étendues de terre étant, pour la plupart, placés par conjecture, on peut juger à quel point les divisions tracées sur certaines cartes sont absurdes et pourquoi elles ne sont pas suivies dans celle-ci. (*Traduction N. Blond*)

Le caractère hasardeux des localisations a été constaté dans la sous-section 7.1.1 pour les quatre cartes du XVII^e siècle rassemblées dans la figure 7.2. On le retrouve ici, renforcé par le fait que les cartographes et éditeurs recopient le travail de leurs prédécesseurs et répètent leurs erreurs, voire les augmentent de nouvelles. Ainsi, le nom de Fremona (figure 7.3) est-il parfois orthographié Fremora ou Tremora, suite probablement à une erreur de copie. Sur les treize cartes étudiées pour le XVIII^e siècle, douze mentionnent Axoum (parmi lesquelles sept indiquent que la ville est « ruinée », figure 7.3, A et B), dix mentionnent la ville de Fremona, huit celle de Shiré (figure 7.3, A), à l'est d'Axoum et deux indiquent même la présence d'Adoua (figure 7.3, A). Dans la géographie actuelle du territoire, cette localité serait la plus orientale mentionnée. Toutefois, sur les cartes, elle est placée au nord d'Axoum.

Fremona, aujourd'hui ruiné, est un village renommé par les missionnaires portugais⁵ et développé sous leur égide au XVI^e siècle. Il est normalement localisé entre Axoum et

3. « Les Abissins ».

4. L'orthographe originale a été respectée.

5. Le nom original du village est Maigoga.

Adoua, à 10 km de cette dernière. Les cartes permettent aussi d’appréhender la relativité de la longévité des villes et/ou de leurs dénominations. C’est un constat que fait Gobat (1834) :

Tout autour⁶ on voit un grand nombre de villages dont les noms changent souvent et dont l’existence n’est, pour ainsi dire, qu’éphémère, à cause des bouleversements qu’amène la guerre civile.



FIGURE 7.3 – Extrait de deux cartes du XVIII^e siècle, centrées sur le nord de l’actuel Tigray, entre Axoum, Adoua et Adigrat. A : De L’Isle (1742) ; B : Bourguignon d’Anville (1765). Les encarts proviennent du site et sont intégrés à l’image.

On notera, sur la figure 7.3, A, la mention des populations Bekla qualifiées d’*errans* (errantes, vagabondes, ce qu’on pourrait traduire par nomades), au nord d’Adoua.

6. Du village de Genater, qui n’apparaît pas sur les cartes du XVIII^e siècle, et dont il sera question plus loin.

En creux, ces cartes du XVIII^e siècle nous apprennent que la partie nord du Tigray est surtout appréhendée depuis le Golfe de Zula (ports d'Arkiko⁷, Massaoua⁸ ou Adoulis⁹, voir la figure 7.3, B), en direction d'Axoum, au sud-ouest. L'espace situé à l'est de cette même ville semble mal connu, comme le montre la localisation imprécise d'Adoua. L'espace compris entre l'est du plateau et la côte est regroupé sous l'appellation *Bahr Nagash*, qui apparaît déjà sur la carte de Ludolf (1683) :

Midra Barh, c'est-à-dire contrée maritime, dont le roi est appelé Bahr Nagash au commencement¹⁰. (*Traduction N. Blond*)

Les montagnes qui sont figurées à l'est de la carte semblent plutôt avoir fonction décorative ou du moins qualitative. La précision de la localisation ne semble pas être le but recherché. Il n'est donc malheureusement pas possible d'en tirer d'information sur le paysage.

7.1.3 Au XIX^e siècle, la cartographie des routes de voyageurs

Le XIX^e siècle a fourni un grand nombre de documents cartographiques, qu'ils compilent des informations dans des atlas ou qu'ils illustrent plus précisément les voyages et les explorations, qui se développent nettement à cette période. Pour le XIX^e siècle, 60 cartes ont été étudiées. Il s'agit, dans une grande majorité - 49 sur 60 - d'extraits d'atlas. Onze retracent les explorations de l'époque ou de périodes antérieures.

Sur ces documents on remarque que l'étendue de l'Abyssinie s'accroît : s'il était déjà central du point de vue politique (Gascon, 2006), le Tigray devient géographiquement moins marginal qu'au siècle précédent, et la connaissance des franges orientales du plateau progresse. Parmi les 60 cartes consultées, 23 mentionnent Axoum (mais plus aucune ne précise que la ville est « ruinée »), 44 indiquent la localisation d'Adoua et seulement 9 Fremona. Vingt-huit cartes situent Adigrat et seize Genater.

Les trois cartes de la figure 7.4 retracent les voyages d'explorateurs, qu'ils soient à l'origine des cartes ou qu'elles aient été produites par d'autres. Jomard (1822) ne donne aucune indication de relief ou de milieu : la carte indique seulement les routes suivies par Poncet et Bruce : Gondar, Axoum, Adoua depuis la façade maritime de l'Abyssinie et le port d'Adoulis (figure 7.4, A). Ce port est mentionné dans la littérature depuis l'Antiquité, Pline l'Ancien (23 - 79 ap. J.-C.) (2008, 6, 34) évoquant par exemple « la ville des Adulites », expression qu'on retrouve ensuite chez Ptolémée ou dans le *Périples de la Mer Érythrée* (Casson, 1989). C'est le port des Axoumites (Fauvelle-Aymar, 2009), à faible distance de ceux de Massaoua et d'Arkiko.

7. Aujourd'hui Hirgigo, aussi orthographié Arquique ou Ercoco sur la figure 7.2, Arkeko ou Arkecho.

8. Aussi orthographié Mazuam ou Marzua sur la figure 7.2, Massoua ou Matzua sur la figure 7.3, Masouah, Massaua ou Massawa.

9. Aussi orthographié Adulis.

10. *Midra Bahr, i.e Regio maritima cujus Pro Rex vocatur Bahr Nagash.*

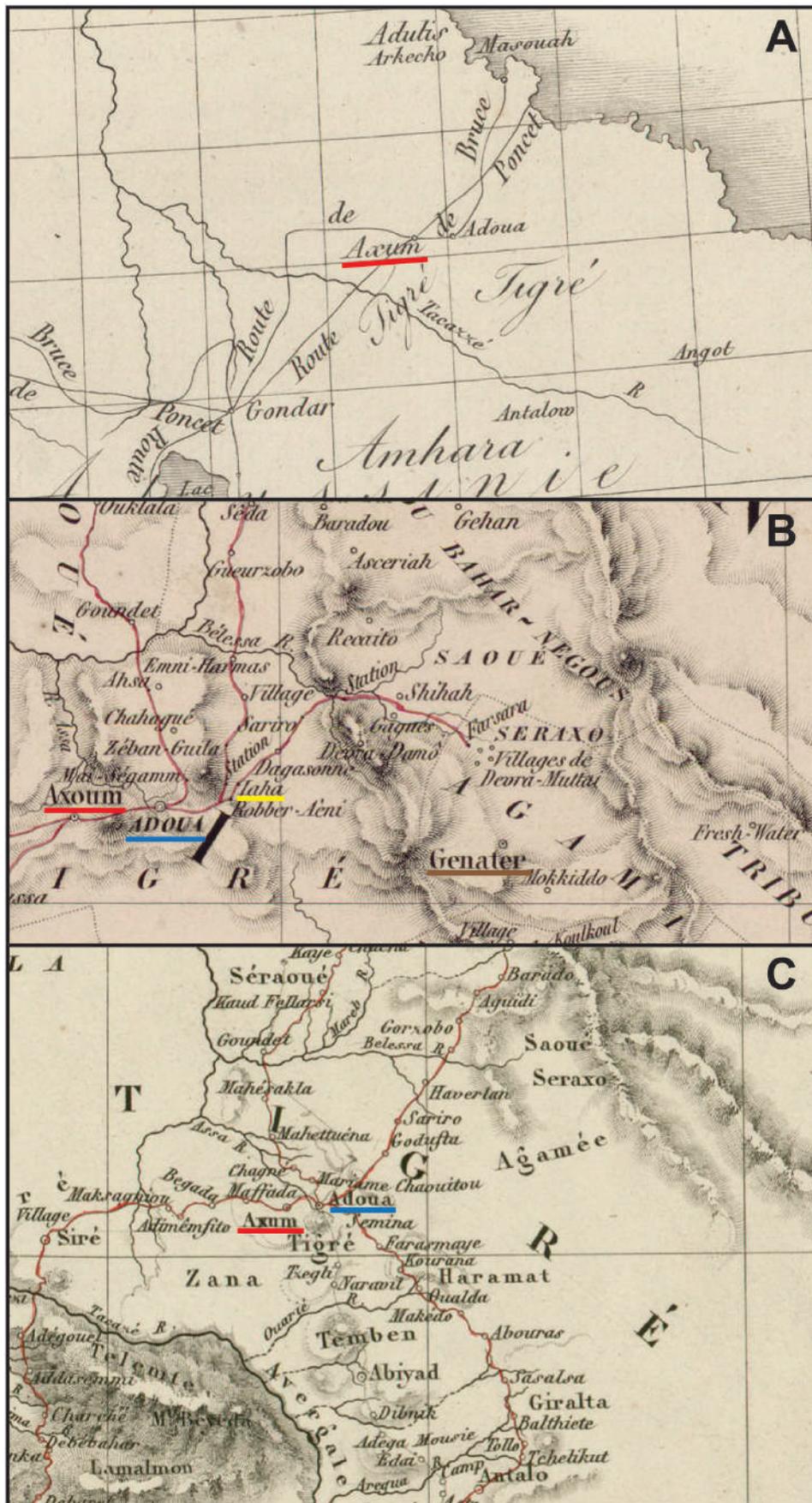


FIGURE 7.4 – Extrait de trois cartes du début du XIX^e siècle, retraçant des itinéraires de voyages dans le nord du Tigray. A : Jomard (1822) ; B : Combes et Tamisier (1838a) ; C : Even (1846).

Sur la carte de Combes et Tamisier (1838a) les deux villes d'Axoum et Adoua, dans la province du Tigré, sont indiquées (figure 7.4, B). Le tracé de l'exploration (en rouge sur la carte) passe par Yéha (Iaha), contourne par le nord la plate-forme du monastère de Debre Damo (Devra Damô) et s'arrête au milieu d'un groupe de villages, dans le nord de l'Agamé (Agami).

Ces deux localités étaient absentes des précédentes cartes, elles n'apparaissent qu'avec le voyage de Salt (1816b), sous l'appellation de Y hah et Devra Tiamo (figure 7.5). La relation du voyage de Salt (1814) étant antérieure à celles de Combes et Tamisier (1838b,c,d,e), on explique facilement la ressemblance entre les deux cartes (figures 7.4 et 7.5). La ville de Genater est importante. Elle est décrite à la même époque par Gobat (1834, p. 21) comme la capitale de la province d'Agamé :

De là¹¹ en marchant vers l'est on arrive à la province d'Agame ou Agouwa qui, étant à une grande hauteur au-dessus du niveau de la mer, jouit d'une atmosphère saine et pure. Sa capitale est *Genater*, masse de huttes coniques au-dessus de laquelle s'élève un immense rocher.

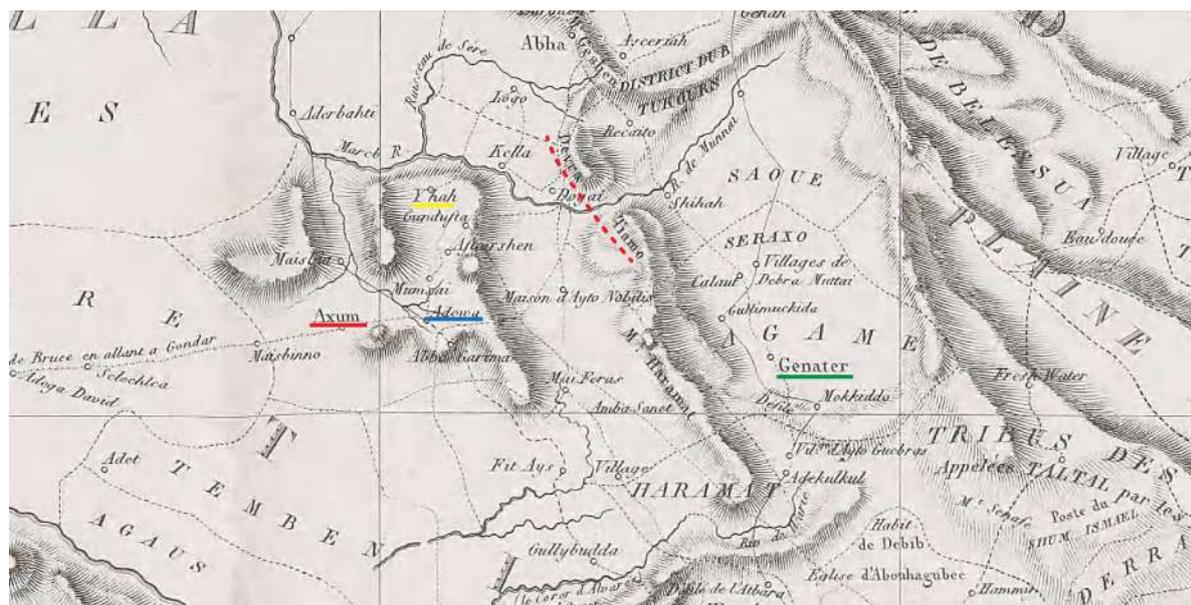


FIGURE 7.5 – Extrait de la carte de Salt (1816b), centré sur le nord du Tigray.

Néanmoins, la capitale de la province d'Agamé entre 1818 et 1831 est, selon Mohamad (2013, p. 180), la ville d'Adigrat (voir le texte original, page 556) :

Il est important de noter que, durant l'Ère des Princes¹², les Saho chrétiens d'Irob étaient complètement intégrés à la culture religieuse et politique du Tigray et avaient même réussi à imposer leur propre dirigeant sur l'ensemble

11. Axoum.

12. Ou « Temps des Juges » (1769-1855), période durant laquelle les seigneurs locaux avaient plus de pouvoir, au détriment des empereurs.

du Tigray : *Dejazmatch* Sabagadis, leur représentant du sous-groupe saho des Hassabala, accéda à la suzeraineté du Tigray de 1818 à 1831 et fit d'Adigrat sa capitale. Selon Tsegay Berhe, ses descendants ont dirigé la province d'Agamé jusqu'à la révolution de 1974 (2003 : 1-2; voir aussi Tewelde Hagdu 2011 : 45-46). (*Traduction N. Blond*)

Cette concordance ainsi que la situation de ces deux villes sur les cartes nous incitent à penser que Genater et Adigrat sont une seule et même localité. Cette idée est renforcée dans la suite du passage, qui a été citée dans la sous-section 7.1.2, page 319. Il est fort probable que l'endroit a changé de nom au cours du temps mais que le site est resté très proche. On peut ainsi recouper la description qu'en fait Valentia (1809c) avec celle de Mohammad (2013, p. 180), citée précédemment (voir le texte original, page 556) :

Vers trois heures, nous arrivâmes à Genater, la capitale du district d'Agamé. C'est un village composé principalement de huttes coniques, surplombé par un haut rocher, abrupt de chaque côté et au sommet duquel se trouve une zone d'environ cent pieds de diamètre, occupée en partie par une citadelle. Là, nous fûmes rejoints par Subagadis, l'aîné des quatre fils de Shum Woldo. (*Traduction N. Blond*)

Dans des écrits postérieurs, Ferret et Galinier (1847b, p. 119) indiquent qu'Adigrat est la capitale de la province de l'Agamé. Cette hypothèse souffre cependant de la mention conjointe, sur 7 des 60 cartes étudiées, de ces deux localités, situées à proximité l'une de l'autre, mais dans des relations variables : elles ne sont pas toujours situées ni à la même distance ni même dans la même direction l'une par rapport à l'autre. Ainsi, la carte de Melish (1824), dont le cartouche indique « *Copied from the Original published by Henry Salt* », fait figurer Genater, qui se trouve dans l'original de Salt (1816b) (figure 7.5), mais aussi Adigrat, absent de la première (figure 7.6). Il s'agit fort probablement, comme pour les six autres cas, de compilations de différents textes, comprenant des localisations trop peu précises pour pouvoir déterminer s'il s'agit de la même ville ou de deux différentes. Il est notable, en effet, que sur l'ensemble des exemples présentant les deux occurrences simultanément, aucun ne soit issu du récit d'un voyageur / explorateur, mais au contraire d'une compilation (carte d'atlas, carte composite).

Que Genater et Adigrat soient ou non identiques, ces localités marquent, au début du XIX^e siècle, la limite orientale des explorations. Cela apparaît aussi dans le trajet d'Even (1846) : il traverse les trois villes de Shiré, Axoum et Adoua, mais ne continue pas à l'est de cette dernière, probablement parce que les escarpements formant la terminaison abrupte du plateau (en grisé sur la figure 7.4, C) bloquent le chemin. La route s'oriente, après Adoua, selon un axe nord-sud : au nord-est, le trajet rejoint Arkeko¹³ (hors extrait),

13. C'est-à-dire Arkiko.

tandis qu'au sud, l'auteur rejoint Ankober (hors extrait) et Antalo. L'est de l'Agamé n'est pas visité, pas plus que le pays des Danakils, seulement longé par voie de mer. L'auteur n'indique rien dans cet espace, en dehors de longs édifices montagneux qui barrent la route vers la mer.

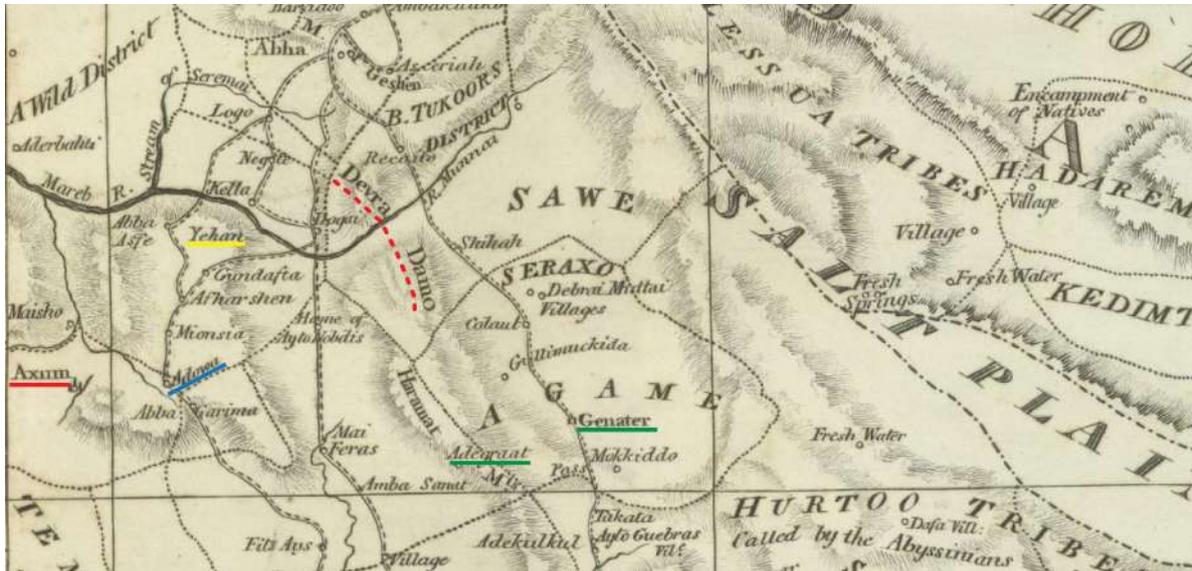


FIGURE 7.6 – Extrait de la carte de Melish (1824), centré sur le nord du Tigray et indiquant les deux villes d'Adigrat (Adegraat sur la carte) et de Genater.

Au milieu du XIX^e siècle, les explorations vers l'est d'Adoua se poursuivent, comme les montrent les cartes (figures 7.7 et 7.8) de Lefèbvre (1847) et de Ferret et Galinier (1851). Sur l'extrait de Lefèbvre (1847), le lac Alelbad correspond à l'actuel Lac Assale, la ville de Saba (à l'ouest du lac) abrite encore aujourd'hui les populations extrayant le sel de cette dépression endoréique, et Ficho correspond à l'actuelle Fiscio (figure 7.7). Enfin, Ambatsion correspond probablement à la localité d'Amba Sion et Atebiderat à celle d'Atsbi Derra, en bordure du plateau, à l'ouest de Fireweyni (Sinkata), à moins de 20 km au nord-est d'Idaga Hamous. Ainsi, Lefèbvre (1847) a-t-il exploré les confins du plateau, mais n'en est pas descendu vers l'est, en dehors d'une incursion chez les Taltals, en direction de la dépression du lac Assale. Sur la carte de Ferret et Galinier (1851), le lac a disparu, mais on retrouve les localités d'Atsbi (au sud d'Atsbi Derra) et Ficho (hors extrait). L'est d'Add'Igrat (Adigrat) est un peu plus détaillé : le plateau est indenté et rejoint par paliers la plaine de sel, à l'est (figure 7.8). Néanmoins, aucune route n'est tracée et aucune localité n'apparaît aux alentours de ce qui est aujourd'hui Sewne, pas plus que le détail du relief. Une ville doit être remarquée, dont il sera question plus loin : Entetchaou, entre Yéha et Adigrat sur la figure 7.7. Elle correspond, selon toute vraisemblance, à l'actuelle Enticho. Si les explorateurs se rapprochent progressivement du rebord du plateau voire en descendent par endroits, l'espace formé de vallées découpées où se trouve Sewne, semble n'avoir pas été visité avant la période contemporaine, probablement en raison de son caractère moins praticable que les rebords nord et sud du plateau.

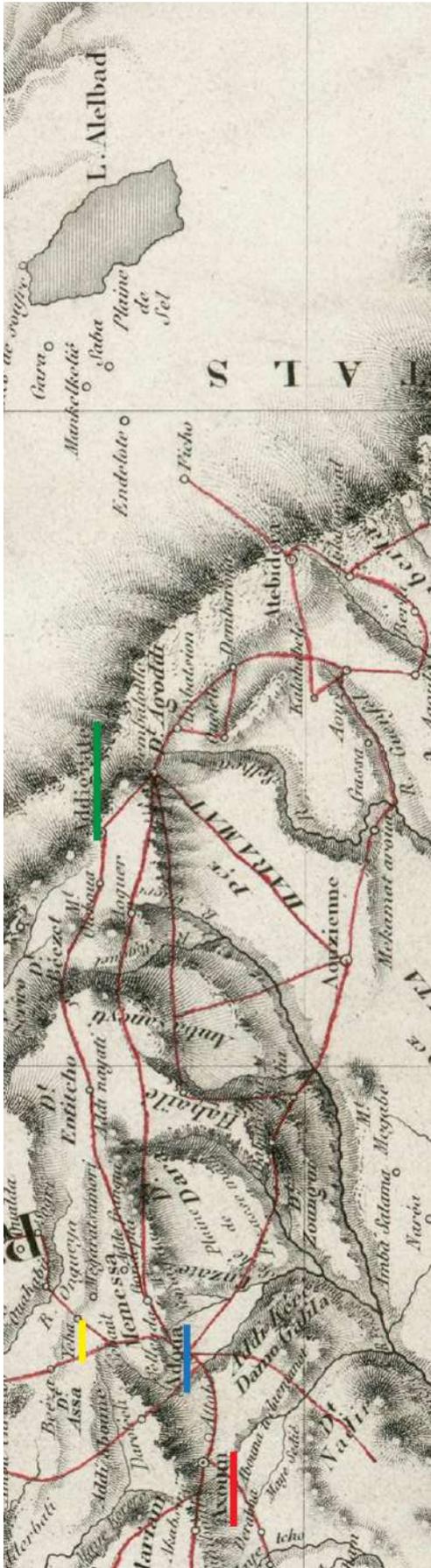


FIGURE 7.7 – Extrait de la carte de Lefebvre (1847), centré sur l'axe Axoum-Adigrat ^a.

a. Orthographié Addigrate.

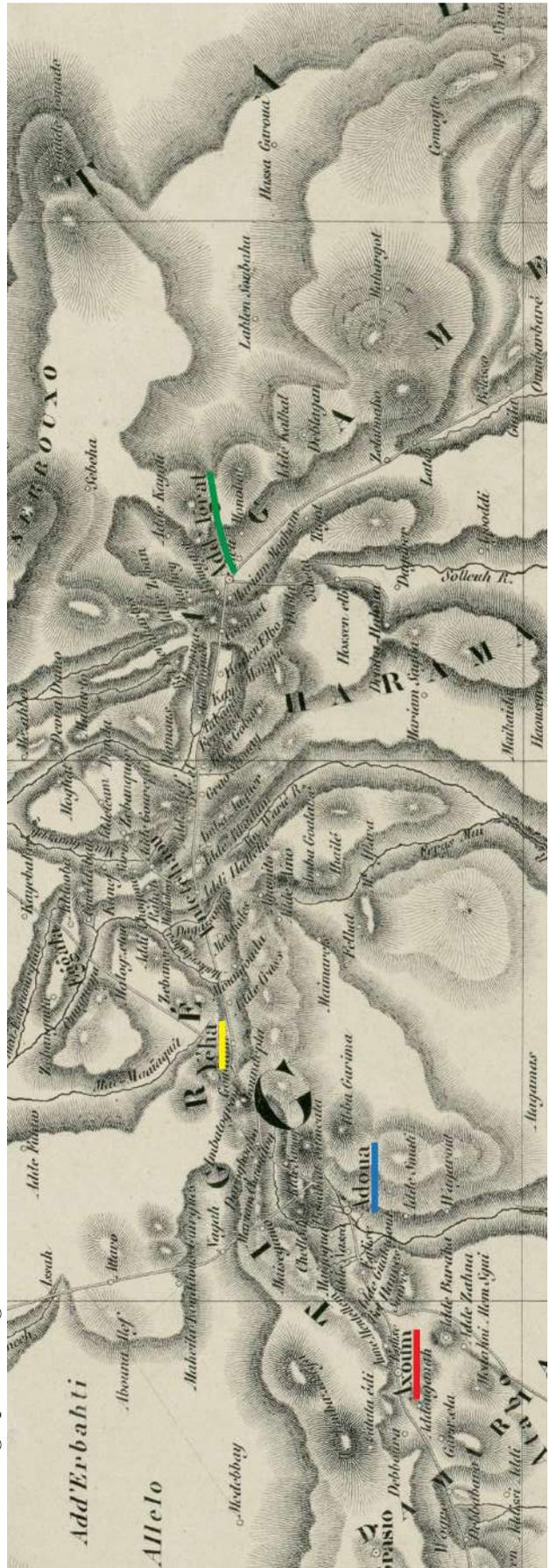


FIGURE 7.8 – Extrait de la carte de Ferret et Galinier (1851), centré sur l'axe Axoum-Adigrat ^a.

a. Orthographié, fautivevent, Add'Igrat.

Une telle tendance s'observe aussi sur les cartes de la fin du XIX^e siècle (figure 7.9). On retrouve le lac, à l'est, nommé « Lac de Sel » chez D'Abbadie (1868a) et la présence de volcans, mieux identifiés, au nord de ce lac (figure 7.9, A).

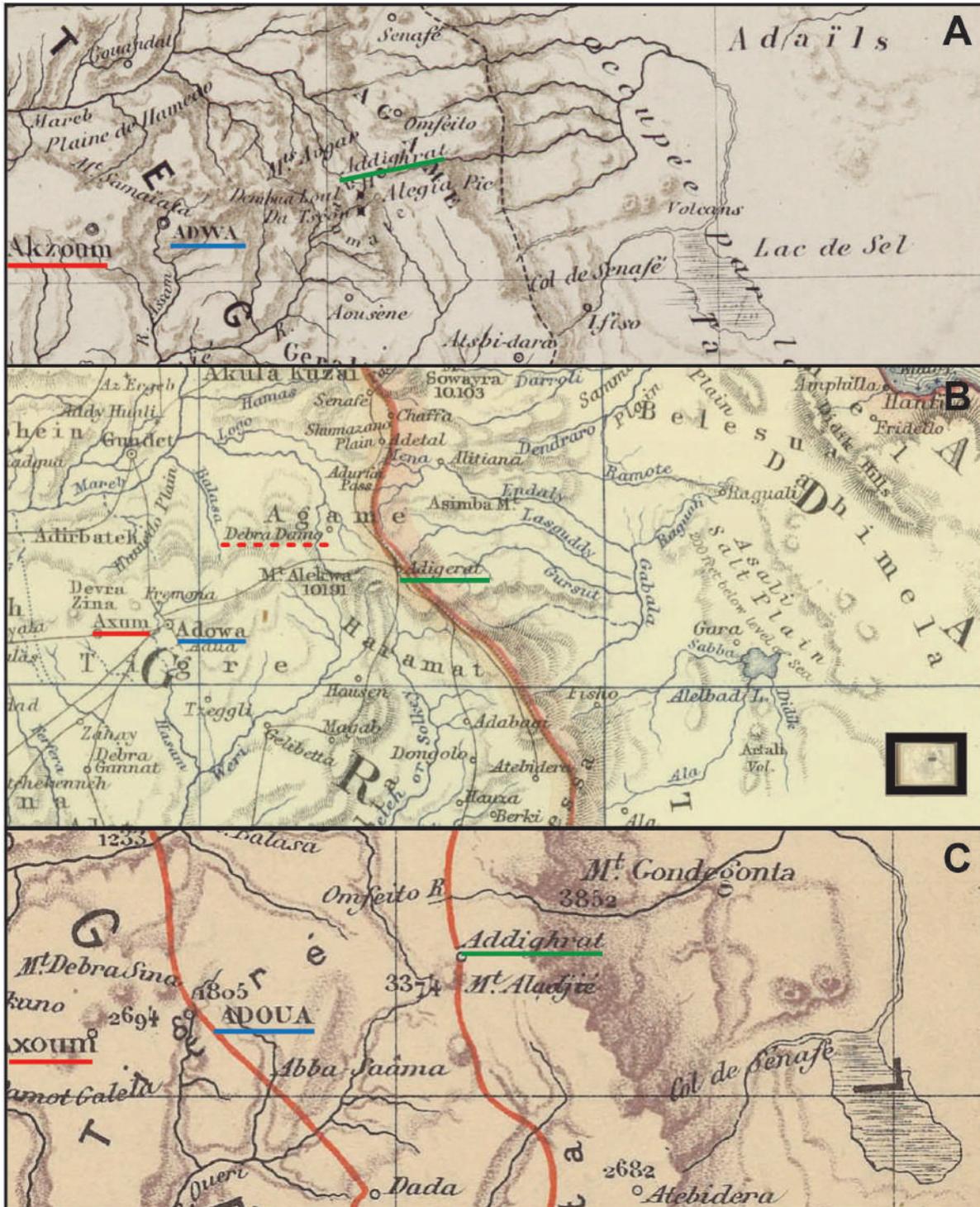


FIGURE 7.9 – Extraits de trois cartes de la fin du XIX^e siècle, centrés sur la marge orientale du plateau du Tigray. A : D'Abbadie (1868a) ; B : Johnston (1879) ; C : Raffray (1882).

Les toponymes sont assez semblables dans les trois cas (Col de Sénafé, Alegia Pic/Mont Aladjié, Akzoum/Axum/Axoum, Adwa/Adowa/Adoua, Addighrat/Adigerat). En particulier, la mention d’Atebidera (Johnston, 1879 ; Raffray, 1882, figure 7.9, B et C) localisé au même endroit qu’Atsbi-dara (D’Abbadie, 1868a, figure 7.9, A) vient confirmer l’hypothèse émise plus haut de la correspondance de ces deux toponymes. Enfin, on remarque l’absence de « Genater », soit que la ville ait disparu, soit que la confusion avec Adigrat ait cessé.

Sur ces extraits, la topographie du rebord du plateau apparaît bien plus nettement que sur les précédents, en particulier pour la carte de D’Abbadie (1868a) et celle de Raffray (1882) (figure 7.9, A et C). La descente du plateau vers la plaine du Danakil semble mieux appréciée par les explorateurs de la fin du XIX^e siècle, notamment par le biais des cours d’eau qui rejoignent la dépression. Ceux-ci sont même nommés sur la carte de Johnston (1879) (figure 7.9, B). Le tracé de celui qui part des alentours d’Adigrat sur la carte de D’Abbadie (1868a) (figure 7.9, A), nommé *Gursut* sur celle de Johnston (1879) (figure 7.9, B), pourrait passer à proximité de la zone étudiée. La vallée d’Omfeito qui part au nord de celle dont il vient d’être question, présente l’intérêt supplémentaire de passer au pied du « Mont Gondegonta » (figure 7.9, C, Raffray, 1882). De nos jours, la localité de Gunda Gunde est située à 14 km à vol d’oiseau au nord de Sewne, de l’autre côté de la crête. Néanmoins, l’altitude de 3 852 m, même sur le plateau, nous semble très exagérée : les alentours de ce village ne dépassent pas 2 500 m d’altitude. Cela pourrait être le signe que l’information n’est pas « de première main », mais aurait été recueillie auprès de guides locaux ou de documents antérieurs eux-mêmes erronés. Cela tend à montrer que, jusqu’à la fin du XIX^e siècle, les explorateurs et autres voyageurs ne s’aventurent pas à l’est du plateau, vers la dépression du Danakil.

La carte topographique éditée par le Ministero della Guerra (1896) fait état de l’étendue de la reconnaissance des territoires érythréens et éthiopiens par les autorités italiennes à la fin du XIX^e siècle (figure 7.10).

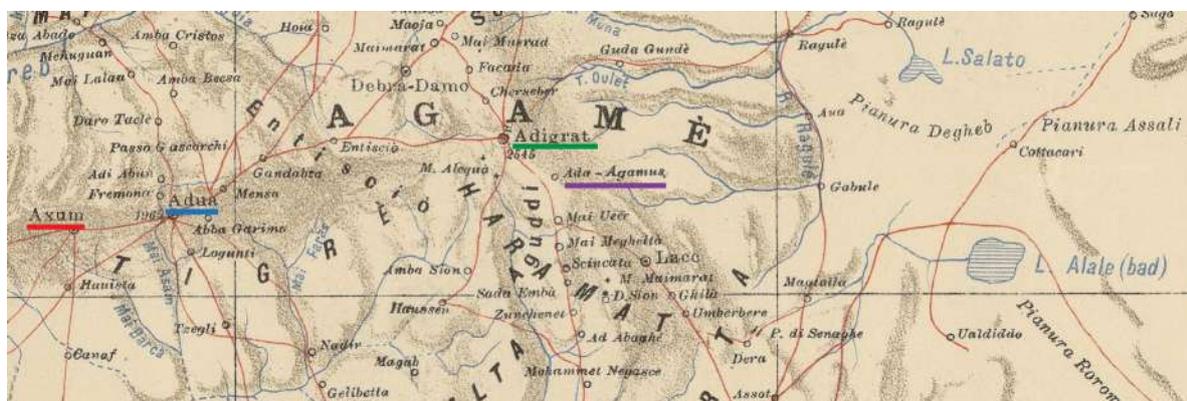


FIGURE 7.10 – Extrait de la carte du Ministero della Guerra (1896), montrant la progression de la connaissance de la marge orientale du plateau du Tigray.

Il s'agit aussi de la première occurrence, dans le corpus étudié, du village d'Idaga Hamous¹⁴, aujourd'hui terminaison de la route goudronnée et début de la piste pour rejoindre Sewne. Cette carte et les précédentes montrent bien le caractère déterminant des axes de communication dans l'exploration et la découverte de nouveaux villages. Ici, la circulation est-ouest butte à Adigrat, comme on l'observait sur les cartes précédentes, et, sur la figure 7.10, *Ada Agamus* n'est relié aux autres localités par aucune piste.

7.1.4 Au XX^e siècle, une cartographie plus précise

Les documents cartographiques du XX^e siècle sont au nombre de quinze et tous issus d'atlas. Les localisations y sont précises et généralement exactes, même si toutes les villes ne sont pas représentées, en fonction du niveau de détail recherché et de l'échelle. Toutefois ici aussi, même pour les cartes les plus exhaustives, les contreforts du plateau du Tigray, à l'est d'Idaga Hamous, apparaissent comme des espaces vides (figure 7.11) : il n'y a rien dans la zone comprise entre Idaga Hamous et Adigrat d'une part et Dallol et As-ale de l'autre.

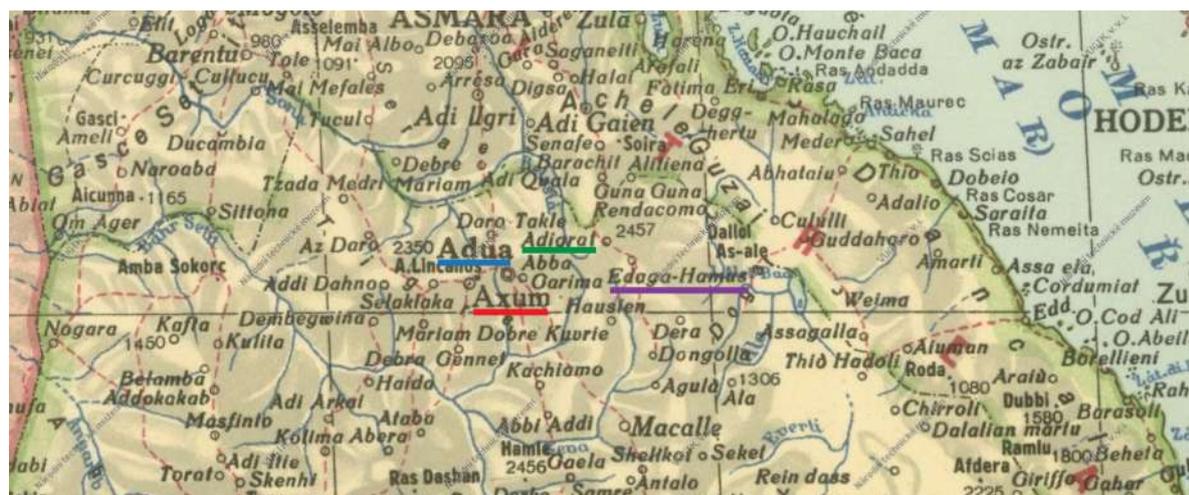


FIGURE 7.11 – Extrait de la carte du Geographisches Institut des Ministeriums des Innern (1941), centré sur le nord du Tigray.

La région actuellement étudiée semble donc rester *terra incognita* jusqu'à assez récemment, probablement en raison de son accessibilité réduite, ce qui est toujours le cas actuellement. La piste aujourd'hui empruntée pour se rendre à Sewne semble avoir été ouverte récemment. Elle est d'ailleurs indiquée comme une route abandonnée (*disused road*) sur la carte topographique d'Asimba (Ethiopian Mapping Authority, 1998). Cette dimension marginale s'observe aussi dans les textes, qui n'abordent pas les confins orientaux du plateau, alors que ce dernier est amplement décrit comme un espace particulièrement verdoyant et fertile.

14. Ada Agamus sur la figure 7.10.

7.2 Visions édéniques et descriptions scientifiques d'espaces « inconnus »

La position marginale de la zone autour de Wakarida et l'absence d'exploration de ce territoire expliquent le manque d'indications relatives à ce secteur dans les archives. Ainsi descriptions textuelles et représentations iconographiques sont-elles limitées, à l'est, à Adigrat. Elles sont en revanche un peu plus nombreuses à l'ouest, le long d'un axe reliant Axoum, Adoua, Yéha, Enticho et Adigrat (figure 7.12).

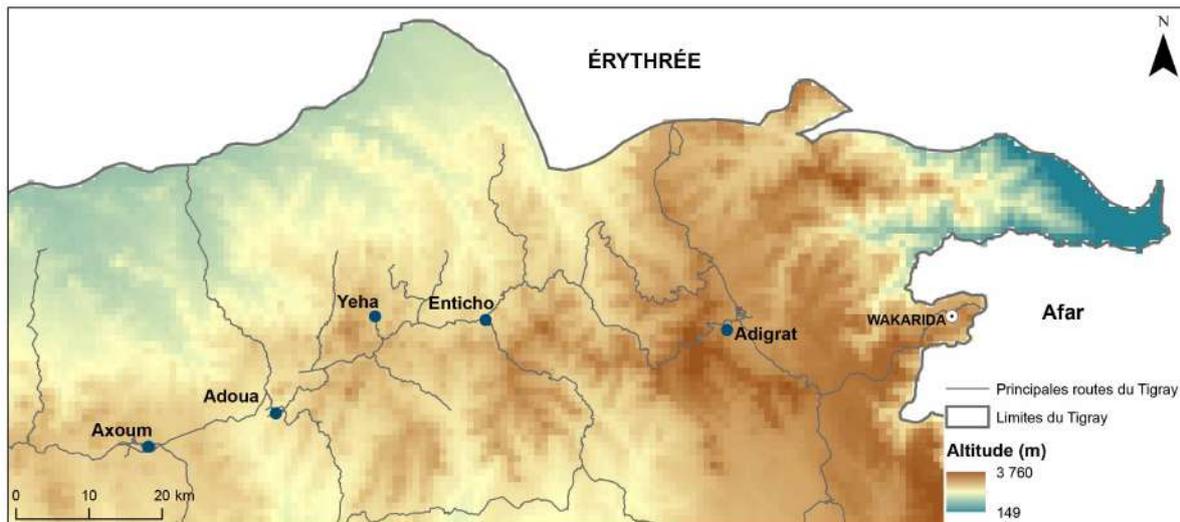


FIGURE 7.12 – Localisation des principales villes pour lesquelles on dispose d'archives textuelles et/ou iconographiques. Réalisation : N. Blond, 2018, d'après SRTM 30 m, Google Earth et ArcGIS online.

Nous ne disposons donc malheureusement pas de description du paysage et de l'environnement (végétation, hydrologie, précipitations ou érosion) aux alentours de Wakarida. Les résultats sont dès lors d'ordre qualitatif et donnent une image - certes un peu grossière - de l'environnement dans le Tigray, tel qu'il est perçu par les explorateurs, voyageurs et sportifs, principalement au XIX^e siècle. Les archives photographiques renseignent, elles, sur le XX^e siècle. Dans les textes et l'iconographie, deux pôles semblent émerger, entre la description d'un milieu riche, sauvage, verdoyant et édénique ou bucolique, et les indices des dégradations causées par les actions anthropiques.

7.2.1 Les traces d'une grande faune aujourd'hui disparue

Quelques textes de voyageurs de la fin du XIX^e siècle mentionnent des animaux, en particulier de grands mammifères, dont il n'y a plus trace aujourd'hui dans le Tigray. Ainsi, sur les bords du Tekezé¹⁵, Combes et Tamisier (1838d, p. 143) rencontrent « un

15. Sous-affluent du Nil qui prend sa source dans les montagnes du centre de l'Éthiopie, traverse le Tigray et forme la partie occidentale de la frontière avec l'Érythrée.

grand nombre d'éléphants et de girafes ». D'Abbadie (1815-1893, p. 26) regrette quant à lui la présence des pachydermes à proximité d'Adoua, car ils obligent la troupe à trouver un autre lieu de campement. Les éléphants font l'objet de deux autres mentions, une chez Lobo (1595-1678, p. 270), qui les aperçoit dans une vallée, sur la route de Fremona au Mareb, et une autre chez Lejean (1872), ces animaux étant chassés. L'auteur relate le voyage de Nonnosus, en 540, envoyé par Justinien à Axoum. Nonnosus, selon Lejean (1872, p. 84), « arriva à un lieu nommé Aue, à mi-chemin entre les deux villes¹⁶, où il vit un grand troupeau d'éléphants au pâturage : ils pouvaient être 5 000 ». Cela situe ce troupeau dans le sud de l'Érythrée, dans l'actuelle province de Debub. Néanmoins, Butzer (1981) identifie Aue à Yéha, ce qui est cohérent avec la deuxième mention de ces animaux chez Lejean (1872). Un peu plus haut dans le texte, cet auteur indique en effet qu'il y avait déjà des expéditions grecques depuis Adoulis pour aller chasser l'éléphant dans la région d'Axoum (Lejean, 1872, p. 72). Il ajoute que l'impact des activités cynégétiques sur les populations d'animaux n'a commencé à vraiment se faire sentir qu'à partir de la seconde moitié du XIX^e siècle :

D'Adulis, les expéditions grecques pour la chasse de l'éléphant partaient pour Axoum. Si les degas sont trop froides pour avoir jamais eu des éléphants, les kollas¹⁷ en avaient des quantités prodigieuses, que la chasse n'a diminuées que depuis une trentaine d'années.

L'abondance d'animaux sauvages est aussi relevée par Girard (1873) : en Érythrée, il croise des « éléphants artilleurs », portant des couleuvrines sur leurs dos¹⁸. Il décrit, une fois entré dans le Tigray, les animaux sauvages qu'on y trouve (Girard, 1873, p. 39) :

On rencontre l'éléphant, le lion, le rhinocéros dans cette contrée fort peu explorée jusqu'ici par les Européens.

La nuit est aussi l'occasion d'identifier les animaux qui font entendre leurs voix : en plus des grenouilles et des lions déjà cités, l'auteur reconnaît des hyènes et des chacals (Girard, 1873, p. 46). Les lions sont aussi chassés par D'Abbadie (1815-1893, p. 361) aux alentours d'Adoua. L'ensemble des animaux sauvages montre une grande diversité des espèces aussi bien qu'un nombre important d'individus, attestant la grande richesse faunique du Tigray au XIX^e siècle. D'Abbadie (1815-1893, p. 330) chasse des antilopes, des panthères et des sangliers, activité à laquelle s'adonne aussi Girard (1873, p. 239-240) :

Dans la plupart des provinces du Tigré, chaque jour on rencontre des antilopes de douze ou quinze espèces différentes, parmi lesquelles l'agazen et le boor sont

16. Adoulis et Axoum.

17. *Dega* et *golla* ou *kolla* sont des termes employés pour désigner une division agroécologique et climatique des montagnes éthiopiennes. La *golla* concerne les zones basses et chaudes, tandis que la *dega* désigne les zones plus élevées et plus froides. Pour une description plus détaillée, se reporter à l'Introduction du chapitre 1, page 10.

18. L'auteur est présent à Adoulis à la fin de la guerre des Européens contre l'Empereur Théodoros. Les éléphants semblent y avoir été utilisés comme animaux de bât pour transporter du matériel militaire.

les principales. Quand on tue une agazen ou un boor, ce sont 50 à 100 kilos d'excellente viande qui vous échoient. Outre l'antilope, on a encore la chance de rencontrer le buffle, le sanglier, la chèvre sauvage, la perdrix grise, la pintade et le pigeon. Le lièvre et le lapin sont également très abondants ; c'est par centaines qu'on en voit chaque jour ; mais on ne leur fait pas l'honneur d'un coup de fusil, leur chair étant réputée impure par les gens du pays.

Dans le Tigray, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, la faune est donc abondante et diversifiée. Les éléphants, notamment, représentaient une marchandise très prisée des Axoumites, qui en faisaient commerce *via* Adoulis (Butzer, 1981). Il semble qu'ils aient été encore présents jusqu'aux années 1870 sur le plateau, où ils étaient chassés tandis que leur ivoire était expédiée à Massouah par des caravanes (Butzer, 1981). Les changements dans le paysage faunique apparaissent comme relativement récents et fortement liés à une déstabilisation du milieu par les humains. Une telle abondance et un telle diversité dans les espèces animales se retrouvent dans la végétation.

7.2.2 Une végétation arborée éparsée et exploitée par les populations

Nous disposons de peu de données précises sur les espèces végétales, celles-ci étant souvent mal connues des explorateurs. Cependant il ressort de ces récits l'impression d'une végétation dense, luxuriante et sauvage, qu'il est souvent difficile de traverser et qui fournit au bétail de gras pâturages. Plusieurs auteurs mentionnent les *Quolqual*, c'est-à-dire les euphorbes candélabres (*Euphorbia candelabrum*) qui couvrent les versants (Combes et Tamisier, 1838c, p. 214 ; Hozier, 1869, p. 109 ; Rüppell, 1840, p. 288-289 ; Salt, 1816a, p. 305-306) ou qui servent aux populations pour la construction quand le bois fait défaut (Rüppell, 1840, p. 290). La rareté ou l'absence de matériaux de construction est une thématique que l'on retrouve chez d'autres auteurs. Ainsi, à Adoua, Cooke (1867, p. 232) indique (voir le texte original, page 556) :

Il n'y a pas d'arbres fournissant du bois d'œuvre dans cette partie du Tigray, si ce n'est un daroo¹⁹ ou deux dans les vallées et des wanzeys²⁰ en ville, près des habitations. (*Traduction N. Blond*)

Les *wanzeys* sont évoqués, avec les *nabak*²¹, par Rüppell (1840, p. 290) dans les cours d'Adoua, bien qu'il ne trouve pas trace des jardins élaborés qu'évoque Salt (1816a). Valentia (1809c, p. 78) remarque aussi la présence de *wanza* dans les jardins autour des maisons d'Adoua.

19. Figuier sycomore (*Ficus sycomorus*).

20. Bekele-Tesemma et Tegnäs (2007, p. 20) font correspondre *wanza* à *Cordia africana*, une espèce à fleurs et à la pousse rapide, fréquemment utilisée pour le bois d'œuvre.

21. La correspondance de cette appellation locale avec un terme latin n'a pas été trouvée.

Le bois d’œuvre est si rare qu’il est une source importante de richesses pour les populations locales qui en vendent aux Européens de passage. Hozier (1869, p. 113) rapporte ainsi une anecdote liée à l’achat de poteaux en bois pour la mise en place du télégraphe par les Britanniques (voir le texte original, page 556) :

À Adigrat, Sir Robert Napier rassembla un stock considérable de poteaux en en offrant un dollar la demi-douzaine aux locaux ; et ceux-ci étaient tellement avides de recevoir la précieuse pièce que beaucoup d’entre eux sortirent les troncs de leurs propres maisons et les apportèrent au camp [...] (*Traduction N. Blond*)

La localisation préférentielle de quelques arbres à proximité des maisons, déjà évoquée par Cooke (1867), est aussi approchée dans le récit de Gobat (1834, p. 20), qui mentionne des *Wanga*²² dans les « petits jardins » d’Adoua. Dans les villes, la végétation est localisée surtout dans les jardins particuliers et dans l’enceinte des églises, comme à Adoua (Rüppell, 1840, p. 299-300). À Axoum, Gobat (1834, p. 135-136) évoque une pause faite à l’ombre d’un grand arbre (non identifié), en dehors de la ville, et quelques années plus tard, Rüppell (1840, p. 285) indique qu’en dehors de quelques sycomores colossaux, la région [d’Axoum] est dépourvue de tout feuillu²³. Powell-Cotton (1902, p. 400), presque soixante-dix ans plus tard, rapporte la même pratique que Gobat (1834), au même endroit (voir le texte original, page 556) :

À moins de deux milles d’Axoum, nous passâmes, sur notre gauche, devant un vénérable sycomore²⁴ d’une taille remarquable, à l’ombre duquel tous les voyageurs depuis l’Empereur, font une halte avant de pénétrer dans la cité sacrée. (*Traduction N. Blond*)

Ces arbres vénérables, d’une taille imposante, ont ainsi fait l’objet de la curiosité des voyageurs du XIX^e siècle, qui les ont décrits ou les ont reproduits par des gravures. Salt et Heath (1814), par exemple, livrent une représentation d’un *Daro-tree* (sycomore) au pied du Taranta, montagne du nord du Tigray (probablement actuellement en Érythrée et connue sous un autre nom). Ces arbres ont aussi retenu l’attention de photographes durant l’occupation italienne. Sur la figure 7.13, le lieu de la photographie, prise dans les années 1930, n’est pas identifié. On observe toutefois que, comme à Sewne (figure 7.14), l’arbre semble situé dans un point bas, probablement à un endroit où l’inféoflux n’est pas très éloigné de la surface, et à proximité d’un espace habité (habitations visibles à l’arrière-plan de la figure 7.13).

22. Ce terme pourrait être rapproché de *Wanza*. En oromo, *Wanga* ou *Wangay* correspondent, selon Bekele-Tesemma et Tegnäs (2007, p. 32), à *Acacia oerfota*, un arbre ou arbuste de la famille des légumineuses.

23. « *Ausser einigen kolossalen Sykomor-Bäumen ist die ganze Umgegend von jeglichem Laubholz entblösst* » (Traduction dans le texte N. Blond).

24. Probablement un figuier sycomore (*Ficus sycomorus*).



FIGURE 7.13 – Groupe de soldats italiens pendant la guerre Italo-Éthiopienne^a. Cliché : *Fotografia Ferruzzi, 1935-1936*; Source : *Archivi Alinari, Firenze*.

a. Group of Italian soldiers during the Italo-Ethiopian War.



FIGURE 7.14 – Sycomore dans la vallée de May Ayni. Cliché : *N. Blond, 2017*.

En dehors des villes, la végétation reste assez peu dense, comme l'indique Hozier (1869, p. 105) à proximité d'Adigrat : le bois qu'il récolte pour cuisiner est disséminé sur les versants²⁵. Sur la route depuis Adigrat vers le sud du pays, Hozier (1869, p. 120) décrit des versants couverts de cactus et d'acacias²⁶, tandis que Lebrun (1851, p. 34) rapporte qu'en sortant d'Axoum, Bruce a traversé « un pays rempli de tous côtés de jasmins et d'autres arbustes fleuris qui embaumaient l'air ». Entre Axoum et Adoua, Lejean (1872, p. 48) évoque lui « la rareté des bois », dans des paysages « fort loin[s] de répondre à la description enthousiaste de Bruce » (Lejean, 1872, p. 45). On ne sait s'il faut conclure à un fort déboisement de la région entre le passage de Bruce et celui de Lejean, ou si Bruce a exagéré le caractère édénique des paysages parcourus. Les gravures de Salt et Heath (1814) montrant les alentours de Debre Damo ou un panorama des montagnes d'Adoua laissent voir un paysage où des arbres épars sont localisés à proximité des habitations ou sur des crêtes, mais pas de forêt épaisse sur les versants, représentés nus, rocheux.

Ainsi, dans l'ensemble, la végétation arborée est rare, peu dense, et située en quelques points particuliers (jardins particuliers, enceinte des églises ou abords des villes). Les versants ne semblent pas avoir été couverts d'arbres au XIX^e siècle. Sur la route d'Enticho à Debre Damo²⁷, Ferret et Galinier (1847b, p. 18 *sq.*) dépassent une vallée dont les versants sont « abrupts et dépouillés de végétation ». Par ailleurs, en dehors des espaces où ils

25. « *Meat could be obtained, and the wood to cook it was found scattered over the mountain sides* » (Traduction dans le texte N. Blond).

26. « *The road from Adigerat to the south ran for the first five miles up a gently rising valley, bounded on the east by stony hills covered with cactus and acacia, on the west by the towering and precipitous cliffs of Mount Aloquor* ».

27. Monastère situé au nord, entre Enticho et Adigrat.

étaient cultivés et entretenus, il semble que les arbres aient poussé en « bouquet », comme c’est le cas à Enticho (Ferret et Galinier, 1847b, p. 26 *sq.*). Sur la route d’Axoum à Adoua, Girard (1873, p. 155-156) décrit un paysage luxuriant, duquel les arbres sont néanmoins absents :

Partout sur notre chemin la végétation était en pleine vigueur ; les vallons couverts de céréales en maturité, de plantes exotiques, d’arbustes sans nombre, répandaient un parfum délicieux [...]

Une végétation basse assez dense, avec une strate arborée très éparse, où apparaissent euphorbes et quelques arbustes, c’est aussi ce qui apparaît, dans les années 1930, sur les photographies de Ferruzzi (figure 7.15), dans le nord de l’Abyssinie. Les paysages actuels des alentours de Wakarida sont très semblables (figure 7.16) : végétation basse abondante (plus dense que sur la figure 7.15) et quelques arbres épars. La rareté des espaces boisés dans le nord du Tigray a attiré l’attention de certains auteurs, qui y voient la trace des actions anthropiques. Ainsi Rüppell (1838, p. 319) déclare-t-il, en se rendant vers Adigrat (voir le texte original, page 557) :

Les groupes d’arbres se faisaient toujours plus rares, éliminés par une population autrefois plus nombreuse. (*Traduction N. Blond*)



FIGURE 7.15 – Groupe de soldats italiens en marche durant la guerre Italo-Éthiopienne^a. Photographie : *Fotografia Ferruzzi, 1935-1936* ; Source : *Archivi Alinari, Firenze*.

^a. *Group of Italian soldiers marching during the Italo-Ethiopian War.*



FIGURE 7.16 – Versant de rive gauche, à l’amont de la vallée de Ka Ebile. Cliché : *N. Blond, 2014*.

Les récits de voyageurs dans le nord de l’Éthiopie nous livrent donc l’image d’une forêt à l’état de lambeaux déjà au XIX^e siècle. Certains auteurs évoquent les guerres comme causes de la dégradation des paysages. Combes et Tamisier (1838d, p. 146-147) décrivent la province d’Agamé, dans le Tigray, comme étant « d’une fertilité rare : elle produit

toute sorte de céréales et même du vin ; mais les guerres continuelles qui la désolent depuis longtemps l'ont extraordinairement appauvrie ». Si les pressions humaines locales sont importantes, les puissances occidentales, qui interviennent en Abyssinie à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècles (expédition britannique, occupation par l'Italie) ont aussi été l'occasion d'une importante consommation de bois d'œuvre et ont amplement participé au déboisement.

La construction du télégraphe, par exemple, a été évoquée dans la sous-section 7.2.2, page 332, dans le cadre de l'expédition britannique. Les archives iconographiques attestent cette pratique durant l'occupation italienne, en 1936 (figure 7.17). Les travaux entrepris par les Italiens concernent aussi l'ouverture de routes dans le pays, qui entraîne la coupe d'arbres anciens (*alberi secolari*), comme le montre la figure 7.18, photographie prise par le quotidien italien *La Nazione* dans les années 1936-1941. Les actions anthropiques s'observent aussi par des indices indirects : les représentations et descriptions de l'habitat du nord du Tigray montrent des maisons de style *tukul* (Nyssen *et al.*, 2010b), où la structure, le toit et l'habillage sont en bois. C'est le cas, par exemple, à Adigrat (Rüppell, 1838, p. 347), à Adoua (Gobat, 1834, p. 20) et à Genater, capitale de l'Agamé (Valentia, 1809c, gravure entre les p. 20-21). Au contraire, les constructions actuelles sont de style *hidmo*, en pierre sèche avec un toit plat constitué de branchages et broussailles et soutenu à l'intérieur par quelques piliers en bois (Nyssen *et al.*, 2010b).



FIGURE 7.17 – Télégraphistes au travail au pied de Work Amba, Tembien^a. Cliché : Mariano Pittana, 10/04/1936. Source : Archivio Pittana-donazione Annamaria Pittana / Archivi Alinari, Firenze.

^a. *Telegraphists work at the foot of the Uork Amba, Tembien.*



FIGURE 7.18 – Arbres séculaires abattus pour élargir la route^a. Cliché : *La Nazione*, 1936-1941. Source : Archivi Alinari, Firenze.

^a. *Alberi secolari abbattuti per far largo agli automezzi.*

Des informations sur le boisement aux périodes plus anciennes sont plus difficiles à obtenir. Quelques témoignages indirects peuvent cependant nous renseigner. Trois photographies, représentant des scènes d'une fresque murale de l'église copte de Debre Birhan Selassie à Gondar, datée des XVII^e et XVIII^e siècles, font apparaître des arbres. Sur la

figure 7.19, on peut voir l'une d'elle, où un personnage est pendu par les pieds, la tête en bas, à un arbre dont certaines branches ont été coupées. Les deux autres scènes (une mise au tombeau, probablement celle de Jésus, et une scène de voyage qui pourrait être la fuite en Égypte) représentent aussi des arbres aux branches coupées. Cette pratique est courante aujourd'hui encore dans le nord du Tigray et est particulièrement visible dans le paysage, comme on le constate sur l'olivier de la figure 7.20.

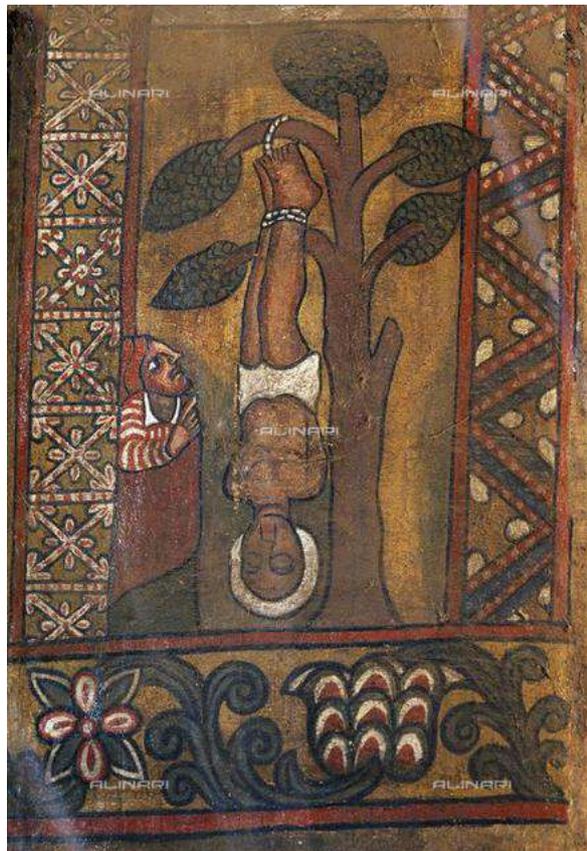


FIGURE 7.19 – Scène biblique, église de Debre Birhan Selassie, Gondar. *Cliché : Buss W., De Agostini Picture Library; Source : DeA Picture Library, by Alinari.*



FIGURE 7.20 – Olivier ébranché sur le versant gauche de la vallée de May Weini, à l'amont. *Cliché : N. Blond, 2014.*

Néanmoins, malgré une strate arborée peu dense et dégradée par les actions anthropiques, les voyageurs semblent charmés par la nature, luxuriante et fertile. Ferret et Galinier (1847b, p. 10 *sq.*) évoquent, sur la route entre Adoua et Enticho, « une belle prairie arrosée par une des sources de l'Assam ; un innombrable troupeau de mules et de vaches y pâtureait dès le point du jour ». Après avoir passé Yéha, ils prennent la direction d'Enticho. Ils font de cette traversée une description très bucolique :

Nous nous acheminions vers l'est foulant une belle et spacieuse vallée qu'entourent de petites collines couvertes d'une végétation verdoyante [...] En quittant cette vallée nous entrâmes dans celle de Dagassonné plus étroite, mais non moins fertile. [...] La vallée de Dagassonné est arrosée par un ruisseau limpide

qui serpente paisiblement au milieu des prairies et y entretient une végétation puissante.

Dans un registre très semblable, Girard (1873, p. 76) évoque, sur la route qui l’emène en direction du couvent jésuite de Frémona, « les superbes prairies qu’arrose la Maï-Gouagoua ». Ces tableaux idylliques du XIX^e siècle entrent en contradiction avec la présentation qui est faite des paysages du Tigray dans la seconde moitié du XX^e siècle par Brown (1965, P. 27-28). Le long de la route entre Addis-Abeba et Adigrat, il décrit des espaces complètement dégradés par la pression démographique, ayant abouti à l’éradication d’une forêt de genévrier qu’il imagine avoir été autrefois luxuriante. Il voit dans l’accroissement de la pression sur les terres cultivées, avec la sédentarisation de populations anciennement nomades, les prémices de la ruine totale du pays. C’est un constat que fait aussi Henze (2001, p. 63) à la même époque.

Les documents d’archives (fresques murales d’une église, récits et gravures du XIX^e siècle, photographies des années 1930) montrent l’ambiguïté de la perception du paysage du nord du Tigray. Si la nature y est décrite comme luxuriante, pleine d’animaux sauvages, et verdoyante, notamment parce qu’elle est arrosée de cours d’eau parfois pérennes, elle porte néanmoins les signes d’une dégradation déjà avancée. Les grands animaux sauvages (girafes, éléphants, gazelles) commencent à disparaître dès la fin du XIX^e siècle. Quant à la strate arborée, elle est très peu présente en dehors d’individus remarquables, comme les sycomores, ou de quelques espaces particuliers, comme les jardins privés ou les enceintes d’église, où ils sont protégés d’une action anthropique très consommatrice de troncs et branches, notamment pour la construction. À la fin du XIX^e et au début du XX^e siècles, la végétation arborée du nord du Tigray est donc déjà très dégradée. Gascon (1998) remarque à ce propos qu’à l’échelle de l’Éthiopie, aucun des voyageurs ne fait état d’une forêt. Ce qu’il voit des Hautes Terres ce sont plutôt « des arbres isolés au voisinage des églises parmi un paysage d’*openfield* ». Cette forme de paysage n’est pas récente selon lui, et ne peut pas être attribuée aux besoins des populations de se procurer des terres : « depuis des siècles, compte tenu du peuplement ancien et des fortes densités de cultivateurs à l’araire, la forêt (futaie) est relictuelle au nord ».

7.2.3 Un espace marginal pour lequel les données météorologiques sont rares

Les changements paysagers peuvent-ils avoir été influencés par des évolutions climatiques ? Les archives recèlent aussi des relevés météorologiques, rassemblés dans les tableaux 7.1 et 7.2. Ceux-ci renseignent sur l’importance des données recueillies lors des explorations scientifiques. Elles sont cependant parcellaires et trop ponctuelles pour qu’on puisse en tirer des tendances climatiques.

À proximité de la région d’étude, nous ne disposons d’enregistrement des précipitations que pour Intetchaou (tableau 7.1), qui correspond à la ville actuelle d’Enticho (figure 7.21). Le tableau 7.2 présente les valeurs de températures. La première moyenne (Moy 1) est calculée au baromètre, la seconde (Moy 2), au thermomètre.

| Auteurs | Station | Année | Mois | Précipitations |
|----------------------------|------------|-------|-----------|----------------|
| Ferret et Galinier (1847c) | Intetchaou | 1841 | avril | 36, 55 mm |
| | | | mai | 67, 95 mm |
| | | | juin | 73, 70 mm |
| | | | juillet | 302, 45 mm |
| | | | août | 176, 70 mm |
| | | | septembre | 126, 00 mm |

TABLEAU 7.1 – Données de précipitations à Intetchaou (Enticho) en 1841, selon Ferret et Galinier (1847c).

| Auteurs | Station | Année | Période | Moy 1 | Moy 2 |
|----------------------------|------------|-------|------------------|-------|-------|
| Ferret et Galinier (1847c) | Adoua | 1840 | décembre [2-16] | 21,8 | 20,4 |
| | Axoum | 1841 | janvier [10-15] | 21,0 | 20,5 |
| | Intetchaou | | juin [6-24] | 23,5 | 24,1 |
| | | | juillet [24-31] | 18,15 | 18,9 |
| | | | août [1-9] | 20,8 | 21,3 |
| Lefebvre (1845d) | Adoua | 1839 | juillet [9-19] | | 18,8 |
| | | 1841 | juin | 23,1 | 22,7 |
| | | | juillet | 23,6 | 21,7 |
| | | | août | 20,2 | 20,8 |
| | | | septembre [1-17] | 19,6 | 19,2 |
| | | 1842 | juin [25-30] | 22,5 | 22 |
| | | | juillet | 22,7 | 20,4 |
| | | | août | 20,1 | 19,6 |
| | | | septembre | 19,7 | 20,8 |
| | | | octobre [1-5] | 20,5 | 19,4 |

TABLEAU 7.2 – Températures (degrés centigrades) dans le nord du Tigray, dans les années 1840.

Ces données peuvent être mises en relations avec celles qui ont été acquises à la NMA et ont permis d’établir le tableau 1.1 et la figure 1.20, pages 29 et 30. La station la plus méridionale des cinq pour lesquelles nous avons des données est celle d’Idaga Hamous (figure 7.21). Enticho est située à 25 km au nord-ouest de celle-ci, Adoua à un peu plus de 45 km à l’ouest-nord-ouest et Axoum à plus de 60 km à l’ouest. Toutes les quatre sont à des altitudes similaires, entre 2 000 m et 2 100 m (figure 7.21). La station d’Adigrat est

un peu plus éloignée de ces trois villes (Enticho est à plus de 30 km à l'ouest, Adoua à plus de 60 km au sud-ouest et Axoum à plus de 75 km dans la même direction) et à une altitude légèrement supérieure (2 500 m), mais elle est la plus proche de Wakarida à avoir des enregistrements des précipitations (figure 7.21).

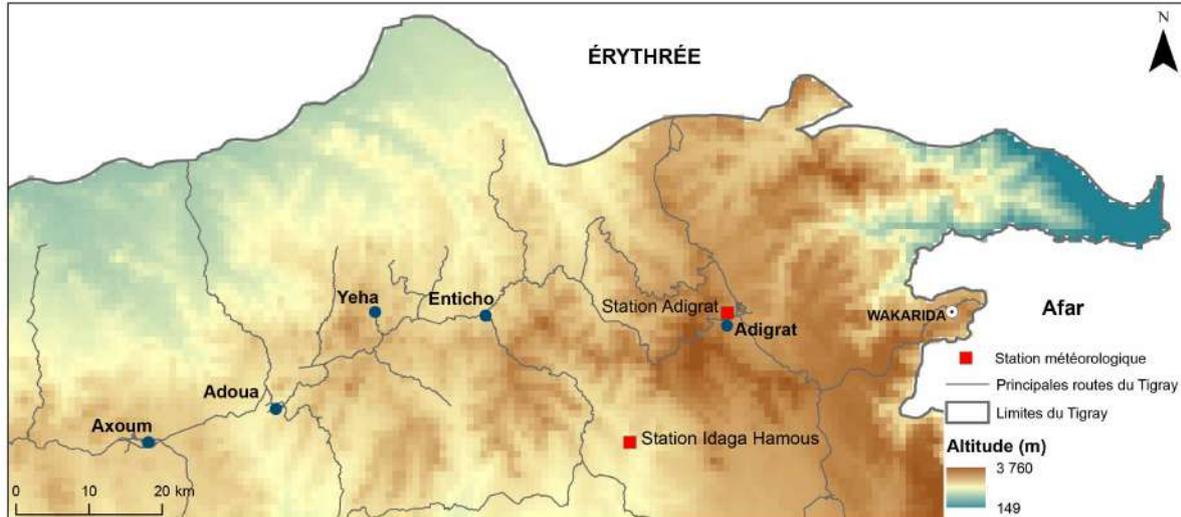


FIGURE 7.21 – Localisation des stations météorologiques d'Adigrat et Idaga Hamous et des villes d'Enticho, Adoua et Axoum. Réalisation : N. Blond, 2019, d'après SRTM 30 m, Google Earth et ArcGIS online.

Pour comparer les deux jeux de températures, nous avons reproduit dans le tableau 7.3 les températures mesurées au XIX^e siècle à l'aide d'un thermomètre centigrade (Moy 2 dans le tableau 7.2). Nous n'avons pas conservé celles établies à partir d'un baromètre, afin que les instruments de mesure soient les moins différents possibles.

| Année | Températures (degrés centigrades) | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|------|-------|------------|-------|-------------|
| | 1839 | 1840 | 1841 | | 1842 | 1970 - 2017 |
| Station | Adoua | | Axoum | Intetchaou | Adoua | Adigrat |
| Janvier | | | 20,5 | | | 14,7 |
| Juin | | | 22,7 | | 22 | 18,1 |
| Juillet | 18,8 | | 21,7 | | 20,4 | 16,5 |
| Août | | | 20,8 | | 19,6 | 16,1 |
| Septembre | | | 19,2 | | 20,8 | 15,5 |
| Octobre | | | | | 19,4 | 16,3 |
| Décembre | | 20,4 | | | | 13,9 |

TABLEAU 7.3 – Comparaison des températures à Adoua (Ferret et Galinier, 1847c ; Lefebvre, 1845d), Axoum et Intetchaou (Ferret et Galinier, 1847c), entre 1839 et 1842 et à Adigrat de 1970 à 2017 (NMA, voir figure 1.20), pour les mois de janvier, de juin à octobre et de décembre.

La comparaison des températures des quatre stations (Adigrat, Adoua, Axoum et Intetchaou) aux XIX^e, XX^e et XXI^e siècles (tableau 7.3) nous permet de noter une certaine homogénéité entre les mesures d’un même mois, mais d’années, différentes au XIX^e siècle, mesures parfois réalisées par des personnes différentes. On trouve aussi une répartition des températures dans l’année assez semblable à ce qu’elle est actuellement : dans l’échantillon disponible, les mois les plus chauds sont ceux de juin, juillet et août, et correspondent à la saison des pluies (*kiremt*), les plus frais sont ceux d’octobre, décembre et janvier, et correspondent à la saison sèche (*bega*). La comparaison avec les températures d’Adigrat révèle une différence de trois à quatre degrés de moins aujourd’hui qu’au XIX^e siècle. Ces chiffres ne sont pas forcément le signe d’un refroidissement ou d’un changement climatique. Cependant, ils ne peuvent pas non plus être attribués aux seules différences entre degrés centigrades et degrés Celsius, la variation entre les deux étant presque nulle pour les mesures concernées. Ils peuvent en revanche être liés au matériel utilisé ou à la temporalité des mesures (prises à plusieurs reprises dans la journée pour Ferret et Galinier (1847c) et Lefebvre (1845d), une fois par jour pour la NMA). Mais surtout, une des explications les plus probables tient au fait qu’Adigrat est situé 400 m plus haut que les autres stations. Le gradient altitudinal pourrait à lui seul expliquer une grande partie des variations. Enfin, il ne faut pas oublier que l’échantillon sur lequel reposent ces moyennes est très faible : il s’agit, au mieux, de la moyenne d’un mois entier, une seule année et souvent de moins.

Le manque de données de précipitations pour le XIX^e siècle ne permet malheureusement pas de comparaison entre plusieurs stations à la même époque. La mise en regard de trois stations (tableau 7.4), l’une en 1841 (Intetchaou), les deux autres entre les années 1970 et 2010 (Idaga Hamous et Adigrat) montre, aux deux périodes et pour les trois villes, la prépondérance des pluies de juillet et août en particulier (*kiremt*). En revanche, les mois de septembre semblent plus secs à la période contemporaine qu’en 1841.

| | Précipitations | | |
|-----------|-----------------------|--------------|-----------|
| Année | 1841 | 1973 - 2016 | 1970-2017 |
| Station | Intetchaou | Idaga Hamous | Adigrat |
| Avril | 36,55 mm | 82,4 mm | 63,9 mm |
| Mai | 67,95 mm | 52,0 mm | 41,2 mm |
| Juin | 73,70 mm | 46,8 mm | 36,4 mm |
| Juillet | 302,45 mm | 172,8 mm | 148,3 mm |
| Août | 176,70 mm | 181,6 mm | 128,3 mm |
| Septembre | 126,00 mm | 24,8 mm | 16,1 mm |

TABLEAU 7.4 – Comparaison, pour les mois d’avril à septembre, des précipitations à Intetchaou (Enticho) en 1841 (Ferret et Galinier, 1847c), à Idaga Hamous de 1973 à 2016 et à Adigrat de 1970 à 2017 (NMA, voir figure 1.20).

Alors que pour les deux stations d'Idaga Hamous et Adigrat, les précipitations décroissent d'avril à juin, elles suivent la tendance inverse en 1841 à Intetchaou (tableau 7.4). Toutefois, là encore, ces variations peuvent être mises sur le compte d'un événement ponctuel et non récurrent, de différences altitudinales ou d'un gradient lié aux effets orographiques.

Ces données météorologiques sont un matériau d'archives à part entière. Dans le cas où des séries plus longues et plus complètes auraient pu être reconstituées, en particulier pour des stations où les données contemporaines sont disponibles, elles auraient pu fournir des indications précieuses sur les évolutions climatiques et être mises en lien avec des changements dans la couverture végétale, la disponibilité en eau ou encore les pratiques agricoles. La faible étendue chronologique des enregistrements ne l'a pas permis ici, mais nous souhaitons attirer l'attention sur l'existence de telles données et en donner à voir un échantillon, dans l'espoir de pouvoir l'implémenter à l'avenir.

7.3 Premières hypothèses sur l'évolution des paysages grâce aux archives

Les documents cités dans la section 7.1, page 314 *sq.* ont montré que les informations sur les alentours de Sewne étaient très rares, dans la mesure où cet espace semble avoir été délaissé par les explorateurs, les aventuriers, les sportifs, les conquérants - et les cartographes. Il est néanmoins possible de retracer quelques grandes lignes de l'évolution des paysages grâce à des informations à plus petite échelle, concernant le nord du Tigray, pour les époques les plus anciennes. Des données récentes précises, autour du site de Wakarida, permettent de compléter ce tableau.

La position marginale de la zone d'étude par rapport aux explorations des contreforts du Tigray (section 7.1, page 314 *sq.*) peut être liée aux conditions topographiques limitant l'accès des explorateurs. Aujourd'hui encore, l'éperon n'est accessible, depuis le plateau, qu'au prix d'une descente vertigineuse sur une piste carrossable. Or, jusqu'à la toute fin du XX^e siècle, cette piste n'existe pas (on la voit sur les photographies aériennes de 1994, mais pas sur les photographies satellitaires Corona de 1967, pourtant d'une résolution bien meilleure). Cela peut expliquer que les voyageurs ne se soient pas aventurés dans cette zone, d'autant que le plateau offrait un espace plus abordable topographiquement. Il ressort aussi de ces documents qu'entre la période axoumite et le début du XX^e siècle, les centres de pouvoir restent localisés sur le plateau, concentrant ainsi l'attention sur cet espace.

Est-ce à dire que la région située à l'est d'Adigrat était déserte avant l'ouverture de la route ? Des délimitations de parcelles apparaissent sur la photographie satellitaire Corona

de 1967, attestant la présence, au moins ponctuelle, de populations. Il est possible que cet espace soit resté ignoré, dans la mesure où il aurait pu représenter un cul-de-sac : à l'est, à l'amont des vallées de Ka Ebile ou May Ayni, le relief devient plus abrupt. Le versant oriental de la crête est beaucoup plus escarpé que le versant occidental, ce qui se traduit aussi dans l'occupation, bien plus dense à l'ouest (vallées de May Ayni et Ka Ebile) qu'à l'est, où n'apparaissent que quelques habitations éparses et aucune trace de cultures. Une autre possibilité serait que les échanges aient été tournés exclusivement vers l'est et les populations du désert, mais les différences culturelles, linguistiques et religieuses rendent cette hypothèse peu probable. Isolés des axes de communication depuis le plateau, les alentours de Wakarida sont restés un espace marginal jusqu'à très récemment. C'est donc uniquement par les descriptions du plateau qu'il est possible d'appréhender les évolutions paysagères et environnementales, en lien avec la pression humaine, dans le nord du Tigray.

Dans la plupart des descriptions, le nord du Tigray ou le nord de l'Abyssinie sont présentés à la fois comme des espaces très verdoyants, fertiles, mais aussi comme des milieux difficiles, où les contraintes peuvent être fortes : la grande faune, présente depuis l'époque axoumite, a disparu entre la fin du XIX^e et le début du XX^e siècles, du fait de la chasse et du commerce dont elle a été victime (en particulier le commerce d'ivoire pour les éléphants). La dégradation de la végétation - en particulier la végétation arborée - semble elle plus ancienne. Les textes décrivent des versants déjà très dénudés au XIX^e siècle. Seuls quelques arbres remarquables (comme les sycomores) demeurent. Les arbres d'ornement sont aussi protégés dans les jardins ou les enceintes d'églises et forment des bouquets épars, concentrés surtout dans les espaces habités. En dehors des villes et villages, au contraire, le bois a été largement consommé, pour la construction, les usages domestiques ou agricoles (brûlis et essartage, coupe de branches pour nourrir le bétail).

L'importance de la consommation de bois pour la construction peut être difficile à appréhender : les habitations contemporaines sont construites surtout en pierre, le bois ne servant qu'à soutenir le toit, ce qui se traduit par la présence de quelques gros troncs à l'intérieur de l'habitation : c'est le type dit *hidmo* (Nyssen *et al.*, 2010b), où la toiture est faite de branchages et de terre. À propos de la couverture du toit, D'Andrea *et al.* (1999) précisent que suite au déboisement, l'eucalyptus et l'olivier ont progressivement remplacé le genévrier dans le Tigray Central. Aujourd'hui, beaucoup de ces toits de branches disparaissent au profit de toits en tôle de style *korkoro* (Nyssen *et al.*, 2010b). Les descriptions et les gravures du XIX^e siècle montrent, en revanche, que les habitations étaient de type *tukul* (Gobat, 1834, p. 21, Harris, 1844a, p. 364), c'est-à-dire rondes, avec un toit de chaume et un habillage extérieur en bois (Nyssen *et al.*, 2010b).

Cela pose la question de la relation entre ces changements et l'évolution actuelle de l'environnement : les différences de style sont-elles à lier uniquement au déboisement, ou y a-t-il aussi une composante sociale ? Nyssen *et al.* (2010b) posent les deux comme étant

possibles, tandis que les changements dans le type de couverture ou la réutilisation de bois anciens pour la structure sont analysés par D'Andrea *et al.* (1999) comme la conséquence du déboisement. Celui-ci semble pourtant avoir des racines bien plus anciennes : Gascon (1998) évoque un peuplement dense depuis des siècles, qui aurait épuisé la ressource et laissé les forêts à l'état relictuel bien avant les pressions démographiques actuelles. Néanmoins, la position marginale de Wakarida peut aussi expliquer un plus faible peuplement à l'époque que sur le plateau. Gascon (1998) constate par ailleurs que cette dégradation s'est accentuée dans le nord de l'Éthiopie suite au récent accroissement de la population, à partir des années 1970. Les photographies anciennes au sol, comparées à des situations actuelles, montrent qu'il y a eu peu de modifications importantes durant le XX^e siècle et que la végétation arborée, si elle a continué à être exploitée (par les populations locales comme par les colonisateurs étrangers) à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècles, était déjà très dégradée à cette période, malgré la description de vertes prairies dans certains récits.

La disparition de la végétation peut aussi être liée aux pulsations démographiques : la région de Wakarida apparaît comme ayant été densément occupée aux périodes pré-axoumite et axoumite, puis abandonnée vers le VIII^e siècle de n. è. avant une réoccupation plus légère au XII^e siècle (Gajda *et al.*, 2017). Les archives semblent indiquer que la région d'Axoum a connu un sort assez semblable à une période plus récente. Le grand nombre de cartes mentionnant la « ruine » de la ville au XVIII^e siècle (figure 7.3, page 319), les descriptions de son état misérable et la disparition de telles mentions au XIX^e siècle (figures 7.4 à 7.9, pages 321, 322 et 324 à 326) invitent à penser que la cité était abandonnée et dépeuplée au XVIII^e siècle puis recolonisée à la fin du XVIII^e ou au début du XIX^e siècles. De telles fluctuations sont envisageables aussi autour de Wakarida, en lien, notamment, avec les événements politiques de la période.

Ainsi, à l'échelle du Tigray, la dégradation de la végétation arborée semble ancienne et liée aux phases de peuplement antérieures qu'a connues la région. Au XIX^e siècle, le déboisement est déjà très avancé, héritage des pressions passées et encore à l'œuvre sur le plateau. La position marginale de Wakarida à cette période par rapport aux axes majeurs de découverte du pays ne permet pas de rendre compte de l'état du couvert végétal. Néanmoins, dans la seconde moitié du XX^e siècle, on observe que la strate arborée est déjà très dégradée. Les pratiques humaines (construction, défrichage, ouverture de routes, agriculture) semblent être largement responsables de ce déboisement, ainsi que de la disparition de certaines espèces animales du nord du Tigray.

CONCLUSION

Ce chapitre a permis de montrer que la zone d'étude, autour du site de Wakarida et du village de Sewne, était restée à l'écart des principales routes des voyageurs durant des siècles, du fait de sa position en marge du plateau et éloignée des axes de circulation praticables. Ce n'est qu'avec la jonction entre le plateau et la dépression du Danakil que la région de Sewne est devenue plus accessible, notamment grâce à la création d'une piste.

Cette méconnaissance de la région peut être à l'origine d'une certaine préservation de l'environnement : à l'écart des principaux foyers de population durant la période moderne et le début de la période contemporaine, la zone d'étude a pu échapper, au moins en partie, au déboisement et aux effets de la pression démographique.

Ailleurs dans le Tigray, on a pu noter, dans les archives textuelles ou iconographiques, que des dégradations environnementales importantes avaient été causées par une forte augmentation de la population et des prélèvements sur le milieu. Ainsi, beaucoup d'espèces de grande faune ont disparu au XIX^e siècle, tandis que le couvert végétal semble avoir été dégradé de plus longue date, même s'il apparaît en certains endroits et pour certains explorateurs comme édénique.

L'isolement relatif de l'espace étudié a aussi permis une grande permanence dans l'outillage et les pratiques agricoles (voir chapitre 8), qui permet d'interroger un peu plus précisément la question de l'ancienneté des terrasses de culture.

Chapitre 8

Permanences de l’outillage et des techniques agricoles

All the country we had been travelling through was highly cultivated, and the ballagas were, as far as I could see, breaking up fresh land every day for sowing; in fact, I should say that the whole province of Tigre was in a very prosperous condition.

Mayo, 1876, p. 84

Sommaire

| | |
|---|------------|
| Introduction | 345 |
| 8.1 Les paysages agricoles dans les récits et les archives iconographiques | 346 |
| 8.2 La culture en terrasses, un aménagement peu présent dans les récits | 349 |
| 8.3 Matériel de semis et de labour, de la préhistoire à nos jours . | 355 |
| 8.3.1 Préparation de la terre à la culture | 355 |
| 8.3.2 Permanences dans l’outillage éthiopien | 359 |
| 8.4 Moisson et battage, du XIX^e siècle à nos jours | 369 |
| 8.5 L’agriculture du nord du Tigray et les évolutions paysagères . | 373 |
| 8.5.1 Pérennité de l’outillage et des techniques agricoles | 373 |
| 8.5.2 Les terrasses, une technique absente des périodes anciennes ? . | 374 |
| Conclusion | 376 |

INTRODUCTION

Le chapitre 7 a montré combien la région de Wakarida et ses alentours étaient restés hors de l’atteinte des explorateurs étrangers jusqu’au XX^e siècle. Pendant cette période, la nature est luxuriante et semble peu atteinte par les actions anthropiques - en dehors d’un déboisement déjà avancé -, mais qu’en est-il de l’agriculture ?

Dans le chapitre 8, c'est la place de l'agriculture qui est questionnée et avec elle, les persistances, tant dans les techniques que dans les outils. Il s'agit, en étudiant les archives, d'observer quelles sont les évolutions et quelles sont les permanences dans l'agriculture aux XIX^e et XX^e siècles. L'objectif est de déterminer si les terrasses agricoles font déjà, à l'époque, partie du bagage technique communément mis en œuvre dans le Tigray. Ces investigations permettent aussi d'appréhender les questions de l'érosion liée à l'outillage et aux techniques utilisées. Les descriptions tendent à montrer que si la grande majorité des outils et techniques agricoles contemporains est déjà utilisée aux XIX^e et XX^e siècles, les terrasses sont d'introduction beaucoup plus récente.

8.1 Les paysages agricoles dans les récits et les archives iconographiques

Les extraits étudiés proviennent de la compulsation des ouvrages cités dans les tableaux 3.7 et 3.12, pages 109 et 115. Pour cette section, ce sont surtout ceux dont un chapitre ou un paragraphe traitaient explicitement d'agriculture qui ont été retenus. Ils sont répertoriés dans le tableau 8.1. Une partie des résultats présentés ici a été publiée dans un [premier](#) et un [second](#) billets sur le blog d'Archéorient (Blond, 2015b, 2016).

| Référence | Nom ou numéro du chapitre | Pages |
|--------------------|---|----------------------|
| Alvares (1881) | Chapitres XV et XLVII | 35 ; 105 |
| Andree (1869) | <i>Der Ackerbau und die Viehzucht Abessiniens</i> | 139 |
| De Felcourt (1911) | Chapitres V, VI, VII et VIII | 85 ; 109 ; 139 ; 153 |
| Gobat (1834) | Dans l'introduction | 11 |
| Lefebvre (1845d) | Chapitre IV | 290 |
| Lejean (1872) | Notes agronomiques | 108 <i>sq.</i> |
| Mayo (1876) | Chapitre V | 75 <i>sq.</i> |
| Pagné (1900) | Agriculture | 52 |

TABLEAU 8.1 – Tableau récapitulatif des ouvrages comportant un chapitre ou paragraphe traitent d'agriculture.

D'autres résultats ont aussi été obtenus dans des chapitres ne traitant pas directement d'agriculture : mœurs et habitudes des habitants, commerce du pays, flore etc. Ces ouvrages sont recensés dans le tableau 8.2.

| Référence | Nom du chapitre | Pages |
|----------------------------|----------------------|-----------|
| Audon (1889) | Chapitre XVIII | 157 |
| Combes (1896) | Chapitre XIII | 129 |
| Combes et Tamisier (1838d) | Chapitre I | 3 |
| Combes et Tamisier (1838e) | Chapitre XI | 279 |
| Combes et Tamisier (1838b) | Chapitres II et III | 33 ; 63 |
| Ferret et Galinier (1847b) | Chapitres I et XVI | 7 ; 395 |
| Girard (1873) | Chapitres XIII et XX | 182 ; 282 |

TABLEAU 8.2 – Tableau récapitulatif des ouvrages consultés, dans lesquels l'agriculture n'est pas abordée directement.

De ces lectures, il ressort principalement que l'Abyssinie est une sorte d'*Eldorado* africain, où les paysages - édéniques, voir section 7.2, page 329 *sq.* - témoignent d'une nature florissante, luxuriante, généreuse, qui donne en quantité à qui veut bien lui offrir quelques soins. Nombreux sont les voyageurs européens, tel Pagné (1900, p. 52-53), à s'étonner d'une telle profusion :

La fertilité du sol de l'Abyssinie est vraiment extraordinaire, et les indigènes ne cultivent que pour leurs besoins. D'immenses étendues de terrains non exploitées, ne demandent qu'à rendre au centuple la semence qu'on y jettera.

Ce constat est aussi fait à l'échelle du Tigray, par Lejean (1872, p. 45 et 48) et par Ferret et Galinier (1847b, p. 18). L'étonnement face à une telle richesse s'accompagne du constat que les Abyssiniens n'en tirent pas tout le profit qu'ils pourraient. Ainsi Andree (1869, p. 139) déclare-t-il (voir le texte original, page 557) :

L'Abyssinie possède beaucoup de terres, qui sont parfaitement adaptées à la culture ; cependant, on peut affirmer avec certitude qu'à peine la moitié des sols cultivables est utilisée, si bien qu'à peine environ un tiers de l'ensemble des surfaces semble cultivé. (*Traduction N. Blond*)

Alvares (1881, p. 106) relate aussi son étonnement lorsqu'il arrive à Farso¹ et qu'il entend les habitants expliquer que lorsqu'ils sèment peu, ils récoltent beaucoup, et que sans les ravageurs (vers, sauterelles etc.) qui s'attaquent aux récoltes, ils auraient assez pour plusieurs années (voir le texte original, page 557) :

J'entendis des habitants de cette ville dire que cette année, ils avaient ramassé tellement de récoltes de toutes sortes que, s'il n'y avait pas les vers, il y aurait abondance de grain pour dix ans. Et comme j'étais surpris, ils me dirent : Cher invité, ne sois pas surpris, parce que même les années où nous moissonnons

1. Aujourd'hui en région Oromia, non loin de la Somalie, à plus de 130 km au sud-est d'Harar.

peu, nous ramassons suffisamment pour que le grain soit abondant pendant trois ans dans le pays. (*Traduction N. Blond*)

C'est une conclusion assez similaire que fait Mayo (1876, p. 89) lorsqu'il évoque la protection de cultures situées à proximité du Mareb contre les oiseaux, mais aussi les cerfs ou les éléphants (voir le texte original, page 557) :

La récolte ou les récoltes - car quelques fois ils font deux ou trois moissons - sont si lourdes qu'il importe peu qu'une petite partie en soit mangée. (*Traduction N. Blond*)

Cette nature généreuse est vue par la plupart des voyageurs de l'Europe industrielle comme une véritable opportunité pour le commerce international et l'exportation, opportunité que les populations locales n'ont pas saisie pour le moment, mais que pressent bien Lejean (1872, p. 108) :

L'agriculture abyssinienne, quoique fort primitive, suffit, et au delà, aux besoins du pays : mais elle ne fournit rien à l'exportation, bien qu'elle puisse sans peine quadrupler sa production actuelle.

Un tel retard dans la participation à l'économie agricole mondiale s'explique par le fait que l'agriculture abyssinienne aux XIX^e et XX^e siècles soit encore, pour les explorateurs étrangers qui la découvrent, « dans l'enfance », à un état primitif. Il s'agit là d'une sorte de *topos* que l'on retrouve chez de nombreux auteurs, tels Combes (1896, p. 129)², Ferret et Galinier (1847b, p. 396 - 397)³ et Girard (1873, p. 290)⁴, ce dernier semblant reprendre les affirmations de Lefebvre (1845d, p. 253)⁵. Cet étonnement quant au retard de développement de l'agriculture peut aussi être le résultat d'une vision colonialiste des explorateurs européens à la fin du XIX^e siècle. À ce développement technique très limité s'ajoute le fait que, du point de vue de ces voyageurs, les populations donnent peu de soin à leurs cultures, comme l'indique Andree (1869, p. 235) (voir le texte original, page 557) :

Étant donné que l'Abyssin n'a d'envie ni d'amour pour le travail et l'activité, il n'accorde aux plantes cultivées que peu de soin et d'entretien ; ses champs, ses plantations ressemblent presque toujours à une contrée sauvage. (*Traduction N. Blond*)

Le seul soin qu'apportent les agriculteurs abyssiniens, aux yeux des Européens qui les observent, semble passer par l'outillage, lui-même décrit comme plutôt sommaire.

2. « L'agriculture, en effet, y est encore dans l'enfance ».

3. « Malheureusement, l'agriculture dans l'Abyssinie est presque aussi arriérée que les arts mécaniques ».

4. « Quoique les Abyssins soient encore dans l'enfance de l'art en matière d'agriculture, la fertilité de leur sol est telle que malgré notre science aratoire, malgré les engrais que nous prodiguons à nos terres, nous n'obtenons jamais des résultats comparables aux leurs ».

5. « Quoique l'agriculture soit encore dans l'enfance en Abyssinie, la fertilité du sol est cependant telle, que le rapport y est beaucoup plus grand qu'en Europe, malgré toute notre science aratoire ».

Les voyageurs et les explorateurs ont abondamment décrit l'agriculture dans le nord du Tigray. La comparaison avec la situation actuelle permet d'apprécier les continuités et les évolutions depuis le XIX^e siècle. Si les terrasses de culture semblent absentes, les outils et techniques agricoles sont largement détaillés et montrent une grande persistance.

8.2 La culture en terrasses, un aménagement peu présent dans les récits

L'objet central de cette étude est la culture en terrasses. Ces aménagements sont assez peu représentés dans les archives, en particulier dans les archives textuelles. C'est assez surprenant, dans la mesure où elles sont aujourd'hui un marqueur très fort des paysages mais aussi de la culture du Tigray, indissociable des pratiques culturelles, ce qu'on aura l'occasion de voir plus tard, dans le chapitre 10, page 429 *sq.*

Il importe de noter que le terme même de « terrasse » ne va pas de soi : selon le CNRTL⁶, l'étymologie de ce mot renverrait au terme *terrace*, employé au XII^e siècle pour désigner le torchis ou la boue. L'apparition du terme « terrasse » en tant qu'aménagement agricole ne semble pas datée. Le verbe « terrasser » est lui connu dès le XVI^e siècle : selon le CNRTL, Beaugué l'emploie en 1556 dans sa *Guerre d'Écosse* au sens de « soutenir par un amas de terre », tandis que Gauchet l'utilise en 1583 dans *Le Plaisir des Champs* pour désigner le fait de « remuer et transporter des pierres, ici pour amender ». Blanchemanche (1990, p. 131) note quant à lui que l'expression « culture en terrasses » n'apparaît pas dans les sources, ou très tardivement : vers la fin du XVIII^e siècle dans les traités d'agriculture, un peu plus tôt s'agissant de l'aménagement des parcs et jardins. Le terme connaît par ailleurs beaucoup de variantes locales, qui peuvent être liées aux buts recherchés par ce type de construction.

Sur les quarante-et-un ouvrages en format numérique dans lesquels le texte est détecté automatiquement, seuls huit - moins d'un cinquième - ont donné une réponse adéquate aux mots-clés « terrasse » ou « étage » et leurs équivalents en anglais et en allemand. Sont exclues de ce compte les - nombreuses - occurrences de ces termes en contexte topographique, géologique ou architectural, ou qui ne concernent pas l'Éthiopie ou l'Abyssinie.

Les résultats, rassemblés dans le tableau 8.3, se trouvent dans des ouvrages plutôt récents par rapport à l'ensemble de l'échantillon. En effet, les récits couvrent une période allant de 1844 à 1902, la majorité (5/8) étant postérieure à 1860. Les ouvrages cités dans le tableau 8.3 ont aussi été utilisés pour le chapitre 7, page 313. Le Tigray est mentionné dans chacun, Axoum dans tous sauf Harris (1844a,c), Adoua dans les récits de Andree (1869) ; Cooke (1867) ; Harris (1844b) ; Markham (1868) ; Powell-Cotton (1902), et

6. Centre National des Ressources Textuelles et Lexicales.

Adigrat dans les ouvrages de Andree (1869) ; Cooke (1867) ; Markham (1868).

| Référence | Langue (mots-clefs) | Occurrences | Pages |
|----------------------|-----------------------------|-------------|-----------|
| Harris (1844a) | anglais (terrace) | 12 | 364 ; 366 |
| Harris (1844b) | | 11 | 6 |
| Harris (1844c) | | 7 | 215 |
| Cooke (1867) | | 21 | 248 |
| Markham (1868) | | 7 | 39 ; 40 |
| Andree (1869) | allemand (Terrasse / Etage) | 17 / N | 391 |
| Powell-Cotton (1902) | anglais (terrace) | 10 | 380 |
| De Felcourt (1911) | français (terrasse / étage) | 1/3 | 16 ; 106 |

TABLEAU 8.3 – Tableau récapitulatif des ouvrages mentionnant les terrasses ou leurs équivalents en anglais et en allemand, classés chronologiquement.

Dans l'ensemble, les paysages décrits sont assez difficiles à localiser, d'une part parce qu'il y a assez peu de toponymes, d'autre part parce que, comme évoqué dans la section 7.1, page 314, quand ils sont présents, ceux-ci renvoient souvent à des lieux dont les noms ne sont plus connus aujourd'hui. Il a néanmoins été possible d'identifier les régions où ont été faites les observations.

Les textes de Harris (1844a,b,c) situent les terrasses dans la province du Choa, au centre de l'Éthiopie contemporaine, aux alentours d'Ankober. La région est montagneuse, mais plus chaude que dans le nord, puisqu'on peut y faire pousser le coton sur des terrasses (Harris, 1844c, p. 215) :

Le coton dans son plus parfait état de culture recouvrait toutes les terrasses⁷.
(Traduction N. Blond)

Dans le Choa, les terrasses permettent la culture sur des versants abrupts. Elles s'inscrivent dans l'organisation de l'espace, les habitations occupant les replats, selon la description de Harris (1844a, p. 364) (voir le texte original, page 557) :

La rose sauvage, la fougère, le lantaniier et le chèvrefeuille égayaient une succession de terrasses très cultivées, qui découpait la chaîne de montagnes en banquettes supportant le sol ; et sur chaque éminence se trouvait un groupe de maisons aux toits de chaume coniques, environnées de haies vertes et partiellement entourées d'arbres sombres. (Traduction N. Blond)

7. « Cotton in its most perfect state of cultivation clothed all the level terraces ».

Cette dispersion de l'habitat dans les espaces cultivés, tirant profit des replats, est aussi évoquée par Andree (1869, p. 391), dans une zone située entre le Désert du Danakil et les montagnes, mais inscrite dans le chapitre sur le Choa (voir le texte original, page 557) :

Sur les versants des montagnes s'étendaient des terrasses qui étaient couvertes de champs bien cultivés et sur chaque ressaut se trouvait un petit village dont les habitants se précipitèrent pour voir la nouvelle procession, les invités du roi, leurs cris d'allégresse résonnant au-devant d'eux. (*Traduction N. Blond*)

Non seulement ces aménagements fournissent des surfaces à cultiver, mais ils retiennent aussi l'humidité dans un sol pourtant peu propice à l'agriculture (Harris, 1844b) (voir le texte original, page 558) :

Soutenus depuis la base jusqu'au plus haut sommet par des terrasses artificielles et revêtues des cultures les plus luxuriantes, il y avait des endroits où il semblait à peine possible que l'aire soit passé à un si grand angle. Mais le blé et l'orge s'épanouissent dans un sol pierreux et, avec une proportion suffisante de « la première et la dernière pluie », produiront ici un rendement abondant pour ceux qui, par leur labeur, s'efforcent d'égaliser la prospérité de voisins mieux lotis. (*Traduction N. Blond*)

La culture du coton en terrasses est aussi mentionnée par De Felcourt (1911, p. 106), même si la localisation est très vague - elle s'étend du Chercher aux contreforts du Tigray et aux îles du lac Zouai :

Les indigènes ont généralement étagé leurs champs à flanc de montagne, ils les soutiennent avec des murs en pierre sèche qui servent en même temps à retenir l'eau de pluie et la font se déverser d'un champ dans un autre. Pendant la saison sèche, les plantations souffrent beaucoup, d'autant que les Abyssins laissent deux ou trois ans les arbustes en terre et se contentent d'une récolte infime.

Aux alentours de Debre Zebit comme dans le bassin du lac Ashangi, Cooke (1867, p. 248) décrit des terrasses situées sur des versants de montagne (voir le texte original, page 558) :

Le plateau de Zebit n'est pas cultivé du tout, mais dans les vallées attenantes et sur les terrasses des versants de montagne, il y a de nombreux champs d'orge, tandis que le teff est cultivé dans les basses vallées. (*Traduction N. Blond*)

Ces aménagements sont aussi mentionnés par Markham (1868, p. 39-40) et par Powell-Cotton (1902, p. 380), qui les dépasse sur la route qu'il emprunte entre le Simien et le Tekezé.

De Felcourt (1911, p. 16) fait le lien entre la mise en culture et les déboisements opérés par les populations Gallas (Oromos) :

Les cultures s'étagent jusqu'aux sommets que les Gallas déboisent sans méthode et par le feu. Il reste cependant encore quelques grandes forêts, notamment celle de Kouni, qui couvre en superficie plusieurs milliers d'hectares.

Les occurrences ayant directement trait à la culture en terrasses, dans l'ensemble de ces documents de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècles, sont concentrées essentiellement dans le sud du pays : province de Choa, alentours du Lac Tana, région Oromo, avec deux mentions assez évasives du Tigray et une occurrence à proximité du Lac Ashangi, aujourd'hui à l'extrême sud de la région Tigray. Il faut attendre Henze (2001, p. 64), qui parcourt la région dans les années 1960 - 1970, pour voir apparaître des descriptions des cultures en terrasses dans le nord du Tigray, le long de la route entre Adigrat et Yéha :

Il y a des cultures dans le fond de toutes les gorges et des terrasses sur les versants de certaines⁸. (*Traduction N. Blond*)

Quelques éléments intéressants ressortent néanmoins. Le premier montre que ces techniques de conservation des eaux (et des sols) ne sont pas absentes, dès le XIX^e siècle, des espaces agricoles de l'actuelle Éthiopie, même s'ils ne sont pas recensés dans le nord, en particulier dans le Tigray. Elles se trouvent généralement à proximité des habitations, sur des replats. Ces aménagements en degrés sont composés de murets en pierre sèche, construits par les populations sur les versants et supportent des cultures verdoyantes et luxuriantes, malgré un sol parfois ingrat. On note toutefois que l'agriculture en terrasse dans les vallons n'est pas du tout mentionnée, même si ceux-ci peuvent être cultivés, comme c'est le cas autour du lac Ashangi (Markham, 1868).

Les représentations iconographiques et photographiques sont elles aussi peu prolixes à ce sujet. Quinze gravures et clichés ont été sélectionnés pour la présence de terrasses, de cultures étagées ou de champs cultivés bordés d'un muret de pierre sèche. Sept d'entre elles (trois issues de l'album de Bidault de Glatigné (1889) et quatre des fonds d'Archivio Luce, voir tableau 3.10, page 112) représentent les abords de la ville de Harar : les piémonts sont cultivés et les champs étagés, la bordure semblant plutôt végétalisée qu'empierreée en 1889 (figure 8.1), tandis qu'en 1936 (figure 8.2) on observe des parcelles dont les bordures sont plus nettes, délimitées par un muret à l'amont duquel se trouve un petit bourrelet en pente douce.

8. « *There is cultivation at the bottom of all the gorges and terracing on the side of some* ».

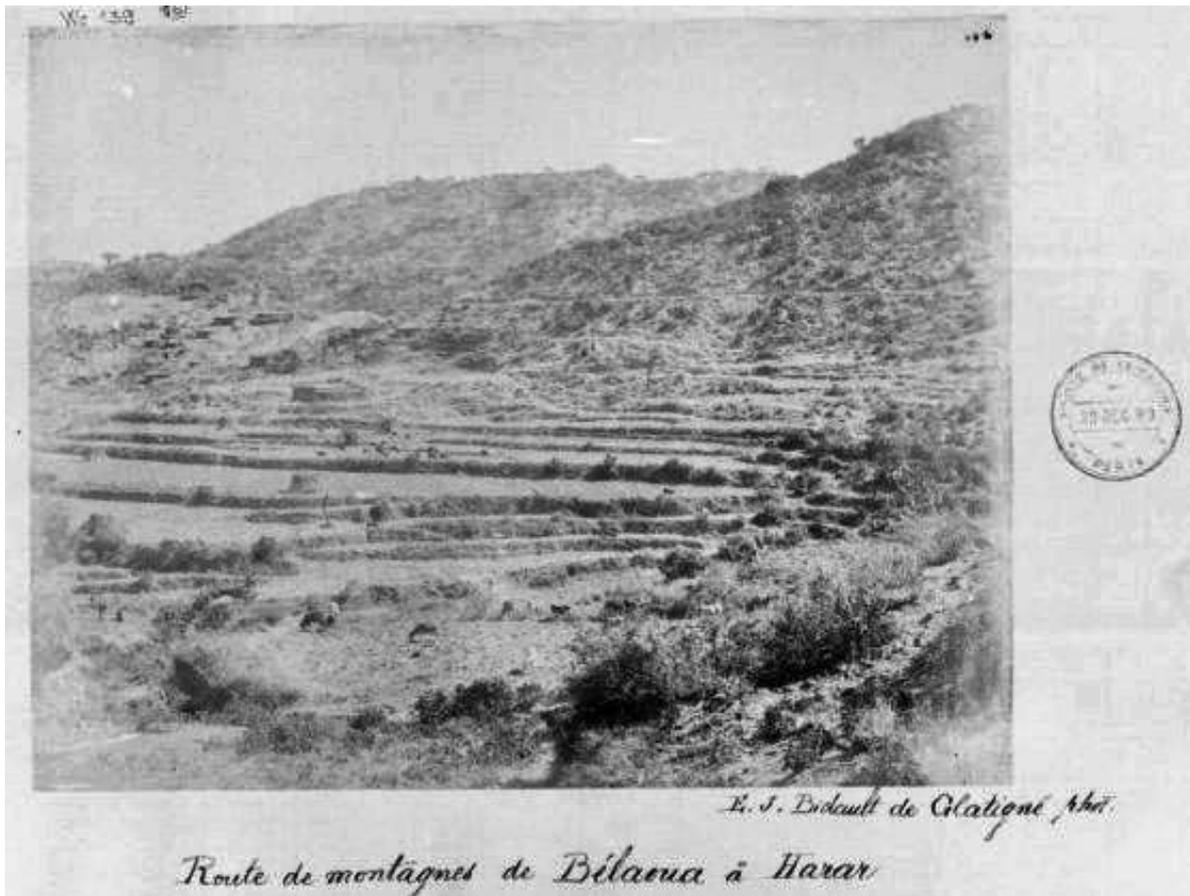


FIGURE 8.1 – Photographie prise par Bidault de Glatigné (1889) de cultures étagées sur la route de Belaoua à Harar. *Source : Gallica / Bibliothèque Nationale de France.*



FIGURE 8.2 – Vue de la ville de Harar ^a, 1936. ©Archivio Luce.

a. Veduta della città di Harar.

D'autres espaces couverts de terrasses ont été photographiés, en particulier sur le plateau (Amba Alagi, Amba Aradam). À Amba Alagi (à proximité d'Antalo, dans le sud de l'actuel Tigray) les piémonts de la montagne sont occupés par des cultures étagées (photographie aérienne, Alinari, XX^e siècle), dont certaines sont limitées par des bordures de pierres, qui ressemblent plus à des alignements dus à l'épierrement, qu'à des murets.

Le fait que le champ soit couvert de pierres va dans ce sens (photographie au sol, Alinari, 1913 - 1916). Il n'est pas possible de reproduire ici tous les documents consultés, mais ces quelques photographies (aériennes ou au sol) montrent qu'à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècles, la technique de construction de terrasses est déjà connue et employée autour de Harar. Elle est présente dans le Tigray à Amba Alagi, 40 km au nord du Lac Ashangi mentionné plus haut et 150 km au sud de Sewne.

La culture en terrasses est donc très anecdotique, tant dans le corpus textuel qu'icographique, et ne constitue presque jamais l'objet d'intérêt principal. Assez présente au sud et au centre du pays (dans ses limites actuelles), elle reste très rare dans le nord jusqu'au XX^e siècle. En effet, la référence la plus proche de Wakarida est aussi la plus récente (Henze, 2001). Il est surtout particulièrement surprenant de constater que les ouvrages de pierre sèche, quand ils sont mentionnés, aient si peu attiré l'attention des voyageurs, alors qu'ailleurs ils peuvent constituer de vrais *topoi* romantiques, comme on en trouve au XIX^e siècle, chez De Lamartine (1790-1869), dans sa description de l'agriculture et de ses paysages au Liban :

Les pentes de ces montagnes⁹ qui versent vers la mer sont fertiles, arrosées de fleuves nombreux et de cascades intarissables ; ils¹⁰ y récoltent la soie, l'huile, l'orge et le blé ; les hauteurs sont presque inaccessibles, et le rocher nu perce partout les flancs de ces montagnes ; mais l'infatigable activité de ce peuple, qui n'avait d'asile sûr pour sa religion que derrière ces pics et ces précipices, a rendu le rocher même fertile ; il a élevé d'étage en étage, jusqu'aux dernières crêtes, jusqu'aux neiges éternelles, des murs de terrasses formés avec des blocs de roche roulante ; sur ces terrasses il a porté le peu de terre végétale que les eaux entraînaient dans les ravines, il a pilé la pierre même pour rendre sa poussière féconde en la mêlant à ce peu de terre, et il a fait du Liban tout entier un jardin couvert de mûriers, de figuiers, d'oliviers et de céréales [...]

On trouve très peu de mentions de terrasses dans l'ensemble des récits de voyageurs étudiés, et celles-ci, comme l'ont montré les extraits reproduits ci-dessus, se trouvent sur les versants et non dans les thalwegs, comme c'est le cas dans la zone étudiée autour de Wakarida.

9. « Les chaînes les plus élevées du Mont Liban ».

10. Les Maronites.

Combes (1896, p. 133) propose une description qui pourrait expliquer pourquoi :

Sur les versants des montagnes, dans des plis de terrains profonds où les rayons du soleil ne pénètrent jamais, on rencontre des oliviers de haute futaie ; ils vivent à l'état sauvage, toujours verts, toujours en travail, portant d'un bout de l'année à l'autre et des fleurs et des fruits ; du reste, le produit en est complètement perdu.

Les thalwegs (« les plis de terrains profonds ») sont décrits comme étant couverts d'une végétation dense d'oliviers non greffés auxquels on ne porte aucun soin. Dans l'espace traversé par Combes (1896), les espaces cultivés sont les versants, tandis que les thalwegs ne sont pas défrichés. Le fait qu'il y pousse des arbres laisse toutefois penser qu'il s'y trouve une petite épaisseur de sol et que les écoulements qui pourraient parcourir ces « plis » sont suffisamment peu compétents pour ne pas évacuer tous les dépôts ni arracher les arbres durant leur croissance. Cette observation s'accorde à l'hypothèse formulée dans la partie II, selon laquelle l'agriculture a longtemps été majoritairement située sur les versants et non dans les bas-fonds. Elle permet aussi de mieux comprendre comment ont pu se mettre en place les colmatages sédimentaires dans les vallons.

8.3 Matériel de semis et de labour, de la préhistoire à nos jours

Si les archives sont laconiques au sujet des terrasses, elles fourmillent au contraire de détails à propos des outils utilisés pour l'agriculture. Les documents d'archives (récits, iconographie) permettent de constater l'étonnante continuité dans l'outillage et les pratiques agricoles pour la préparation de la terre.

8.3.1 Préparation de la terre à la culture

Les terres agricoles sont naturellement fertiles, et ne nécessitent presque pas de travail (section 8.1, page 346 *sq.*). La préparation repose sur le débroussaillage et le labour avant la mise en culture, comme l'évoque Lefebvre (1845d, p. 254) :

Une fois le sol débarrassé d'arbustes, on fait deux labours, puis on laisse sécher les herbes, et on les brûle ; pour procéder au troisième on attend les premières pluies, et le mois de juin ou de juillet venu, on sème à la volée.

Dans l'ensemble des textes, le constat est que les terres ne sont pas fumées. Pour certains auteurs, comme Lebrun (1851, p. 164), cela semble la marque d'un manque d'attention pour les terres :

La terre est cultivée avec négligence, et les laboureurs n'ont recours à aucun des moyens qui ajoutent à la fertilité du sol.

Pour d'autres (Andree, 1869, p. 146), cette attitude est encouragée par l'abondance que fournit la nature (voir le texte original, page 558) :

Il¹¹ ne fume pas ses champs bien qu'il connaisse très bien les avantages de la fertilisation. Cette apathie est parfaitement alimentée par la taille et la richesse de son domaine, qui, quand le quart des champs est cultivé, assure déjà les besoins vitaux du propriétaire. Habituellement, le tiers est en jachère ; cependant, là où le sol est très riche en humus, on n'en cultive que la moitié. Pour se faire une idée du triste état dans lequel sont ces champs en jachère, il faut avoir vu de ses propres yeux ces espaces désolés, après trois ans sans avoir été touchés par la charrue ! [...] Les cendres qui restent après la consommation du bois d'œuvre forment le seul engrais que reçoit la terre. (*Traduction N. Blond*)

Les voyageurs sont nombreux à faire ce constat. Les Abyssiniens n'utilisent pas le fumier animal pour fertiliser les champs, et ils ont pour cette pratique une aversion très forte. Ils lui préfèrent une sorte d'écobuage (Lejean, 1872, p. 108) :

Pas d'engrais. Les Abyssins ont bien des enclos à bétail, de 8 à 10 mètres de diamètre, où le fumier mêlé à la paille s'entasse à plusieurs décimètres d'épaisseur : mais tous les Européens qui leur ont conseillé d'utiliser ce précieux engrais se sont vu traiter de « peuple malpropre ». Cependant, on brûle les grandes herbes desséchées que les pluies estivales ont fait pousser. Les Abyssins donnent de cela trois raisons : 1° détruire les mulots, taupes et insectes malfaisants ; 2° nettoyer le sol pour la culture ; 3° le fertiliser par la cendre. Cette cendre est donc, dans leur Opinion, un engrais, ce qui revient un peu au procédé connu en France sous le nom d'écobuage ; seulement, dans l'écobuage, on brûle à la fois l'herbe et la racine.

Les agriculteurs brûlent donc des herbes pour engraisser la terre, mais aussi pour chasser les petits nuisibles qui, dans le Tigray, se cachent dans la végétation (Combes et Tamisier, 1838b, p. 54-55). Cela permet aussi de remplacer la fumure animale, comme le précise Combes (1896, p. 129). Lefebvre (1845d, p. 253) rapporte quant à lui que les deux types d'engrais existent, mais ont des destinations différentes :

Les Abyssins se servent peu d'engrais, quoiqu'ils en connaissent l'usage ; le seul qu'ils emploient est celui qui résulte de la combustion sur place des mauvaises herbes et des broussailles venues avec une extrême rapidité à la fin de la saison sèche. Les fumiers sont en général réservés pour l'horticulture.

11. L'Abyssinien.

Selon Andree (1869, p. 147), les herbes sont coupées et laissées à sécher sur place avant qu'on leur mette le feu, risquant ainsi le déclenchement de grands incendies (voir le texte original, page 558) :

À partir de ce moment¹² jusqu'à la prochaine mise en culture, le bois et les broussailles coupés ont le temps de sécher ; puis le feu est allumé. Il arrive souvent et facilement que les contrées sauvages voisines s'embrasent aussi et qu'un grand incendie s'étende sur plusieurs milles, ravageant tout sur son passage. Les cendres qui restent une fois le bois brûlé constituent le seul engrais de la terre. (*Traduction N. Blond*)

Ces techniques semblent être communes à toute l'Abyssinie. De Felcourt (1911, p. 89-91) en donne, pour les Gallas (Oromos), la description suivante :

Avant d'être ensemencés les champs reçoivent plusieurs labours. Le premier se donne en général après la saison des pluies, il sert à aérer le sol et à détruire les mauvaises herbes. Le second a lieu en mars ou avril, au moment des semailles, pour niveler le champ et préparer les rayons. Quand les mottes de terre sont trop grosses on les brise avec l'instrument que nous avons décrit précédemment¹³. Ce sol très argileux a une tendance à s'agglomérer et à former une croûte, il faut donc le diviser et le réduire à la surface pour en permettre l'aération et l'humidification. Les champs n'étant pas amendés ont besoin de repos périodiques ou jachères. Après deux années de repos, les indigènes mettent le feu à une végétation abondante de mauvaises herbes, puis, par un labour profond ou à coups de pioche, ils enlèvent des mottes de terre pleines de racines qu'ils font sécher au soleil et brûlent ensuite.

Lefebvre (1845d, p. 254) indique quant à lui que les herbes sont broyées (première citation de la sous-section 8.3.1, page 355). L'écobuage a toujours cours de nos jours dans le nord du Tigray. Autour de Wakarida, après les récoltes, herbes et chaumes sont brûlés sur le champ (figure 8.3).



FIGURE 8.3 – Brûlis dans la vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2014.*

12. Après la récolte.

13. « Pour écraser les mottes de terre, que n'a pu réduire la charrue, les Abyssins aplanissent leurs champs au moyen de pierres fixées au bout d'un bâton flexible » (De Felcourt, 1911, p. 87).

Dans la région, l'apport de fumure n'a pas été constaté. En revanche, après les moissons, les animaux - boeufs, vaches, veaux, moutons, chèvres, ânes - sont laissés paître dans les champs. Leurs déjections sont incorporées à la terre lors du labour suivant et servent à l'enrichir (figure 8.4).



FIGURE 8.4 – Bétail à la vaine pâture à proximité de Wakarida. *Cliché : N. Blond, 2017.*

La liste des « retards » techniques évoqués par les voyageurs européens comprend aussi l'absence de défrichement et d'épierrement des champs, ceux-ci étant alors pleins d'obstacles à la croissance des cultures comme au labour (figure 8.5).



FIGURE 8.5 – Champ couvert de pierres sur le versant de rive droite, vallée de May Weini. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Valentia (1809c, p. 179) note ainsi que le long de la route d'Adoua à Axoum, les champs sont pleins de pierres, que les habitants ne prennent pas la peine de retirer. Henze (2001, p. 64) indique qu'entre Mekele et Wukro il y a plus de pierres que de terre dans

les champs¹⁴. C'est aussi ce que déplore Andree (1869, p. 147) (voir le texte original, page 558) :

Un tel « champ » ressemble en quelque sorte à une forêt bien germée, car la végétation sauvage prolifère considérablement vite en Abyssinie. On recule aussi devant l'arrachage des trognons et racines et on se contente de couper les troncs d'arbres 1 à 2 pieds au-dessus du sol. Ainsi voit-on les champs couverts de troncs et de racines de grande et petite taille, souvent centenaires. Et c'est sans compter les pierres, dispersées à la surface du champ, petites et grosses, souvent si denses qu'on distingue à peine le sol ! Pas une seule fois l'Abyssinien ne se décide-t-il à jeter la plus petite pierre sur le côté. Combien de bonne terre cultivable est ainsi perdue ! (*Traduction N. Blond*)

Chez les Gallas (Oromos) en revanche, quelques aménagements sont faits, parmi lesquels De Felcourt (1911, p. 91-92) mentionne l'épierrement et le creusement de petits canaux de drainage :

Dans les régions très pierreuses les Gallas sont obligés de retirer les cailloux (*sic*) à la main, ils en font des enclos pour leurs champs. Dans les régions humides, il faut sillonner les champs de petits canaux d'écoulement pour éviter l'inondation. [...] Suivant les endroits où elles sont pratiquées ces méthodes subissent de légères variations. Il va de soi que les Gallas vivant éloignés des grands centres sont plus négligents que leurs congénères du Harrar ou du Choa, tandis que dans le Tigré et partout où l'Abyssin travaille lui même la terre, les procédés sont plus perfectionnés.

8.3.2 Permanences dans l'outillage éthiopien

Si l'outillage et les méthodes culturales ont attiré l'attention des explorateurs et des scientifiques, qui les ont abondamment décrits, ils figurent toutefois assez peu dans les représentations iconographiques produites par les populations ayant habité les plateaux durant les siècles passés.

Il faut tout de même noter deux exemples remarquables. Le premier est particulièrement connu et a été décrit par Graziosi (1941). Il ne s'agit pas à proprement parler d'une archive, mais d'une peinture rupestre, reproduite ici (figure 8.6), non d'après l'article de Graziosi (1941), où la photographie est de mauvaise qualité, mais d'après l'ouvrage de Fineran (2007, p. 85). Elle n'est pas datée précisément par l'auteur, mais celui-ci exclut la possibilité qu'elle soit récente, les bœufs n'ayant pas la bosse caractéristique des animaux contemporains ; néanmoins la présence d'animaux domestiques indique une inscription dans le Néolithique au sens large (Graziosi, 1941).

14. « *There is more stone than soil in many fields, but even the stoniest turn green after the rain and produce crops* ».

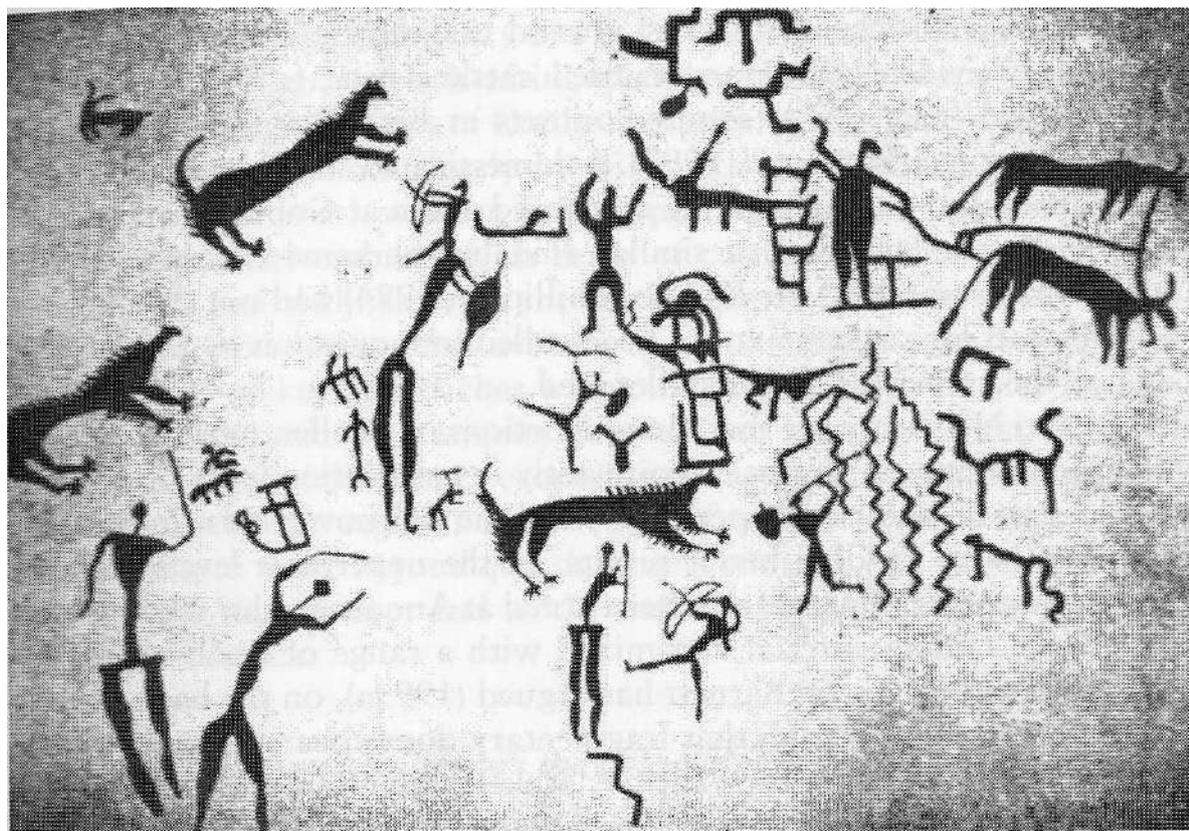


FIGURE 8.6 – Scène de labour, Amba Focada (Érythrée). *Source : Finneran (2007), d'après l'article de Graziosi (1941).*

En haut à droite de la reproduction, on aperçoit une scène agricole composée d'un homme conduisant l'araire auquel deux bœufs sont attelés¹⁵. On remarque que ces deux bœufs ont des cornes mais pas de bosse. Il est difficile de déterminer précisément la composition de l'araire : il semble s'agir d'un araire manche-sep (Dollfus *et al.*, 2001), où mancheron (la partie tenue à la main) et sep (la partie qui est en contact avec la terre et sur laquelle est fixé le soc) sont d'un seul tenant, et se rattachent à l'age (ou timon). Néanmoins, il est possible aussi qu'il s'agisse d'un araire dental, où mancheron et age sont fixés au sep. Sur la figure 8.6, le personnage tient à la main un mancheron courbé tandis que l'age est plutôt droite. Celle-ci est attachée à un joug courbe, qui repose sur le cou des animaux.

Le geste du personnage aussi est remarquable : une main tient l'araire, l'autre est levée derrière la tête, dans un mouvement qui rappelle beaucoup ceux des agriculteurs contemporains qui aiguillonnent leurs animaux lors des labours (figure 8.7). Le trait courbe au bout du bras sur la figure 8.6, pourrait représenter la baguette utilisée à cette fin.

15. « *Un uomo che conduce l'aratro ai quale i buoi sono aggiogati* », Graziosi (1941).



FIGURE 8.7 – Scène de labour, vallée de May Ayni. *Cliché : Y. Callot, 2013.*

Selon Goe (1989, p. 85-86), une des représentations les plus anciennes d'un araire date du XVII^e siècle. Malheureusement, si la peinture mentionnée par l'auteur est reproduite dans son article, aucune information n'est donnée sur sa provenance. Nous avons pu trouver, dans l'ensemble des archives consultées, une seule occurrence de la figuration d'une scène agricole dans les peintures des églises troglodytiques du Tigray.

La scène (figure 8.8) appartient à un groupe de fresques du XVII^e siècle peintes sur les murs de l'église d'Abreha we Atsbeha, bâtiment datant du X^e siècle de n. è. Cette représentation montre un homme en train de labourer. Il dispose pour cela d'un araire composé de trois parties. Il tient la première dans la main droite. Le mancheron est formé d'une tige droite, vraisemblablement en bois, légèrement recourbée vers le haut, là où l'homme la tient. L'autre extrémité est pourvue d'un soc pointu, en forme de flèche, et dont la couleur gris clair sur la peinture (figure 8.8) peut laisser penser qu'il est en métal. La seconde partie, l'age, relie le mancheron au joug porté par les bœufs. Cette pièce est peu visible : elle est cachée par l'animal à la droite de l'attelage. La troisième partie, le joug, peut être mieux détaillée. Il s'agit d'une pièce courbe, monoxyle, qui repose sur l'encolure des bœufs, entre la bosse et les cornes. La tête est maintenue par deux baguettes de bois courbes, qui se rejoignent en se croisant sous la tête de l'animal (ce qu'on voit bien sous celui de gauche). Enfin, le personnage qui mène l'attelage a, dans la main gauche,

un long fouet, qui repose sur son épaule et traîne derrière lui.



FIGURE 8.8 – Scène de la vie agricole, extrait d'une fresque du XVII^e siècle dans l'église d'Abreha we Atsbeha, dans les montagnes du Gheralta. ©Patrick Le Floch/GAMMA RAPHO.

La reproduction de la peinture du XVII^e siècle dans l'article de Goe (1989) apporte quelques éléments complémentaires : on y voit un couple de personnages aux champs, dont l'un, vêtu d'une façon très semblable à celui de la figure 8.8, tient l'araire dans la main gauche et montre quelque chose de la main droite, le fouet reposant sur son épaule gauche. Il s'agit aussi d'un attelage avec deux bœufs, le joug étant posé, là encore, entre la bosse et les cornes. Le sep est beaucoup plus détaillé que dans la figure 8.8 : il comporte les ailettes qu'il a encore de nos jours (figure 8.9) et il est relié à l'age par une courroie, en tissu ou en cuir. Le soc, enfoncé dans le sol, n'est pas visible. Enfin, le deuxième personnage apporte lui aussi un élément important. Il est figuré légèrement en retrait par rapport au premier, entre celui-ci et les bœufs. Il a les bras levés pour maintenir un objet sur sa tête, comme s'il soulevait une pierre : serait-ce la représentation d'un épierrage dans le champ, conjointement au labour ?

Ces représentations ressemblent aux descriptions qu'en font les auteurs. Nombreux sont ceux qui les rapprochent des instruments de l'Égypte antique (De Felcourt, 1911 ; Girard, 1873) ou des populations kabyles (Combes, 1896). Les récits sont plus ou moins

précis et détaillés, allant de la simple mention d'une charrue en bois tirée par des bœufs (Andree, 1869 ; Combes, 1896 ; Girard, 1873 ; Gobat, 1834) à la description de l'ensemble de ses parties. Ainsi chez Lefebvre (1845d, p. 255-256) :

La charrue des Abyssins [...] se compose d'un soc adapté à la tige, qui peut s'incliner à volonté au moyen d'une courroie, d'un anneau, de deux soutiens en bois de chaque côté du soc pour élargir le sillon, d'un joug qui se pose sur le col du bœuf, en avant de la bosse qu'ont les bœufs d'Abyssinie, auquel joug deux bâtons sont fixés et enchâssent le col.

Cette description est accompagnée d'une planche couleur représentant les instruments de labour et les harnais utilisés pour les chevaux, dont une partie est reproduite sur la figure 8.9.

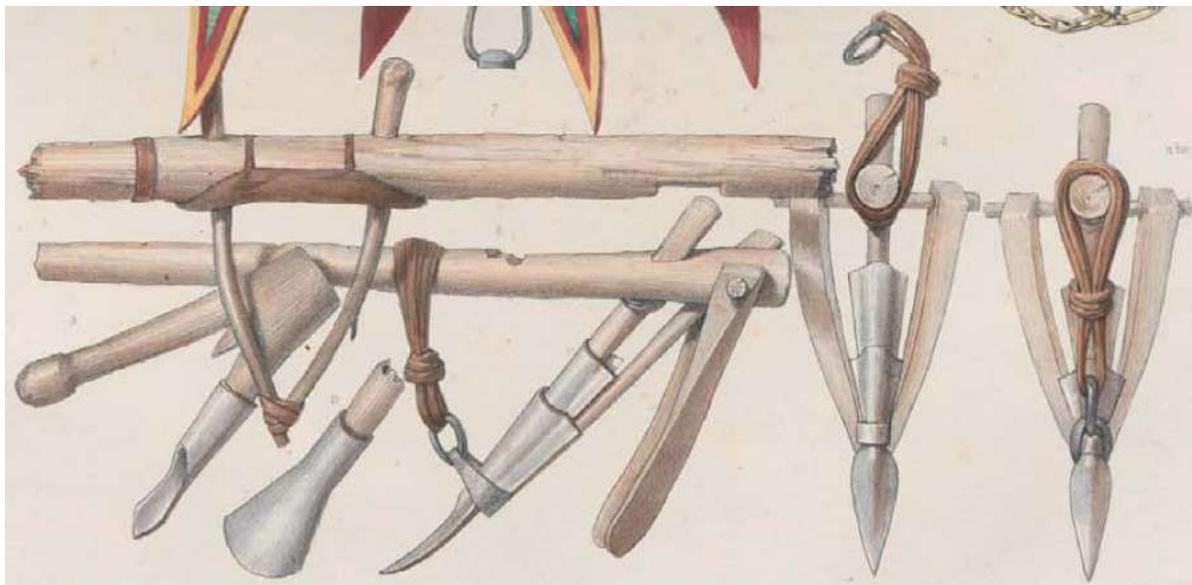


FIGURE 8.9 – Extrait de la planche intitulée *Harnais et instruments de labour* (Lefebvre, 1845b). ©E-Rara.ch.

On peut y voir, à droite, trois représentations du sep, avec le soc métallique, les deux ailettes (les « deux soutiens en bois [...] pour élargir le sillon »), deux de face (avec la courroie attachée / détachée) et une de profil. Au-dessus de la vue de profil, une partie du joug permet d'apprécier l'emplacement pour la tête des animaux. On remarque qu'une pièce de cuir ou de peau y est apposée pour protéger les bêtes lors de la traction. Une lanière de cuir relie les deux baguettes sous le cou, comme le montre la figure 8.8. Enfin, sous cet élément apparaissent une herminette vue de profil ainsi qu'une vue de face de la lame de celle-ci.

La description d'éléments semblables se trouve aussi chez Andree (1869, p. 147). La figure 8.10, qui accompagne la description de l'outil, renvoie aux éléments évoqués ci-dessus.

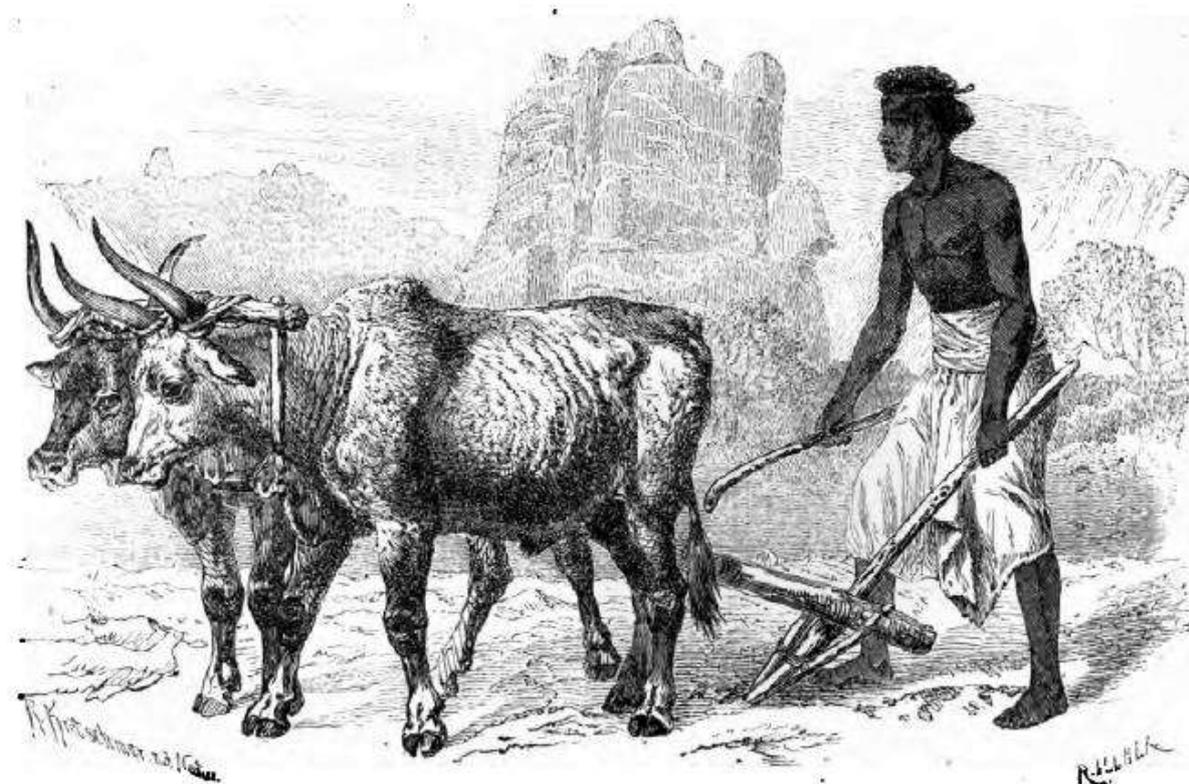


FIGURE 8.10 – Planche intitulée *Ackerflug*. *Zeichnung von Robert Kretschmer* (Andree, 1869). ©Project Gutenberg.

Une des gravures accompagnant le récit de Hozier (1869) est intitulée *A Ploughman in Tigreh* et représente le même attelage. D'autres extraits donnent des détails supplémentaires, notamment dans les travaux sur l'agriculture de De Felcourt (1911, p. 85-87) :

Le plus important¹⁶ est la charrue, de modèle très ancien : elle se compose d'une pièce de bois de mimosa dur, courbée en arc de cercle ; au centre de la courbure a été pratiqué un trou, de chaque côté duquel sont fixés deux supports plats du même bois et sur ces deux supports est monté le soc de fer. L'inclinaison du soc sur le manche est d'environ trente degrés. Ce soc varie comme poids de 900 grammes à 3 k. 600 et dans quelques provinces méridionales, il comprend trois dents. Le joug est constitué par une pièce de bois d'environ 1 m. 50, percée de quatre trous dans lesquels s'emmanchent quatre tiges formant le collier. Le timon de la charrue est relié au milieu du joug par des lanières de cuir. Deux manches fixés au dessus du soc permettent au laboureur de diriger son instrument, il ne le maintient d'habitude que d'une main et de l'autre il manie un fouet terminé par une longue lanière en cuir avec lequel il stimule son attelage.

16. Des instruments agricoles.

Des précisions du même ordre apparaissent aussi chez Ferret et Galinier (1847b, p. 396 - 397), qui déplorent la piètre qualité de cet instrument :

La charrue est à peu près le seul instrument aratoire en usage dans l'Éthiopie, et quelle charrue encore ! Une pièce de bois armée d'un soc de 0m30 sur 0m12 de large, grossièrement réunie à une autre pièce plus longue, sous un angle dont l'ouverture varie avec la profondeur du sillon que l'on veut tracer, voilà tout. Le soc, en général, est mal ajusté et d'un fer de très mauvaise qualité. Il se ploie presque toujours à la moindre résistance qu'il rencontre, de sorte que l'on perd à le réparer un temps considérable que l'on pourrait employer à un travail plus utile.

Des inconvénients qui sont aussi évoqués par Andree (1869, p. 147) (voir le texte original, page 559) :

Le seul outil agricole est l'araire, mais quel araire ! [...] L'Abyssinien ne trace pas de sillon droit ; à peine a-t-il fait 20 à 30 pas qu'il fait déjà demi-tour, terminant ainsi un certain morceau et en reprend un nouveau là où il s'était arrêté. On s'imagine combien de terre déjà labourée est à nouveau piétinée par les animaux de trait. Ceux-ci sont des bœufs, qui vont ensemble sous le même joug et ne sont conduits que par la voix ou le fouet du laboureur. [...] La herse et le rouleau sont des instruments inconnus en Abyssinie. [...] Les bœufs s'acharnent sous le même joug, devant l'araire, dans les champs pleins de pierres, et ne reçoivent pour leur travail pénible aucun remerciement.
(Traduction N. Blond)

Le même auteur ajoute que le labour se fait en deux passages, une fois dans le sens de la longueur, l'autre dans le sens de la largeur (Andree, 1869, p. 237).

Les premières photographies prises en Éthiopie à la fin du XIX^e siècle montrent ces outils, notamment l'araire, tels qu'ils sont détaillés dans les récits. Ainsi, la collection de photographies de Bidault de Glatigné (1889) montre-t-elle un « Galla¹⁷ labourant » (figure 8.11). Ces clichés ont été pris dans le sud du pays, dans le Harar, mais on y trouve une grande similitude avec les outils décrits par Lefebvre (1845d) (figure 8.9) ou par Andree (1869) (figure 8.10). L'ensemble des images d'archives sur lesquelles on peut voir des labours, depuis la fin du XIX^e siècle jusqu'aux documents contemporains, montre des instruments quasiment identiques.

17. Galla est le nom donné autrefois aux populations Oromos.

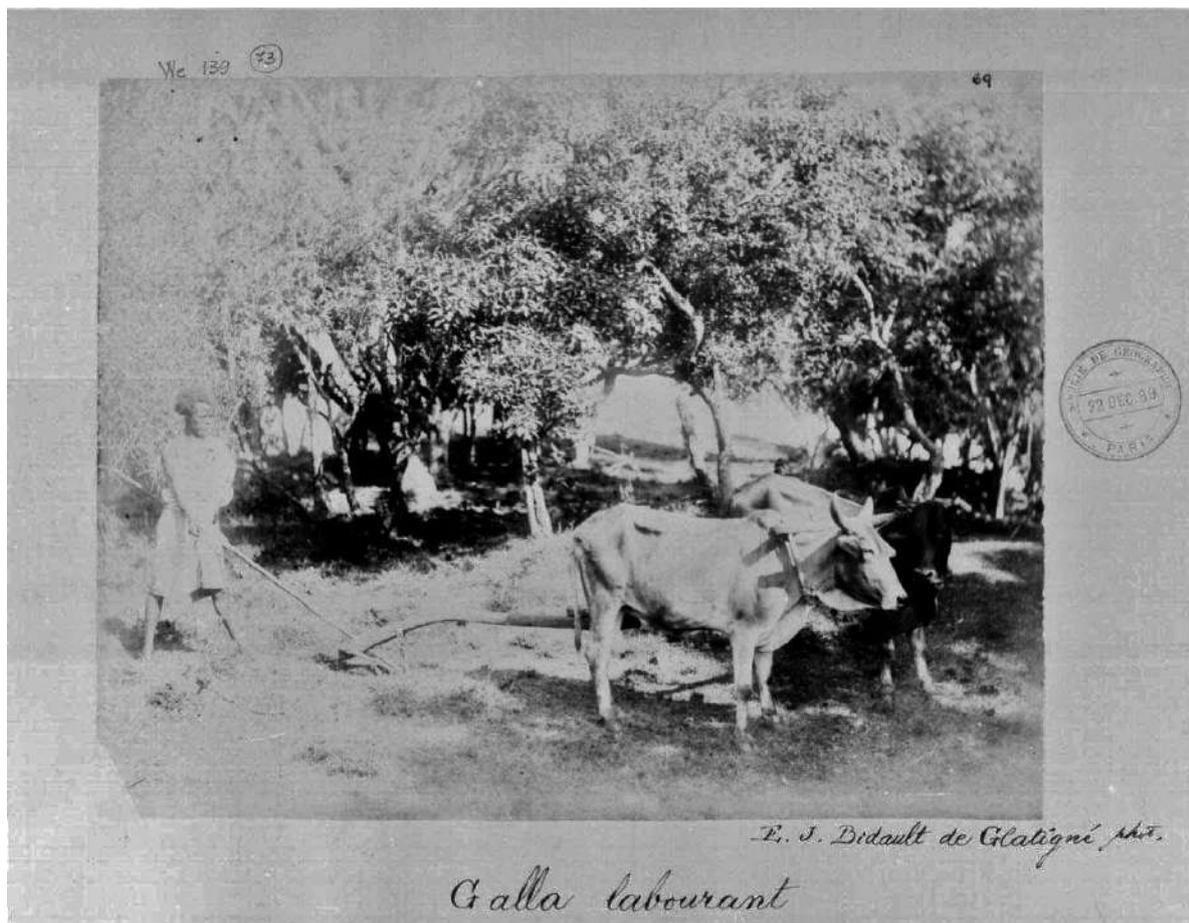


FIGURE 8.11 – Photographie prise par Bidault de Glatigné (1889) d'un « Galla labourant », montrant un araire. *Source : Gallica / Bibliothèque Nationale de France.*



FIGURE 8.12 – Araire éthiopien tiré par deux bœufs (*maresha*). *Cliché : N. Blond, 2015.*

La comparaison des deux photographies (figures 8.11 et 8.12), prises à plus de 125 ans d'écart montre de grandes similitudes dans la forme générale, les éléments constitutifs de l'araire, les matériaux employés, et les gestes. Il s'agit, pour l'outil ancien comme pour le moderne, aujourd'hui nommé *maresha*¹⁸, d'un araire de type manche-sep. On aperçoit bien sur la figure 8.12 l'age droit, monoxyle, dans laquelle s'emboîte le mancheron tenu par les laboureurs et qui se termine par le sep. À l'autre extrémité, le joug, lui aussi monoxyle, droit, repose sur l'encolure des deux bœufs. Une cordelette relie le joug aux cornes de l'animal de droite (de couleur blanche).



FIGURE 8.13 – Araire éthiopien tiré par deux bœufs. *Cliché : N. Blond, 2015.*

De nos jours, le mancheron droit (figure 8.12) peut aussi être recourbé (figure 8.13), comme aux périodes anciennes (voir les peintures rupestres d'Amba Focada, figure 8.6). D'autres éléments décrits dans les textes anciens apparaissent encore dans les techniques actuelles. Par exemple, sur la figure 8.14, on retrouve le fouet, qui se résume ici à une baguette en bois, comme sur les figures 8.12 et 8.13. En revanche, les ailettes en bois, indiquées par la flèche blanche sur la figure 8.14 et décrites par Lefebvre (1845d), ne sont pas visibles sur d'autres clichés. On comprend leur fonction d'ouvrir le sol et d'écartier les mottes. De même, la comparaison de la figure 8.15 avec le joug visible sur la figure 8.9 révèle un grand nombre de similitudes : le passage pour la tête des animaux, la protection en cuir ou peau, le lien sous la mâchoire, en cuir sur la figure 8.9, en corde sur la figure 8.15, le passage de l'age, qui peut être fixée dans une simple encoche par des cordes (figures 8.9 et 8.15) ou emboîtée dans le joug (figures 8.12 à 8.14).

18. On notera qu'aucun nom local n'apparaît dans les descriptions proposées par les Européens.



FIGURE 8.14 – Araire éthiopien et soutiens en bois.
Cliché : Y. Callot, 2013.



FIGURE 8.15 – Détail d'un joug. Cliché : N. Blond, 2015.

Enfin, élément déterminant dans la problématique de l'érosion des sols, le sep de l'araire, et le soc en particulier, sont intéressants à comparer. La forme et la taille du soc déterminent la profondeur du sillon tracé dans la terre et le(s) côté(s) où la terre va être déversée, donc la quantité de sol potentiellement soumise à l'érosion. Des évolutions techniques pourraient alors être responsables de taux d'érosion plus faibles ou plus élevés. Chez Lefebvre (1845d), on voit bien que le soc est composé d'une pièce en métal, emboîtée dans un (ou deux) montant(s) en bois, dont l'inclinaison est modifiée grâce à une courroie de cuir attachée à un anneau. La figure 8.16 montre un système très semblable, peut-être légèrement plus simple : les ailettes latérales sont absentes du sep. En revanche, comme dans la description de Lefebvre (1845d), celui-ci peut être orienté grâce aux attaches, ici en corde, et le soc est métallique, mais plat. L'instrument ancien et l'instrument contemporain sont donc sensiblement identiques.

D'autres instruments complètent l'outillage des agriculteurs contemporains. Andree (1869, p. 251) écrit que les paysans abyssiniens utilisent une hache, une houe, une faucille dentée et un couteau¹⁹. Lefebvre (1845d) indique :

Les autres instruments du laboureur sont une pioche, une herminette, une faucille et un long fouet pour stimuler les bœufs.

19. « Die einzige Instrumente, welche sonst noch bei der Agrikultur in Abessinien Dienste leisten, sind eine Art, eine Erdhaue, eine gezähnte Sichel und ein Messer » (Traduction dans le texte N. Blond).

Girard (1873, p. 292) décrit les mêmes instruments, assurant que c'est tout ce dont disposent les agriculteurs abyssiniens :

La paire de bœufs, la charrue, la pioche, l'herminette et la faucille, employées aux travaux des champs, peuvent coûter dix tallaris ensemble, soit cinquante francs ; c'est là tout le bagage aratoire en usage chez les Abyssins.

La figure 8.17 montre une herminette qui, comme sur la figure 8.9 est composée d'un manche de bois et d'une tête métallique - qu'on ne voit malheureusement pas sur la photographie. Elle sert à couper du bois, notamment des branches, utilisées pour le feu. D'autres outils encore sont utilisés, comme la houe en bois à tête métallique pour retourner et briser les mottes de terre dans les zones de jardin.



FIGURE 8.16 – Sep et soc métallique d'un araire éthiopien, vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2015.*



FIGURE 8.17 – Homme portant une herminette, vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2014.*

Les outils de préparation de la terre à la culture et à l'ensemencement montrent une grande continuité depuis la préhistoire. Qu'en est-il des techniques de moisson et de battage ?

8.4 Moisson et battage, du XIX^e siècle à nos jours

Les récoltes sont favorisées par la fertilité naturelle du pays, déjà évoquée dans la section 8.1, page 346 *sq.*. Elle permet de faire plusieurs récoltes pendant une même année, trois à Adoua, selon Cooke (1867, p. 232). Cela rend la rotation des cultures possible (Lefebvre, 1845d, p. 255) :

La fécondité des terres dans la plupart des provinces permet de faire plusieurs récoltes en une année sur le même champ. Ainsi, aux céréales et particuliè-

rement au theff qui épuise moins, on fait succéder les grosses légumineuses comme les pois, les vesces, les gesses, etc. On procède de la même manière pendant plusieurs années de suite, puis on laisse reposer le champ pendant un certain temps, qui varie suivant la productibilité. Le sarclage est fait par les femmes ; les hommes coupent le grain et le rentrent, puis il est disposé en meule, et battu en le faisant fouler par des bœufs ; quelquefois, cependant, on fait usage de fléaux. On le met ensuite dans les silos, à moins que la localité ne soit hors des atteintes de la guerre, car alors il est conservé dans des jarres dans l'intérieur de la maison. Le vannage est également fait par des femmes, avec des vans en osier qui sont leur propre ouvrage. Pour émonder l'orge et l'adja, on se sert d'un mortier dans lequel le grain est pilé ; on n'a pas d'autre moyen de le séparer de son enveloppe.

Cet extrait est intéressant à plusieurs titres : tout d'abord, il évoque des outils et techniques agricoles encore à l'œuvre de nos jours, comme le foulage par les bœufs (figure 8.18).



FIGURE 8.18 – Battage des céréales par des bœufs, non loin du site de Mengangebit. Remarquer la forme circulaire de l'aire de battage, la fourche en bois tenue à la main par l'homme, les muselières en vannerie, l'une portée par la vache du milieu, l'autre dans la main de la femme. Enfin, noter l'enclos en-dessous de l'aire, dans lequel se trouve la récolte, protégée sous une bâche. *Cliché : N. Blond, 2017.*

Le stockage des grains dans des jarres à l'intérieur des maisons renvoie aux découvertes archéologiques. Les fouilles à Wakarida ont en effet révélé la présence de céramiques de

stockage dans les bâtiments, certaines d'entre elles indiquant un âge compris entre 380 et 537 de n. è. (Dugast et Gajda, 2014). Girard (1873, p. 291) relie ce choix de localisation au contexte (géo)politique :

Quand le pays est en révolution, ce qui arrive malheureusement souvent, le grain est enfoui dans des silos ; mais si la contrée est à l'abri des atteintes de la guerre, il est conservé dans des grandes jarres à l'intérieur des maisons.

Enfin, la répartition genrée des tâches est aussi évoquée par Girard (1873)²⁰ :

Les hommes coupent le grain ; les femmes sarclent ; les bœufs battent en foulant ; cependant j'ai vu quelques paysans faire usage du fléau.

Les travaux de la moisson sont plus précisément décrits par Andree (1869) (voir le texte original, page 559) :

Qu'arrive la période de la récolte, alors toutes les céréales sont coupées avec des faucilles dentées, ne laissant qu'une courte paille sous l'épi. [...] La perte de paille ne préoccupe pas l'Abyssinien ; il n'attache pas non plus les céréales en gerbes mais les jette sur un tas qui est battu à l'aide de longs bâtons ou piétiné sur place par les bœufs. Après avoir débarrassé la plus grande partie de la paille, on nettoie les céréales en les jetant en l'air à l'aide de fourches en bois ; le vent remplace la pelle et le tamis, néanmoins, dans certaines régions, on utilise aussi des pelles en bois²¹. (*Traduction N. Blond*)

Au début du XX^e siècle, De Felcourt (1911, p. 88-89) décrit un outillage et des techniques semblables. La différence - probablement régionale - réside dans les moyens de stockage des récoltes. Chez cet auteur, il s'agit plutôt de petits silos couverts de chaumes :

La récolte se pratique à la faucille ou au couteau, jamais je n'ai rencontré trace de faux ou de râteaux. Rarement les indigènes rentrent leurs récoltes ou les mettent en meules ; ils battent le grain sur le champ même aussitôt après avoir fauché. Ils ne se servent pas de fléaux, mais de grandes baguettes flexibles, et font ensuite piétiner les épis par leurs bestiaux. Enfin ils retirent la paille et vannent le grain dans de grandes corbeilles plates. [...] Une fois le grain battu et vanné, les indigènes le conservent dans des sortes de récipients cylindriques de 1 mètre à 1 m 50 de hauteur, construits avec un mélange de paille hachée et d'argile et recouverts d'un toit de chaume pointu. Ces récipients sont groupés autour des maisons et de loin ont l'aspect de grosses ruches d'abeilles.

20. La grande proximité des deux textes incite à se demander si les « souvenirs » de Girard (1873) n'ont pas été soutenus par les écrits de Lefebvre (1845d).

21. Celles-ci sont visibles sur une photographie prise à Mekele en 1999 (Finneran, 2007, p. 75).

Ferret et Galinier (1847b, p. 398) rapprochent les méthodes de stockage de celles des Romains, tandis que les techniques de moisson et de battage sont chez eux les mêmes que celles décrites par d'autres auteurs :

Lorsque les céréales sont parvenues à maturité, on les coupe ; les gens de la campagne les étendent sur une aire, les font fouler par les pieds de leurs bœufs, séparent avec soin le grain de la paille, et renferment leur récolte, à l'exemple des Romains, dans de grandes jarres d'argile qu'ils bouchent hermétiquement avec de la terre glaise.



FIGURE 8.19 – Battage des céréales à la fourche, sur la crête au-dessus de Wakarida.
Cliché : N. Blond, 2014.

Ces techniques se retrouvent inchangées de nos jours aux alentours de Wakarida. Les récoltes sont, encore aujourd'hui, foulées par des bœufs (figure 8.18), sur des aires de battage, les bœufs étant parfois accompagnés par des ânes. Les pailles sont jetées en l'air à l'aide d'une fourche à deux dents, qu'on aperçoit sur les figures 8.18 et 8.19. Innovation ou opportunisme, certains agriculteurs, ne disposant pas d'une aire de battage chez eux, ou cultivant dans un champ trop éloigné de leur habitation, utilisent l'espace plan fourni par des routes asphaltées peu empruntées pour effectuer le battage des grains (figure 8.20).



FIGURE 8.20 – Battage du grain par des bœufs sur la route asphaltée menant à l'aéroport de Mekele. *Cliché : N. Blond, 2015.*

8.5 L'agriculture du nord du Tigray et les évolutions paysagères

Connaître les évolutions de l'outillage et des techniques agricoles dans le nord du Tigray nous a paru important pour comprendre la relation à l'érosion mécanique sur les surfaces cultivées. À ce sujet, la continuité est grande, en dehors de l'absence notable de terrasses de culture dans les ouvrages traitant du Tigray entre le XVI^e et le début du XX^e siècles.

8.5.1 Pérennité de l'outillage et des techniques agricoles

Les documents textuels et iconographiques ont révélé une forte pérennité des outils et techniques agricoles, à tous les stades du processus, depuis la préparation de la terre et le labour jusqu'aux éléments de moisson, de battage et même de stockage. Les techniques d'amendement sont intéressantes pour la lecture des stratigraphies : le fait de brûler la végétation dans le champ puis de l'incorporer au sol lors des labours peut expliquer la présence de charbons, nombreux mais de petite taille, dans les unités stratigraphiques (partie II). Ils pourraient être l'indice que les sédiments étudiés ont été labourés, et donc cultivés, à des périodes plus anciennes. Cela pourrait aussi évoquer des abattis-brûlis avant la mise en culture.

Élément emblématique de l'agriculture du nord du Tigray, l'araire à deux bœufs a existé depuis la préhistoire, dans une forme très proche de celle qui est connue aujourd'hui. Les descriptions détaillées des outils utilisés au XIX^e siècle montrent une conformité saisissante avec la situation actuelle. Dans cet espace très escarpé, les tracteurs modernes ne sont d'aucune aide aux laboureurs, alors qu'ils sont occasionnellement aperçus sur le

plateau. Des tentatives d’amélioration ou de modernisation de l’araire ont été initiées dans la seconde moitié du XX^e siècle (Goe, 1989 ; Jutzi *et al.*, 1989, 1987). Cet outil est en effet considéré comme inefficace voire responsable de la dégradation de la production céréalière et des crises agricoles (Gascon, 2006). C’est néanmoins toujours l’instrument traditionnel qui est utilisé dans la région de Wakarida. Le fait que l’outillage soit resté semblable intéresse les questions de dégradation des sols et d’érosion. La partie II a montré qu’une importante déstabilisation du système s’est produite dans les derniers siècles, et qu’elle a entraîné l’érosion de grandes quantités de sols dans les comblements sédimentaires des vallées de la zone d’étude. La continuité technologique observée dans cette partie suggère que ce ne sont pas les outils de culture qui en sont responsables. Pour Ciampalini *et al.* (2012), cette continuité de l’outillage va de pair avec celle des techniques de conservation des eaux et des sols, en l’occurrence les terrasses. Les auteurs utilisent des marques de soc sur les pierres de champs aujourd’hui cultivés en terrasses, pour évaluer des taux d’érosion à proximité d’Axoum. Ils arrivent à la conclusion que ce sont les phases d’abandon, et non celles de culture, qui ont le plus fort pouvoir érosif (taux d’érosion lors de l’abandon vingt-trois fois supérieurs à ce qu’ils sont lorsque la terre est cultivée).

Cependant, le présupposé de Ciampalini *et al.* (2012), selon lequel les techniques de conservation des eaux et des sols observées actuellement ont été transmises, sans solution de continuité, depuis la période axoumite jusqu’à nos jours, si elle est partagée par de nombreux auteurs, nécessite une attention particulière.

8.5.2 Les terrasses, une technique absente des périodes anciennes ?

Les terrasses sont largement absentes des documents anciens sur la région, récits de voyages ou archives iconographiques, en particulier lorsqu’on se focalise sur le Tigray. La section 8.2, page 349 a montré que les mentions de ces aménagements dans les récits, au XIX^e siècle, étaient localisées plus au sud, dans le Choa (centre de l’Éthiopie), en région Oromo, à l’extrémité sud du Tigray, dans un vaste espace s’étendant des contreforts du Tigray au lac Zouai (au sud d’Addis-Abeba), alors même que les auteurs concernés mentionnent le Tigray dans leurs récits, et passent dans certaines des villes majeures de cette province (Adigrat, Adoua, Axoum, notamment). Seul un récit (Henze, 2001) décrit des terrasses de culture dans le nord du Tigray, entre Adigrat et Yéha, mais dans les années 1960-1970. C’est, par ailleurs, un récit en anglais. Pourrait-on alors considérer que les terrasses sont absentes des descriptions parce que les mots manquent pour les décrire ? Les recherches par mots-clefs ont été élargies au terme d’« étage » et à ses équivalents anglais et allemands pour pallier cette difficulté. Par ailleurs, selon le CNRTL, le verbe « terrasser » est utilisé dès le XVI^e siècle, tandis que l’expression « culture en terrasse » n’apparaît pas avant le XVIII^e siècle (Blanchemanche, 1990). De plus, l’importance des variations locales, dans les sources françaises, explique à la fois l’absence du terme « terrasse » en

lui-même, mais peut aussi être appliquée à la situation éthiopienne, où plusieurs langues régionales se côtoient, qui peuvent utiliser des mots différents pour désigner cet objet. Néanmoins, aucune description matérielle et aucun emprunt aux lexiques régionaux ou nationaux de l'aménagement horticole ou agricole n'apparaissent dans les récits des voyageurs et explorateurs du XIX^e siècle. Quant aux représentations iconographiques, si elles sont nombreuses à dépeindre le matériel agricole, elles ne montrent que rarement des terrasses de culture. Les meilleurs exemples disponibles dans le corpus sont localisés à Harar, à la fin du XIX^e siècle (Bidault de Glatigné, 1889, figure 8.1, page 353) et au début du XX^e siècle (figure 8.2, page 353). Les registres cléricaux plus anciens (*mäzgäb*), détaillant, entre autres, la vente de terres agricoles, ne mentionnent pas non plus de terrasses ou de champs bordés par des murets ou bourrelets.

Les terrasses, si elles existaient entre le XVI^e et le XIX^e siècles, n'auraient donc pas retenu l'attention des voyageurs, des explorateurs ou des photographes ? Les *mäzgäb* enregistrant les transactions concernant la terre, consultés par Crummey (2000) dans le nord de l'Éthiopie, font mention, pour décrire les parcelles, de *gasha* (littéralement, bouclier), un terme qui renvoie soit au statut de la terre en tant que fief, soit, actuellement, à une surface. Un second terme utilisé est celui de *meder*, qui signifie simplement champ, terre. A aucun moment il n'est fait mention du bourrelet de terre ou du muret de pierre qui borde la parcelle. Cette absence pose une double question : ou la culture « en terrasse » telle que nous la décrivons aujourd'hui est tellement une évidence pour les clercs tenant les registres, les paysans décrivant leurs champs ou les voyageurs découvrant l'Abyssinie, que le terme champ (*field, meder*) est employé indistinctement, sans qu'il soit besoin de préciser que la parcelle est bordée par un bourrelet ou un muret ; ou alors la construction des murets est bien plus récente, et pourrait dater des efforts de lutte contre l'érosion mis en place au travers du programme *Food for Work*, dont les premiers projets ont été initiés entre 1972 et 1975 dans les régions d'Érythrée (alors encore éthiopienne), Tigray, Wello et Harar (Bezu et Holden, 2008).

Cette dernière hypothèse est cohérente avec l'idée d'une construction relativement rapide développée par Blanchemanche (1990) pour l'Europe méditerranéenne, à partir du calcul du nombre d'années pour transformer un terroir. Selon lui, pour 10 km² dont 60 % seraient cultivés, il faudrait entre 8 et 30 ans pour réaliser les aménagements, selon que la communauté comprend 30 à 50 personnes pouvant contribuer au travail (Blanchemanche, 1990, p. 169) : « Ceci permet de penser que ces terroirs se sont transformés rapidement, brutalement même ; et, quelle que soit la pression démographique, ces aménagements sont loin d'être le résultat de travaux multiséculaires, comme on a trop souvent tendance à l'imaginer ».

CONCLUSION

L'étude des documents d'archives fait apparaître plusieurs grandes tendances quant à l'agriculture des périodes passées sur le plateau du Tigray. En premier lieu, aux XIX^e et XX^e siècles, les terres agricoles du plateau sont présentées comme particulièrement fertiles et produisant en abondance, alors même que les populations ne leur donnent que peu de soin.

Si l'ensemble des récits décrit abondamment les techniques agricoles, les rendements, les espèces cultivées et la saisonnalité ou la rotation des cultures, rien n'est dit en revanche d'une éventuelle culture en terrasses. Cela est d'autant plus étonnant que, pour les outils et les techniques mentionnés, la continuité est grande du XIX^e siècle à aujourd'hui.

Les explorateurs, on l'a vu dans le chapitre 7, parcourent plutôt le plateau que les vallées encaissées autour de Wakarida et Sewne. Néanmoins, ces espaces sont aujourd'hui couverts de cultures en terrasses, qui ne sont pas mentionnées dans leurs descriptions d'alors, à propos ni des paysages, ni des techniques agricoles. Il apparaît ainsi que l'hypothèse la plus probable est que les cultures étaient effectuées soit dans des zones plus ou moins planes, ne nécessitant pas le recours à des ouvrages de conservation des eaux et des sols, soit dans des conditions où l'on n'accordait pas d'importance à l'érosion hydrique générée par la culture sur des zones pentues. Cette hypothèse s'accorde assez bien avec le constat fait plus haut (tableau 1.3, page 33) d'une démographie plus faible à l'époque, qui tend à croître très fortement aujourd'hui.

Par ailleurs, l'absence de culture dans les thalwegs va aussi dans le sens d'un besoin moins fort d'ouvrages de conservation des eaux et des sols : cultiver sur le plateau ou sur des versants peu pentus est moins périlleux, du point de vue de l'érosion, que de cultiver dans les vallons dont la partie II a montré qu'ils étaient encore probablement régulièrement en eaux.

CONCLUSION DE LA TROISIÈME PARTIE

À partir du XVII^e siècle de n. è., les données sédimentaires disparaissent. Pour formuler des hypothèses quant à la chronologie des remblaiements, il faut alors s'appuyer sur les archives (chapitres 7 et 8), qui renseignent plutôt sur les grandes tendances concernant la végétation, le peuplement, l'agriculture ou l'érosion à l'échelle régionale. Il apparaît que le Tigray reste longtemps une *terra incognita*, un espace de marge par rapport à l'empire éthiopien moderne (chapitre 7) : alors que le plateau, les côtes de la Mer Rouge, et même la dépression du Danakil connaissaient des explorations assez poussées, cet espace d'interface, aux vallées disséquées et d'accès difficile, est resté en marge des préoccupations des Européens et de leurs investigations. On ne peut donc pas compter sur des descriptions précises des alentours du site, celui-ci n'ayant été découvert que récemment.

Les informations recueillies à l'échelle du Tigray ne sont pour autant pas sans intérêt. Elles montrent en effet que le paysage, parfois décrit comme idyllique, édénique, fertile et verdoyant par les explorateurs, est en fin de compte le résultat de détériorations déjà anciennes, en particulier en ce qui concerne la végétation. Cette dégradation est amplifiée, à la fin du XIX^e siècle, et touche la faune : les grands mammifères en particulier paient un lourd tribut aux actions anthropiques, qu'elles soient le fait de chasseurs locaux ou d'Européens venus chercher des trophées dans ces contrées exotiques. Les rythmes d'altération sont différents, qu'il s'agisse de l'ouverture du couvert végétal ou de la disparition de grands animaux emblématiques comme les éléphants. Il ne semble pas y avoir d'aggravation de la déforestation à cette époque. C'est au contraire un processus plus ancien, attribuable aux périodes de colonisation de la région par les populations pré-axoumites et axoumites. Il se traduit, à l'époque moderne, par un déficit d'apport sédimentaire dans les vallées qui entraîne l'incision des dépôts anciens par l'érosion régressive.

Ces dégâts liés à l'action humaine sont en grande partie le résultat de l'aménagement de la région et des défrichements nécessaires à l'agriculture. La région est ainsi décrite comme particulièrement fertile, mais les visiteurs s'accordent tous sur un point : toutes les terres potentiellement agricoles ne sont pas mises en culture. Autrement dit, la pression démographique est relativement faible et les populations n'ont pas besoin de mettre en

place des techniques élaborées visant à tirer le meilleur parti de leur lopin de terre. Celle-ci fournit tout le nécessaire - et plus - en abondance.

Les techniques agricoles utilisées pour préparer la terre ou l'amender sont assez sommaires et l'outillage est peu performant, voire, pour certains auteurs, archaïque. On pourrait relever l'apparente contradiction entre, d'une part, des techniques et un outillage rudimentaires et, d'autre part, des descriptions de campagnes opulentes et de champs très fertiles. Il semblerait plutôt que le faible développement technique soit le résultat de cette grande fertilité. Les populations, interrogées par les explorateurs surpris de cet état de fait, donnent des réponses concordantes : il n'est pas nécessaire de déployer beaucoup d'efforts, car la terre donne en abondance.

Ce type de vision peut évidemment être empreinte d'une forme de romantisme, propre à la fois à la période et aux *topoi* qui se retrouvent fréquemment chez les voyageurs : mythe du bon sauvage, douceur de la vie sous ces latitudes, exotisme etc. Il faut par ailleurs ajouter que certains explorateurs abordent le plateau après avoir débarqué sur les côtes de la Mer Rouge, plus arides : l'effet de luxuriance de la végétation peut ainsi s'expliquer par le contraste par rapport aux contrées précédemment parcourues.

La constatation que le matériel et les méthodes ont peu évolué depuis le XIX^e siècle permet de formuler l'hypothèse selon laquelle les terrasses pourraient, elles aussi, être un héritage ancien. Cependant, elles ne sont pas mentionnées dans les ouvrages, contrairement à ce qu'on aurait pu attendre. Elles ne sont évoquées que rarement ou dans d'autres contextes géographiques éthiopiens. Dans le Tigray, il faut attendre la seconde moitié du XX^e siècle pour les voir apparaître dans la littérature. Il apparaît alors assez clairement que les structures hydroagricoles contemporaines sont le fruit d'une construction récente, qui peut être le résultat d'une pression démographique croissante dans un espace qui a longtemps été marginal et peu peuplé. Il reste à voir quels sont les facteurs qui ont incité les populations à les mettre en place.

Quatrième partie

Un territoire aujourd'hui soumis à des mutations rapides

INTRODUCTION DE LA QUATRIÈME PARTIE

Le chapitre 7 a démontré que la zone étudiée était restée à l'écart des principaux itinéraires de découverte des Européens jusqu'au début du XX^e siècle, malgré l'occupation dense qu'elle a connue durant les périodes pré-axoumite et axoumite. Le chapitre 8 a montré qu'entre les XVII^e et XX^e siècles, la région du Tigray était une sorte d'*El Dorado* pour les explorateurs. Cependant, les descriptions de techniques agricoles, si elles mettent en avant un matériel identique de la Préhistoire à nos jours, ne comprennent jamais la construction de terrasses dans des vallons pour y cultiver. Celles-ci apparaissent dans d'autres secteurs du pays (au sud, en particulier) durant le XIX^e siècle, mais ne sont pas mentionnées avant le XX^e siècle dans le nord du Tigray. Ainsi, la partie IV vise à mieux identifier la période d'apparition de ces aménagements, aujourd'hui si importants, tant culturellement que culturellement. Elle repose pour cela largement sur des entretiens ethnogéomorphologiques et ethnoarchéologiques (figure 8.21).

Le chapitre 9 (page 383 *sq.*) cherche à comprendre quelles raisons ont poussé les habitants de la région à construire des terrasses de façon si extensive qu'elles couvrent aujourd'hui presque l'ensemble des vallons et versants de la zone d'étude. Cela incite à interroger l'occupation humaine des alentours de Wakarida, ainsi que les rapports qu'entretiennent les habitants avec leurs paysages, notamment les paysages agricoles, au travers de la toponymie et de la dénomination de différents types d'ouvrages. L'arrivée relativement récente d'une partie de la population dans la zone étudiée, et la pression démographique qui s'ensuit peuvent expliquer, au moins partiellement, la construction des structures hydroagricoles. Le chapitre 10 (page 429 *sq.*) permet d'observer les conséquences spatiales et paysagères de l'introduction de ces ouvrages. Les changements majeurs concernent le couvert végétal, sur les versants comme dans les vallons, mais aussi la colonisation de ces vallons par les terrasses de culture. Ce chapitre permet de mettre en lumière les processus anthropiques, politiques et sociaux à l'œuvre dans les transformations contemporaines du paysage et de l'environnement des alentours du village de Sewne.

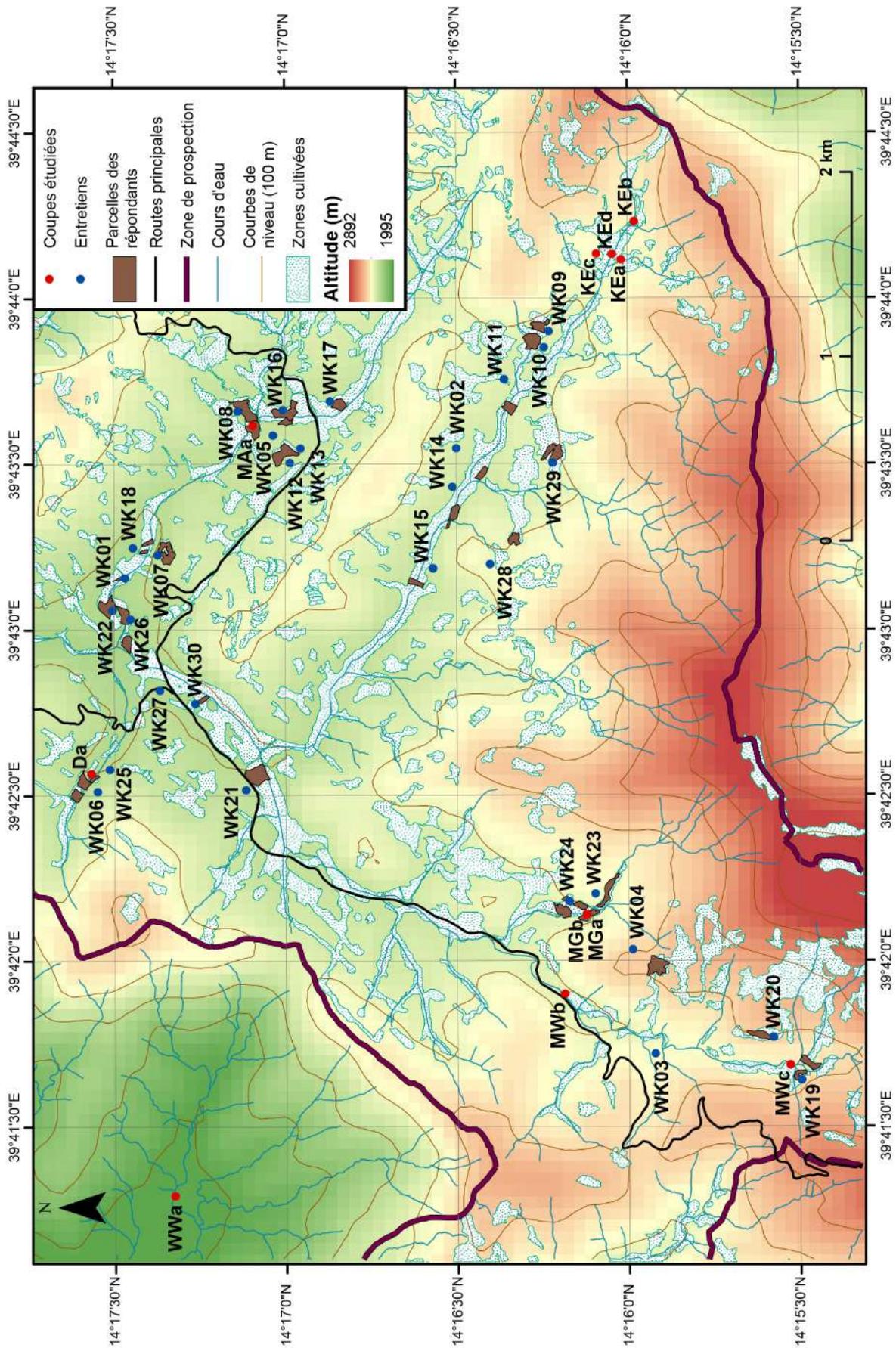


FIGURE 8.21 – Carte de localisation des entretiens (lieux de passation) et des parcelles des personnes interviewées. Réalisation : N. Blond, 2018.

Chapitre 9

Des populations arrivées récemment qui mettent en œuvre des techniques nouvelles

Enfin j'avais vu le Tigré, j'avais visité une des plus riches et des plus importantes provinces du plateau éthiopien; j'avais vécu dans l'intimité avec ses habitants de toutes les classes, j'avais étudié leur caractère, leurs mœurs, leurs qualités et leurs défauts, et mieux que par les récits des voyageurs, je pouvais m'en faire une juste idée.

Girard, 1873, p. 310

Sommaire

| | |
|--|------------|
| Introduction | 383 |
| 9.1 Un territoire (re)peuplé récemment | 384 |
| 9.1.1 L'immigration dans le Tigray | 384 |
| 9.1.2 Installation récente et exploitation épisodique | 388 |
| 9.1.3 Réformes agricoles et modifications des modes de mise en valeur | 390 |
| 9.1.4 Microtoponymie et niveaux administratifs | 391 |
| 9.2 Des techniques de culture récentes et indigènes | 400 |
| 9.2.1 Les origines de la technique de culture en terrasses | 400 |
| 9.2.2 Une technique de lutte contre l'érosion | 402 |
| 9.2.3 Techniques d'irrigation | 405 |
| 9.3 Des techniques qui traduisent le rapport des populations au paysage | 410 |
| Conclusion | 428 |

INTRODUCTION

Les chapitres 7 et 8 ont montré que la région de Wakarida était restée longtemps à l'écart des routes principales des explorateurs, si bien qu'on n'en a pas de description précise. Toutefois, les informations récoltées pour la région du Tigray dans son ensemble montrent qu'elle est cultivée par une population assez nombreuse, dont les coutumes, largement décrites dans nombre d'ouvrages, en particulier au XIX^e siècle, semblent témoi-

gner d'un établissement assez ancien, de même que la pérennité des techniques agricoles qu'emploient les agriculteurs.

Aujourd'hui, les alentours de Sewne sont soumis à une importante pression démographique. Les habitants se répartissent dans quelques villages, mais aussi sous forme d'habitat dispersé sur les points hauts dans les vallées. Cette distribution donne une impression de « monde plein ».

Le chapitre 9 permet de préciser ces informations. La question de la plus ou moins grande longévité de la présence des populations dans la zone permet de questionner directement le peuplement, tandis que la question de la microtoponymie permet de détailler les emboîtements administratifs tout en abordant le rapport de ces populations au territoire.

Celui-ci est en effet largement influencé par la problématique agricole. L'introduction récente par les populations de techniques hydroagricoles, et notamment des terrasses de culture, a laissé sa trace dans la perception de territoires et paysages. On comprend notamment que le terme de « terrasse » désigne une multitude de réalités perçues et désignées différemment par les populations.

9.1 Un territoire (re)peuplé récemment

Le territoire du Tigray a été soumis depuis la fin du XX^e siècle à des mouvements de populations assez importants. La constitution de maquis par les partisans du Front de Libération des Peuples du Tigray (FLPT) luttant contre le régime d'Haile Sélassié dans les années 1970 - 1980, les conflits avec l'Érythrée voisine de la fin des années 1970 au début des années 1990, les famines des années 1970 et 1980 ainsi que les politiques de révolution agricole et de villagisation, ont concouru aux déplacements massifs de populations dans cette région. On peut en trouver des décomptes assez précis à l'échelle du pays, de la région, de la zone voire du *woreda* ou de la ville dans les recensements officiels. Quelques indications complémentaires ont aussi été obtenues grâce aux entretiens. Ces mouvements de population ont eu des incidences non négligeables sur la toponymie et la microtoponymie.

9.1.1 L'immigration dans le Tigray

À l'échelle du territoire éthiopien, la question des migrations et de la proportion de population arrivée récemment est traitée de façon relativement détaillée dans les recensements. Dans les documents de 2007 (Central Statistical Authority, 2007), les migrants sont définis comme des personnes nées dans un autre *woreda* ou une autre ville (pour les habitants de zones rurales) ou dans une autre ville ou une zone rurale (pour les citadins).

À l'inverse, ne sont pas considérés comme migrants ceux qui sont nés dans la zone rurale ou la ville dans laquelle ils résident et y ont résidé de façon continue¹.

Sur le site de la *Central Statistical Agency*², les rapports de recensements sont disponibles pour 1984, 1994 et 2007. Cependant, en 1984, les pages relatives aux migrations à l'échelle nationale ne sont pas comprises dans le PDF en ligne, et aucune information n'est disponible à l'échelle régionale. Pour 1994, les données régionales ont été publiées, mais pas celles à l'échelle nationale. Les deux sont disponibles en 2007.

9.1.1.1 Données migratoires du recensement de 1994

En 1994, le Tigray comptait plus de trois millions d'habitants parmi lesquels environ 550 000 étaient migrants (17,6 %), quel que soit leur sexe, leur âge ou leur région d'origine (Central Statistical Authority, 1995). La zone *Misrakawi Tigray*³ comptait 584 771 habitants dont 86 980 migrants (14,9 %). On ne dispose pas d'informations quant au *woreda* de Seasi Tsaedaemba dans son intégralité, mais seulement pour deux villes, Idaga Hamous et Freweyni (Sinkata). À Idaga Hamous, on comptait 28,2 % de migrants pour une population totale de 4 883 personnes, tandis qu'à Freweyni, on en comptait 42,3 % dans une ville de 5 658 habitants. Les plus fortes concentrations de migrants sont donc dans les villes plutôt que dans les campagnes.

La répartition chronologique de ces migrants (tableau 9.1) montre que la plus forte proportion concerne ceux qui sont arrivés depuis dix ans ou plus, soit en 1984 ou avant (39,1 %). La seconde catégorie touche ceux qui, en 1994, résident dans la région depuis trois ans, soit depuis 1991 (11,6 %), juste devant ceux qui y sont depuis un an, c'est-à-dire depuis 1993 (11,2 %).

| Migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | < 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Total | 38 782 | 61 882 | 52 722 | 64 194 | 30 457 | 29 859 | 57 909 | 215 755 |
| 100 % | 7,0 % | 11,2 % | 9,6 % | 11,6 % | 5,5 % | 5,4 % | 10,5 % | 39,1 % |

TABLEAU 9.1 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la région Tigray en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source* : *Central Statistical Authority (1995)*.

1. « *Every person in the sampled household was asked how long he/she has lived continuously in this current place of residence. In rural area of enumeration a person is considered as a migrant if he/she was born in another rural or town which is different from the current wereda or town of enumeration. Similarly, in urban areas of enumeration a person is considered as a migrant, if he/she was born in another town or any rural part of the country. However, a person is non-migrant, if he/she was born in the rural area of enumeration or in the given town and has been continuously residing there up to enumeration period* » (*Central Statistical Authority, 2007*).

2. <http://www.csa.gov.et>

3. Ou « Est Tigray ».

À l'échelle de la zone Est Tigray (*Misrakawi Tigray*), les taux ne sont pas aussi contrastés, bien que la majorité des migrants (28,5 %) soient présents depuis dix ans ou plus dans la région, soit depuis 1984 ou avant (tableau 9.2). La deuxième catégorie la plus représentée est celle des migrants présents depuis trois ans, soit depuis 1991.

| Migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|
| | > 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Total | 5 149 | 9 362 | 9 355 | 15 973 | 6 901 | 6 566 | 8 910 | 24 764 |
| 100 % | 5,9 % | 10,8 % | 10,8 % | 18,4 % | 7,9 % | 7,5 % | 10,2 % | 28,5 % |

TABLEAU 9.2 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la zone Est Tigray en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source : Central Statistical Authority (1995).*

À l'échelle du *woreda* de Saesi Tsaedaemba, la répartition par durée de résidence n'est disponible que pour les villes d'Idaga Hamous et de Freweyni (tableau 9.3). Les dynamiques sont assez différentes dans les deux villes : à Idaga Hamous, la proportion de migrants la plus élevée est celle qui est arrivée depuis trois ans, soit 1991 (27,8 %), suivie de près par celle qui est arrivée depuis un an, 1993 (23,5 %). À Freweyni, ce sont les migrants plus anciens, arrivés depuis dix ans ou plus (1984 ou avant), qui représentent la plus grande partie de l'échantillon, soit 29,8 %. Ils sont suivis par ceux arrivés depuis trois ans (1991), qui représentent 22,6 % (tableau 9.3).

| Nombre de migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|
| | Total | > 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Idaga Hamous | 1 376 | 64 | 323 | 131 | 383 | 163 | 56 | 36 | 220 |
| | 100 % | 4,7 % | 23,5 % | 9,5 % | 27,8 % | 11,8 % | 4,1 % | 2,6 % | 16,0 % |
| Freweyni | 2 449 | 278 | 232 | 187 | 554 | 213 | 103 | 153 | 729 |
| | 100 % | 11,4 % | 9,5 % | 7,6 % | 22,6 % | 8,7 % | 4,2 % | 6,3 % | 29,8 % |

TABLEAU 9.3 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans les villes d'Idaga Hamous et Freweyni en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source : Central Statistical Authority (1995).*

9.1.1.2 Données migratoires du recensement de 2007

Pour 2007, des informations de recensement sont disponibles à l'échelle nationale et régionale. À cette date, 16,6 % de la population totale du pays était immigrée, taux qui s'élève à 19,9 % pour la région du Tigray à la même période (Central Statistical Authority, 2007). Cela représentait 859 805 personnes (tous sexes et âges confondus). La part des migrants dans la population du Tigray a donc gagné plus de deux points entre 1994 et 2007.

On remarque, dans le tableau 9.4, que les migrants arrivés dans leur nouvelle résidence depuis dix ans ou plus (depuis 1997 ou avant) représentent la catégorie la plus importante pour le Tigray (38,8 %). Elle comptabilise ainsi l'ensemble des migrants dont on avait le détail dans le recensement de 1994. La seconde catégorie la plus importante est celle des migrants arrivés le plus récemment (moins d'un an, soit depuis 2006, 12,1 %).

| Migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Total | 103 834 | 56 693 | 67 385 | 64 809 | 57 922 | 98 209 | 77 011 | 333 942 |
| 100 % | 12,1 % | 6,6 % | 7,8 % | 7,5 % | 6,7 % | 11,4 % | 9,0 % | 38,8 % |

TABLEAU 9.4 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la région Tigray en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source : Central Statistical Authority (2007).*

La situation est très similaire dans la zone Est Tigray (tableau 9.5), avec la plus forte proportion pour les migrants arrivés depuis dix ans et plus en 2007 (35,9 %), et la seconde plus forte proportion (12,8 %) pour les migrants arrivés depuis moins d'un an.

| Migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Total | 18 617 | 10 239 | 11 937 | 10 751 | 10 011 | 17 557 | 14 243 | 52 263 |
| 100 % | 12,8 % | 7,0 % | 8,2 % | 7,4 % | 6,9 % | 12,1 % | 9,8 % | 35,9 % |

TABLEAU 9.5 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la zone Est Tigray en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source : Central Statistical Authority (2007).*

Pour le *woreda* de Saedi Tsaedaemba, la part la plus importante est aussi celle des migrants présents depuis dix ans ou plus (tableau 9.6) puisqu'ils représentent 38,7 % des migrants du *woreda*. En revanche, la deuxième catégorie la plus nombreuse concerne ceux qui résident dans le *woreda* depuis 5 à 6 ans (depuis 2001 - 2002), pour une proportion de 11,5 %, légèrement supérieure à celle des nouveaux arrivants (11,3 %).

| Migrants | Durée de résidence (en années) | | | | | | | |
|----------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 - 6 | 7 - 9 | 10+ |
| Total | 2 166 | 1 402 | 1 415 | 1 297 | 1 423 | 2 213 | 1 860 | 7 425 |
| 100 % | 11,3 % | 7,3 % | 7,4 % | 6,8 % | 7,4 % | 11,5 % | 9,7 % | 38,7 % |

TABLEAU 9.6 – Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans le *woreda* de Saesi Tsaedaemba en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants. *Source : Central Statistical Authority (2007).*

Pour les deux périodes, on remarque une forte proportion de migrants dont la durée de résidence est supérieure ou égale à dix ans. Cela s'explique d'une part par la catégorisation,

qui est beaucoup plus large que les autres, comprises entre un et trois ans, mais aussi par l'effet cumulatif de cette catégorie, qui s'enrichit au fur et à mesure des années.

Lors du recensement de 1994 (Central Statistical Authority, 1995), la grande proportion d'installations en 1984 ou avant peut être rattachée à la période du Derg⁴ et aux famines qui touchent le pays au début des années 1980 : les déplacements peuvent s'expliquer par la fuite de rebelles devant les troupes de Mengistu et/ou par la recherche d'espaces moins touchés par la famine. La seconde proportion importante, celle des migrants arrivés en 1991, peut être mise en relation avec le renversement de ce gouvernement, l'instauration de la République mais aussi la fin progressive de la révolution agricole et des contraintes qui lui sont liées (sous-section 1.5.3.2, page 44 *sq.*).

Le recensement de 2007 (Central Statistical Authority, 2007) montre la pérennité des effets des installations anciennes. On observe aussi, quelle que soit l'échelle, la place importante tenue par les migrants résidant depuis 5 à 6 ans (2001 - 2002) et ceux arrivés depuis moins d'un an (entre 2006 et 2007).

9.1.2 Installation récente et exploitation épisodique

À l'échelle de la zone étudiée, on retrouve des tendances assez semblables dans les entretiens. Il semble que les habitants qui peuplent aujourd'hui les alentours de Sewne se soient installés plutôt récemment. Si seules sept personnes nous ont dit être les premières arrivées (leurs ancêtres ne vivaient pas dans la zone étudiée), seules quatre ont fait remonter la présence de leur famille au-delà de leurs grands-parents (tableau 9.7).

| | Non | Oui | | | |
|------------------|------|---------|----------------|--------------|-------------|
| | | Parents | Grands-parents | Plus anciens | Pas de rép. |
| Effectif | 7 | 12 | 4 | 4 | 3 |
| Pourcentages (%) | 23,3 | 40 | 13,3 | 13,3 | 10 |

TABLEAU 9.7 – Ancienneté de la présence dans la région de la famille des personnes interrogées.

Parmi ces personnes, l'installation s'est faite majoritairement pendant et, dans une moindre mesure, avant le Derg. La période postérieure est moins représentée (figure 9.1, B). En revanche, le début d'exploitation agricole de la zone avec des terrasses, elle, est majoritairement postérieure au Derg (figure 9.1, A). Cela signifie que le début d'exploitation agricole n'est pas concomitant de l'installation mais postérieur de quelques années. Il apparaît ainsi que le début d'exploitation agricole est essentiellement lié à la fin du régime du Derg.

4. Gouvernement militaire provisoire de l'Éthiopie socialiste.

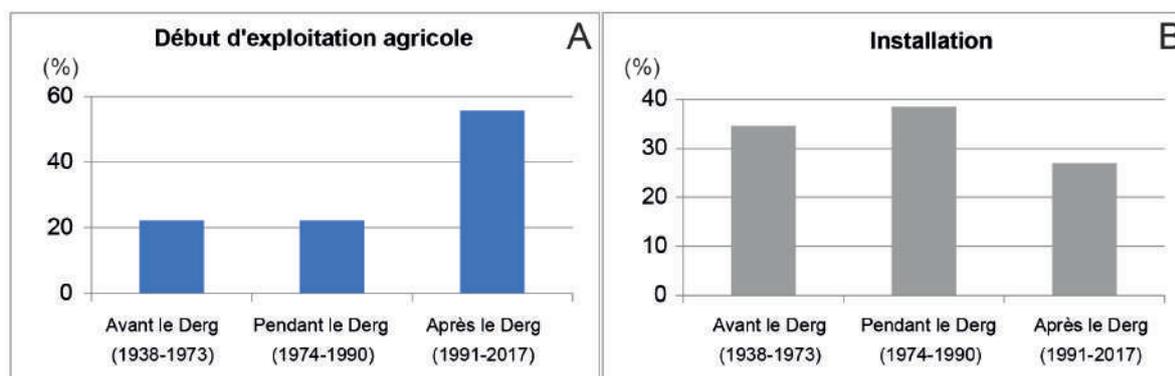


FIGURE 9.1 – Comparaison de la période de début d'exploitation agricole par les répondants (A) et de leur période d'installation dans la région (B). *Réalisation : N. Blond, 2018.*

Un tel décalage entre installation et début de la culture peut aussi être lié aux modes de vie des populations. Plusieurs répondants ont expliqué que leur famille ou eux-mêmes pratiquaient un pastoralisme semi-nomade avant de s'installer définitivement et de commencer à travailler la terre dans la région. Ainsi, les grands-parents de la personne interviewée lors de l'entretien WK04 (figure 8.21, page 382) étaient éleveurs semi-nomades : ils habitaient à Telek, un village à 1h30 à pied de Sewne. Ils sont venus deux ans pour trouver des pâturages pour le bétail, lors de périodes de sécheresse, et les enfants sont restés, se sont installés. De la même façon, les grands-parents du répondant de l'entretien WK05 (figure 8.21, page 382) étaient éleveurs semi-nomades aux alentours de Welwolo, sur le plateau, où ils étaient en hiver. Durant l'été, ils se rendaient dans la région de Sewne pour faire paître le troupeau. Leur présence s'accompagnait de cultures pour l'alimentation. La répondante de l'entretien WK15 et celle de l'entretien WK29 évoquent la même organisation saisonnière. Il en va de même pour le répondant de l'entretien WK28, dont les ancêtres étaient nomades autour d'Idaga Hamous, ou celui de WK20, né à Adaqwa⁵, en Afar, et dont le père nomadisait dans cette région, dans celle d'Hawzen et celle de Sewne. Avec l'âge, le père est resté dans la région. À sa mort, le gouvernement a donné des terres à son fils - le répondant - qui s'est installé et a commencé à cultiver.

De tels modes de vie se rencontrent encore de nos jours : le répondant de l'entretien WK09 (figure 8.21, page 382) a ainsi déclaré qu'il partait tous les ans, pendant trois mois, nomadiser autour de Dallol (en Afar, environ 60 km à l'ESE de Sewne) après avoir semé ses champs. Il ferme alors la maison de Sewne et vit avec sa famille dans des huttes ou des maisons en bois, en cherchant des pâturages pour le troupeau. En revanche, cette famille ne pratique pas d'agriculture pendant ce temps. La propriété des parcelles agricoles est donc une problématique complexe, et mettre en valeur la terre a longtemps pu se faire de façon épisodique, sans présence continue dans la région. Les réformes agricoles des différents régimes ont profondément modifié ces modes de vie, en distribuant la terre à

5. Localité située à environ 22 km à vol d'oiseau de Sewne, 40 km par les pistes.

des exploitants qui devenaient, de fait, des sédentaires.

Dans plusieurs des cas, à Sewne, les parcelles situées dans la région étudiée étaient propriété de la famille avant le Derg, mais les redistributions durant cette période ont restreint la taille des exploitations. À la suite de la réforme agraire, celles et ceux qui se sont vu attribuer des terres dans cet espace s’y sont installés, parfois après avoir fait une étape de quelques années à Idaga Hamous. Les autres, dont le domaine avait été réduit, se sont rabattus sur les parcelles qui étaient restées dans leurs mains et sont venus les mettre en valeur. Ce fait peut aussi contribuer à expliquer le décalage entre date d’installation et début d’exploitation. Ainsi, lors de l’entretien WK20 (figure 8.21, page 382), intégralement retranscrit en Annexes (sous-section G.2, page 587 *sq.*), le répondant a indiqué que les deux parcelles aujourd’hui cultivées étaient ce qui restait d’une propriété plus vaste détenue pendant le règne d’Hailé Sélassié et redistribuée sous le Derg.

9.1.3 Réformes agricoles et modifications des modes de mise en valeur

Les différentes réformes agricoles et la redistribution des terres par le gouvernement ont conduit au morcellement des parcelles cultivées, dont la taille est aujourd’hui assez réduite.

En moyenne, sur les 28 entretiens pour lesquels une réponse a été obtenue, le nombre de parcelles est de 3,6, la médiane se situant à 3 (tableau 9.8). Il n’a pas été possible d’avoir d’indications précises quant à la surface cultivée, soit qu’elle ne soit pas connue précisément, soit qu’elle ait été donnée dans une unité qu’il n’a pas été possible de convertir en mètres carrés ou hectares. Seules huit personnes ont pu donner une approximation de la surface, qui a été convertie grossièrement en hectares par le traducteur. Une seule a déclaré cultiver plus d’un hectare, tandis que les sept autres avaient moins d’un hectare. La surface moyenne, pour ces huit réponses, est de 0,71 ha.

| Nombre de parcelles | Nombre de rép. | Fréq. simples | Fréq. cumulées |
|---------------------|----------------|---------------|----------------|
| 1 | 5 | 17,86 % | 17,86 % |
| 2 | 6 | 21,43 % | 39,29 % |
| 3 | 5 | 17,86 % | 57,14 % |
| 4 | 7 | 25,00 % | 82,14 % |
| 5 | 2 | 7,14 % | 89,29 % |
| 10 | 2 | 7,14 % | 96,43 % |
| 12 | 1 | 3,57 % | 100,00 % |
| Total | 28 | 100,00 % | |

TABLEAU 9.8 – Nombre de parcelles cultivées par répondant.

Il s'agit donc, en général, d'exploitations de petite taille, tant par le nombre que par la taille des parcelles (tableau 9.8). Dans plus de la moitié des cas (17/30), ces parcelles sont proches les unes des autres, elles sont éloignées dans deux cas et la situation est mixte (certaines proches et d'autres éloignées) dans six cas. Les cinq autres répondants n'ont pas donné d'indications. Ces exploitations sont, d'autre part, la propriété des personnes qui les cultivent dans 83,3 % des cas, celle de leur famille pour 13,33 % des parcelles et la propriété conjointe de l'exploitant et de sa famille dans un cas (3,33 %). Cependant, la question de la propriété doit être prise avec précaution, le statut des terres ayant beaucoup varié dans le temps en Éthiopie.

D'autre part, cette apparente uniformité de la propriété cache une grande diversité dans l'origine des parcelles : si plus de la moitié (53,33 %) ont été acquises par héritage (qu'elles soient la propriété de la personne interrogée ou de sa famille), 36,37 % ont été attribuées par le gouvernement et 6,67 % ont été données du vivant à la personne que nous avons rencontrée pour qu'elle cultive - c'est souvent le cas pour un jeune couple, les terres leur reviennent ensuite dans l'héritage. Dans un seul des cas (3,33 %) nous n'avons pas eu d'information. Comme cela a été précisé dans la sous-section 1.5.3.1, page 43 *sq.*, toutes les terres ont été redistribuées sous le régime du Derg. Les parcelles héritées ont été allouées par le gouvernement, puis transmises par héritage et divisées entre les ayants-droits, tandis qu'aucune succession n'a encore eu lieu pour celles et ceux déclarant avoir reçu par redistribution. Ce sont souvent des personnes âgées ayant connu le Derg et conservé les parcelles telles qu'on les leur a données à cette période.

Ces exploitations agricoles de petite taille appartiennent donc à leurs exploitants, mais elles sont le résultat du démantèlement de plus grands domaines durant la période du Derg. Cette politique de redistribution, ainsi que celle de « villagisation ⁶ » ont contribué à modifier, dans la seconde moitié du XX^e siècle, l'occupation et la mise en valeur des campagnes nord-tigréennes. On peut aussi en déceler des traces dans la toponymie.

9.1.4 Microtoponymie et niveaux administratifs

Les recherches sur la toponymie visent, en premier lieu, à mieux connaître les noms donnés aux différents espaces de la région d'étude. Elles ont aussi fourni des informations sur la stratification administrative à l'échelle locale, et, indirectement, sur des éléments paysagers et environnementaux. Elles suppléent ainsi une information bibliographique très restreinte sur le sujet.

La microtoponymie est, selon la définition donnée par Rivière (2015), « l'étude des lieux-dits d'une région bien délimitée. Elle concerne non seulement les lieux habités (villages, hameaux, fermes isolées) mais aussi les noms de parcelles cultivées ou non, et les

6. Voir la sous-section 1.5.3.2, page 44 *sq.* à ce sujet.

points remarquables (bois, cours d'eau, marécages, hauteurs, landes, etc.) ». Ces dénominations donnent souvent des indications quant aux relations entre les populations et le paysage, parfois en fournissant une information sur le type d'activité pratiquée (Noël, 1995 ; Somaglino, 2013, 2016).

En croisant ressources bibliographiques et discussions avec les agriculteurs, nous avons pu établir que les principaux niveaux administratifs connus en Éthiopie sont les suivants :

- le niveau national, la République Fédérale Démocratique d'Éthiopie ;
- les États régionaux (*kilil*, *kililoch* au pluriel⁷), dont la formation repose sur l'ethnicité, qui disposent d'un gouvernement et du droit à la sécession (Article 39 de la Constitution du 8 décembre 1994). Ils sont au nombre de neuf et s'accompagnent de deux villes-États, Addis-Abeba et Dire Dawa. La zone d'étude se situe en région Tigray ;
- les zones administratives (*zoba*). On en dénombre entre une (Addis-Abeba et Dire Dawa) et treize (Oromia) par région, avec un total de 68 dans l'ensemble du pays. Wakarida se situe dans la zone est (ou *Misraqawi*) ;
- les districts (*woredas*), 556 dans le pays, dont 6 *woredas* spéciaux (qui ne sont rattachés à aucune zone). Le site étudié se trouve dans le *woreda* de Saesi Tsaedaemba (voir figure 1.3, page 14) ;
- les *kébélés* (aussi appelés *tabias*⁸), qui correspondent à des municipalités ou à des quartiers et englobent au moins 500 foyers. L'espace étudié se trouve dans le *kébélé* de Sewne.

A ces niveaux administratifs s'en ajoutent d'autres, d'échelle locale, qui s'imbriquent dans le *kébélé*. Ils ont été mis en place par le Front de Libération du Peuple du Tigray dans les années 1970, pour compléter la structure précédente, établie sous le Derg (Mjaaland, 2013, p.29). En recoupant les informations de Mjaaland (2013), Coates *et al.* (2010) et celles recueillies lors d'une discussion informelle sur le site de prélèvement des coupes MGa et MGb le 9 novembre 2017, on peut classer ces niveaux de la façon suivante :

- le village (*kushet*, ou *sub-kébélé* selon Coates *et al.*, 2010). L'interlocuteur de Mengangebit a aussi employé le terme de *got* pour désigner le niveau administratif de Mengela (figure 9.2), qu'il a par la suite assimilé à un *kushet* ;
- le groupe (*gujile* ou *lemat gujile*). D'après la conversation à Mengangebit, un *kushet* se composerait de six *lemat gujile*. Mengangebit est le nom du *gujile*, niveau administratif que l'interlocuteur a aussi désigné par l'expression *goho* ;
- le foyer, la famille. Il faudrait trente foyers pour former un *kushet* selon Coates *et al.* (2010).

7. <https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/geos/et.html>

8. D'Andrea *et al.* (2008) considèrent la *tabia* comme un niveau inférieur au *woreda* et regroupant trois villages ou plus.

Cette imposante stratification permet d’appréhender la richesse de la toponymie dans la zone étudiée. Plusieurs éléments apparaissent dès l’abord. En premier lieu, les répondants ont évoqué jusqu’à trois niveaux de toponymes différents et emboîtés, qui sont représentés sur les figures 9.2 et 9.3. Le troisième niveau n’est pas représenté car il concerne visiblement celui du *kébélé* : les quatre réponses données pour le rang 3 (deux à Ka Ebile et deux à Wakarida) indiquaient unanimement « Endasawna » qui est l’équivalent de Sewne, le *kébélé*. Selon toute vraisemblance, les toponymes de rang 2 correspondraient au *kushet* (village) et ceux de rang 1 au *gujile* (le groupe).

Le plus grand nombre de toponymes de rang 1 (figure 9.2) par rapport à ceux de rang 2 (figure 9.3) ne tient pas uniquement à la différence d’échelle mais aussi au nombre de réponses données, plus nombreuses dans le premier cas que dans le second (tableau 9.9).

| | Parcelles / Groupes de parcelles | Rang 1 | Rang 2 | Rang 3 |
|-----------------|---|---------------|---------------|---------------|
| Effectif | 40 | 32 | 14 | 4 |
| Pourcentage (%) | 100 | 80 | 35 | 10 |

TABLEAU 9.9 – Nombre de parcelles dont le toponyme est connu, en fonction du rang.

Pour chaque rang, la question du toponyme a été posée en rapport avec des groupes de parcelles. Si les répondants possédaient des groupes disjoints, le toponyme de chacun était demandé. Il y a plus de groupes de parcelles (et de toponymes) que d’entretiens, bien que certaines personnes n’aient pas répondu à cette question. La formulation d’origine (« *What is the name of this place? Does it mean something? Is it a name you invented or was it transmitted by someone?*⁹ ») s’attachait uniquement aux toponymes de rang 1. Certaines personnes ayant aussi donné des indications de rang 2 ou de rang 3, ces catégories ont été ajoutées (tableau 9.9), mais la question n’a pas été posée systématiquement, ce qui explique le plus faible nombre de réponses.

En tout, quarante parcelles ou groupes de parcelles ont été identifiés et cinquante toponymes recensés, quel que soit le rang retenu (tableau 9.9). Cela s’explique par le fait que pour certaines parcelles ou certains groupes de parcelles, deux toponymes de rang différents ont été donnés. Pour le rang 1 par exemple, trente-deux parcelles ou groupes ont été nommés (tableau 9.9). Sur les huit autres, six ont été désignés par un toponyme de rang 2, un par un toponyme de rang 3 et un par un toponyme de rang 2 et un de rang 3. Vingt-cinq des quarante parcelles ou groupes de parcelles (soit 62,5 %) n’ont été désignés que par le toponyme de rang 1. Sept l’ont été par un toponyme de rang 1 et un de rang 2 ; cinq ont été nommés uniquement par un toponyme de rang 2, quatre par un toponyme de rang 2 et un de rang 3 et un par un toponyme de rang 3 uniquement (tableau 9.10).

9. « Quel est le nom de cet endroit? A-t-il une signification? L’avez-vous inventé ou vous a-t-il été transmis? »

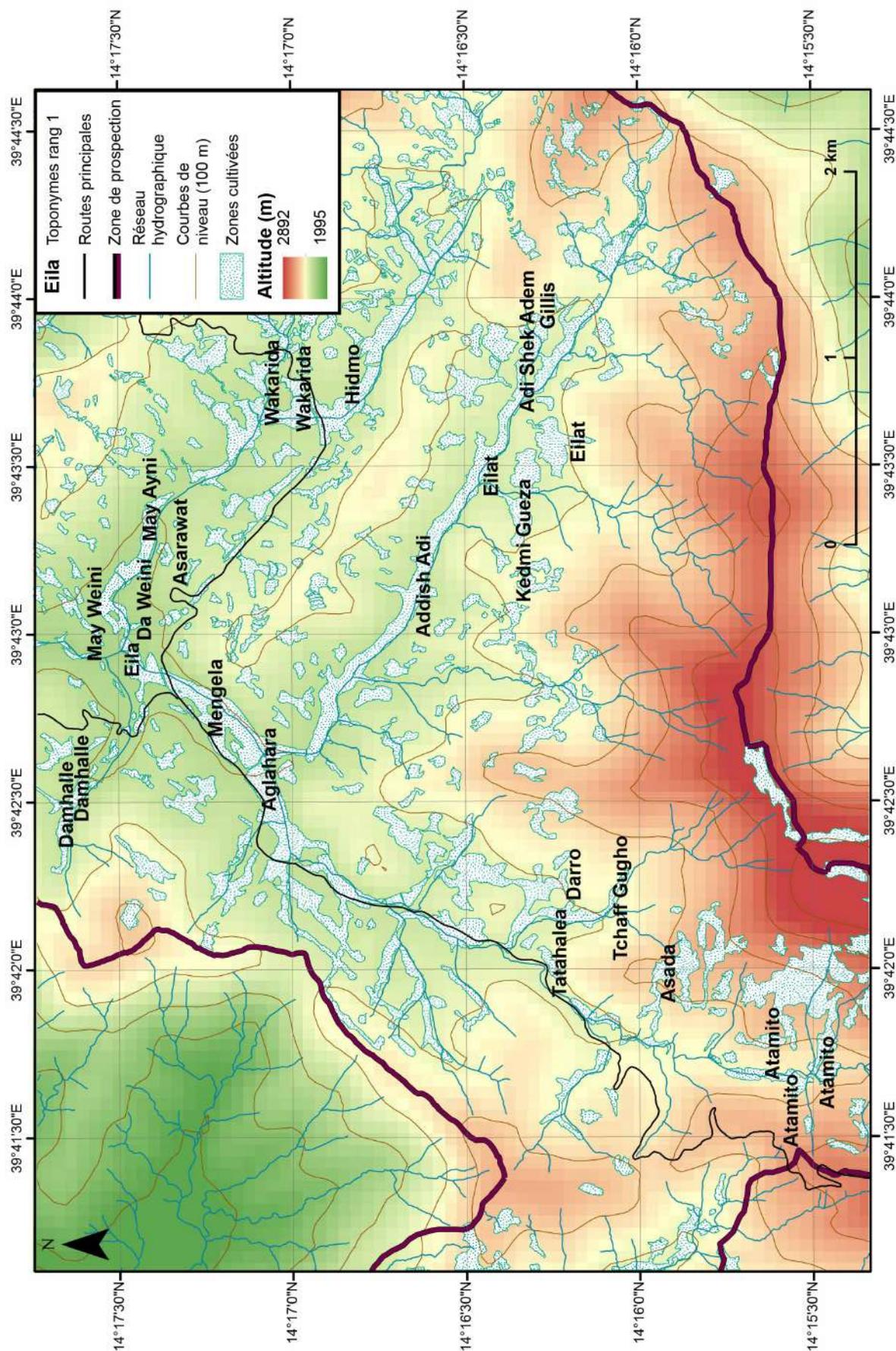


FIGURE 9.2 – Carte des toponymes de rang 1, selon les résultats des entretiens. Les significations en sont données dans le tableau 9.12, page 397. La position du toponyme correspond à celle de l'entretien. Réalisation : N. Blond, 2018.

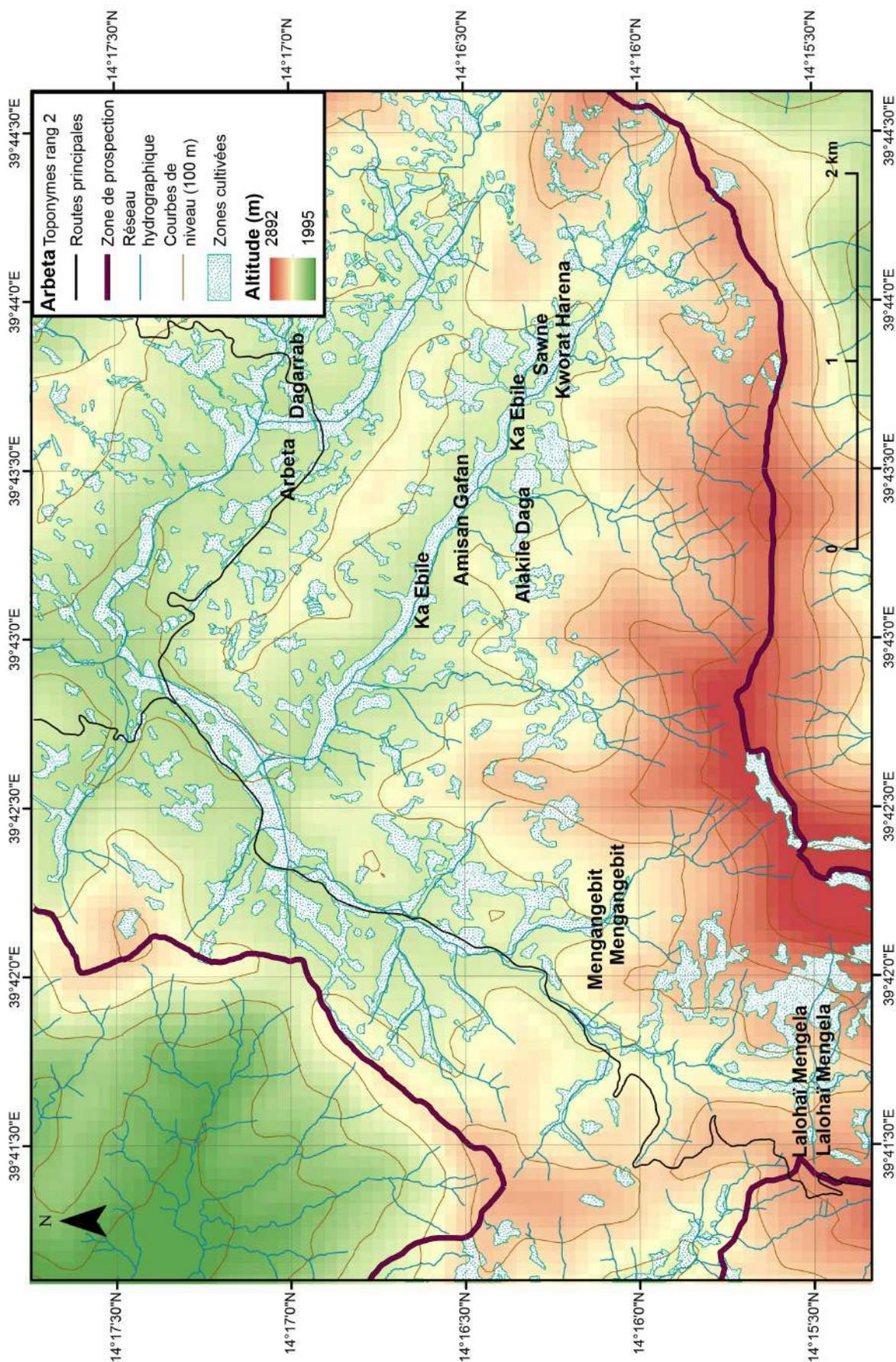


FIGURE 9.3 – Carte des toponymes de rang 2, selon les résultats des entretiens. Les significations en sont données dans le tableau 9.12, page 397. La position du toponyme correspond à celle de l'entretien. Réalisation : N. Blond, 2018.

| | Rg 1 | Rg 2 | Rg 3 | Rg 1 + 2 | Rg 2 + 3 | Total |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|-----------------|--------------|
| Nombre de parcelles | 25 | 4 | 1 | 7 | 3 | 40 |
| Pourcentage (%) | 62,5 | 10 | 2,5 | 17,5 | 7,5 | 100 |

TABLEAU 9.10 – Répartition du nombre de parcelles en fonction du rang de dénomination.

La signification des toponymes a aussi été interrogée durant les entretiens (tableau 9.11). On observe que plus le rang est éloigné, moins la signification est connue : elle l'est pour 62,5 % des toponymes de rang 1, 57,1 % de ceux de rang 2 et pour aucun de ceux de rang 3. Néanmoins, le rapport entre le fait de connaître la signification et celui de ne pas le connaître est conservé pour les toponymes de rang 1 et de rang 2 : 20 pour 10 dans un cas et 8 pour 4 dans l'autre, soit deux pour un dans les deux cas. La différence de pourcentages semble ici liée à l'augmentation du nombre de non réponse.

| | Rang 1 | | Rang 2 | | Rang 3 | |
|-------------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----|
| | Eff. | % | Eff. | % | Eff. | % |
| Pas de rép. | 2 | 6,25 | 2 | 14,3 | 4 | 100 |
| Oui | 20 | 62,5 | 8 | 57,1 | | |
| Ne sait pas | 10 | 31,25 | 4 | 28,6 | | |
| Total | 32 | 100 | 14 | 100 | 4 | 100 |

TABLEAU 9.11 – Nombre et part de toponymes dont la signification est, ou non, connue, en fonction du rang.

La question de la transmission ou de la création du toponyme vise aussi à renseigner sur l'ancienneté de l'occupation et le degré d'appropriation de l'espace. Les résultats sont peu significatifs car dominés par les non réponses. Néanmoins, au sein des 42 toponymes pour lesquels une réponse a été donnée, un seul a été inventé, les 41 autres ont été transmis ou hérités. Le toponyme créé correspond à l'entretien WK15 (figure 8.21, page 382) et au nom « *Addish Adi* » (figure 9.2, page 394), qui signifie « Nouvel endroit » (tableau 9.12). Pour ce cas, la création du toponyme était concomitante de l'installation de la répondante et de sa famille. Les autres nouveaux arrivants, en revanche, n'ont pas accompagné leur arrivée de la création d'un toponyme mais plutôt de la reprise de noms antérieurs, ce qui témoigne d'un environnement qui n'est pas vécu comme vierge, mais plutôt comme la superposition de différentes phases d'occupation.

La signification des toponymes indiqués sur les figures 9.2 et 9.3, pages 394 et 395, renseigne sur des éléments de paysage. Sur l'ensemble des cinquante toponymes référencés (certains étant des doublons, puisqu'on remarque, sur la figure 9.2, la récurrence de certaines appellations, comme Wakarida ou Atamito), un sens a été donné pour 28 d'entre eux. Si l'on omet les doublons, il s'agit de 24 noms différents dont la signification est connue (tableau 9.12). Pour un peu moins de la moitié (10/24), elle renvoie à la végétation (abondance, densité, espèce ou fonction), trois témoignent de la présence d'eau et une

occurrence se rapporte conjointement à l'eau et à la végétation. Trois noms concernent la topographie et trois autres renvoient à une personne, parmi lesquels on compte deux anthroponymes. Enfin, cinq ont été classés dans « Autre » car ils ne permettaient pas de créer une classe à part entière (tableau 9.12).

| Toponyme | Signification (traduction française) | Thème |
|------------------|---|-------------------|
| Addish Adi | Nouvel endroit | Autre |
| Adi Shek Adem | Nom d'une personne qui a vécu là il y a longtemps | Personne |
| Aglahara | Un grand arbre où les gens se réunissent | Végétation |
| Alakile Daga | Une zone couverte d'Alaki [Afar] / Alakit [Tig.] | Végétation |
| Am'Eu | Nom d'un arbre | Végétation |
| Amisan Gafan | Forêt très dense | Végétation |
| Arbeta | Grande terre | Autre |
| Asada | Pierre rouge | Autre |
| Asarawat | Une zone couverte d'une espèce d'acacia | Végétation |
| Atamito | Nom d'un arbre qui couvrait la région | Végétation |
| Da Weini | Un endroit avec beaucoup de « Weini » | Végétation |
| Dagarrab [Afar] | Rivière noire : la zone était couverte de forêt, si densément qu'on ne pouvait voir la terre | Végétation |
| Darro | Sycomore | Végétation |
| Eila | Le plus profond (zone de confluence) | Eau |
| Endasawna | S'agit-il d'une personne ou non ? | Personne |
| Gillis | Nom de la première personne à avoir vécu là | Personne |
| Hidmo | Nom d'un type de construction traditionnel de la région (constructions en pierre, terre et bois) | Autre |
| Kedmi Gueza | Devant la maison | Autre |
| Kworat Harena | Terre pentue | Topographie |
| Lalohaï Mengela | Mengela d'en haut | Topographie |
| May Ayni | Source d'eau | Eau |
| May Weini [Tig.] | « May » signifie eau et « Weini » est le nom d'un arbre qui porte des fruits comestibles avec lesquels il est possible de faire du vin (mais qui n'est pas du raisin) | Végétation et eau |
| Mengela | Confluence | Eau |
| Wakarida [Afar] | Zone où il y avait beaucoup d'arbres et d'animaux sauvages. Vient de Oukara qui signifie renard en tigrinya | Végétation |

TABLEAU 9.12 – Dictionnaire des toponymes et classement par thème principal.

L'utilisation de ces toponymes donne quelques informations utiles. La première repose sur le fait que les dénominations se rapportent aux localités, à des lieux-dits, et non à des vallées. La toponymie est ici aréale plutôt que linéaire, contrairement aux habitudes de désignation suivies lors des prospections. On peut toutefois retrouver l'idée de la continuité linéaire dans la vallée, avec les toponymes de « *Mengela* » et « *Lalohai Mengela* » (traduit par « *Mengela* d'en haut ») : « *Mengela* d'en haut » correspond à l'amont de la vallée (figure 9.3, page 395), tandis que « *Mengela* » désigne la confluence, située à l'aval (figure 9.2, page 394). L'environnement semble dès lors vécu comme un agrégat d'espaces ponctuels, plutôt que comme un espace dominé par des axes forts, comme les vallées.

Par ailleurs, il apparaît que les noms renvoient, d'une part, à des éléments paysagers actuels ou toujours visibles (la couleur de la pierre, la pente, le type de construction ou l'espace devant la maison, par exemple, tableau 9.12), et, d'autre part, à des éléments aujourd'hui disparus. Ceux-ci peuvent recouvrir une dimension un peu mythologique, en particulier lorsqu'il s'agit d'une personnalité fondatrice (la première personne à avoir habité l'endroit, par exemple, tableau 9.12). Dans beaucoup de cas, ce renvoi au passé concerne le paysage, en particulier la végétation et, dans une moindre mesure, la présence d'eau.

Il ressort clairement de l'étude des toponymes que la zone a pu être par le passé beaucoup plus densément boisée qu'elle ne l'est aujourd'hui - ou du moins qu'elle a été perçue comme telle lors de l'attribution du toponyme. À moins que, comme l'évoque Somaglino (2016) à propos de l'Égypte ancienne, le sens de toponymes hérités ait été réinvesti d'une signification nouvelle, différente de celle des origines - probablement perdue. Quoi qu'il en soit, certains toponymes témoignent d'une végétation abondante, luxuriante. C'est le cas, par exemple, des toponymes d'« *Alakile Daga* » (zone couverte d'« *Alaki* », espèce végétale non identifiée), « *Amisan Gafan* » (Forêt très dense), « *Asarawat* » (Zone couverte d'une espèce d'acacia) ou « *Dagarrab* » (« Rivière noire », littéralement, qui désigne une zone densément boisée).

Ce terme de « forêt » doit être manié avec précaution : il a des acceptions très variables selon les contextes culturels, économiques ou climatiques, et il faut se garder de transposer la définition française au boisement éthiopien. De même, le contexte tropical de cette étude ne signifie pas qu'il faille voir dans ces « forêts » des jungles luxuriantes. Il s'agissait vraisemblablement, comme ailleurs dans le Tigray, de peuplements de genévriers (*Juniperus procera*) accompagnés d'une strate basse assez dense. Ces boisements naturels tendent aujourd'hui à disparaître sous l'effet de l'action humaine (Gebru *et al.*, 2009).

De même, les toponymes renvoyant à la présence d'eau - « *May Ayni* » (littéralement « source d'eau ») ou « *Mengela* » et « *Eila* » (confluence) - attestent que l'eau était, par le passé, suffisamment abondante pour caractériser le lieu. Les écoulements superficiels ont pu y être plus importants qu'aujourd'hui, et les quantités d'eau disponibles supérieures.

Ainsi, à « *May Ayni* » (figure 9.2), qui correspond à l'entretien WK18 (figure 8.21, page 382) intégralement retranscrit en Annexes (sous-section G.1, page 573), la personne interrogée nous a décrit un système d'irrigation partagée qui tire profit de cette « source d'eau ». Il s'agit d'un barrage construit par le gouvernement (figure 9.4).



FIGURE 9.4 – Vue panoramique du barrage sur la vallée de May Ayni, à mi-chemin entre le site de Wakarida et Sewne (figure 8.21). *Cliché : N. Blond, 2017.*

Il est situé environ 400 m à l'amont des parcelles irriguées. L'eau y est stockée par le biais d'un système de chenalisation des écoulements en amont de la structure. Ces aménagements en béton, visibles sur la figure 9.4, sont constitués d'un canal qui rejoint un bassin de décantation, suivi d'un autre canal qui amène les eaux débarrassées d'une partie de leur charge solide vers le barrage. Quand les précipitations sont trop faibles, les vannes sont ouvertes afin d'irriguer les parcelles à l'aval. Lorsque le barrage est presque vide, le tour d'eau semble se faire par jour pour chacun des quelques bénéficiaires. Aucun matériel d'appoint (pompe, par exemple) n'est utilisé, l'eau coule seulement par gravité (voir Annexes, sous-section G.1, page 573).

Selon la répondante, le toponyme de « *May Ayni* » est hérité et il est en usage depuis un certain temps, ce qui laisse penser que cette « source d'eau¹⁰ » existe depuis assez longtemps, sans qu'il soit possible d'avoir d'âge plus précis. En revanche, la quantité d'eau a été caractérisée comme assez faible : la personne a vécu, durant son enfance et sa jeunesse, à Idaga Hamous, où elle décrit des techniques d'irrigation semblables, à la différence que la quantité d'eau y est plus abondante. De même, à *May Ayni*, le fils de cette personne, qui vit et cultive avec elle, a commencé à creuser un puits ou une citerne pour stocker de l'eau. Le projet n'a pas abouti par manque de financement, ce qui fait que ce réservoir n'était pas en fonction au moment de l'entretien.

L'onomastique a permis d'identifier quelques traits principaux de l'organisation du territoire autour de Wakarida : la structure administrative a été précisée ; un certain nombre de toponymes et leurs significations ont été recueillis, en lien avec leur rang dans

10. C'est la transcription littérale de ce toponyme.

la hiérarchie des emboîtements territoriaux ; le fonctionnement de la dénomination et le rapport au paysage qui en découle ont pu être abordés. Enfin, la toponymie indique une végétation plus abondante, plus dense dans la région par le passé qu’aujourd’hui. De même, il semble que les écoulements de surface aient été plus importants.

9.2 Des techniques de culture récentes et indigènes

La (re)colonisation relativement récente de la région par des populations qui l’occupaient auparavant surtout de manière épisodique (semi-nomadisme, pastoralisme, propriété éclatée gérée depuis le plateau) a amené des transformations et des innovations dans les techniques hydroagricoles, ceci dans le but de tirer le meilleur parti de propriétés foncières plus restreintes suite aux réformes agraires.

9.2.1 Les origines de la technique de culture en terrasses

Les politiques mises en place sous le Derg et dans les périodes suivantes ont amené à l’ouverture de nouveaux espaces de culture dans les thalwegs. Il a ainsi fallu procéder à d’importants défrichements. Alors que la question n’était pas posée directement lorsque l’état des parcelles était évoqué (10.a. « *How was it when you arrived? Were there walls in the fields?*¹¹ »), cinq personnes sur trente (soit 16,67 %) ont d’elles-mêmes affirmé qu’il avait fallu couper des arbres avant de mettre en place les terrasses et de pouvoir cultiver. Cela fait écho, par exemple, au toponyme de « *Dagarrab* », qui assimilait l’espace ainsi désigné à une rivière noire, tant la végétation était dense (tableau 9.12). La zone étudiée semble avoir été récemment défrichée, le processus de colonisation des vallons remontant progressivement de l’aval vers l’amont, comme on le verra plus en détail dans le chapitre 10, page 429 *sq.* Cette technique peut avoir deux origines, la première étant locale et indigène (les habitants conquièrent progressivement le terrain vers l’amont faute de place dans les espaces plus accessibles) et la seconde résultant d’incitations gouvernementales. Ainsi, Coates *et al.* (2010) indiquent-ils que pour faire face à l’actuel manque de terre qui touche les jeunes, le *Natural Resource Development Office* a mis en place une politique de redistribution des terres marginales.

Ces changements dans l’occupation de l’espace et la mise en valeur agricole se traduisent aussi par des modifications dans les techniques employées. La question centrale de la période d’apparition des terrasses de culture dans la région, déjà abordée dans la sous-section 8.5.2, page 374 *sq.*, a aussi été traitée grâce aux entretiens. Il s’agissait premièrement de préciser si les terrasses étaient déjà construites lors de l’arrivée des personnes interrogées ou si elles avaient été construites récemment (10.a. « *How was it when you arrived? Were there walls in the fields?* »), mais aussi de faire émerger la raison qui pousse

11. « Comment était-ce à votre arrivée? Y avait-il des murs dans les champs? »

à la construction de ces murets (10.b. « *Why do you build walls ?* »). Plus loin, le rôle de l'État dans les choix techniques agricoles (12. « *Is the State / the government helping you ?*¹² ») a permis d'interroger le point de départ de cette technique, en se demandant si elle avait été imposée et/ou enseignée par les services de l'État.

Le tableau 9.13 recense quarante parcelles ou groupes de parcelles pour trente répondants. Certaines propriétés sont en effet éclatées et non jointives. Parmi les quarante parcelles ou groupes de parcelles identifiés, plus de la moitié (55 %, tableau 9.13) ne portaient pas de murs quand les personnes interrogées ont commencé à les exploiter. Il faut leur ajouter un quart des parcelles (25 %, tableau 9.13) qui ont connu des modifications (agrandissement et/ou ajout de murs). C'est-à-dire que, en comptant les non réponses et les personnes qui ne savent pas, moins de 13 % des parcelles sont aujourd'hui identiques à ce qu'elles étaient lorsqu'elles ont été reprises par la personne interrogée (tableau 9.13). Les individus concernés par cette catégorie sont peu nombreux (cinq), mais la répartition en classes d'âge ne permet pas d'expliquer la présence de terrasses antérieurement à leur reprise de l'exploitation : deux appartiennent à la première classe d'âge (16-39 ans), deux à la seconde (40-59 ans) et un à la troisième (60-79 ans).

| Y avait-il des murs dans la parcelle ? | Effectifs | Pourcentages (%) |
|--|-----------|------------------|
| Ne sait pas | 1 | 2,5 |
| Non, pas de murs | 22 | 55 |
| Oui, des murs mais plus petits ou moins nombreux | 10 | 25 |
| Oui, identique à aujourd'hui | 5 | 12,5 |
| Pas de réponse | 2 | 5 |
| Total | 40 | 100 |

TABLEAU 9.13 – Présence de murs dans les parcelles à l'arrivée des populations.

Cette relative « jeunesse » des aménagements pose la question de l'origine des constructions : sont-elles une simple réponse à une demande émanant de services étatiques ou leur origine est-elle indigène, locale, fruit d'observations de phénomènes érosifs saisonniers ? La question d'une éventuelle formation par le gouvernement a été posée, mais tous les répondants ont affirmé que le gouvernement n'avait rien à voir avec ces ouvrages voués à la culture. Nous avons néanmoins pu apercevoir, le long de la route, à proximité du village de Sewne, un bâtiment de formation agricole, avec des exemples de terrasses ou de citernes. Certains répondants nous ont affirmé que le processus s'était fait dans le sens inverse : les agriculteurs locaux avaient commencé à construire des terrasses et avaient inspiré le gouvernement, qui s'était servi de cet exemple pour développer la technique.

Il apparaît donc que la plupart des terrasses de culture aujourd'hui visibles dans le paysage sont le fruit de constructions récentes (moins de cent ans). Cela vient à l'appui

12. « Est-ce que l'État/le gouvernement vous aide ? »

des hypothèses élaborées dans la sous-section 8.5.2, page 374 *sq.*, établissant que jusqu’au début du XX^e siècle, les terrasses n’apparaissent pas dans le paysage agricole du nord du Tigray. Aujourd’hui, au contraire, elles en font partie intégrante, à la fois géosymbole (Bonnemaison, 1981) et élément indispensable à l’agriculture, à tel point qu’au cours de l’entretien WK10, le répondant nous a affirmé que « sans mur, la terre n’est rien¹³ ». Ainsi, la mise en culture, assez récente (figure 9.1, page 389), s’est accompagnée de l’établissement de terrasses, qui lui est probablement postérieur.

9.2.2 Une technique de lutte contre l’érosion

Les entretiens ont aussi permis d’aborder plus clairement les raisons qui poussent les habitants à construire des terrasses dans leurs champs. La question se pose avec d’autant plus d’acuité que l’apparition de ce type d’ouvrage est récente. La grande majorité des agriculteurs interrogés a évoqué deux raisons principales à la construction des murettes : elles servent à la conservation de l’eau pour 25 des 30 personnes interrogées et à la lutte contre l’érosion pour 22 d’entre elles (tableau 9.14). Elles offrent ainsi de bonnes conditions pour cultiver (sept occurrences, tableau 9.14), en augmentant la fertilité (six occurrences, tableau 9.14) ou en protégeant les parcelles contre les crues (six occurrences aussi, tableau 9.14). Pour certains, la présence de ces ouvrages sur les parcelles permet même d’augmenter la productivité du champ (deux occurrences, tableau 9.14), et elles peuvent jouer le rôle de barrières, tant pour les animaux, notamment lorsqu’ils broutent les chaumes au moment des moissons (figure 2.12, page 81), que pour les humains, en délimitant ainsi la propriété (trois occurrences, tableau 9.14).

| Pourquoi construisez-vous des murs ? | Effectifs (/30) | Pourcentages (%) |
|---|-----------------|------------------|
| Conserver l’eau | 25 | 83,33 |
| Lutter contre l’érosion | 22 | 73,33 |
| Cultiver | 7 | 23,33 |
| Protéger les parcelles contre les crues | 6 | 20 |
| Augmenter la fertilité | 6 | 20 |
| Borner les parcelles | 3 | 10 |
| Augmenter la productivité | 2 | 6,67 |
| Autre ^a | 3 | 10 |
| Pas de réponse | 0 | 0 |

TABLEAU 9.14 – Tableau de dénombrement des raisons évoquées pour la construction des terrasses.

a. Cette catégorie regroupe trois propositions : pour que la surface soit plus plate ; c’est important pour le développement ; pour planter des arbres.

13. « *Land without wall is nothing* ».

La majorité de ces réponses renvoie donc à la possibilité de cultiver en conservant l'eau et en protégeant la parcelle contre l'érosion hydrique. Au cours de l'entretien WK12, le répondant nous a ainsi déclaré que « les terrasses sont importantes, car elles permettent de garder l'eau deux ou trois jours quand il y a des pluies, et ça permet de faire pousser les cultures. Les ancêtres, eux, regardaient passer les crues. S'ils avaient pu les stopper, ça aurait été mieux pour eux ».

L'analyse des entretiens montre dès lors que les terrasses ont été construites récemment, par des populations elles aussi arrivées il y a peu, suite à la mise en œuvre de plusieurs politiques agricoles (nationalisation des terres et redistribution durant le Derg, politique de villagisation des années 1980, politiques actuelles de lutte contre l'érosion et la faim). Dans la zone étudiée, les habitants ont commencé par défricher les vallons et cultiver les accumulations sédimentaires qui s'y trouvaient. Le déboisement, en mettant à nu les sols et en annulant un facteur de réduction de la compétence des écoulements de surface, a contribué à augmenter nettement l'érodibilité de ces dépôts. Avant la construction de ces ouvrages, lors de la saison des pluies, les crues emportaient les sols, et, parfois, les cultures à différents stades de croissance (semis ou céréales en train de pousser). Pour répondre à ces problèmes, les populations ont décidé de construire des murettes afin de freiner les écoulements et de conserver le sol et l'humidité sur la parcelle, afin de la protéger et d'en accroître la productivité.

Lors de l'entretien WK12, un homme âgé nous a raconté l'histoire du prêtre Woldedawit qui était, selon lui, l'instigateur de la technique à Sewne. Quand Woldedawit est arrivé, il n'y avait pas de murs. Il a commencé à en construire sur ses terres, à la suite d'une grosse crue qui était arrivée de l'amont. Les autres habitants l'ont imité et la région s'est progressivement couverte de ces aménagements. Finalement, Sewne est devenue un modèle pour les autres zones. Sous le gouvernement de Meles Zenaoui¹⁴, des agents du développement sont arrivés et ont apporté des précisions techniques et de la formation, mais les murs étaient déjà construits. En 1958, Woldedawit a montré au répondant comment construire les terrasses. C'est grâce à cela qu'aujourd'hui, les murs ne sont plus détruits par les crues.

Et en effet, les destructions des parcelles par les crues sont désormais plus rares, en particulier pour celles qui sont situées à l'aval du système. Sur trente répondants, six (20 %) ont déclaré que leurs terres n'étaient pas endommagées par les crues. Il s'agit des entretiens WK05, WK12, WK13, WK15, WK29 et WK30 (voir figure 8.21, page 382). Les parcelles des trois premiers sont situées dans une zone de replat, à l'aval de la branche principale de la vallée de May Ayni, juste avant la confluence. L'ensemble du vallon étant mis en terrasses depuis l'amont, la compétence des écoulements est très faible quand ils arrivent à cet endroit. Il en va de même pour WK30, situé tout à l'aval de May Weini dans

14. Premier ministre d'Éthiopie de 1995 à 2012.

une zone très large et presque horizontale (que l'on aperçoit sur la figure 2.9, page 79). WK15 et WK29 sont situés dans la vallée de Ka Ebile, le premier sur un petit replat cultivé qui draine un bassin versant très réduit. Quant au second, la propriétaire juge que la stabilité du sol est liée à sa qualité. Quatre personnes n'ont pas répondu à cette question (13,33 %). Les vingt autres (66,67 %) ont déclaré que leurs terrasses étaient régulièrement détruites. Parmi elles, une n'a pas donné d'indication quant à la date de la dernière dégradation. Pour la majorité des dix-neuf autres (50 % des répondants), la dernière destruction datait de l'année précédant l'entretien, 2016 (tableau 9.15). Pour certains, les terrasses endommagées sont devenues de l'histoire ancienne¹⁵, les derniers dommages recensés ayant plus de trente ans (1985 et 1987, tableau 9.15).

| Année | Nombre d'occurrences | Pourcentages (%) |
|----------------|----------------------|------------------|
| 1985 | 1 | 5 |
| 1987 | 1 | 5 |
| 1993 | 1 | 5 |
| 2002 | 1 | 5 |
| 2007 | 1 | 5 |
| 2012 | 1 | 5 |
| 2015 | 2 | 10 |
| 2016 | 10 | 50 |
| 2017 | 1 | 5 |
| Pas de réponse | 1 | 5 |
| Total | 20 | 100 |

TABLEAU 9.15 – Dernière année connue pour la destruction des terrasses par une crue.

La lutte contre l'érosion passe ainsi par la construction de terrasses dans les thalwegs, pour les zones cultivées, mais aussi sur les versants, dans les espaces non cultivés du fait de l'absence de sol ou de pentes trop fortes. Ces murets de pierre sèche, décrits dans la typologie (section 2.3, page 79 *sq.*) et qu'il faut bien distinguer des terrasses de culture, permettent de retenir les pierres et le sol sur les versants, et de maintenir la végétation en place. Ce type de terrasses est construit par les habitants mais à la demande de l'État. Elles font partie des programmes *Food for Work* mis en place en Éthiopie à partir des années 1970 à la suite des sécheresses, qui appartiennent eux-mêmes aux programmes publics de travail visant à distribuer l'aide alimentaire internationale et nationale (Bezu et Holden, 2008), tout en mettant en place des aménagements à même de stimuler la productivité agricole (Gedamu, 2006). En échange d'un certain nombre de journées de travail, les participants reçoivent en moyenne 3 kg de blé et 12 g d'huile végétale par personne et par jour (Bezu et Holden, 2008). Ces travaux concernent principalement la construction de structures de conservation des eaux et des sols, mais aussi des routes d'accès, des zones

15. Pour reprendre une expression utilisée lors de l'entretien WK13 : « *Damaging walls by flood becomes history* ».

d'*enclosure* et de reboisement ou des barrages pour l'irrigation (Bezu et Holden, 2008). Dans la zone étudiée, 17 personnes sur les trente interviewées ont déclaré participer à ces programmes. Certaines n'y participaient pas car elles ne remplissent pas les conditions (par exemple, si elles sont trop âgées). D'autre part, la question portant plus largement sur l'aide reçue par le gouvernement (12. « *Is the State/the government helping you ?* »), certaines ont donné d'autres exemples, sans pour autant énoncer clairement qu'elles ne participaient pas aux programmes FFW. Parmi ces exemples, on trouve notamment la fourniture d'engrais à prix bas (24 répondants sur 30, soit 80 %) et des semences améliorées (23 sur 30, soit 76,67 %). Ces deux derniers font partie des mesures prises par les programmes de lutte contre la faim et d'aide alimentaire, et sont fortement encouragés par l'État. Si les semences améliorées sont souvent mentionnées comme prises à chaque fois et utiles, l'avis sur les engrais est plus mitigé : on leur reproche de brûler les cultures quand il n'y a pas assez d'eau pour les arroser. Deux personnes ont aussi évoqué la possibilité d'obtenir du ciment pour étanchéifier une citerne alors en creusement. Il est en effet apparu que la problématique de l'irrigation était importante parmi les techniques agricoles de la zone étudiée.

9.2.3 Techniques d'irrigation

Dans la plupart des ménages, les cultures ne sont pas irriguées et l'eau à usage domestique est puisée à la pompe ou au puits collectifs. Les trajets entre l'endroit d'où l'eau est tirée et le domicile, effectués à pied, parfois avec des ânes pour transporter les bidons, peuvent prendre plusieurs heures. Ils sont confiés aux enfants quand le point d'eau n'est pas trop éloigné. De plus en plus de familles ont donc recours au creusement ou à l'aménagement d'une citerne ou d'un puits, quelques fois équipé d'une motopompe, afin de conserver un peu d'eau et de l'utiliser pour les champs ou le bétail. Cela reste toutefois très sporadique. Selon Wolde-Mariam (1991, p. 100), seulement 6,5 % de la population¹⁶ déclarent conserver l'eau de pluie ou utiliser des techniques d'irrigation, la plupart étant surtout concentrés entre 2 000 et 2 200 m d'altitude.

On distinguera ici la citerne¹⁷ du puits¹⁸. La première est creusée dans la roche sur les versants ou dans les sédiments du fond de la vallée. Elle peut être simplement parée en pierre sèche (figure 9.5). Parfois, le fond est étanchéifié avec du ciment, postérieurement à la construction en pierre sèche, comme c'est le cas sur la figure 9.6. Il s'agit en effet de la même citerne que sur la figure 9.5, à un an d'écart. L'étanchéification est intervenue *a posteriori*, probablement quand des fonds ont de nouveau été disponibles. Quelques fois,

16. Il s'agit des répondants à une enquête menée par l'auteur dans le nord et le centre de l'Éthiopie.

17. « Réservoir, souterrain ou non, construit pour recueillir et conserver les eaux pluviales » selon le CNRTL.

18. « Trou vertical, le plus souvent circulaire et à parois maçonnées, entouré parfois d'une margelle, creusé dans le sol pour atteindre une nappe aquifère » selon le CNRTL.

la citerne peut être entièrement maçonnée (figure 9.7).

Les citernes sont conçues comme des réservoirs, pour recueillir et stocker les eaux de pluies et de ruissellement, à la différence des puits (figures 9.8 et 9.9), qui sont creusés dans les sédiments afin d’atteindre la nappe aquifère pour en utiliser l’eau (figure 9.8). Alors que les citernes se rencontrent indifféremment sur les versants ou dans les vallées, le dernier type d’ouvrage se situe, dans la zone étudiée, uniquement en fond de vallées, comme le montre la figure 9.9. La coupe correspondant à ce puits est étudiée dans la partie II, page 139 *sq.*, en particulier dans la sous-section 5.1.2, page 224 *sq.* Il s’agit de la coupe MAa (figure 3.1, page 93).



FIGURE 9.5 – Citerne en pierre sèche, vallée de May Ayni, fond non maçonné. *Cliché : Y. Callot, 2013.*



FIGURE 9.6 – Citerne en pierre sèche et fond maçonné en bordure de parcelle, à l’amont du dispensaire, vallée de May Ayni. *Cliché : N. Blond, 2014.*



FIGURE 9.7 – Citerne entièrement maçonnée dans une parcelle de fond de vallon, au niveau de WK11 (fig. 3.4, p. 128), vallée de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2017.*



FIGURE 9.8 – Vue de l’intérieur du puits de MAa. La surface de l’eau est située à environ 7 m de profondeur. *Cliché : N. Jacob, 2017.*



FIGURE 9.9 – Puits dans le fond de la vallée de May Ayni, coupe MAa, entretien WK16 (fig. 3.4, p. 128). La margelle est indiquée par le pointillé blanc. Cliché : N. Blond, 2017.

Sept des trente répondants (soit 23,33 %) ne disposaient pas d'un tel dispositif lorsque nous les avons rencontrés, tandis qu'il était présent chez quatorze autres (soit 46,67 %). La construction était en cours pour un répondant (3,33 %) et sept autres (23,33 %) avaient dû l'arrêter. Une seule personne (3,33 %) n'a pas donné d'indications à ce sujet. Ainsi, moins de la moitié des ménages rencontrés était équipée d'une citerne ou d'un puits en novembre 2017. Les 50 % sont atteints si on additionne la construction en cours aux constructions achevées. On le voit, le recours aux systèmes d'irrigation semble être un phénomène relativement récent dans la région. La citerne en pierre sèche mentionnée plus haut (figure 9.6) apparaît sur les images satellitaires entre février 2012 et octobre 2013.

Sur les quatorze foyers possédant une citerne ou un puits, deux n'ont pas indiqué à quoi l'eau était employée. Pour les autres, les usages recensés sont :

- la boisson pour les animaux pour 66,67 % des répondants (8/12) ;
- la lessive pour 66,67 % des répondants (8/12) ;
- l'irrigation pour 33,33 % des répondants (4/12) ;
- la boisson pour les humains pour 8,33 % des répondants (1/12) ;
- le nettoyage du matériel pour 8,33 % des répondants (1/12).

Ainsi, l'irrigation n'est pas l'utilisation principale de ces ouvrages, à quelques exceptions près. Les quatre répondants ayant affirmé utiliser ces ouvrages pour l'irrigation disposent d'un puits creusé dans le fond de la vallée, dont ils tirent l'eau pour arroser le champ alentour. Il s'agit des points WK07, WK16, WK26 et WK27 (figure 8.21, page 382). Les trois premiers sont situés dans la partie aval de la vallée de May Ayni et le dernier juste avant la confluence de May Weini avec cette dernière. Ces secteurs sont parmi les plus bas de la zone d'étude et la quantité de sédiment y est assez épaisse. Il est fort probable que ces ouvrages, dans lesquels il y avait de l'eau lors de notre passage (hormis pour le WK27, où nous n'avons pas pu aller voir) atteignent l'inféoflux. Toutefois, son étendue est probablement assez restreinte : alors qu'il y avait de l'eau dans les puits WK07, MAa (qui correspond à l'entretien WK16) et WK26, le voisin de ce dernier, le répondant de l'entretien WK22 (figure 8.21, page 382) avait beau creuser, il ne trouvait pas d'eau, et cherchait, en nous interrogeant, à comprendre pourquoi. De même, à WK18 (figure 8.21, page 382), le puits avait commencé à être creusé, mais les travaux avaient été interrompus et l'eau ne restait pas. Néanmoins, l'irrigation y est, comme indiqué dans la sous-section 9.1.4, page 399, assurée par l'utilisation d'un barrage et une répartition en tours d'eau journaliers.

Par ailleurs, il importe de noter que, dans les quelques cas où nous nous sommes entretenus avec les propriétaires des parcelles et des puits, l'irrigation est à destination non pas des cultures céréalières, qui sont les plus courantes dans la zone étudiée, mais des cultures maraîchères ou fruitières, à plus forte valeur ajoutée. C'est le cas, par exemple, à MAa : sur la figure 9.9, les cultures sont visibles au premier plan, il s'agit des petits piments *berbere*. À gauche de la descente vers le puits, il y a des blettes et au fond, à droite du rebord du puits, des tomates. Derrière le puits, vers la gauche, s'étend une zone de verger, qui profite aussi de l'irrigation et de la présence d'une pompe collective juste attenante.



FIGURE 9.10 – Barrage dans la vallée d'Ambare, à l'amont de la coupe AMa (figure 3.1, page 93). *Cliché : N. Blond, 2014.*



FIGURE 9.11 – Aval du barrage de la vallée d'Ambare. La vanne est à droite. *Cliché : N. Blond, 2014.*

Enfin, dans les dispositifs d'irrigation il faut aussi mentionner les ouvrages de plus grande ampleur comme le barrage sur la vallée de May Ayni (sous-section 9.1.4, page 399), à mi-chemin entre MAa et le village de Sewne (figure 9.4). Une autre installation (figure 9.10) se trouve à l'amont de la coupe AMa (figure 3.1, page 93). Elle est plus importante, mais comporte une vanne unique (figure 9.11). Les écoulements lors des phases d'irrigation ont provoqué une légère incision dans le remblaiement.

Sur le terrain, des traces d'un ancien canal (figure 9.12) ont été repérées dans la vallée d'Ambare, au contact du versant, en rive droite, légèrement surélevées par rapport à l'actuel lit du cours d'eau. Elles se situent juste à l'aval du barrage (figures 9.10 et 9.11), mais pas dans l'alignement de la vanne actuelle. Il est possible que ce canal soit antérieur au barrage actuel, construit entre début 2012 et fin 2013 (sous-section 6.1.1). Le fait que le rocher ait été entaillé pour permettre le passage laisse penser qu'il s'agit plutôt d'un canal que d'un chemin. Cependant, en l'absence de plus d'informations, il est difficile d'affirmer plus nettement quelle était la destination de ces entailles et si un barrage plus ancien existait déjà (et de quand il datait). Mais il y a certainement là un sujet à approfondir.



FIGURE 9.12 – Trace de canaux à l'aval du barrage de la vallée d'Ambare. *Cliché : N. Blond, 2014.*

9.3 Des techniques qui traduisent le rapport des populations au paysage

Une part importante du travail d’entretiens a reposé sur la recherche des dénominations employées pour désigner les différents types de terrasses. Fondé sur un photoquestionnaire, il visait à recueillir les noms et leurs significations à partir de huit photographies de paysages (Annexes, sous-section F.2, page 565 *sq.*). Il s’agissait de chercher à comprendre la place que tiennent les terrasses dans l’imaginaire collectif : tous les ouvrages de conservation des eaux et des sols ont-ils, comme c’est le cas en français, le même nom, équivalent à « terrasse » ? Un des employés de la bibliothèque des archives éthiopiennes d’Addis-Abeba nous a donné, en amharique, le terme de « *erken* » pour les désigner. Ce terme n’est apparu dans aucun des trente entretiens. Ceux-ci ont en revanche permis de faire émerger soixante-neuf termes différents, certains étant cités plus fréquemment que d’autres. Ces noms ont été retranscrits et traduits dans le tableau H.1, section H des Annexes, page 607.

Les réponses ont été typées, selon que le terme ou l’expression employés pour désigner l’ouvrage se rapportaient à l’aspect, à la fonction, à la forme de l’aménagement, à la topographie, à plusieurs de ces catégories à la fois (fonction et aspect, par exemple) ou à aucune (dès lors typé « autre »). Ces types ont été ajoutés au dictionnaire des termes et expressions (tableau H.1, page 607). La répartition des soixante-neuf termes et expressions dans chacune des catégories est présentée dans la figure 9.13.

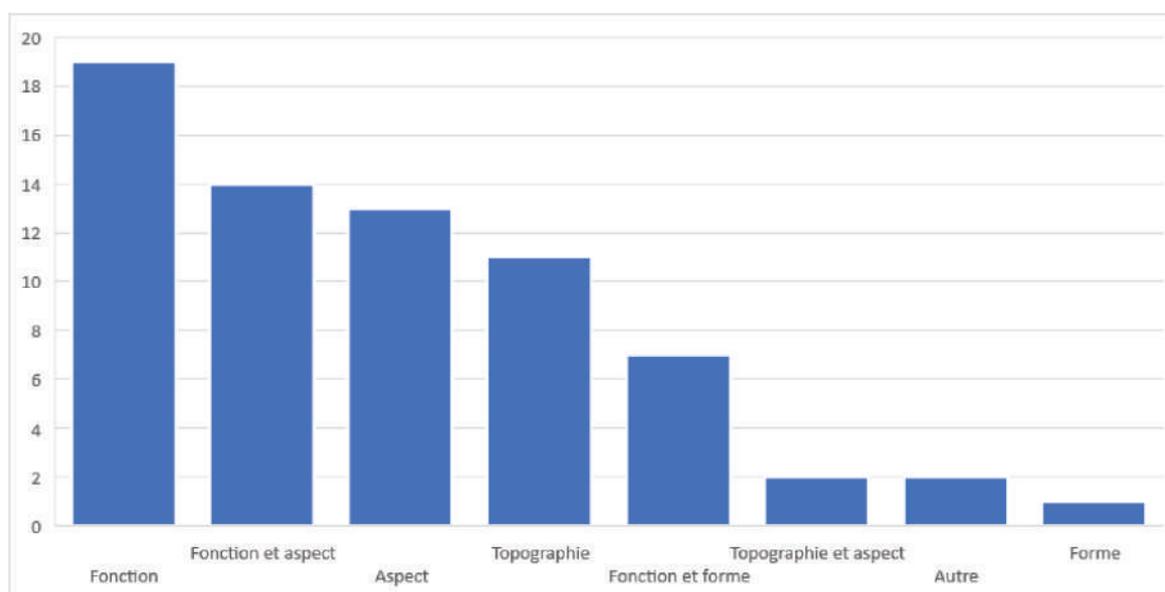


FIGURE 9.13 – Nombre d’occurrences de chaque type désignant les aménagements en terrasses lors des entretiens. *Réalisation : N. Blond, 2018.*

Une grande partie des ouvrages est désignée par la fonction qui lui est attribuée : c'est le cas pour dix-neuf d'entre eux. Si on cumule la fonction et d'autres caractéristiques (ici, l'aspect ou la forme), le nombre d'occurrences atteint quarante, soit plus de la moitié. L'aspect est la deuxième caractéristique la plus importante pour désigner les ouvrages : seul, il cumule quatorze occurrences, nombre qui monte à 29 si on ajoute la fonction ou la topographie à l'aspect. Enfin, la topographie, avec onze occurrences (treize en combinant topographie et aspect) a surtout concerné les photographies proposant ou des espaces très pentus (14a), ou, au contraire, des espaces très plats (14b et 14c).

Il est intéressant de noter que certains paysages ont suscité peu d'hésitation. Ils ont souvent été assez unanimement désignés par un ou deux termes, souvent proches (figures 9.14 à 9.16, par exemple). D'autres en revanche ont posé problème, ce qui explique d'une part le grand nombre de termes proposés et d'autre part le recours assez fréquent à des périphrases (figures 9.19 à 9.21, par exemple).

Dans les pages suivantes, les différentes dénominations sont détaillées pour chaque ouvrage, ainsi que le type de dénomination auquel chacun appartient (figures 9.14 à 9.21). Le nombre d'occurrences peut dépasser trente (le nombre de répondants) car certaines personnes ont donné plusieurs noms.



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|-----------------|---|----------------------|-------------|
| Guidmi | Zone pentue | 12 | 33% |
| Teggeddami | Horizontal / Pentu | 7 | 19% |
| Pas de réponse | | 5 | 14% |
| Akabat | Synonyme régional de Guidmi | 2 | 6% |
| Tsadafi | Plus vertical que "Teggeddami" | 2 | 6% |
| Agade | Horizontal | 1 | 3% |
| Dabba | Equivalent de "Guidmi" en afar | 1 | 3% |
| Dourr | Forêt dense, terre non cultivée | 1 | 3% |
| Eyla | Endroit humide. Profond et présence d'eau | 1 | 3% |
| Lailay Tahtai | En haut et en bas (littéralement) | 1 | 3% |
| Lem'at | Vert et développé. Rendre la zone verte, forestée | 1 | 3% |
| Meida eyghounen | Ce n'est pas plat | 1 | 3% |
| Wodague | En escalier. Tout peut tomber en contrebas | 1 | 3% |

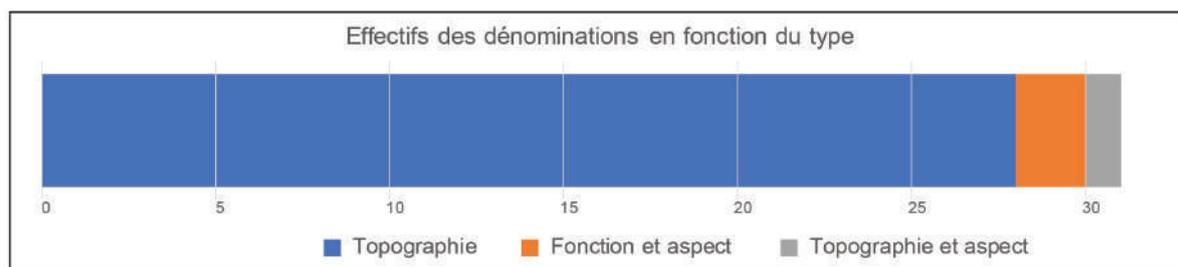
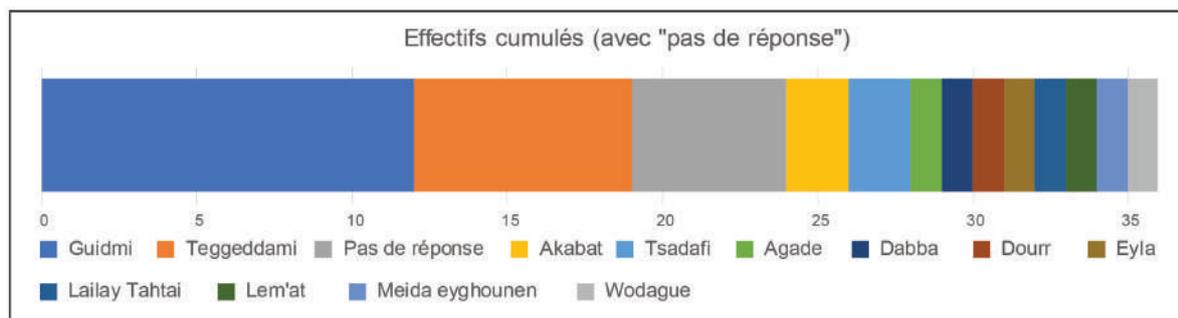


FIGURE 9.14 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14a. Réalisation : N. Blond, 2018.

Le premier type d'ouvrage étudié dans le photoquestionnaire représente un ensemble de terrasses dans un contexte de très forte pente, au niveau d'un col. L'espace photographié se situe hors de la zone étudiée, au nord de Mekele, le long de la route qui relie cette ville au village de Sewne. Cette zone est particulièrement intéressante, dans la mesure où elle donne à voir un ensemble de parcelles dans un thalweg très pentu, mais aussi sur un espace de croupe topographique (au sommet). C'est un espace peu fréquent aux alentours de Sewne, en dehors des amonts des vallées. Trente-et-une réponses ont été données et cinq personnes n'ont pas répondu.

La caractéristique topographique est celle qui est ressortie principalement dans la désignation : 28 sur 31. En revanche, quelques nuances apparaissent : le terme de « *Guidmi* » est cité à douze reprises sur 31. En ajoutant les variantes locales ou afar de ce mot (« *Akabat* » et « *Dabba* »), il atteint quinze occurrences, soit presque la moitié des réponses. Un synonyme, « *Teggeddami* », peut être ajouté, tandis que « *Tsadafi* » désigne une pente plus forte que les précédents. Il y a donc, selon les perceptions, des nuances, selon que l'on considère que la pente est forte ou très forte, mais dans l'ensemble, les répondants sont assez unanimes pour considérer que c'est la topographie qui est en jeu. Hors des variantes locales ou linguistiques, on pourrait retenir, pour la zone étudiée, les deux termes de « *Guidmi* », pour désigner une terrasse sur une zone pentue et de « *Tsadafi* » pour une terrasse sur une zone très pentue.

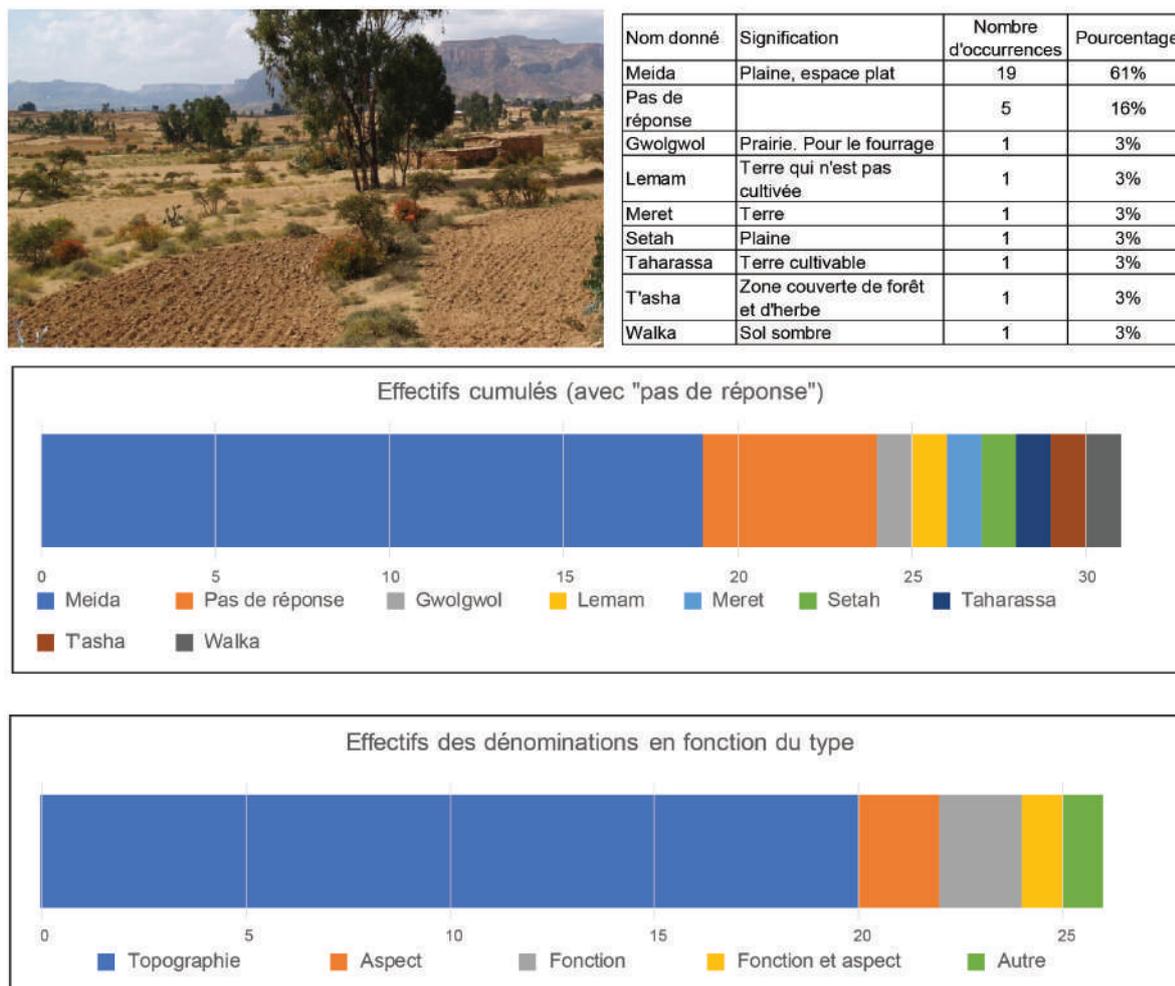


FIGURE 9.15 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14b. Réalisation : N. Blond, 2018.

À l'inverse de la figure 9.14, la figure 9.15 montre un espace cultivé plat. Là non plus, l'espace concerné n'est pas situé aux alentours de Sewne mais sur le plateau, le long de la route qui mène de Mekele à Wukro. Pour cette photographie aussi, c'est le rapport à la topographie qui a été déterminant dans les dénominations. Cinq personnes n'ont pas répondu, ce qui ramène à 26 le nombre de réponses.

Sur ces 26 termes recensés, 20 concernent la topographie, soit 77 % des réponses. Un seul terme ressort vraiment clairement, donné 19 fois (soit 73 % du total des réponses). C'est celui de « *Meida* », qui désigne une plaine, un espace plat.

Ces deux premiers exemples sont particulièrement parlants : dans un espace à la topographie aussi contrastée que les contreforts du plateau du Tigray où se trouve Wakarida, la topographie est un élément primordial dans les représentations des populations et dans les catégories qu'elles utilisent pour nommer les ouvrages de conservation des eaux et des sols. D'une façon un peu surprenante toutefois, alors que ces espaces sont très aménagés, et ce afin de permettre la culture, très peu de noms font référence à l'idée d'agriculture, de champ, ou même de terre : elle n'est absolument pas présente pour 14a (figure 9.14) sauf pour une occurrence qui considère que cet espace n'est pas propice à la culture (« *Dourr* »), mais bien plutôt à la forêt (de même que « *Lem'at* ») ; ces deux idées se retrouvent pour 14b (figure 9.15) avec « *Lemam* » et « *T'asha* ». Néanmoins, deux noms renvoient à l'idée d'une terre (« *Meret* ») qui pourrait être mise en culture (« *Taharassa* »). Ce dernier terme suscite par ailleurs la curiosité, de par sa proximité phonétique avec « terrasse ».



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|----------------|---|----------------------|-------------|
| Gwolgwol | Prairie. Pour le fourrage | 21 | 66% |
| Pas de réponse | | 4 | 13% |
| Meida | Plaine, espace plat | 2 | 6% |
| Ezahati | Zone herbeuse de pâturage, pas pour l'agriculture | 2 | 6% |
| Deret | Pâturage, parcelle | 1 | 3% |
| Randa | Equivalent de "Gwolgwol" en afar | 1 | 3% |
| Regreg | Là où l'eau reste | 1 | 3% |

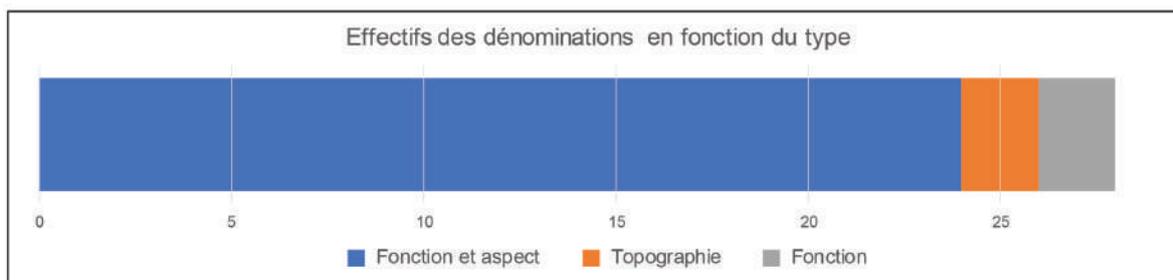
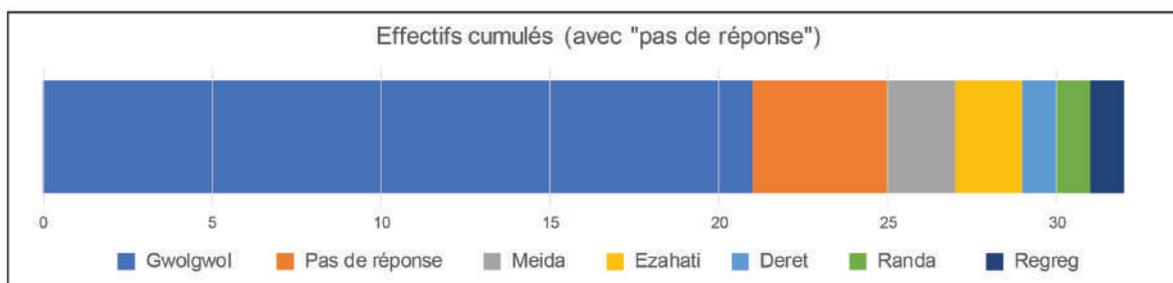


FIGURE 9.16 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14c. Réalisation : N. Blond, 2018.

La photographie 14c (figure 9.16) partage avec la photographie 14b (figure 9.15) la caractéristique de présenter un paysage de terrain plat. Cependant, sur la photographie 14c, on observe une importante couverture herbeuse, le paysage est très vert, et il y a quelques arbres, tandis que le paysage, sur la photographie 14b semble plus sec : quelques arbres, des eucalyptus, bordent des champs labourés dont on ne voit que la terre, et même sur les bordures, il n'y a que quelques touffes d'herbes un peu pâles. On pourrait s'attendre à des réponses semblables à celles de la photographie 14b, vu la topographie. Cependant, sur 28, seules deux se rapportent à la topographie, en employant le même terme que pour 14b, « *Meida* » (figure 9.15). Au contraire, 24 des 28 réponses (soit 85,7 %) se rattachent à la combinaison de la fonction et de l'aspect : une zone herbeuse, une prairie, verte, qui peut servir de pâturage ou à produire du fourrage pour les animaux. Le terme de « *Gwolgwol* », prairie pour le fourrage, est cité 21 fois, nombre qui atteint 22 (soit 78,6 %) si on ajoute « *Randa* », son équivalent en afar.

Ainsi, tous les espaces plats / de plaines ne se valent pas et ne sont pas désignés de la même façon, selon qu'ils servent à la culture ou qu'ils sont plutôt voués à la pâture ou à la production de fourrage pour le bétail. La fonction de production céréalière semble donc être implicitement comprise dans les autres dénominations, comme allant de soi, tandis que le fait d'exercer un autre type de travail sur la parcelle nécessite de le préciser dans le nom qu'on lui donne. Cela tendrait à confirmer l'impression que la culture céréalière en terrasses fait partie intégrante du paysage et du quotidien des populations des environs de Wakarida.



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|--------------------|--|----------------------|-------------|
| Guiddib / Guedebea | Grand mur, grande terrasse. Barrage (cf. Assouan). Sert à conserver l'eau et les sols. | 12 | 33% |
| Guidmi | Zone pentue | 6 | 17% |
| Pas de réponse | | 5 | 14% |
| Dildil / Deladil | Hautes terrasses sur les zones cultivées. Terrasses en général | 4 | 11% |
| Lem'at | Vert et développé. Rendre la zone verte, forestée. | 2 | 6% |
| Teggeddami | Horizontal / Pentu | 2 | 6% |
| Grba | Petite terrasse, petit muret | 1 | 3% |
| Amméd Ekkaba | Préserver le sol | 1 | 3% |
| Haresha hounni | Pas pour la culture | 1 | 3% |
| Qwana | Qui est bâti avec des pierres | 1 | 3% |
| Tsadafi | Plus vertical que "Teggeddami" | 1 | 3% |

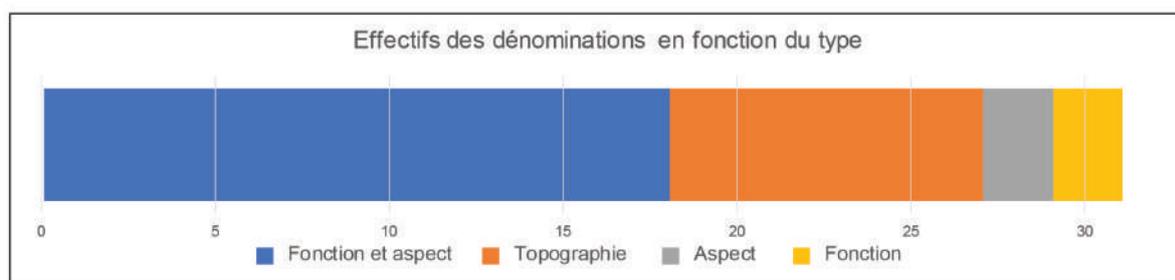
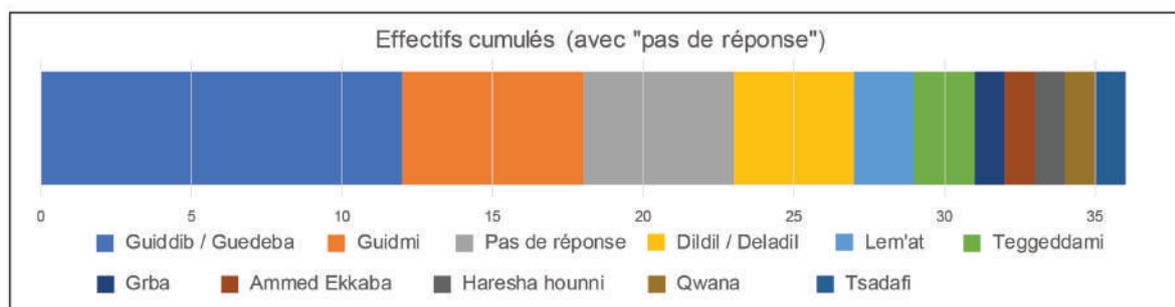


FIGURE 9.17 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14d. Réalisation : N. Blond, 2018.

Qu'en est-il alors des paysages de terrasses qui ne sont pas destinées à la culture ? Tiennent-ils la même place dans l'imaginaire et le quotidien des populations ? La photographie 14d cherche à interroger les différences entre les terrasses cultivées et celles qui, sur les versants abrupts, ont surtout comme fonction d'y empêcher l'érosion des sols. Il s'agit avant tout de comprendre si les habitants opèrent une distinction entre terrasses anti-érosives et terrasses de culture. Cinq personnes n'ont pas donné de réponse. Comme pour la photographie précédente (14c, figure 9.16) une grande partie des réponses concerne la fonction et l'aspect. Néanmoins, la répartition est moins unanime que pour les trois précédentes : 18 réponses sur 31 (58,1 %), tandis que les termes renvoyant à la topographie cumulent neuf occurrences (29 %). On peut en revanche compter deux réponses supplémentaires faisant appel à la fonction seule, et deux autres reposant uniquement sur l'aspect.

Si on se concentre sur les traductions des termes proposés, on s'aperçoit toutefois que le concept de « terrasses » apparaît ici beaucoup plus nettement que pour les trois types d'ouvrages précédents (figures 9.14 à 9.16). Les termes de « *Guiddib* », « *Dildil* » et « *Grba* » semblent contenir cette idée, ce qui fait 17 occurrences se rapportant aux terrasses sur les 31 réponses, soit 54,8 % du total.

Les expressions renvoyant à la topographie désignent ici la pente du versant, en employant les termes déjà rencontrés pour la photographie 14a (figure 9.14) de « *Guidmi* », « *Tsadafi* » et « *Teggeddami* ». En revanche, tous n'attribuent pas la même fonction à ces ouvrages : pour douze des répondants, il s'agit de conserver les eaux et les sols, tandis que pour une personne, elles ne servent qu'à la protection des sols. Si quatre personnes considèrent qu'elles sont destinées à l'agriculture, une autre pense le contraire. Enfin, la vocation serait plutôt, pour deux répondants, de reverdir la zone, ce qui peut s'accorder avec l'idée de conserver les eaux et/ou les sols. Ces aménagements ont aussi été rattachés assez largement aux travaux effectués dans le cadre des programmes *Food for Work*, évoqués plus haut.

Bien que les réponses soient moins unanimes ici que pour les trois photographies précédentes, le terme de « *Guidmi* » recueille un peu plus de 38 % des réponses et il semble que ce soit la combinaison de l'aspect (terrasses en pierre) et de la fonction (conservation des eaux et des sols dans le but de cultiver et/ou de reboiser la région) qui serve à désigner ce type d'aménagement.



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|---------------------|--|----------------------|-------------|
| Tchintcha' | Pierreux. Terre avec beaucoup de petites pierres (cultivée ou non) | 7 | 19% |
| Pas de réponse | | 7 | 19% |
| Imni zibazigho bota | Endroit / Terre avec beaucoup de pierres | 3 | 8% |
| Guidmi | Zone pentue | 3 | 8% |
| Lemam | Terre qui n'est pas cultivée. Eventuellement pour mettre des animaux | 3 | 8% |
| Doungour | Pierreux. Pierres | 2 | 5% |
| Badaa | Improductif, hors d'usage | 1 | 3% |
| Berahra | Zone qui n'est pas utilisée pour la culture. Pas cultivé mais couvert de roche. Hors d'usage | 1 | 3% |
| Deret | Pâturage / parcelle | 1 | 3% |
| Eugog | Equivalent de "Imni zibazigho bota" en afar | 1 | 3% |
| Gaharti | Zone avec beaucoup de pierres, impropre à l'agriculture | 1 | 3% |
| GouhEur zelowo bota | Endroit qui a beaucoup de pierres | 1 | 3% |
| Gwourr | Pierres | 1 | 3% |
| Kareen | Terre sur laquelle ne pousse ni herbe ni forêt | 1 | 3% |
| Kin | Haut et pierreux, improductif | 1 | 3% |
| Kokhri | Zone pierreuse inculte | 1 | 3% |
| Sahara | Désert | 1 | 3% |
| Saharti | Zone avec beaucoup de pierres, impropre à l'agriculture | 1 | 3% |

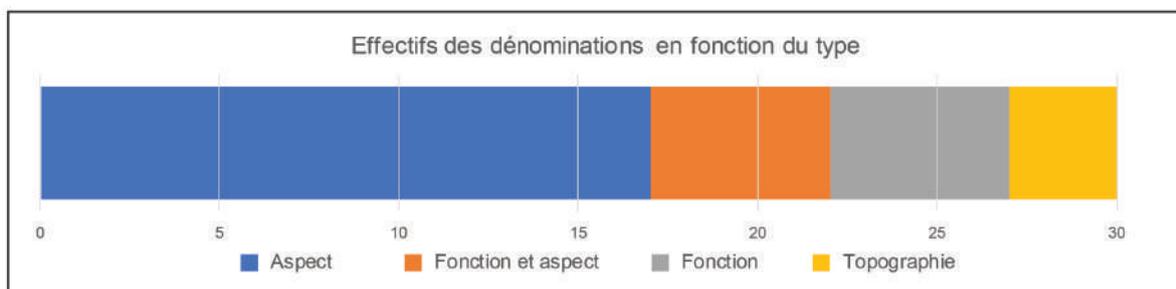
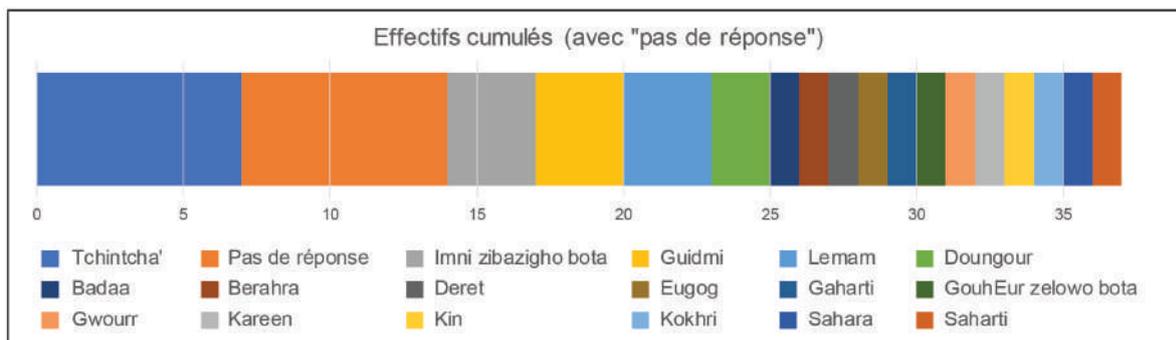


FIGURE 9.18 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14e. Réalisation : N. Blond, 2018.

Les trois photographies suivantes (14e, 14f et 14g, figures 9.18 à 9.20) ont donné plus de fil à retordre aux répondants que les précédentes, et on compte un plus grand nombre de non réponses. Leur présence dans le photoquestionnaire vise à recueillir des informations sur des paysages rencontrés en prospection et dont l'origine et la fonction interrogent. La photographie 14e (figure 9.18) représente un versant occupé par des murets de pierre sèche. La surface de sol retenue par les murets est couverte de débris rocheux anguleux. Sept personnes n'ont pas répondu à la question 14e.

Sur les trente termes proposés, 17 (soit 56,7 %) renvoient à l'aspect, ce qui paraît assez évident compte tenu de la couverture rocheuse très importante. Les différents termes retenus (« *Tchintcha'* », « *Imni zibazigho bota* », « *Doungour* », « *Eugog* », « *GouhEur zelowo bota* », « *Gwourr* », « *Kareen* » ou « *Sahara* ») renvoient tous à la présence des pierres en abondance, mais ne disent rien de plus. Seul le terme de « *Kareen* » décrit un espace où ne poussent ni herbe ni forêt. D'autres termes (5 sur 31, soit 16,1 %), en plus de décrire l'aspect, renseignent sur la fonction de ce type d'espaces. Cinq autres réponses ne donnent d'information que sur la seule fonction. Les réponses sont toutefois assez unanimes malgré des termes différents : la présence des pierres rend la terre inculte, la zone est impropre à la culture, improductive (« *Lemam* », « *Badaa* », « *Berahra* », « *Gaharti* », « *Kin* », « *Kokhri* » ou encore « *Saharti* »).

Il semble difficile de proposer un terme pour désigner cet espace, puisque le mot qui a été mentionné le plus de fois (« *Tchintcha'* ») l'est autant que les non réponses. Cependant, il semble assez évident qu'on peut parler, pour cet espace, d'une zone couverte de pierres et improductive. Il ne semble pas qu'il s'agisse d'une parcelle nouvellement dotée de murs et qui attendrait d'être épierrée. La pratique de l'épierrage n'a d'ailleurs été évoquée que très rarement. Il semble plutôt s'agir d'un espace abandonné, que l'érosion a progressivement recouvert de débris rocheux. Les aménagements sont, en effet, situés très haut sur le versant dans une zone assez difficile d'accès, éloignée de la vallée et du village, bien qu'une habitation ait été aperçue à proximité. L'espace a pu être mis en valeur durant une période de forte pression démographique et/ou de faible productivité des espaces agricoles alentours (en période de famine, par exemple). Le retour à des conditions de vie plus favorables peut avoir causé l'abandon de cette zone contrainte.

Une autre hypothèse expliquant la colonisation incomplète d'un espace si marginal peut reposer sur le fait que, dans le cadre des programmes *Food for Work*, les populations reçoivent de l'aide alimentaire et/ou financière en échange de la construction de murets. Les aménagements décrits sur la photographie 14e pourraient être le résultat d'un de ces programmes, même si cela demeure peu probable, du fait du caractère isolé de cet aménagement et de la différence d'aspect d'avec les autres ouvrages.



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|-----------------------|--|----------------------|-------------|
| Pas de réponse | | 11 | 33% |
| Guiddib / Guedebea | Grand mur, grande terrasse. Barrage (cf. Assouan). Sert à conserver l'eau et les sols. | 5 | 15% |
| Dildil / Deladil | Hautes terrasses sur les zones cultivées. Terrasses en général | 4 | 12% |
| Goudgwad / Gwadagoudi | Puits / trou pour collecter l'eau et y faire pousser des plantes | 3 | 9% |
| Gurguat | | 1 | 3% |
| Aghabah | Pour conserver l'eau | 1 | 3% |
| Berahra | Zone qui n'est pas utilisée pour la culture. Pas cultivé mais couvert de roche. Hors d'usage | 1 | 3% |
| Dorrah | Pour conserver l'eau | 1 | 3% |
| Ferki warahi | Littéralement "demi-lune" : pour préserver l'eau et planter des arbres | 1 | 3% |
| Guidmi | Zone pentue | 1 | 3% |
| Kattri | Pour que ça ne coule pas de l'amont vers l'aval | 1 | 3% |
| Mahbellaoui zalah | Un trou qui a la forme des vagues de l'océan (littéralement). Pour stocker de l'eau. | 1 | 3% |
| May Telefah | Pour conserver l'eau | 1 | 3% |
| Meughwar may | Pour conserver l'eau | 1 | 3% |

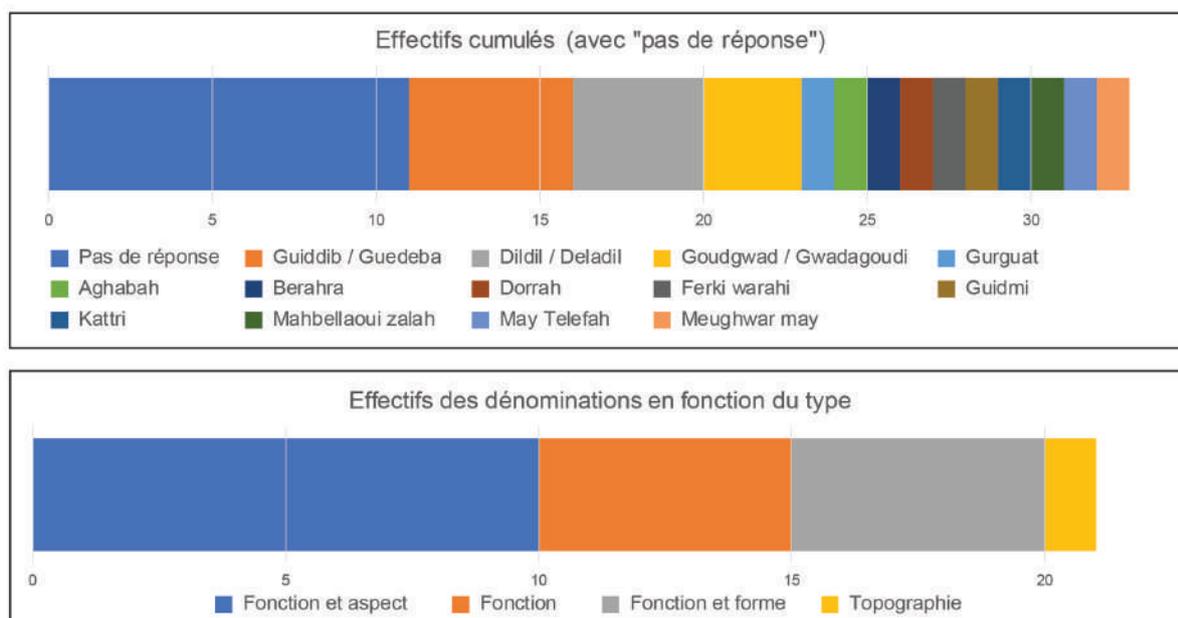


FIGURE 9.19 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14f. Réalisation : N. Blond, 2018.

Les deux photographies suivantes (14f et 14g, figures 9.19 et 9.20) représentent les mêmes aménagements. La photographie 14f (figure 9.19) est un plan rapproché, tandis que la photographie 14g (figure 9.20) est un plan large.

La photographie 14f (figure 9.19) montre une sorte de casier construit sur le versant, perpendiculairement à la pente. Un muret, distant du versant d'environ un mètre à un mètre cinquante est construit en épousant les courbes de niveau. Le sommet est recouvert de graviers et de petits cailloux. À l'arrière, un trou sépare le muret de la pente du versant. Des bourrelets latéraux, dans le sens du versant (et donc perpendiculaires au muret principal) semblaient délimiter des casiers. À certains endroits, le fond présente des fentes de dessiccation.

Dans le tableau de réponses (figure 9.19), celle qui a recueilli le plus de voix est l'absence de réponse (11 sur 33, soit 33 %). Un terme a été donné mais non traduit (« *Gur-guat* »). Il est compté dans les réponses mais pas dans les types, puisque sa signification n'est pas connue. Parmi les vingt-et-une réponses, vingt (95,2 %) ont cherché à expliquer ces aménagements par leur fonction, qu'elle soit seule (cinq occurrences, 23,8 %) ou combinée à l'aspect (10 occurrences, soit 47,6 %) ou à la forme (cinq occurrences, soit 23,8 %). Une seule réponse a fait appel à la topographie (4,8 %).

Parmi les fonctions, on retrouve l'idée de terrasse, déjà évoquée pour les aménagements de la photographie 14d (figure 9.17). Les caractéristiques communes, dans l'aspect, sont particulièrement visibles sur la figure 9.20 : murets de pierre sèche en courbes de niveau, versant pentu et peu boisé. L'idée de conservation des eaux et des sols est aussi bien représentée, qu'il s'agisse uniquement de conserver l'eau (cinq occurrences), de conserver l'eau pour faire pousser des arbres ou des plantes (quatre occurrences) ou de conserver l'eau et les sols (cinq occurrences). À ces fonctions a pu s'ajouter la forme prise par ces aménagements : un trou (trois occurrences), une demi-lune (une occurrence) ou une vague de l'océan (une occurrence).

Dans l'ensemble, on peut considérer ces aménagements comme ayant une certaine proximité avec ceux des programmes « *Food for Work* », décrits pour la photographie 14d (figure 9.17). Il s'agit d'une forme de terrasses, dont la fonction est de retenir l'eau et les sols, non pas pour l'agriculture, mais plutôt pour favoriser le reboisement. Cette fonction pourrait expliquer les formes en casiers, plus propice à la plantation d'arbres qu'à la mise en place de parcelles de céréaliculture devant, qui plus est, être labourées.



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|-----------------------|--|----------------------|-------------|
| Goudgwad / Gwadagoudi | Puits / trou pour collecter l'eau et y faire pousser des plantes | 11 | 33% |
| Pas de réponse | | 9 | 27% |
| Zalah | Un trou pour l'eau | 4 | 12% |
| Bwodoh | Trou. Equivalent de "Goudgwad" en afar | 2 | 6% |
| Ekabe may | Pour conserver l'eau. Plantation d'arbres pour reforester la zone | 1 | 3% |
| Guiddib / Guedebea | Grand mur, grande terrasse. Barrage (cf. Assouan). Sert à conserver l'eau et les sols. | 1 | 3% |
| Kazzan | Un trou qui collecte l'eau à l'amont d'une construction en pierre | 1 | 3% |
| Lem'at | Vert et développé. Rendre la zone verte, forestée. | 1 | 3% |
| May le eukkour | Pour conserver l'eau. | 1 | 3% |
| Metralaoui zalah | Un trou pour conserver l'eau | 1 | 3% |
| Terrabezaoui zalah | Une table avec un trou (littéralement) | 1 | 3% |

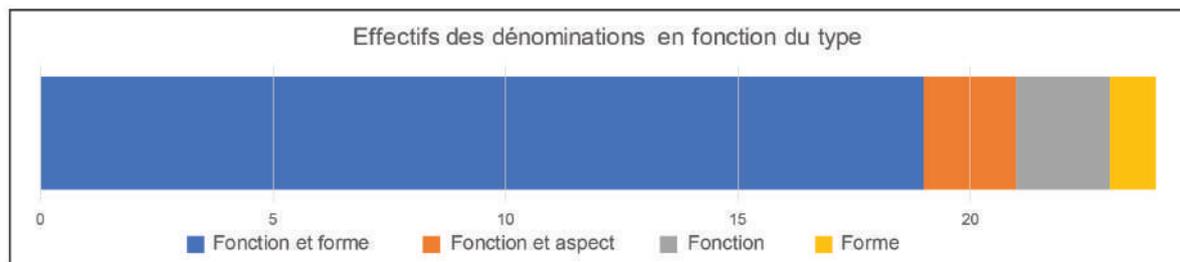
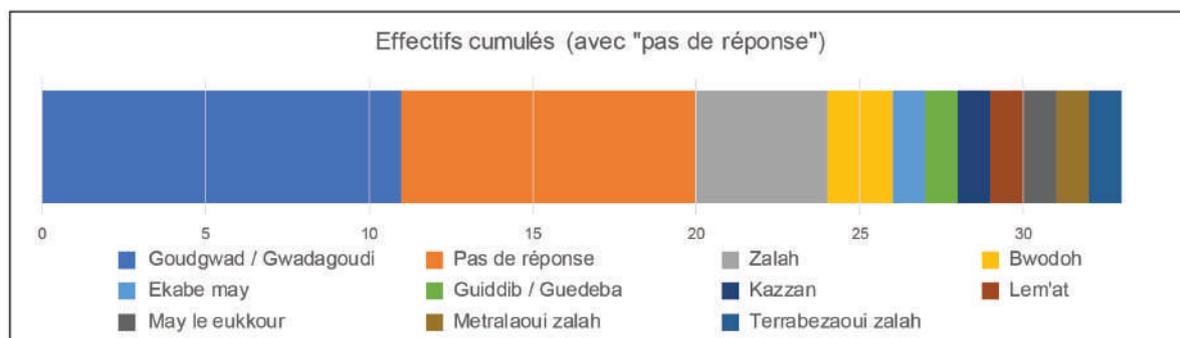


FIGURE 9.20 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14g. Réalisation : N. Blond, 2018.

La comparaison des résultats pour les photographies 14f et 14g (figures 9.19 et 9.20), qui représentent pourtant le même espace, est surprenante. On observe en effet un peu moins de non réponse pour 14g que pour 14f (neuf contre onze, figures 9.19 et 9.20) et une plus grande homogénéité des types de réponses données. Pour 19 des 24 réponses, le type correspond à la combinaison de la fonction et de la forme (figure 9.20), c'est-à-dire à un trou (forme) pour collecter de l'eau (fonction). Dans deux cas, seule la fonction était mentionnée (pour conserver l'eau et reboiser la région).

D'autre part, la photographie en plan large (14g, figure 9.20) permet d'évacuer complètement la mention des termes qui renvoient aux terrasses, rencontrés pour la photographie en plan rapproché (14f, figure 9.19), ce qui semble plutôt étonnant, dans la mesure où elle met plus en avant les points communs avec les terrasses des programmes « *Food for Work* » que le plan rapproché. L'accent est mis sur l'idée d'un trou pour collecter de l'eau, la dénomination la plus fréquemment employée étant « *Goudgwad* » (« *Gwadagoudi* » au pluriel), qui compte onze occurrences auxquelles il faut ajouter les deux occurrences de « *Bwodoh* », équivalent de « *Goudgwad* » en afar.

Comme cela est visible sur la photographie 14g (figure 9.20) et comme l'indiquent les résultats du photoquestionnaire, ces ouvrages permettent la replantation d'arbres et donc la stabilisation de ces versants particulièrement rocheux (on aperçoit, en haut de la photographie 14g la parcelle représentée sur la photographie 14e, figure 9.18) et le reverdissement de la région, même s'il apparaît que peu d'arbres se trouvent dans les casiers, mais plutôt à l'amont de ceux-ci. Quinze des vingt-quatre réponses mentionnent en effet la possibilité, grâce à ces aménagements, de planter des arbres.

De tels aménagements et les noms que leur ont donnés les populations interrogées sont cohérents avec l'effort actuel de reboisement de la région, entrepris depuis quelques années, et dont on peut apprécier les effets dans l'exemple d'*Enda Kidane Mehrèt*, sous-section 10.2.3, page 457 *sq.*



| Nom donné | Signification | Nombre d'occurrences | Pourcentage |
|--------------------|--|----------------------|-------------|
| Dildil / Deladil | Hautes terrasses sur les zones cultivées. Terrasses en général | 11 | 28% |
| Meida | Plaine, espace plat | 5 | 13% |
| Pas de réponse | | 5 | 13% |
| Guiddib / Guedebea | Grand mur, grande terrasse. Barrage (cf. Assouan). Sert à conserver l'eau et les sols. | 3 | 8% |
| Amiough | Le plus profond (littéralement) | 2 | 5% |
| Grat | Terre agricole | 2 | 5% |
| Deret | Pâturage / parcelle | 1 | 3% |
| Dildil grat | Une parcelle avec des terrasses | 1 | 3% |
| Eyla | Endroit humide. Profond et présence d'eau | 1 | 3% |
| Guidmi | Zone pentue | 1 | 3% |
| Haresha bota | Lieu cultivable | 1 | 3% |
| Haresha grat | Terre (agricole) cultivable | 1 | 3% |
| Lailay Tahtai | En haut et en bas (littéralement) | 1 | 3% |
| Meret haresha | Terre agricole | 1 | 3% |
| Qwana | Qui est bâti avec des pierres | 1 | 3% |
| Reggahai | Stable | 1 | 3% |
| Rogwit | Sol très fertile | 1 | 3% |

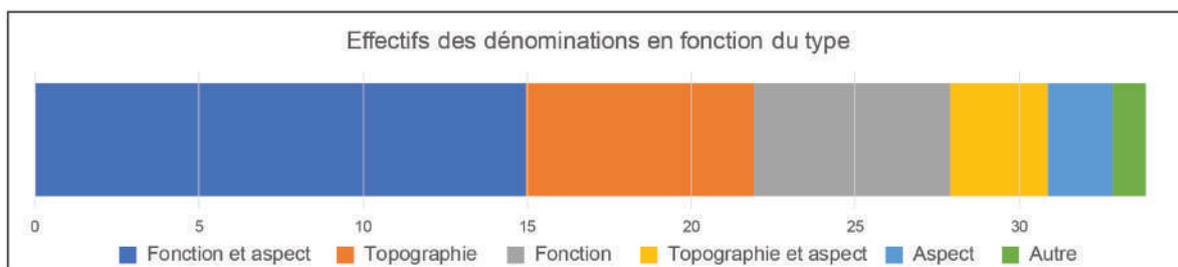
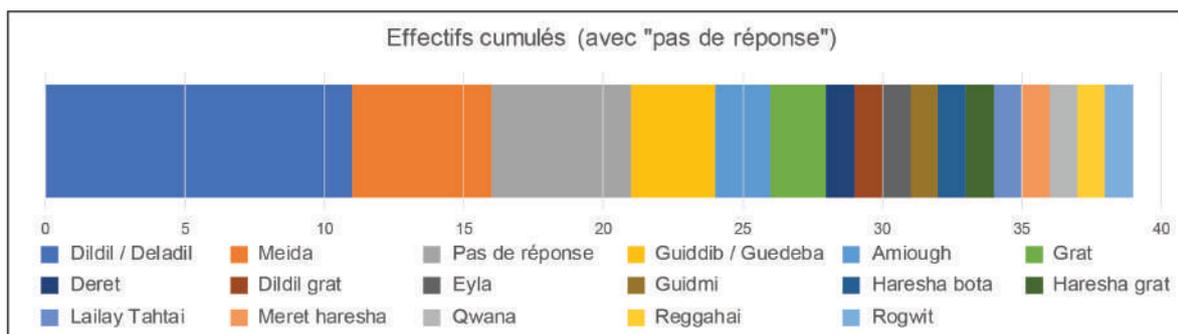


FIGURE 9.21 – Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14h. Réalisation : N. Blond, 2018.

La dernière photographie, 14h (figure 9.21), montre un paysage de thalweg cultivé, dans la vallée de May Ayni, juste à l'aval du site de Wakarida. L'ensemble de la vallée est occupé par des terrasses en gradins, cultivées, dont la pente est relativement faible.

Parmi les trente-quatre réponses, sept portent sur la topographie. Elles évoquent un espace plat, une plaine (« *Meida* », comme pour la photographie 14b, figure 9.15), une zone pentue (« *Guidmi* », terme désignant la photographie 14a, figure 9.14) ou l'alternance haut / bas (« *Lailay Tahtai* »). Un grand nombre d'occurrences (quinze) désignent au contraire la fonction et l'aspect, six la seule fonction et deux le seul aspect.

La plupart de ces termes décrivent des terrasses cultivées, des parcelles ou terres agricoles. Le terme qui recueille le plus grand nombre de mentions est celui de « *Dildil* », qui, en général, désigne ces ouvrages de conservation des eaux et des sols destinés à l'agriculture : onze réponses sur les trente-quatre (soit 32,4 %).

D'une façon assez étonnante, ce paysage très familier (puisque c'est celui de la vallée de May Ayni, où ont été conduits onze des trente entretiens) ne fait pas l'objet d'une dénomination aussi unanime que la photographie 14b, par exemple. On peut estimer, comme pour la photographie 14a (figure 9.14) qu'on observe des nuances : « *Dildil* » apparaît comme un terme plutôt générique, tandis que « *Guiddib* » semble être plus spécifique aux terrasses de grande taille. La comptabilisation de ces deux appellations porte à quatorze le nombre d'occurrences désignant spécifiquement les terrasses. D'un autre côté, six occurrences (concernant cinq termes ou expressions différents) font simplement état d'une terre cultivable et sont très proches : « *Grat* », « *Haresha grat* », « *Meret haresha* » ou encore « *Haresha bota* », tous étant des synonymes.

CONCLUSION

Le territoire du Tigray a ainsi connu des migrations conséquentes, que l'on peut lier à des épisodes de sécheresse et/ou famine et qui ont conduit les populations à chercher leur subsistance dans cet espace de marge. De tels mouvements font aussi partie de pratiques traditionnelles à l'échelle locale (semi-nomadisme), qui ont été bouleversées par les politiques de réformes agraires et de « villagisation ». La redistribution des terres a fixé les populations sur les quelques parcelles qui leur ont été allouées et les ont contraintes à concentrer leurs moyens de subsistance sur un seul terroir, souvent restreint.

Afin d'en tirer le meilleur parti, il leur a fallu mettre en place des techniques qui permettent de lutter contre l'érosion des sols, concentrent ou conservent les eaux de pluie, voire permettent de puiser dans les réserves aquifères. À ce titre, les terrasses semblent être une solution locale à une problématique assez spécifique, liée aussi aux particularités de la culture dans les alentours de Sewne, puisqu'elle se fait dans les thalwegs, et non sur les versants.

Les mots pour désigner ces ouvrages et les paysages qui leur sont associés renforcent cette idée : on insiste beaucoup sur la topographie ou sur la forme de la terrasse, mais aussi sur sa fonction. Comme le rappelle le tableau 9.16, les dénominations renvoient par exemple au fait qu'on cultive pour le fourrage (figure 9.16, « Gwolgwol »), que l'espace soit inculte (figure 9.18, « Tchintcha' ») ou qu'on utilise l'ouvrage pour collecter l'eau (figure 9.20, « Goudgwad »).

| Numéro | Figure | Nom | Traduction | Taux (%) |
|--------|--------------|-------------------|----------------------------------|----------|
| 14a | 9.14, p. 412 | <i>Guidmi</i> | Zone pentue | 38,71 |
| 14b | 9.15, p. 414 | <i>Meida</i> | Plaine, espace plat | 73,08 |
| 14c | 9.16, p. 416 | <i>Gwolgwol</i> | Prairie. Pour le fourrage | 75,00 |
| 14d | 9.17, p. 418 | <i>Guiddib</i> | Grande terrasse | 38,71 |
| 14e | 9.18, p. 420 | <i>Tchintcha'</i> | Terre pierreuse | 23,33 |
| 14f | 9.19, p. 422 | <i>Guiddib</i> | Grande terrasse | 22,73 |
| 14g | 9.20, p. 424 | <i>Goudgwad</i> | Puits, trou pour collecter l'eau | 45,83 |
| 14h | 9.21, p. 426 | <i>Dildil</i> | Hautes terrasses | 32,35 |

TABLEAU 9.16 – Tableau récapitulatif des noms d'ouvrages donnés majoritairement pour chaque photographie du photoquestionnaire.

Chapitre 10

Évolutions du couvert végétal et des zones cultivées

*Il s'agit de faire revivre les terres mortes
pour que les hommes en vivent.*

Habib Bourguiba, cité par Côte, 1964.

Sommaire

| | |
|---|------------|
| Introduction | 429 |
| 10.1 Évolution des surfaces cultivées à Wakarida | 431 |
| 10.1.1 État des lieux contemporain | 431 |
| 10.1.2 Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 1994 | 435 |
| 10.1.3 Évolution des surfaces cultivées de 1994 à 2012 | 438 |
| 10.1.4 Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 2012 | 441 |
| 10.2 Le couvert végétal | 444 |
| 10.2.1 Des défrichements récents et étendus, causés par l'occupation humaine et la mise en culture | 444 |
| 10.2.2 Évolution du couvert végétal et héritages morphologiques à Wakarida | 450 |
| 10.2.3 <i>Enda Kidane Mehrèt</i> : l'évolution du couvert végétal d'une montagne au cours du XX ^e siècle | 457 |
| 10.3 Pressions anthropiques et modifications du paysage | 459 |
| Conclusion | 461 |

INTRODUCTION

Le chapitre 9 a montré qu'une partie non négligeable de la population du Tigray, et en particulier de celle de la zone d'étude, était arrivée relativement récemment dans la région et que cela avait entraîné des modifications dans les modes de vie, d'habiter et de cultiver de ces populations. La technique de culture en terrasse semble, d'après les entretiens et les documents d'archives, être d'introduction assez récente.

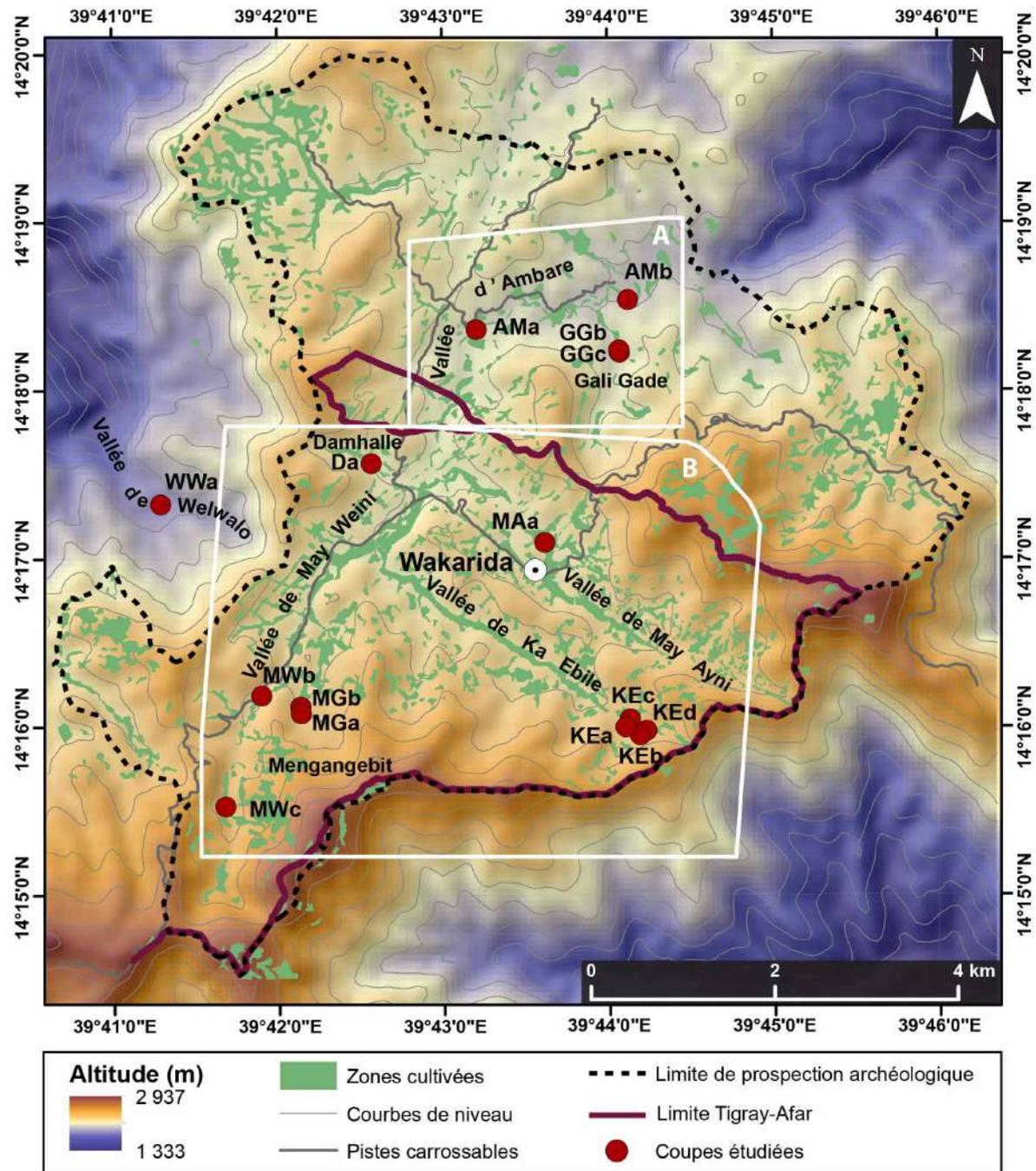


FIGURE 10.1 – Carte des secteurs d’étude de photographies aériennes diachroniques. A : secteur nord ; B : secteur sud. Altitude d’après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

Le chapitre 10 met en lumière les conséquences paysagères et environnementales des aménagements en terrasse. L’analyse diachronique de photographies aériennes, photographies et images satellitaires de la zone étudiée à quatre périodes (1964-1965, 1967, 1994 et 2012) permet d’apprécier l’évolution des surfaces cultivées et d’identifier la période où les changements les plus importants s’opèrent. Deux secteurs ont été sélectionnés (figure 10.1), le temps ne permettant pas de traiter l’ensemble du territoire.

En complément, il est intéressant d’appréhender l’impact de la pression démographique et des aménagements sur les couverts végétaux. On remarque en effet dans les thalwegs des témoignages morphologiques des fonctionnements des vallons antérieurement à la mise en terrasse. On remarque aussi que les défrichements sont relativement récents et liés à l’occupation humaine. À ce titre, croiser entretiens et images aériennes diachroniques permet d’apporter des nuances au propos.

10.1 Évolution des surfaces cultivées à Wakarida et caractéristiques de leur localisation

Les vues verticales offrent la possibilité d’une analyse diachronique, grâce ici à quatre jalons : 1964-1965, 1967, 1994 et 2012. Le matériel est composé de photographies aériennes anciennes acquises auprès de l’EMA¹ (1964-1965 et 1994), de photographies satellitaires Corona (1967) et d’images satellitaires Quickbird (2012). Après avoir fait l’état des lieux de la culture en terrasses contemporaine, nous détaillerons les étapes principales qui ont abouti, depuis les années 1960, à la mise en place du paysage actuel. Comme indiqué dans la sous-section 3.3.2.4, page 120 *sq.*, les images de 1967 ont été préférées à celles de 1964-1965 car leur meilleure lisibilité facilite la digitalisation. D’autre part, la proximité chronologique des deux clichés permet d’effectuer cette substitution sans perte d’information.

10.1.1 État des lieux contemporain

Le Tigray contemporain est une région majoritairement agricole, comme cela a été rappelé dans la sous-section 1.4.2, page 33 *sq.* S’il est difficile d’identifier précisément le nombre ou la part d’actifs qui travaillent dans l’agriculture, ceux-ci sont compris dans les 75,8 % de travailleurs à leur compte ou qui travaillent pour leur famille en 2007 dans le Tigray. Dans la zone d’étude, l’agriculture est l’activité majeure des habitants, comme en témoigne le paysage.

La zone autour de Wakarida est en effet largement cultivée en terrasses, comme le montrent les figures 10.2 et 10.3. Dans le nord de la zone de prospection, la surface représentée sur la figure 10.2 couvre 6,8 km². Les 1 258 terrasses digitalisées y couvrent une surface de 0,73 km², soit 10,7 % du territoire. L’extrait sud (figure 10.3) représente une surface plus importante (24,4 km²). Dans cette zone, les 5 367 parcelles de culture occupent une surface totale de 3,85 km², c’est-à-dire 15,8 % du territoire (tableau 10.1).

1. *Ethiopian Mapping Agency.*

Comme le montrent les deux cartes (figures 10.2 et 10.3), les cultures se situent majoritairement dans les vallées, le long des axes d'écoulement. Cela est particulièrement visible dans les vallées principales, Ambare (figure 10.2), May Ayni, Ka Ebile et May Weini (figure 10.3), où les thalwegs forment des zones basses à la pente douce. Les axes secondaires en revanche, plus pentus et moins réguliers, sont moins systématiquement occupés (voir notamment les affluents de Ka Ebile ou de May Weini, figure 10.3). Plus en altitude, des replats sur les versants sont occupés par les cultures en terrasses et forment souvent des *patches*, des poches discontinues. À quelques exceptions près, les crêtes sont délaissées par les cultures.

Les parcelles actuelles sont de taille plutôt modeste (tableau 10.1) : la surface moyenne est de 578 m² pour l'extrait nord et de 718 m² pour l'extrait sud. Cette différence de 140 m² entre les deux secteurs peut s'expliquer par la présence de vallées plus larges dans le secteur sud que dans le nord, permettant des cultures sur des surfaces un peu plus étendues. Dans ces deux secteurs on observe de considérables variations, de quelques dizaines à plusieurs milliers de mètres carrés (tableau 10.1). En moyenne, les surfaces cultivées sont inférieures à 0,1 ha (578 m² et 718 m² respectivement, voir tableau 10.1), la plus importante de ces surfaces atteignant 0,8 ha. Dans le tableau 10.1, les tailles minimales sont celles de parcelles entières. Celles qui sont tronquées par la délimitation de la zone d'étude ont été écartées (voir les emprises sur la figure 10.1).

| | Extrait nord (figure 10.2) | Extrait sud (figure 10.3) | Total (2 extraits) |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Surface totale | 6,8 km ² | 24,4 km ² | 31,2 km ² |
| Nombre de parcelles | 1 258 | 5 367 | 6 625 |
| Surface cultivée | 0,73 km ² | 3,85 km ² | 4,58 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé | 10,7 % | 15,8 % | 14,7 % |
| Surface moyenne (parcelle) | 578 m ² | 718 m ² | 691 m ² |
| Surface maximale (parcelle) | 8 078 m ² | 5 307 m ² | 8 078 m ² |
| Surface minimale (parcelle) | 30,9 m ² | 15,1 m ² | 15,1 m ² |

TABLEAU 10.1 – Nombre et surfaces des parcelles dans les extraits nord et sud de la zone de prospection. Calculs d'après les digitalisations.

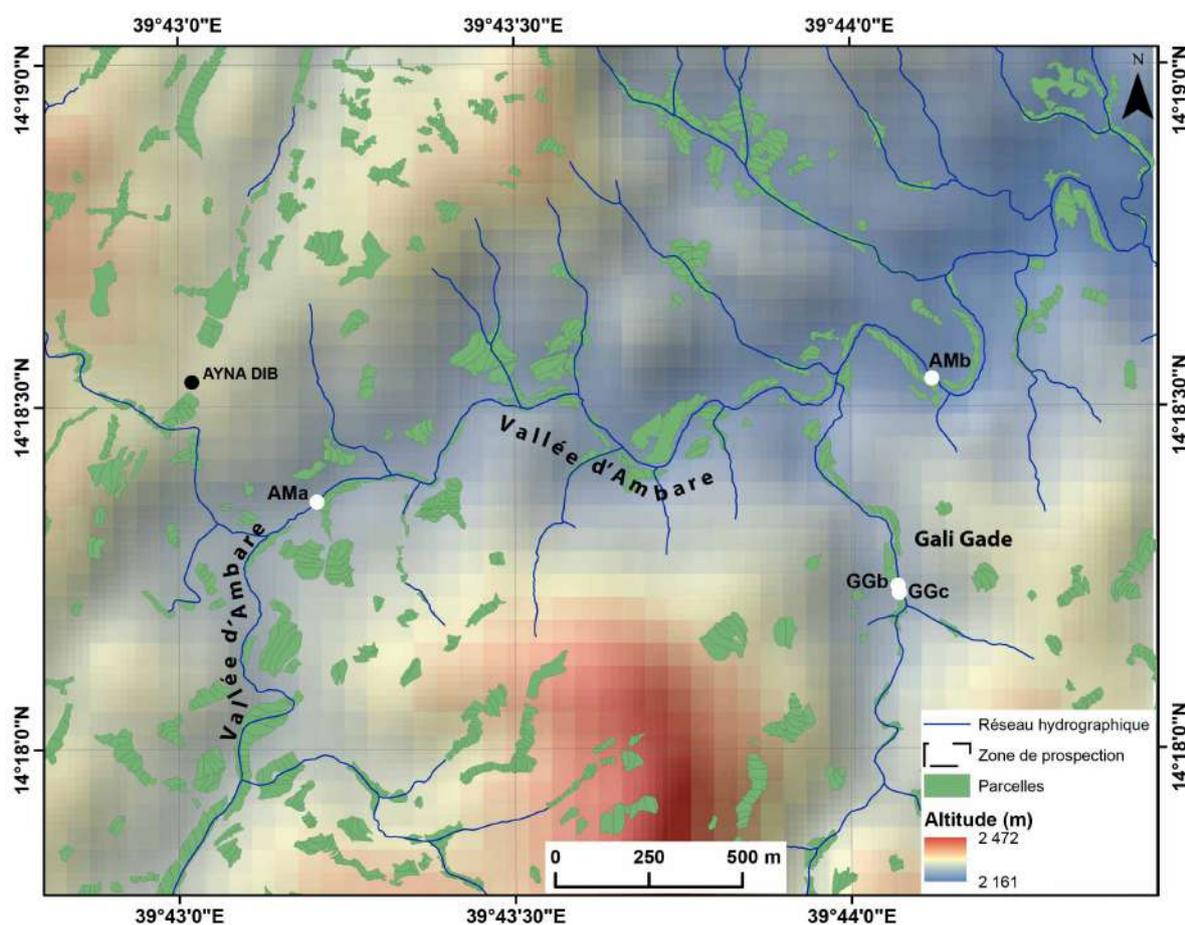


FIGURE 10.2 – Carte des parcelles actuellement cultivées en terrasses dans le nord de la zone de prospection. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, SIG Wakarida.

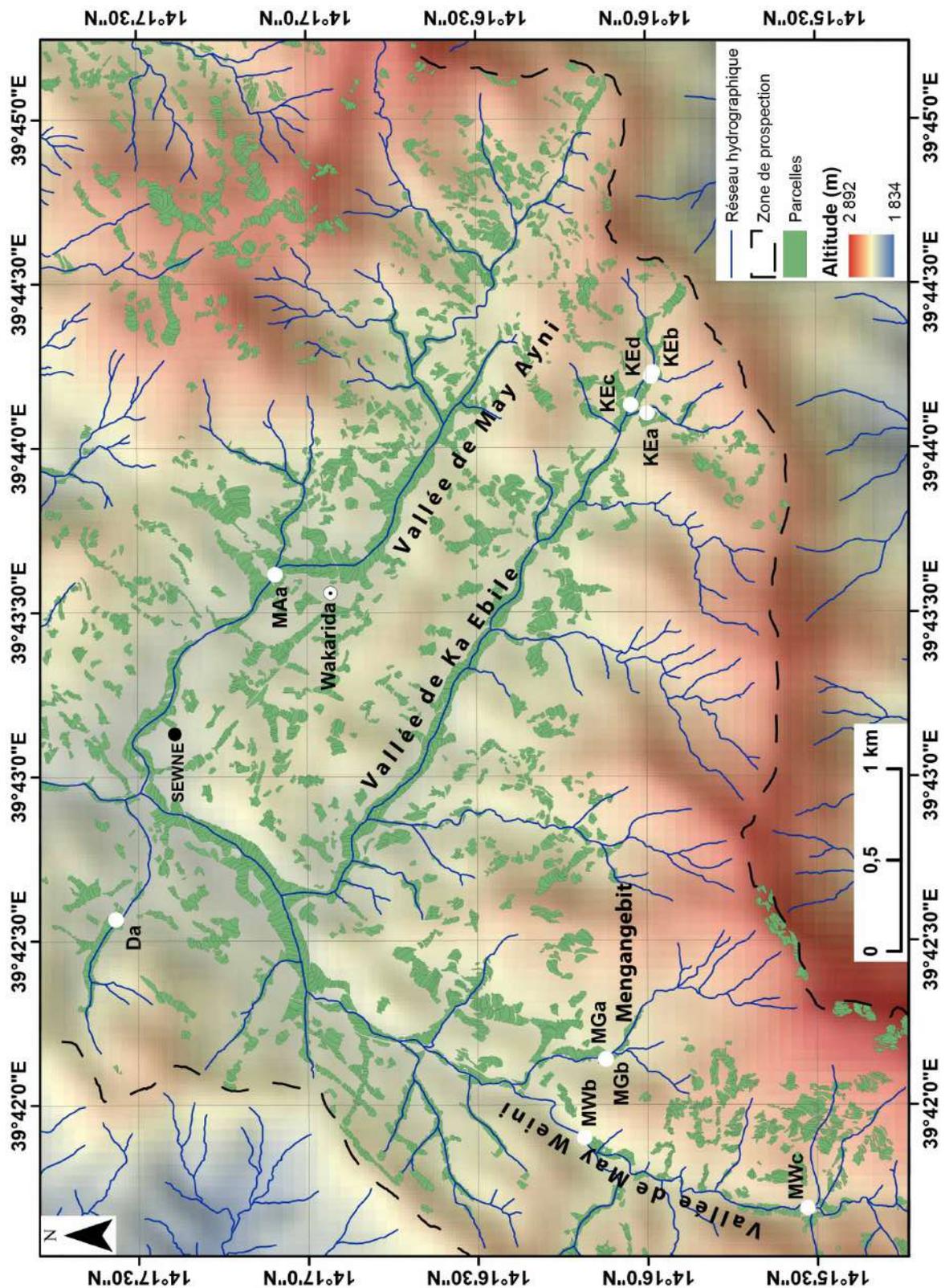


FIGURE 10.3 – Carte des parcelles actuellement cultivées en terrasses dans le sud de la zone de prospection. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, SIG Wakarida.

10.1.2 Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 1994

Dans les tableaux 10.2 à 10.4, pages 436, 439 et 442, les surfaces totales diffèrent de celles du tableau 10.1, page 433 à cause des espaces tronqués par les emprises des photographies aériennes ou satellitaires : les images ne sont pas parfaitement rectangulaires (figures 10.4 à 10.9, pages 436, 437, 439, 440 et 442 et 443).

Les images de 1967 montrent une région où la végétation est déjà ouverte et où les zones de culture sont déjà nombreuses. En fonction des secteurs, elles occupent entre 5,5 et 12,7 % du territoire étudié (tableau 10.2). La différence de taux d'occupation entre ces deux secteurs a été évoquée dans la sous-section 10.1.1, page 431 *sq.*

De 1967 à 1994 on observe assez peu de changements dans les deux secteurs (figures 10.4 et 10.5). La plupart des espaces cultivés en 1967 le sont toujours en 1994. Le tableau 10.2 montre que les surfaces évoluent peu entre les deux périodes : 1 124 m² de différence pour le secteur nord, et 0,26 km² pour le secteur sud. Dans les deux cas, ces variations peuvent être liées à des biais de lecture des photographies aériennes et satellitaires (mauvaise résolution, ombres ou au contraire surexposition). Il est toutefois intéressant de noter qu'il s'agit, dans les deux cas, d'une diminution de la surface cultivée (tableau 10.2).

Dans le détail, on remarque que la permanence dans la surface totale cultivée s'accompagne d'une grande stabilité quant à la localisation des espaces de culture. Dans le secteur nord (figure 10.4), ce sont surtout les fonds de vallées qui sont délaissés. Sur les versants, certaines parcelles sont abandonnées, tandis que d'autres secteurs sont ouverts, notamment au sud-ouest de la figure 10.4. On observe aussi, sur les versants, la contraction de certains territoires cultivés (à l'est de Gali Gade ou au nord de la figure).

Dans le secteur sud (figure 10.5), la dynamique est différente : les parcelles auparavant disjointes des fonds de vallées sont mises en connexion, aboutissant à une zone cultivée quasiment continue de l'amont à l'aval. La dynamique procède « en remontant », de l'aval vers l'amont : à Ka Ebile en particulier, les nouveaux espaces conquis se trouvent surtout à l'amont, autour des coupes étudiées. En 1994, les parcelles sont encore disjointes. Les zones ouvertes sur les versants semblent être abandonnées entre 1967 et 1994, en particulier en rive gauche de la vallée de Ka Ebile (figure 10.5). Ce sont principalement ces zones sur versants qui expliquent l'écart d'occupation entre les deux dates.

Les surfaces cultivées évoluent peu en 27 ans : dès 1967 la végétation est ouverte pour permettre la culture. Les changements majeurs qui surviennent concernent surtout leur localisation. Dans le secteur nord où la vallée est encaissée, certaines parcelles de fond de vallons sont abandonnées tandis que de nouveaux secteurs s'ouvrent sur les versants. Au contraire, dans le secteur sud, la dynamique touche surtout les vallées déjà intensément cultivées : l'ouverture progresse vers l'amont tandis que les versants sont délaissés.

| | Extrait nord (figure 10.4) | Extrait sud (figure 10.5) | Total (2 extraits) |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Surface totale étudiée | 6,4 km ² | 21,8 km ² | 28,2 km ² |
| Surface cultivée (1967) | 0,35 km ² | 2,77 km ² | 3,12 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (1967) | 5,5 % | 12,7 % | 11,1 % |
| Surface cultivée (1994) | 0,35 km ² | 2,51 km ² | 2,86 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (1994) | 5,5 % | 11,5 % | 10,1 % |
| Évolution de la surface cultivée (1967-1994) | - 1 124 m ² | - 0,26 km ² | - 0,26 km ² |
| Évolution du pourcentage du territoire cultivé (1967-1994) | - 0,3 % | - 9,4 % | - 8,3 % |

TABLEAU 10.2 – Évolution des surfaces cultivées entre 1967 et 1994.

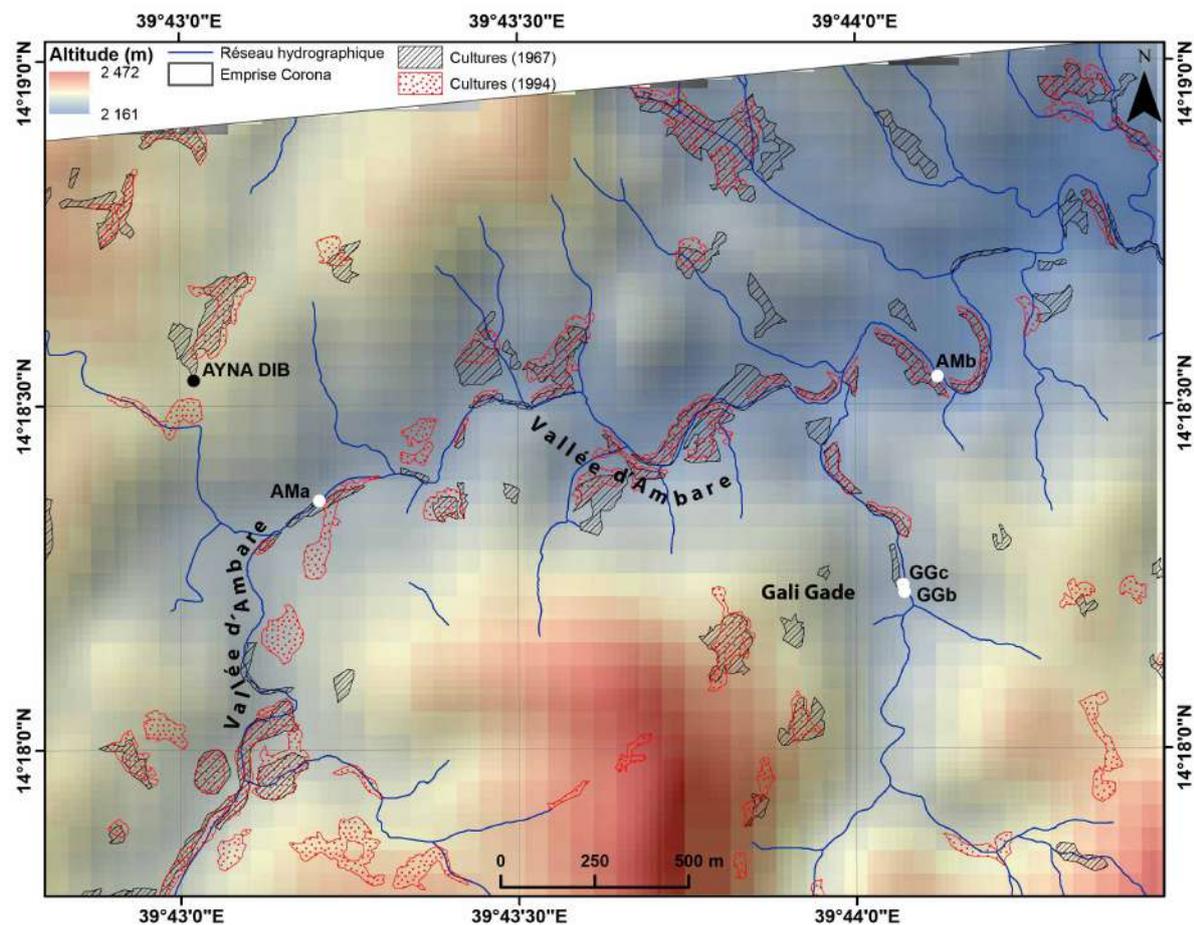


FIGURE 10.4 – Évolution diachronique de l’implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967-1994. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d’après Corona (1967) et EMA (1994). SIG Wakarida.

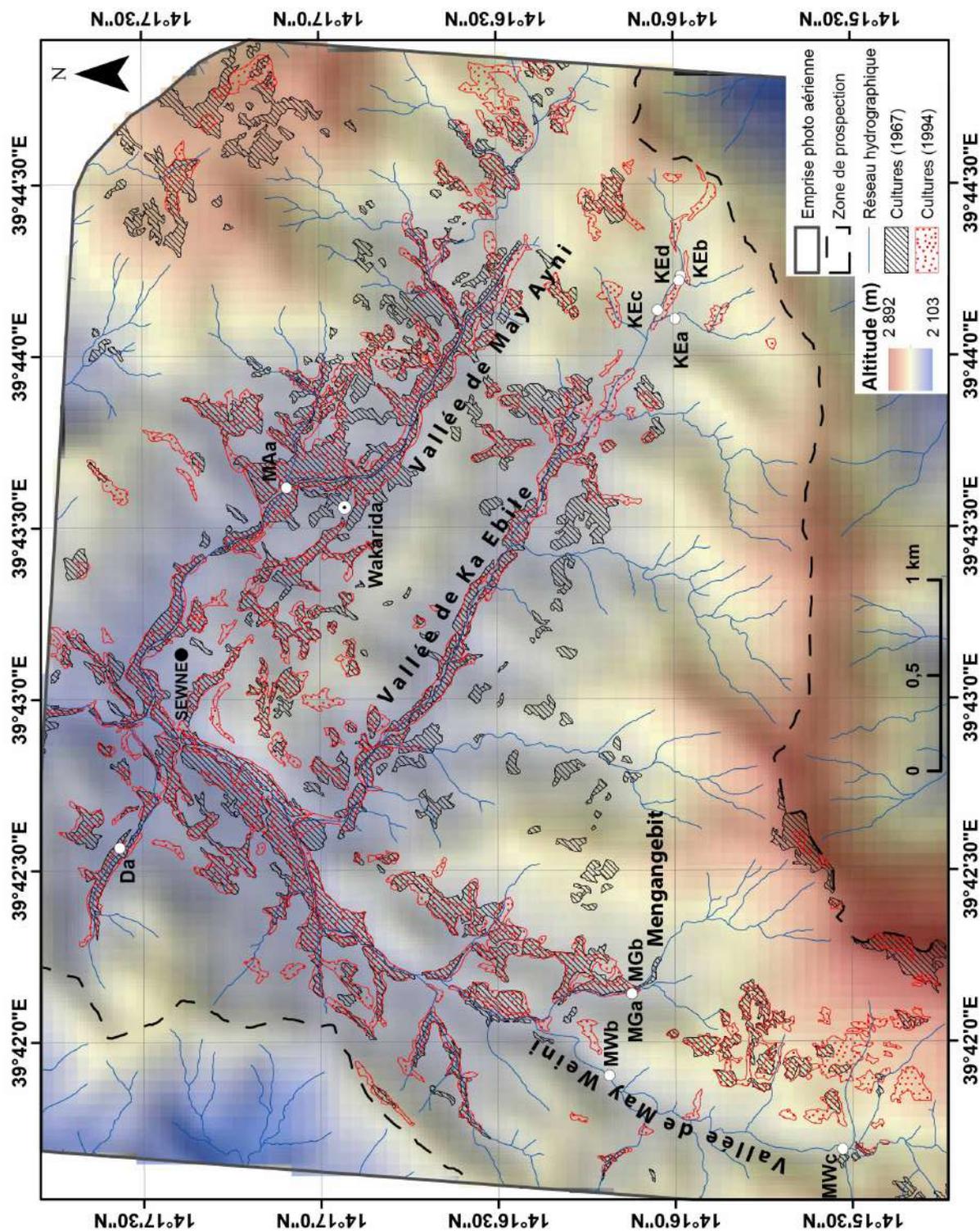


FIGURE 10.5 – Évolution diachronique de l’implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967-1994. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d’après Corona (1967) et EMA (1994). SIG Wakarida.

10.1.3 Évolution des surfaces cultivées de 1994 à 2012

Alors que de 1967 à 1994 les surfaces cultivées évoluent assez peu dans les deux secteurs (sous-section 10.1.2, page 435 *sq.*), le tableau 10.3 fait apparaître un processus de colonisation agricole beaucoup plus dynamique entre 1994 et 2012. En 18 ans, on passe de 5,5 % du territoire total cultivé pour le secteur nord et 11,5 % pour le secteur sud, à 11,4 (figure 10.6) et 16,5 % (figure 10.7) respectivement. Cela représente une augmentation de 108,6 % pour l'extrait nord et de 43,0 % pour l'extrait sud (tableau 10.3).

Dans les deux secteurs on observe, comme à la période précédente, une grande continuité dans l'implantation des espaces cultivés, beaucoup étant inchangés de 1994 à 2012. Ces espaces sont aussi mieux délimités. Cela est dû à la fois à la meilleure résolution des images et donc à une plus grande facilité de lecture de celles-ci, mais aussi peut-être à une plus grande attention, de la part des agriculteurs, à la clôture de leurs parcelles. Suite à la fin de la réforme agraire, celles-ci ne sont plus redistribuées mais restent dans les familles.

Sur l'extrait nord (figure 10.6), deux processus principaux sont à l'œuvre. Le premier consiste, comme c'était le cas dans les vallées de Ka Ebile et May Ayni entre 1967 et 1994 (sous-section 10.1.2, page 435 *sq.*), à rassembler des parcelles précédemment séparées. Ainsi, dans la vallée d'Ambare comme aux alentours de Gali Gade, de nouveaux espaces sont mis en culture à proximité d'autres qui l'étaient déjà et les relient entre eux. Un second processus repose sur l'ouverture de nouvelles parcelles, dans des thalwegs auparavant non ou peu cultivés, mais surtout sur les versants, dans des zones de replat, comme c'est le cas au nord-ouest ou au sud-est d'Ayna Dib par exemple (figure 10.6). Il y a donc ici un mouvement d'ouverture progressive depuis les points bas vers les points hauts.

Dans l'extrait sud (figure 10.7), ce processus de colonisation ascendante des versants se conjugue à la mise en connexion des parcelles préexistantes et à la conquête progressive des amonts. Cela est particulièrement visible sur la rive gauche de Ka Ebile. Dans cette vallée, il semble que la conquête des versants suive elle aussi un mouvement depuis l'aval vers l'amont : les alentours du long affluent de rive droite le plus à l'aval sont plus cultivés que ceux des deux affluents les plus à l'amont. Dans les vallées principales, la colonisation agricole des amonts de May Ayni et Ka Ebile était déjà bien avancée en 1994 (figure 10.5, page 437), mais celle de May Weini, notamment entre MWb et MWc, intervient entre 1994 et 2012 (figure 10.7). Les espaces les plus fortement pentus, comme les crêtes ou les sommets des versants, ne sont que peu touchés par cette colonisation, malgré quelques exceptions, par exemple sur la limite de la zone de prospection, en rive droite de May Weini. On y trouve, encore aujourd'hui, une dizaine d'habitations dispersées le long de la crête.

En 18 ans, les espaces ouverts pour la culture ont connu une croissance importante. Celle-ci s'est surtout concentrée dans les espaces bas (fond de vallées) et selon deux direc-

tions principales : de l'aval vers l'amont et du bas vers le haut des versants - soit des zones les plus densément occupées à celles où se trouvaient encore des espaces libres. Enfin, on observe beaucoup moins de zones délaissées entre 1994 et 2012 qu'entre 1967 et 1994.

| | Extrait nord (figure 10.6) | Extrait sud (figure 10.7) | Total (2 extraits) |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Surface totale étudiée | 6,4 km ² | 21,8 km ² | 28,2 km ² |
| Surface cultivée (1994) | 0,35 km ² | 2,51 km ² | 2,86 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (1994) | 5,5 % | 11,5 % | 10,1 % |
| Surface cultivée (2012) | 0,73 km ² | 3,59 km ² | 4,32 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (2012) | 11,4 % | 16,5 % | 15,3 % |
| Évolution de la surface cultivée (1994-2012) | + 0,38 km ² | + 1,08 km ² | + 1,46 km ² |
| Évolution du pourcentage du territoire cultivé (1994-2012) | + 108,6 % | + 43,0 % | + 51,0 % |

TABLEAU 10.3 – Évolution des surfaces cultivées entre 1994 et 2012.

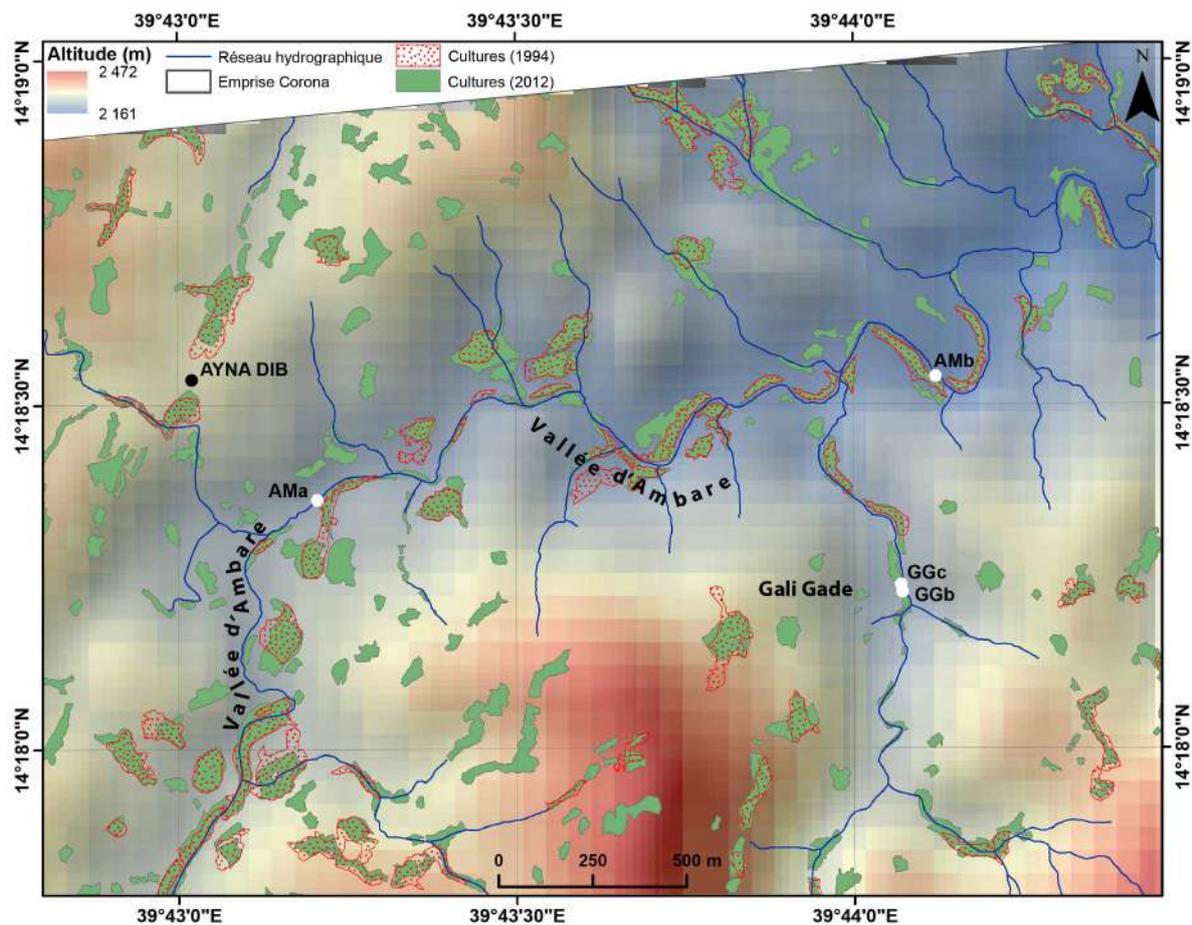


FIGURE 10.6 – Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1994-2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d'après EMA (1994) et Quickbird (2012). SIG Wakarida.

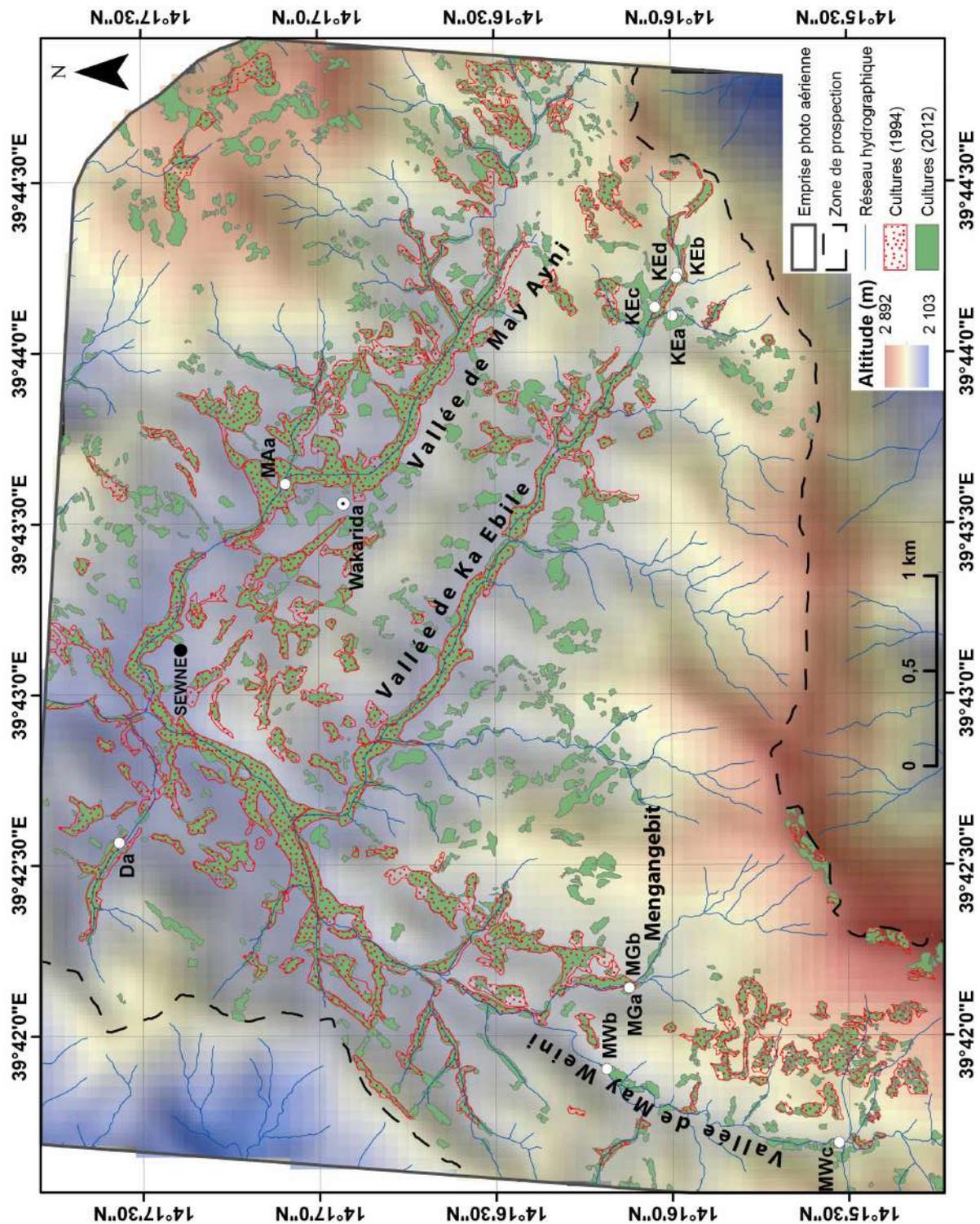


FIGURE 10.7 – Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1994-2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d'après EMA (1994) et Quickbird (2012). SIG Wakarida.

10.1.4 Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 2012

L'évolution des surfaces cultivées, décrite dans les sous-sections 10.1.2 et 10.1.3, est rassemblée dans le tableau 10.4. Celui-ci met en évidence deux phénomènes principaux. Le premier est qu'une grande partie des espaces aujourd'hui cultivés l'étaient déjà en 1967 ; l'autre, que la majorité des changements intervient après 1994, la période comprise entre 1967 et 1994 voyant peu d'évolutions. En 45 ans, de 1967 à 2012, les surfaces cultivées ont augmenté de plus de 100 % dans le secteur nord et de presque 30 % dans le secteur sud. La différence d'augmentation entre ces deux espaces est probablement liée au fait que la zone sud était plus densément mise en culture en 1967 que celle du nord (respectivement 12,7 % contre 5,5 % du territoire total, tableau 10.4).

Sur l'extrait nord (figure 10.8), l'évolution de 1967 à 2012 se traduit par l'abandon de quelques secteurs, sur les versants ou dans les thalwegs, et surtout par la mise en culture de nombreux espaces, dans les affluents de la vallée principale (vallée d'Ambare) et, çà et là, sur les versants, en particulier à l'ouest de la figure 10.8. Au sud, la figure 10.9 met en lumière les processus évoqués dans les sous-sections 10.1.2 et 10.1.3 : colonisation agricole dans les interstices au sein des vallées déjà densément cultivées (May Ayni et Ka Ebile en particulier) ; colonisation des amonts (notamment à Ka Ebile et May Weini) et ouverture sur les versants, avec là encore un gradient de l'aval vers l'amont (rive gauche de la vallée de Ka Ebile, par exemple). Enfin, dans les trois vallées principales de ce secteur (May Ayni, Ka Ebile et May Weini), les tracés des cours d'eau, qui formaient les délimitations des zones de culture et n'étaient pas inclus dans les parcelles, ont progressivement été effacés. Ce phénomène est particulièrement visible aux alentours du village de Sewne ou au niveau du site de Wakarida, dans la vallée de May Ayni (figure 10.9).

La comparaison des états des zones cultivées aux deux périodes met aussi en avant le fait que les espaces nouvellement ouverts, par exemple dans le sud-ouest de la figure 10.9, sont de petite taille. La carte ne prend pas en compte les parcelles individuellement (parce que leur tracé n'était pas visible aux deux dates), mais on observe néanmoins qu'il s'agit essentiellement de *patches* de petite taille, aux contours non géométriques. Des cartes récapitulatives des trois étapes de l'évolution de l'occupation de l'espace par les cultures sont disponibles en Annexes, dans la section E (figures E.1 et E.2, pages 560 et 561). Elles synthétisent les informations portées, respectivement, sur les figures 10.4, 10.6 et 10.8, pages 436, 439 et 442 (secteur nord) et sur les figures 10.5, 10.7 et 10.9, pages 437, 440 et 443 (secteur sud).

| | Extrait nord (figure 10.8) | Extrait sud (figure 10.9) | Total (2 extraits) |
|--|-------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Surface totale étudiée | 6,4 km ² | 21,8 km ² | 28,2 km ² |
| Surface cultivée (1967) | 0,35 km ² | 2,77 km ² | 3,12 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (1967) | 5,5 % | 12,7 % | 11,1 % |
| Surface cultivée (2012) | 0,73 km ² | 3,59 km ² | 4,32 km ² |
| Pourcentage du territoire cultivé (2012) | 11,4 % | 16,5 % | 15,3 % |
| Évolution de la surface cultivée (1967-2012) | + 0,38 km ² | + 0,82 km ² | + 1,2 km ² |
| Évolution du pourcentage du territoire cultivé (1967-2012) | + 108,6 % | + 29,6 % | + 38,5 % |

TABLEAU 10.4 – Évolution des surfaces cultivées entre 1967 et 2012.

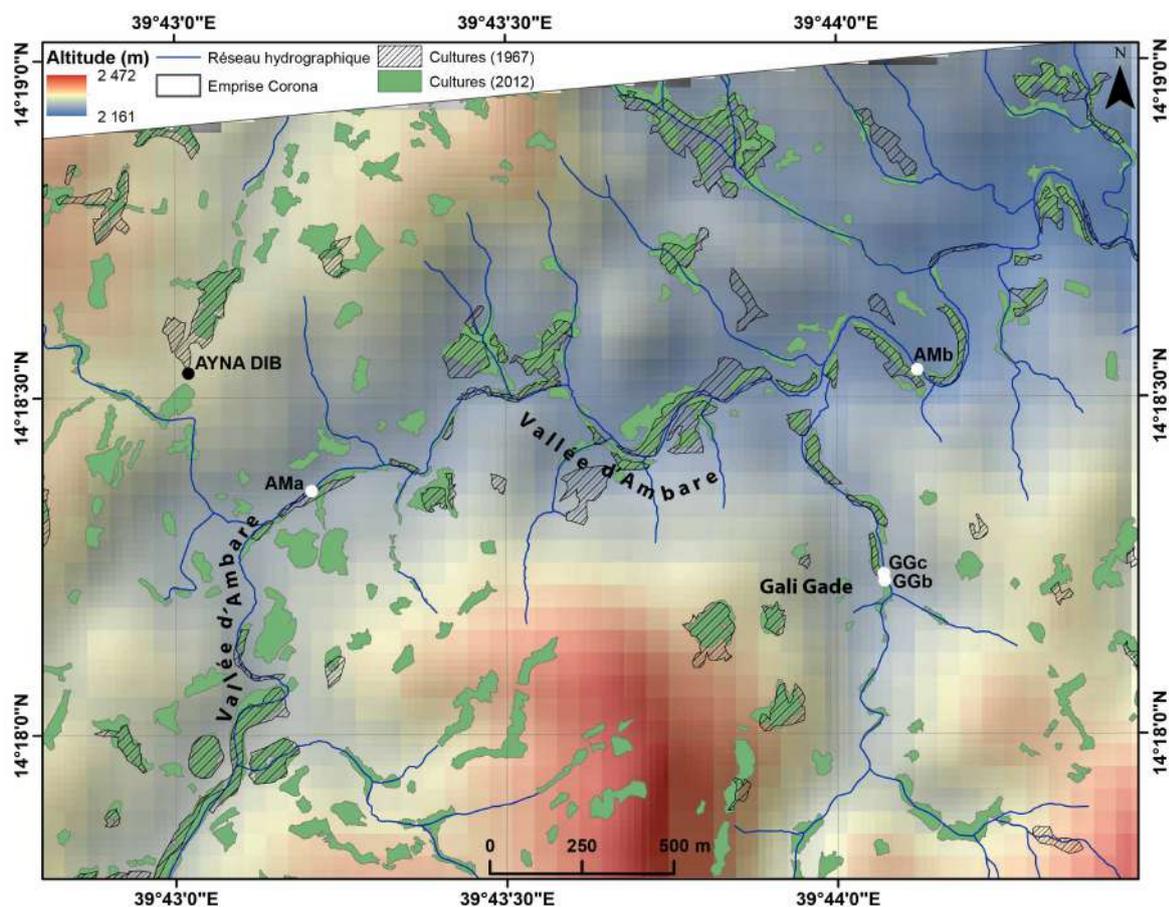


FIGURE 10.8 – Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967-2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d'après Corona (1967) et Quickbird (2012). SIG Wakarida.

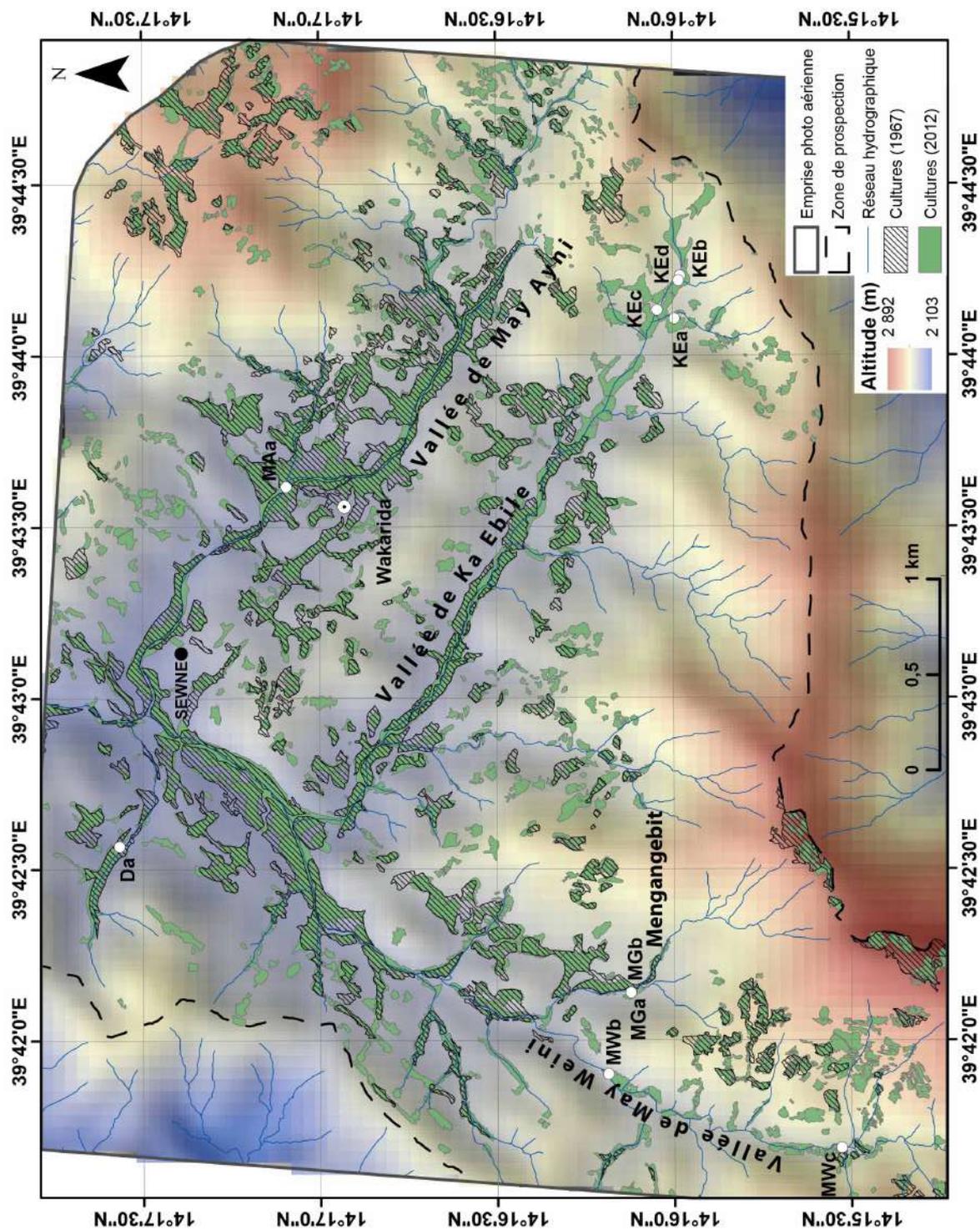


FIGURE 10.9 – Évolution diachronique de l’implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967-2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation : N. Blond, d’après Corona (1967) et Quickbird (2012). SIG Wakarida.

10.2 Le couvert végétal

La progressive colonisation des fonds de vallées et versants par les cultures en terrasses a conduit à la réduction des surfaces végétalisées. Par ailleurs, l'accroissement démographique, déjà évoqué dans la section 1.4, page 32 et la sous-section 9.1.1, page 384, a provoqué un important déboisement des versants, dont on a trouvé des traces aux périodes anciennes dans les comblements sédimentaires (voir notamment dans la partie II, le chapitre 6, page 263 *sq.*) ou dans les archives (sous-section 7.2.2, page 331 *sq.*).

Comme le montre la sous-section 10.2.1, la mise en culture s'accompagne de défrichements. Ceux-ci fournissent aussi le bois pour la construction ou les activités domestiques. Les vestiges de la végétation et les fonctionnements passés des hydrosystèmes sont analysés dans la sous-section 10.2.2, page 450 *sq.* Enfin, la construction de terrasses et l'anthropisation du territoire vont aussi dans le sens d'une revégétalisation de certains espaces (sous-section 10.2.3, page 457 *sq.*), tendance qui s'affirme récemment.

10.2.1 Des défrichements récents et étendus, causés par l'occupation humaine et la mise en culture

Dans la sous-section 9.2.1, page 400 *sq.*, les défrichements ont été mentionnés en ce qu'ils précèdent la mise en culture des thalwegs. Le boisement des versants est aussi une problématique centrale, dans la mesure où celui-ci a beaucoup évolué au cours des dernières décennies, connaissant des phases de retrait et d'autres d'accroissement du couvert végétal. Cela a des impacts sur l'érosion dans les thalwegs, qui s'incisent plus ou moins en fonction du stock sédimentaire disponible.

Pour appréhender les évolutions du couvert végétal, la grille d'entretiens comporte trois questions en lien avec la végétation arborée et le bois de construction. En premier lieu, il s'agit de partir du constat que les habitants utilisent beaucoup de bois pour la structure de leurs maisons (de style *hidmo*, voir section 7.3, page 342), et, par la comparaison avec le paysage actuel, de demander s'il y avait, autrefois, plus d'arbres qu'aujourd'hui (13.a. « *I have seen that you use a lot of trees for houses but there are not so much in the mountains. Where there more trees before ?²* »). Cette question amène à demander où était pris le bois pour la construction (13.b. « *Where does the construction wood come from ?³* ») et si une espèce était particulièrement propice à la construction et donc plus recherchée et utilisée (13.c. « *Do you use a special tree species to build ? If yes, why ?⁴* »).

Les réponses données sont assez éclairantes : sur trente personnes, vingt-cinq consi-

2. « J'ai vu que vous utilisez beaucoup de bois pour construire les maisons, mais il n'y a pas beaucoup d'arbres sur les versants. Est-ce qu'il y en avait plus avant ? »

3. « D'où vient le bois de construction ? »

4. « Est-ce que vous utilisez une essence spéciale pour construire ? Si oui, pourquoi ? »

dèrent qu'il y avait plus d'arbres auparavant. Une ne sait pas, et quatre n'ont pas répondu. Cela fait donc vingt-cinq réponses positives sur vingt-six, soit plus de 96 %.

Pour affiner un peu cette réponse, on a cherché à savoir comment se traduisait ce « plus boisé » : en termes de densité ? De nombre ? De diversité d'espèces ? Sur les vingt-cinq réponses positives, seize (64 %) mentionnent un plus grand nombre d'arbres, quinze (60 %) une végétation plus dense et deux (8 %) une plus grande diversité.

Ces données chiffrées s'accordent bien aux récits recueillis lors de certains entretiens, notamment les entretiens WK01 et WK12. Ainsi, le nom d'Endasewne serait lié à une légende qui veut que quand les premiers habitants sont arrivés, il y avait de la forêt partout. Ces premiers habitants ont vu une forme sur un point haut, au loin, et ils se sont demandé si c'était une personne ou non (tableau 9.12, page 397). Le nom viendrait de là : Endasewne signifierait, dans ce contexte « *whether it is a person or not*⁵ ». De la même façon, le toponyme de rang 2 à WK05 est « *Dagarrab* » (figure 9.3, page 395), qui signifie « Rivière noire » en afar. Cette « rivière noire » est une façon de désigner la très forte densité de végétation auparavant présente dans la région : le boisement était tellement impénétrable sur les versants et la ripisylve qu'on ne pouvait pas voir la terre, le sol, et que la vallée avait l'apparence d'une rivière noire⁶. Cette description complète celle de la légende d'Endasawna, toponyme qui a aussi été donné pour le rang 3 lors de l'entretien WK05.

De l'avis général des personnes consultées, c'est la redistribution des terres, en conduisant les populations dans cette région périphérique du Tigray, qui a causé une forte croissance démographique et a entraîné la mise en culture de la quasi-totalité de l'espace, passant pour cela par d'importants défrichements. Lors de l'entretien WK05, par exemple (figure 8.21, page 382), le répondant nous a expliqué que la forêt, anciennement présente à cet endroit, avait été coupée et brûlée pour convertir l'espace en cultures⁷. De la même façon, lors de l'entretien WK11 (figure 8.21, page 382), ce phénomène a été associé clairement à l'année 1991, qui marque la fin du régime du Derg et le début du Gouvernement de transition d'Éthiopie, dont Meles Zenawi fut le président par intérim. Le FDRPE⁸, coalition des partis de gauche à la tête du gouvernement de transition, a mis en place une réforme à l'échelle du pays : la terre appartenait au gouvernement, qui l'a distribuée aux habitants (Coates *et al.*, 2010). La fin du socialisme coercitif, selon Gascon (2006, p. 198), a permis l'augmentation de 20 % des terres cultivées. On comprend dès lors aisément l'opposition, faite à l'occasion de l'entretien WK11, entre la période qui précède et durant laquelle la forêt est dense et les espèces variées, et la période qui suit 1991, où

5. « Est-ce qu'il s'agit d'une personne ou non ? »

6. « The area was very dense forest, very closely forested, and it was, the land cannot be seen, it was covered by forest » selon l'explication donnée par le traducteur.

7. « *Cutting and burning to convert in cropland.* »

8. Front Démocratique Révolutionnaire du Peuple Éthiopien.

le paysage se transforme pour devenir, selon les termes employés par le traducteur, « une plaine et une zone de pâture⁹ ». Le terme de plaine (« plain ») n'a probablement pas ici une signification topographique, mais désigne plutôt un espace ouvert, de type *openfield*.

Mais le bois a aussi été largement employé pour la construction d'habitations, même si le passage du style *tukul* au style *hidmo*, et aujourd'hui au style *korkoro* (Nyssen *et al.*, 2010b), se traduit par des besoins de moins en moins importants en bois. Dans les habitations de style *hidmo*, les individus les plus âgés ont pu servir de piliers (figure 10.10), tandis que les individus plus jeunes (ou du moins dont le tronc est plus fin) servent à créer des étables, de forme conique pour le petit bétail (moutons et chèvres, figure 10.11, au premier plan) ou de forme triangulaire pour des animaux plus gros (vaches et bœufs, notamment, figure 10.11, à l'arrière-plan).



FIGURE 10.10 – Intérieur de la maison de Zemeda Hailu. Remarquer les piliers en genévrier, qui soutiennent la toiture. Cliché : N. Blond, 2017.



FIGURE 10.11 – Étables en jeunes troncs et branchages, appartenant à une famille afar, rive droite de Wakarida. Cliché : N. Blond, 2014.

Le progressif déboisement des alentours de Wakarida, lié à l'ouverture de secteurs agricoles, à la construction, mais aussi au pâturage de troupeaux dans une zone encore aujourd'hui affectée par le nomadisme ou le semi-nomadisme, a poussé les habitants à aller chercher le bois de construction de plus en plus loin de leur habitation. Les espaces proches sont aussi, pour certains, protégés, mis en défens (*Enclosures*) et gardés, ce qui décourage la plupart des habitants de venir s'y approvisionner. Il nous a toutefois été donné de rencontrer une personne qui coupait du bois dans une de ces zones qui n'était pas gardée.

À la question de la provenance du bois de construction, six personnes sur trente n'ont pas donné de réponse, et une ne savait pas. Parmi les vingt-trois réponses, quatre ont affirmé que le bois venait d'à côté de la maison, treize de la montagne alentours, deux d'une zone peu éloignée et quatre d'une zone très éloignée (tableau 10.5).

9. « Plain and grazing land. »

| Provenance du bois de construction | Nombre d'occurrences | Pourcentages (%) |
|------------------------------------|----------------------|------------------|
| À côté de la maison | 4 | 13,33 |
| La montagne alentour | 13 | 43,33 |
| Une zone un peu éloignée | 2 | 6,67 |
| Une zone très éloignée | 4 | 13,33 |
| Ne sait pas | 1 | 3,33 |
| Pas de réponse | 6 | 20 |
| Total | 30 | 100 |

TABLEAU 10.5 – Provenance des arbres dont le bois a été utilisé pour la construction des habitations dans la zone étudiée.

On peut, par ailleurs, affiner un peu ces quelques statistiques : nombreux sont les interlocuteurs qui ont noté une différence de source d'approvisionnement aujourd'hui par rapport à ce qu'ont connu leurs parents ou grands-parents. Ainsi, lors de l'entretien WK16 (figure 8.21, page 382), on nous a expliqué que la maison avait deux parties. La partie la plus ancienne avait été bâtie grâce à du bois provenant de la zone juste autour de la maison. Mais la partie la plus récente provenait de la montagne en face, de l'autre côté de la vallée, vers la route qui rejoint le pays afar. D'autres ont précisé que le bois d'œuvre, auparavant bon marché, était aujourd'hui devenu cher, et pouvait être acheté, preuve supplémentaire de la réduction de l'offre pour cette matière première. Certains vont même se fournir dans la région voisine, en afar, car l'essence recherchée - le *T'ed*, comme le montre le paragraphe suivant - n'est plus disponible aux alentours de Sewne et de son marché.

Les entretiens ont en effet montré qu'on n'utilisait pas n'importe quel bois pour la construction. En dehors d'une non-réponse, toutes les personnes interviewées ont affirmé utiliser une espèce précise pour construire (29/30, et 29/29 réponses).

Trois espèces principales sont ressorties, pour des raisons diverses. La première fait l'unanimité : sur les 29 réponses, 29 mentionnent le *T'ed*, qui est le nom amharique du *Tsahidi* (en Tigrinya), aussi appelé *Sariza* en afar, et plus connu sous le nom de *Juniperus procera* ou genévrier d'Afrique (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007). Si on peut, aujourd'hui, en observer de beaux spécimens à l'intérieur des habitations, où ils servent de pilier et soutiennent la structure du toit (figure 10.10), ils sont devenus relativement rares sur les versants et dans les vallées actuelles (figure 10.12).

Plusieurs raisons justifient le recours à cette espèce : la solidité, la résistance de cette espèce, en particulier au pourrissement et aux insectes, et sa longévité, qui lui permet de durer plusieurs siècles. Sur les 29 réponses précédemment évoquées, neuf n'ont pas fourni de raison au choix de cette espèce. Parmi les vingt répondants, quinze ont évoqué la résistance, onze la longévité et une personne a affirmé qu'il s'agissait de la meilleure espèce pour la construction.

Une deuxième espèce très sollicitée, aujourd’hui encore visible dans le paysage (voir par exemple la figure 7.20, page 336) est l’olivier africain (*Olea africana*). Il est désigné, en tigrinya, par le terme d’*Aouleh*. Le terme amharique est *Weira* (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007), bien qu’il n’ait pas été rencontré dans les entretiens. Cet arbre n’a été mentionné que par trois personnes sur 29 réponses données. Deux ont évoqué sa résistance comme raison, une personne n’a pas donné d’explication. En revanche, s’il ne sert que rarement pour la construction, l’olivier est largement utilisé comme combustible ou fourrage pour les animaux, qui semblent friands des rameaux frais. Les fruits ne sont pas comestibles et le fait même de demander aux habitants s’ils les consommaient a semblé les choquer, voire les insulter. Il apparaît que les oliviers ne sont bons que pour les animaux, pas pour les humains.



FIGURE 10.12 – Genévrier d’Afrique (*Juniperus procera*) dans la vallée de May Weini. Cliché : N. Blond, 2014.



FIGURE 10.13 – Eucalyptus sur le plateau, à proximité d’Idaga Hamous. Cliché : N. Blond, 2017.

Enfin, une troisième espèce doit être comptée au rang de celles qui servent à la construction : l’eucalyptus (figure 10.13). Ce nom semble ne pas avoir d’équivalent vernaculaire, les habitants utilisant le terme eucalyptus. C’est une espèce allochtone, récente (comme l’indique l’absence d’équivalent dans les langues régionales), qui serait arrivée, pour Gascon (2006, p. 41) avec l’occupation égyptienne du Harar, de 1875 à 1885. Selon Billi (2015), elle aurait été introduite à la fin du XIX^e siècle, vers 1895, pour fournir du bois de chauffe et de construction à la capitale en plein essor. Elle a été citée par six répondants sur 29 et remplace aujourd’hui le *T’ed*, pratiquement disparu de la région, pour la construction

ou le bois de chauffe. Une personne sur six évoque sa résistance et quatre le fait qu'il puisse être acheté sur le marché, pour expliquer les raisons de son utilisation. La dernière personne évoque un choix par défaut : on l'utilise s'il n'y a pas de *T'ed*.

Le paysage actuel des alentours de Wakarida et du village de Sewne apparaît comme le fruit de transformations récentes, du moins en ce qui concerne la végétation. Elle est composée aujourd'hui essentiellement d'euphorbes candélabres (*Kulkual* en amharique (Bekele-Tesemma et Tengnäs, 2007), translittéré Quolqwal dans les textes et gravures du XIX^e siècle) et de buissons et broussailles, la végétation arborée étant plutôt rare, éparse (figure 10.14). Selon les habitants, elle a été plus abondante, plus dense par le passé, mais le récent accroissement démographique et la mise en culture qu'il a entraînée, ont contribué à la disparition de presque toute la végétation arborée.



FIGURE 10.14 – Euphorbes candélabres (*euphorbia candelabrum*) sur un versant de la vallée de May Weini. Cliché : N. Blond, 2014.

Ainsi les constructions traditionnelles de style *hidmo*, en bois de genévrier, sont-elles progressivement remplacées par des structures en eucalyptus, voire en parpaing et « *tin* », (sorte de tôle ondulée qui sert de toit et qu'on peut aussi acheter facilement sur les marchés) dans les habitations de style *korkoro*.

Si le *T'ed*, arbre visiblement emblématique de cette partie du Tigray, a presque intégralement disparu des versants et vallées, on y trouve encore quelques oliviers sauvages,

qui sont ébranchés au fur et à mesure, probablement pour nourrir le bétail dans les périodes de disette ou de mauvaises récoltes. Une espèce, pourtant imposante, n'a pas été mentionnée comme bois d'œuvre, il s'agit des *Darro*, les majestueux sycomores que l'on aperçoit exclusivement aux points bas, à proximité d'eau (figure 7.14, page 333). Leur taille et leur présence sur les photographies satellitaires de 1972, suggèrent qu'ils ne sont pas exploités, pour une raison que nous ignorons. Ils sont, selon Billi (2015), les vestiges d'anciennes forêts bien plus étendues, et sont présents dans les Hautes Terres, en deçà de 2 000 m d'altitude.

10.2.2 Évolution du couvert végétal et héritages morphologiques à Wakarida

Le sous-section 10.1.4 a mis en évidence les évolutions de l'ouverture du paysage pour l'agriculture et de la colonisation des vallées par les parcelles en terrasses. Les photographies aériennes et satellitaires et les images satellitaires mettent ici en lumière les héritages morphologiques liés à l'érosion des comblements sédimentaires et aux traces des écoulements superficiels. Elles montrent aussi les évolutions du couvert végétal. Celles-ci sont appréhendées qualitativement : la résolution de qualité moyenne des photographies et images ne permet pas une identification suffisamment précise des zones de végétation. Il n'est donc pas possible de quantifier leurs évolutions.

La comparaison des images d'un même secteur de la vallée de Ka Ebile à quatre périodes (1965, 1967, 1994 et 2012) permet d'apprécier la densité du couvert végétal et son évolution (figure 10.15). Sur aucun de ces quatre extraits la végétation ne forme une couverture continue. En 1965 et 1967 (figure 10.15, A et B) la végétation est dense, à l'exception des fonds de vallée et des espaces cultivés. C'est au sommet des versants ou sur les crêtes que la couverture est la plus dense. Quelques arbres ou arbustes sont présents dans les espaces cultivés à proximité de l'emplacement du village de Sewne en 1967 (figure 10.15, B) et de la végétation est visible le long du tracé des cours d'eau dans la vallée de Ka Ebile et dans celle de May Weini (figure 10.15, A et B).

La photographie aérienne de 1994 (figure 10.15, C) est moins lisible du fait de la surexposition et de la résolution. La végétation y apparaît toutefois plus clairsemée, moins dense. À certains endroits, notamment dans la vallée de May Ayni, la ripisylve, visible sur la figure 10.15, A et la figure 10.15, B, ne l'est plus en 1994.

L'image satellitaire de 2012 (figure 10.15, D) montre une végétation plus éparse, en particulier au bas des versants. Les lits des cours d'eau ayant été remblayés, la ripisylve a disparu et toute végétation semble désormais absente des zones cultivées.

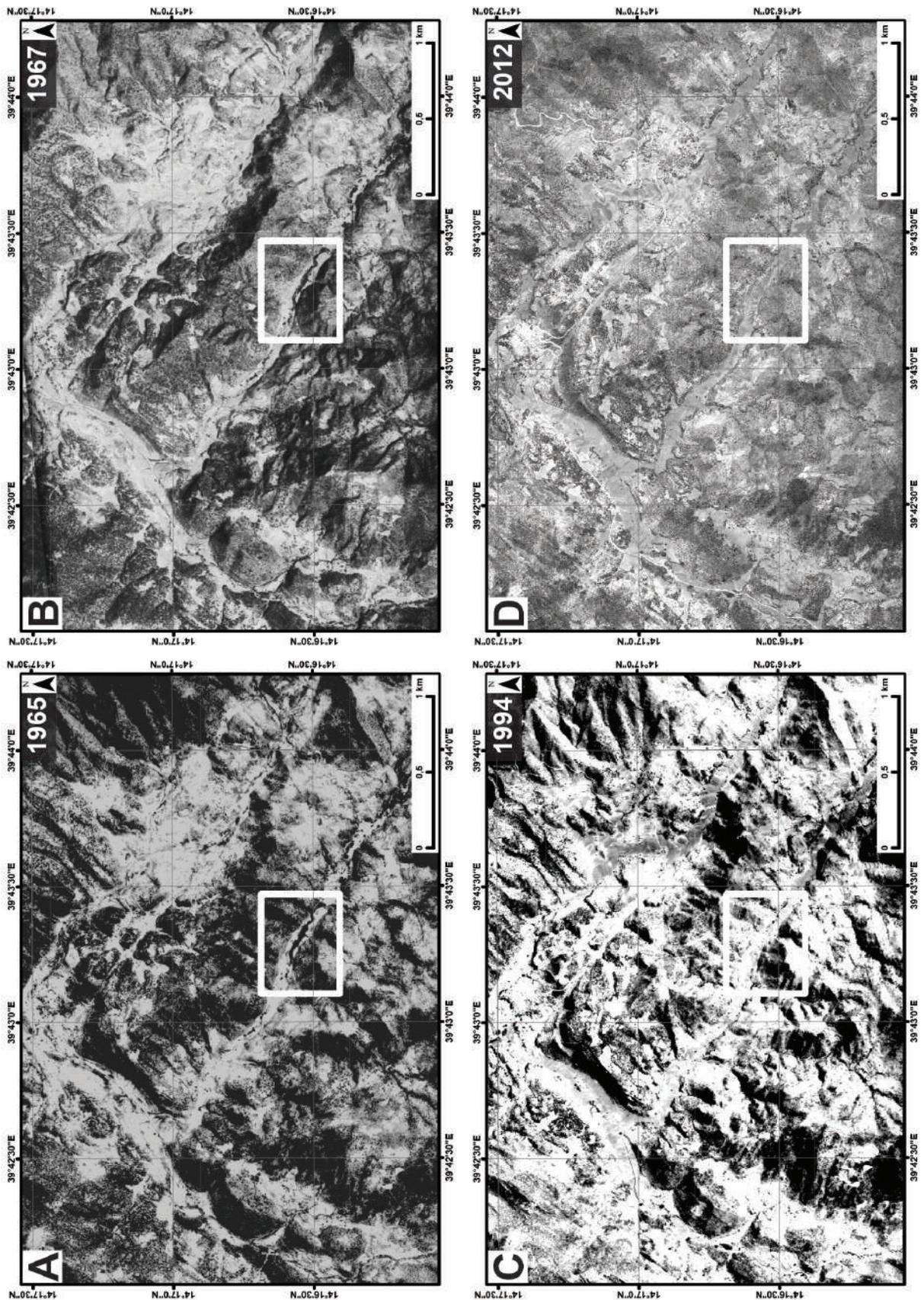


FIGURE 10.15 – Comparaison de photographies aériennes (1965 et 1994), d'une photographie satellitaire Corona (1967) et d'une image satellitaire Quickbird (2012) au-dessus de la zone étudiée. Le rectangle blanc indique l'emprise de la figure 10.17. Sources : EMA et USGS.

On observe un tel gradient sur la figure 10.16 : les espaces cultivés sont nus ; les pieds de versants portent une végétation ouverte basse avec quelques arbustes ; dans la zone médiane la végétation basse est plus dense et les arbres et arbustes plus nombreux ; c'est vers les crêtes, enfin, que la végétation arbustive et arborée est la plus dense.



FIGURE 10.16 – Gradient d'ouverture de la végétation sur les versants de la vallée de Ka Ebile. *Cliché : N. Blond, 2015.*

Le recul de la végétation s'observe donc sur les versants mais aussi dans les vallées, où les parcelles cultivées ont comblé le lit des cours d'eau et fait disparaître le couvert végétal qui s'y trouvait. L'exemple le plus frappant se trouve dans la vallée de Ka Ebile et est représenté par l'espace situé dans le rectangle blanc sur chacune des images de la figure 10.15 et agrandi sur la figure 10.17. Dans les années 1960 (figure 10.17, A et B), le remplissage sédimentaire de vallée est incisé par le lit d'un cours d'eau, qui, sur les deux clichés de 1965 (figure 10.17, A) et 1967 (figure 10.17, B), est envahi par la végétation et apparaît donc plus sombre. En 1994, la photographie aérienne (figure 10.17, C) montre une incision réduite en largeur par rapport aux années précédentes, moins végétalisée, et où les délimitations de parcelles sont visibles. Enfin, en 2012 (figure 10.17, D), toute trace d'écoulements superficiels a disparu et la végétation avec eux. Seules les parcelles sont visibles dans la zone étudiée. Toutefois, les écoulements en inféoflux continuent à suivre le tracé de l'ancien chenal : sur l'image de 2012 (figure 10.17, D), on remarque les zones

plus sombres, humides, correspondent à l'ancien tracé, figuré en rouge. Les sédiments, déposés plus récemment, sont certainement plus meubles dans ces secteurs, ce qui favorise la concentration de l'humidité en ces points.

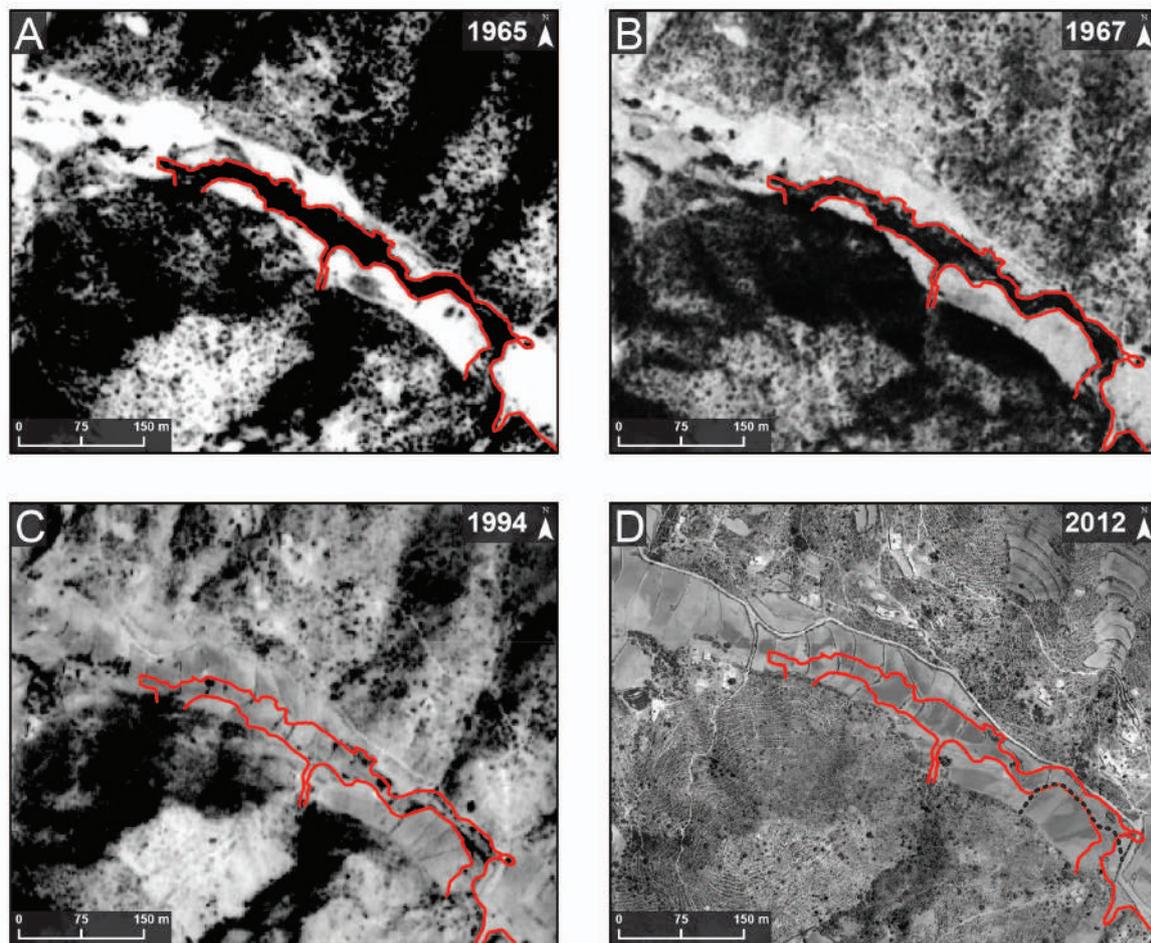


FIGURE 10.17 – Évolution de l'incision liée aux écoulements superficiels dans les complements sédimentaires, vallée de Ka Ebile (1965 - 2012). Les emprises sont localisées sur la figure 10.15. Le chenal de 1965 est repassé en rouge et reproduit sur les trois images suivantes. Le tracé en pointillé sur l'image satellitaire de 2012 indique l'emprise de la terrasse alluviale tracée sur la figure 10.18. Sources : EMA et USGS.

Dans ces espaces, le fond de la vallée n'est pas encore tout à fait rectifié par l'aménagement en terrasses agricoles. Ainsi, la terrasse alluviale qui forme un demi-cercle sur la photographie satellitaire de 1967 (repéré par des pointillés, figure 10.17, D) est, aujourd'hui encore, plus haute que les terrasses aménagées dans l'ancien chenal. La figure 10.18 montre, en pointillés, cette ancienne terrasse alluviale, au pied de laquelle les terrasses sont plus étroites et encaissées. Les murets qui y ont été élevés sont d'ailleurs beaucoup plus hauts qu'ailleurs. On remarque aussi la différence avec l'amont, où l'incision était moins marquée, et qui est aujourd'hui occupé par des parcelles presque parfaitement parallèles (figure 10.18).



FIGURE 10.18 – Influence du tracé de l’incision sur l’implantation des terrasses, vallée de Ka Ebile. Le secteur correspond à la terrasse en arc de cercle en bas à droite de la photographie satellitaire de 1967 (figure 10.17, B). *Cliché : N. Blond, 2017.*

Dans les vallées, les écoulements superficiels ayant pratiquement disparu, il n’en subsiste que des traces. Si les incisions ont été remblayées dans certains secteurs, comme on l’a montré à Ka Ebile (figure 10.17), elles influencent l’organisation des espaces cultivés là où elles n’ont pas été entièrement comblées. Ainsi, à l’amont de Ka Ebile, au niveau des quatre coupes étudiées dans la sous-section 4.1.3, page 157 *sq.*, les parcelles actuelles (2012) sont limitées par le chenal d’écoulement, visible sur la photographie aérienne de 1965 (figure 10.19). Celui-ci semble avoir été élargi pour les besoins des cultures (comparer le tracé des parcelles et la largeur du chenal sur la figure 10.19). Cette impression pourrait néanmoins être liée à l’imprécision due au grain de la photographie. À l’inverse, le chenal qui part à l’aval de KEc vers le coin supérieur droit de l’image, en 1965, a presque complètement disparu sous les cultures en 2012.

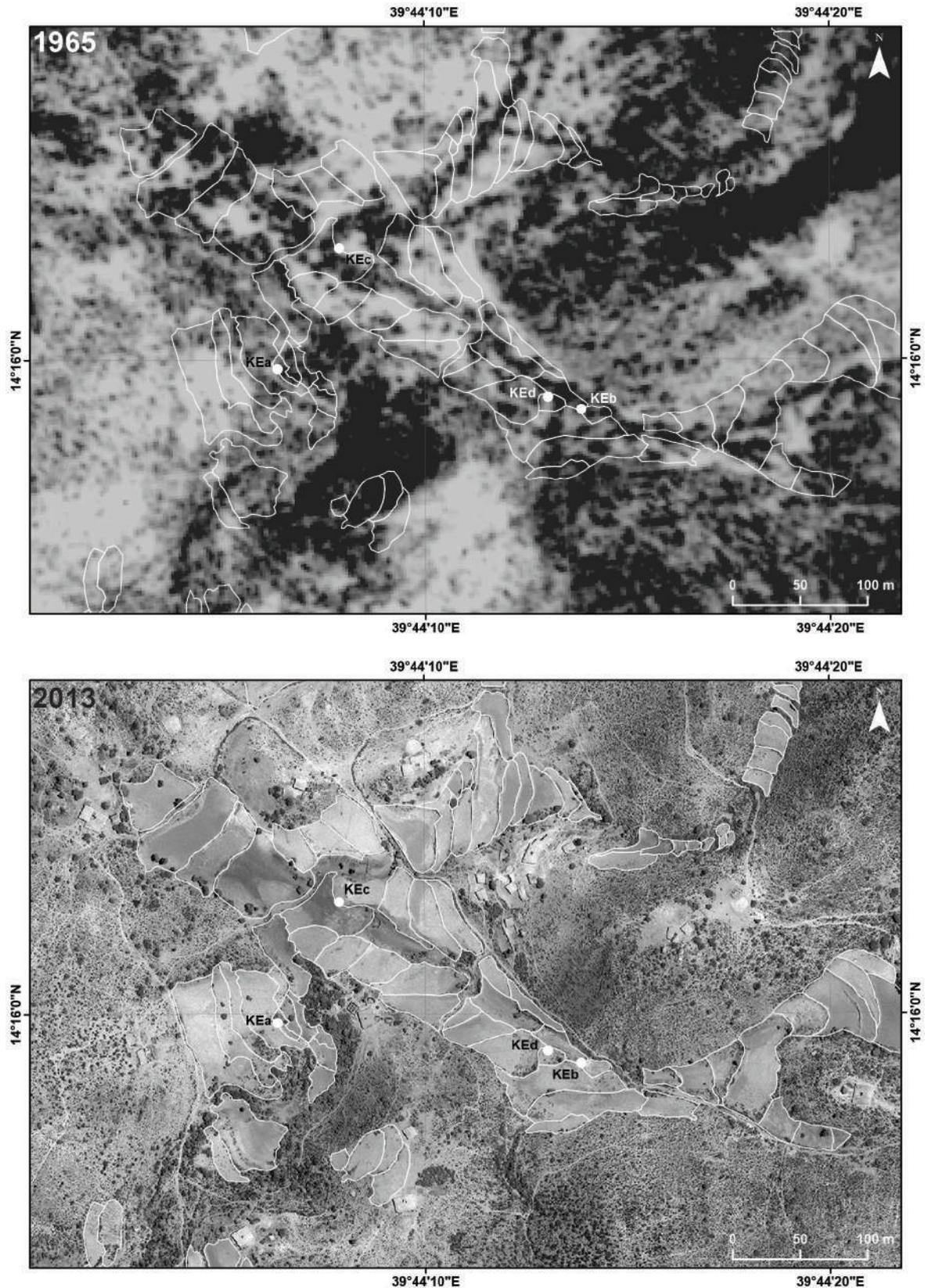


FIGURE 10.19 – Comparaison de la photographie aérienne de 1965 et d’une image satellitaire Quickbird de 2012 au-dessus des quatre coupes étudiées dans la vallée de Ka Ebile (figure 4.12, page 158). Les décalages d’implantation sont liés aux déformations de l’image, au géoréférencement et aux digitalisations. *Source : EMA ; Digitalisation : N. Blond.*

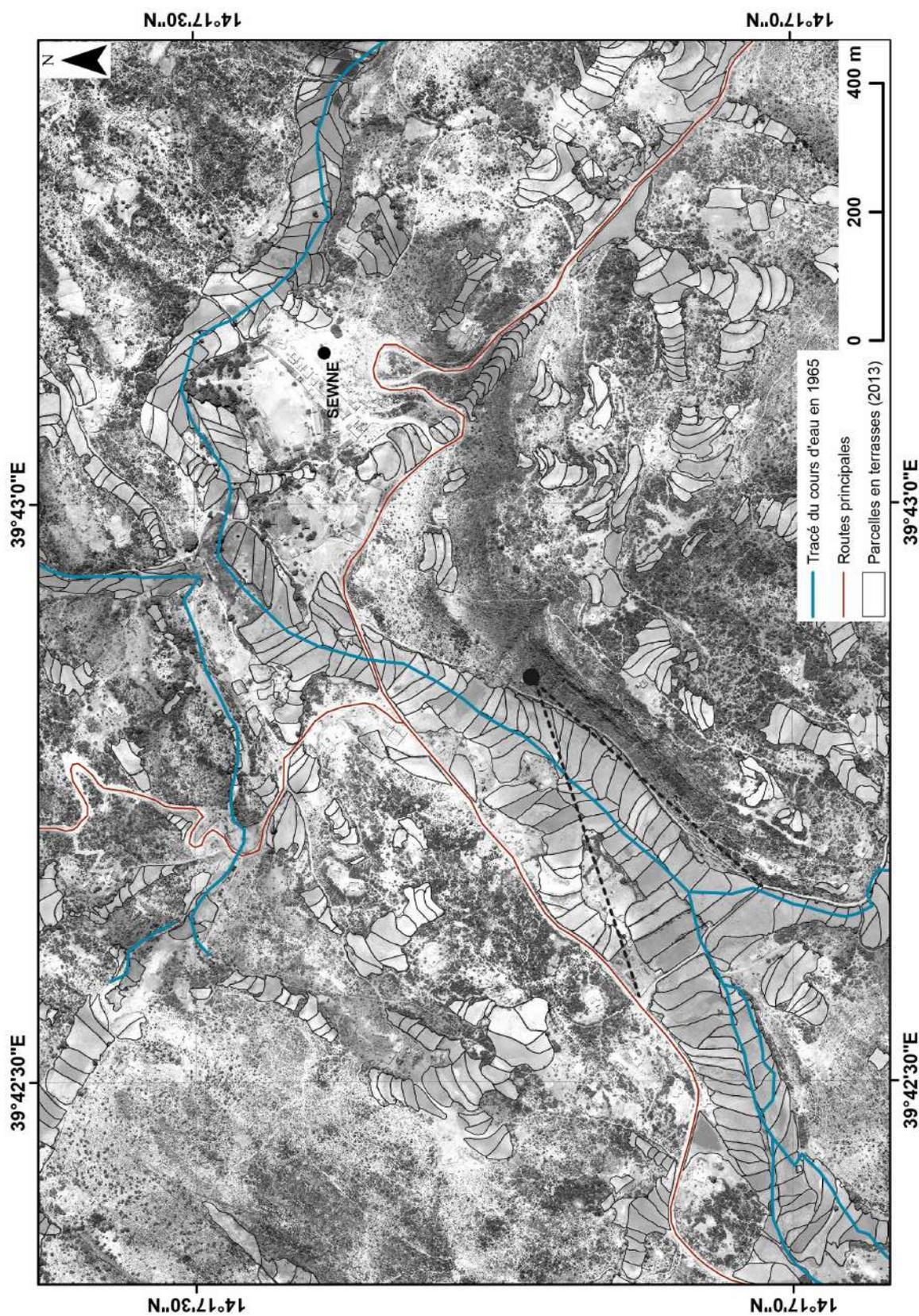


FIGURE 10.20 – Superposition du tracé du cours d'eau visible sur les photographies aériennes de 1965 (figure 10.15), aux terrasses actuelles, au niveau de la confluence. Le point noir indique le lieu de la prise de vue de la figure 10.21 et les pointillés noir l'angle de celle-ci. Source : EMA ; Digitalisations : N. Blond.

Enfin, ces héritages se traduisent aussi, dans le paysage, par l'implantation des terrasses dans les thalwegs. Ainsi à l'aval de May Weini, au niveau des confluences avec Ka Ebile et May Ayni, le tracé des cours d'eau visibles en 1965 se superpose avec le tracé de certaines parcelles, en particulier celles ayant une forme en baïonnette (figure 10.20) : la pointe du triangle correspond au point de passage de l'ancien chenai (figure 10.21). De même, la séparation entre les terrasses au milieu du thalweg, particulièrement visible dans le coin inférieur gauche de la figure 10.20, ou l'implantation des quelques arbres qui subsistent dans les parcelles à l'aval de May Ayni, épousent le tracé de l'ancien cours d'eau (figure 10.21).



FIGURE 10.21 – Terrasses en fond de vallon dans la vallée de May Weini. À gauche, on remarque la confluence avec la vallée de Ka Ebile, à droite, la route qui rejoint le plateau, que l'on aperçoit à l'arrière-plan. Dans la vallée, les petites buttes non cultivées, plus rocheuses, sur lesquelles sont implantées les habitations conservent un peu de végétation. Cliché : N. Blond, 2017.

10.2.3 *Enda Kidane Mehrèt* : l'évolution du couvert végétal d'une montagne au cours du XX^e siècle

Si les constructions de terrasses peuvent entraîner un important déboisement pour leur implantation, elles peuvent aussi favoriser le reboisement, au moins partiel, de la région. L'exemple d'Enda Kidane Mehrèt permet de le montrer.

Les trois représentations (une carte postale et deux photographies) rassemblées sur la figure 10.22 permettent de mettre en évidence des évolutions dans l'organisation et la mise en valeur du paysage dans un même espace, situé à Enda Kidane Mehrèt, non loin d'Adoua. Cette zone a fait partie du théâtre de la bataille d'Adoua en 1896. Les trois documents datent respectivement du début du XX^e siècle (figure 10.22, A), de 1971 (figure 10.22, B) et de 2011 (figure 10.22, C).

Sur la carte postale du début du XX^e siècle (figure 10.22, A), on observe un *inselberg* très peu végétalisé, presque pelé. Le flanc droit est couvert d'une pelouse rase, de même

que l'ensemble du piémont, en pentes assez douces. La zone plane, au pied du relief, est cultivée : les parcelles sont délimitées par des lignes plus sombres (fossés ou lignes de broussailles), et on aperçoit une meule au centre de l'image, témoin d'une moisson récente.

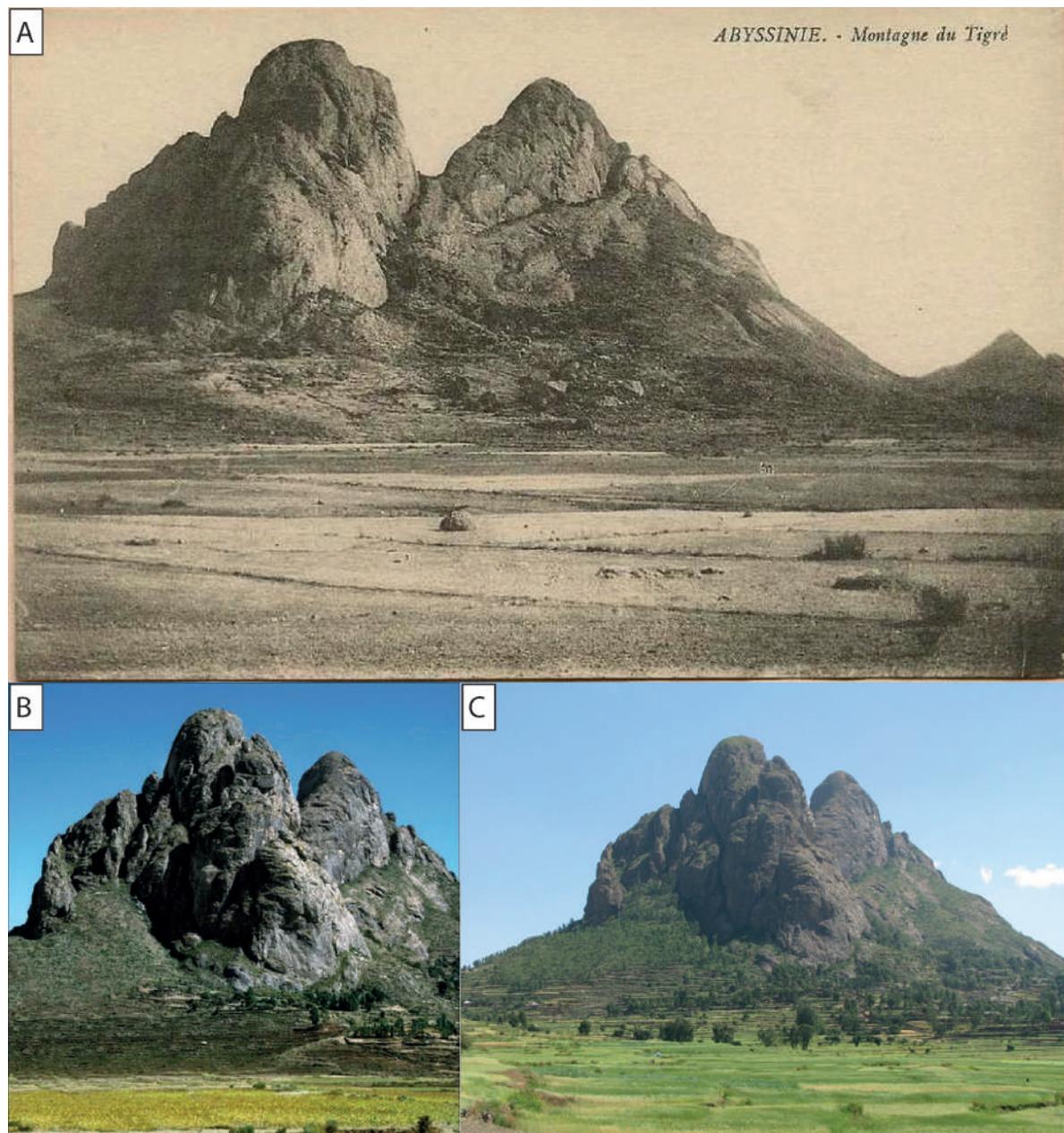


FIGURE 10.22 – Vues diachroniques d'un dôme volcanique, *Enda Kidane Mehrèt*, dans les alentours d'Aba Gerima, sur la route d'Adoua. A : Carte postale, début du 20^e siècle ; B : Photographie, décembre 1971 ; C : Photographie, 2011. Sources : A. *Delcampe.net* ; B. *Larry Workman sur Panoramio.com* ; C. *Kaylash sur Panoramio.com*.

La figure 10.22, B et la figure 10.22, C ont été prises d'un angle légèrement différent de celui de la figure 10.22, A. Le flanc droit est moins visible, la pente gauche apparaît alors qu'elle n'était pas visible sur le précédent cliché. Elle est couverte d'une pelouse rase

et clairsemée en 1971 (figure 10.22, B). Sur le piémont apparaissent quelques terrasses où s'élèvent des arbres, qui remontent le pédiment vers la gauche de l'image. À l'extrême-droite du cliché, des buissons apparaissent sur le flanc de la montagne. La photographie ayant été prise d'assez près, on ne voit pas bien la zone plane au premier plan, mais on y observe des champs emblavés. Au tout premier plan, dans le coin droit, on aperçoit une trace d'incision du champ et quelques arbustes.

En 2011 enfin (figure 10.22, C), la pente, située à gauche du cliché, est presque entièrement couverte d'arbres en dehors de quelques poches. Des terrasses y ont été érigées, vers le bas, dans la continuité de celles du piémont, qui s'étendent désormais sur toute la largeur de l'image, et couvrent la presque totalité du piémont. Des maisons ont été construites dans cette zone. Le boisement s'est étendu vers le haut, mais aussi en direction de la plaine cultivée. Les champs sont toujours emblavés et la zone d'incision, visible sur la figure 10.22, B, est encore présente. Les touffes d'arbustes ont, en revanche, disparu. La hauteur de la végétation, dans cette zone, ne laisse pas apparaître les séparations entre les champs, que les différences de couleur des cultures font soupçonner.

Ainsi, depuis le début du XX^e siècle, l'*inselberg* d'Enda Kidane Mehrèt est marqué par une extension de l'agriculture, remontant depuis la plaine vers le piémont, notamment grâce à la construction de terrasses. Cette colonisation a coïncidé avec une augmentation du boisement. Celui-ci reste discontinu, peu dense, et accompagne la présence des terrasses, sur le modèle de ce qu'on peut observer actuellement aux alentours de Wakarida. Il s'agit, pour l'essentiel, d'eucalyptus, dont la diffusion dans le nord du pays est récente (XX^e siècle). La végétation arborée est en revanche plus dense sur la pente à gauche des clichés, nue en 1971. En dehors de l'espace au contact direct avec la plaine, il n'y a pas de cultures sur cette zone, ce qui peut expliquer l'importance du boisement.

10.3 Pressions anthropiques et modifications du paysage

L'étude d'archives, les entretiens ethnogéomorphologiques et l'analyse d'images verticales diachroniques permet de constater des phases de déboisement aux périodes ancienne et contemporaine, liées aux pulsations démographiques. Celles-ci sont souvent la conséquence de facteurs multiples, combinant environnement, décisions politiques et processus régionaux et locaux.

Il est toutefois notable que la fin du XX^e et le début du XXI^e siècles marquent l'amorce d'une amélioration du couvert végétal, comme l'a montré l'étude des clichés d'Enda Kidane Mehrèt (sous-section 10.2.3, page 457 *sq.*). Depuis les années 1950 (Nyssen *et al.*, 2014a), la végétation a cru dans le Tigray, connaissant un pic au tout début du XXI^e siècle, après

avoir subi une importante dégradation au début du XX^e siècle. Selon ces auteurs, les effets des structures de conservation des eaux et des sols sont positifs, et permettent de contrebalancer le changement climatique et, plus généralement, les impacts anthropiques.

À l'échelle de la zone d'étude, la sous-section 10.2.2, page 450 *sq.*, montre une tendance semblable : la végétation arborée est déjà relictuelle en 1965, et la strate basse s'ouvre progressivement, à mesure que les espaces sont colonisés pour l'agriculture. La limite de la flore arborescente semble cependant remonter dans la zone de Wakarida. Cela peut s'expliquer par des facteurs climatiques comme anthropiques (récente mise en défens des zones hautes et forte pression sur les zones basses cultivées). Dans d'autres secteurs moins anthropisés (en descendant vers l'Afar ou dans la zone de Welwalo), la végétation arborée est plus dense et diversifiée.

À partir de 1965, les photographies aériennes et satellitaires révèlent la présence de parcelles dans les fonds de vallées, ce qui n'apparaissait pas dans les récits. Elles sont délimitées par une ligne plus sombre, qui semble indiquer qu'elles sont étagées. Les images ne permettent toutefois pas de déterminer si des murets de soutènement sont construits ou s'il s'agit juste d'une bande enherbée, voire d'un bourrelet qui marque la délimitation. Les évolutions, en particulier la conquête des amonts entre 1967 et 1994 (figure 10.5, page 437), montrent cependant que ces thalwegs, aujourd'hui aménagés, n'ont pas été exploités en continu depuis des périodes anciennes, par exemple depuis la période axoumite. Si elles ne permettent pas d'affirmer que ces fonds de vallées n'ont jamais été cultivés, les photographies anciennes indiquent que certains secteurs étaient couverts de végétation dans les années 1960 et fonctionnaient comme un thalweg non cultivé et incisé par les écoulements de surface. On peut dès lors supposer que la croissance démographique et le besoin de terre ont entraîné cette conquête des amonts. Aujourd'hui, des espaces de plus en plus lointains (par rapport au centre urbain de Sewne) et de plus en plus escarpés sont défrichés et mis en culture.

Un autre indice de la relative jeunesse des aménagements en terrasse autour du site de Wakarida tient au fait que les effets morphogénétiques induits par ces ouvrages sont visibles sur les photographies aériennes et satellitaires, et toujours actifs aujourd'hui. En effet, le remblaiement des chenaux tracés dans les fonds de vallées s'est mis en place progressivement, avec l'ouverture de nouveaux secteurs et la généralisation de la culture étagée des fonds de vallées. D'une part, le déboisement de ces fonds de vallées entraîne la mobilisation des sédiments, auparavant protégés par la végétation. D'autre part, la construction de bourrelets de terre ou de murets - d'ouvrages de conservation des eaux et des sols - a contribué progressivement à combler et faire disparaître ces traces d'incision, par l'accumulation progressive de matériel à l'amont de ces ouvrages. Il n'en subsiste que des traces, notamment dans l'implantation des limites de parcelles. Ces aménagements contribuent aussi à limiter l'apparition d'écoulements concentrés, provoquant dès lors une

rétroaction positive par fixation des sédiments et infiltration de l'eau.

Par ailleurs, les incitations gouvernementales à la construction de terrasses (qu'il s'agisse de terrasses de culture ou de murets anti-érosion de type *Food for Work*), combinés à une croissance démographique toujours plus importante, ont pour conséquence l'ouverture de nouveaux secteurs de plus en plus éloignés des centres urbains (cols, à proximité des crêtes sur les versants, par exemple).

CONCLUSION

Ce chapitre a permis de confirmer l'hypothèse que les terrasses de culture en fond de vallon actuellement observées à Wakarida sont d'une construction récente et qu'elles continuent de se développer dans un mouvement de conquête progressive des amonts et des espaces les plus reculés.

Ces structures hydroagricoles semblent se développer essentiellement entre 1994 et 2012, très vraisemblablement suite aux bouleversements politiques des années 1990 (chute du Derg, fin de la réforme agraire, etc.). Elles sont contemporaines d'une ouverture soutenue de la végétation, bien que celle-ci ait été initiée bien avant. La mise en culture étagée des vallons a provoqué la disparition progressive des entailles, qui témoignaient de l'incision naturelle que les comblements avaient connu antérieurement à la colonisation agricole. On en trouve encore aujourd'hui quelques traces dans la forme des parcelles.

Si le couvert végétal a eu tendance à décroître et à s'éclaircir durant le XX^e siècle, les politiques de conservation des eaux et des sols mises en place depuis quelques années se traduisent aujourd'hui par la revégétalisation de certains espaces du Tigray, comme autour d'*Enda Kidane Mehrèt*.

Néanmoins, le développement contemporain des terrasses dans les fonds de vallées, justement parce qu'elles retiennent sur place les sédiments, provoque, à l'aval, une pénurie sédimentaire. On assiste dès lors à la formation de ravines dues à l'érosion régressive dans certains thalwegs, comme à Damhalle (figure 4.29, page 191). Dans la plupart des cas toutefois, ces dynamiques sont masquées par la densité des aménagements dans les fonds de vallées.

CONCLUSION DE LA QUATRIÈME PARTIE

Les chapitres 9 et 10 ont permis de montrer que le territoire autour de Wakarida a connu une forte croissance démographique et a accueilli de nombreuses migrations, liées aux changements politiques ou à des épisodes climatiques extrêmes (sécheresses, famines).

Au XX^e siècle, la forte croissance démographique que connaît le Tigray (chapitre 9) se traduit en partie par l'ouverture de la végétation, à un rythme plus important que ce qu'il a été durant le XIX^e siècle, et par la colonisation des vallées par l'agriculture (chapitre 10). Alors que beaucoup d'entre elles avaient encore, au début du XX^e siècle, un fonctionnement classique avec des écoulements superficiels, elles ont fait l'objet d'aménagements pour les rendre cultivables, stopper le ruissellement et provoquer le dépôt des sols sur les parcelles. La conquête des amonts a progressé jusqu'à être quasiment complète aujourd'hui, et avec elle le remblaiement progressif des incisions provoquées par les écoulements de surface.

Les investigations dans les remplissages sédimentaires n'ont pas permis de repérer de vestiges de terrasses dans les comblements anciens, ni même de formes semblables aux bourrelets qu'on peut observer en coupes dans les *jessour* tunisiens (Blond *et al.*, 2019). On aurait en effet pu imaginer qu'à défaut de cultiver les fonds de vallées en terrasses, les agriculteurs axoumites auraient pu les mettre en culture en utilisant la technique des *daget* (Nyssen *et al.*, 2000, 2001, 2014b). Celle-ci consiste à réserver une bande de terre (*daget*) à l'aval de la parcelle cultivée. La bande s'exhausse grâce à la végétation qui la protège ainsi que par l'accumulation de terre, rejetée vers l'aval lors des labours. Le principe est assez semblable à celui des *tabias* tunisiennes (figure 10.23). Comme le montre la photographie, la pente de dépôt des sédiments sur le bourrelet distal est visible en coupe. Or, aucune forme de ce type n'a été détectée sur le terrain. Il est bien entendu possible que de tels bourrelets aient existé et se trouvent dans des secteurs qui n'ont pas été mis en valeur par l'érosion - et ne sont pas visibles. Il est aussi possible qu'ils aient été remaniés et détruits lors de labours postérieurs, comme cela est parfois fait aujourd'hui : les *daget* protègent les cultures, c'est leur rôle principal. Elles accumulent aussi d'importantes quantités de sol fertile. Les agriculteurs n'hésitent donc pas à les détruire pour épandre la bonne terre

sur la parcelle cultivée (Nyssen *et al.*, 2000, 2001).



FIGURE 10.23 – *Tabia* distale sur le site de BDb, Bou Dhafeur, Matmata (Tunisie). La pente de la *tabia* est soulignée par les traits noirs. Cliché : N. Blond, 2017.

Les comblements des alentours de Wakarida semblent avoir été mis en place sans recours à des ouvrages de conservation des eaux et des sols. Si les facteurs ayant concouru à la déstabilisation des sols, à leur ablation et à leur stockage dans les fonds de vallées sont à la fois d'origine biophysique et anthropique, le processus de stockage, lui, ne semble pas reposer sur une volonté humaine de conserver les sols pour les cultiver ensuite.

D'autre part, les terrasses agricoles sont des ouvrages mis en place pour répondre à une forte pression démographique et à un besoin de protection des sols contre l'érosion, signe d'une certaine surexploitation du milieu (Blanchemanche, 1990). Or, il semble que la population reste relativement faible durant la période axoumite - du moins en comparaison avec les implantations actuelles. La période post-axoumite est celle d'un déclin de l'occupation. La réoccupation de la région intervient plutôt à la période moderne, sans qu'on ait pour autant d'indications précises du nombre d'habitants.

Les récits de voyageurs indiquent que la population reste peu nombreuse entre le XVII^e et le XX^e siècles et qu'il n'est pas nécessaire de recourir, pour la nourrir, à la mise en valeur de l'ensemble du territoire (sous-section 1.4.1). Les terroirs facilement accessibles et présentant une grande fertilité naturelle suffisent à la subsistance. Les habitants n'ont donc pas besoin de mettre en œuvre des techniques agricoles très sophistiquées ni de coloniser l'intégralité de la région pour que chacun ait un peu de terre à cultiver et puisse nourrir sa maisonnée.

La croissance de la population intervient plutôt vers le XX^e siècle, en lien avec des crises climatiques, alimentaires et politiques (chapitre 9) : le Tigray a accueilli un nombre important d'immigrés suite aux famines de la fin des années 1970 et du début des années 1980, mais aussi du fait de la révolution agricole mise en place à l'échelle nationale, qui a changé le statut de la terre et a forcé de nombreuses personnes à la sédentarisation. Ainsi, l'établissement dans un espace déterminé, avec une surface restreinte de terre à cultiver a conduit un grand nombre d'occupants à chercher à tirer le meilleur profit des parcelles en freinant l'érosion et en retenant l'humidité sur place, dans le cadre d'une agriculture, qui, aujourd'hui encore, est pluviale.

Les méthodes et outils agraires ayant peu - voire pas - évolué depuis la préhistoire (chapitre 8), l'innovation a résidé dans l'introduction de structures hydroagricoles de conservation des eaux et des sols. Si l'on en croit les témoignages des habitants du secteur, la technique aurait été inventée localement, afin de freiner les crues qui se forment en saison pluvieuse et avaient auparavant des effets destructeurs : elles emportaient les sols, les graines et parfois les plants en croissance. Ainsi, une grande partie des ouvrages de conservation des eaux et des sols aujourd'hui présents dans les fonds de vallons sont érigés à partir des années 1990, tandis que le territoire a peu évolué entre les années 1970 et 1990. L'hypothèse d'un déploiement récent des espaces cultivés vers les vallons est appuyée par les entretiens, qui montrent que l'agriculture, telle qu'on l'observe de nos jours, ne résulte pas de la transmission pluriséculaire d'un paysage fossile, mais de l'aménagement assez récent, à la suite de décisions politiques, d'un territoire peu peuplé et marginal au début du XX^e siècle (chapitres 7 et 9).

La pression démographique et la faim de terres cultivables ont aussi conduit à d'importantes modifications du couvert végétal. Déjà assez fortement touché sur les versants, il a été presque entièrement détruit dans les fonds de vallées aménagés. Cela se traduit notamment par le développement de formes d'érosion régressive (Bard *et al.*, 2000) dans certains segments du réseau hydrographique (par exemple à Damhalle), dues à une pénurie sédimentaire croissante. Celle-ci est une conséquence indirecte des structures hydroagricoles qui, en forçant le dépôt des particules arrachées en amont, réduisent drastiquement la charge solide des écoulements lorsqu'ils arrivent à l'aval, et augmentent dès lors l'érosion des comblements dans un mouvement remontant de l'aval vers l'amont.

Néanmoins, des actions récentes sont entreprises, sous l'impulsion d'initiatives locales et/ou gouvernementales afin de reboiser certains espaces. Les autorités proposent, depuis quelques années des programmes de lutte contre l'érosion (*Food for Work*) ou de revégétalisation (*Enclosures* ou plantation d'eucalyptus, notamment). C'est ainsi qu'on observe, dans certains espaces, des débuts de revégétalisation : à Enda Kidane Mehrèt, par exemple (sous-section 10.2.3, page 457 *sq.*) ou ailleurs en Éthiopie (Nyssen *et al.*, 2014a, 2015, 2009b).

Les terrasses ne sont pas que des objets techniques. Elles traduisent aussi des évolutions sociales et sociétales. Elle s'inscrivent en effet dans la transition du semi-nomadisme à la sédentarisation des populations et leur conversion à l'agriculture. Le semi-nomadisme est propre à cette région d'interface, qui a vu, pendant longtemps, le passage d'une zone sèche à une zone plus humide, d'une région de nomadisme et de pastoralisme à une région de culture céréalière et maraîchère, passages qui étaient effectués par une famille ou un petit groupe durant l'année, et qu'on pourrait qualifier de migrations saisonnières. Avec les politiques de sédentarisation et de « villagisation » induites par la réforme agraire, ces mouvements ont été contraints et les populations forcées à se stabiliser sur un terroir. Une surface limitée de terre a été allouée aux familles dont elle a souvent été la seule source de revenus et/ou le seul moyen de subsistance. On observe alors que si les toponymes sont majoritairement repris de dénominations anciennes et ne permettent pas d'identifier, dans le paysage onomastique, la marque des nouveaux arrivants, les noms donnés aux structures hydroagricoles indiquent en revanche l'importance de la fonction agricole qu'elles revêtent.

Ainsi, malgré une forte pression démographique actuelle et un déboisement assez général des versants, les dynamiques érosives sont aujourd'hui assez efficacement bloquées, et ce grâce à la forte densité d'aménagements en terrasses dans les fonds de vallées. La couverture progressive des versants par des murettes et les programmes de reboisement participent aussi à cet effort de (re)stabilisation des versants.

Conclusion générale

Ces gigantesques escaliers de terrasses [...] ne doivent pas être considérés comme un legs immuable du passé, doté d'une pérennité à toute épreuve, mais comme un défi de l'homme face à une nature soumise à des caprices climatiques caractéristiques des pays de montagne et des pays méditerranéens. Chaque génération a connu des avancées et des replis, des constructions nouvelles et des abandons, si bien que le spectacle actuel que nous offre le paysage des terrasses est un état passager, relatif à des conditions naturelles dont les effets sont changeants, et à des conditions économiques dont l'évolution est de plus en plus rapide.

Blanc, 2001

Rappels des objectifs

L'objectif initial de ce travail était d'interroger l'âge des terrasses de culture actuellement présentes à Wakarida et dans la zone d'étude. Il s'agissait aussi de comprendre comment s'étaient formées les épaisses accumulations sédimentaires de fond de vallons, qui atteignent plusieurs mètres d'épaisseur, et sur lesquelles les terrasses prennent appui. Pour cela, il a fallu interroger les processus anthropo-alluviaux qui sont intervenus dans l'érosion et la sédimentation à l'échelle du bassin versant, depuis le début de l'Holocène.

À une échelle temporelle plus réduite, le but de cette étude géoarchéologique était aussi de comprendre quelles avaient été les interactions des sociétés pré-axoumite, proto-axoumite, axoumite et post-axoumite avec leur environnement et quels impacts elles avaient eu, notamment en terme d'érosion et de déforestation.

Il s'agissait aussi de comprendre les évolutions modernes et contemporaines de ces espaces, en lien avec les processus climatiques, mais aussi avec les phénomènes économiques, sociaux et politiques. La question technique s'est révélée déterminante pour appréhender les questions d'érosion et de mise en valeur de l'espace.

Enfin, ce travail sur le temps long a permis de dégager les principales dynamiques, tandis que la comparaison avec d'autres espaces dont l'évolution est plus avancée laisse entrevoir des scénarios possibles de transformation du paysage. Ils pourront former la base d'une réflexion pour les décideurs.

Principaux jalons chronologiques

Cette étude géomorphologique et géoarchéologique a permis de mettre en évidence les phases chronologiques de l'établissement des remplissages sédimentaires et les processus qui les ont ensuite affectés.

VII^e - IV^e millénaires avant notre ère : cette première phase est marquée par la prédominance des phénomènes biophysiques et climatiques. Les processus de colluvionnement et alluvionnement peu compétents traduisent une ambiance plus humide, favorable au développement de végétation et à la pédogenèse. Ces conditions sont caractéristiques de la période traditionnellement nommée *African Humid Period* ou AHP. Autour de Wakarida, elle perdure jusqu'au V^e millénaire av. n. è. Les paysages, à cette époque, sont probablement caractérisés par des versants végétalisés (strate basse, arbustes et arbres) entrecoupés de vallées dont les lits majeurs sont occupés par une végétation moins dense, probablement basse (herbacées, graminées) sans exclure la possibilité d'une ripisylve sur les berges. Des flux de faible compétence s'écoulent dans le lit mineur. La végétation et les sols développés sur versants permettaient probablement, à l'époque, de tempérer la violence de fortes précipitations ou d'orages, protégeant ainsi les fond de vallées, où les sédiments ont pu s'accumuler et les sols se développer.

Autour des V^e - IV^e millénaires av. n. è., on observe un tournant progressif vers une ambiance plus sèche. Les conditions se détériorent graduellement et semblent se caractériser par l'alternance d'épisodes plus secs et d'épisodes plus humides, les variations locales étant importantes. Plus l'ambiance climatique se dégrade, plus les effets de site semblent importants, en lien avec la topographie, la géologie ou l'hydrologie locales. Cette transition progressive intervient entre 6 000 et 4 000 BP et marque la fin de l'Holocène Ancien.

III^e - II^e millénaires avant notre ère : dans cette seconde phase, on constate les effets de la mise en place d'un climat plus sec. Cela a pu se traduire par des écoulements plus irréguliers en fond de vallée, qui freinent la pédogenèse, mais aussi par une contraction de la végétation sur les versants, qui peut avoir induit une sensibilité accrue à l'érosion hydrique. On n'entrevoit toutefois pas d'éléments indiquant une dénudation totale des versants, caractéristique d'un milieu très sec. Cela tendrait à conforter l'idée que la fin de l'AHP se fait de manière progressive

et non abrupte.

Ces éléments concordent aussi avec l'idée de premiers déboisements initiés par les populations pré- ou proto-axoumites dans la région, en lien avec les premières traces d'occupation révélées par les fouilles archéologiques pour le I^{er} millénaire av. n. è. Ces défrichements peuvent être attribués au besoin de trouver du bois de construction, mais aussi de chauffe, ainsi qu'à la nécessité d'ouvrir des clairières, à proximité des habitations, pour cultiver. Les habitations se trouvant, comme aujourd'hui, sur les points hauts, il est vraisemblable que les cultures se soient alors développées sur les versants, livrant à l'érosion des sols préalablement développés sous couvert végétal.

I^{er} millénaire avant notre ère - XVII^e siècle de notre ère : c'est la période qui a livré le plus de traces archéologiques, mais qui, du point de vue sédimentaire, apparaît comme la moins lisible. La période axoumite y est mal documentée et il semble qu'elle soit caractérisée plutôt par un retour à l'équilibre, qui conduit à la formation d'un paléosol. Ici, ce sont les conditions locales qui influent de façon très nette : géographiquement, le site d'AMb est éloigné du centre urbain de Wakarida ; topographiquement, il s'agit d'une vallée encaissée, probablement en eau durant la petite période humide du I^{er} siècle de n. è. De même, la fin de la période axoumite et la migration des populations vers d'autres centres de pouvoir situés plus au sud, ne semblent pas avoir impacté les comblements sédimentaires sur ce site, mais là encore, il faut prendre en considération l'importance des facteurs locaux.

La période post-axoumite est marquée par des dépôts peu perturbés et le développement d'un paléosol. Ces conditions correspondent à l'occupation légère indiquée par les fouilles archéologiques. Celle-ci pourrait avoir été accompagnée de pratiques agricoles pastorales, nomades ou semi-nomades, impliquant une présence intermittente - et donc l'absence de développement agricole intensif. C'est durant la période moderne que la présence humaine devient la plus notable : les sols développés sous couvert forestier sur les versants sont mobilisés par l'ouverture graduelle de clairières, pour les besoins domestiques ou agricoles. Ils s'accumulent alors en ordre inverse dans les vallées, les plus jeunes en-dessous, les plus vieux au-dessus. Cette pulsation est contemporaine de phénomènes semblables à Axoum, qui, après avoir été abandonnée au VIII^e siècle de n. è., est réoccupée aux XV^e - XVII^e siècles de n. è. Par ailleurs, des épisodes de précipitations accrues peuvent être détectés autour des XIV^e - XVII^e siècles, en cohérence avec d'autres espaces d'Afrique de l'Est.

XVII^e - XX^e siècles de notre ère : la période moderne connaît d'importantes dégradations environnementales, dues aux populations locales mais aussi à l'arrivée d'Occidentaux (Européens cherchant à conquérir ce territoire d'Afrique de l'Est aux temps des colonisations, sportifs s'adonnant à la chasse aux grands mammifères).

Ainsi, du XVII^e au XX^e siècles, le Tigray voit-il la disparition de la grande faune (éléphants, grands fauves, girafes, antilopes). Durant cette période, la construction d'habitations pour une population plus nombreuse, tout comme l'établissement d'un réseau routier moderne ou l'implantation de poteaux téléphoniques par les Italiens, consomment une grande partie du bois des versants. Les espaces autour des principaux axes ou des grandes villes (Axoum, Adoua, Adigrat, par exemple) subissent d'importants défrichements.

Il semble que la zone de Wakarida, en marge du plateau, en marge du royaume axoumite, soit aussi restée en marge des explorations de cette époque et des déprédations associées. Le déboisement semble y être plus récent, datant de l'installation massive de population au XX^e siècle.

XX^e - XXI^e siècles de notre ère : la période contemporaine a connu une importante croissance démographique, qui a entraîné un fort déboisement. Les processus érosifs se poursuivent. L'attention a été attirée sur l'érosion des sols à partir des années 1970 et des sécheresses et famines qui ont touché le pays. Les gouvernements ont alors tenté de mettre en œuvre des solutions, notamment la replantation de certains espaces ou leur mise en défens. Les effets commencent à se faire sentir et des poches de reboisement émergent. De nombreuses techniques de lutte contre l'érosion sont aussi mises en pratique, parmi lesquelles les terrasses sont les plus connues.

Les terrasses de culture, innovation technique récente

À l'issue de ce travail, il apparaît que les terrasses de culture ne peuvent - et ne doivent - pas être considérées « comme un legs immuable du passé, doté d'une pérennité à toute épreuve » (Blanc, 2001, voir exergue). Comme le rappelaient Blanchemanche (1990) et Blanc (2001), les terrasses sont des ouvrages dont la construction peut être rapide. Ils sont aussi très fragiles et nécessitent un entretien important car ils se dégradent rapidement, et ce d'autant plus dans les contextes climatiques et géomorphologiques tropicaux étudiés ici.

Nous avons pu montrer que les techniques agricoles faisaient preuve d'une grande continuité, depuis la préhistoire jusqu'à la période actuelle, dans l'outillage comme dans les façons employées. La seule exception concerne les ouvrages de conservation des eaux et des sols - les terrasses - qui n'apparaissent pas avant le XIX^e siècle sur les photographies de la région de Harar (Bidault de Glatigné, 1889) et pas avant les années 1960 - 1970 entre Adigrat et Yéha, dans les textes (Henze, 2001).

Cette technique semble s'être développée avec le peuplement plus important de la région durant le XX^e siècle et l'expansion agricole qui s'en est suivie, en particulier entre

les années 1960 et les années 1990. Un décalage temporel apparaît entre l'installation des populations et les débuts de la mise en culture des espaces grâce aux terrasses. Il semble alors, du moins dans les récits qui sont faits, que cette technique n'ait pas été importée par les immigrés sud-arabiques, mais plutôt qu'elle a émergé un peu plus tard, en réaction à l'érosion, voire à la destruction des cultures lors des crues.

Par ailleurs, la grande continuité dans les technologies et pratiques agraires rend peu probable l'hypothèse selon laquelle la modernisation agricole serait responsable de la plus grande érosion que connaît actuellement le pays. Il semble plus vraisemblable que les changements dans les conditions climatiques et l'ouverture de la végétation sur les versants soient à l'origine de l'ablation des sols sur les versants et, aujourd'hui, de l'incision des accumulations de fond de vallées. En effet, la dilapidation des sols est ancienne et les zones productrices à l'amont fournissent aujourd'hui très peu de matériel, trop peu pour compenser ce qui est évacué à l'aval.

C'est pour lutter contre ces phénomènes d'érosion que les décideurs et les chercheurs ont proposé plusieurs types de solutions :

- différents ouvrages de conservation des eaux et des sols (terrasses de vallons, terrasses de versants, fossés à l'amont des murettes pour retenir l'humidité, gabions) ;
- des travaux de construction et d'entretien des structures, en particulier sur les versants, par les programmes *Food for Work* ;
- des programmes de reboisement, plus ou moins médiatisés, ou de mise en défens (*enclosures*), certains espaces boisés étant même gardés pour éviter que du bois y soit prélevé illégalement.

Ainsi, les paysages de terrasses sont bien ici « la projection d'une société sur un milieu naturel, analysé, domestiqué et utilisé » (Blanc, 2001) et qui répond à une problématique technique : l'érosion des sols dans les parcelles et la destruction des cultures par les crues.

Quelques éléments de réflexion sur l'avenir des terrasses dans les Hautes Terres éthiopiennes

Les terrasses de cultures sont une solution pour lutter contre l'érosion dans un contexte d'urgence alimentaire et de crises récurrentes, en partie causées par le climat. Il s'agit alors d'envisager quels pourraient être les futurs de ces paysages. Il apparaît très probable, considérant la démographie de la région, les évolutions des modes de vie, mais aussi les analogues tunisiens et ardéchois (*jessour* et *fajjsses*), que cette région rurale du Tigray, en marge des principaux centres et réseaux - routiers, téléphoniques, électriques - finisse par se vider de ses forces vives, comme les Cévennes ou les Matmata au XX^e siècle. Dès lors, le risque d'érosion des ouvrages de vallons est très grand, le cas sud tunisien l'a montré

(Blond *et al.*, 2019) : les ravines progressent très rapidement dans les *jessour* une fois la *tabia* éventrée.

L'érosion régressive est déjà à l'œuvre dans les comblements sédimentaires aux alentours de Wakarida. Cependant, pour le moment, lorsqu'une terrasse est détruite, elle est reconstruite en moins d'une semaine (figure 10.24). Cela vaut aussi pour tout autre ouvrage de petite hydraulique, comme le barrage de Ka Ebile, étudié dans la sous-section 6.2.1, page 293 *sq.* (figures 6.9 à 6.12), détruit en 2014 et en cours de reconstruction peu après.



FIGURE 10.24 – Terrasse reconstruite après une crue qui a emmené le sommet du muret distal. Cliché : N. Blond, 2015.

De tels ouvrages n'en demeurent pas moins très fragiles et dépendants d'une population nombreuse pour les maintenir. L'exemple des Matmata est en ce sens édifiant (Blond *et al.*, 2019). La forte croissance démographique des années 1950 a entraîné la couverture d'un grand nombre de ravins par ces ouvrages de conservation des eaux et des sols. Depuis les années 1970 et l'amorce des processus d'exode rural, les montagnes et les espaces ruraux ont progressivement été délaissés. Désormais, les *tabias* distales ou les murets des *jessour*, ne sont plus entretenus et sont soumis à une forte érosion régressive qui se traduit par la formation de brèches et de ravines, conséquences de la suffosion dans les loëss (Blond *et al.*, 2019). Celle-ci soutire le matériel accumulé dans les *jessour*, qui s'évacue vers l'aval du système. À terme, c'est un paysage, à la fois cultural et culturel, qui est menacé de

destruction et de disparition (figure 10.25).



FIGURE 10.25 – Brèche dans la *tabia* et ravines dans le *jesr* BDh (Matmata, Tunisie).
Cliché : N. Blond, 2017, tiré de Blond *et al.* (2019).

De l'autre côté de la Méditerranée, les terrasses cévenoles donnent aussi un point de comparaison sur un pas de temps un peu plus long. Bien que situés majoritairement sur des versants (Blanc, 2001 ; Blanchemanche, 1990), ces ouvrages ont une morphologie très semblable à celle des ouvrages éthiopiens, justifiant dès lors la comparaison de leurs évolutions respectives dans le temps. Là comme en Tunisie, « le caractère anthropique de ces versants construits explique la fragilité de ce système » (Blanc, 2001) : dès qu'il n'est plus entretenu, il périlite. Blanc (2001) identifie deux directions possibles à cette évolution : si les terrasses sont suffisamment bien ancrées ou que les pentes sont faibles, une végétation apparaît sur les ouvrages. Ils se couvrent d'abord d'un tapis d'herbes puis d'arbres qui « fossilisent » le paysage et, dans le même temps, protègent les terrasses de la destruction. Ce scénario concerne surtout les ubacs, plus humides et donc plus propices au développement de la végétation. C'est un des scénarios les plus vraisemblables en Éthiopie, car la végétation arborée et arbustive est ici présente à l'état spontané. Le second cas se caractérise par des éboulements des murs de soutènement accompagnés par des glissements de la terre végétale qu'ils protégeaient. L'abandon crée un déséquilibre qui entraîne l'érosion et conduit à la formation de ce que Blanc (2001) nomme un « paysage

ruiné ».

Cet abandon est lié à la déprise rurale, comme dans le cas des *jessour* (Blond *et al.*, 2019). Il concerne en premier lieu les secteurs les plus isolés et les plus en pente. Ces espaces, qui ont été les derniers à être mis en valeur, sont aussi les premiers à être délaissés, se trouvant le plus loin des habitations et dans les conditions topographiques les moins accessibles. Dans le secteur étudié, il n'est pas difficile de repérer quels secteurs pourraient, les premiers, souffrir de l'abandon. L'amont de Ka Ebile, par exemple, étudié dans le chapitre 10 (sous-section 10.2.2, page 455), est un des plus récemment aménagés de la vallée. Ce type d'espaces, éloignés des zones de commercialisation et des lieux d'habitation et de vie, seraient probablement les premiers à être délaissés. Étonnamment, dans ce milieu très « plein », quelques secteurs ont pu être observés, qui n'étaient plus entretenus ni maintenus. Ainsi, à Ka Ebile, une des personnes interviewées nous a montré, à côté de la maison, des terrasses à l'abandon. Suite au décès de sa fille, les parcelles n'ont plus été entretenues et les murettes commencent à s'affaisser (figure 10.26). On comprend aussi que, vu la pente, personne n'ait cherché à s'approprier ce terrain.



FIGURE 10.26 – Terrasses ruinées suite à l'abandon de la parcelle, causé par le décès de la propriétaire. Cliché : N. Blond, 2017.

Ces structures sont érigées pour lutter contre l'érosion et ralentir le ruissellement des eaux sur les versants (en Ardèche) comme dans les ravins (dans le Sud Tunisien et

le Tigray). Vu la puissance des crues, évoquée dans les entretiens et démontrée par la destruction du barrage de Ka Ebile (sous-section 6.2.1, page 295 *sq.*), il est à craindre que l'exode rural et l'abandon des terrasses puissent avoir des effets désastreux sur le paysage du Tigray oriental. Les mesures de protection des versants par les programmes *Food for Work* (sous-section 2.3.3, page 85 *sq.*) confirment l'importance des ouvrages de lutte contre l'érosion. La sous-section 10.2.3 a montré qu'en certains points, les effets positifs de ces aménagements étaient déjà perceptibles : la végétation revient sur le piedmont, contribuant à lutter contre l'érosion et à protéger les terrasses situées à l'aval.

Les chiffres du recensement de population de 2019 ne sont pas encore disponibles sur le site de la *Central Statistical Agency*¹⁰, il n'est donc pas possible de mesurer l'importance de l'exode rural qui semble commencer à toucher le Tigray. Pour le moment, les effets ne s'en font pas trop sentir. Si certains fils partent travailler en Arabie Saoudite pour engranger un petit pécule, tous reviennent ensuite au pays et la plupart reprennent l'exploitation agricole. Cette émigration temporaire permet aujourd'hui le maintien de concentrations humaines dans les vallées du Tigray. Cependant, l'équilibre demeure assez instable.

La diffusion des modes de vie modernes (avec l'arrivée récente de l'électricité ou du réseau de téléphonie mobile) et un ancrage de plus en plus global - et moins local - des jeunes générations, peuvent faire craindre un exode plus important dans les années à venir. Si le gouvernement semble avoir pris la mesure de l'importance des terrasses (sur les versants ou dans les vallons) ou de la végétation¹¹ pour la protection de l'environnement et la lutte contre l'érosion, pour l'instant, peu d'actions sont initiées pour inciter les populations à vivre à la campagne et maintenir ces paysages. Ceux-ci de construction récente, pourraient alors disparaître aussi rapidement.

Comme Blanc (2001) pour les paysages ardéchois, on pourrait déplorer la destruction d'un patrimoine culturel emblématique. Aujourd'hui, ces terrasses sont en effet inséparables de l'image du Tigray septentrional et oriental, à tel point qu'on peut les qualifier de géosymboles de ce territoire (Bonnemaison, 1981). D'autre part, il s'agit là d'un paysage particulièrement rare puisque composé de terrasses non sur versant mais dans des vallons. Que penser alors de l'éventualité de sa destruction ? Faut-il envisager un classement UNESCO, comme pour les paysages konso (Demeulenaere, 2009) ? On est ici dans le cas d'un paysage récent, et surtout, d'un paysage mouvant, palimpseste, dont la profondeur temporelle a permis d'enregistrer les fluctuations et évolutions. Il s'agit d'autre part d'un espace avec lequel les populations entretiennent un rapport moins affectif qu'utilitariste et qui porte une charge culturelle finalement moins lourde que les terrasses konso (Watson, 2009). Ces terrasses disparaîtront probablement si l'exode rural est trop massif et si elles

10. <http://www.csa.gov.et>

11. En témoigne l'initiative nationale de plantation de 353 millions d'arbres le 29 juillet 2019 : https://www.francetvinfo.fr/monde/afrique/ethiopie/video-en-ethiopie-353-millions-d-arbres-plantés-en-12-heures_3558881.html

perdent leur utilité pour la subsistance.

Perspectives de recherche

Ce travail a mis en lumière les éléments de réponse dont nous disposons actuellement quant aux problématiques environnementales et paysagères sur le temps long autour du site de Wakarida. Cependant, certains questionnements demeurent aujourd’hui, qu’il sera nécessaire d’aborder lors de recherches futures. En Éthiopie, dans le secteur de Wakarida, les recherches pourront être approfondies, afin de mieux comprendre les remblaiements de terrasses (prospection géophysique, sondages) et l’utilisation qui en a été faite, notamment grâce à la micromorphologie des sols ou à la datation par luminescence optiquement stimulée (ou OSL, *Optically Stimulated Luminescence*).

Les études archéologiques ont permis, lors des deux dernières campagnes, le repérage et l’étude de nouveaux sites, localisés sur le plateau, et dont on cherche à connaître les relations avec Wakarida. Les questions environnementales et paysagères pourront aider à mieux comprendre ces relations et les pratiques des populations résidant sur le plateau. Pour cela, des méthodes semblables à celles déployées pour la présente étude pourraient être mises en œuvre (granulométrie laser et datations radiocarbone, analyses diachroniques d’images verticales, consultations d’archives textuelles et iconographiques, entretiens ethnogéomorphologiques). Les nouvelles analyses employées à Wakarida pourront l’être aussi sur le plateau (micromorphologie, notamment) et il sera important de recueillir des informations sur la géologie et la source des sédiments (étude des phytolithes, XRF, Core Scanner). La particularité de la topographie du plateau pourra amener à travailler par carottages ou par sondages, peu de coupes ayant été repérées pour le moment. L’étude stratigraphique intra-site est aussi envisagée, afin d’affiner la connaissance des relations entre les sols et leurs anciens occupants.

La question des échanges et des relations entre sites de même période pourrait être étendue à des sites méroïtiques, au Soudan, dans le cadre d’un projet d’ANR préparé par Anne Benoist. Dans le cas où il serait accepté, l’étude des environnements et des pratiques agricoles passées viendrait compléter celles effectuées sur les terrains éthiopiens, et pourrait répondre aux problématiques d’échanges et de gestion des ressources posées par ces sites.

Les évolutions paysagères et environnementales en lien avec les pratiques agricoles contemporaines et passées peuvent aussi être appréhendées sur d’autres terrains, plus ou moins proches du Tigray oriental. Une approche comparatiste a déjà été mise en place avec la Tunisie (Blond *et al.*, 2019), qui pourrait se développer de façon plus systématique (analyses sédimentologiques plus poussées, entretiens avec les agriculteurs). Ce terrain offre en effet un « laboratoire » de l’impact de l’abandon des structures hydroagricoles, dont

on pourrait tirer des enseignements prospectifs pour l'Éthiopie. Enfin, dans le cadre du réseau ITLA (*International Terraced Landscapes Alliance*), une approche plus globale des paysages de terrasses dans le monde et de leur devenir pourrait être initiée, pour recenser ces ouvrages et comprendre leurs traits communs, tant dans leur utilisation actuelle que dans les processus qui ont concouru à leur mise en place. En particulier, le cas cévenol fournit une base de comparaison pertinente pour continuer à comprendre l'interaction entre dynamiques de versants et aménagements hydroagricoles.

Bibliographie

- ABBATE, E., BRUNI, P. et SAGRI, M. (2015). Geology of Ethiopia : A Review and Geomorphological Perspectives. *In Landscape and Landforms of Ethiopia*, World Geomorphological Landscapes, pages 33–64. Springer, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/978-94-017-8026-1_2.
- ALLEN, W. E. D. (1943). Ethiopian Highlands. *The Geographical Journal*, 101(1):1–14. DOI : <https://doi.org/10.2307/1790117>.
- ALVARES, F. (1881). *Narrative of the Portuguese embassy to Abyssinia during the years 1520-1527*. Hakluyt society, London. 416 p.
- AMAT, J.-P., DORIZE, L. et GAUTIER, E. (2008). *Éléments de géographie physique*. Editions Bréal. 461 p.
- ANDREE, R. (1869). *Abessinien, das Alpenland unter den Tropen und seine Grenzländer*. Otto Spamer, Leipzig. 488 p.
- ANFRAY, F. (1990). *Les anciens Ethiopiens : siècles d'histoire*. Collection Civilisations. A. Colin, Paris. 277 p.
- ANFRAY, F. (2012). *Le site de Dongour : Axoum, Ethiopie, recherches archéologiques*. Numéro 3 de Archaeology as history. Books on Demand, Norderstedt, Hambourg. 256 p.
- ARMITAGE, S. J., BRISTOW, C. S. et DRAKE, N. A. (2015). West African monsoon dynamics inferred from abrupt fluctuations of Lake Mega-Chad. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(28):8543–8548. DOI : <https://doi.org/10.1073/pnas.1417655112>.
- ARTHUR, J. W. (2003). Ethnoarchaeology, Pottery, and Technology : Bridging Ethnographic and Archaeological Approaches. *Reviews in Anthropology*, 32(4):359–378. DOI : <https://doi.org/10.1080/00988150390250881>.

- ASSOCIATION INTERNATIONALE DE LA SCIENCE DU SOL, CENTRE INTERNATIONAL DE RÉFÉRENCE ET D'INFORMATION PÉDOLOGIQUE et ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE (1999). *Base de référence mondiale pour les ressources en sols*. Numéro 84 de Rapport sur les ressources en sols du monde. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. 112 p.
- AUDON, H. (1889). *Voyage au Choa (Abyssinie méridionale) : 1884-1888*. Hachette, Paris, Nouvelle édition. 48 p.
- AURENCHÉ, O. (2012a). Architecture et société : les données de l'ethnoarchéologie. In AURENCHÉ, O., éditeur : *Vous avez dit ethnoarchéologue ? Choix d'articles (1972-2007)*, pages 107–116. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- AURENCHÉ, O. (2012b). L'apport de l'observation ethnographique à la compréhension des monuments anciens : Palais de Mari et palais actuels du Proche-Orient. In AURENCHÉ, O., éditeur : *Vous avez dit ethnoarchéologue ? Choix d'articles (1972-2007)*, pages 233–262. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- AURENCHÉ, O. (2012c). Pour une ethnoarchéologie des cycles d'évolution dans l'habitat rural du Proche-Orient. In AURENCHÉ, O., éditeur : *Vous avez dit ethnoarchéologue ? Choix d'articles (1972-2007)*, pages 283–302. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- AURENCHÉ, O. (2012d). *Vous avez dit ethnoarchéologue ? Choix d'articles (1972-2007)*. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon. 524 p.
- AVANZINI, A. (1989). Un exemple de langues en contact : les inscriptions sud-arabes d'Éthiopie. In *L'Arabie préislamique et son environnement historique et culturel : actes du Colloque de Strasbourg, 24-27 juin 1987*, numéro 10 de Travaux du Centre de recherches sur le Proche-Orient et la Grèce antiques, pages 469–478. Brill Archive, Strasbourg.
- AZAM, J.-P. (1993). La levée des contrôles des marchés de grains en Éthiopie (mars 1990). *Revue d'économie du développement*, 1(4):95–116. DOI : <https://doi.org/10.3406/recod.1993.890>.
- BAERT, R. (2011). *Hydrogeological investigation of the Mendae agricultural plain and the Tsenkanet reservoir (Tigray, Ethiopia)*. Mémoire de Master en Géologie, Université de Gand, Gand (Belgique). 136 p.

- BAKER, A., ASRAT, A., FAIRCHILD, I. J., LENG, M. J., THOMAS, L., WIDMANN, M., JEX, C. N., DONG, B., van CALSTEREN, P. et BRYANT, C. (2010). Decadal-scale rainfall variability in Ethiopia recorded in an annually laminated, Holocene-age, stalagmite. *The Holocene*, 20(6):827–836. DOI : <https://doi.org/10.1177/0959683610365934>.
- BALDY, C. (1997). Systèmes traditionnels d'arboriculture et conservation des sols dans le bassin méditerranéen. *Cahiers Agricultures*, 6(1):31–44.
- BARD, K. A., COLTORTI, M., DI BLASI, M. C., DRAMIS, F. et FATTOVICH, R. (2000). The Environmental History of Tigray (Northern Ethiopia) in the Middle and Late Holocene : A Preliminary Outline. *African Archaeological Review*, 17(2):65–86. DOI : <http://link.springer.com/10.1023/A:1006630609041>.
- BARD, K. A., FATTOVICH, R., MANZO, A. et PERLINGIERI, C. (1997). Archaeological Investigations at Bieta Giyorgis (Aksum), Ethiopia : 1993–1995 Field Seasons. *Journal of Field Archaeology*, 24(4):387–403. DOI : <https://doi.org/10.1179/jfa.1997.24.4.387>.
- BARD, K. A., FATTOVICH, R., MANZO, A. et PERLINGIERI, C. (2014). The chronology of Aksum (Tigray, Ethiopia) : a view from Bieta Giyorgis. *Azania : Archaeological Research in Africa*, 49(3):285–316. DOI : <https://doi.org/10.1080/0067270X.2014.943484>.
- BARKER, G. (1993). The UNESCO Libyan Valleys Survey : environmental change and human settlement in Tripolitania. In KRZYŻANIAK, L., KOBUSIEWICZ, M., ALEXANDER, J. et w POZNANIU, M. A., éditeurs : *Environmental change and human culture in the Nile Basin and northern Africa until the second millennium B.C*, volume 4 de *Studies in African archaeology*, pages 15–24. Poznań Archaeological Museum, Poznań.
- BARKER, P. et GASSE, F. (2003). New evidence for a reduced water balance in East Africa during the Last Glacial Maximum : implication for model-data comparison. *Quaternary Science Reviews*, 22(8–9):823–837. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(03\)00010-6](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(03)00010-6).
- BARNARD, R. et MUAMER, H. (2015). Ongoing dispossession and a heritage of resistance : the village of Battir vs. Israeli settler-colonisation. In *The Politics and Power of Tourism in Palestine*, pages 63–78. Routledge.
- BASCOM, J., éditeur (2015). *National Atlas of Ethiopia*. Ethiopian Mapping Agency, Addis-Abeba, 3^e édition. 175 p.
- BECKERS, B., BERKING, J. et SCHÜTT, B. (2013a). Ancient Water Harvesting Methods in the Drylands of the Mediterranean and Western Asia. *eTopoi. Journal for Ancient Studies*, 2:145–164.

- BECKERS, B., SCHÜTT, B., TSUKAMOTO, S. et FRECHEN, M. (2013b). Age determination of Petra's engineered landscape – optically stimulated luminescence (OSL) and radiocarbon ages of runoff terrace systems in the Eastern Highlands of Jordan. *Journal of Archaeological Science*, 1(40):333–348. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jas.2012.06.041>.
- BEKELE-TESEMMA, A. et TENGNÄS, B. (2007). *Useful trees and shrubs of Ethiopia : identification, propagation, and management for 17 agroclimatic zones*. Numéro 6 de Technical manual. RELMA in ICRAF Project, World Agroforestry Centre, Eastern Africa Region, Nairobi. 550 p.
- BEN HOUNET, Y. et GUINAND, S. (2007). La restauration des *qsûr* : institution du patrimoine et enjeux de mémoire. *Espaces et sociétés*, 1(128-129):151–169. DOI : <https://doi.org/10.3917/esp.128.0151>.
- BENOIST, A., CHARBONNIER, J. et GAJDA, I. (2016). Investigating the eastern edge of the kingdom of Aksum : architecture and pottery from Wakarida. In STARKEY, J. et ELMAZ, O., éditeurs : *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies Volume 46, 2016 : Papers from the forty-seventh meeting of the Seminar for Arabian Studies held at the British Museum, London, 24 to 26 July 2015*, volume 46, pages 25–40, British Museum, London. Archaeopress Publishing, Oxford, UK.
- BENOIST, A. et GAJDA, I. (2015). Recherches archéologiques et épigraphiques dans la région du Tigray (Ethiopie). Le site de Wakarida et sa région. Compte-rendu préliminaire de la campagne de terrain (3 novembre - 1^{er} décembre 2015). Rapport technique, French-Ethiopian project of archaeological and epigraphic investigations in Tigray region, Ethiopia Pre-Aksumite and Aksumite period (8th c. BC-AD 7th c.).
- BERAKHI, O., BRANCACCIO, L., CALDERONI, G., COLTORTI, M., DRAMIS, F. et MOHAMMED, U. M. (1998). The Mai Maikden sedimentary sequence : a reference point for the environmental evolution of the Highlands of Northern Ethiopia. *Geomorphology*, 23(2):127 – 138. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(97\)00108-6](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(97)00108-6).
- BERGER, J.-F., BRAVARD, J.-P., PURDUE, L., BENOIST, A., MOUTON, M. et BRAEMER, F. (2012). Rivers of the Hadramawt watershed (Yemen) during the Holocene : Clues of late functioning. *Quaternary International*, 266:142–161. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.10.037>.
- BERQUE, A. (1986). *Le sauvage et l'artifice : les Japonais devant la nature*. Bibliothèque des sciences humaines. Gallimard, Paris. 314 p.
- BERQUE, J. (1955). *Structures sociales du Haut-Atlas*. Presses universitaires de France. 510 p.

- BERTHIER, N. (2010). *Les techniques d'enquête en sciences sociales - Méthodes et exercices corrigés*. Armand Colin, Paris, 4^e édition. 352 p.
- BEZU, S. et HOLDEN, S. (2008). Can food-for-work encourage agricultural production ? *Food Policy*, 33(6):541–549. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2008.06.004>.
- Bidault de GLATIGNÉ, E. J. (1889). 117 photographies de paysages et types ethniques du Harar (Ethiopie).
- BILLI, P. (2015). Geomorphological Landscapes of Ethiopia. In BILLI, P., éditeur : *Landscapes and Landforms of Ethiopia*, pages 3–32. Springer Netherlands, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/978-94-017-8026-1_1.
- BILLI, P. et DRAMIS, F. (2003). Geomorphological investigation on gully erosion in the Rift Valley and the northern highlands of Ethiopia. *CATENA*, 50(2):353–368. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00131-5](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00131-5).
- BLAEU, J. (1635). *Aethiopia Superior vel Inferior vulgo Abissinorum sive Presbiteri Ioannis imperium*. 1 : 12 500 000.
- BLANC, J.-F. (1984). *Paysages et paysans des terrasses de l' Ardèche*. Imprimerie du Vivarais, Annonay. 321 p.
- BLANC, J.-F. (2001). *Terrasses d'Ardèche. Paysages et patrimoine*. Publication à compte d'auteur, Lumbin. 155 p.
- BLANCHEMANCHE, P. (1990). *Bâtisseurs de paysages : terrassement, épierrement et petite hydraulique agricoles en Europe, XVII^e-XIX^e siècles*. Editions de la Maison des Sciences de l'Homme. 329 p.
- BLANKAART, N. et de BRUNE, J. (1662). *Africae antiquae, et quarundam Europae, Asiaeque adiacentium regionum*. 1 : 18 500 000 environ.
- BLOND, N. (2015a). Les relations Hommes - milieux et leurs traductions paysagères de l'époque axoumite à nos jours (Wakarida, Tigray, Éthiopie). Mémoire de Master 2 Interface Nature-Société, ENS de Lyon, Lyon. 97 p.
- BLOND, N. (2015b). Étude environnementale de Wakarida (Tigray, Ethiopie) : l'apport des récits d'explorateurs. [En ligne] : <https://archeorient.hypotheses.org/4730>.
- BLOND, N. (2016). Le bœuf et la maresha, piliers de l'agriculture à Wakarida (Tigray, Ethiopie), de l'Antiquité à nos jours. [En ligne] : <https://archeorient.hypotheses.org/5326>.

- BLOND, N. (2017). Ethnoarchaeology and ethnogeomorphology : fieldwork study of landscapes around Wakarida (Northern Tigray). [En ligne] : <https://cfee.hypotheses.org/2341>.
- BLOND, N., JACOB-ROUSSEAU, N. et CALLOT, Y. (2018). Terrasses alluviales et terrasses agricoles. Première approche des comblements sédimentaires et de leurs aménagements agricoles depuis 5000 av. n. è. à Wakarida (Éthiopie). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 24(3):277–300. DOI : <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.12258>.
- BLOND, N., JACOB-ROUSSEAU, N., OUERCHEFANI, D. et CALLOT, Y. (2019). Étude de l'évolution du ravinement dans les jessour du Sud Tunisien grâce aux images aériennes. *Cybergeo : European Journal of Geography*, (906). DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.32495>.
- BLOTT, S. J. et PYE, K. (2001). GRADISTAT : A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11):1237–1248. DOI : <https://doi.org/10.1002/esp.261>.
- BOERMA, P. (2006). Assessing Forest Cover Change in Eritrea—A Historical Perspective. *Mountain Research and Development*, 26(1):41–47. DOI : [https://doi.org/10.1659/0276-4741\(2006\)026\[0041:AFCCIE\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1659/0276-4741(2006)026[0041:AFCCIE]2.0.CO;2).
- BONNEFILLE, R. et MOHAMMED, U. (1994). Pollen-inferred climatic fluctuations in Ethiopia during the last 3000 years. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 109(2):331–343. DOI : [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90183-X](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90183-X).
- BONNEFILLE, R., ROBERT, C., LEZINE, A. M., PERINET, G., DELIBRIAS, G., ELENGA, C., HERBIN, J. P. et TIERCELIN, J. J. (1986). Palaeoenvironment of Lake Abijata, Ethiopia, during the past 2000 years. *Geological Society, London, Special Publications*, 25(1):253–265. DOI : <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1986.025.01.21>.
- BONNEMAISON, J. (1981). Voyage autour du territoire. *L'Espace géographique*, 10(4):249–262. DOI : <https://doi.org/10.3406/spgeo.1981.3673>.
- BONVALLOT, J. (1986). Tabias et jessour du Sud tunisien : agriculture dans les zones marginales et parade à l'érosion. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 22(2):163–171.
- BONVALLOT, J. (1992). Plaidoyer pour les jessour. Tunisie du sud. In LE FLOC'H, E., GROUZIS, M., CORNET, A. et BILLE, J.-C., éditeurs : *L'aridité : une contrainte au développement : caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés*, Didactiques, pages 507–518. ORSTOM, Paris.

- BOSELLINI, A., RUSSO, A. et ASSEFA, G. (2001). The Mesozoic succession of Dire Dawa, Harar Province, Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*, 32(3):403–417. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0899-5362\(01\)90105-8](https://doi.org/10.1016/S0899-5362(01)90105-8).
- BOUCHAUD, C. (2019). Étude paléo-environnementale autour de Wakarida, Tigray, Éthiopie - Rapport d'étude anthracologique. Rapport technique, Muséum d'Histoire Naturelle, Paris. 8 p.
- BOUCHAUD, C., NEWTON, C., VEEN, M. V. d. et VERMEEREN, C. (2018). Approvisionnement en combustible ligneux et en bois dans le désert Oriental d'Égypte à l'époque romaine. In BRUN, J.-P., FAUCHER, T., REDON, B. et SIDEBOTHAM, S., éditeurs : *Le désert oriental d'Égypte durant la période gréco-romaine : bilans archéologiques*, Institut des civilisations. Collège de France, Paris. [En ligne] : <https://books.openedition.org/cdf/5177>.
- BOULTON, S. (1787). Africa, with all its states, kingdoms, republics, regions, islands, &ca. (northern section). 1 : 8 400 000.
- BOURGUIGNON D'ANVILLE, J.-B. (1765). Golfe Arabique ou Mer Rouge. 1 : 3 100 000.
- BRETON, J.-F. (2002). L'architecture antique des deux rives de la mer Rouge : projet de dictionnaire méthodique. *Journal des Africanistes*, 72(2):229–239. DOI : <https://doi.org/10.3406/jafr.2002.1318>.
- BRETON, J.-F. (2017). Chapter 1. Ethiopia and South Arabia : Geographical similarities. In *Les bâtisseurs sur les deux rives de la mer Rouge*, Annales d'Éthiopie Hors-Série / Special Issues, pages 185–191. Centre français des études éthiopiennes, Addis Abbeba.
- BROOKES, I. A. (2003). Geomorphic indicators of Holocene winds in Egypt's Western Desert. *Geomorphology*, 56(1-2):155–166. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(03\)00076-X](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(03)00076-X).
- BROWN, L. (1965). *Ethiopian Episode*. Country Life Limited, London. 160 p.
- BRUCE, J. (1790a). *Illustrations de Voyage en Nubie et en Abyssinie entrepris pour découvrir les sources du Nil*. Hôtel de Thou, Paris. 83 p.
- BRUCE, J. (1790b). *Voyage aux sources du Nil, en Nubie et en Abyssinie, pendant les années 1768, 1769, 1770, 1771, 1772 & 1773*, volume 1. Hôtel de Thou, Paris. 620 p.
- BRUCE, J. (1790c). *Voyage aux sources du Nil, en Nubie et en Abyssinie, pendant les années 1768, 1769, 1770, 1771, 1772 & 1773*, volume 2. Hôtel de Thou, Paris. 784 p.
- BRUCE, J. (1791a). *Voyage aux sources du Nil, en Nubie et en Abyssinie, pendant les années 1768, 1769, 1770, 1771, 1772 & 1773*, volume 3. Hôtel de Thou, Paris. 858 p.

- BRUCE, J. (1791b). *Voyage aux sources du Nil, en Nubie et en Abyssinie, pendant les années 1768, 1769, 1770, 1771, 1772 & 1773*, volume 4. Hôtel de Thou, Paris. 752 p.
- BRUCE, J. (1791c). *Voyage aux sources du Nil, en Nubie et en Abyssinie, pendant les années 1768, 1769, 1770, 1771, 1772 & 1773*, volume 5. Plassan, Paris. 495 p.
- BRUN, P. (1993). Les voyageurs modernes dans les Cyclades et l'utilisation comparative de leurs données. *Dialogues d'histoire ancienne*, 19(2):223–233. DOI : <https://doi.org/10.3406/dha.1993.2116>.
- BRUN, P. (1996). *Les archipels égéens dans l'Antiquité grecque (Ve - IIe siècles av. notre ère)*, volume 616 de *Annales Littéraires de l'Université de Besançon*. Université de Franche-Comté, Besançon, 1 édition. 268 p.
- BRUNET, M. (1990). Terrasses de cultures antiques : l'exemple de Délos, Cyclades. *Méditerranée*, 71(3):5–11. DOI : <https://doi.org/10.3406/medit.1990.2675>.
- BUBENZER, O. et RIEMER, H. (2007). Holocene climatic change and human settlement between the central Sahara and the Nile Valley : Archaeological and geomorphological results. *Geoarchaeology*, 22(6):607–620. DOI : <https://doi.org/10.1002/gea.20176>.
- BUSSERT, R. et SCHRANK, E. (2007). Palynological evidence for a latest Carboniferous–Early Permian glaciation in Northern Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*, 49(4):201–210. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2007.09.003>.
- BUTLER, D. R. (1994). Repeat Photography as a Tool for Emphasizing Movement in Physical Geography. *Journal of Geography*, 93(3):141–51. DOI : <https://doi.org/10.1080/00221349408979710>.
- BUTZER, K. W. (1980). Pleistocene history of the Nile Valley in Egypt and Lower Nubia. In WILLIAMS, M. et FAURE, H., éditeurs : *The Sahara and the Nile*, Balkema, pages 238–252. Rotterdam.
- BUTZER, K. W. (1981). Rise and Fall of Axum, Ethiopia : A Geo-Archaeological Interpretation. *American Antiquity*, 46(3):471–495. DOI : <https://doi.org/10.2307/280596>.
- BUXTON, D. et MATTHEWS, D. (1971). The reconstruction of vanished aksumite buildings. *Rassegna di Studi Etiopici*, 25:53–77.
- CAQUOT, A. et LECLANT, J. (1955). Arabie du Sud et Afrique — Examen d'une hypothèse récente. *Annales d'Éthiopie*, 1(1):119–120. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.1955.1236>.
- CARROLL, L. (1989). *Oeuvres*. Bouquins. R. Laffont, Paris. 967 p.

- CARVALHO NETA, M. d. L., RIBEIRO, S., MARCAL, M. S. et LIMA, G. (2014). Mapeamento Etnogeomorfológico do Distrito de Arajara, Barbalha/CE. *Revista Geonorte*, 10:208–212.
- CASSON, L., éditeur (1989). *The Periplus Maris Erythraei : text with introduction, translation, and commentary*. Princeton University Press, Princeton, N.J. 320 p.
- CENTRAL STATISTICAL AUTHORITY (1995). The 1994 Population and Housing Census of Ethiopia. Results for Tigray Region - Volume I Statistical Report. Rapport technique, Federal Democratic Republic of Ethiopia - Office of Population and Housing Commission, Addis Ababa, Ethiopia. 368 p.
- CENTRAL STATISTICAL AUTHORITY (2007). The 2007 Population and Housing Census of Ethiopia. National Results. Rapport technique, Federal Democratic Republic of Ethiopia - Office of Population and Housing Commission, Addis Ababa, Ethiopia. 385 p.
- CERNEY, D. L. (2010). The Use of Repeat Photography in Contemporary Geomorphic Studies : An Evolving Approach to Understanding Landscape Change : Repeat photography use in geomorphic studies. *Geography Compass*, 4(9):1339–1357. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2010.00376.x>.
- CHAHÂB AD-DÏN, A. (1898). *Des conquêtes faites en Abyssinie au XVIIe siècle*. Emile Bouillon, Paris. Traduit par Antoine d'Abbadie et Philipp Paulitschke.
- CHAMLEY, H. (1987). *Sédimentologie*. Collection "Géosciences". Dunod, Paris. 175 p.
- CHAPTAL, J.-A. (1833). *Mémoire sur la manière dont on fertilise les montagnes dans les Cévennes*. Numéro 7 de Mémoires et Analyses des travaux de la Société d'agriculture de Mende.
- CHARBONNIER, J. (2018). The ethnoarchaeology of qanāt systems : a comparative study of water-sharing practices in the old world. *Water History*, 10(1):53–71. DOI : <https://doi.org/10.1007/s12685-017-0196-z>.
- CHARBONNIER, J., PURDUE, L. et BENOIST, A. (2017a). Taming Surface Water in Pre-Islamic Southeast Arabia : Archaeological, Geoarchaeological, and Chronological Evidence of Runoff Water Channeling in Masāfi (UAE). *Journal of Field Archaeology*, 42(1):13–28. DOI : <https://doi.org/10.1080/00934690.2016.1256172>.
- CHARBONNIER, J., PURDUE, L., CALASTRENC, C., RÉGAGNON, E., SAGORY, T. et BENOIST, A. (2017b). Ancient agricultural landscapes in Southeast Arabia : Approach and first results of an archaeological, geo-archaeological, and spatial study of the Masāfi

- Palm Grove, Emirate of Fujairah. In AL TIKRITI, W. Y. et YULE, P. A., éditeurs : *Proceedings of the Water and Life in Arabia Conference 14th-16th December, 2014*, pages 45–65. Abu Dhabi (Emirats Arabes Unis).
- CHERNET, T. (1988). Hydrogeological Map of Ethiopia.
- CHOUQUER, G. (2009). Ce que le temps fait aux formes planimétriques : Du péché originel de l'analyse de morphologie agraire à sa réhabilitation. *Géocarrefour*, 2009(4):217–226. DOI : <https://doi.org/10.4000/geocarrefour.7499>.
- CHOUQUER, G. (2011). Une discipline sans mandat. *Études rurales*, (188):179–187. DOI : <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.9532>.
- CIAMPALINI, R., BILLI, P., FERRARI, G., BORSELLI, L. et FOLLAIN, S. (2012). Soil erosion induced by land use changes as determined by plough marks and field evidence in the Aksum area (Ethiopia). *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 146(1):197–208. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.11.006>.
- COATES, J., MAXWELL, D., TADESSE, G., HAILU, S., NUGUSSIE, W. Z. et GEBREKIROS, A. (2010). Institutional Assessment Report – Tsaeda Amba Woreda, Eastern Tigray, Ethiopia. Rapport institutionnel, Tufts University.
- COLLINS, J. A., PRANGE, M., CALEY, T., GIMENO, L., BECKMANN, B., MULITZA, S., SKONIECZNY, C., ROCHE, D. et SCHEFUSS, E. (2017). Rapid termination of the African Humid Period triggered by northern high-latitude cooling. *Nature Communications*, 8(1):1372. DOI : <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01454-y>.
- COMBES, E. et TAMISIER, C. (1838a). Carte de l'Abyssinie, du Pays de Galla, de Choa et d'Ifat. 1 : 2 270 000 environ.
- COMBES, E. et TAMISIER, M. (1838b). *Voyage en Abyssinie, dans le pays des Galla, de Choa et d'Ifat : précédé d'une excursion dans l'Arabie-Heureuse, et accompagnée d'une carte de ces diverses contrées, 1835-1837*, volume 4. Louis Desessart, Paris. 383 p.
- COMBES, E. et TAMISIER, M. (1838c). *Voyage en Abyssinie, dans le pays des Galla, de Choa et d'Ifat : précédé d'une excursion dans l'Arabie-Heureuse, et accompagnée d'une carte de ces diverses contrées, 1835-1837*, volume 1. Louis Desessart, Paris. 367 p.
- COMBES, E. et TAMISIER, M. (1838d). *Voyage en Abyssinie, dans le pays des Galla, de Choa et d'Ifat : précédé d'une excursion dans l'Arabie-Heureuse, et accompagnée d'une carte de ces diverses contrées, 1835-1837*, volume 2. Louis Desessart, Paris. 362 p.
- COMBES, E. et TAMISIER, M. (1838e). *Voyage en Abyssinie, dans le pays des Galla, de Choa et d'Ifat : précédé d'une excursion dans l'Arabie-Heureuse, et accompagnée d'une carte de ces diverses contrées, 1835-1837*, volume 3. Louis Desessart, Paris. 379 p.

- COMBES, P. (1896). *L'Abyssinie en 1896 - Le pays, les habitants, la lutte italo-abyssine*. Librairie Africaine et Coloniale. Joseph André et Cie, Paris. 179 p.
- CONTI ROSSINI, C. (1921). Expéditions et possessions des Habasat en Arabie. *In Journal asiatique - Recueil de mémoires et de notices relatifs aux études orientales*, volume 18 (juillet-septembre 1921) de *Onzième série*, pages 5–36. Éditions Ernest Leroux, Rue Bonaparte, 28, Paris, Imprimerie Nationale.
- CONTI ROSSINI, C. (1928). *Storia d'Etiopia*. Africa italiana. Istituto italiano d'arte grafiche, Bergamo.
- COOKE, A. C. (1867). *Routes in Abyssinia*. Harrison and Sons, London. 260 p.
- COSSART, E. (2016). L'(in)efficacité géomorphologique des cascades sédimentaires en question : les apports d'une analyse réseau. *Cybergeographie : European Journal of Geography*, (778).
- COUDART, A. (2008). ETHNOLOGIE - Ethoarchéologie.
- CRAWFORD, O. G. S. (1953). *Archaeology in the field*. Phoenix House, London, 2^{de} édition. 280 p.
- CRÉPY, M. et CALLOT, Y. (2016). Les dépôts de sédiments fins dans le sud de la dépression de Kharga (désert libyque, Égypte) : indices d'une morphogenèse éolienne et anthropique. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 22(3):325–342. DOI : <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.11499>.
- CRUMMEY, D. (1998). Deforestation in Wällo : Process or Illusion ? *Journal of Ethiopian Studies*, 31(1):1–41.
- CRUMMEY, D. (2000). *Land and Society in the Christian Kingdom of Ethiopia : From the Thirteenth to the Twentieth Century*. University of Illinois Press, Urbana. 400 p.
- CÔTE, M. (1964). La conservation des sols et des eaux en Tunisie. *Méditerranée*, 5(3):219–242. DOI : <https://doi.org/10.3406/medit.1964.1130>.
- DABA, S., RIEGER, W. et STRAUSS, P. (2003). Assessment of gully erosion in eastern Ethiopia using photogrammetric techniques. *CATENA*, 50(2):273–291. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(02\)00135-2](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(02)00135-2).
- D'ABBADIE, A. (1861). *Géodésie d'une partie de la haute Éthiopie - Résumé géodésique des positions déterminées en Éthiopie*. A. Bertrand, Paris. 30 p.
- D'ABBADIE, A. (1868a). Carte de la Haute Ethiopie (Abyssinie) pour servir aux voyages de Arnauld d'Abbadie. 1 : 2 500 000 environ.

- D'ABBADIE, A. (1868b). *L'Abyssinie et le roi Théodore*. Charles Douniol, Paris. 45 p.
- D'ABBADIE (1815-1893), A. (1980a). *Douze ans de séjour dans la Haute-Éthiopie (Abyssinie)*, volume 1. Biblioteca apostolica vaticana, Citta del Vaticano. 628 p. 1^{re} publication en 1868.
- D'ABBADIE (1815-1893), A. (1980b). *Douze ans de séjour dans la Haute-Éthiopie (Abyssinie)*, volume 2. Biblioteca apostolica vaticana, Citta del Vaticano. 318 p. 1^{re} publication en 1868.
- D'ABBADIE (1815-1893), A. (1983). *Douze ans de séjour dans la Haute-Éthiopie (Abyssinie)*, volume 3. Biblioteca apostolica vaticana, Citta del Vaticano. 288 p. 1^{re} publication en 1868.
- D'ABBADIE (1815-1893), A. (1999). *Douze ans de séjour dans la Haute-Éthiopie (Abyssinie)*, volume 4. Biblioteca apostolica vaticana, Citta del Vaticano. 458 p. 1^{re} publication en 1868.
- D'ANDREA, A. C. (2008). T'ef (*Eragrostis tef*) in Ancient Agricultural Systems of Highland Ethiopia. *Economic Botany*, 62(4):547–566. DOI : [10.1007/s12231-008-9053-4](https://doi.org/10.1007/s12231-008-9053-4).
- D'ANDREA, A. C., MANZO, A., HARROWER, M. J. et HAWKINS, A. L. (2008). The Pre-Aksumite and Aksumite Settlement of NE Tigray, Ethiopia. *Journal of Field Archaeology*, 33(2):151–176.
- D'ANDREA, C., LYONS, D., HAILE, M. et BUTLER, A. (1999). Ethnoarchaeological Approaches to the Study of Prehistoric Agriculture in the Highlands of Ethiopia. In van der VEEN, M., éditeur : *The Exploitation of Plant Resources in Ancient Africa*, pages 101–122. Springer US, Boston, MA. DOI : https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6730-8_10.
- DARBYSHIRE, I., LAMB, H. et UMER, M. (2003). Forest clearance and regrowth in Northern Ethiopia during the last 3000 years. *The Holocene*, 13(4):537–546. DOI : <https://doi.org/10.1191/0959683603hl1644rp>.
- DE CONTENSON, H. (1962). Les monuments d'art sud-arabe découverts sur le site de Haoulti (Éthiopie) en 1959. *Syria*, 39(1):64–87. DOI : <https://doi.org/10.3406/syria.1962.5627>.
- DE FELCOURT, E. (1911). *L'Abyssinie : agriculture, chemin de fer*. Emile Larose, Paris. 195 p.
- DE LAMARTINE (1790-1869), A. (2011). *Souvenirs, impressions, pensées et paysages pendant un voyage*. Folio Classique. Gallimard, Paris. 1175 p. 1^{re} publication en 1835.

- DE LESSEPS, F. (1887). *Souvenirs de quarante ans, dédiés à mes enfants*, volume 1. Nouvelle Revue, Paris. 551 p.
- DE L'ISLE, G. (1742). Egypte, Nubie, Abissinie &c. 1 : 9 200 000.
- DE MÛELENAERE, S., FRANKL, A., HAILE, M., POESEN, J., DECKERS, J., MUNRO, N., VERAVERBEKE, S. et NYSSSEN, J. (2012). Historical landscape photographs for calibration of Landsat land use/cover in the northern Ethiopian highlands. *Land Degradation & Development*, 25(4):319–335. DOI : <https://doi.org/10.1002/ldr.2142>.
- DE MEULEMEESTER, J. (2005). Granaries and irrigation : archaeological and ethnological investigations in the Iberian peninsula and Morocco. *Antiquity*, 79(305):609–615. DOI : <https://doi.org/10.1017/S0003598X00114541>.
- DE ROUX, H. (1976). Note sur des tessons céramiques de Degum (Tigré). *Annales d'Ethiopie*, 10(1):71–80. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.1976.1161>.
- DELCAILLAU, B. (2011). *Géomorphologie : interaction tectonique, érosion, sédimentation*. Vuibert, Paris. 290 p.
- DELILLE, J. (1808). *Les trois règnes de la nature*, volume 2. Chez H. Nicolle, Giguet et Michaud, Paris. 298 p.
- DEMENOCAL, P., ORTIZ, J., GUILDERSON, T., ADKINS, J., SARNTHEIN, M., BAKER, L. et YARUSINSKY, M. (2000). Abrupt onset and termination of the African Humid Period :. *Quaternary Science Reviews*, 19(1-5):347–361. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00081-5).
- DEMEULENAERE, E. (2009). Les Konso du sud-ouest de l'Éthiopie - Des montagnards à la conquête des basses terres. In HIRSCH, B. et ROUSSEL, B., éditeurs : *Le rift est-africain, une singularité plurielle*, pages 287–293. Éditions IRD, Montpellier ; Publications scientifiques du Muséum, Paris.
- DOLLFUS, P., LECOMTE-TILOUINE, M. et AUBRIOT, O. (2001). Un araire dans la tête... Réflexions sur la répartition géographique de l'outil en Himalaya. *Techniques & Culture. Revue semestrielle d'anthropologie des techniques*, (37):3–50. DOI : <https://doi.org/10.4000/tc.254>.
- DOUGLAS, T. D., KIRKBY, S. J., CRITCHLEY, R. W. et PARK, G. J. (1994). Agricultural terrace abandonment in the alpujarra, andalucia, spain. *Land Degradation & Development*, 5(4):281–291. DOI : <https://doi.org/10.1002/ldr.3400050405>.

- DRAGAN, M., FEOLI, E., FERNETTI, M. et ZERIHUN, W. (2003). Application of a spatial decision support system (SDSS) to reduce soil erosion in northern Ethiopia. *Environmental Modelling & Software*, 18(10):861–868. DOI : [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(03\)00104-X](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(03)00104-X).
- DRAMIS, F., UMER, M., CALDERONI, G. et HAILE, M. (2003). Holocene climate phases from buried soils in Tigray (Northern Ethiopia) : Comparison with lake level fluctuations in the Main Ethiopian Rift. *Quaternary Research*, 60:274–283. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2003.07.003>.
- DUGAST, F. et GAJDA, I. (2010). Report on fieldwork - Preliminary survey in Tigray Region, Ethiopia (March 22nd - April 2nd 2010). report, French-Ethiopian project of archaeological and epigraphic investigations in Tigray region, Ethiopia Pre-Aksumite and Aksumite period (8th c. BC-AD 7th c.). 23 p.
- DUGAST, F. et GAJDA, I. (2011). Report on fieldwork - First investigation on the site of Wakarida (March 21st - April 2nd 2011). report, French-Ethiopian project of archaeological and epigraphic investigations in Tigray region, Ethiopia - Pre-Aksumite and Aksumite period (8th c. BC-AD 7th c.). 27 p.
- DUGAST, F. et GAJDA, I. (2013). Recherches archéologiques et épigraphiques dans la région du Tigray (Éthiopie). Le site de Wakarida : étude du site et approche environnementale [I]. Rapport de la 2^e campagne (11 novembre-15 décembre 2012). report, French-Ethiopian project of archaeological and epigraphic investigations in Tigray region, Ethiopia.
- DUGAST, F. et GAJDA, I. (2014). Recherches archéologiques et épigraphiques dans la région du Tigray (Éthiopie). Le site de Wakarida : étude du site et approche environnementale [II]. rapport de la 3^e campagne (3 novembre-6 décembre 2013). Research report, French-Ethiopian project of archaeological and epigraphic investigations in Tigray region, Ethiopia.
- ETHIOPIAN MAPPING AUTHORITY (1998). 1 439 D1 Asimba. 1 : 50 000.
- EVEN, P.-F. (1846). Carte générale de l'Abyssinie, de la Nubie et de la Mer Rouge, du golfe d'Aden et des pays adjacents. 1 : 3 000 000.
- EWEG, H. P. A., LAMMEREN, R. V., DEURLOO, H. et WOLDU, Z. (1998). Analysing degradation and rehabilitation for sustainable land management in the highlands of Ethiopia. *Land Degradation & Development*, 9(6):529–542. DOI : [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-145X\(199811/12\)9:6<529::AID-LDR313>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-145X(199811/12)9:6<529::AID-LDR313>3.0.CO;2-0).
- FAQIH, A. (1897-1901). *Histoire de la conquête de l'Abyssinie, (XVI^e siècle)*. E. Leroux, Paris. 504 p.

- FARJON, A. (2005). *A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys*. Royal Botanic Gardens, Kew publishing, Kew. 658 p.
- FATTOVICH, R. (1978). Introduzione alla ceramica preaksumita di Grat Be'al Guebri (Yeha). *Annales d'Éthiopie*, 11(1):105–128. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.1978.909>.
- FATTOVICH, R. (2010). The development of ancient states in the northern horn of africa, c. 3000 bc–ad 1000 : An archaeological outline. *Journal of World Prehistory*, 23(3):145–175. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10963-010-9035-1>.
- FATTOVICH, R., BARD, K. A., PETRASSI, L. et PISANO, V. (2000). *The Aksum Archaeological Area : A Preliminary Assessment*. Istituto Universitario Orientale, Centro Interdipartimentale di Servizi per l'Archeologia. 142 p.
- FAUVELLE-AYMAR, F.-X. (2009). Les inscriptions d'Adoulis (Érythrée). Fragments d'un royaume d'influence hellénistique et gréco-romaine sur la côte africaine de la mer Rouge. *Bulletin de l'Institut français d'archéologie orientale*, 109:135–160.
- FAZZINI, M., BISCI, C. et BILLI, P. (2015). The Climate of Ethiopia. In BILLI, P., éditeur : *Landscapes and Landforms of Ethiopia*, World Geomorphological Landscapes, pages 65–87. Springer, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/978-94-017-8026-1_3.
- FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA POPULATION CENSUS COMMISSION (2008). Summary and Statistical Report of the 2007 Population and Housing Census - Population Size by Age and Sex. Rapport technique, United Nations Population Fund, Addis Ababa. 113 p.
- FEOLI, E., VUERICH, L. G. et WOLDU, Z. (2002a). Processes of environmental degradation and opportunities for rehabilitation in Adwa, Northern Ethiopia. *Landscape Ecology*, 17(4):315–325. DOI : <https://doi.org/10.1023/A:1020566801067>.
- FEOLI, E., VUERICH, L. G. et ZERIHUN, W. (2002b). Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio-economic factors. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 91(1):313–325. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00236-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00236-5).
- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1842). Carte de l'Abyssinie. 1 : 2 000 000.
- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1847a). *Voyage en Abyssinie dans les provinces du Tigré, du Samen et de l'Amhara*, volume 1. Paulin, Paris. 526 p.
- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1847b). *Voyage en Abyssinie dans les provinces du Tigré, du Samen et de l'Amhara*, volume 2. Paris. 552 p.

- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1847c). *Voyage en Abyssinie dans les provinces du Tigré, du Samen et de l'Amhara*, volume 3. Paulin, Paris. 540 p.
- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1847-1848). *Voyage en Abyssinie dans les provinces du Tigré, du Samen et de l'Amhara, Atlas*. Paulin, Paris. 60 p.
- FERRET, P. V. A. et GALINIER, J. G. (1851). Carte d'une portion de l'Abyssinie dressée sur les lieux en 1841 et 1842. 1 : 600 000.
- FINNERAN, N. (2007). *The archaeology of Ethiopia*. Routledge. 316 p.
- FOLK, R. L. et WARD, W. C. (1957). Brazos river bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1):3. DOI : <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2014). *World reference base for soil resources 2014 : international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*. Numéro 106 de World Soil Resources Report. FAO, Rome. 203 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS et UNESCO (1997). *Soil map of the world : revised legend with corrections*. Numéro 20 de Technical Paper. ISRIC, Wageningen. 140 p.
- FOUCAULT, A. (2016). *Climatologie et paléoclimatologie : cours et exercices corrigés*. Sciences Sup. Dunod, Paris. 431 p.
- FOUCAULT, A. et RAOULT, J.-F. (1992). *Dictionnaire de géologie*. Masson, Paris. 334 p.
- FRANCFORT, H.-P. et AURENCHE, O. (2012). Habitat de nomades et habitat de sédentaires en Syrie et en Jordanie : étude de cas. In AURENCHE, O., éditeur : *Vous avez dit ethnoarchéologue ? Choix d'articles (1972-2007)*, pages 263–282. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- FRANKL, A., NYSSSEN, J., DE DAPPER, M., HAILE, M., BILLI, P., MUNRO, R. N., DECKERS, J. et POESEN, J. (2011). Linking long-term gully and river channel dynamics to environmental change using repeat photography (Northern Ethiopia). *Geomorphology*, 129(3–4):238–251. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.02.018>.
- FRENCH, C., SULAS, F. et MADELLA, M. (2009). New geoarchaeological investigations of the valley systems in the Aksum area of northern Ethiopia. *CATENA*, 78(3):218–233. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.catena.2009.02.010>.
- FRIEDMAN, G. M. et SANDERS, J. E. (1978). *Principles of sedimentology*. John Wiley & Sons, Ltd, New York. 792 p.

- FRIIS, I., DEMISSEW, S. et BREUGEL, P. v. (2010). *Atlas of the potential vegetation of Ethiopia*. Numéro 58 de Biologiske skrifter. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Copenhagen. 306 p.
- FĀSĪ, M. a. et HRBEK, I., éditeurs (1990). *Histoire générale de l'Afrique. Tome 3 : L'Afrique du VII^e au XI^e siècle*. Unesco, Paris. 954 p.
- GAJDA, I. (2009). *Le royaume de Himyar à l'époque monothéiste : l'histoire de l'Arabie du Sud ancienne de la fin du IV^e siècle de l'ère chrétienne jusqu'à l'avènement de l'islam*. Numéro 40 de Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, France.
- GAJDA, I., BENOIST, A., CHARBONNIER, J., ANTONINI, S., PEIXOTO, X., VERDELLET, C., BERNARD, V., BARGE, O., RÉGAGNON, E. et CALLOT, Y. (2017). Wakarida, un site aksumite à l'est du Tigray : fouilles et prospections 2011-2014. *In Women, Gender and Religions in Ethiopia*, numéro 30-2015 de Annales d'Ethiopie Special issue, pages 175–222. Editions de Boccard, Paris. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.2015.1587>.
- GALE, S. J. et HUNT, C. O. (1986). The hydrological characteristics of a floodwater farming system. *Applied Geography*, 6(1):33–42. DOI : [https://doi.org/10.1016/0143-6228\(86\)90027-5](https://doi.org/10.1016/0143-6228(86)90027-5).
- GALLAIS, J. (1989). *Une géographie politique de l'Ethiopie. Le poids de l'État*. Tiers Monde. Economica, Paris. 214 p.
- GARNIER, A., LESPEZ, L., OZAINNE, S., BALLOUCHE, A., MAYOR, A., DRÉZEN, Y. L., RASSE, M. et HUYSECOM, E. (2015). L'incision généralisée de la vallée du Yamé (Mali) entre 2 350 et 1 700 ans cal. BP : quelle signification paléoenvironnementale et archéologique? *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 26(1):49–66. DOI : <https://doi.org/10.4000/quaternaire.7155>.
- GASCON, A. (1998). La forêt perdue d'Éthiopie : un mythe contemporain. *In Plantes et paysages d'Afrique : une histoire à explorer*, Hommes et sociétés, pages 383–408. Karthala-CRA, Paris.
- GASCON, A. (2006). *Sur les hautes terres comme au ciel : Identités et territoires en Ethiopie*. Publications de la Sorbonne, Paris. 335 p.
- GASSE, E. et STREET, F. (1978). Late Quaternary Lake-level fluctuations and environments of the northern Rift valley and Afar region (Ethiopia and Djibouti). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 24(4):279–325. DOI : [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(78\)90011-1](https://doi.org/10.1016/0031-0182(78)90011-1).

- GASSE, F. (2000). Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews*, 19(1-5):189–211. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00061-X](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00061-X).
- GASSE, F. (2006). Climate and hydrological changes in tropical Africa during the past million years. *Comptes Rendus Palevol*, 5(1-2):35–43. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2005.09.012>.
- GAUTIER, J. (1976). Étude de poteries provenant d'Éthiopie (périodes pré-axoumite et axoumite) effectuée par le Laboratoire de Recherche des Musées de France. *Annales d'Ethiopie*, 10(1):57–69. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.1976.1160>.
- GEBRU, T., ESHETU, Z., HUANG, Y., WOLDEMARIAM, T., STRONG, N., MOHAMMED, U., DI BLASI, M. et TERWILLIGER, V. J. (2009). Holocene palaeovegetation of the Tigray Plateau in Northern Ethiopia from charcoal and stable organic carbon isotopic analyses of gully sediments. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 282(1):67–80. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.08.011>.
- GEDAMU, A. (2006). Food for Work Program and its Implications on Food Security : A Critical Review with a Practical Example from the Amhara Region, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 107(2):177–188.
- GEOGRAPHISCHES INSTITUT DES MINISTERIUMS DES INNERN (1941). Ostafrika. 1 : 5 000 000.
- GHALEB, A. O. (1990). Agricultural practices in ancient Radman and Wadi al-Jubah (Yemen). *Dissertations available from ProQuest*, pages 1–548.
- GHINASSI, M., BENVENUTI, M., D'ORIANO, F. et FEDI, M. (2015). Climatic and hydrologic changes in northern ethiopia in the last 3,500 years : Evidence from the geomorphic, stratigraphic, and geochemical archives of hayk lake. In BILLI, P., éditeur : *Landscapes and Landforms of Ethiopia*, pages 239–250. Springer Netherlands, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/978-94-017-8026-1_14.
- GIBSON, M. et WILKINSON, T. J. (1995). The Dhamar Plain, Yemen : A Preliminary study of the archaeological landscape. *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, 25:159–183.
- GILBERTSON, D. D. (1986). Runoff (floodwater) farming and rural water supply in arid lands. *Applied Geography*, 6(1):5–11. DOI : [https://doi.org/10.1016/0143-6228\(86\)90025-1](https://doi.org/10.1016/0143-6228(86)90025-1).

- GILLESPIE, R., STREET-PERROTT, F. A. et SWITSUR, R. (1983). Post-glacial arid episodes in Ethiopia have implications for climate prediction. *Nature*, 306(5944):680–683. DOI : <https://doi.org/10.1038/306680a0>.
- GIRARD, A.-R.-A. (1873). *Souvenirs d'un voyage en Abyssinie (1868-1869)*. Ebner, Le Caire. 312 p.
- GIRÁLDEZ, J. V., AYUSO, J. L., GARCIA, A., LÓPEZ, J. G. et ROLDÁN, J. (1988). Water harvesting strategies in the semiarid climate of southeastern Spain. *Agricultural Water Management*, 14(1):253–263. DOI : [https://doi.org/10.1016/0378-3774\(88\)90079-0](https://doi.org/10.1016/0378-3774(88)90079-0).
- GOBAT, S. (1834). *Journal d'un séjour en Abyssinie, pendant les années 1830, 1831 et 1832*. Jean-Jacques Risler, Paris. 458 p.
- GOE, M. R. (1989). The Ethiopian maresha : clarifying design and development. *Northeast African Studies*, 11(3):71–112.
- GOUDIE, A. S. (2005). The drainage of Africa since the Cretaceous. *Geomorphology*, 67(3):437–456. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2004.11.008>.
- GOULD, R. A. (1968). Living Archaeology : The Ngatatjara of Western Australia. *Southwestern Journal of Anthropology*, 24:101–122.
- GOULD, R. A. (1980). *Living Archaeology*. New Studies in Archaeology. Cambridge, cambridge university press édition. 292 p.
- GRAVES, M. (1987). The Ethnoarchaeology of Pottery-Making. *Reviews in Anthropology*, 14:46–52. DOI : <https://doi.org/10.1080/00988157.1987.9977805>.
- GRAZIOSI, P. (1941). Le Pitture rupestri dell'Amba Focadà (Eritrea). *Rassegna di Studi Etiopici*, 1(1):61–70.
- GRIFFITHS, P. G., WEBB, R. H. et MELIS, T. S. (2004). Frequency and initiation of debris flows in Grand Canyon, Arizona. *Journal of Geophysical Research : Earth Surface*, 109(F4):15. DOI : <https://doi.org/10.1029/2003JF000077>.
- HAGOS, F., PENDER, J. et GEBRESELASSIE, N. (1999). Land degradation in the Highlands of Tigray and strategies for sustainable land management. Working Paper 25, International Livestock Research Institute, Addis Ababa. 75 p.
- HAIMAN, M. (2012). Dating the agricultural terraces in the southern Levantine deserts—The spatial-contextual argument. *Journal of Arid Environments*, 86:43–49. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2012.01.003>.

- HALL, F. C. (2001). Ground-based photographic monitoring. Rapport technique PNW-GTR-503, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR. DOI : <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-503>.
- HAREGEWEYN, N., TSUNEKAWA, A., NYSSSEN, J., POESEN, J., TSUBO, M., TSEGAYE MESHESHA, D., SCHÜTT, B., ADGO, E. et TEGEGNE, F. (2015). Soil erosion and conservation in Ethiopia : A review. *Progress in Physical Geography*, 39(6):750–774. DOI : <https://doi.org/10.1177/0309133315598725>.
- HARRIS, S. W. C. (1844a). *The Highlands of Æthiopia*, volume 1. Longman, Brown, Green, and Longmans, London. 428 p.
- HARRIS, S. W. C. (1844b). *The Highlands of Æthiopia*, volume 2. Longman, Brown, Green, and Longmans, London. 430 p.
- HARRIS, S. W. C. (1844c). *The Highlands of Æthiopia*, volume 3. Longman, Brown, Green, and Longmans, London. 436 p.
- HASSAN, F. A. (1997). Holocene Palaeoclimates of Africa. *The African Archaeological Review*, 14(4):213–230.
- HEGMON, M. (2000). Advances in Ceramic Ethnoarchaeology. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 7(3):129–137.
- HEIRI, O., LOTTER, A. F. et LEMCKE, G. (2001). Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments : reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25(1):101–110. DOI : <https://doi.org/10.1023/A:1008119611481>.
- HENZE, P. B. (2001). *Ethiopian journeys : travels in Ethiopia, 1969-72*. Shama Books, Addis Ababa, Ethiopia, 2^e édition. 288 p.
- HERWEG, K. et LUDI, E. (1999). The performance of selected soil and water conservation measures—case studies from Ethiopia and Eritrea. *CATENA*, 36(1):99–114. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(99\)00004-1](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(99)00004-1).
- HEUSCH, B. (1986). Cinquante ans de banquettes de D.R.S.-C.E.S. en Afrique du Nord : un bilan. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 22(2):153–162.
- HILALI, A. (2011). Le système des « jessour » - témoignage d'un patrimoine hydro-agricole dans les oasis tunisiennes. 13 p.
- HILL, J. et WOODLAND, W. (2003). Contrasting water management techniques in Tunisia : towards sustainable agricultural use. *Geographical Journal*, 169(4):342–357. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.0016-7398.2003.00098.x>.

- HÉLY, C., BRACONNOT, P., WATRIN, J. et ZHENG, W. (2009). Climate and vegetation : Simulating the African humid period. *Comptes Rendus Géoscience*, 341(8-9):671–688. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.crte.2009.07.002>.
- HOLL, A. (2003). *Ethnoarchaeology of Shuwa-Arab settlements*. Lexington Books, Lanham, Md. 418 p.
- HOZIER, H. M. (1869). *The British expedition to Abyssinia : compiled from authentic documents*. Macmillan and Co., London. 2717 p.
- HULME, M., DOHERTY, R., NGARA, T., NEW, M. et LISTER, D. (2001). African climate change : 1900-2100. *Climate Research*, 17(2):145–168. DOI : <http://dx.doi.org/10.3354/cr017145>.
- HUMPHREY, L. (1998). *Food-for-work in Ethiopia : challenging the scope of project evaluations*. Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, UK. 38 p.
- HURAUULT, J. (1970). L'organisation du terroir dans les groupements Bamiléké. *Études rurales*, 37-39(1):232–256. DOI : <https://doi.org/10.3406/rural.1970.1525>.
- HURNI, H. (1985). Erosion - productivity - conservation systems in Ethiopia. In PLA SENTIS, I., éditeur : *IV International Conference on Soil Conservation. Soil Conservation and Productivity : Proceedings. Maracay, Venezuela. 03.-09.11.1985.*, pages 654–674, Maracay, Venezuela. DOI : <https://doi.org/10.7892/boris.77547>.
- INMAN, D. L. (1952). Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Research*, 22(3):125. DOI : <https://doi.org/10.1306/D42694DB-2B26-11D7-8648000102C1865D>.
- JACOB, M., FRANKL, A., BEECKMAN, H., MESFIN, G., HENDRICKX, M., GUYASSA, E. et NYSSSEN, J. (2015). North Ethiopian Afro-Alpine Tree Line Dynamics and Forest-Cover Change Since the Early 20th Century. *Land Degradation & Development*, 26(7):654–664. DOI : <https://doi.org/10.1002/ldr.2320>.
- JACOB-ROUSSEAU, N. (2009). Géohistoire/géo-histoire : quelles méthodes pour quel récit ? *Géocarrefour*, 84(4):211–216.
- JODHA, N. S. (1990). Mountain agriculture : the search for sustainability. *Journal for Farming Systems Research-Extension*, 1(1):55–75.
- JOHNSTON, A. K. (1879). Upper Nubia and Abyssinia. 1 : 2 854 868.
- JOMARD, E.-F. (1822). Esquisse d'une carte itinéraire pour les voyages de Mr. Frédéric Cailliaud de Nantes et de plusieurs autres voyageurs. 1 : 8 550 000.

- JUTZI, S., ABATE TEDLA, ABIYE ASTATKE, BARTHOLOMEW, P., DEBRAH, S., GETACHEW ASAMENEW, GOE, M. R., INGAWA, S. , von KAUFMANN, R., MCINTIRE, J., MOHAMED-SALEEM, M. A. et PANIN, A. (1989). Secteur de recherche sur la traction animale. *In* pour l'Élevage en AFRIQUE, C. I., éditeur : *CIPEA Rapport Annuel 1987*, pages 43–51. ILRI, Addis-Abeba.
- JUTZI, S., ANDERSON, F. M. et ABIYE ASTATKE (1987). Modifications à faible coût de l'araire traditionnel éthiopien pour le terrassement et le drainage en surface de sols argileux : premiers résultats d'essais en milieu réel. *In Bulletin du CIPEA*, volume 27, pages 29–32. ILRI, Addis-Abeba.
- KASSA ABRHA, B. (2015). *Factors affecting agricultural production in Tigray Region, Northern Ethiopia*. Thèse de doctorat, University of South Africa, Pretoria. 249 p.
- KAZMIN, V. (1976). Geological Map of Ethiopia - Adigrat (ND 37-7).
- KEDAR, Y. (1957). Water and Soil from the Desert : Some Ancient Agricultural Achievements in the Central Negev. *The Geographical Journal*, 123(2):179–187. DOI : <https://doi.org/10.2307/1791318>.
- KÜHNEN, H. P., BERNBECK, R., BARTL, K. et AURENCHE, O. (2012). Les sept villages du Proche-Orient : contribution à la démarche ethnoarchéologique. *In* AURENCHE, O., éditeur : *Vous avez dit ethnoarchéologie ? Choix d'articles (1972-2007)*, pages 143–148. CMO 47 - Série archéologique 16, Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- KÖPPEN, W. P. (1900). Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6(11):593–611.
- KRUMBEIN, W. C. et PETTIJOHN, F. J. (1938). *Manual of Sedimentary Petrography*. The Century Earth sciences series. Appleton Century Crofts, New York. 549 p.
- KULL, C. A. (2005). Historical landscape repeat photography as a tool for land use change research. *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 59(4):253–268. DOI : <https://doi.org/10.1080/00291950500375443>.
- LAMB, H., KEBEDE, S., LENG, M., RICKETTS, D., TELFORD, R. et UMER, M. (2002). Origin and Isotopic Composition of Aragonite Laminae in an Ethiopian Crater Lake. *In* ODADA, E. O. et OLAGO, D. O., éditeurs : *The East African Great Lakes : Limnology, Palaeolimnology and Biodiversity*, numéro 12 de Advances in Global Change Research, pages 487–508. Springer Netherlands, Dordrecht. DOI : https://doi.org/10.1007/0-306-48201-0_20.

- LATIRI, L. (2004). La géographie arabe et le concept de paysage. *Strates. Matériaux pour la recherche en sciences sociales*, (11):10. 10 p.
- LE TURDU, C., TIERCELIN, J.-J., GIBERT, E., TRAVI, Y., LEZZAR, K.-E., RICHERT, J.-P., MASSAULT, M., GASSE, F., BONNEFILLE, R., DECOBERT, M., GENSOUS, B., JEUDY, V., TAMRAT, E., MOHAMMED, M. U., MARTENS, K., ATNAFU, B., CHERNET, T., WILLIAMSON, D. et TAIEB, M. (1999). The Ziway–Shala lake basin system, Main Ethiopian Rift : Influence of volcanism, tectonics, and climatic forcing on basin formation and sedimentation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 150(3-4):135–177. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(98\)00220-X](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(98)00220-X).
- LEBRUN, H. (1851). *Voyages en Abyssinie et en Nubie*. A. Mame et Cie, Tours, 5^e édition. 282 p.
- LEFÈBVRE, T. (1847). Carte générale d’Abyssinie. 1 : 1 620 000 environ.
- LEFEBVRE, T. (1845a). *Introduction à la relation d’un voyage en Abyssinie exécuté pendant les années 1839, 1840, 1841, 1842, 1843*. Arthus Bertrand, Paris. 71 p.
- LEFEBVRE, T. (1845b). *Voyage en Abyssinie exécuté pendant les années 1839, 1840, 1841, 1842, 1843 - Album historique, ethnologique et archéologique*. Arthus Bertrand, Paris. 114 p.
- LEFEBVRE, T. (1845c). *Voyage en Abyssinie exécuté pendant les années 1839, 1840, 1841, 1842, 1843 - I^{re} partie, Relation historique*, volume 1 - 2. Arthus Bertrand, Paris. 1046 p.
- LEFEBVRE, T. (1845d). *Voyage en Abyssinie exécuté pendant les années 1839, 1840, 1841, 1842, 1843 - II^e partie, Itinéraire - description et dictionnaire géographiques - physique et météorologie - statistique - ethnologie - linguistique - archéologie*. Arthus Bertrand, Paris. 489 p.
- LEJEAN, G. M. (1872). *Voyage en Abyssinie exécuté de 1862 à 1864*. Hachette et Cie, Paris. 174 p.
- LESPEZ, L., LE DREZEN, Y., GARNIER, A., RASSE, M., EICHHORN, B., OZAINNE, S., BALLOUCHE, A., NEUMANN, K. et HUYSECOM, E. (2011). High-resolution fluvial records of Holocene environmental changes in the Sahel : the Yamé River at Ounjougou (Mali, West Africa). *Quaternary Science Reviews*, 30(5-6):737–756. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2010.12.021>.
- LESPEZ, L., RASSE, M., DRÉZEN, Y. L., TRIBOLO, C., HUYSECOM, E. et BALLOUCHE, A. (2008). L’évolution hydromorphologique de la vallée du Yamé (Pays Dogon, Mali) : signal climatique et hydrosystème continental en Afrique de l’Ouest entre 50 et 4 ka

- cal. BP. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 14(3):170–185. DOI : <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.7053>.
- LEWIS, D. W. et MCCONCHIE, D. (1994). *Practical sedimentology*. Chapman & Hall, New York, 2nd ed édition. 213 p.
- LEWIS, N. N. (1953). Lebanon. The Mountain and Its Terraces. *Geographical Review*, 43(1):1–14. DOI : <https://doi.org/10.2307/211535>.
- LITTMANN, E., VON LUPKE, T. et KRENCKER, D. (1913). *Deutsche Aksum-Expedition*. G. Reimer, Berlin. 95 p.
- LIU, X., RENDLE-BÜHRING, R., KUHLMANN, H. et LI, A. (2017). Two phases of the Holocene East African Humid Period : Inferred from a high-resolution geochemical record off Tanzania. *Earth and Planetary Science Letters*, 460:123–134. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.12.016>.
- LÜNING, S. et VAHRENHOLT, F. (2019). Holocene Climate Development of North Africa and the Arabian Peninsula. In BENDAOU, A., HAMIMI, Z., HAMOUDI, M., DJEMAI, S. et ZOHEIR, B., éditeurs : *The Geology of the Arab World-An Overview*, pages 507–546. Springer International Publishing, Cham. DOI : https://doi.org/10.1007/978-3-319-96794-3_14.
- LOBO, J. (1728). *Voyage Historique D'Abissinie. Traduit du Portugais, continué & augmenté de plusieurs Dissertations, Lettres & Mémoires par M. Le Grand*. Chez P. Gosse & J. Neaulme, Paris. 522 p.
- LOBO (1595-1678), J. (1984). *The Itinerário of Jerónimo Lobo*, volume 162 de *Second Series*. Hakluyt Society, London. 453 p.
- LUDOLF, H. (1684). *Nouvelle histoire d'Abissinie ou d'Éthiopie, tirée de l'histoire latine*. A. Cellier, Paris. 304 p.
- LUDOLF, J. (1683). Abyssinia or Abassia, the Land of Priest John.
- LÉZINE, A. M. et BONNEFILLE, R. (1982). Diagramme pollinique holocene d'un sondage du Lac Abiyata (Ethiopie, 7 degrees 42' nord). *Pollen et spores*, 24(3-4):463–480.
- LÉZINE, A.-M., HÉLY, C., GRENIER, C., BRACONNOT, P. et KRINNER, G. (2011). Sahara and Sahel vulnerability to climate changes, lessons from Holocene hydrological data. *Quaternary Science Reviews*, 30(21):3001–3012. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2011.07.006>.

- MACHADO, M. J., PÉREZ-GONZÁLEZ, A. et BENITO, G. (1998). Paleoenvironmental changes during the last 4000 yr in the Tigray, Northern Ethiopia. *Quaternary Research*, 49(3):312–321. DOI : <https://doi.org/10.1006/qres.1998.1965>.
- MAKKI, S., MARCHAL, R., LARCHÉ, J., GRÜNEWALD, F., JUAN, B. et VÉRON, J.-B. (2009). La Corne de l’Afrique : une zone à géopolitique variable. *Humanitaire. Enjeux, pratiques, débats*, (22). [En ligne] : <http://journals.openedition.org/humanitaire/388>.
- MANZO, A. (2009). Capra nubiana in Berbere Sauce? Pre-Aksumite Art and Identity Building. *African Archaeological Review*, 26(4):291–303. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10437-009-9066-0>.
- MARKHAM, C. R. (1868). Geographical Results of the Abyssinian Expedition. *The Journal of the Royal Geographical Society of London*, 38:12–49. DOI : <https://doi.org/10.2307/1798567>.
- MARSHALL, M. H., LAMB, H. F., DAVIES, S. J., LENG, M. J., KUBSA, Z., UMER, M. et BRYANT, C. (2009). Climatic change in northern Ethiopia during the past 17,000 years : A diatom and stable isotope record from Lake Ashenge. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 279(1-2):114–127. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2009.05.003>.
- MARTIN, O. (2011). *L’analyse de données quantitatives. L’enquête et ses méthodes*. 128. Armand Colin, 2^e édition. 128 p.
- MAYDELL, H.-J. v. (1990). *Trees and shrubs of the Sahel : their characteristics and uses*. Josef Margraf, Weikersheim. 525 p.
- MAYO, D. R. W. B. (1876). *Sport in Abyssinia ; or, The Mareb and Tackazzee*. John Murray, London. 252 p.
- MAYOR, A. (2011). *Traditions céramiques dans la boucle du Niger : ethnoarchéologie et histoire du peuplement au temps des empires précoloniaux*. Africa Magna Verlag. 353 p.
- MEIRE, E., FRANKL, A., WULF, A. D., HAILE, M., DECKERS, J. et NYSSSEN, J. (2013). Land use and cover dynamics in Africa since the nineteenth century : warped terrestrial photographs of North Ethiopia. *Regional Environmental Change*, 13(3):717–737. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0347-9>.
- MELISH, J. (1824). Map of part of Abyssinia. 1 : 1 470 000.
- MENGESHA TEFERA, TADIWOS CHERNET, WORKINEH HARO, NEGUSSIE TESHOME, KEBEDE WOLDIE et GEOLOGICAL SURVEY OF ETHIOPIA (1996). Geological map of Ethiopia.

- MICHELS, J. W. (2005). *Changing settlement patterns in the Aksum-Yeha region of Ethiopia : 700 BC-AD 850*. Numéro 1446 de BAR international series. Archaeopress, Oxford. 256 p.
- MINISTERO DELLA GUERRA (1896). *Seconda Edizione della nuova carta dei domini e protettorati italiani nell'Eritrea e regioni limitrofe (Sudan, Abissinia, Harar)*. 1 : 1 500 000.
- MJAALAND, T. (2013). *At the frontiers of change ? Women and girls' pursuit of education in North-Western Tigray, Ethiopia*. Thèse de doctorat, University of Bergen. 424 p.
- MOEYERSONS, J., NYSSSEN, J., POESEN, J., DECKERS, J. et HAILE, M. (2006). Age and backfill/overfill stratigraphy of two tufa dams, Tigray Highlands, Ethiopia : Evidence for Late Pleistocene and Holocene wet conditions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 230(1-2):165–181. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.07.013>.
- MOHAMMAD, A. S. (2013). *The Saho of Eritrea : Ethnic Identity and National Consciousness*. LIT Verlag, Münster. 383 p.
- MOHAMMED, M. et BONNEFILLE, R. (1998). A late Glacial/late Holocene pollen record from a highland peat at Tamsaa, Bale Mountains, south Ethiopia. *Global and Planetary Change*, 16-17:121–129. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(98\)00025-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(98)00025-3).
- MOHR, P. A. (1961). *The geology of Ethiopia*. University College of Addis Ababa Press.
- MOLLARD, r. et WALTER, A., éditeurs (2008). *Agricultures singulières*. IRD Editions, Paris. 352 p.
- Monneret de VILLARD, U. (1938). *Aksum : recherche di topografia generale*. Numéro 16 de *Analecta Orientalia*. Pontificum Institutum Biblicum, Roma. 134 p.
- MONOD, T. (2002). *Méharées : explorations au vrai Sahara*. Babel. Actes sud ; Leméac, Arles, France. 336 p. 1^{re} édition 1937.
- MUNRO, R. N., DECKERS, J., HAILE, M., GROVE, A. T., POESEN, J. et NYSSSEN, J. (2008). Soil landscapes, land cover change and erosion features of the Central Plateau region of Tigray, Ethiopia : Photo-monitoring with an interval of 30 years. *CATENA*, 75(1):55–64. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.catena.2008.04.009>.
- MUNRO-HAY, S. (1989). *Excavations at Aksum : An Account of Research at the Ancient Ethiopian Capital Directed in 1972-4 by the Late Dr. Neville Chittick*. British Institute in Eastern Africa. 359 p.
- MUNRO-HAY, S. (2001). A Sixth Century Kebra Nagast ? *Annales d'Éthiopie*, 17(1):43–58. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.2001.990>.

- MUNRO-HAY, S. (2011). A Chinese source for Aksumite history in the 6th and 7th centuries AD. *Annales d'Éthiopie*, 26(1):99–104. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.2011.1433>.
- NASH, D. J., DE CORT, G., CHASE, B. M., VERSCHUREN, D., NICHOLSON, S. E., SHANAHAN, T. M., ASRAT, A., LÉZINE, A.-M. et GRAB, S. W. (2016). African hydroclimatic variability during the last 2000 years. *Quaternary Science Reviews*, 154:1–22. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2016.10.012>.
- NEUMANN, K., SCHOCH, W., DÉTIENNE, P. et SCHWEINGRUBER, F. H. (2001). *Woods of the Sahara and the Sahel. An anatomical atlas*. Paul Haupt, Bern. 465 p.
- NOËL, A. (1995). Comment exploiter la microtoponymie? Méthodologie appliquée à l'onomastique du pays d'Othe. *Histoire, économie & société*, 14(3):419–426. DOI : <https://doi.org/10.3406/hes.1995.1782>.
- NOMADE, S. (2017). Recommandation sur l'utilisation des unités de temps en sciences de la terre. *Quaternaire. Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 28(2):137–139. DOI : <https://doi.org/10.4000/quaternaire.7972>.
- NYSSSEN, J., CLYMANS, W., DESCHEEMAEKER, K., POESEN, J., VANDECASTEELE, I., VANMAERCKE, M., ZENEBE, A., VAN CAMP, M., HAILE, M., HAREGEWEYN, N., MOEYERSONS, J., MARTENS, K., GEBREYOHANNES, T., DECKERS, J. et WALRAEVENS, K. (2010a). Impact of soil and water conservation measures on catchment hydrological response—a case in north Ethiopia. *Hydrological Processes*, 24(13):1880–1895. DOI : <https://doi.org/10.1002/hyp.7628>.
- NYSSSEN, J., CLYMANS, W., POESEN, J., VANDECASTEELE, I., DE BAETS, S., HAREGEWEYN, N., NAUDTS, J., HADERA, A., MOEYERSONS, J., HAILE, M. et DECKERS, J. (2009a). How soil conservation affects the catchment sediment budget – a comprehensive study in the north Ethiopian highlands. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34(9):1216–1233. DOI : <https://doi.org/10.1002/esp.1805>.
- NYSSSEN, J., FRANKL, A., HAILE, M., HURNI, H., DESCHEEMAEKER, K., CRUMMEY, D., RITLER, A., PORTNER, B., NIEVERGELT, B., MOEYERSONS, J., MUNRO, N., DECKERS, J., BILLI, P. et POESEN, J. (2014a). Environmental conditions and human drivers for changes to north Ethiopian mountain landscapes over 145 years. *Science of The Total Environment*, 485–486:164–179. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.052>.
- NYSSSEN, J., FRANKL, A., MUNRO, R. N., BILLI, P. et HAILE, M. (2010b). Digital Photographic archives for environmental and historical studies : An example from Ethio-

- pia. *Scottish Geographical Journal*, 126(3):185–207. DOI : <https://doi.org/10.1080/14702541.2010.527856>.
- NYSSSEN, J., FRANKL, A., ZENEBE, A., DECKERS, J. et POESEN, J. (2015). Land Management in the Northern Ethiopian Highlands : Local and Global Perspectives ; Past, Present and Future. *Land Degradation & Development*, 26(7):759–764. DOI : <https://doi.org/10.1002/ldr.2336>.
- NYSSSEN, J., HAILE, M., MOEYERSONS, J., POESEN, J. et DECKERS, J. (2000). Soil and water conservation in Tigray (northern Ethiopia) : The traditional daget technique and its integration with introduced techniques. *Land Degradation & Development*, 11(3):199–08. DOI : [https://doi.org/10.1002/1099-145X\(200005/06\)11:3<199::AID-LDR376>3.0.CO;2-Y](https://doi.org/10.1002/1099-145X(200005/06)11:3<199::AID-LDR376>3.0.CO;2-Y).
- NYSSSEN, J., HAILE, M., MOEYERSONS, J., POESEN, J. et DECKERS, J. (2001). Les daget : une technique traditionnelle de conservation des sols et de l'eau au Tigré (Nord de l'Ethiopie) et son intégration avec la technologie introduite. In BART, F., MORIN, S. et SALOMON, J.-N., éditeurs : *Les montagnes tropicales : identités, mutations, développement. Table-ronde, Bordeaux-Pessac, 27 et 28 novembre 1998*, numéro 16 de Espaces tropicaux, pages 301–313. DYMSET, Dynamiques des milieux et des sociétés dans les espaces tropicaux : CRET, Centre de recherches sur les espaces tropicaux, Pessac.
- NYSSSEN, J., HAILE, M., NAUDTS, J., MUNRO, N., POESEN, J., MOEYERSONS, J., FRANKL, A., DECKERS, J. et PANKHURST, R. (2009b). Desertification ? Northern Ethiopia re-photographed after 140 years. *Science of The Total Environment*, 407(8): 2749–2755. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.12.016>.
- NYSSSEN, J., PETRIE, G., MOHAMED, S., GEBREMESKEL, G., SEGHERS, V., DEBEVER, M., HADGU, K. M., STAL, C., BILLI, P., DEMAAYER, P., HAILE, M. et FRANKL, A. (2016). Recovery of the aerial photographs of Ethiopia in the 1930s. *Journal of Cultural Heritage*, 17:170–178. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.culher.2015.07.010>.
- NYSSSEN, J., POESEN, J., DESCHEEMAEKER, K., HAREGEWEYN, N., HAILE, M., MOEYERSONS, J., FRANKL, A., GOVERS, G., MUNRO, N. et DECKERS, J. (2008). Effects of region-wide soil and water conservation in semi-arid areas : the case of northern Ethiopia. *Zeitschrift für Geomorphologie, NF*, 52(3):291–315. DOI : <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2008/0052-0291>.
- NYSSSEN, J., POESEN, J., MOEYERSONS, J., DECKERS, J. et HAILE, M. (2014b). Genèse de rideaux suite à la culture attelée : observations en éthiopie pour mieux comprendre les paysages ruraux européens. *BSGLg*, pages 117–122.

- NYSSSEN, J., POESEN, J., MOEYERSONS, J., DECKERS, J., HAILE, M. et LANG, A. (2004). Human impact on the environment in the Ethiopian and Eritrean highlands—a state of the art. *Earth-Science Reviews*, 64(3):273–320. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(03\)00078-3](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(03)00078-3).
- PAGNÉ, L. (1900). *Mon voyage en Abyssinie et séjour chez les Somalis (côte orientale d’Afrique)*. Typographie et lithographie Ch. Poette, Saint-Quentin. 55 p.
- PANKHURST, R. (2003). Ethiopia : Let’s Look Across the Red Sea, I. *Addis Tribune*.
- PENDER, J. et GEBREMEDHIN, B. (2004). Impacts of Policies and Technologies in Dryland Agriculture : Evidence from Northern Ethiopia. In RAO, S. C., éditeur : *Challenges and Strategies for Dryland Agriculture*, numéro 32 de CSSA Special Publication. American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin. DOI : <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub32.c24>.
- PENNAC, D. (2005). *Le dictateur et le hamac*. Numéro 4173 de Folio. Gallimard, Paris. 409 p.
- PERELLO, B. (2011). *L’architecture domestique de l’Anatolie au IIIe millénaire av. J.-C.*, volume 24. Institut Français d’Études Anatoliennes-Georges Dumézil. 484 p.
- PHILLIPSON, D. W. (2009a). The First Millennium BC in the Highlands of Northern Ethiopia and South–Central Eritrea : A Reassessment of Cultural and Political Development. *African Archaeological Review*, 26(4):257–274. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10437-009-9064-2>.
- PHILLIPSON, D. W. et PHILLIPS, J. S. (2000). *Archaeology at Aksum, Ethiopia, 1993-7*. Numéro 17 de Memoirs of the British Institute in Eastern Africa. British Institute in Eastern Africa : Society of Antiquaries of London, London. 538 p.
- PHILLIPSON, L. (2000). Aksumite Lithic Industries. *The African Archaeological Review*, 17(2):49–63.
- PHILLIPSON, L. (2009b). Lithic Artefacts as a Source of Cultural, Social and Economic Information : the evidence from Aksum, Ethiopia. *African Archaeological Review*, 26(1): 45–58. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10437-009-9043-7>.
- PIETSCH, D. et MABIT, L. (2012). Terrace soils in the Yemen Highlands : Using physical, chemical and radiometric data to assess their suitability for agriculture and their vulnerability to degradation. *Geoderma*, 185-186:48–60. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.03.027>.

- PIETSCH, D. et MACHADO, M. J. (2014). Colluvial deposits - proxies for climate change and cultural chronology. A case study from Tigray, Ethiopia. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementbände*, 58(1):119–136. DOI : <https://doi.org/10.1127/0372-8854/2012/S-00114>.
- PIRENNE, J. (1956). *Paléographie des inscriptions sud-arabes : contribution à la chronologie et à l'histoire de l'Arabie du Sud antique*. Numéro 26 de Classe des Lettres. Koninklijke Vlaamse Academie voor Wetenschappen, Brussel. 337 p.
- PLINE L'ANCIEN (23 - 79 AP. J.-C.) (2008). *Histoire Naturelle*, volume 6. Les Belles Lettres, Collection des Universités de France, série latine, Paris. 352 p.
- POIRIER, N. et NUNINGER, L. (2012). Techniques d'amendement agraire et témoins matériels. Pour une approche archéologique des espaces agraires anciens. *Histoire & Sociétés Rurales*, 38(2):11–50.
- POWELL-COTTON, P. H. G. (1902). *A sporting trip through Abyssinia*. Rowland Ward, London. 531 p.
- PUGLISI, S. (1941). Primi risultati delle indagini compiute dalla Missione Archeologica di Aksum. *Africa Italiana*, 8(3-4):95–153.
- RAFFRAY, A. (1882). *Voyage en Abyssinie et au pays des Gallas Raïas*. 1 : 3 000 000.
- REIJ, C. (1991). *Indigenous Soil and Water Conservation in Africa*. Rapport technique 27, International Institute for Environment and Development. 35 p.
- REIMER, P. J., BARD, E., BAYLISS, A., BECK, J. W., BLACKWELL, P. G., RAMSEY, C. B., BUCK, C. E., CHENG, H., EDWARDS, R. L., FRIEDRICH, M., GROOTES, P. M., GUILDERTON, T. P., HAFLIDASON, H., HAJDAS, I., HATTÉ, C., HEATON, T. J., HOFFMANN, D. L., HOGG, A. G., HUGHEN, K. A., KAISER, K. F., KROMER, B., MANNING, S. W., NIU, M., REIMER, R. W., RICHARDS, D. A., SCOTT, E. M., SOUTHON, J. R., STAFF, R. A., TURNEY, C. S. M. et PLICHT, J. v. d. (2013). IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. *Radiocarbon*, 55(4):1869–1887. DOI : https://doi.org/10.2458/azu_js_rc.55.16947.
- RENNELL, J. (1798). *Carte où l'on voit les nouvelles découvertes dans le Nord de l'Afrique*. 1 : 11 115 000 environ.
- RIVIÈRE, J.-C. (2015). *Microtoponymie de la commune de Vebret (Cantal)*. *Nomino ergo sum*. 312 p.
- ROBIN, C. J. (2015). Himyar, Aksum, and Arabia Deserta in Late Antiquity. In FISHER, G., éditeur : *Arabs and Empires before Islam*, pages 127–171. Oxford University Press. DOI : <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199654529.003.0004>.

- ROBIN, C. J. et de MAIGRET, A. (1998). Le Grand Temple de Yéha (Tigray, Éthiopie), après la première campagne de fouilles de la Mission française (1998). *Comptes-rendus des séances de l'année - Académie des inscriptions et belles-lettres*, 142(3):737–798. DOI : <https://doi.org/10.3406/crai.1998.15906>.
- ROBIN, C. J. et TAYRAN, S. (2012). Soixante-dix ans avant l'Islam : l'Arabie toute entière dominée par un roi chrétien. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 156(1):525–553. DOI : <https://doi.org/10.3406/crai.2012.93448>.
- ROHDE, R. et HILHORST, T. (2001). A profile of environmental change in the Lake Manyara Basin, Tanzania. Rapport technique 109, Drylands Programme, SUNRISE Project, IIED, London, United Kingdom. 31 p.
- ROHLFS, G. (1883). *Meine Mission nach Abessinien*. F. A. Brockhaus, Leipzig. 355 p.
- ROOSE, E. (1992). Diversité des stratégies traditionnelles et modernes de conservation de l'eau et des sols. Influence du milieu physique et humain en région soudano-sahélienne d'Afrique occidentale. In LE FLOC'H, E., GROUZIS, M., CORNET, A. et BILLE, J.-C., éditeurs : *L'aridité : une contrainte au développement : caractérisation, réponses biologiques, stratégies des sociétés*, Didactiques, pages 481–506. ORSTOM, Paris.
- RÜPPELL, E. (1838). *Reise in Abyssinien*, volume 1. Sigmund Schmerber, Frankfurt am Main. 468 p.
- RÜPPELL, E. (1840). *Reise in Abyssinien*, volume 2. Siegmund Schmerber, Frankfurt am Main. 470 p.
- RUFFO, C. K., BIRNIE, A. et TENGNÄS, B. (2002). *Edible wild plants of Tanzania*. Regional Land Management Unit/Sida, Nairobi, Kenya. 767 p.
- SAIZ, G., WANDERA, F. M., PELSTER, D. E., NGETICH, W., OKALEBO, J. R., RUFINO, M. C. et BUTTERBACH-BAHL, K. (2016). Long-term assessment of soil and water conservation measures (Fanya-juu terraces) on soil organic matter in South Eastern Kenya. *Geoderma*, 274:1–9. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.022>.
- SALT, H. (1814). *A voyage to Abyssinia, and travels into the interior of that country*. Rivington, London. 658 p.
- SALT, H. (1816a). *Voyage en Abyssinie*. Magimel, Paris. 423 p.
- SALT, H. (1816b). *Voyage en Abyssinie - Atlas*. Magimel, Paris. 88 p.
- SALT, H. et HEATH, C. (1814). *Illustrations de A Voyage to Abyssinia*.

- SANLAVILLE, P. (1997). Les Changements dans l'environnement au Moyen-Orient de 20 000 BP à 6 000 BP. *Paléorient*, 23(2):249–262. DOI : <https://doi.org/10.3406/paleo.1997.4664>.
- SANSON D'ABBEVILLE, N. (1674). L'Afrique distinguée en ses principales parties.
- SAPRITCHIAN, D. (1871). *Deux ans de séjour en Abyssinie, ou Vie morale, politique et religieuse des Abyssiniens*, volume 1. Typographie arménienne du couvent de Saint-Jacques, Jérusalem. 356 p.
- SARNTHEIN, M., ERLLENKEUSER, H. et ZAHN, R. (1982). Termination i : the response of continental climate in the subtropics as recorded in deep-sea sediments. *Bulletin - Institut de Géologie du Bassin d'Aquitaine*, 31:393–407.
- SCHIETTECATTE, J. (2012). L'Arabie du Sud et la mer du III^e siècle av. au VI^e siècle apr. J.-C. In BOUSSAC, M.-F., SALLES, J.-F. et YON, J.-B., éditeurs : *Autour du Périple de la mer Érythrée.*, volume 11 de *Topoi. Orient-Occident*, pages 237–273. Maison de l'Orient et de la Méditerranée - Jean Pouilloux, Lyon.
- SCHIETTECATTE, J. (2017). Himyar. In BAGNALL, R. S., BRODERSEN, K., CHAMPION, C. B., ERSKINE, A. et HUEBNER, S. R., éditeurs : *The Encyclopedia of Ancient History*, pages 1–2. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. DOI : <https://doi.org/10.1002/9781444338386.wbeah30219>.
- SCHNEIDER, R. (1965). Notes épigraphiques sur les découvertes de Matara. *Annales d'Éthiopie*, 6(1):89–142. DOI : <https://doi.org/10.3406/ethio.1965.1137>.
- SCHUVER, J. M., JAMES, W., BAUMANN, G. et JOHNSON, D. H. (1996). *Juan Maria Schuver's travels in North East Africa, 1880-1883*. Numéro 2nd serie, no. 184 de Works issued by the Hakluyt Society. Hakluyt Society, London. 392 p.
- SCHWARTZ, M. A. (2008). The importance of stupidity in scientific research. *Journal of Cell Science*, 121(11):1771–1771. DOI : <https://doi.org/10.1242/jcs.033340>.
- SCHWEINGRUBER, F. H. (1990). *Anatomy of European wood : an atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs*. Paul Haupt, Bern, Stuttgart. 800 p.
- SEPULCHRE, P., RAMSTEIN, G., FLUTEAU, F., SCHUSTER, M., TIERCELIN, J.-J. et BRUNET, M. (2006). Tectonic Uplift and Eastern Africa Aridification. *Science*, 313:1419–1423. DOI : <https://doi.org/10.1126/science.1129158>.
- SHANAHAN, T. M., MCKAY, N. P., HUGHEN, K. A., OVERPECK, J. T., OTTO-BLIESNER, B., HEIL, C. W., KING, J., SCHOLZ, C. A. et PECK, J. (2015). The time-transgressive

- termination of the African Humid Period. *Nature Geoscience*, 8(2):140–144. DOI : <https://doi.org/10.1038/ngeo2329>.
- SĂINEANU, M. (1892). *L’Abyssinie dans la seconde moitié du XVIIe siècle, ou Le règne de Sartsa-Dengel (Malak-Sagad) (1563-1594) : d’après des annales éthiopiennes inédites*. F. Göbl, Bucarest. 54 p.
- SNANE, M. H. et MECHERGUI, M. (1996). Cultures pluviales des montagnes arides en Tunisie : rôle et dimensionnement des *jessours*. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 7(3):203–208.
- SOMAGLINO, C. (2013). Le papyrus Wilbour : une source exceptionnelle pour l’étude de la toponymie et de la microtoponymie égyptienne. Quelques réflexions tirées d’une étude en cours. [En ligne] : <https://systop.hypotheses.org/381>.
- SOMAGLINO, C. (2016). La perception du milieu en Égypte ancienne au prisme de la toponymie. [En ligne] : <http://ecoumene.blogspot.com/2016/01/la-perception-de-milieu-en-egypte.html>.
- STARK, M. T. (2003). Current Issues in Ceramic Ethnoarchaeology. *Journal of Archaeological Research*, 11(3):50. 50 p.
- STERN, H. A. (1869). *The captive missionary*. Cassell, Petter and Galpin, London. 397 p.
- STERN, R. J. (1994). ARC Assembly and Continental Collision in the Neoproterozoic East African Orogen : Implications for the Consolidation of Gondwanaland. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 22(1):319–351. DOI : <https://doi.org/10.1146/annurev.ea.22.050194.001535>.
- STOUVENOT, C., BEAUCHÊNE, J., BONNISSENT, D. et OBERLIN, C. (2013). Datations radiocarbone et le “ problème vieux bois ” dans l’arc antillais : état de la question. In *25to Congreso Internacional de Arqueología del Caribe - 25th International Congress for Caribbean Archeology - 25e Congrès International de l’Archéologie de la Caraïbe*, pages 459–494, San-Juan, Puerto Rico. Instituto de Cultura Puertorriqueña, el Centro de Estudios Avanzados de Puerto Rico y el Caribe y la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- STREET, F. et GROVE, A. T. (1979). Global maps of lake-level fluctuations since 30,000 yr B.P. *Quaternary Research*, 12:83–118.
- STREET-PERROTT, F. A., MITCHELL, J. F. B., MARCHAND, D. S. et BRUNNER, J. S. (1990). Milankovitch and albedo forcing of the tropical monsoons : a comparison of geological evidence and numerical simulations for 9000 yBP. *Earth and Environmental*

- Science Transactions of The Royal Society of Edinburgh*, 81(4):407–427. DOI : <https://doi.org/10.1017/S0263593300020897>.
- STUIVER, M. et POLACH, H. A. (1977). Discussion Reporting of ^{14}C Data. *Radiocarbon*, 19(3):355–363. DOI : <https://doi.org/10.1017/S0033822200003672>.
- SULAS, F. (2014). Aksum : Environmental Archaeology. In SMITH, C., éditeur : *Encyclopedia of Global Archaeology*, pages 129–138. Springer New York, New York, NY. DOI : https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2_863.
- TAYE, G., POESEN, J., VANMAERCKE, M., van WESEMAEL, B., MARTENS, L., TEKA, D., NYSSSEN, J., DECKERS, J., VANACKER, V., HAREGEWEYN, N. et HALLET, V. (2015). Evolution of the effectiveness of stone bunds and trenches in reducing runoff and soil loss in the semi-arid Ethiopian highlands. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 59(4):477–493. DOI : <https://doi.org/10.1127/zfg/2015/0166>.
- TEGENE, B. (2003). Combining Land Capability Evaluation, Geographic Information Systems, and Indigenous Technologies for Soil Conservation in Northern Ethiopia. *Eastern Africa Social Science Research Review*, 19(2):23–54. DOI : <http://dx.doi.org/10.1353/eas.2003.0008>.
- TEKLAY, G., GEBRESELASSIE, H. et MEHARI, A. (2014). Assessing Households' Fuel Wood Tree Species Preference, The Case of Desa'a Afro Alpine Forest, Tigray. *Civil and Environmental Research*, 6(9):48–51.
- TESFAY, G. (2006). *Agriculture, Resource Management and Institutions - A socioeconomic analysis of households in Tigray, Ethiopia*. Thèse de doctorat, Wageningen University, Wageningen. 170 p.
- TIERNEY, J. E. et DEMENOCAL, P. B. (2013). Abrupt Shifts in Horn of Africa Hydroclimate Since the Last Glacial Maximum. *Science*, 342(6160):843–846. DOI : <https://doi.org/10.1126/science.1240411>.
- TIERNEY, J. E., LEWIS, S. C., COOK, B. I., LEGRANDE, A. N. et SCHMIDT, G. A. (2011). Model, proxy and isotopic perspectives on the East African Humid Period. *Earth and Planetary Science Letters*, 307(1):103–112. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.04.038>.
- TRIMINGHAM, J. S. (1952). *Islam in Ethiopia*. Oxford University Press, Londres. 314 p.
- TURNER, S. (2011). Paysages et relations : archéologie, géographie, archéogéographie. *Études rurales*, (188):143–154. DOI : <https://doi.org/10.4000/etudesrurales.9511>.

- UDDEN, J. A. (1914). Mechanical composition of clastic sediments. *GSA Bulletin*, 25(1): 655. DOI : <https://doi.org/10.1130/GSAB-25-655>.
- VALENTIA, G. (1809a). *Voyages and travels to India, Ceylon, the Red Sea, Abyssinia, and Egypt, in the years 1802, 1803, 1804, 1805, and 1806*, volume 1. William Miller, London. 496 p.
- VALENTIA, G. (1809b). *Voyages and travels to India, Ceylon, the Red Sea, Abyssinia, and Egypt, in the years 1802, 1803, 1804, 1805, and 1806*, volume 2. William Miller, London. 520 p.
- VALENTIA, G. (1809c). *Voyages and travels to India, Ceylon, the Red Sea, Abyssinia, and Egypt, in the years 1802, 1803, 1804, 1805, and 1806*, volume 3. William Miller, London. 506 p.
- VAN BEEK, G. W. (1967). Monuments of Axum in the Light of South Arabian Archeology. *Journal of the American Oriental Society*, 87(2):113–122. DOI : <https://doi.org/10.2307/597393>.
- van der PLICHT, J. et HOGG, A. (2006). A note on reporting radiocarbon. *Quaternary Geochronology*, 1(4):237–240. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.quageo.2006.07.001>.
- VAYSSIÈRES, A. (1857a). *Souvenirs d'un voyage en Abyssinie - Tome 1*, volume 1 de *Collection Hetzel*. Meline, Cans et Cie, Bruxelles. 222 p.
- VAYSSIÈRES, A. (1857b). *Souvenirs d'un voyage en Abyssinie - Tome 2*, volume 2 de *Collection Hetzel*. Meline, Cans et Cie, Bruxelles. 206 p.
- VOGEL, H. (1987). Terrace farming in Yemen. *Journal of Soil and Water Conservation*, 42(1):18–21.
- WATSON, E. E. (2009). *Living terraces in Ethiopia : Konso landscape, culture & development*. Eastern Africa series. James Currey, Woodbridge, UK ; Rochester, NY. 242 p.
- WEBB, R. H., BOYER, D. E. et TURNER, R. M., éditeurs (2010). *Repeat photography : methods and applications in the natural sciences*. Island Press, Washington. 337 p.
- WENDORF, F. et SCHILD, R. (1980). *Prehistory of the eastern Sahara*. Studies in archaeology. Academic Press, New York, N.Y. 414 p.
- WENTWORTH, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *The Journal of Geology*, 30(5):377–392.

- WIDOMSKI, M. (2011). Terracing as a Measure of Soil Erosion Control and Its Effect on Improvement of Infiltration in Eroded Environment. In GODONE, D. et STANCHI, S., éditeurs : *Soil Erosion Issues in Agriculture*, chapitre 14, pages 315–334. InTech. DOI : <https://doi.org/10.5772/24683>.
- WILCOCK, D., BRIERLEY, G. et HOWITT, R. (2013). Ethnogeomorphology. *Progress in Physical Geography*, 37(5):573–600. DOI : <https://doi.org/10.1177/0309133313483164>.
- WILCOCK, D. A. (2012). *Living landscapes : 'Ethnogeomorphology' as an ethical frame of communication in environmental decision-making*. Thèse de doctorat, Macquarie University, North Ryde, N.S.W. 360 p.
- WILKINSON, T. J. (2005). Soil erosion and valley fills in the Yemen highlands and southern Turkey : Integrating settlement, geoarchaeology, and climate change. *Geoarchaeology*, 20(2):169–192. DOI : <https://doi.org/10.1002/gea.20042>.
- WILKINSON, T. J. et EDENS, C. (1999). Survey and Excavation in the Central Highlands of Yemen : Results of the Dhamār Survey Project, 1996 and 1998. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 10(1):1–33. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1600-0471.1999.tb00124.x>.
- WILKINSON, T. J., EDENS, C. et GIBSON, M. (1997). The Archaeology of the Yemen High Plains : A preliminary chronology. *Arabian Archaeology and Epigraphy*, 8(1):99–142. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1600-0471.1997.tb00149.x>.
- WOLDE-MARIAM, M. (1991). *Suffering under God's environment : a vertical study of the predicament of peasants in North-Central Ethiopia*. African Mountains Association Geographica Bernensia, Berne. 332 p.
- WOLELA, A. (2008). Sedimentation of the Triassic–Jurassic Adigrat Sandstone Formation, Blue Nile (Abay) Basin, Ethiopia. *Journal of African Earth Sciences*, 52(1):30–42. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2008.04.001>.
- WOLF, P. et NOWOTNICK, U. (2010). The Almaqah temple of Meqaber Gaewa near Wuqro (Tigray, Ethiopia). *Proceedings of the Seminar for Arabian Studies*, 40:367–380.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (2017). *WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals*. Numéro 1203 de Weather Climate Water. Switzerland. 29 p.
- ZANETTIN, B. et JUSTIN-VISENTIN, E. (1975). Tectonical and volcanological evolution of the western Afar margin (Ethiopia). In PILGER, A. et RÖSLER, A., éditeurs : *Afar depression of Ethiopia - International Symposium on the Afar Region and Related*

Rift Problems, Bad Bergzabern, April 1974, volume 1 de *Inter-Union Commission on Geodynamics - Scientific Report*, pages 300–309. Schweizerbart, Stuttgart.

ZAZZARO, C. et MANZO, A. (2012). A preliminary assessment of the pottery assemblage from the port town of Adulis (Eritrea). *British Museum Studies in Ancient Egypt and Sudan*, 18:233–246.

Table des figures

| | | |
|------|--|----|
| 1.1 | Principaux ensembles géographiques et topographiques en Éthiopie | 11 |
| 1.2 | Géographie et découpage politique de l'Éthiopie | 13 |
| 1.3 | Limites administratives de la zone d'étude | 14 |
| 1.4 | Carte orohydrographique de la zone prospectée | 15 |
| 1.5 | Modèle numérique de terrain du nord du Tigray et des régions limitrophes et profil topographique du nord du Tigray | 16 |
| 1.6 | Modèle numérique de terrain du nord du Tigray et profil topographique d'ouest en est, du Plateau tigréen à la Dépression du Danakil | 17 |
| 1.7 | Photographie au cerf-volant de l'éperon sur lequel se trouve le site de Wa- karida | 17 |
| 1.8 | Carte géologique du nord de l'Éthiopie, extraite de la carte géologique de l'Éthiopie au 1 : 2 000 000 | 19 |
| 1.9 | Extrait de la carte géologique au 1 : 250 000 centré sur la zone de prospection | 21 |
| 1.10 | Seuil rocheux de la vallée d'Ambare, en aval d'AMb (figure 1.4) | 23 |
| 1.11 | Vallée d'Ambare vue depuis la rive droite, en amont de la coupe AMa | 23 |
| 1.12 | Plongée vers l'Afar vue depuis la crête amont de Ka Ebile | 24 |
| 1.13 | Passage en gorge dans la vallée de May Ayni | 24 |
| 1.14 | Passage en gorge dans le méandre de Ka Ebile | 24 |
| 1.15 | Élargissement de la vallée de Ka Ebile vers l'aval | 25 |
| 1.16 | Élargissement de la vallée de May Weini à l'aval, vue vers l'amont | 25 |
| 1.17 | Vallée de Welwalo, vue depuis l'aval | 25 |
| 1.18 | Localisation des cartons géomorphologiques | 27 |
| 1.19 | Cartons géomorphologiques à Ambare et Damhalle | 28 |
| 1.20 | Diagrammes ombrothermiques et de précipitations de cinq stations météo- rologiques autour de Wakarida | 30 |
| 1.21 | Carte des zones cultivées et des vallées autour du site de Wakarida | 36 |
| 1.22 | Culture en terrasses et labours à l'aide de la <i>maresha</i> dans la vallée de Ka Ebile | 37 |

TABLE DES FIGURES

| | | |
|------|---|-----|
| 1.23 | Carte des sols dans la zone de prospection, d'après la cartographie de la FAO | 38 |
| 1.24 | Carte des sols dans la zone de prospection, d'après la cartographie du <i>Ministry of Water Resources</i> | 40 |
| 1.25 | Aperçu de l'épaisseur de sol dans un fond de vallée, au niveau du site de KEb | 41 |
| 1.26 | Aperçu de l'épaisseur de sol sur un versant, à l'amont de la vallée de Ka Ebile | 42 |
| 2.1 | Chronologie de l'Éthiopie sur toute la période étudiée | 49 |
| 2.2 | Carte des sites pré-axoumites et axoumites reconnus par Anfray (1990) . . | 51 |
| 2.3 | Plan du site de Wakarida | 52 |
| 2.4 | Orthophotographie du chantier 1 de Wakarida | 53 |
| 2.5 | Carte des prospections archéologiques et de la densité de céramique de surface | 54 |
| 2.6 | Chronologies des changements environnementaux à différentes échelles, présentées dans vingt-et-un articles | 58 |
| 2.7 | Chronologies des changements environnementaux en Afrique de l'Est durant les deux derniers millénaires, d'après Nash <i>et al.</i> (2016) | 63 |
| 2.8 | Différents types d'ouvrages de collecte des eaux | 74 |
| 2.9 | Terrasses en fond de vallon dans la vallée de May Weini | 79 |
| 2.10 | Schéma de fonctionnement des terrasses de culture en fond de vallon dans la zone étudiée | 80 |
| 2.11 | Murets et bourrelets à l'aval des parcelles, vallée de May Weini, plan rapproché | 81 |
| 2.12 | Moutons au pâturage (vaine pâture) et brûlis de chaumes et broussailles dans la vallée de May Ayni | 81 |
| 2.13 | Terrasses concaves vers l'aval, à l'amont de la vallée de Ka Ebile | 82 |
| 2.14 | Portion de la vallée de May Weini représentée sur les figures 2.9 et 2.11, vue depuis le ciel | 83 |
| 2.15 | Aire de battage sur un champ en terrasse dans la vallée de May Ayni, à l'amont du site de Wakarida | 83 |
| 2.16 | Aire de battage sur un champ en terrasse dans la vallée de May Ayni, à l'aval du site de Wakarida et à l'amont du village de Sewne | 84 |
| 2.17 | Cultures maraîchères irriguées, vallée de May Ayni | 84 |
| 2.18 | Croupes cultivées en terrasses sur une crête | 85 |
| 2.19 | Versant couvert de terrasses anti-érosives, vallée de May Ayni | 86 |
| 3.1 | Carte des coupes étudiées | 93 |
| 3.2 | Localisation des institutions visitées à Addis-Abeba pour recueillir des données, et disponibilité de celles-ci | 113 |
| 3.3 | Carte des stations météorologiques mentionnées dans les archives | 118 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.4 | Carte de localisation des entretiens et des parcelles des personnes interviewées | 128 |
| 3.5 | Carte des groupes de coupes étudiées en fonction de leur position topographique dans les bassins versants | 142 |
| 3.6 | Positions relatives des dates des quatorze coupes étudiées dans la chronologie régionale | 143 |
| 4.1 | Carte des coupes étudiées en têtes de bassin (« groupe 1 ») | 146 |
| 4.2 | Amont encaissé de la vallée de May Weini | 147 |
| 4.3 | Coupe MWc | 148 |
| 4.4 | Prélèvements de la coupe MWc | 148 |
| 4.5 | Log stratigraphique de la coupe MWc, vallée de May Weini | 150 |
| 4.6 | Vue panoramique du site de Mengangebit | 151 |
| 4.7 | Vue panoramique de la partie gauche de l'accumulation de Mengangebit . . | 152 |
| 4.8 | Vue panoramique de la partie centrale de l'accumulation de Mengangebit . | 153 |
| 4.9 | Vue panoramique de la partie droite de l'accumulation de Mengangebit . . | 153 |
| 4.10 | Coupe MGb | 154 |
| 4.11 | Log stratigraphique de la coupe MGb, site de Mengangebit | 156 |
| 4.12 | Carte des coupes à Ka Ebile | 158 |
| 4.13 | Site des coupes à Ka Ebile | 158 |
| 4.14 | Coupe KEb | 159 |
| 4.15 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEb | 162 |
| 4.16 | Log stratigraphique de la coupe KEb, site de Ka Ebile | 166 |
| 4.17 | Partie supérieure de la coupe KEb, site de Ka Ebile | 168 |
| 4.18 | Coupe KEd | 170 |
| 4.19 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEd | 172 |
| 4.20 | Log stratigraphique de la coupe KEd, site de Ka Ebile | 174 |
| 4.21 | Vue de la zone de prélèvement de la coupe KEc, vallée de Ka Ebile | 175 |
| 4.22 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEc | 177 |
| 4.23 | Log stratigraphique de la coupe KEc, site de Ka Ebile | 181 |
| 4.24 | Sinuosité dans laquelle se trouve la coupe KEa | 183 |
| 4.25 | Coupe KEa | 183 |
| 4.26 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe KEa | 185 |
| 4.27 | Log stratigraphique de la coupe KEa, site de Ka Ebile | 189 |
| 4.28 | Carton géomorphologique du site de Damhalle et ses alentours | 191 |
| 4.29 | Front d'érosion régressive de la coupe Da | 191 |
| 4.30 | Coupe Da | 192 |
| 4.31 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe Da | 194 |
| 4.32 | Log stratigraphique de la coupe Da, vallée de Damhalle | 199 |

TABLE DES FIGURES

| | | |
|------|--|-----|
| 5.1 | Carte des coupes étudiées en position intermédiaire dans les vallées (« groupe 2 ») | 212 |
| 5.2 | Coupe MWb | 213 |
| 5.3 | Coupe MWb | 214 |
| 5.4 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe MWb | 216 |
| 5.5 | Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe MWb, vallée de May Weini | 221 |
| 5.6 | Puits de MAa et cultures maraîchères vus depuis la rive gauche | 225 |
| 5.7 | Puits, escalier et coupe MAa | 225 |
| 5.8 | Log stratigraphique de la coupe MAa, vallée de May Ayni | 227 |
| 5.9 | Base de la coupe MAa (US12), vallée de May Ayni | 229 |
| 5.10 | Positions relatives des coupes GGa, GGb et GGc dans le vallon de Gali Gade | 231 |
| 5.11 | Complements sédimentaires incisés non loin de la paroi, Gali Gade | 231 |
| 5.12 | Diagramme triangulaire de la granulométrie des coupes GGa, GGb et GGc | 233 |
| 5.13 | Stratigraphie et sédimentologie de la coupe GGa, site de Gali Gade | 236 |
| 5.14 | Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe GGb, site de Gali Gade | 243 |
| 5.15 | Log stratigraphique de GGc, site de Gali Gade | 246 |
| 5.16 | Log stratigraphique des trois coupes de Gali Gade | 247 |
| 5.17 | Vue panoramique de la vallée de Welwalo, depuis l'aval vers l'amont | 248 |
| 5.18 | Coupe WWa | 249 |
| 5.19 | Orthophotographie de la coupe WWa | 250 |
| 5.20 | Log stratigraphique de la coupe WWa, vallée de Welwalo | 253 |
| 6.1 | Carte des coupes étudiées à l'aval (« groupe 3 ») | 264 |
| 6.2 | Carton géomorphologique de la vallée d'Ambare et ses alentours | 265 |
| 6.3 | Site d'AMa | 266 |
| 6.4 | Vue des dépôts et des lentilles grossières à l'aval de la coupe AMa | 268 |
| 6.5 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe AMa | 270 |
| 6.6 | Stratigraphie, sédimentologie et chronologie de la coupe AMa, site d'Ambare | 277 |
| 6.7 | Diagramme triangulaire de la granulométrie de la coupe AMb | 283 |
| 6.8 | Chronologie, stratigraphie et sédimentologie de la coupe AMb, site d'Ambare | 289 |
| 6.9 | Barrage de Ka Ebile en 2013 | 295 |
| 6.10 | Barrage de Ka Ebile effondré en 2014 | 296 |
| 6.11 | Barrage de Ka Ebile relevé en 2015 | 296 |
| 6.12 | Barrage de Ka Ebile réaménagé en 2017 | 297 |
| 7.1 | Carte de localisation des principales localités mentionnées sur les cartes anciennes | 315 |

| | | |
|------|--|-----|
| 7.2 | Extrait de quatre cartes du XVII ^e siècle, centrées sur le nord de l'actuel Tigray, entre Axoum, Adoua et Adigrat | 317 |
| 7.3 | Extrait de deux cartes du XVIII ^e siècle, centrées sur le nord de l'actuel Tigray, entre Axoum, Adoua et Adigrat. A : De L'Isle (1742) ; B : Bourguignon d'Anville (1765) | 319 |
| 7.4 | Extrait de trois cartes du début du XIX ^e siècle, retraçant des itinéraires de voyages dans le nord du Tigray. A : Jomard (1822) ; B : Combes et Tamisier (1838a) ; C : Even (1846) | 321 |
| 7.5 | Extrait de la carte de Salt (1816b), centré sur le nord du Tigray | 322 |
| 7.6 | Extrait de la carte de Melish (1824), centré sur le nord du Tigray et indiquant les deux villes d'Adigrat et de Genater | 324 |
| 7.7 | Extrait de la carte de Lefèbvre (1847), centré sur l'axe Axoum-Adigrat | 325 |
| 7.8 | Extrait de la carte de Ferret et Galinier (1851), centré sur l'axe Axoum-Adigrat | 325 |
| 7.9 | Extraits de trois cartes de la fin du XIX ^e siècle, centrés sur la marge orientale du plateau du Tigray. A : D'Abbadie (1868a) ; B : Johnston (1879) ; C : Raffray (1882) | 326 |
| 7.10 | Extrait de la carte du Ministero della Guerra (1896), montrant la progression de la connaissance de la marge orientale du plateau du Tigray | 327 |
| 7.11 | Extrait de la carte du Geographisches Institut des Ministeriums des Innern (1941), centré sur le nord du Tigray | 328 |
| 7.12 | Localisation des principales villes pour lesquelles on dispose d'archives textuelles et/ou iconographiques | 329 |
| 7.13 | Groupe de soldats italiens pendant la guerre Italo-Éthiopienne | 333 |
| 7.14 | Sycomore dans la vallée de May Ayni | 333 |
| 7.15 | Groupe de soldats italiens en marche durant la guerre Italo-Éthiopienne | 334 |
| 7.16 | Versant de rive gauche, à l'amont de la vallée de Ka Ebile | 334 |
| 7.17 | Télégraphistes au travail au pied de Work Amba, Tembien | 335 |
| 7.18 | Arbres séculaires abattus pour élargir la route | 335 |
| 7.19 | Scène biblique, église de Debre Birhan Selassie, Gondar | 336 |
| 7.20 | Olivier ébranché sur le versant gauche de la vallée de May Weini, à l'amont | 336 |
| 7.21 | Localisation des stations météorologiques d'Adigrat et Idaga Hamous et des villes d'Enticho, Adoua et Axoum | 339 |
| 8.1 | Photographie prise par Bidault de Glatigné (1889) de cultures étagées sur la route de Belaoua à Harar | 353 |
| 8.2 | Vue de la ville de Harar, 1936 | 353 |
| 8.3 | Brûlis dans la vallée de May Ayni | 357 |
| 8.4 | Bétail à la vaine pâture à proximité de Wakarida | 358 |

| | | |
|------|---|-----|
| 8.5 | Champ couvert de pierres sur le versant de rive droite, vallée de May Weini | 358 |
| 8.6 | Scène de labour, Amba Focada (Érythrée) | 360 |
| 8.7 | Scène de labour, vallée de May Ayni | 361 |
| 8.8 | Scène de la vie agricole, extrait d'une fresque du XVII ^e siècle dans l'église d'Abreha we Atsbeha, dans les montagnes du Gheralta | 362 |
| 8.9 | Extrait de la planche intitulée <i>Harnais et instruments de labour</i> (Lefebvre, 1845b) | 363 |
| 8.10 | Planche intitulée <i>Ackerpflug. Zeichnung von Robert Kretschmer</i> (Andree, 1869) | 364 |
| 8.11 | Photographie prise par Bidault de Glatigné (1889) d'un « Galla labourant », montrant un araire | 366 |
| 8.12 | Araire éthiopien tiré par deux bœufs (<i>maresha</i>) | 366 |
| 8.13 | Araire éthiopien tiré par deux bœufs | 367 |
| 8.14 | Araire éthiopien et soutiens en bois | 368 |
| 8.15 | Détail d'un joug | 368 |
| 8.16 | Sep et soc métallique d'un araire éthiopien, vallée de May Ayni | 369 |
| 8.17 | Homme portant une herminette, vallée de May Ayni | 369 |
| 8.18 | Battage des céréales par des bœufs, non loin du site de Mengangebit | 370 |
| 8.19 | Battage des céréales à la fourche, sur la crête au-dessus de Wakarida | 372 |
| 8.20 | Battage du grain par des bœufs sur la route asphaltée menant à l'aéroport de Mekele | 373 |
| 8.21 | Carte de localisation des entretiens et des parcelles des personnes interviewées | 382 |
| 9.1 | Comparaison de la période de début d'exploitation agricole par les répondants (A) et de leur période d'installation dans la région (B) | 389 |
| 9.2 | Carte des toponymes de rang 1, selon les résultats des entretiens | 394 |
| 9.3 | Carte des toponymes de rang 2, selon les résultats des entretiens | 395 |
| 9.4 | Vue panoramique du barrage sur la vallée de May Ayni, à mi-chemin entre le site de Wakarida et Sewne | 399 |
| 9.5 | Citerne en pierre sèche, vallée de May Ayni, fond non maçonné | 406 |
| 9.6 | Citerne en pierre sèche et fond maçonné en bordure de parcelle, à l'amont du dispensaire, vallée de May Ayni | 406 |
| 9.7 | Citerne entièrement maçonnée dans une parcelle de fond de vallon, au niveau de WK11, vallée de Ka Ebile | 406 |
| 9.8 | Vue de l'intérieur du puits de MAa | 406 |
| 9.9 | Puits dans le fond de la vallée de May Ayni, coupe MAa, entretien WK16 | 407 |
| 9.10 | Barrage dans la vallée d'Ambare, à l'amont de la coupe AMa | 408 |
| 9.11 | Vue de l'aval du barrage de la vallée d'Ambare | 408 |
| 9.12 | Trace de canaux à l'aval du barrage de la vallée d'Ambare | 409 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 9.13 | Nombre d'occurrences de chaque type désignant les aménagements en terrasses lors des entretiens | 410 |
| 9.14 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14a | 412 |
| 9.15 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14b | 414 |
| 9.16 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14c | 416 |
| 9.17 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14d | 418 |
| 9.18 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14e | 420 |
| 9.19 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14f | 422 |
| 9.20 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14g | 424 |
| 9.21 | Résultats du photoquestionnaire pour la photographie 14h | 426 |
| 10.1 | Carte des secteurs d'étude de photographies aériennes diachroniques | 430 |
| 10.2 | Carte des parcelles actuellement cultivées en terrasses dans le nord de la zone de prospection | 433 |
| 10.3 | Carte des parcelles actuellement cultivées en terrasses dans le sud de la zone de prospection | 434 |
| 10.4 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967-1994 | 436 |
| 10.5 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967-1994 | 437 |
| 10.6 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1994-2012 | 439 |
| 10.7 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1994-2012 | 440 |
| 10.8 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967-2012 | 442 |
| 10.9 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967-2012 | 443 |
| 10.10 | Intérieur de la maison de Zemeda Hailu | 446 |
| 10.11 | Étables en jeunes troncs et branchages, appartenant à une famille afar, rive droite de Wakarida | 446 |
| 10.12 | Genévrier d'Afrique (<i>Juniperus procera</i>) dans la vallée de May Weini | 448 |
| 10.13 | Eucalyptus sur le plateau, à proximité d'Idaga Hamous | 448 |
| 10.14 | Euphorbes candélabres (<i>Euphorbia candelabrum</i>) sur un versant de la vallée de May Weini | 449 |
| 10.15 | Comparaison de photographies aériennes (1965 et 1994), d'une photographie satellitaire Corona (1967) et d'une image satellitaire Quickbird (2012) au-dessus de la zone étudiée | 451 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 10.16 | Gradient d'ouverture de la végétation sur les versants de la vallée de Ka Ebile | 452 |
| 10.17 | Évolution de l'incision liée aux écoulements superficiels dans les comblements sédimentaires, vallée de Ka Ebile (1965 - 2012) | 453 |
| 10.18 | Influence du tracé de l'incision sur l'implantation des terrasses, vallée de Ka Ebile | 454 |
| 10.19 | Comparaison de la photographie aérienne de 1965 et d'une image satellitaire Quickbird de 2012 au-dessus des quatre coupes étudiées dans la vallée de Ka Ebile | 455 |
| 10.20 | Superposition du tracé du cours d'eau visible sur les photographies aériennes de 1965 (figure 10.15), aux terrasses actuelles, au niveau de la confluence | 456 |
| 10.21 | Terrasses en fond de vallon dans la vallée de May Weini | 457 |
| 10.22 | Vues diachroniques d'un dôme volcanique, <i>Enda Kidane Mehrèt</i> , dans les alentours d'Aba Gerima, sur la route d'Adoua | 458 |
| 10.23 | <i>Tabia</i> distale sur le site de BDb, Bou Dhafeur, Matmata (Tunisie) | 464 |
| 10.24 | Terrasse reconstruite après une crue qui a emmené le sommet du muret distal | 472 |
| 10.25 | Brèche dans la <i>tabia</i> et ravines dans le <i>jesr</i> BDh (Matmata, Tunisie) . . . | 473 |
| 10.26 | Terrasses ruinées suite à l'abandon de la parcelle, causé par le décès de la propriétaire | 474 |
| A.1 | Chronologies d'Axoum, d'après Bard <i>et al.</i> , 2014 | 545 |
| B.1 | Carte des coupes étudiées | 546 |
| E.1 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967 - 1994 - 2012 | 560 |
| E.2 | Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967 - 1994 - 2012 | 561 |

Liste des tableaux

| | | |
|------|--|-----|
| 1.1 | Tableau récapitulatif des moyennes annuelles de précipitations, de la part des précipitations de <i>kiremt</i> dans les précipitations totales, des moyennes annuelles de températures, de températures maximales et de températures minimales pour les cinq stations du nord Tigray (figure 1.20) | 29 |
| 1.2 | Lacunes connues pour le calcul des moyennes des cinq stations du nord du Tigray | 30 |
| 1.3 | Évolutions démographiques des villes d'Adoua et d'Axoum du XIX ^e au XXI ^e siècles | 33 |
| 1.4 | Occupation de l'espace dans la région du Tigray | 35 |
| 2.1 | Tableau des sources utilisées dans la figure 2.6 | 59 |
| 3.1 | Tableau de coordonnées des coupes étudiées | 94 |
| 3.2 | Tableau récapitulatif des classes granulométriques utilisées pour les analyses | 95 |
| 3.3 | Indices granulométriques de tri et d'asymétrie et leurs bornes | 98 |
| 3.4 | Indice granulométrique d'acuité et ses bornes | 98 |
| 3.5 | Tableau de correspondance anglais-français des types de sédiments | 100 |
| 3.6 | Localisation et caractéristiques principales des sources textuelles digitales . | 107 |
| 3.7 | Auteurs cités, provenance et langue des archives textuelles digitales utilisées | 109 |
| 3.8 | Localisation et caractéristiques des sources cartographiques digitales | 111 |
| 3.9 | Auteurs et provenance des archives cartographiques digitales | 111 |
| 3.10 | Localisation des principales sources d'archives iconographiques et indications sur le corpus | 112 |
| 3.11 | Types de données et taille de l'échantillon en fonction des institutions visitées à Addis-Abeba en novembre 2017 | 115 |
| 3.12 | Sources textuelles consultées à la bibliothèque du CFEE en novembre 2017 | 115 |
| 3.13 | Mots-clefs thématiques utilisés pour les recherches dans les textes anciens . | 117 |
| 3.14 | Données météorologiques anciennes : sources, stations et périodes | 119 |
| 3.15 | Nombre de répondants par entretien et sexe de ceux-ci | 130 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.16 | Âges des personnes interviewées en 2017 | 131 |
| 3.17 | Nombre de membres dans le foyer des personnes interviewées | 131 |
| 3.18 | Nombre d'adultes et d'enfants dans le foyer des personnes interviewées | 131 |
| 3.19 | Effectif et part d'entretiens réalisés en fonction de la localité et du type de territoire | 132 |
| 3.20 | Abréviations utilisées pour décrire les indices granulométriques | 144 |
| 4.1 | Tableau récapitulatif des âges à MWc | 149 |
| 4.2 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à Mengengebit | 155 |
| 4.3 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEb (site de Ka Ebile) | 163 |
| 4.4 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEb (site de Ka Ebile) | 164 |
| 4.5 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEb, site de Ka Ebile | 165 |
| 4.6 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEb | 165 |
| 4.7 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEd (site de Ka Ebile) | 171 |
| 4.8 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEd (site de Ka Ebile) | 172 |
| 4.9 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEd, site de Ka Ebile | 173 |
| 4.10 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEd | 173 |
| 4.11 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEc (site de Ka Ebile) | 178 |
| 4.12 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEc (site de Ka Ebile) | 179 |
| 4.13 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEc, site de Ka Ebile | 179 |
| 4.14 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEc | 180 |
| 4.15 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe KEa (site de Ka Ebile) | 186 |
| 4.16 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe KEa (site de Ka Ebile) | 187 |
| 4.17 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe KEa, site de Ka Ebile | 187 |
| 4.18 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à KEa | 188 |
| 4.19 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe Da (site de Damhalle) | 193 |

| | | |
|------|---|-----|
| 4.20 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe Da (site de Damhalle) | 195 |
| 4.21 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe Da (site de Damhalle) | 196 |
| 4.22 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe de Damhalle | 197 |
| 4.23 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à Damhalle | 197 |
| 5.1 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe MWb (vallée de May Weini) | 215 |
| 5.2 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe MWb (vallée de May Weini) | 217 |
| 5.3 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe MWb (vallée de May Weini) | 218 |
| 5.4 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe de MWb | 219 |
| 5.5 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à MWb | 219 |
| 5.6 | Tableau récapitulatif des échantillons datés à May Ayni | 227 |
| 5.7 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe GGa (site de Gali Gade) | 232 |
| 5.8 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe GGa (site de Gali Gade) | 234 |
| 5.9 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGa (site de Gali Gade) | 235 |
| 5.10 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe GGa (Gali Gade) | 236 |
| 5.11 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe GGb (site de Gali Gade) | 238 |
| 5.12 | Résultats de la granulométrie laser de la coupe GGb (site de Gali Gade) | 239 |
| 5.13 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGb (site de Gali Gade) | 240 |
| 5.14 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe GGb (Gali Gade) | 241 |
| 5.15 | Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe GGb (Gali Gade) | 241 |
| 5.16 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) de la coupe GGc (site de Gali Gade) | 244 |
| 5.17 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe GGc (site de Gali Gade) | 245 |
| 5.18 | Échantillon daté dans la coupe GGc (Gali Gade) | 245 |

| | | |
|------|---|-----|
| 5.19 | Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe WWa (Welwalo) | 251 |
| 6.1 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe AMa (site d'Ambare) | 269 |
| 6.2 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe AMa (site d'Ambare) | 271 |
| 6.3 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe AMa (site d'Ambare) | 272 |
| 6.4 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe AMa (Ambare) | 273 |
| 6.5 | Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe AMa | 274 |
| 6.6 | Texture granulométrique (tamisage humide) des échantillons de la coupe AMb (site d'Ambare) | 282 |
| 6.7 | Résultats granulométriques (granulométrie laser) des échantillons de la coupe AMb (site d'Ambare) | 284 |
| 6.8 | Tableau récapitulatif des indices de tri granulométrique (granulométrie laser) de la coupe AMb (site d'Ambare) | 285 |
| 6.9 | Taux de matière organique (M.O.) et de carbonates de calcium (CaCO_3) par échantillon, dans la coupe AMb, site d'Ambare | 286 |
| 6.10 | Tableau récapitulatif des échantillons datés dans la coupe AMb | 287 |
| 7.1 | Données de précipitations à Intetchaou (Enticho) en 1841, selon Ferret et Galinier (1847c) | 338 |
| 7.2 | Températures (degrés centigrades) dans le nord du Tigray, dans les années 1840 | 338 |
| 7.3 | Comparaison des températures à Adoua (Ferret et Galinier, 1847c ; Lefebvre, 1845d), Axoum et Intetchaou (Ferret et Galinier, 1847c), entre 1839 et 1842 et à Adigrat de 1970 à 2017 (NMA, voir figure 1.20), pour les mois de janvier, de juin à octobre et de décembre | 339 |
| 7.4 | Comparaison, pour les mois d'avril à septembre, des précipitations à Intetchaou (Enticho) en 1841 (Ferret et Galinier, 1847c), à Idaga Hamous de 1973 à 2016 et à Adigrat de 1970 à 2017 (NMA, voir figure 1.20) | 340 |
| 8.1 | Tableau récapitulatif des ouvrages comportant un chapitre ou paragraphe traitent d'agriculture | 346 |
| 8.2 | Tableau récapitulatif des ouvrages consultés, dans lesquels l'agriculture n'est pas abordée directement | 347 |
| 8.3 | Tableau récapitulatif des ouvrages mentionnant les terrasses ou leurs équivalents en anglais et en allemand, classés chronologiquement | 350 |

| | | |
|------|--|-----|
| 9.1 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la région Tigray en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 385 |
| 9.2 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la zone Est Tigray en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 386 |
| 9.3 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans les villes d'Idaga Hamous et Freweyni en 1994, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 386 |
| 9.4 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la région Tigray en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 387 |
| 9.5 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans la zone Est Tigray en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 387 |
| 9.6 | Distribution des migrants en fonction de la durée de résidence dans le <i>woreda</i> de Saesi Tsaedaemba en 2007, en nombre et en pourcentage du nombre total de migrants | 387 |
| 9.7 | Ancienneté de la présence dans la région de la famille des personnes interrogées | 388 |
| 9.8 | Nombre de parcelles cultivées par répondant | 390 |
| 9.9 | Nombre de parcelles dont le toponyme est connu, en fonction du rang . . . | 393 |
| 9.10 | Répartition du nombre de parcelles en fonction du rang de dénomination . | 396 |
| 9.11 | Nombre et part de toponymes dont la signification est, ou non, connue, en fonction du rang | 396 |
| 9.12 | Dictionnaire des toponymes et classement par thème principal | 397 |
| 9.13 | Présence de murs dans les parcelles à l'arrivée des populations | 401 |
| 9.14 | Tableau de dénombrement des raisons évoquées pour la construction des terrasses | 402 |
| 9.15 | Dernière année connue pour la destruction des terrasses par une crue . . . | 404 |
| 9.16 | Tableau récapitulatif des noms d'ouvrages donnés majoritairement pour chaque photographie du photoquestionnaire | 428 |
| 10.1 | Nombre et surfaces des parcelles dans les extraits nord et sud de la zone de prospection | 433 |
| 10.2 | Évolution des surfaces cultivées entre 1967 et 1994 | 436 |
| 10.3 | Évolution des surfaces cultivées entre 1994 et 2012 | 439 |
| 10.4 | Évolution des surfaces cultivées entre 1967 et 2012 | 442 |
| 10.5 | Provenance des arbres dont le bois a été utilisé pour la construction des habitations dans la zone étudiée | 447 |
| B.1 | Tableau des coordonnées des coupes étudiées | 547 |
| B.2 | Abréviations utilisées pour décrire les indices granulométriques | 547 |

| | | |
|------|---|-----|
| C.1 | Tableau récapitulatif des taux minima, moyens et maxima de matière organique et de carbonates de calcium de chaque vallée ou site | 548 |
| C.2 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MWc . | 548 |
| C.3 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MWb . | 549 |
| C.4 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe WWa . | 550 |
| C.5 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe Da . . | 551 |
| C.6 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGa . | 551 |
| C.7 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGb . | 552 |
| C.8 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGc . . | 552 |
| C.9 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MAa . | 553 |
| C.10 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe AMa . | 554 |
| C.11 | Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe AMb . | 555 |
| H.1 | Dictionnaire des termes et expressions rassemblés dans le photoquestionnaire | 609 |

Table des matières

| | |
|---|-------------|
| Remerciements | v |
| Sommaire | xii |
| Liste des sigles, acronymes et abréviations | xiii |
| Introduction générale | 1 |
| I Contexte et méthodes | 5 |
| Introduction | 7 |
| 1 Contexte contemporain | 9 |
| Introduction | 10 |
| 1.1 Localisation de la zone d'étude | 13 |
| 1.2 Contexte topographique, géologique et géomorphologique | 16 |
| 1.2.1 Des unités topographiques différenciées | 16 |
| 1.2.2 Aperçu d'une géologie complexe | 18 |
| 1.2.3 Vallées et réseaux hydrographiques | 22 |
| 1.2.4 Principales formations superficielles de la zone d'étude | 26 |
| 1.3 Ressources en eau | 29 |
| 1.3.1 Définition du climat | 29 |
| 1.3.2 Répartition inégale des précipitations dans l'année | 31 |
| 1.3.3 Hydrologie et hydrogéologie | 31 |
| 1.4 Le peuplement de la région | 32 |
| 1.4.1 Évolution de la population | 32 |
| 1.4.2 Une population essentiellement rurale et agricole | 33 |
| 1.5 L'agriculture, activité centrale des hautes terres éthiopiennes | 34 |
| 1.5.1 Fonctionnement contemporain de l'agriculture | 34 |
| 1.5.2 Pédologie et agriculture | 38 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1.5.3 | Principales réformes agraires | 42 |
| 1.5.3.1 | Le système <i>Rest</i> et <i>Gult</i> | 43 |
| 1.5.3.2 | La Révolution, le Derg et la Réforme agraire | 44 |
| | Conclusion | 45 |
| 2 | Contexte de recherche | 47 |
| | Introduction | 48 |
| 2.1 | Contexte archéologique | 48 |
| 2.1.1 | Éléments chronologiques | 48 |
| 2.1.2 | Wakarida, un site en marge du royaume axoumite | 50 |
| 2.1.3 | Une zone de prospection riche en vestiges | 53 |
| 2.1.4 | Géoarchéologie du royaume axoumite | 55 |
| 2.1.5 | D'autres approches de l'évolution des environnements | 57 |
| 2.1.5.1 | Les recherches paléoclimatiques | 57 |
| 2.1.5.2 | Les études géomorphologiques : entre temps long et recherche appliquée | 64 |
| 2.1.5.3 | Les recherches paléoenvironnementales | 67 |
| 2.2 | Les terrasses : approches archéologique et géographique | 69 |
| 2.2.1 | Les terrasses de culture à travers les âges | 69 |
| 2.2.1.1 | Les terrasses préhistoriques de la Péninsule Arabique | 69 |
| 2.2.1.2 | Culture antique et ottomane au Proche-Orient | 71 |
| 2.2.1.3 | Ouvrages de conservation des eaux et des sols sur le versant nord de la Méditerranée | 71 |
| 2.2.1.4 | Agriculture antique sur le versant sud de la Méditerranée | 72 |
| 2.2.2 | Les terrasses dans les milieux secs et méditerranéens | 73 |
| 2.2.2.1 | Les terrasses : approche typologique des ouvrages de conservation des eaux et des sols | 73 |
| 2.2.2.2 | Localisations des espaces en terrasses | 77 |
| 2.2.2.3 | Les terrasses éthiopiennes : quelle place dans la recherche internationale ? | 78 |
| 2.3 | Typologie des terrasses à Wakarida | 79 |
| 2.3.1 | Les terrasses de vallons | 80 |
| 2.3.1.1 | Les terrasses d'amont | 82 |
| 2.3.1.2 | Les terrasses de bas-fond | 82 |
| 2.3.2 | Les terrasses de croupes, cols et replats | 85 |
| 2.3.3 | Les banquettes anti-érosives | 85 |
| 2.4 | Positionnement théorique de la thèse | 86 |
| 2.5 | Questions de recherche | 88 |
| | Conclusion | 89 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 3 | Méthodologie systémique | 91 |
| | Introduction | 92 |
| 3.1 | Observations de terrain, prélèvements et cartographie des formes | 92 |
| 3.2 | Sédimentologie et chronostratigraphie | 94 |
| 3.2.1 | Texture et granulométrie | 95 |
| 3.2.2 | Dosage de la matière organique et des carbonates de calcium | 101 |
| 3.2.3 | Analyses anthracologiques | 101 |
| 3.2.4 | Datations | 102 |
| 3.2.5 | Limites et biais méthodologiques | 103 |
| 3.2.5.1 | Texture et granulométrie | 104 |
| 3.2.5.2 | Matière organique et carbonates de calcium | 105 |
| 3.2.5.3 | Datations | 105 |
| 3.3 | Archives et histoire du paysage | 106 |
| 3.3.1 | Délimitation du corpus documentaire | 106 |
| 3.3.1.1 | Archives digitales | 107 |
| 3.3.1.2 | Archives physiques | 113 |
| 3.3.2 | Traitement des archives | 116 |
| 3.3.2.1 | Archives textuelles | 116 |
| 3.3.2.2 | Données climatiques et météorologiques compilées | 118 |
| 3.3.2.3 | Archives iconographiques | 120 |
| 3.3.2.4 | Photographies aériennes et photographies satellitaires | 120 |
| 3.4 | Ethnologie, géomorphologie et géoarchéologie : entretiens et érosion | 121 |
| 3.4.1 | À la croisée de l'ethnoarchéologie et de l'ethnogéomorphologie | 122 |
| 3.4.1.1 | Rappels théoriques | 122 |
| 3.4.1.2 | Application à la problématique présente | 123 |
| 3.4.2 | Définition du type d'entretien | 124 |
| 3.4.2.1 | Formalisation de la grille d'entretien | 125 |
| 3.4.2.2 | Passation des entretiens | 127 |
| 3.4.2.3 | Traitement des résultats | 129 |
| 3.4.3 | Définition et caractérisation de l'échantillon étudié | 130 |
| 3.4.4 | Biais et limites méthodologiques | 132 |
| | Conclusion | 134 |
| | Conclusion | 137 |
| II | Enregistrements sédimentaires durant la seconde moitié de l'Holocène | 139 |
| | Introduction | 141 |

| | |
|---|------------|
| 4 Les comblements sédimentaires en têtes de bassins versants | 145 |
| Introduction | 145 |
| 4.1 Étude géomorphologique et chronostratigraphique | 147 |
| 4.1.1 Le site de May Weini c | 147 |
| 4.1.1.1 Aspect général et description de la coupe MWc | 148 |
| 4.1.1.2 Âges | 149 |
| 4.1.1.3 Synthèse sédimentologique | 150 |
| 4.1.1.4 Interprétations | 151 |
| 4.1.2 Le site de Mengangebit | 151 |
| 4.1.2.1 Aspect général et description de la coupe MGb | 153 |
| 4.1.2.2 Âges | 155 |
| 4.1.2.3 Synthèse sédimentologique | 155 |
| 4.1.2.4 Interprétations | 156 |
| 4.1.3 Le site de Ka Ebile | 157 |
| 4.1.3.1 La coupe KEb | 159 |
| 4.1.3.1.1 Aspect général et description de la coupe KEb | 160 |
| 4.1.3.1.2 Granulométrie laser | 162 |
| 4.1.3.1.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 164 |
| 4.1.3.1.4 Matière organique et carbonates de calcium | 164 |
| 4.1.3.1.5 Âges | 165 |
| 4.1.3.1.6 Synthèse sédimentologique | 165 |
| 4.1.3.1.7 Interprétations | 167 |
| 4.1.3.2 La coupe KEd | 169 |
| 4.1.3.2.1 Aspect général et description de la coupe KEd | 169 |
| 4.1.3.2.2 Granulométrie laser | 171 |
| 4.1.3.2.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 172 |
| 4.1.3.2.4 Matière organique et carbonates de calcium | 173 |
| 4.1.3.2.5 Âges | 173 |
| 4.1.3.2.6 Synthèse sédimentologique | 173 |
| 4.1.3.2.7 Interprétations | 175 |
| 4.1.3.3 La coupe KEc | 175 |
| 4.1.3.3.1 Aspect général et description de la coupe KEc | 176 |
| 4.1.3.3.2 Granulométrie laser | 176 |
| 4.1.3.3.3 Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 179 |
| 4.1.3.3.4 Matière organique et carbonates de calcium | 179 |
| 4.1.3.3.5 Âges | 180 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.1.3.3.6 | Synthèse sédimentologique | 180 |
| 4.1.3.3.7 | Interprétations | 182 |
| 4.1.3.4 | La coupe KEa | 182 |
| 4.1.3.4.1 | Aspect général et description de la coupe KEa . . | 182 |
| 4.1.3.4.2 | Granulométrie laser | 185 |
| 4.1.3.4.3 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 187 |
| 4.1.3.4.4 | Matière organique et carbonates de calcium . . . | 187 |
| 4.1.3.4.5 | Âges | 188 |
| 4.1.3.4.6 | Synthèse sédimentologique | 188 |
| 4.1.3.4.7 | Interprétations | 190 |
| 4.1.4 | Le site de Damhalle | 190 |
| 4.1.4.1 | Aspect général et description de la coupe Da | 192 |
| 4.1.4.2 | Texture | 193 |
| 4.1.4.3 | Granulométrie laser | 194 |
| 4.1.4.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 196 |
| 4.1.4.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 196 |
| 4.1.4.6 | Âges | 197 |
| 4.1.4.7 | Analyses anthracologiques | 197 |
| 4.1.4.8 | Synthèse sédimentologique | 198 |
| 4.1.4.9 | Interprétations | 201 |
| 4.2 | Processus et chronologies des colmatages sédimentaires de têtes de bassins | 203 |
| 4.2.1 | Processus sédimentaires à l'œuvre à l'amont des bassins versants . . | 203 |
| 4.2.2 | Chronologie des comblements de têtes de bassins | 206 |
| | Conclusion | 208 |
| 5 | Les enregistrements sédimentaires des moyennes vallées | 211 |
| | Introduction | 211 |
| 5.1 | Étude géomorphologique et chronostratigraphique | 213 |
| 5.1.1 | Le site de May Weini b | 213 |
| 5.1.1.1 | Aspect général et description de la coupe MWb | 214 |
| 5.1.1.2 | Texture | 214 |
| 5.1.1.3 | Granulométrie laser | 215 |
| 5.1.1.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 218 |
| 5.1.1.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 218 |
| 5.1.1.6 | Âges | 219 |
| 5.1.1.7 | Analyses anthracologiques | 220 |
| 5.1.1.8 | Synthèse sédimentologique | 220 |
| 5.1.1.9 | Interprétations | 223 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 5.1.2 | Le site de May Ayni | 224 |
| 5.1.2.1 | Aspect général et description de la coupe MAa | 226 |
| 5.1.2.2 | Âges | 226 |
| 5.1.2.3 | Synthèse sédimentologique | 227 |
| 5.1.2.4 | Interprétations | 228 |
| 5.1.3 | Le site de Gali Gade | 230 |
| 5.1.3.1 | La coupe GGa | 231 |
| 5.1.3.1.1 | Aspect général et description de la coupe GGa | 231 |
| 5.1.3.1.2 | Texture | 232 |
| 5.1.3.1.3 | Granulométrie laser | 232 |
| 5.1.3.1.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 235 |
| 5.1.3.1.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 235 |
| 5.1.3.1.6 | Synthèse sédimentologique | 236 |
| 5.1.3.2 | La coupe GGb | 237 |
| 5.1.3.2.1 | Aspect général et description de la coupe GGb | 237 |
| 5.1.3.2.2 | Texture | 238 |
| 5.1.3.2.3 | Granulométrie laser | 238 |
| 5.1.3.2.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 240 |
| 5.1.3.2.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 240 |
| 5.1.3.2.6 | Âges | 241 |
| 5.1.3.2.7 | Analyses anthracologiques | 241 |
| 5.1.3.2.8 | Synthèse sédimentologique | 242 |
| 5.1.3.3 | La coupe GGc | 243 |
| 5.1.3.3.1 | Aspect général et description de la coupe GGc | 243 |
| 5.1.3.3.2 | Granulométrie laser | 244 |
| 5.1.3.3.3 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 244 |
| 5.1.3.3.4 | Âges | 245 |
| 5.1.3.3.5 | Synthèse sédimentologique | 245 |
| 5.1.3.4 | Interprétations | 247 |
| 5.1.4 | Le site de Welwalo | 248 |
| 5.1.4.1 | Aspect général et description de la coupe WWa | 249 |
| 5.1.4.2 | Âges | 251 |
| 5.1.4.3 | Synthèse sédimentologique | 252 |
| 5.1.4.4 | Interprétations | 252 |
| 5.2 | Complements sédimentaires dans les moyennes vallées | 254 |
| 5.2.1 | Processus sédimentaires dans les moyennes vallées | 255 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 5.2.2 | Chronologie des comblements sédimentaires dans les moyennes vallées | 257 |
| | Conclusion | 260 |
| 6 | Les sites d'aval : la vallée d'Ambare | 263 |
| | Introduction | 263 |
| 6.1 | Étude géomorphologique et chronostratigraphique de la vallée d'Ambare | 264 |
| 6.1.1 | La coupe AMa | 266 |
| 6.1.1.1 | Aspect général et description de la coupe AMa | 267 |
| 6.1.1.2 | Texture | 268 |
| 6.1.1.3 | Granulométrie laser | 269 |
| 6.1.1.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 272 |
| 6.1.1.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 272 |
| 6.1.1.6 | Âges | 273 |
| 6.1.1.7 | Analyses anthracologiques | 274 |
| 6.1.1.8 | Synthèse sédimentologique | 275 |
| 6.1.1.9 | Interprétations | 279 |
| 6.1.2 | La coupe AMb | 280 |
| 6.1.2.1 | Aspect général de la coupe AMb | 280 |
| 6.1.2.2 | Texture | 281 |
| 6.1.2.3 | Granulométrie laser | 282 |
| 6.1.2.4 | Indices granulométriques et caractérisation des échantillons | 285 |
| 6.1.2.5 | Matière organique et carbonates de calcium | 285 |
| 6.1.2.6 | Âges | 286 |
| 6.1.2.7 | Analyses anthracologiques | 288 |
| 6.1.2.8 | Synthèse sédimentologique | 288 |
| 6.1.2.9 | Interprétations | 292 |
| 6.2 | Processus et chronologies des comblements à l'aval des vallées | 293 |
| 6.2.1 | Processus de comblements des parties distales des vallées | 293 |
| 6.2.2 | Les colmatages des parties aval dans la chronologie de la zone d'étude | 298 |
| | Conclusion | 300 |
| | Conclusion | 303 |
| III | Permanences territoriales, paysagères et technologiques : l'apport des archives | 309 |
| | Introduction | 311 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 7 | Un territoire marginal et préservé | 313 |
| | Introduction | 313 |
| 7.1 | Un espace à l'écart des routes principales | 314 |
| 7.1.1 | Au XVII ^e siècle, la cartographie approximative d'un espace inconnu | 315 |
| 7.1.2 | Au XVIII ^e siècle, des cartes issues de la compilation de données antérieures | 318 |
| 7.1.3 | Au XIX ^e siècle, la cartographie des routes de voyageurs | 320 |
| 7.1.4 | Au XX ^e siècle, une cartographie plus précise | 328 |
| 7.2 | Visions édéniques et descriptions scientifiques d'espaces « inconnus » | 329 |
| 7.2.1 | Les traces d'une grande faune aujourd'hui disparue | 329 |
| 7.2.2 | Une végétation arborée éparse et exploitée par les populations | 331 |
| 7.2.3 | Un espace marginal pour lequel les données météorologiques sont rares | 337 |
| 7.3 | Premières hypothèses sur l'évolution des paysages grâce aux archives | 341 |
| | Conclusion | 344 |
| 8 | Permanences de l'outillage et des techniques agricoles | 345 |
| | Introduction | 345 |
| 8.1 | Les paysages agricoles dans les récits et les archives iconographiques | 346 |
| 8.2 | La culture en terrasses, un aménagement peu présent dans les récits | 349 |
| 8.3 | Matériel de semis et de labour, de la préhistoire à nos jours | 355 |
| 8.3.1 | Préparation de la terre à la culture | 355 |
| 8.3.2 | Permanences dans l'outillage éthiopien | 359 |
| 8.4 | Moisson et battage, du XIX ^e siècle à nos jours | 369 |
| 8.5 | L'agriculture du nord du Tigray et les évolutions paysagères | 373 |
| 8.5.1 | Pérennité de l'outillage et des techniques agricoles | 373 |
| 8.5.2 | Les terrasses, une technique absente des périodes anciennes ? | 374 |
| | Conclusion | 376 |
| | Conclusion | 377 |
| IV | Un territoire aujourd'hui soumis à des mutations rapides | 379 |
| | Introduction | 381 |
| 9 | Occupation récente et nouveaux aménagements | 383 |
| | Introduction | 383 |
| 9.1 | Un territoire (re)peuplé récemment | 384 |
| 9.1.1 | L'immigration dans le Tigray | 384 |
| 9.1.1.1 | Données migratoires du recensement de 1994 | 385 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 9.1.1.2 | Données migratoires du recensement de 2007 | 386 |
| 9.1.2 | Installation récente et exploitation épisodique | 388 |
| 9.1.3 | Réformes agricoles et modifications des modes de mise en valeur . . | 390 |
| 9.1.4 | Microtoponymie et niveaux administratifs | 391 |
| 9.2 | Des techniques de culture récentes et indigènes | 400 |
| 9.2.1 | Les origines de la technique de culture en terrasses | 400 |
| 9.2.2 | Une technique de lutte contre l'érosion | 402 |
| 9.2.3 | Techniques d'irrigation | 405 |
| 9.3 | Des techniques qui traduisent le rapport des populations au paysage | 410 |
| | Conclusion | 428 |
| 10 | Évolutions du couvert végétal et des zones cultivées | 429 |
| | Introduction | 429 |
| 10.1 | Évolution des surfaces cultivées à Wakarida | 431 |
| 10.1.1 | État des lieux contemporain | 431 |
| 10.1.2 | Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 1994 | 435 |
| 10.1.3 | Évolution des surfaces cultivées de 1994 à 2012 | 438 |
| 10.1.4 | Évolution des surfaces cultivées de 1967 à 2012 | 441 |
| 10.2 | Le couvert végétal | 444 |
| 10.2.1 | Des défrichements récents et étendus, causés par l'occupation hu- maine et la mise en culture | 444 |
| 10.2.2 | Évolution du couvert végétal et héritages morphologiques à Wakarida | 450 |
| 10.2.3 | <i>Enda Kidane Mehrèt</i> : l'évolution du couvert végétal d'une mon- tagne au cours du XX ^e siècle | 457 |
| 10.3 | Pressions anthropiques et modifications du paysage | 459 |
| | Conclusion | 461 |
| | Conclusion | 463 |
| | Conclusion générale | 467 |
| | Rappels des objectifs | 467 |
| | Principaux jalons chronologiques | 468 |
| | Les terrasses de culture, innovation technique récente | 470 |
| | Quelques éléments de réflexion sur l'avenir des terrasses dans les Hautes Terres éthiopiennes | 471 |
| | Perspectives de recherche | 476 |
| | Bibliographie | 479 |
| | Liste des figures | 524 |

| | |
|--|------------|
| Liste des tableaux | 530 |
| Table des matières | 540 |
| Annexes | 541 |
| A Chronologies d’Axoum, d’après Bard <i>et al.</i> , 2014 | 545 |
| B Documents d’appui supplémentaires | 546 |
| C Analyses sédimentologiques, matériel supplémentaire | 548 |
| C.1 Dosages de matière organique et de carbonates de calcium | 548 |
| C.2 Synthèses granulométriques par coupe | 548 |
| D Citations en langues étrangères | 556 |
| E Cartes diachroniques récapitulatives | 560 |
| F Matériel d’entretien | 562 |
| F.1 Grille d’entretien | 562 |
| F.2 Photoquestionnaire | 565 |
| G Retranscriptions d’entretiens | 573 |
| G.1 Entretien 18 - Retranscription intégrale | 573 |
| G.2 Entretien 20 - Retranscription intégrale | 587 |
| H Dictionnaire des CES en Éthiopie | 607 |

Annexes

Liste des Annexes

| | |
|--|----------|
| A Chronologies d'Axoum, d'après Bard <i>et al.</i> , 2014 | page 545 |
| B Documents d'appui supplémentaires | page 546 |
| C Analyses sédimentologiques, matériel supplémentaire | page 548 |
| C.1 Dosages de matière organique et de carbonates de calcium | page 548 |
| C.2 Synthèses granulométriques par coupe | page 548 |
| D Citations en langues étrangères | page 556 |
| E Cartes diachroniques récapitulatives | page 560 |
| F Matériel d'entretien | page 562 |
| F.1 Grille d'entretien | page 562 |
| F.2 Photoquestionnaire | page 565 |
| G Retranscriptions d'entretiens | page 573 |
| G.1 Entretien 18 - Retranscription intégrale | page 573 |
| G.2 Entretien 20 - Retranscription intégrale | page 587 |
| H Dictionnaire des CES en Éthiopie | page 607 |

A Chronologies d'Axoum, d'après Bard *et al.*, 2014

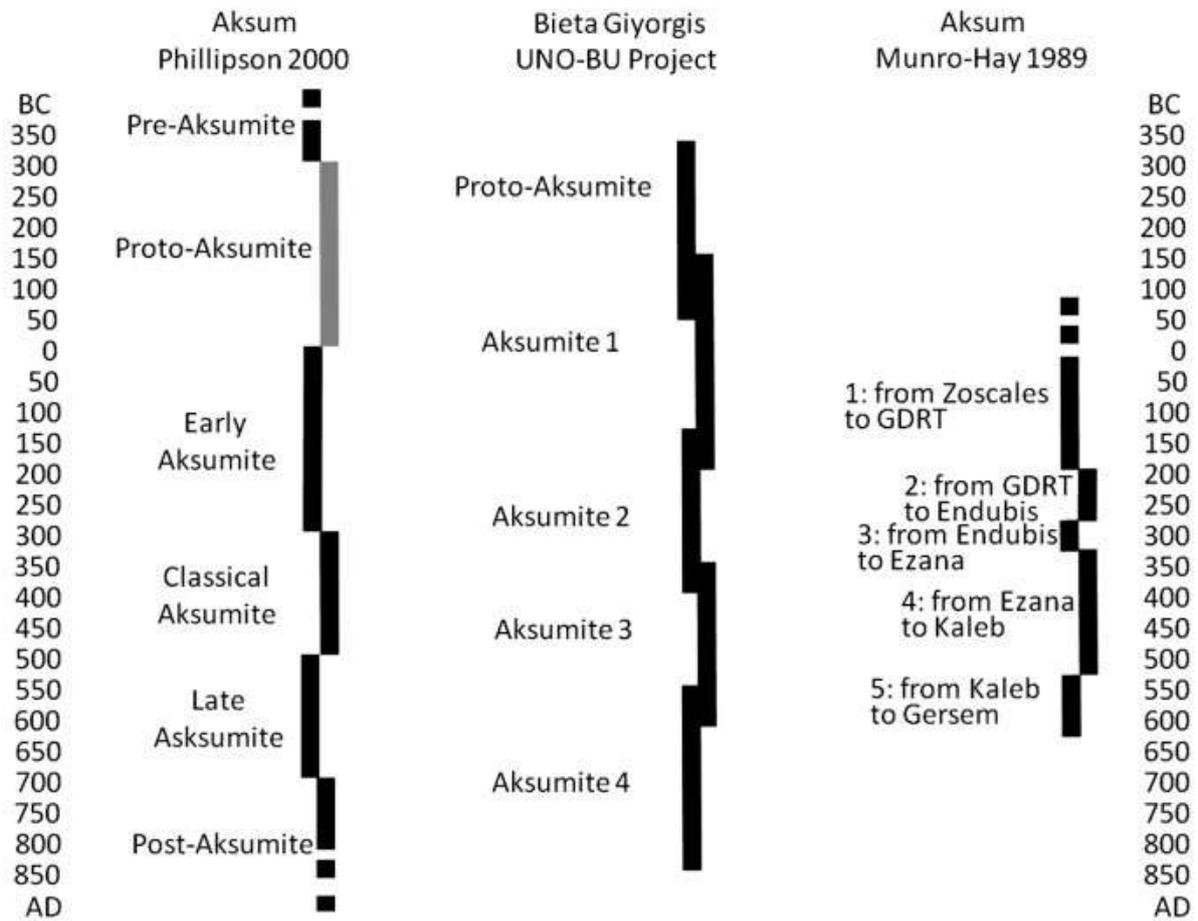


FIGURE A.1 – Chronologies d'Axoum, d'après Bard *et al.*, 2014.

B Documents d'appui supplémentaires

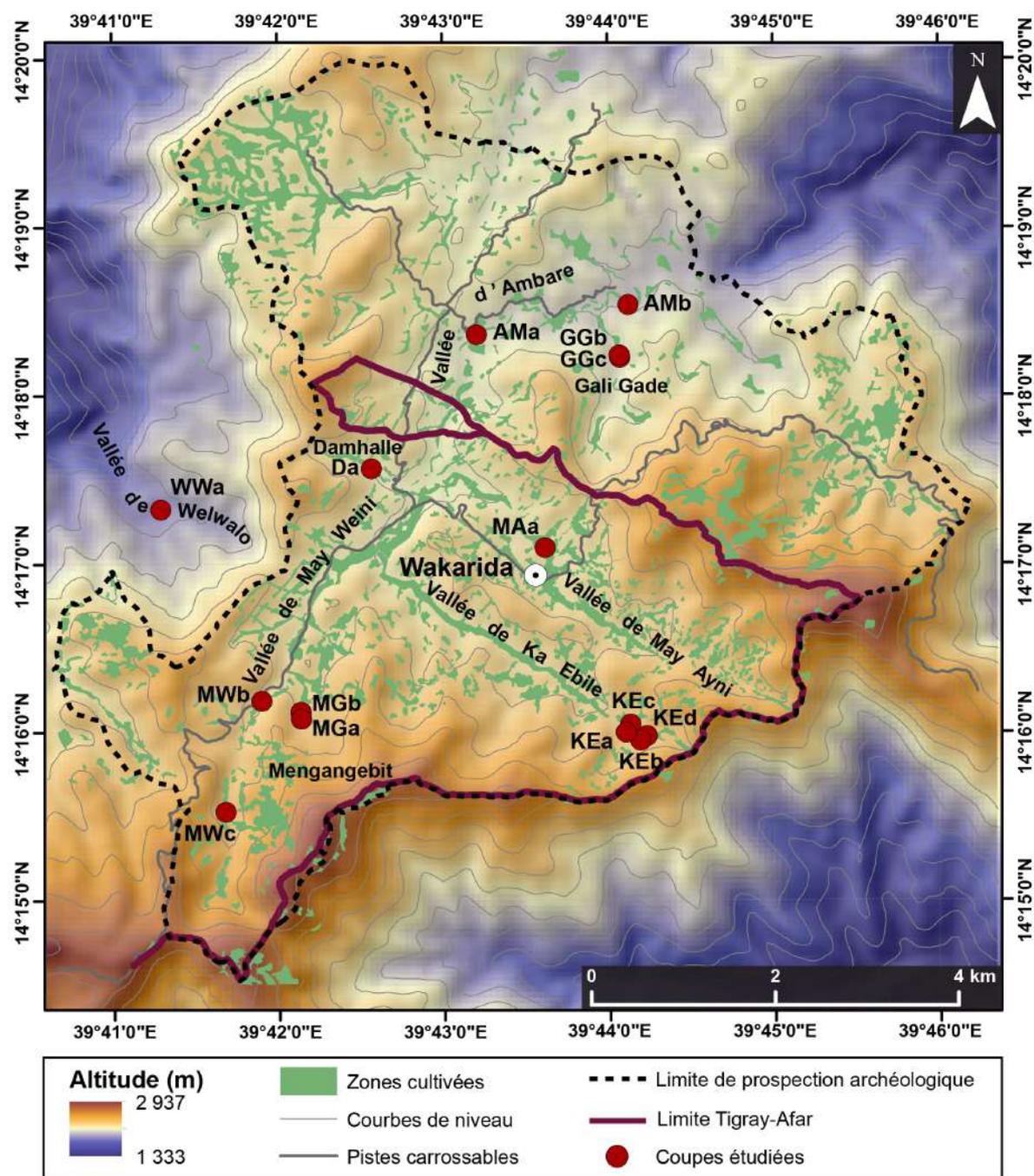


FIGURE B.1 – Carte des coupes étudiées. Altitude d'après SRTM 30 m. Réalisation : N. Blond, 2019.

| Région | Vallée | Coupe | Coordonnées Y | Coordonnées X |
|--------|-------------|-------|---------------|---------------|
| Afar | Ambare | AMa | 14.306028 | 39.720083 |
| | | AMb | 14.309004 | 39.735342 |
| Tigray | Damhalle | Da | 14.292783 | 39.709433 |
| Afar | Gali Gade | GGa | / | / |
| | | GGb | 14.303785 | 39.734518 |
| | | GGc | 14.303967 | 39.734487 |
| | Ka Ebile | KEa | 14.266607 | 39.735083 |
| | | KEb | 14.266333 | 39.737167 |
| | | KEc | 14.267422 | 39.735506 |
| | | KEd | 14.266417 | 39.73694 |
| Tigray | May Ayni | MAa | 14.284908 | 39.72692 |
| | Mengangebit | MGa | 14.268708 | 39.702321 |
| | | MGb | 14.268718 | 39.702287 |
| | May Weini | MWb | 14.269778 | 39.698333 |
| | | MWc | 14.258818 | 39.694737 |
| | Welwalo | WWa | 14.288764 | 39.688173 |

TABLEAU B.1 – Tableau des coordonnées des coupes étudiées. Coordonnées en degrés décimaux. Les coordonnées de GGa n’ont pas été relevées sur le terrain, elles manquent donc.

| Indice | Abréviation | Signification |
|----------------------------------|---------------|--------------------------|
| Tri (Folk et Ward, 1957) | MC | Mal classé |
| | TMC | Très mal classé |
| Dissymétrie (Folk et Ward, 1957) | Dissym. | Dissymétrie |
| | Sym. | Symétrique |
| | Asym. nég. | Asymétrie négative |
| | Asym. pos. | Asymétrie positive |
| | F. asym. nég. | Forte asymétrie négative |
| | F. asym. pos. | Forte asymétrie positive |
| Moyenne (Folk et Ward, 1957) | Moy. | Moyenne |
| | LF | Limon fin |
| | LM | Limon moyen |
| | LG | Limon grossier |
| | LTG | Limon très grossier |
| | STF | Sable très fin |
| | SF | Sable fin |

TABLEAU B.2 – Abréviations utilisées pour décrire les indices granulométriques

C Analyses sédimentologiques, matériel supplémentaire

C.1 Dosages de matière organique et de carbonates de calcium

| Vallée / Site | Matière organique (%) | | | Carbonates de calcium (%) | | |
|---------------|-----------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|
| | Moyenne | Minimum | Maximum | Moyenne | Minimum | Maximum |
| Ambare | 4,03 | 1,86 | 6,14 | 2,24 | 1,14 | 4,68 |
| Damhalle | 5,54 | 3,29 | 7,78 | 3,64 | 1,49 | 7,19 |
| Gali Gade | 4,43 | 1,31 | 6,87 | 1,90 | 1,01 | 3,30 |
| Ka Ebile | 7,6 | 4,3 | 13,4 | 2,1 | 1,2 | 3,6 |
| May Weini b | 7,54 | 4,46 | 9,59 | 3,88 | 2,23 | 12,82 |

TABLEAU C.1 – Tableau récapitulatif des taux minima, moyens et maxima de matière organique et de carbonates de calcium de chaque vallée ou site

C.2 Synthèses granulométriques par coupe

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|--------------------------------------|---------|-------------------|--------------------------------|
| 1 | 0-30 | Limon | / | / | |
| 2 | 30-50 | Galet et gravier - matrice limoneuse | / | / | |
| 3 | 50-110 | Limons - passées caillouteuses | / | / | |
| 4 | 110-120 | Cailloutis - matrice limoneuse | / | / | |
| 5 | 120-220 | Limon | / | / | Charbon, bloc micromorphologie |
| 6 | 220-235 | Galet et gravier - matrice limoneuse | / | / | |
| 7 | 235-260 | Limon | / | 6 375 - 6 100 BCE | Charbon |
| 8 | 260-265 | Sable | / | / | |
| 9 | 265-310 | Limon | / | / | Bloc micromorphologie |

TABLEAU C.2 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MWc

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|-----|-----------------|---|----------------|-------------------|---------|
| 1 | 0-60 | Limon grossier | Brun jaunâtre | / | |
| 2 | 60-65 | Limon très grossier | Brun | / | |
| 3 | 65-70 | Limon grossier | Brun beige | 3 981 - 3 802 BCE | Charbon |
| 4 | 70-75 | Limon | Brun clair | / | |
| 5 | 75-87 | Limon très grossier | Brun | 4 236 - 4 046 BCE | Charbon |
| 6 | 87-96 | Limon grossier | Brun clair | / | |
| 7 | 96-100 | Limon | Brun sombre | / | |
| 8 | 100-113 | Limon compact | Brun rougeâtre | / | |
| 9 | 113-118 | Limon compact | Brun clair | / | |
| 10a | 118-124 | Limon | Brun | / | |
| 10b | 124-127 | Lentille de gros sable - matrice limon grossier | Brun | / | |
| 10c | 127-130 | Limon | Brun | 4 486 - 4 354 BCE | Charbon |
| 11 | 130-135 | Limon grossier | Gris clair | / | |
| 12 | 135-141 | Limon grossier | Brun | / | |
| 13 | 141-148 | Limon | Gris clair | / | |
| 14 | 148-154 | Limon | Brun beige | / | |
| 15 | 154-165 | Sable grossier - matrice limoneuse | Gris clair | / | |
| 16 | 165-170 | Limon | Brun beige | / | Charbon |
| 17 | 170-178 | Limon | Brun | / | |
| 18 | 178-190 | Limon | Gris clair | / | |
| 19 | 190-195 | Limon | Brun rougeâtre | / | |
| 20 | 195-199 | Limon | Brun | / | |
| 21 | 199-206 | Limon moyen | Gris clair | 5 209 - 5 002 BCE | Charbon |
| 22 | 206-213 | Limon grossier | Brun | 4 841 - 4 714 BCE | Charbon |
| 23 | 213-224 | Limon | Gris clair | / | |
| 24 | 224-229 | Limon | Brun rougeâtre | / | |
| 25 | 229-238 | Limon moyen | Gris clair | / | |
| 26 | 238-245 | Limon moyen | Brun rougeâtre | / | |
| 27 | 245-252 | Limon | Gris clair | / | |
| 28 | 252-259 | Limon | Brun rougeâtre | / | |
| 29 | 259-274 | Limon moyen | Gris clair | / | |
| 30 | 274-278 | Limon moyen | Brun | / | |
| 31 | 278-282 | Limon | Gris clair | 5 511 - 5 371 BCE | Charbon |
| 32 | 282-296 | Limon | Brun | / | |
| 33 | 296-330 | Limon moyen / Limon grossier | Gris bleuté | 6 154 - 5 987 BCE | Charbon |

TABLEAU C.3 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MWb

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|--|--------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | 0-75 | Limon | Beige - brun clair | 3 090 - 2 913 BCE | Charbon |
| 2 | 75-105 | Cailloutis - matrice sableuse | Brun clair | / | Tuilage |
| 3 | 105-155 | Limon | Brun rougeâtre | 3 631 - 3 373 BCE | Charbon ; Amorce de pédogénèse à la base ? |
| 4 | 155-215 | Limon - passées sableuses et gravillonneuses | Brun | 3 683 - 3 383 BCE / 3 705 - 3 542 BCE | Charbon |
| 5 | 215-230 | Limon | Brun | 4 779 - 4 587 BCE | Charbon ; Traces de pédogénèse ? |
| 6 | 230-260 | Cailloutis - matrice sableuse | Brun | 4 336 - 4 076 BCE | Charbon |
| 7 | 260-300 | Limon | Beige - brun clair | 5 296 - 5 062 BCE | Charbon |
| 8 | 300-310 | Passée caillouteuse | Brun | / | |
| 9 | 310-330 | Limon | Beige - brun clair | / | |
| 10 | 330-350 | Cailloutis - matrice sableuse | Brun | / | |
| 11 | 350-450 | Limon | Beige clair | 4 846 - 4 696 BCE / 5 482 - 5 322 BCE | Charbon |

TABLEAU C.4 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe WWa

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|------------------------------------|-------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | 0-32 | Limon grossier | Beige | 1 333 - 1 449 BCE | Charbon |
| 2 | 32-120 | Limon grossier | Beige | / | |
| 3 | 120-165 | Limon grossier | Beige | 768 - 431 BCE | Charbon |
| 4 | 165-195 | Limon grossier | Beige | / | |
| 5 | 195-210 | Graviers, matrice limoneuse | Beige | / | |
| 6 | 210-240 | Limon moyen | Beige | 2 296 - 2 060 BCE | Charbon |
| 7 | 240-260 | Limon moyen | Beige | / | |
| 8 | 260-360 | Limon moyen | Brun | 2 201 - 2 028 BCE | Charbon |
| 9 | 360-380 | Cailloutis, matrice limon grossier | Brun clair | / | |
| 10 | 380-480 | Limon moyen | Brun clair | / | |
| 11 | 480-500 | Cailloutis anguleux | Gris clair | / | Oxydation |
| 12 | 500-630 | Limon moyen, limon grossier | Gris bleuté | 5 295 - 5 045 BCE | Charbon |
| 13 | 630-650 | Cailloutis induré | Gris clair | / | Oxydation ; tubes racinaires (?) |

TABLEAU C.5 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe Da

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|---|------------|-----|--------------------------------------|
| 1 | 0-36 | Limon très grossier | Brun | / | Traces de concrétions et d'oxydation |
| 2 | 36-38 | Cailloutis | Brun | / | |
| 3 | 38-48 | Limon grossier | Brun | / | Traces de concrétions et d'oxydation |
| 4 | 48-70 | Limon grossier | Brun gris | / | Concrétions blanchâtres |
| 5 | 70-95 | Limon très grossier, passées sableuses et gravillonneuses | Brun gris | / | Oxydation |
| 6 | 95-105 | Limon grossier | Brun gris | / | |
| 7 | 105-115 | Limon très grossier - Cailloutis | Brun foncé | / | |
| 8 | 115-145 | Limon grossier | Brun foncé | / | Concrétions blanchâtres |

TABLEAU C.6 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGa

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|--|----------------|-------------------|---------|
| 1 | 0-65 | Limon très grossier | Brun | / | |
| 2 | 65-90 | Limon grossier | Brun clair | 4 608 - 4 403 BCE | Charbon |
| 3 | 90-110 | Limon très grossier et sable très fin en passées | Brun | / | |
| 4 | 110-120 | Limon très grossier | Brun | 4 611 - 4 457 BCE | Charbon |
| 5 | 120-125 | Sable très fin et gravier | Brun | / | |
| 6 | 125-137 | Limon | Brun | / | |
| 7a | 137-144 | Limon et sable | Brun | / | |
| 7b | 144-146 | Gravier | Brun | / | |
| 7c | 146-150 | Limon | Brun | / | |
| 8 | 150-153 | Gravier - Matrice sable très fin | Brun | / | |
| 9 | 153-165 | Limon | Brun | 4 934 - 4 742 BCE | Charbon |
| 10 | 165-180 | Limon | Brun | / | |
| 11 | 180-185 | Limon | Brun rougeâtre | / | |

TABLEAU C.7 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGb

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|---------------------------------|---------|-------------------|----------------|
| 1 | 0-20 | Galets lités | Brun | / | |
| 2 | 20-35 | Limon | Brun | / | |
| 3 | 35-60 | Limon fin - passées de graviers | Brun | / | Dépôt encroûté |
| 4 | 60-80 | Galets et blocs | Brun | / | Tuilage |
| 5a | 80-109 | Limon | Brun | 4 341 - 4 233 BCE | Charbon |
| 5b | 109-111 | Gravier très fin | Brun | / | |
| 5c | 111-145 | Limon | Brun | / | Charbon |
| 6 | 145-150 | Galet et gravier | Brun | / | |
| 7 | 150-160 | Limon | Brun | / | |
| 8 | 160-165 | Cailloutis | Brun | / | |
| 9 | 165-170 | Limon | Brun | / | |
| 10 | 170-175 | Cailloutis | Brun | / | |
| 11 | 175-180 | Limon | Brun | / | |

TABLEAU C.8 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe GGc

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Autre |
|----|-----------------|---------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 | 0-60 | Limon | Brun foncé | / | |
| 2 | 60-185 | Limon | Brun jaunâtre | / | |
| 3 | 185-195 | Gravier et petit galet | Beige | / | |
| 4 | 195-270 | Limon | Brun sombre | 129 - 325 CE | Charbon |
| 5 | 270-285 | Sable | Brun | / | |
| 6 | 285-295 | Limon | Brun | 80 - 231 CE | Charbon |
| 7 | 295-360 | Alternance de limon et de sable | Brun sombre | / | |
| 8 | 360-390 | Limon | Brun sombre | / | Bloc micromorphologie |
| 9 | 390-420 | Limon | Noir | / | |
| 10 | 420-430 | Sable grossier | Brun rougeâtre sombre | / | |
| 11 | 430-445 | Limon sablonneux | Brun sombre | 3 968 - 3 800 BCE | Charbon |
| 12 | 445-700 | Bloc - matrice limoneuse | Gris foncé | / | |

TABLEAU C.9 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe MAa

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Groupe de dates | Autre |
|----|-----------------|--|------------------------------|--|-----------------|-------------------|
| 16 | 0-15 | Graviers - Matrice fine | Brun | / | | Remanié |
| 15 | 15-45 | Limon très grossier | Brun clair | / | | |
| 14 | 45-50 | Graviers - Matrice fine | Brun clair | / | | |
| 13 | 50-85 | Limon grossier | Brun clair | 1446 - 1633 de n. è. | Phase 04 | Charbon |
| 12 | 85-90 | Graviers - Matrice fine | Brun clair | / | | |
| 11 | 90-120 | Limon grossier | Brun clair | 1265 - 1388 de n.è. | | Coquille, Charbon |
| 10 | 120-140 | Limon grossier - Graviers et galets | Brun clair | / | | |
| 9 | 140-175 | Limon très grossier | Brun clair | / | | |
| 8 | 175-190 | Limon grossier | Brun clair | / | | |
| 7 | 190-240 | Limon très grossier - Sables grossiers et graviers | Brun clair | 695 - 937 de n. è. | Phase 03 | Coquille, Charbon |
| 6 | 240-260 | Limon très grossier - Sables grossiers et graviers | Beige | 1446 - 1633 de n.è. (sommet) / 1256 - 1385 de n. è. (base) | Phase 02 | Coquille, Charbon |
| 5 | 260-315 | Limon très grossier - Sables grossiers et graviers | Brun clair | 1311 - 1434 de n. è. | | Charbon |
| 4 | 315-325 | Sable très fin | Brun clair | / | | |
| 3 | 325-370 | Limon grossier | Brun clair / Base Gris clair | 1415 - 1479 de n. è. | | Charbon |
| 2 | 370-380 | Limon grossier | Gris bleuté | 1030 - 1189 de n. è. | Phase 01 | Charbon |
| 1 | 380-400 | Galets - Matrice limoneuse | Gris bleuté | / | | |

TABLEAU C.10 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe AMA

| US | Profondeur (cm) | Texture | Couleur | Âge | Groupe de dates | Autre |
|--------|-----------------|--|-------------|---|-----------------|--|
| 1 | 0-15 | Galets, matrice fine | Brun clair | / | | Remanié |
| 2 | 15-30 | Limon grossier | Brun clair | / | | |
| 3 | 30-50 | Limon très grossier | Brun | 1169 - 1270 de n. è. / 1404 - 1450 de n. è. | Phase 04 | Charbon |
| 4 | 50-55 | Graviers, petits galets | Brun clair | / | | |
| 5 | 55-80 | Limon grossier | Brun jaune | 1295 - 1401 de n. è. | | Charbon |
| 05 bis | 80-105 | Limon grossier | Brun jaune | / | | |
| 6 | 105-110 | Galets, matrice fine | Brun clair | / | | |
| 7 | 110-125 | Limon très grossier | Brun clair | 990 - 1154 de n. è. | Phase 03 | Charbon |
| 8 | 125-145 | Limon grossier | Brun clair | 1421 - 1616 de n. è. | | Charbon |
| 9 | 145-168 | Limon grossier | Brun clair | 420 - 565 de n. è. | Phase 02 | Coquille, Charbon |
| 10 | 168-172 | Limon grossier | Brun clair | 1219 - 1283 de n. è. | | |
| 11 | 172-195 | Limon grossier | Brun clair | 1318 - 1439 de n. è. | | Charbon |
| 12 | 195-215 | Blocs, galets, graviers, matrice sable fin | Brun clair | / | | |
| 13a | 215-250 | Limon très grossier | Gris clair | 1325 - 1445 de n. è. (sommet) / 1030 - 1189 de n. è. (base) | Phase 01 | Charbon |
| 13b | 250-265 | Limon très grossier | Gris bleuté | 1042 - 1222 de n. è. | | Coquille, Charbon |
| 13c | 265-310 | Sable fin / Limon grossier | Gris clair | 661 - 800 de n. è. | | Traces blanchâtres verticales, Charbon |
| 13d | 310-355 | Limon très grossier | Gris bleuté | 129 - 345 de n. è. | | Traces blanchâtres verticales, Charbon |

TABLEAU C.11 – Description synthétique des séquences stratigraphiques de la coupe AMb

D Citations en langues étrangères

Boulton (1787), sous-section 7.1.2, page 318 (voir la traduction) :

The Inland Parts of Africa being but very little known and the Names of the Regions and Countries which fill that vast Tract of Land being for the Greatest part placed by Conjecture It may be judged how Absurd are the Divisions Traced in some Maps and why they were not followed in this¹².

Mohammad (2013), sous-section 7.1.3, page 322 (voir la traduction) :

It is important to note that during the *zemene mesafint*, the Christian Irob Saho were fully integrated into the Tigrayan religious and political culture and even succeeded in imposing their own ruler over entire Tigray : their representative *Dejazmatch* Sabagadis from the Hassabala subgroup of the Irob Saho ascended to Tigrayan overlordship from 1818 to 1831 and made Adigrat his capital. According to Tsegay Berhe, his descendants ruled the province Agame until the 1974 revolution (2003 : 1-2 ; see also Tewelde Hagdu 2011 : 45-46).

Valentia (1809c), sous-section 7.1.3, page 323 (voir la traduction) :

About three o'clock we arrived at Genater, the capital of the district of Agowa. It is a village, consisting chiefly of conical huts, overlooked by a high rock, steep on every side, and on the top of which is an area about one hundred feet in diameter, occupied partially by a citadel. Here we were met by Subagadis, the elder of the four sons of Shum Woldo.

Cooke (1867), sous-section 7.2.2, page 331 (voir la traduction) :

There are no timber trees in this part of Tigré unless a daroo or two in the valleys, and wanzeys in towns about the houses.

Hozier (1869), sous-section 7.2.2, page 332 (voir la traduction) :

At Adigerat Sir Robert Napier collected a large supply of poles by the proffer of a dollar for half-a-dozen to the natives; and they were so eager to secure the prized coin that many pulled the timbers out of their houses and brought them into camp [...]

Powell-Cotton (1902), sous-section 7.2.2, page 332 (voir la traduction) :

Within two miles of Axum we passed on our left a venerable sycamore of stupendous size, under whose shade all travellers, from the Emperor downwards, make a halt before entering the sacred city.

12. L'orthographe d'origine a été respectée.

Rüppell (1838), sous-section 7.2.2, page 334 (voir la traduction) :

Die Baumgruppen wurden immer seltener, abgetrieben von der früher hier viel zahlreicheren Bevölkerung.

Andree (1869), section 8.1, page 347 (voir la traduction) :

Abessinien besitzt sehr viel Land, welches sich vortrefflich zum Anbau eignet ; jedoch kann man mit Sicherheit annehmen, daß von allem kultivirbaren Boden kaum die Hälfte benutzt wird, sodaß ungefähr von der gesammten Bodenoberfläche kaum ein Drittel bebaut erscheint.

Alvares (1881), section 8.1, page 347 (voir la traduction) :

I heard inhabitants of this town say that in that year they had gathered so much crops of all kinds, that if it were not for the worm, it would have been abundance for ten years. And because I was amazed, they said to me : Honoured guest, do not be amazed, because in the years that we harvest little we gather enough for three years' plenty in the country (...)

Mayo (1876), section 8.1, page 348 (voir la traduction) :

The crop, or rather crops — for sometimes they reap two or three — are so heavy that it does not greatly matter if a little is eaten.

Andree (1869), section 8.1, page 348 (voir la traduction) :

Da der Abessinier weder Lust noch Liebe zur Arbeit und Thätigkeit hat, da läßt er all des genannten Kulturpflanzen nur wenig Pflege und Wartung angedeihen ; seine Felder, seine Anpflanzungen gleichen fast immer einer Wildniß.

Harris (1844a), section 8.2, page 350 (voir la traduction) :

The wild rose, the fern, the lantana, and the honeysuckle, smiled around a succession of highly cultivated terraces, into which the entire range was broken by banks supporting the soil ; and on every eminence stood a cluster of conically-thatched houses, environed by green hedges, and partially embowered amid dark trees.

Andree (1869), section 8.2, page 351 (voir la traduction) :

Am Abhange der Berge zogen sich Terrassen hin, die mit gut bebauten Feldern bedeckt waren, und auf jedem Vorsprung stand ein Dörfchen, dessen Bewohner herbeigestürzt kamen, um die neue Prozession, die Gäste des Königs zu sehen, denen Freudenrufe entgegenklangen.

Harris (1844b), section 8.2, page 351 (voir la traduction) :

Supported from the base to the utmost summit by artificial terraces, and clothed with the most luxuriant cultivation, there were parts over which it seemed hardly possible that the plough should have passed at so great an angle. But wheat and barley delight in a dry stony soil, and with a fair proportion of the « former and the latter rain », will here yield abundant return to those who by their industry strive to emulate the prosperity of more happily located neighbours.

Cooke (1867), section 8.2, page 351 (voir la traduction) :

The plateau of Zebit is not cultivated at all, but in the adjoining valleys and on the terraces of the mountain slopes there are many fields of barley, whilst teff is grown in the lower valleys.

Andree (1869), sous-section 8.3.1, page 356 (voir la traduction) :

Er düngt nicht, obgleich er den Nutzen der Felderdüngung sehr gut kennt. [...] Diese Indolenz wird vorzüglich durch die Größe und durch den Reichthum seines Landbesitzes genährt, denn schon wenn der vierte Theil der Felder bestellt ist, sind die Lebensbedürfnisse des Besitzers gesichert. Gewöhnlich liegt der dritte Theil brach ; wo der Boden sehr humusreich ist, bestellt man jedoch nur die Hälfte. Man muß die traurigen Zustände mit eigenen Augen gesehen haben, um einen Begriff von Brachfeldern zu erhalten, die drei Jahre, ohne vom Pfluge berührt zu werden, wüst liegen ! [...] Die von dem verbrannten Holzwerk zurückgebliebene Asche macht die einzige Düngung des Landes aus.

Andree (1869), sous-section 8.3.1, page 357 (voir la traduction) :

Von dieser Periode bis zur Bestellzeit hat das abgehauene Reisig Zeit auszutrocknen ; alsdann wird es in Brand gesetzt. Leicht und oft ereignet es sich nun hierbei, daß auch die benachbarten Wildnisse Feuer fangen und ein großer Brand über viele Meilen Landes sich verwüüstend erstreckt. Die von dem verbrannten Holzwerk zurückgebliebene Asche macht die einzige Düngung des Landes aus.

Andree (1869), sous-section 8.3.1, page 359 (voir la traduction) :

Ein solches « Ackerfeld » gleicht gewissermaßen einer gut aufkeimenden Waldung, denn die wilde Vegetation wuchert in Abessinien ungemein schnell ; man scheut auch das Ausroden der Strünke und Wurzeln und begnügt sich damit, die Baumstämme 1–2 Fuß über dem Boden abzuhaufen. So sieht man die Felder mit großen und kleinen, oft Jahrhunderte alten Stämmen und Wurzeln bedeckt. Und nun erst die Steine, die groß und klein, oft so dicht, daß man

kaum den Boden erkennt, über den Acker zerstreut liegen! Nicht einmal den kleinsten Stein entschließt sich der Abessinier auf die Seite zu schaffen. Wie viel gutes Ackerfeld geht also auch hierdurch verloren

Andree (1869), sous-section 8.3.2, page 365 (voir la traduction) :

Das einzige Ackerwerkzeug ist der Pflug, aber was für ein Pflug! [...] Lange Furchen zieht der Abessinier nicht ; schon nach 20–30 Schritten lenkt er wieder um, vollendet so ein gewisses Stück und beginnt da, wo er abgesetzt, von Neuem. Man stelle sich vor, wie viel von dem bereits fertig gepflügten Lande von den Zugthieren wieder zertreten wird. Letztere sind Ochsen, die in einem gemeinschaftlichen Joche gehen und nur durch die Stimme oder Peitsche des Pflügers gelenkt werden. [...] Egge und Walze sind in Abessinien unbekannte Dinge. [...] Die Ochsen werden im gemeinsamen Joche vor dem Pfluge in den steinigen Feldern abgequält und erhalten für die mühsame Arbeit keinerlei Dank.

Andree (1869), section 8.4, page 371 (voir la traduction) :

Tritt die Erntezeit ein, so wird alles Getreide mit gezähnten Sichelu geschritten und zwar nur eine Spanne lang unter der Aehre. [...] Der Strohverlust kümmert den Abessinier nicht ; er bindet das Getreide auch nicht in Garben, sondern wirft es auf Haufen, die an Ort und Stelle mit langen Stöcken ausgedroschen oder von Ochsen ausgetreten werden. Nachdem das meiste Stroh entfernt, reinigt man das Getreide durch Emporwerfen mittels hölzerner Gabeln ; der Wind vertritt Wurfshippe und Sieb, doch bedient man sich in einzelnen Gegenden auch hölzerner Schaufeln.

E Cartes diachroniques récapitulatives

Ces cartes renvoient aux résultats présentés, dans le détail, dans la section 10.1, page 431.

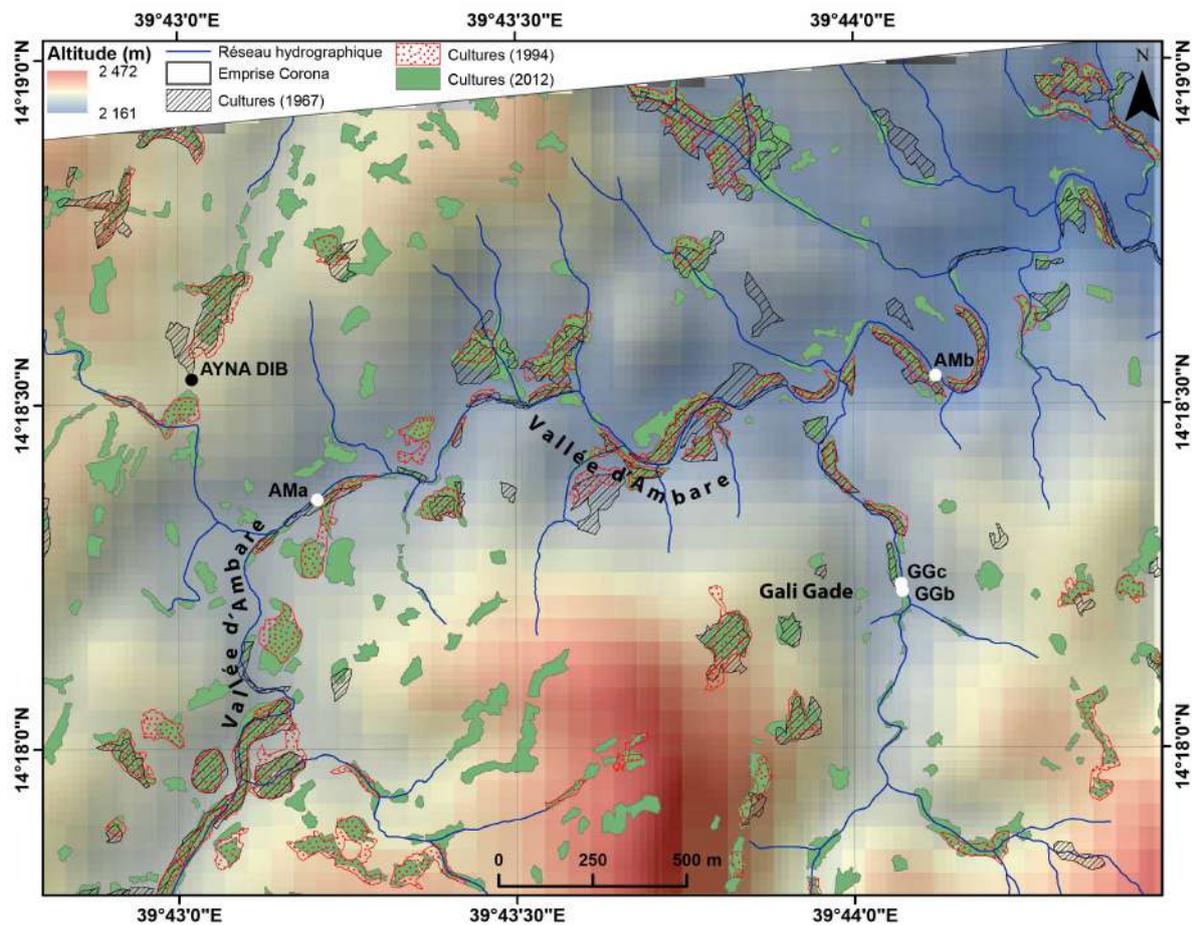


FIGURE E.1 – Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le nord de la zone de prospection, 1967 - 1994 - 2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation N. Blond, d'après Quickbird (2012), EMA (1994) et Corona (1967). SIG : O. Barge et E. Régagnon

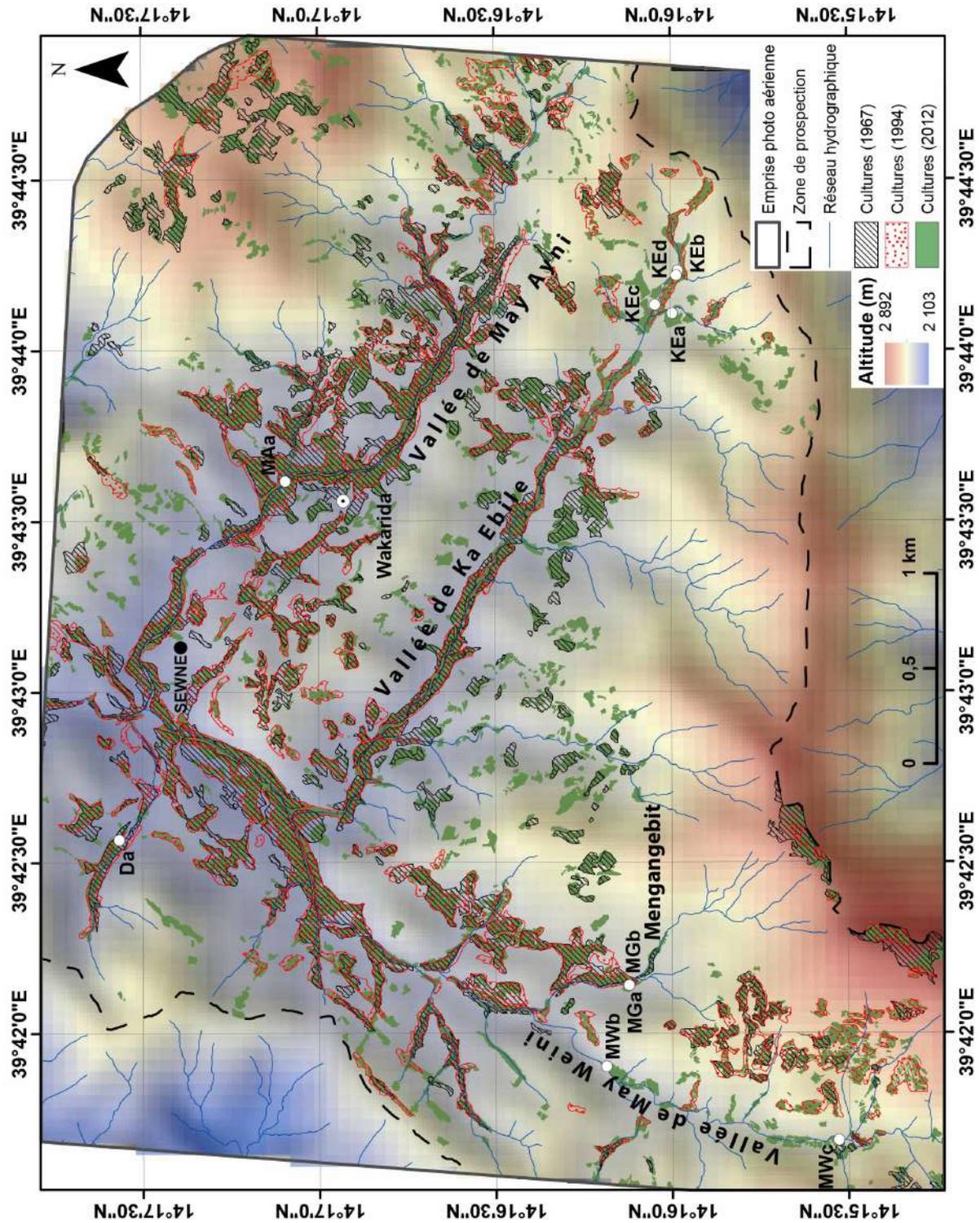


FIGURE E.2 – Évolution diachronique de l'implantation des zones cultivées dans le sud de la zone de prospection, 1967 - 1994 - 2012. Carte réalisée avec ArcGis10. Digitalisation N. Blond, d'après Quickbird (2012), EMA (1994) et Corona (1967). SIG : O. Barge et E. Régagnon

F Matériel d'entretien

F.1 Grille d'entretien

Interview grid

0. a. Interviewer : 0. b. Translator :

0. c. Time of the beginning of the interview :

Hello, is it possible to talk with you for some minutes, maximum 40 minutes? We are conducting researches on landscape and its links with agriculture around the area. We work with the archaeologists above Agos' house, in front of the dispensary. We would like to better understand how you cultivate here. We are Ms. Ninon Blond, researcher in France and Ato Abrha Asefa, teacher and researcher at the University of Adigrat. Ato Asefa will be the translator. The information will only be used for research and will not be transmitted to the government. Your answers will be treated anonymously. To help me, I use the voice recorder. Is it ok for you?

I. Preliminary questions

1. Do you cultivate this plot?

0. No / 1. Yes

2.a. Do you cultivate other plots?

0. No / 1. Yes

2.b. Are these plots clustered (close together) or distant (far from each other)?

0. No answer / 1. Clustered / 2. Distant / 3. Some clustered some distant

2. c. Where are the plots you cultivate?

(name of the place or showing on the map / aerial photography)

3.a. Do these plots belong to you or your family?

0. No answer / 1. No / 2. Yes, me / 3. Yes, my family / 4. Yes, me and my family

3.b. If not, whom do they belong to?

4. Since when (since how long) do you cultivate this plot?

5.a. Do you live in a nearby house?

0. No / 1. Yes

5.b. Can you show it to me (in the area / on the map)? If not, can you tell me how long it takes you to come here from your house?

6. What is the name of this place? Does it mean something? Is it a name you invented or was it transmitted by someone?

7.a. Are there other members of your family cultivating with you?

0. No / 1. Yes

7.b. If yes, how many?

1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8 / more than 8

II. Terraced agriculture and landscapes in the area around Wakarida

8. Since when do you live here?

9.a. Did your ancestors (grandparents, great grandparents, etc.) also live here?

0. No / 1. Yes

9.b. If yes, did they cultivate like you?

0. No / 1. Yes / 2. Some things common, some different

10.a. How was it when they/you arrived? Were there walls in the fields?

10.b. Why do you build walls?

11.a. Is it hard to cultivate here?

11.b. *If they don't speak about water* : Is there enough water?

12. Is the State/the government helping you?

13.a. I have seen that you use a lot of trees for houses but there are not so much in the mountains. Were there more trees before?

13.b. Where does the construction wood come from?

13.c. Do you use a special tree species to build? If yes, why?

III. Photointerview

14. Name the plots type, in Amharinya or Tigrinya or both. If two have same names or if you don't know, it's okay. All pictures have been taken in northern Ethiopia. Seasons can be different, it is not important.

14.a. Terrasses dans une vallée sous un col, au nord de Mekele / *terraces under a pass, north of Mekelle*

14.b. Parcelles sans pierres, le long de la route vers Wukro / *Plots without stones, road to Wukro*

14c. Zone plane de culture herbeuse bien verte / *green and grassy flat plot*

14.d. Murets anti-érosion au-dessus du dispensaire, le long de la route vers Ka Ebile / *Anti-erosion walls above dispensary, road towards Ka Ebile*

14.e. Terrasses couvertes de nappes de débris rocheux, en haut d'un versant / *Terraces covered with rock debris*

14.f. Compartiments empierrés le long du versant. Plan rapproché / *rocky compartments, detail*

14.g. Compartiments empierrés le long du versant, plan large / *rocky compartment, general*

14.h. Terrasses dans la vallée de May Ayni / *Terraces in May Ayni valley*

IV. Identifying variables and background data

15. Number of interviewed persons

16. Sex of interviewed persons

17. Age of interviewed persons

18. Number of persons in the household

V. Identifying variables to be written by the interviewer

19. Type of territory of the interview place

0. Cultivated thalweg / 1.Terraces near a pass / 2.Clustered habitat

20. Date and place of interview

21. Time of end of the interview

22. Conditions of interview progress

23. Other remarks

Thank you for your time and your answers. They will be very helpful. We learnt a lot today. Good luck for the future.

F.2 Photoquestionnaire

III. Photointerview

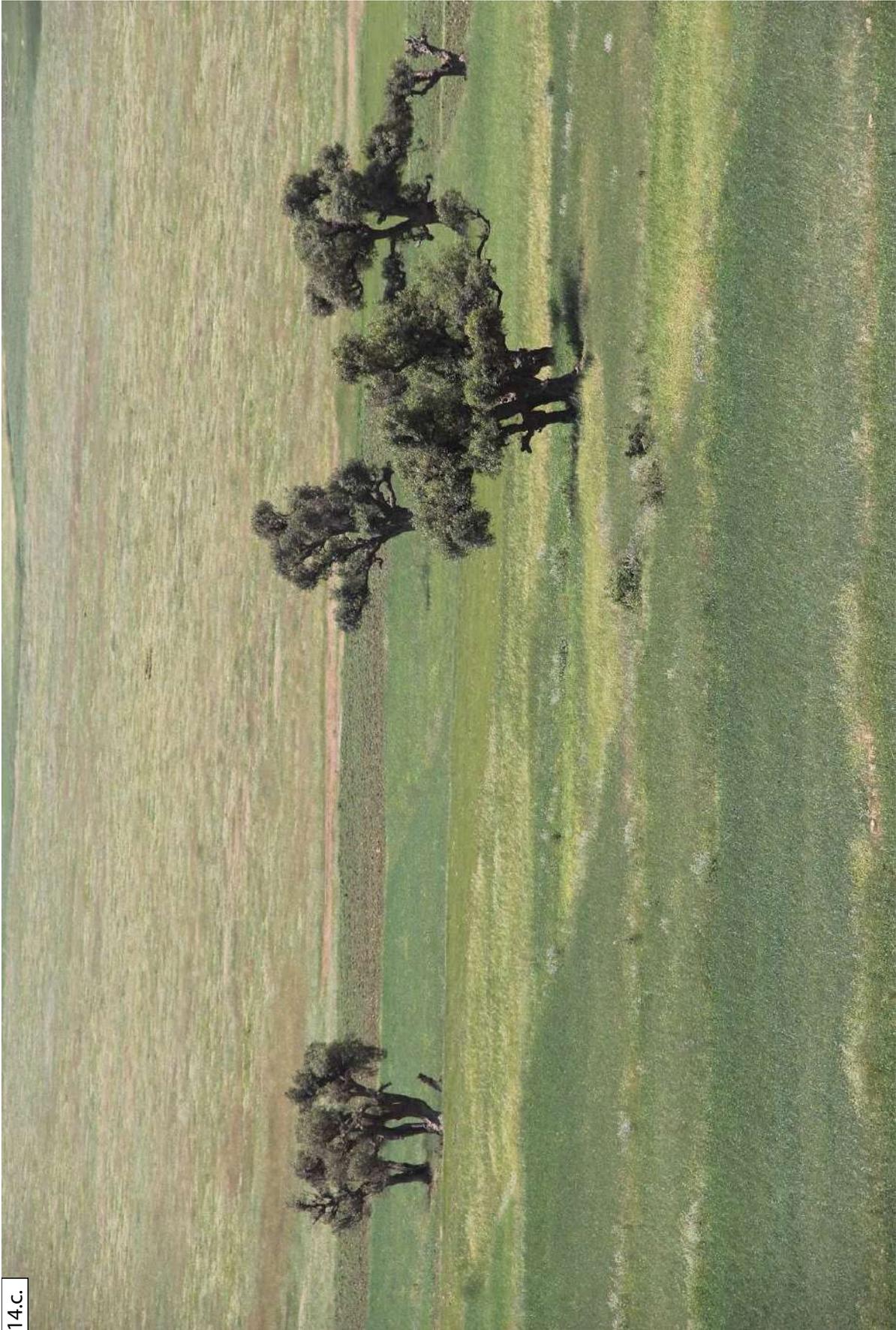
14. Name the plots type, in Amharinya or Tigrinya or both (or any other language you use). If two have same names or if you don't know, it's okay. All pictures have been taken in northern Ethiopia. Seasons can be different, it is not important. If the name changes with seasons, you can tell it.

14.a.

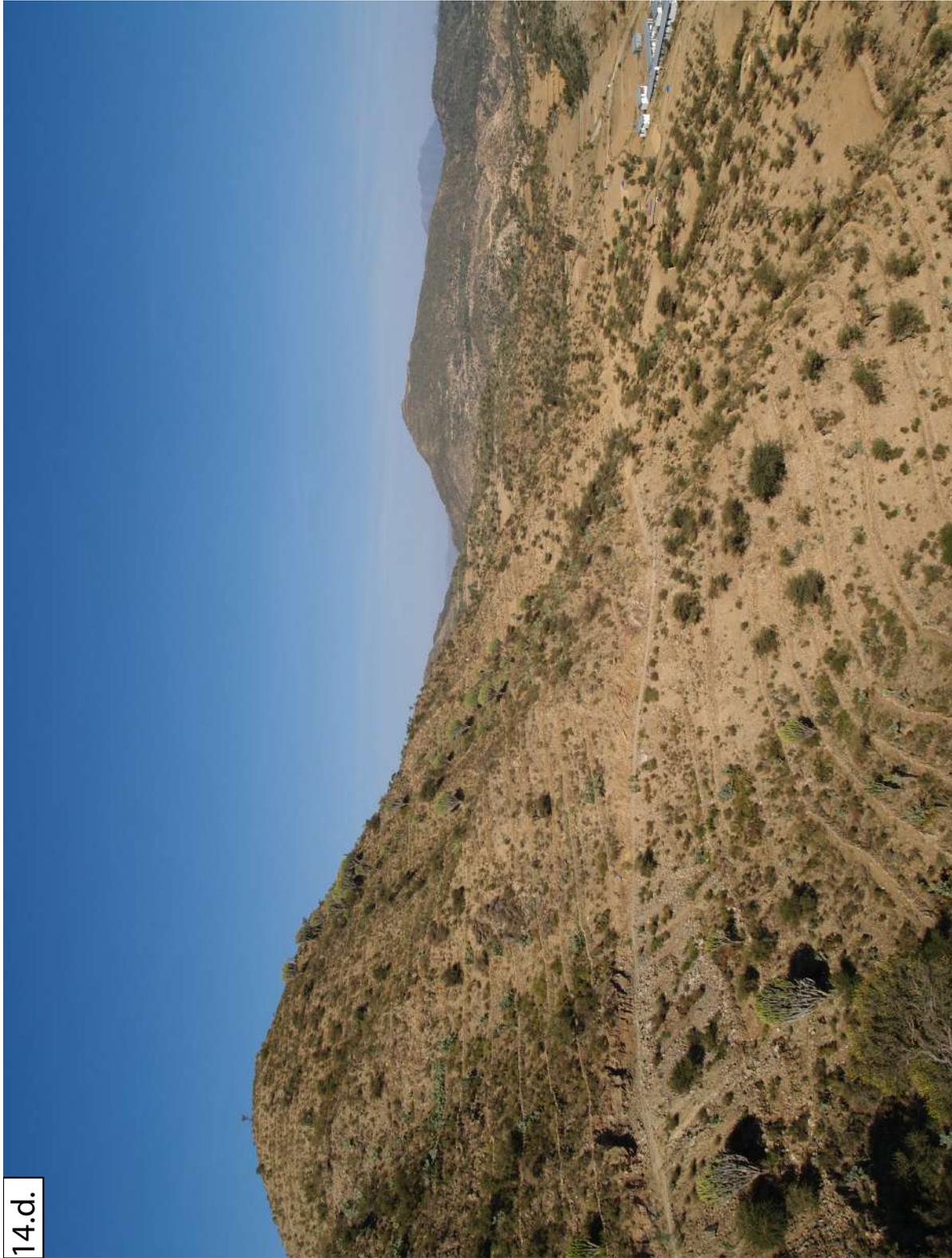




14.b.



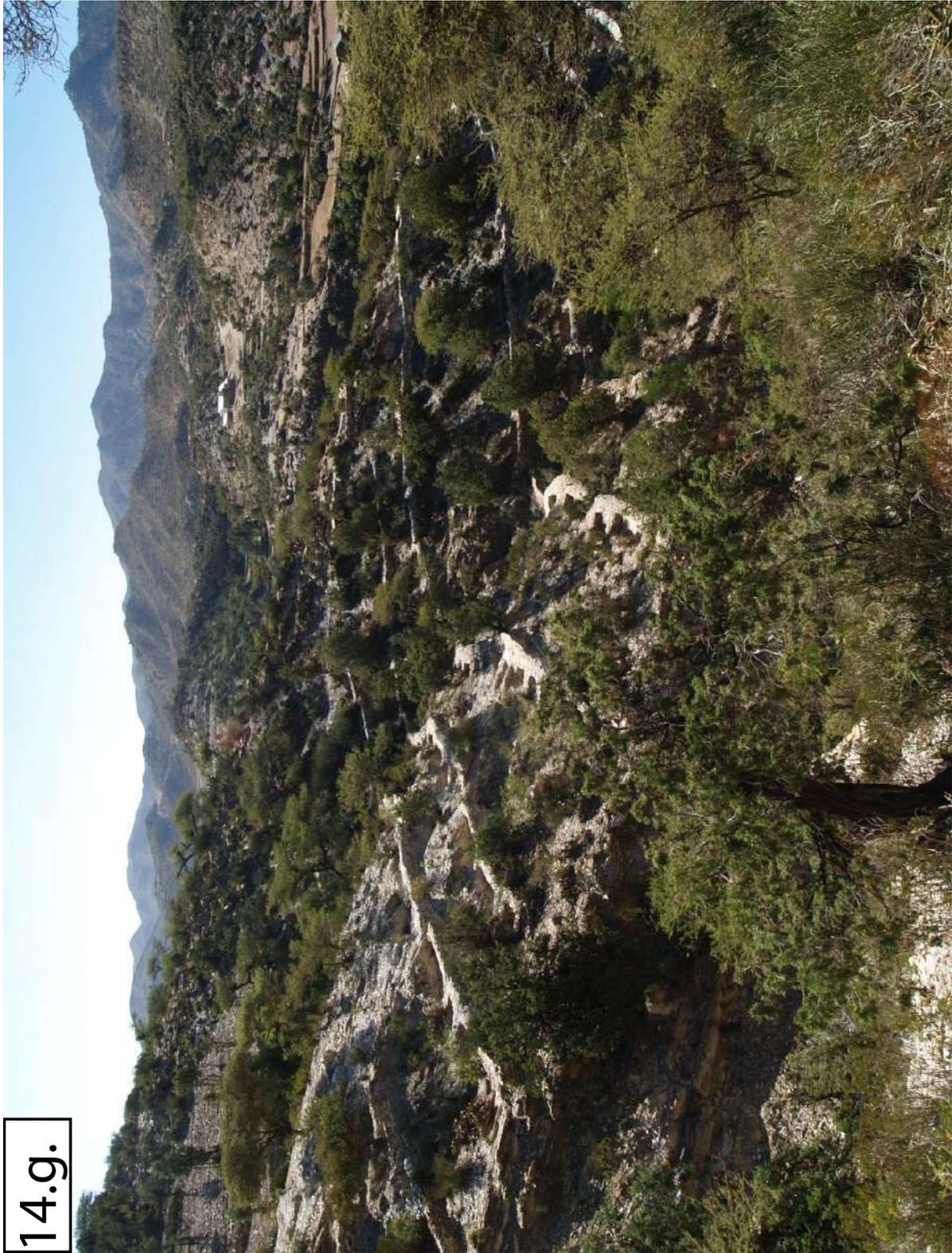
14.C



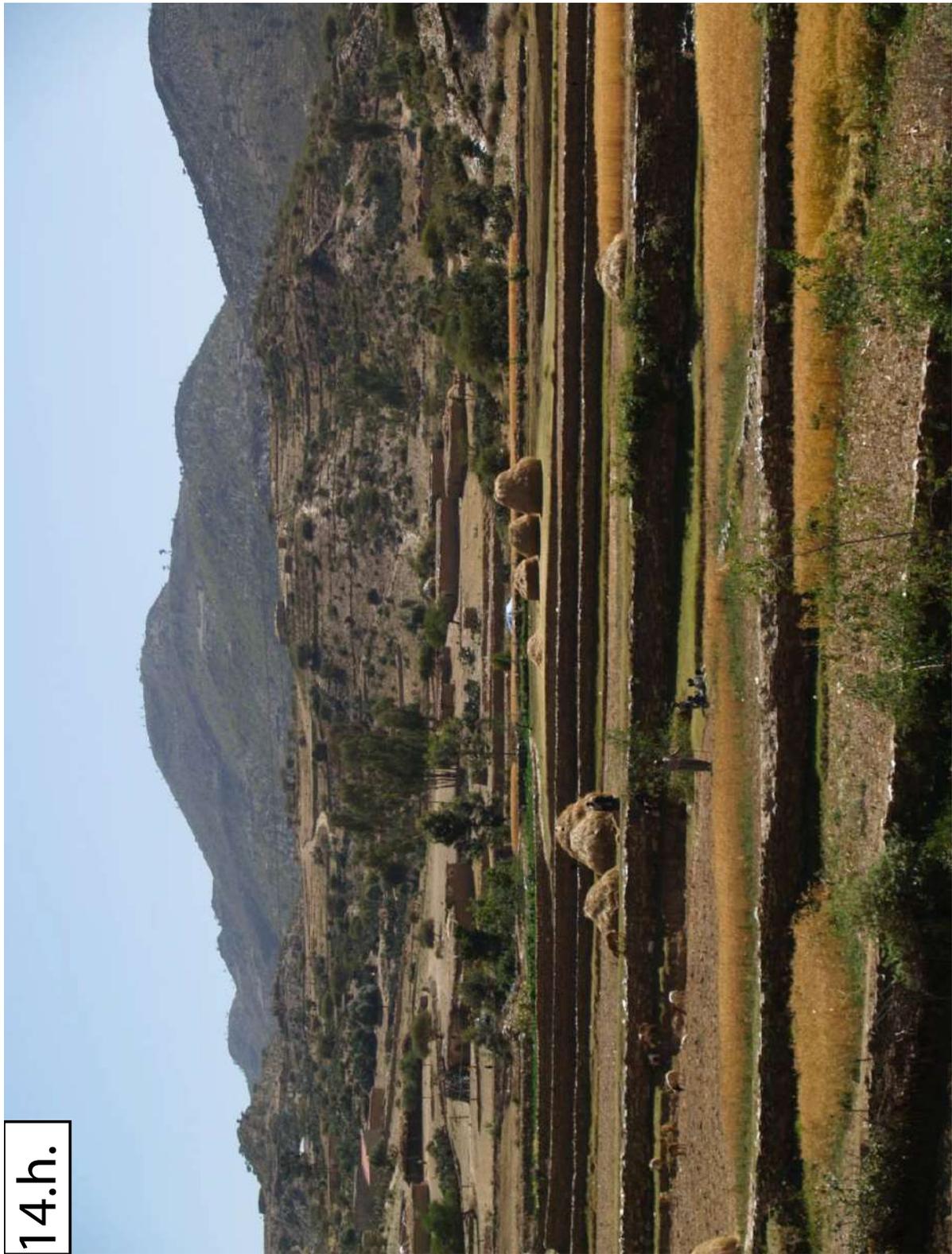


14.e.





14.g.



14.h.

G Retranscriptions d'entretiens

Dans ces retranscriptions, la lettre K désigne Kibrom Gebregyorgis de l'*Emba Culture and Tourism Office* (ECTO) de Saesie Tsaeda, qui assurait la traduction, et la lettre N, Ninon, l'auteure de l'entretien et de la prise de note. Et du travail que vous lisez.

Les entretiens ont été retranscrits fidèlement, en reproduisant les structures grammaticales, les silences et les hésitations tels que sur le terrain. Ce caractère très oral et spontané explique que la syntaxe et la grammaire anglaises n'aient pas toujours été respectées.

G.1 Entretien 18 - Retranscription intégrale

K : "Already her husband is not here."

N : "Okay."

K : "Already in the church."

N : "Okay."

K : "Just I tell you, tell you, there is someone is died."

N : "Oh! Yes, yes."

K : "Yes. They have their home here, so we can ask for they."

N : "Yeah."

K : "Is possible?"

N : "Sure. If she agrees, there's no problem."

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, hum, are separated or divorced from her husband."

N : "Okay."

K : "They live, hum, it's unusual . . ." (*Il rit*)

N : "in different houses?"

K : "Yes."

N : "Okay."

K : "Previously they all lived together."

N : "Okay."

K : "But now they are differenciate, so it's possible to ask them or . . .?"

N : "To ask her maybe. Does she cultivate?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, hum, they live with her son. He's already married, but they live together."

N : "Okay. She lives with her son."

K : "Her son."

N : "Okay."

K : "But he's already married."

N : "Okay."

K : "This child is for him."

N : "Okay."

K : "So this farmland is for both of them."

N : "Okay. And he cultivates with her?"

K : "Yeah."

N : "Okay."

K : "They cultivate with..." (*Il pose la question*) "So they cultivated here. But their son have not plot land."

N : "Okay."

K : "It's depend on them."

N : "Only it's her land and he helps her."

K : "Yeah."

N : "Okay."

(*Il parle en tigrinya*)

K : "Yeah, he depends on them."

(*Question en tigrinya*)

K : "Is it clear so?"

N : "Yes it is."

K : "Already this is her son."

N : "Yes."

K : "So...Do you, hum..."

(*Il poursuit en tigrinya*)

K : "So, two of them only. The, hum, this one."

N : "With the crops on it?"

K : "Crops, the middle one is, already, for his son, another son."

N : "Another son."

K : "He's already married."

N : "Okay."

K : "He lives in another area. And, the upper one, you see the cow?"

N : "Okay."

K : "That and that (*Il montre les parcelles en face de nous*). The middle one is for another."

N : "For the son."

K : "Yeah"

N : "Okay"

(*Ils parlent en tigrinya*)

N : "We can, we can continue. So this 2.b., they are distant, because they are separated by..."

K : "In the middle of them, there is another area."

N : "So, this one is okay."

K : "Does it belong to you or your family?" (*Il lit la question*)

N : "So this belongs to her, what do you think?"

(*Question en tigrinya*)

K : "Okay, the land was get, hum. Sometimes the government will equally share to the local peoples. So the land is get by sharing or by giving from the government."

N : "Okay. So now it belongs to her but it has been attributed by government?"

K : "Government, yeah."

N : "Okay."

K : "Now it's belongs for her."

N : "Okay. And since how long she cultivates these plots?"

(*Il pose une question en tigrinya. Elle rit. Une petite fille rit aussi. Le traducteur rit.*)

N : "Why is she laughing?"

K : "How old are, hum, I asked them : "How old are you? She's laughing." (*Il rit*)

(*Ils discutent en tigrinya*)

K : "For more than 24, 26 years. They are not quite sure, but I know, when the government share the land the people, it's beyond 26 years."

N : "It's the Derg, that shared the government, hum, not the government, the..."

K : "Not Derg. When Derg was failed."

N : "Okay, after Derg?"

K : "Yeah, after Derg."

N : "And before, did she, was she already in this area? Before this land was attributed to her?"

K : "Yeah, they lived but all..." (*Il lui pose la question*) "Yeah, all this farmland is for them."

N : "Okay."

K : "But later, government made it..."

N : "It was shared."

K : "Shared for anothers."

(*Ils parlent en tigrinya*)

K : "Before sharing by the government, so beyond this, we have also a farmland near Edaga Hamus."

N : "In Edaga Hamus?"

K : "Yeah."

N : "Okay."

K : "Do you live in a nearby house?" (*Il lit la question*) "It's already."

N : "Yes! We can skip also this one, the 5.b., because we can see it. The sixth one."

K : "Yeah." (*Il pose la question en tigrinya*)

N : "She says "May Ayni ¹³" ?"

K : "May Ayni, yeah."

N : "Is it the name of the place or of all the valley ?"

K : "The specific name of this."

N : "Of this area ?"

K : "There is a source of water, "May Ayni". "May" which means "waa" (*Il traduit en amharique*), sorry..."

N : "Yes, water."

K : "Water. "Ayni" which means source."

N : "Source ? "Ayni" ? Like in arabic."

K : "Yes. So there is source of water here. Cement is derived from that."

N : "Oh, okay ! Source of water."

K : "Source of water."

N : "She, hum, does she use this source of water for cultivation ?"

K : "Cultivation, for agriculture, irrigation ?" (*Il lui pose la question en tigrinya*) "They use from the water starting from that, all the peoples, hum, they use the water for irrigation."

N : "Okay."

(*Ils parlent en tigrinya*)

K : "They use for irrigation from this one."

(*Elle continue à parler en tigrinya*)

N : "Do they have a specific material for irrigation ? I mean, do they have a small channel dug, or pump, or pipes ?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They don't use water pump."

N : "Okay."

K : "They simply come, it's already the geographical setting is because the water. So by collect or preserve in order to full, later, they open the doors or small hole."

N : "Okay."

K : "And they simply come. They don't use water pump."

N : "Okay, but they have a small building to store the water ?"

K : "Yeah."

N : "Like a small dam."

K : "Dam, yes."

N : "And, was it built by them or..."

K : "By government."

N : "By government ?"

(*Il pose la question en tigrinya*)

13. En fait, la personne dit "May Ayni gateba".

K : "Yeah, it's built by government."

N : "Okay!" (*Ils parlent en tigrinya*) "To finish with "May Ayni", is it a name she invented or was it transferred by ancestors?"

(*Question en tigrinya*)

K : "Yeah, starting from the long time, it's already called by "May Ayni"."

N : "Okay, we can continue if you want. Are there other members of the family cultivating?"

(*Question en tigrinya*)

K : "Okay. They have number of children. Most of them they live independently, on their own. But she, as you see (*Il montre une jeune femme, au coin de la maison*), is abnormal. You look here. She is her daughter, but is abnormal. So it not more work in the agriculture, or in the plot. But his son and the wife of his son work with she."

N : "Okay."

K : "so they are three. I think three."

N : "Yeah, but "how many are working with her", so it's two, the son and the woman. And they are three together, you are right."

K : "Yeah, yeah, yeah. Okay."

(*Il lui parle en tigrinya*)

N : "Since when does she live here? It's the same as for cultivation?"

K : "After the government redistributed the shared. Starting from Derg. They don't know exactly the year."

N : "Okay. And where was she living before that?"

K : "Before that?"

N : "Before living here, where was she living? Did she always live here?"

K : "Yeah. Before the government shared the land to another peoples, they also lived here."

N : "Okay."

K : "But, all the farmland starting from here up to this is their own. But later government shared the land."

N : "Okay so, since, hum, since she's born, she's been living in this area?"

K : "No, no, we'll ask them."

(*Question en tigrinya*)

K : "Before they was married, they live near Edaga Hamus."

N : "Okay."

K : "After they married, they come here and they live with her husband."

N : "Okay."

K : "But before that, they lived in another area, near Edaga Hamus."

N : "Okay."

K : "Is it clear? If you have additional question?"

N : "Yes, yes, it's clear. It's clear. So, I think she was with her parents in Edaga Hamus?"

K : "Yeah, when they, before they married."

N : "Okay."

K : "Okay. So question number..."

N : "Nine."

K : "Already. "Did your ancestors or grandparents also live here?" (*Il lit la question*). It's no."

N : "It's no? Because they were in Edaga Hamus?"

K : "In another area, yeah."

N : "And where they cultivating in Edaga Hamus?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, they also depend on agriculture, on farming, also there is enough source of water like that. They use also cultivation."

N : "Okay. And did they cultivate the same way as she does? I mean, were there the same tools, the same material?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, hum, they use the same material, or the same process of how to irrigate."

N : "Okay."

K : "But the source of water here and here is very quite different. Why? Because near Edaga Hamus there are a lot of source of water."

N : "Okay."

K : "But here, is not more. But the tool and the way or process of cultivation is the same."

N : "Okay. And, we have seen that she had a water tank in her plot. You remember when we were walking? We saw a water tank."

K : "The way?"

N : "In the plot, there was a water tank. Dug, in the plot. I don't know if it belongs to her?"

(*Question en tigrinya*¹⁴)

K : "Her son start to dig in order to get water."

N : "Okay."

K : "But because of lack of finance, already he stopped."

N : "Okay."

K : "But the tank is in her land, in her plot."

N : "In her plot. And is there any water in it?"

K : "Now?"

N : "Yes."

14. Quand il pose la question, il emploie le terme « Goudgwad », qu'on retrouve dans les réponses du photoquestionnaire et qui signifie « trou ».

(*Question en tigrinya*)

K : "No."

N : "'May yellem"¹⁵ ?"

K : (*Il rit*) "But he try, in order to get water. Because of lack of finance, already stopped."
(*Ils parlent en tigrinya*). "Okay."

N : "Okay. So "Lomi, may yellem"¹⁶ ?"

K : "No water!" (*Il rit*) "At this time, there's no water."

N : "So she uses the dam of the government to irrigate, not the water tank?"

K : "Yeah."

N : "Okay. Good. Thank you. The number ten is to ask if there were terraces in the fields when she arrived."

K : "Okay." (*Il pose la question en tigrinya*¹⁷)

N : "'Dildil yellem"¹⁸ ?"

K : "Terraces was built by themselves, not by government." (*Il rit*)

N : "So there were no terraces when they, when she arrived?"

K : "This terrace?"

N : "When she began to, to..."

K : "Live here?"

N : "To live here and cultivate. There were no terraces?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, hum, when she come from Edaga Hamus to this, this is already forested area."

N : "Forest"¹⁹ ?"

K : "Yeah."

N : "Okay."

K : "More concentrate of trees was here, but later in order to get the plot land, they cut and built terraces, they use for farming or for irrigation."

N : "Okay, and for irrigation."

K : "Yeah, but previously, it is forest area."

N : "Okay, okay. And she didn't receive any training for, hum, from the government?"

K : "Government?" (*Il pose la question en tigrinya*). "They already prepared or made by themselves. Hum, okay."

N : "The next one is..."

15. « Il n'y a pas d'eau », en tigrinya.

16. « Aujourd'hui, il n'y a pas d'eau », en tigrinya.

17. Il emploie le terme « Dildil », qu'on retrouve aussi plus tard dans les réponses au photoquestionnaire.

18. « Il n'y a pas de mur », en tigrinya.

19. Dans sa réponse, la personne emploie d'abord le terme « Meida » (plaine en tigrinya, terme que l'on retrouve plus tard dans les réponses au photoquestionnaire) associé avec celui de « Haresha », qui désigne le fait de cultiver. Plus tard, et dissocié des premières occurrences, elle utilise « Dourr », un terme qui désigne une forêt dense en tigrinya.

K : "Why do you build. . ."

N : "Yes."

(*Question en tigrinya*)

K : "They say, hum, it's the same answer with anothers."

N : "Yes, but it's interesting, even if it is. . ."

K : "Yeah. The purpose is in order to conserve water and also in order to protect soil erosion, they built a terrace."

N : "Okay. Does it happen that the terraces are destroyed?"

K : "Destroyed?"

N : "By high rain, or flood?"

(*Question en tigrinya*)

K : "Yeah, flood was sometimes destroyed. For example before five years, was already destroyed but rebuild."

N : "Okay."

K : "So, last year already this year already, there is very small in quantity so it's no more damages."

N : "Okay."

K : "But before five years, sometimes destroyed by the flood."

N : "Okay. Can you ask her how much time she needs to build, she needed, to build a terrace? One wall. One terrace. How much time she needs?"

(*Question en tigrinya*²⁰)

K : "They are not quite sure how much it's take, but in order to made one terrace, it's need transport stone from here, and also transport soil from that, so it takes more than ten days."

N : "Ten days?"

K : "More than. For one terrace."

N : "Okay. And she takes the stone from the mountains?"

K : "From this, yeah." (*Il montre la zone de montagne*)

N : "And she also takes the soil?"

K : "Soil, from this."

N : "Really?!"

(*Il repose la question en tigrinya*)

K : "I am sorry. The soil is from that area (*Il montre la zone de parcelles, dans la vallée*)."

N : "Okay."

K : "But the stone is from this."

N : "Okay. Does she need, sometimes, to take soil from another place to put it in the field?"

20. La personne utilise le terme « Guiddib », habituellement donné dans les réponses au photoquestionnaire pour désigner les terrasses, en particulier celles qui ont été construites par le gouvernement.

(Question en tigrinya)

K : "They don't take soil. My mistake."

N : "Okay. No, it's okay, it's okay!" (*Ils parlent en tigrinya*). "So she has enough soil in the..."

K : "In the plot. But stone is not more available here, so it must be transported from this area."

N : "Okay. This is very interesting."

K : "Yeah, yeah, yeah! You're right."

N : "Next is...yes."

(Question en tigrinya)

K : "They said it is more fertile land, but sometimes rain is very small in quantity. So the damp, the water quantity is very small. So there is a lot of users, so in order to cultivate in irrigation, it's not more, because of the quantity of the water. So it's very fertile, it's good, but very small quantity of rain."

N : "Okay. And how do they make when the dam is almost empty. How do they share the water?"

(Question en tigrinya)

K : "They share equally. For example today if she uses, next day for another. After that for another. Continue. This rotates like that."

N : "Okay. So they have day in the week, to use. They share by day?"

K : "Yeah. Day by day."

N : "Day by day. Okay, you can skip the next one because she already spoke about water."

(Question en tigrinya)

K : "Government told them in order to take fertilizer and the products, I, I mean the crops that produce more."

N : "Okay."

K : "But the fertilizer is not comfortable or suitable for this because there is no enough water. Which means the fertilizer it depends on the source of water. But the crops, they take, they bring. It has its own payment."

N : "Okay, but it's a fair price?"

K : "Yeah, fair price."

N : "Okay. And do they, does she participate in Food for Work programs?"

(Question en tigrinya)

K : "Already she don't make any terraces with another local people in order to get something."

N : "Okay."

K : "But government he gives them support already, she is very old, also, I just said, she is abnormal..."

N : "For the daughter?"

K : "For both them, government supports."

N : "Okay."

K : "But they don't work with another peoples in order to get something."

N : "Okay."

(*Ils parlent en tigrinya*)

K : "Government gives them only money. For both of them."

N : "Okay."

(*Ils parlent en tigrinya*)

K : "They said the more trees that were previously here, also here, but not more same like from this."

N : "So there were lot of trees, but not the same trees here than here?"

K : "Yeah. This is more concentrate one²¹."

N : "Okay. And does she...Where does the construction wood of her house come from?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They bring it from this area."

N : "Okay. All the wood of the house comes from..."

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : "Yeah. All the materials that used in order to build the houses came from this area."

N : "This²², okay."

(*Ils parlent tigrinya*)

K : "They only use in order to build "Tid", "Tсахиди"²³, because it can stay more. It can survive more."

N : "Okay."

K : "The other types, for example, it is used, this type of tree..."

N : "The, the first one with the yellow..."

K : "The second one."

N : "The second one, yes..."

K : "In order to made yoke."

N : "Ah!"

K : "Just the same that."

N : "Okay. And the name of this tree?"

K : "In tigrinya?"

N : "Yes!"

K : "'Tcha'a"²⁴."

N : "'Tcha'a", okay."

21. Il montre dans le paysage que la rive droite avait une végétation plus dense que la rive gauche.

22. De la zone en rive gauche.

23. *Tid* en amharique, *Tсахиди* en tigrinya désignent *Juniperus Procera*, le Genévrier d'Afrique.

24. Transcrit « Chea » dans le livre de Bekele-Tesemma et Tegnäs (2007). Désigne *Acacia nilotica*, le Gommier rouge, appelé aussi Cheba en amharique.

- K : "Can translate?"
- N : "I'm trying" (*Rires*)
- K : "In order to make clear."
- N : "Okay, I think we're taking..."
- K : "It's the picture I think?"
- N : "It is the picture, yes. You already memorized all the questionnaire!"
- K : "Yeah!" (*Rires*)
- N : "Great!"
- (*Question en tigrinya*)
- K : "They said "Guidmi"."
- N : ""Guidmi"?"
- K : "Yeah."
- N : "What it means?"
- K : ""Guidmi". It's slopped."
- N : "Sloppy?"
- K : "Yeah."
- (*Question en tigrinya*)
- K : "Okay, they said "Meida"."
- N : ""Meida"."
- K : "Flat."
- N : "Okay, flat."
- (*Question en tigrinya*)
- K : ""Gwolgwol"."
- N : ""Gwolgwol"."
- K : ""Gwolgwol"."
- N : "Ah yes. Grassland."
- K : "Grassland."
- (*Question en tigrinya*)
- K : ""Guedeba"."
- N : ""Guede"?"
- K : ""Guedeba"!"
- N : "Gue – de –?"
- K : "Ba!"
- N : ""Guedeba"."
- K : "It means terrace."
- N : "Terrace. It's not the same as "Guidmi"? Not, not "Guidmi", hum, "Guiddib"."
- K : ""Guedeba", or "Guiddib"."
- N : "Ah! It's the plural!"
- K : "Yeah."

N : "Oh, of course!"

K : "'Guedeba" is plural, and also we can say "guiddib"."

(*Question en tigrinya*)

K : "'Tchintcha'".

N : "'Tchintcha'".

K : "A land with..."

N : "Rocks."

K : "Rock or small fragments of stones."

N : "Okay."

(*Question en tigrinya*)

K : "They said, it has the same meaning. Also "Guedeba"."

N : "Okay."

K : "It's "Guiddib" or "Guedeba"."

(*Question en tigrinya*)

K : "They are not sure because as just I said you they are not participating in the work."

N : "Yes, yes."

K : "But it's known, common. It is "Zalah"."

N : "'Zalah"?"

K : "Yeah. You know it?"

N : "Yeah."

K : "'Zalah".

N : "Like this morning."

K : "Yeah." (*Question en tigrinya*)

K : "Okay. Said "Grat" already, but..."

N : "'Grat"?"

K : "'Grat". Which means farming land."

N : "Farming land"

K : "But it's called "Amlough". Can I help you with "Amlough"? "Amlough", the deepest."

N : "Yeah, but what is interesting is what she says."

K : "Yeah."

N : "So I know that we have had..."

K : "Yeah, yeah, yeah."

N : "That we have had other answers, but if she says "Grat", I take "Grat"."

K : "As it is?"

N : "As it is!"

K : "Okay."

N : "Is "Grat" like in Adigrat?"

K : "'Grat", farming land."

N : "Yeah, but is it the same as in the word "Adigrat"?"

K : "'Adigrat", which means, "Adi" which means, country or location, or site. "Grat", which means farming land. A land, a site or a city for farming."

N : "Okay! This is okay. This is finished!"

(Mathilde pose une question à propos d'une potière qui ressemble à la personne interviewée. Elle pense qu'elles sont de la même famille, mais la personne interviewée n'a pas de sœur potière.)

N : "The last questions are about her age, if we can ask, because, I don't know, it make her laugh, earlier, about her age. And her name, also."

Question en tigrinya. Elle rit.

K : "Letahchristos, her name is."

N : "Letah?"

K : "Letahchristos."

N : "Letahchristos."

K : "Christos."

N : "Christos Gebremariam."

K : "Letahchristos is her name. Gebremariam is..."

N : "Gebremariam."

K : "Gebremariam. Okay."

N : "Letahchristos Gebremariam."

K : "Letahchristos Gebremariam, Okay. Number of..."

N : "Persons in the household. The number of, hum, number of persons in the family."

K : "So we can count her sons child or...?"

N : "Yes, of course."

K : "This is her son."

N : "Okay."

(*Explique en tigrinya ce que nous faisons et qui nous sommes au nouvel arrivant.*)

K : "I told him what is the purpose of interview for her."

N : "Yes. That's nice, thank you."

(*Question en tigrinya*)

K : "Five."

N : "Five. Amist²⁵."

K : "Amushte²⁶."

N : "Mushte?"

K : "Amushte!" (*Il rit*)

N : "Amushte. Amushte. And she doesn't want to tell her age. That's right?"

K : "Yeah, age?"

25. « Cinq », en amharique.

26. « Cinq », en tigrinya.

N : "Yes."

(*Question en tigrinya*)

K : "She don't know but her son is more than sixty-five."

N : "Sixty-five? Her son? Sixty-five?"

K : "No, no, no her son. He told me her age is more than sixty-five."

N : "Ah, okay."

K : "But she don't know exactly her age."

N : "Okay. This is all for me. I have all the information I needed. Maybe just one last thing, is it possible to take a picture of her and her son if she wants?"

(*Question en tigrinya*)

N : ""Tsobough²⁷"?"

K : ""Tsobough"!"

N : ""Chigri oullé²⁸"?"

K : ""Chigri oullé"!" (*Rires*)

27. « C'est bon », en tigrinya.

28. « Pas de problème », en tigrinya.

G.2 Entretien 20 - Retranscription intégrale

K : "You're ready ?"

N : "Tsobough!²⁹"

(*Question en tigrinya*)

K : "Yes, they live here."

N : "Okay."

K : "This is his house. Also they have a plot behind the house."

N : "Okay. How many plots do they have?"

(*Question en tigrinya*)

K : "He will show us the plot part."

N : "Okay."

K : "One, "Hezi³⁰"." (*Ils parlent tigrinya*) "There's only two plots."

N : "Down, and up. The two bigs. Down and up."

K : "The upper one is for anothers."

N : "Okay, okay. So they are clustered."

K : "Already, 2.b. is clustered. Okay. "Or aerial photograph"³¹, it's for you. Okay."

N : "It's for me. Shall we go back maybe?" (*Nous retournons à notre place*)

K : "Continue?"

N : "Yes, please."

K : "Okay."

(*Ils parlent tigrinya*)

K : "Okay. The plot land is already get by sharing. Already by government."

N : "By government, okay. But it belongs to him now?"

K : "Yeah."

N : "Since when does he live here?"

(*Question en tigrinya*)

K : "They say my eyes is not normal now. They feel sick. But about the plot they told me previously specially the Haile Selassie regime before Dergi, those two plots and another wide plot in another area also they have big plotland."

N : "Okay."

K : "But later government start to share the plots. So another part for another person. Only they take those two plots."

N : "Okay, so..."

Y : "But previously those two plots and another areas for her parents."

N : "Parents?"

K : "Yeah."

29. "C'est bon", en tigrinya.

30. "Ici", en tigrinya. Il montre les parcelles.

31. *Il lit la fin de la question.*

N : "What is this other area?"

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : ""Sehilou"."

N : ""Sehilou"?"

K : ""Sehilou"! This site is "Sehilou". Hum, the plotland in "Sehilou" is now for her children, the biggest one."

N : "Okay for the biggest one."

K : "Not through, ah, yeah, is like through donation."

N : "Through donation? So it was not taken by Derg. It was donated?"

K : "Yeah. "Sehilou"."

N : ""Sehilou"."

K : "Do you need the meaning?"

N : "Oh maybe, the meaning, yeah."

(*Question en tigrinya*)

K : "They don't know its meaning. Already "Sehilou" means the name of this hum..."

N : "This place."

K : "Yeah."

N : "Okay. And what were they saying about "Atamito"?"

K : "Hum, "Atamito" is here. Already."

N : "Yeah, but they were talking about it."

(*Ils parlent en tigrinya*³²)

K : "They said, hum..."

N : "Yes?"

K : "Totally it's called this and the lower one is "Atamito". But the specific name of the plotland is..."

N : ""Sehilou", okay. So 5.a. is okay."

K : "Yeah."

N : "Hum, number 6, so the name of this place."

K : "Okay, "What is the name of this place"." (*Il lit la question*) "This place." (*Il pose la question en tigrinya*) "So, "Atamito"."

N : ""Atamito", okay."

K : ""Sehilou", which means, hum beyond that Ato Debremariam, huuuum..."

N : "Hailemariam!"

K : "Hailemariam, that not present in his house. Beyond that, it's "Sehilou"."

N : ""Sehilou", okay."

32. Durant la conversation, le terme "gujile" est employé, qui renvoie à un niveau administratif très local. D'après ce qui nous a été expliqué à Mengangebit, sur le site des coupes MGa et MGb, un "lemat gujile" comporte 30 foyers. Il s'agirait d'un "groupe" de familles (Mjaaland, 2013). Ici, il est donc probable qu'"Atamito" soit le nom du "gujile", et que "Sehilou" désigne un échelon encore plus petit, le groupe de parcelles.

K : "But "Atamito" is here.

N : "Okay."

(*Ils parlent en tigrinya. Durant la conversation, le traducteur emploie le terme « Enda »*)

K : "'Enda", which "Endasawna", which means the location of the Wakarida."

N : "Yes."

K : "In order to clear that, I give the example. "Enda", which means small. So what is "Atamito" ?" (*Ils parlent en tigrinya*) "I gave the meaning now. "Atamito" which means the name of the tree."

N : "It's, it's a tree."

K : "Yeah. Previously, this site was mostly covered by this types of tree."

N : "Okay."

K : "So it's name is derived from that."

N : "Okay."

K : "I try to them in order to more clear." (*Il rit*)

N : "Thank you."

K : "By giving example."

N : "Thank you? Okay, and "Sehilou" they still don't know?"

K : "Hum?"

N : "'Sehilou'? They still don't know?"

K : "'Sehilou'?"

N : "'Sehilou", le, the name of the, the other place."

K : "Hailu?"

N : "'Sehilou³³!" K : "'Sehilou'."

N : "The name of the other place."

K : "Okay." (*Il pose la question en tigrinya*) "Okay, "Sehilou" which means the deepest."

N : "The deepest, okay."

K : "It's mostly found on deepest one. "Sehilou" which means deepest."

N : "Okay. Thank you."

K : "Okay. 7.a."

N : "'Are there other members of the family cultivating with you?'" (*Je lis la question*) (*Il pose la question en tigrinya*)

K : "He and also his wife."

N : "Yes."

K : "Only, but they have all the children. The biggest one is, hum, lives in another areas near Edaga Hamus, in another towns."

N : "Okay. So it's only him..."

33. Le *h* est très dur, un peu guttural dans ce toponyme. Ma (mauvaise) prononciation a visiblement gêné la compréhension de ma question. Hailu est le prénom d'un habitant de Wakarida, gardien du site, interviewé quelques jours auparavant, entretien 12.

K : "And his wife."

N : "...and his wife. And sometimes..."

K : "Sometimes the smallest childrens."

N : "Okay. Okay, we can continue."

K : "I think, hum..."

N : "Yeah, it's : "Since when does he live here?""

K : ""Since when do you live here?"" (*Il lit la question*)

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : "He was born in Adaqwa."

N : "A-da-qwa. Qwa?"

K : "Adaqwa, qwa." (*Ils parlent en tigrinya*) "So, hum, just I said you, he was born in Adaqwa, which means in Afar region."

N : "Afar, okay."

K : "But her fathers came to this, hum, as pastoralist, pastoralist. By having animal in order to, in order to, there was pastoralist. They came to here, hum, and they live here being a pastoralist. But later in 1988 Ethiopian calendar which means before hum 22 years."

N : "Okay."

K : "Already after his mother and his father was died, in 19, hum, before 22 years, government give the plot land or, hum, tell them in order to live stay in one area, so the land of the people the plot was give for him."

N : "Okay."

K : "Before 22 start live, hum, being a farmer."

N : "Okay."

K : "In stable land."

N : "So, hum, the, his father, he was pastoralist, but he was pastoralist here or he was doing part here and part in Adaqwa?"

K : "Adaqwa."

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : "His father is, already his life is pastoralist, hum, Adaqwa also they live as pastoralist. Sometimes they also go to Hawzen."

N : "Hawzen."

K : "Hawzen, which means from Edaga Hamus to west direction."

N : "Yes, yes."

K : "Hum, their way of life is depending on pastoralist, they are not, hum, used plots."

N : "Okay, and they were, were they settled somewhere or were they moving?"

K : "By moving."

N : "They were nomads?"

K : "But finally..."

N : "They were nomads?"

K : "Yeah, they were nomads. But finally when he come to this by being pastoralist, already they was, hum, big and oldest, they was died."

N : "Okay."

K : "They was buried in that cemetery area."

N : "Okay."

K : "But his son, which means him."

N : "Him."

K : "Start to live here. Government also, give them plot land."

N : "Okay."

K : "And give information them in order to live stay in one area."

N : "Okay."

K : "For, hum, they start to live or they start to use plot land."

N : "Okay."

K : "Beyond, I mean before 22 years."

N : "Okay, okay, that's clear, thank you."

K : "Okay."

N : "So, 9.a. is "Yes"."

K : "...grand-parents also live here?" (*Il lit la fin de la question*) Yeah. Yeah, okay."

(*Ils parlent en tigrinya*)

K : "They ask me, (?)³⁴ their eyes, he feeled sick."

N : "Okay."

K : "But if you have some medicine, or could you give me?" (*Il rit*)

N : "Oh, okay."

K : "But I will tell them, they are coming for another purpose, or for another reason in order to study this Wakarida. But sometimes, there came foreigners, in order to give..."

N : "Ah, medicine! Sure."

K : "Medicine to the oldest one, specially for eye."

N : "Okay."

K : "He can get from them, when he came."

N : "Okay."

K : "He must ask information from people live in the town."

N : "Okay."

K : "Because they are more available for information."

N : "Okay."

K : "But they are, I told him you came for another purpose, or for another reason."

N : "Yes."

34. La personne interviewée parle en même temps, le traducteur parle assez bas à ce moment, il est impossible d'entendre le début de la phrase.

K : "They are agree, okay."

N : "Thank you. I'm sorry, I'm not, I mean, I cannot give medicine because I, I don't know what to give, I don't, I will not, I don't know ..."

K : "Yeah! We communicate already." (*Il rit*)

N : "Thank you!"

K : "Hum, I think..."

N : "9.b., hum, does he... So his ancestors, they didn't cultivate?"

K : "Hum, the tools, or?" (*Il pose la question en tigrinya*) "Yeah. They use the same tools, the same process or activities of the farming."

N : "But you said that his father didn't depend on agriculture?"

K : "Yeah."

(*Il pose la question en tigrinya*)

N : "He was only depending on pastoralist. You said that they were, they were pastoralist, and..."

K : "Yeah. Okay." (*Il pose la question en tigrinya*) "Sorry, it's my fault."

N : "It's okay, it's okay!"

K : "They don't depend on farming."

N : "Okay."

K : "But only on pastoralist."

N : "Okay. So they didn't use the same tools."

K : "Yeah."

N : "Okay. We can ask him the next one. Take your time, take your time!"³⁵

(*Il pose la question en tigrinya*³⁶)

K : "In order to preserve water. In order to, also in order to, hum. In order to preserve water, and to protect from erosion, soil erosion." (*Ils parlent en tigrinya*)

N : "But, hum, there's one question that we didn't asked, this one."

K : "Okay. "How was it when they arrived?"" (*Il lit la question*)

N : "Were there terraces when he began to cultivate here? Or when his parents..."

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : "Already the land was given by the government but the terraces built by himself."

N : "By himself?"

K : "Yeah. Yeah."

N : "And when his father was here, there was no terraces?"

K : "Yeah."

N : "Okay."

K : "I asked them, there was no terraces. Already is depend on, like, pastoralist."

35. Le traducteur était en train de boire.

36. Dans la réponse de la personne interviewée, on entend l'expression "May eukkour", qui est le nom donné, dans l'entretien 25, à la question 14.g., qui représente des compartiments empierrés, disposés sur le versant, perpendiculairement à la pente. Voir sous-section F.2.

N : "Okay."

K : "But when he start to use plot, they already built the terrace."

(Ils parlent en tigrinya)

K : "So, it is difficult to cultivate here, they have the stones inside, also, they have big roots of the ancient trees, also, hum, flood was eroded."

N : "Okay."

K : "And the terrace, sometimes, fell, or destroyed."

N : "Okay."

K : "Because of these reasons..."

N : "Okay."

K : "It's difficult to cultivate here."

N : "Okay. Hum, the terraces they have sometimes, they are sometimes destroyed by heavy floods, yes?"

(Il pose la question en tigrinya)

K : "Yes."

N : "Yeah. Hum, when hum, what is the frequent, frequency?"

(Il pose la question en tigrinya)

K : "They said, already, just, as you know, hum, this year is already, the rain is very small, but when, if the rain is high, always some part, hum, destroyed. For example, last year, hum, last year, this, some part of the terrace was destroyed."

N : "Okay. And ..."

K : "In order to destroyed, it's depend on the..."

N : "The rain, okay."

K : "The rain amount."

N : "And when he arrives, the man, when he arrived, here, and began to cultivate..."

K : "Yeah."

N : "He began, he built the walls. How many times did he take to build the wall?"

K : "After."

N : "One wall. Not after destruction. Just begin new, new wall."

(Il pose la question) K : "They say..."

N : "Yes?"

K : "In the beginning, hum, already, it's build by himself."

N : "Yes."

K : "It takes one week for one terrace."

N : "One week for one terrace, okay."

K : "One week, one, for one terrace, hum, but later, when flood is destroyed."

N : "Okay."

K : "Already, as you see, his eyes, already were young, or, I, no, very old."

N : "Old, yeah."

K : "So, the destroyed one is, or the destroyed part is built by daily workers."

N : "Okay."

(La personne interviewée parle)

N : "What he says?"

K : "Hum?"

N : "What does he say?"

K : "We are the same with peoples live in Sawna."

N : "Yeah!"

K : "That means in Wakarida."

N : "Yeah, that's us!" (*Rires*³⁷)

K : "Yeah. Okay, it's b."

N : "Yeah. Is there enough water? Do they use water tank or irrigation?"

(Il pose la question et s'interrompt)

K : "Irrigation, which means "mosno"."

N : "Hum?"

K : ""Mosno"! Irrigation."

N : ""Mosno"?"

K : "Hum!"

N : ""Mosno.""

K : "Irrigation"³⁸.

N : "Okay."

K : "There's no irrigation."

N : ""Mosno yellem"³⁹. Okay."

(Ils parlent en tigrinya)

K : "They don't use irrigation."

N : "Okay."

K : "Because not enough source of water."

N : "Okay."

K : "Hum, for drink".

N : "Okay."

K : "Also, it is not good. Or it's not enough source of water."

N : "Okay."

K : "They bring the water for drink from that."

N : "The pump?"

37. J'ai cru qu'il parlait de l'équipe Wakarida, mais il parlait de lui et Hailu, Hagos et Woldo, comme il le dit plus tard, page 599.

38. Pendant cet échange, l'interviewé répète "yellem, yellem!", "il n'y en a pas" (d'irrigation).

39. "Il n'y a pas d'irrigation", en tigrinya.

K : "Pump. It's very difficult ⁴⁰."

N : "Yeah."

K : "Very steppy."

N : "With donkeys."

K : "Yeah, but they build small tank."

N : "Yes."

K : "In order to preserve water. But now it's not hold water because there is no rain."

N : "Okay."

K : "But if there is full of rain, it's preserve some amount of water."

N : "Okay."

(Ils parlent en tigrinya)

K : "The water that is preserved in the tank, they use for animal, in order to drink."

N : "Okay."

K : "For themselves, for washing clothes, washing their materials."

N : "Okay."

K : "They use for this purpose."

N : "Okay."

K : "Okay. 12. A. out of 12 ⁴¹."

(Il pose la question en tigrinya et s'interrompt)

K : "'Mengesti" which means government."

N : "I know, I know!" (*Rires*)

K : "Government told them in order to take something, which means, fertilizer, hum, more productive crops."

N : "Okay."

K : "Hum, they take previously, some. But it is not comfortable this area, because if there is no full rain, fertilizer is not good for the crops."

N : "Okay."

K : "If there is full, it's good, but if there is no full rain, it's not good for the crops. Hum, because, most of the times, there is no full rain."

N : "Okay."

K : "Therefore already now they leave it, to take fertilizer."

N : "So now they don't take fertilizer anymore?"

K : "Yeah."

N : "That's it?"

K : "Yeah, sometimes, they take, but they don't anymore."

N : "Okay. They don't, they don't do it anymore."

40. La pompe est située au niveau de la route, en bas, dans la vallée. La maison est perchée sur le versant, au bout d'un sentier de mule.

41. Il s'agit du numéro de la question : 12.a.

K : "Yeah. The productive crops, the productive ones, more productive crops, sometimes they take."

N : "And do they participate in Food for Work?"

(*Il pose la question*)

K : "They said, when, hum, they send to another, to participate in making terrace, or by government, they get something, which means..." (Il pose une question en tigrinya) "Government gives them only money."

N : "Money."

K : "When they build terrace. Next."

N : "Next is 'bout trees, "Were there more trees before?"" (*Je lis la question* K : "Okay." (*Il pose la question en tigrinya*⁴²) ""Gueza", house."

(*L'interviewé continue de répondre*) ""Tid"⁴³."

N : ""Aouleh"⁴⁴."

K : ""Aouleh", which means, that type of trees, what's called in English? This type of?"

N : "This one?"

K : "Yeah, this one."

N : "Olea?"

K : "Olea?"

N : "This is olive tree."

K : "Olive tree, yeah. "Aouleh" in tigrinya."

N : ""Aouleh"?"

K : "Yeah, "aouleh". Hum, they said, all this part are covered by this types of tree, "Tid" and most, more concentrated trees."

N : "Okay."

K : "But when population start to live here or increased its number..."

N : "Yes?"

K : "It start to cut them in order to build house or in order to use the area for plot. Already these trees are deforested."

N : "Okay. At the beginning, he was, hum, what was he saying? Because I heard some name of trees, so he was giving the different types of trees, or...?"

K : "Him?"

N : "No, the man."

K : "Yeah, they list : "Tid", hum, this olive, hum, another types of trees, what's called? "Tatahalé" in tigrinya, "tatahalé", I don't know in Amharic, I, sorry, in English."

42. Dans la réponse, on entend l'interviewé citer plusieurs espèces d'arbres (notamment "Tсахиди" et "Aouleh"), après avoir utilisé le terme "bouzou", "beaucoup" en tigrinya. Il commence ensuite une autre phrase par "lomi", "aujourd'hui", en tigrinya, suivi de près par la mention des "beles", figuiers de barbarie récemment implantés, autrefois absents du paysage.

43. *Juniperus procera*, Genévrier d'Afrique (en amharique).

44. Transcrit "Auleh" dans Bekele-Tesemma et Tengnäs (2007), désigne en tigrinya l'olivier d'Afrique, *Olea europaea* subsp. *cuspidata*, aussi appelé *Olea africana*.

- N : "Ta-. Tata-?"
- K : "'Tatahalé'."
- N : "Tata..."
- K : "Té – ta – lé⁴⁵."
- N : "-Halé. Okay."
- K : "These types of tree."
- N : "Okay."
- K : "So, these in tigrinya, in English I don't know, sorry."
- N : "Okay."
- K : "By these types of trees, already covered, this areas."
- N : "Okay. And now, with the, the people and the plots, there are no, no more trees?"
- K : "Yeah. After that when they start to build house, to use plots, already..."
- N : "Does he remember the, the time, not exactly the time, but the, the, the period, when it began to be, hum..."
- K : "Deforested."
- N : "Deforested, yes, exactly."
- (*Ils parlent en tigrinya*)
- K : "It is already, they said, the plot, I mean, the trees was litt, hum, des, hum, deforested little by little. For example in 1977 Ethiopian calendar⁴⁶, there was a big drought."
- N : "Okay."
- K : "Hum, because of this big drought, already those trees start to little by little in order to deforested. The people, himself, I mean, himself also, cut specially these types of, of ..."
- N : "'Aouleh'?"
- K : "'Aouleh'. They eat the animals."
- N : "They...the..."
- K : "They use as source of food for animals."
- N : "Ah, okay. They give it to the animals."
- K : "Yeah, by cutting, this, animal can eat it. So little by little, it start from 1977⁴⁷."
- N : "Okay."
- K : "It start deforest it the trees. But mostly or the more that the trees start to deforest is from 1988⁴⁸."
- N : "Ethiopian calendar?"
- K : "Ethiopian calendar. Government give them the area, for plot."

45. Lors de la décomposition du terme, la prononciation du traducteur l'a rapprochée de "Tetale" et de "Tathalo", qui désignent tous deux, en tigrinya, *Rhus natalensis* (Bekele-Tesemma et Tegnäs, 2007), une espèce de sumac.

46. 1984-1985 en calendrier grégorien.

47. Calendrier éthiopien.

48. Calendrier éthiopien, soit 1995-1996.

N : "Okay. So it was..."

K : "So from this to this..."

N : "Yes."

K : "Little by little, start to deforest it. The more land is around here."

N : "The more deforestation is..."

K : "In 1988⁴⁹."

N : "Okay. Okay. It's very interesting. Hum. The, yeah. Next one, is 'bout construction wood. Like, hum, I would also like to know, but maybe we can ask it a little bit later, the, the wood they use for this little hut, it is "Tсахиди"⁵⁰, also, or...? "

(Il pose la question en tigrinya)

K : "'Tid", "Tсахиди", only. Echi." (Il pose la question en tigrinya) "Be afar⁵¹, "Sariza", "Sariza"."

N : "'Sariza'."

K : "'Sariza'."

N : "Be afar."

K : "Be afar, which means, "Tсахиди". Yes."

N : "Sa-"

K : "'Sariza'."

N : "'Sariza'. Yes."

K : "It's in afar, already. "Tсахиди" in Tigrinya."

(Il pose la question en tigrinya)

K : "Around that."

N : "Okay."

K : "They got all the wood for the house."

N : "Okay."

K : "From around this area."

N : "Okay. Do they use a special species for building the houses?"

(Il pose la question en tigrinya)

K : "'Sariza", yeah, yeah, yeah."

N : "Okay, "Sariza'."

K : "Sorry. They said, the type of tree we use in order to build houses is "Sariza'."

N : "'Sariza'."

K : "Which means "Tсахиди'."

N : "Which means "Tid'." (*Rires*)

(L'interviewé continue à parler en tigrinya⁵²)

49. Calendrier éthiopien.

50. *Juniperus procera*, Genévrier d'Afrique (en tigrinya).

51. "En (langue) afar", en tigrinya.

52. On l'entend clairement dire "lomi kalamitos" ("aujourd'hui, kalamitos", en tigrinya), ce que le traducteur exprime par la suite.

K : "But now it is change it, hum, by, hum, it's change it now, or it's represent by "kalamitos", which is most common now, it's when water is the biggest one. Not common here, but I will show you later."

N : "Okay, and they, they take it where?"

K : "Mostly, it's grow when enough source of water is."

N : "Okay."

K : "Hum, available. But not use more. I have never seen around this, until now. But I will show you sample."

N : "Okay."

K : "Don't...Remember me!"

N : "Okay." (*Rires*) "And, so, they have to buy it, if it's not in, available in the, in the..."

K : "They will buy it, yeah."

N : "Okay."

K : "I don't know what's called in English, but I will show you later."

N : "Okay."

(*L'interviewé commence à parler en tigrinya*)

K : "Hailu..."

N : "Woldo? Woldo also?"

K : "Yeah, they. "We are the same with Hailu , Hagos, hum..."

N : "Woldo?"

K : "Woldo. Hum, okay."

N : "Okay. This is time for photos."

K : "Photos?"

N : "Yes, photos. I don't know if he can see, but maybe his wife?"

K : "His wife."

N : "Yeah."

K : "She can for him."

N : "Thank you."

(*Le traducteur se déplace et montre le photoquestionnaire à l'épouse. Elle est aidée de deux petites filles. L'homme vient en renfort à l'oral pour donner les versions afar des noms en tigrinya*)

K : ""Eyla"."

N : ""Eyla"?"

K : ""Eyla"."

N : ""Eyla⁵³". In tigrinya?"

K : "Tigrinya, yeah, "Eyla"."

53. L'homme et la femme répètent le terme jusqu'à ce que j'arrive à l'enregistrer. L'homme ajoute "be tigrinya" (en tigrinya).

N : "Be tigrinya⁵⁴."

K : "Eyla."

N : "Eyla."

K : "Eyla" which means, the moisture one."

N : "The moisture?"

K : "Moisture, which means..."

N : "Okay!"

K : "The land that have..."

N : "Water."

K : "Water, some water, when you compare with other near that."

N : "And, "be afarinya"⁵⁵?"

(*Il pose la question en tigrinya*⁵⁶)

K : "Sonosso", just same."

N : "Solossou"?"

K : "-nosso". Which means the same."

N : "Ah, just the same."

K : "Let's continue to 14.b."

N : "Yes."

(*Il pose la question en tigrinya*)

N : "Meida⁵⁷ ? Okay."

K : "Meida". (*Il reprend en tigrinya*)

N : "Be tigrinya, be afarinya⁵⁸."

K : "Tigrinya, afarinya, they have the same."

N : "Chigri oullé⁵⁹."

K : "Chigri oullé".

(*Il montre la photo suivante*)

N : "Gwolgwol". Be tigrinya? Be afarinya?⁶⁰

(*Il pose la question en tigrinya*)

K : "Kwoulou haddé". The same."

N : "Same."

(*La femme ajoute quelque chose*)

N : "Randa"?"

54. "En tigrinya", en tigrinya.

55. "En afar?", en tigrinya.

56. Dans la réponse à cette question, l'homme dit : "Be afarinya, "Dildil", mais la femme et les filles ne semblent pas d'accord avec cette réponse. Dans la toute première réponse, la femme montre les murs un à un sur la photo, en disant "Dildil, dildil, dildil", puis, pour la partie cultivée, elle dit "grat".

57. J'entends la femme énumérer plusieurs noms, mais elle se fixe finalement sur "Meida" (plaine).

58. "En tigrinya et en afar", en tigrinya.

59. Une des petites a fait tomber quelque chose de mon matériel.

60. "En tigrinya? En afar?", en tigrinya.

K : "Sometimes, it's called "Randa"."

N : ""Randa" ?"

K : ""Randa"."

N : ""Randa" be afarinya ?"

K : "Be afar. In afar, it's called "Randa"⁶¹"."

(*Il pose la question suivante*)

K : "Yeah, "guiddib" or..."

N : ""Guiddib"."

K : ""Ammed ekkaba". Preserving soil it means."

N : "Okay. "Guiddib" or "Ammed..." ?"

K : ""Ekkaba"."

N : ""Ammed Ekk..."

K : ""Ekkaba"."

N : ""Ekkaba ? Ekkaba"."

K : ""Ammed", soil."

N : "Soil."

K : ""Ekkaba", preserving."

N : "Preserving."

K : ""Guiddib" which means also..."

N : "Terrace."

K : "Supporting or terrace. Is it clear ?"

N : "Yes, it's very interesting."

K : "In order to retranslating."

N : "Yeah, it's good! And, did she say "Lem'at" at the beginning ?"

K : "Hum, "Lem'at", which means, hum, sometimes called "Lem'at", which means, making the area green."

N : "Okay!"

K : "In order to, this main purpose is in order to make green or in order to make forested."

N : "And forested ? Okay."

K : "The main target is for terraces by preserving soil, in order to make the site, or area..."

N : "Green."

K : "Green. Or forest."

N : "Ouwa!"⁶²

K : "I think, hum, is fine ?" (*Rires*)

N : "It's clear, yes, fine! Thank you."

K : "If not clear, you can ask."

61. L'homme confirme de loin "Ouwa, be afar, randa!", "Oui, en afar, "randa"!"

62. "Oui!", "Okay!", en tigrinya.

N : "No, it's, it's very clear."

K : "(?)⁶³ I'll just try to understand it."

(*Il pose la question suivante en tigrinya. Une des petites interpelle sa mère*)

K : "'Mamma', which means mother." (*Il rit*)

(Il continue à discuter avec la femme. Une des filles dit "Behati", ce qui fait rire la femme et le traducteur)

N : "What is "Behati"?"

K : "Cave!"

N : "Cave? Okay." (*Rires*)

K : "But it's not a cave!"

N : "It's not a cave, no."

(*Ils continuent à discuter en tigrinya*)

K : "I think it is not in a river?"

N : "No."

K : "Yeah."

N : "No, it's on a slope."

K : "Yeah." (*Ils continuent à discuter en tigrinya*)

N : "It's on, on the top, on the top."

(*Ils continuent à discuter en tigrinya*)

K : "'Berreha". "Berreha". This is not plot land. I am right?"

N : "I don't know. It's, it's a question for me. Because I, there is very, there is a lot of rocks, so, I don't know if it's used as..."

K : "Because they told me, if it is not for plot land."

N : "Okay."

K : "If it is covered by lot of stones, it is called "Berreha"."

N : "'Berreha". It is be..."

K : "'Berreha", which means, out of hum...out of..."

N : "Use?"

K : "Use."

N : "Okay."

K : "Which means, for plot, it is not already used for plot, but they use it for animal, in order to say like that."

N : "Okay. Is it Tigrinya or..."

K : "'Berreha" is. "Berreha", ah yeah, I, I know, it's Tigrinya."

(*Il demande en tigrinya*⁶⁴) "'Haddé", the same."

N : "'Haddé", the same."

K : "The same."

63. Il y a une grosse bourrasque de vent, je n'arrive pas à entendre ce que dit le traducteur à ce moment.

64. K : "Be Afarka?"; Homme interviewé : "Kwoulou haddé".

(Il pose la question suivante)

K : "'Tarhali", which means, land of tree. This not tree. We need this."

N : "Yes. Yes. But if they don't know, it's okay."

K : "I will try, in order to clear for them."

N : "Sure."

K : "If not, we'll leave it."

(Ils continuent à discuter en tigrinya)

K : "They said hole, but it have not hole."

(Ils continuent à discuter en tigrinya)

K : "'Oreye", which means like a tank."

N : "Okay."

K : "Hum, when, he, if it is made by, plastic."

N : "Okay."

K : "First you dig a hole, later covered by plastic."

N : "Okay."

K : "In order to conserve water."

N : "Okay."

K : "This called 'Oreye'."

N : "'Oreya' ?"

K : "'Oreye". But it is not, no, no, no⁶⁵! This is not 'Oreye'."

N : "Okay, this is not 'Oreye'."

K : "But 'Oreye' which means, in order to clear that."

N : "Okay, okay."

K : "First dig hole, cover by plastic, it's very strong."

N : "Okay."

K : "Plastic, later water conserve inside. This is called 'Oreye'."

N : "'Oreye'."

K : "They said this is 'Oreye'. But not 'Oreye'."

N : "Okay, okay. If they don't know you can. . ."

(Ils continuent à discuter en tigrinya)

K : "Jump it!"

N : "Yeah."

K : "After, hum, maybe later, clear."

(Il pose la question suivante)

K : "'Goulgwad'."

N : "'Goulgwad'."

K : "'Goulgwad'."

(Ils continuent à parler en tigrinya)

65. J'étais en train de noter ce terme comme réponse.

K : "Goulgwad".

N : "Goulgwad".

K : "Hole."

N : "Hole."

K : "Later, hum, planted here."

N : "Okay. It's the same in afarinya, tigrinya?"

(Il pose la question en tigrinya)

K : "Bwodoh." "Bwodoh".

N : "Bwodoh".

K : "-doh!"

N : "-doh. "Bwodoh".

K : "Goudgwad" means..."

N : "Bwodoh".

(Il pose la question suivante en tigrinya. Une des filles répond "Kulsas")

K : "Kulsas", yeah. "Kulsas", which means this⁶⁶."

N : "Ah, okay!"

K : "Kulsas"!"

N : "Kulsas"?"

K : "Kulsas".

N : "Kulsas". *(La femme rit en répétant "kulsas". Le traducteur lui demande comment on dit en afar, elle répond "be haddé"⁶⁷)*

K : "Haddé", the same. "Kulsas", which means already, the hum...crops..."

N : "The, the, yeah, the straw...Yeah."

K : "Yeah."

N : "Kulsas".

(Il reprend en tigrinya)

K : "They said "guidmi".

N : "Guidmi".

K : "But..."

(Il reprend en tigrinya)

K : "Wait, wait."

(Il reprend en tigrinya)

K : "I said Zeineb⁶⁸, please help them, in order to make clear." *(Les interviewés parlent entre eux, en tigrinya)*

N : "But if they, they say "guidmi", I take "guidmi".

K : "You can take it? They said "guidmi", but."

66. Il me montre une meule de foin sur la photo.

67. "Pareil", en tigrinya.

68. Zeineb est la nièce de l'interviewé, et aussi la répondante à l'entretien 19. On lui a parlé juste avant de venir ici, et on l'a retrouvée chez son oncle en arrivant pour parler à celui-ci.

N : "If they say "guidmi", I mean there is, it is their knowledge, I can accept what they have to say."

K : "It's possible for you?"

N : "There is no right or..."

K : "Sometimes, maybe..."

N : "I heard they say "meida" also. Yeah. So, it's okay."

K : "Okay."

N : "We are finished with the pictures."

K : "Yeah."

N : "Mmh. Can I know the...thank you very much⁶⁹. Can I know the, the...I will take the information of him and her, because they have responded together. Okay?"

K : "Yeah."

N : "So the name and ages of both, if possible."

(Il demande à l'homme)

K : "Abraham Ali."

N : "Abraham Ali."

K : "Ali."

(Il demande son âge à l'homme)

K : "Sebaha. Seventy."

N : "Seventy, I understood. Sebaha." *(Il lui demande son âge)*

K : "Sebaha, seventy."

N : "Sebaha."

(Il demande son nom à la femme)

K : "Her name is Ambia."

N : "Ambia."

K : "Ambia Mohammed."

N : "Ambia Mohammed."

(Il demande son âge à la femme, qui répond "arbaha" (quarante), tandis que l'homme précise "Cheikh Mohammed")

K : "Ambia Cheikh Mohammed. Cheikh, which means priest, but Ambia Mohammed is enough."

N : "Okay."

(Il lui redemande son âge)

K : "Arbaha."

N : "Forty."

K : "Forty." *(Rires)*

(Ils discutent en tigrinya)

K : "They said, "I am illiterate, our children are more knowledgeable as us. I am illiterate,

69. Il me rend le feuillet avec le photoquestionnaire.

but...".

N : "You can tell her that she has a lot of knowledge that are very interesting, and, hum, even if she is illiterate, she has a lot of knowledge."

(Il traduit)

K : "He said, "yes, yes.". Hum, okay."

N : "And the number of person in the household, it's, hum, if it's possible."

K : "Okay."

N : "And to finish, I would like also to take a picture of all the family, if they agree."

(Il pose la question en tigrinya)

K : ""Kwololuh"!"

N : ""Qwolo⁷⁰"?"

K : ""Kwololuh"!"

N : ""Kwololuh"."

K : "Children which means." (*Rires*)

(Il continue la conversation en tigrinya)

K : ""Amushte"!"

N : ""Amushte"."

K : ""Amushte"!"

N : "Five. The two parents and "selesta" children."

K : ""Kwololuh"!"

N : ""Kwololuh"."

K : "No "selesta children"! "Selesta Kwololuh"!" (*Rires*)

N : ""Kwololuh! Selesta kwololuh". Okay. "Tsobough"."

K : "Hum, is fine?"

N : "It's fine. Just, hum, if they, if they agree."

(Il traduit)

K : "They say, we are voluntary. You can take photograph."

N : "Yes?"

K : "Yeah."

70. "Qwolo" ou "Quolo", un mélange de céréales grillées, parfois accompagnées de cacahuètes, servi pour l'apéritif ou pour grignoter.

H Dictionnaire des termes et expressions désignant les ouvrages de conservation des eaux et des sols en Éthiopie

| Transcription | Signification | Type de réponse |
|------------------|--|-----------------------|
| Agade | Horizontal | Topographie |
| Aghabah | Pour conserver l'eau | Fonction |
| Akabat | Synonyme régional de « Guidmi », qui est l'expression locale | Topographie |
| Amiough | Le plus profond | Topographie et aspect |
| Ammed Ekkaba | Préserver le sol | Fonction |
| Badaa | Improductif, hors d'usage | Fonction |
| Berahra | Zone qui n'est pas utilisée pour la culture. Pas cultivé mais couvert de roche. Hors d'usage | Fonction et aspect |
| Bwodoh | Trou. Équivalent de « Goudgwad » en afar | Fonction et forme |
| Dabba | Équivalent de « Guidmi » en afar | Topographie |
| Deret | Pâturage / parcelle | Fonction |
| Dildil / Deladil | Hautes terrasses sur les zones cultivées. Terrasses en général | Fonction et aspect |
| Dildil grat | Une parcelle avec des terrasses | Fonction et aspect |
| Doungour | Pierreux. Pierres | Aspect |
| Dorrah | Pour conserver l'eau | Fonction |
| Dourr | Forêt dense, terre non cultivée | Fonction et aspect |
| Ekabe may | Pour conserver l'eau. Plantation d'arbres pour reforester la zone | Fonction |
| Eugog | Équivalent de « Imni zibazigho bota » en afar | Aspect |
| Eyla | Endroit humide. Profond et présence d'eau | Topographie et aspect |
| Ezahati | Une terre (land) avec de l'herbe. Zone herbeuse de pâturage, pas pour l'agriculture | Fonction et aspect |
| Ferki warahi | Littéralement « demi lune » : pour préserver l'eau et planter des arbres | Fonction et forme |

| Transcription | Signification | Type de réponse |
|-----------------------|--|--------------------|
| Gaharti | Une zone avec beaucoup de pierres, qui n'est pas faite pour l'agriculture | Fonction et aspect |
| GouhEur zelowo bota | Un endroit qui a beaucoup de pierres | Aspect |
| Grat | Terre agricole | Fonction |
| Grba | Petite terrasse, petit muret | Aspect |
| Guiddib / Guedeba | Grand mur, grande terrasse. Terme utilisé pour parler du barrage d'Assouan. Sert à conserver l'eau et les sols | Fonction et aspect |
| Guidmi | Zone pentue | Topographie |
| Gurguat | | |
| Gwolgwol | Prairie. Fourrage | Fonction et aspect |
| Goudgwad / Gwadagoudi | Un puits pour collecter l'eau / trou pour collecter l'eau et faire pousser les plantes dedans | Fonction et forme |
| Gwourr | Pierres | Aspect |
| Haresha bota | Lieu cultivable | Fonction |
| Haresha grat | Terre (agricole) cultivable | Fonction |
| Haresha hounni | Pas pour la culture | Fonction |
| Imni zibazigho bota | Endroit / Terre avec beaucoup de pierres (tig.) | Aspect |
| Kareen | Une terre sur laquelle ne pousse ni herbe ni forêt | Aspect |
| Kattri | Pour que ça ne coule pas de l'amont vers l'aval | Fonction |
| Kazzan | Un trou qui collecte l'eau devant (= à l'amont) une construction en pierre | Fonction et forme |
| Kin | Haut et pierreux, improductif | Fonction et aspect |
| Kokhri | Zone pierreuse inculte | Fonction et aspect |
| Lailay Tahtai | En haut et en bas (littéralement) | Topographie |
| Lem'at | Vert et développé. Rendre la zone verte, forestée | Fonction et aspect |
| Lemam | Terre qui n'est pas cultivée. Éventuellement pour mettre des animaux | Fonction |
| Mahbellaoui zalah | Trou qui a la forme des vagues de l'océan (littéralement). Pour stocker de l'eau | Fonction et forme |

| Transcription | Signification | Type de réponse |
|----------------------|---|------------------------|
| May le eukkour | Pour conserver l'eau | Fonction |
| May Telefah | Pour conserver l'eau | Fonction |
| Meida | Pour une plaine, espace plat | Topographie |
| Meida eyghounen | Ce n'est pas plat | Topographie |
| Meret | Terre (land) | Autre |
| Meret haresha | Terre agricole | Fonction |
| Metralaoui zalah | Un trou pour conserver l'eau | Fonction et forme |
| Meughwar may | Pour conserver l'eau | Fonction |
| Qwana | Quelque chose qui est bâti avec des pierres | Aspect |
| Randa | Équivalent de « Gwolgwol » en afar | Fonction et aspect |
| Reggahai | Stable | Aspect |
| Regreg | Quand l'eau reste | Fonction |
| Rogwit | Sol très fertile | Autre |
| Sahara | Désert | Aspect |
| Saharti | Une zone avec beaucoup de pierres, qui n'est pas faite pour l'agriculture | Fonction et aspect |
| Setah | Plaine | Topographie |
| T'asha | Zone couverte de forêt et d'herbe | Aspect |
| Taharassa | Terre cultivable | Fonction |
| Tchintcha' | Pierreux. Terre avec beaucoup de petites pierres (cultivée ou non) | Aspect |
| Teggeddami | Horizontal / Pentu | Topographie |
| Terrabezaoui zalah | Une table avec un trou (littéralement) | Forme |
| Tsadafi | Plus vertical que « teggeddami » | Topographie |
| Walka | Sol sombre | Aspect |
| Wodague | En escalier, tout peut tomber en contrebas | Topographie |
| Zalah | Un trou pour l'eau | Fonction et forme |

TABLEAU H.1 – Dictionnaire des termes et expressions rassemblés dans le photoquestionnaire

Résumé : Le nord du Tigray (Éthiopie) est caractérisé par de vastes plateaux en bordure desquels se trouvent des vallées aux versants abrupts. Elles sont aujourd'hui comblées de sédiments et densément mises en culture à l'aide de terrasses. Des vestiges archéologiques axoumites ont été découverts sur le site de Wakarida. Les terrasses actuelles sont-elles le fruit de la transmission pluriséculaire d'un paysage « fossile » ? Les comblements résultent-ils d'une sédimentation dirigée entreprise de longue date par les Axoumites et leurs descendants ? Pour répondre à ces interrogations, une méthodologie systémique a été appliquée. L'étude d'accumulations sédimentaires dans les vallées a permis de mettre en évidence les principales phases de comblement et les différents facteurs (biophysiques ou anthropiques) de contrôle du détritisme. À partir du VII^e millénaire av. n. è., les conditions humides de l'*African Humid Period* dominant et des flux peu compétents déposent des sédiments fins. Les conditions se dégradent à partir du IV^e millénaire av. n. è. et l'influence des sociétés est plus net à partir du I^{er} millénaire av. n. è. Les comblements ne résultent pas d'une sédimentation dirigée. Les archives montrent la persistance de techniques culturelles sur le temps long, à l'exception des terrasses. Elles n'apparaissent pas avant les années 1960 dans le Tigray. D'après les archives et les entretiens, elles ont été érigées à partir des années 1990 autour de Wakarida, en lien avec des réformes agraires et des événements socio-politiques. Les ouvrages actuels, de construction récente, reposent donc sur des comblements anciens qui continuent à évoluer. Ainsi, les paysages hydroagricoles de la région de Wakarida ne sont pas fossiles mais palimpsestes.

Mots-clefs : Éthiopie ; Tigray ; Terrasses ; Érosion ; Dynamiques de versant ; *African Humid Period* ; Paysages ; Géomorphologie ; Géoarchéologie ; Archives ; Ethnogéomorphologie

Abstract : The northern Tigray (Ethiopia) is characterized by vast plateaus with steeply sloping valleys on their edges. They are now filled with sediment and densely cultivated using terraces. Aksumite archaeological remains have been discovered at Wakarida site. Are the current terraces the result of the centuries-old transmission of a "fossil" landscape? Do the fillings result from a controlled sedimentation undertaken for a long time by the Aksumites and their descendants? To answer these questions, a systemic methodology was applied. The study of sedimentary accumulations in the valleys revealed the main filling phases and the various factors (biophysical or anthropogenic) controlling detritism. From the 7th millennium BCE onwards, the wet conditions of the African Humid Period dominated and low-energy flows deposited fine sediments. Conditions deteriorated from the 4th millennium BCE onwards and the influence of societies is clearer from the 1st millennium BCE. Fillings do not result from controlled sedimentation. Archives show the persistence of techniques over a long period of time, with the exception of terraces. They do not appear before the 1960s in the Tigray. According to archives and interviews, they were erected from the 1990s onwards around Wakarida, in connection with agrarian reforms and socio-political events. The current structures, of recent construction, are therefore based on old fillings that continue to evolve. Thus, hydro-agricultural landscapes of the Wakarida region are not fossils but palimpsests.

Keywords : Ethiopia ; Tigray ; Terraces ; Erosion ; Slope processes ; African Humid Period ; Landscapes ; Geomorphology ; Geoarchaeology ; Archives ; Ethnogeomorphology



