



HAL
open science

ANALYSE POLLINIQUE DU SITE DE HAGENTHAL-LE-BAS (HAUT-RHIN, FRANCE) ET OCCUPATIONS ARCHÉOLOGIQUES DE L'EST DU SUNDGAU

Hervé Richard, Rose-Marie Arbogast, Muriel Roth-Zehner, Christian Jeunesse,
Charly Massa, Emilie Gauthier

► **To cite this version:**

Hervé Richard, Rose-Marie Arbogast, Muriel Roth-Zehner, Christian Jeunesse, Charly Massa, et al. ANALYSE POLLINIQUE DU SITE DE HAGENTHAL-LE-BAS (HAUT-RHIN, FRANCE) ET OCCUPATIONS ARCHÉOLOGIQUES DE L'EST DU SUNDGAU. *Quaternaire*, 2016, 27 (4), pp.315-327. <10.4000/quaternaire.7754>. <halshs-02186250>

HAL Id: halshs-02186250

<https://shs.hal.science/halshs-02186250v1>

Submitted on 17 Jul 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.



HAL Authorization

ANALYSE POLLINIQUE DU SITE DE HAGENTHAL-LE-BAS (HAUT-RHIN, FRANCE) ET OCCUPATIONS ARCHÉOLOGIQUES DE L'EST DU SUNDGAU

Hervé RICHARD¹, Rose-Marie ARBOGAST², Muriel ROTH-ZEHNER³,
Christian JEUNESSE², Charly MASSA^{4, 1} & Emilie GAUTHIER¹

RÉSUMÉ

Un paléochenal du ruisseau (le Kirchbach) parcourant la partie basse du village de Hagenthal-le-Bas (68) a été repéré lors d'une prospection destinée à inventorier les zones susceptibles de faire l'objet d'analyses palynologiques dans cette région du Sundgau, située à l'extrême sud de l'Alsace, sur le piémont au nord du massif jurassien. Cette prospection s'inscrivait dans le cadre du programme de recherche développé autour de l'abri Saint Joseph, situé sur la commune de Lutter à 8 km au sud-ouest de Hagenthal, qui a fait l'objet d'une fouille programmée entre 2005 et 2011. Le forage effectué dans ce paléochenal a permis de recueillir 4,50 mètres de sédiments limono-organiques déposés lors des épisodes de divagations du cours d'eau ; la sédimentation discontinue est affectée par de nombreuses lacunes chronologiques. La mesure en continu de la susceptibilité magnétique montre une succession de cycles et de pics de fortes valeurs répartis sur toute la séquence, traduction pour la plupart des déplacements du cours d'eau dans le fond de la vallée. Douze datations par le radiocarbone ont été effectuées sur cette séquence. La construction du modèle âge/profondeur a été difficile en raison de l'irrégularité de la sédimentation. Ce modèle confirme l'existence d'une importante lacune entre environ 9 000 et 4 000 ans cal. BC (environ 11 000-6 000 BP). Le diagramme palynologique débute au cœur de l'Allerød, entre environ 11 500 et 11 150 ans cal. BC (13 450-13 100 ans cal. BP), dans un environnement très forestier dominé par le pin. La fin de l'Allerød, la totalité du Dryas récent et l'extrême début de l'Holocène correspondent à un régime beaucoup plus actif du ruisseau qui a empêché toute sédimentation fine. À partir d'environ 9 400-9 300 ans cal. BC (vers 11 400 BP) débute alors une longue période largement dominée par le pin qui va durer jusque vers 3 600-3 500 ans cal. BC (vers 5 500 BP). Vers 4 400-4 300 ans cal. BC (environ 6 300 BP), apparaissent quelques grains de pollen de céréales accompagnés d'armoïse et de Rubiaceae. Si ces très faibles indices de présence humaine se situent bien dans une phase ancienne du Néolithique, ils sont toutefois plus récents que les occupations les plus anciennes du site archéologique de Lutter. Au cours du Néolithique final, pendant environ un millénaire, des signes plus évidents d'impact de l'homme sur l'environnement de cette micro-région sont visibles. Ensuite, il faudra attendre le milieu de l'Âge du Fer pour que de nouveaux indices polliniques d'anthropisation réapparaissent dans ce diagramme. Jusqu'au v^e siècle de notre ère, ils restent pourtant très discrets, masqués par les apports polliniques de la forêt humide qui occupe le fond de la vallée. À partir des v^e-vi^e siècles, jusqu'au xii^e-xiii^e siècles, des cultures variées, des pâtures et des prairies de fauche occupent une grande partie du territoire alors que les collines proches restent le domaine des forêts. Il est très probable que cette phase de forte emprise agricole se prolonge encore sur plusieurs siècles. En effet, à partir de 90 cm de profondeur, soit vers le xiv^e siècle, une phase détritique (trop pauvre en pollen) se développe et occupe toute la partie supérieure de la séquence. Cette phase détritique pourrait être la conséquence des effets locaux du Petit Âge Glaciaire. Toutefois, les indices polliniques d'anthropisation élevés tendent plutôt à attribuer cette augmentation du détritisme à l'anthropisation de plus en plus importante du bassin versant de ce ruisseau.

Mots-clés : palynologie, Sundgau, Tardiglaciaire, Holocène, occupations archéologiques, anthropisation

ABSTRACT

POLLEN ANALYSIS AT HAGENTHAL-LE-BAS (HAUT-RHIN, FRANCE) AND ARCHAEOLOGICAL SITES IN THE EAST OF SUNDGAU AREA

A stream paleochannel (the Kirchbach) situated in the lower part of the Hagenthal-le-Bas village was spotted during an archaeological survey. One of the aims of this survey was to identify sites suitable for pollen analysis in the Sundgau area, the extreme south of Alsace in the foothills of northern Jura Mountain. The study is part of a research program developed around the Saint Joseph rock shelter, located in the Lutter municipality 8 km southwest of Hagenthal, which was excavated between 2005 and 2011. A 4.5 meter silty organic sequence was found in this paleochannel. The sequence suffered several episodes of flooding and is characterized by a discontinuous sedimentation. Measurements of magnetic susceptibility showed a succession of cycles and peaks of strong values distributed over the entire sequence and correlated with the movements of the stream running in the valley. Twelve radiocarbon dates were performed on this sequence but the construction of an age/depth model was hampered by irregular sedimentation. Nevertheless the estimated age depth model confirmed the existence of a significant gap between ca. 9,000 and 4,000 cal. years BC (about 11,000-6,000 BP). The palynological diagram starts in the middle of the Allerød interstadial, between ca. 11,500 and 11,150 cal. years BC (13,450-13,100 cal. years BP), in a forest environment dominated by pine (*Pinus*). The end of

¹ Laboratoire Chrono-environnement UMR6249, Université Bourgogne Franche-Comté/CNRS, 16 route de Gray, FR-25030 BESANÇON.
Courriels : herve.richard@univ-fcomte.fr, emilie.gauthier@univ-fcomte.fr

² UMR 7044 (Archimède), CNRS-Université de Strasbourg-MISHA, 5 allée du Général Rouvillois, FR-67083 STRASBOURG.
Courriels : rose-marie.arbogast@misha.fr, christian.jeunesse@misha.fr

³ Pôle d'Archéologie Interdépartemental Rhénan (PAIR), 11 rue Jean-François Champollion, FR-67600 SÉLESTAT.
Courriel : muriel.roth-zehner@pair-archeologie.fr

⁴ Department of Geography, 2500 Campus Road, Honolulu, HI 96822 HONOLULU, USA. *Courriel :* massacha@hawaii.edu

the Allerød period, i.e. Younger Dryas and early Holocene, was characterized by a stronger stream regime which prevented steady sedimentation. Starting around 9,400-9,300 cal. years BC (ca. 11,400 BP) a long period dominated by pine lasted until around 3,600-3,500 cal. years BC (ca. 5,500 BP). From 4,400-4,300 cal. years BC (ca. 6,300 BP), on the sediments disclose some cereal pollen grains together with *Artemisia* and Rubiaceae pollen. This weak evidence of possible human impact corresponds to the early phase of the Neolithic period, which is however more recent than the oldest occupations detected in the Lutter archaeological site. During the Neolithic period, unambiguous signs of human impact on the environment are regularly found for a whole millennium. After this time, new anthropogenic indicators reappear in the diagram only in the middle of the Iron Age. They remain discreet until the 5th century AD hidden by the pollens from the wet forest which covers the bottom of the valley. Between the 5th-6th and the 12th-13th centuries, various crops, pastures and hay fields occupy the major part of the territory while the nearby hills remain forested. It is likely that this strong farming activity extended over many centuries. Indeed, from 90 cm deep, i.e. in the 14th century, a detrital phase (poor pollen preservation) is found up to the top of the sequence. This detrital phase could result from local effects of the Little Ice Age. However, palynological evidence of a heavy human impact suggests that it rather derives from the huge environmental footprint of medieval and modern agricultural practices in the stream catchment area.

Keywords: palynology, Sundgau, Late Glacial, Holocene, archaeological sites, human impact

1 - INTRODUCTION

Le site de Hagenthal-le-Bas (68) a été repéré en 2009 lors d'une prospection systématique destinée à inventorier les zones susceptibles de faire l'objet d'analyses paléoenvironnementales (palynologiques entre autres) dans cette région située à l'extrême sud de l'Alsace. Cette prospection s'inscrivait dans le cadre du programme de recherche développé autour de la fouille et de l'étude de l'abri « Saint Joseph » de Lutter (situé à 8 km au sud-ouest de Hagenthal). Découvert en 1983, cet abri-sous-roche a fait l'objet d'une fouille programmée entre 2005 et 2011. Ces recherches ont mobilisé une équipe internationale de chercheurs de l'UMR 7044 (CNRS et Université de Strasbourg) et de l'Institut de Préhistoire et Sciences en Archéologie de l'Université de Bâle (Suisse). L'objectif principal était de contribuer à l'étude des modalités de néolithisation du massif jurassien. Une attention particulière a été accordée au recouvrement des données archéobotaniques dans les différents niveaux d'occupation du site de Lutter (analyses « on site ») en procédant à un tamisage systématique des sédiments afin d'optimiser la probabilité de mise en évidence de graines de céréales en place dans des niveaux correspondant à la transition Mésolithique-Néolithique. Les fouilles ont livré une succession stratigraphique allant du premier Mésolithique (IX^e millénaire) à l'époque romaine et comportant notamment deux couches en lien direct avec cette problématique (Jeunesse *et al.*, 2014). Parallèlement à la fouille, a été engagée une prospection des alentours de l'abri, à la recherche de sites naturels dont l'analyse palynologique permettrait de restituer l'évolution des paysages et l'impact des activités humaines sur l'environnement végétal durant cet horizon chronologique. Les deux opérations menées conjointement entendaient, entre autres, contribuer au débat sur l'existence de défrichements et de cultures de céréales postulée par certains archéobotanistes sur la base d'indices palynologiques dans des niveaux datés entre la fin du VIII^e et le milieu du VI^e millénaires (Richard, 1994, 2004 ; Erny-Rodmann *et al.*, 1997 ; Jeunesse, 2003, 2008).

2 - LE FORAGE DE HAGENTHAL-LE-BAS

Les tests effectués sur les différentes zones humides repérées à proximité de l'abri de Lutter ont permis de

sélectionner la zone de Hagenthal-le-Bas qui pouvait révéler un enregistrement sédimentaire assez conséquent dont une partie serait contemporaine de l'occupation du site archéologique.

Cette zone humide est proche de la source d'un petit ruisseau (le Kirchbach) qui méandre dans la vallée située dans la partie basse des villages de Hagenthal-le-Haut et de Hagenthal-le-Bas (fig. 1). Ce ruisseau a entaillé la vallée dans les dépôts molassiques et les marnes du Rupélien supérieur et du Chattien (Oligocène).

Un forage a été effectué en septembre 2009 à proximité de ce ruisseau à l'aide d'une machine autoportée munie d'un carottier russe de 10 cm de diamètre, de type GIK (coordonnées du forage : 43°31'14.50"N – 7°28'32.96"E ; altitude : 361 m. Végétation actuelle du site : aulnaie). Ce forage a permis de recueillir 450 cm de sédiments majoritairement limono-organiques. Comme souvent dans ce type de remplissage, lié aux divagations d'un cours d'eau, la sédimentation est loin d'être homogène et présente des niveaux plus grossiers (composés de sables surtout) qui viennent s'intercaler dans la sédimentation fine. Deux niveaux majoritairement sableux ont ainsi été traversés : entre 25 et 79 cm, un niveau de sables moyens ; entre 300 et 401 cm, un niveau de sables grossiers à galets centimétriques. La base du remplissage, de 401 à 450 cm, est constituée d'un niveau sablo-limoneux très compact, se chargeant en galets à la base. Il fallait donc s'attendre à des résultats difficiles à interpréter correspondant à une sédimentation non continue qui pourrait être affectée par de nombreuses lacunes chronologiques.

2.1 - LE MODÈLE ÂGE/PROFONDEUR ET LES MESURES DE SUSCEPTIBILITÉ MAGNÉTIQUE

Douze datations par le radiocarbone (tab. 1) ont été effectuées sur cette séquence par les laboratoires de Lyon (pour 9 d'entre elles) et Poznan (pour les 3 autres). Ces dates ont pratiquement toutes été faites sur des restes végétaux triés dans les sédiments. À partir des résultats, un modèle âge/profondeur a été élaboré (fig. 2a) permettant ainsi d'attribuer un âge à chaque échantillon analysé. Le modèle âge/profondeur a été construit par une méthode qui utilise les statistiques bayésiennes : le choix du modèle étant contraint par un taux de sédimentation moyen et une autocorrélation du taux de sédimentation.

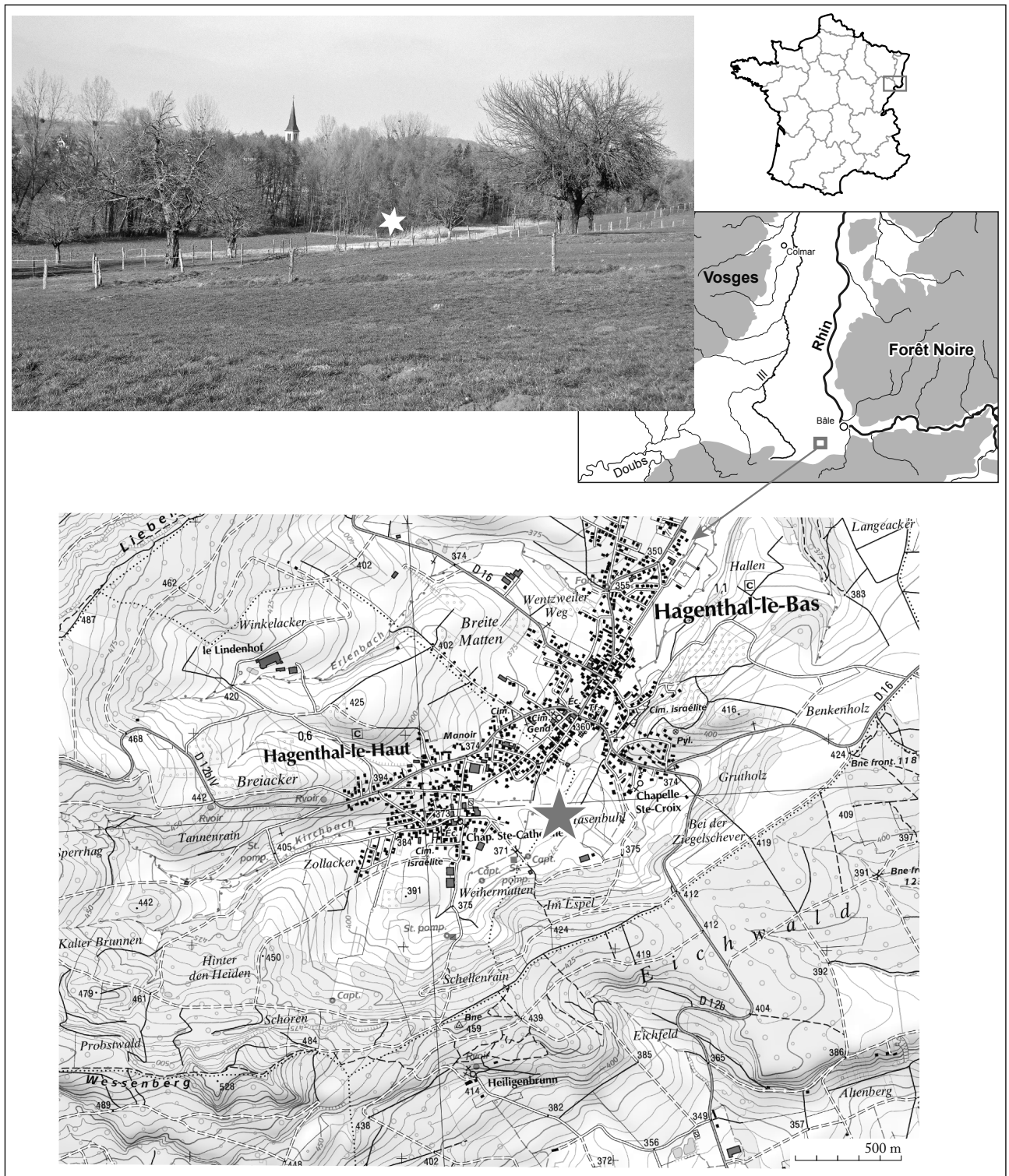


Fig. 1 : Localisation du site de Hagenthal-le-Bas (68).

Photo : Hagenthal-le-Bas (68), la plaine du Kirchbach et le village. L'étoile indique le point de forage.

Fig. 1: Location of Hagenthal-le-Bas (68) site. Photo: Hagenthal-le-Bas (68), the Kirchbach Valley and the village. The star indicates the drilling place.

Ce modèle a été réalisé à l'aide du logiciel clam (Blaauw, 2010) au sein du logiciel R (R Core Team, 2015 ; version 3.2.0) par interpolation spline des moyennes pondérées des itérations d'échantillonnage des âges calibrés de chaque niveau daté.

L'irrégularité de la sédimentation, qui voit alterner des périodes de dépôts importants avec de longues phases sans pratiquement aucun dépôt se reflète dans le profil

du modèle âge/profondeur présenté sur la figure 2a. Il intègre toutes les dates, sauf deux qui sortent franchement du modèle statistiquement le plus fiable : Lyon-7276 (la seule effectuée sur du bois) et Poz-35463. Son allure générale est très irrégulière montrant en particulier une longue période, entre environ 9 000 et 4 000 ans cal. BC (environ 11 000 et 6 000 cal. BP), où la sédimentation est très lente, voire presque inexistante. C'est donc sur ce

Code labo	Profondeur (en cm)	Matériel daté	Âge radiocarbone	Âge calibré à 1 sigma (68.3 %)	Âge calibré à 2 sigma (95.4 %)
Poz-35462	20	Matière Végétale	109 ± 37 BP	1691-1920 cal AD	1679-1932 cal AD
Lyon-7272	64	Matière Végétale	680 ± 30 BP	1278-1381 cal AD	1270-1389 cal AD
Lyon-8296	116-117	Matière Végétale	1205 ± 30 BP	773-871 cal AD	710-937 cal AD
Lyon-7273	176-177	Matière Végétale	2375 ± 30 BP	482-398 cal BC	702-390 cal BC
Lyon-8297	212-213	Matière Végétale	4495 ± 35 BP	3334-3103 cal BC	3352-3036 cal BC
Poz-35463*	228	Matière Végétale	8030 ± 50 BP	7063-6831 cal BC	7081-6710 cal BC
Poz-35464	253	Matière Végétale	5270 ± 35 BP	4226-3999 cal BC	4231-3889 cal BC
Lyon-7274	278-279	Matière Végétale	9580 ± 50 BP	9134-8833 cal BC	9184-8785 cal BC
Lyon-7275	323-324	Matière Végétale	9880 ± 50 BP	9372-9279 cal BC	9642-9249 cal BC
Lyon-7276*	371-372	Bois	3460 ± 30 BP	1874-1698 cal BC	1880-1692 cal BC
Lyon-8298	412-413	Matière Végétale	11410 ± 50 BP	11354-11239 cal BC	11421-11179 cal BC
Lyon-7277	443-444	Matière Végétale	11570 ± 70 BP	11511-11377 cal BC	11599-11327 cal BC

* dates rejetées

Tab. 1 : Datations par le radiocarbone.

Tab. 1: Radiocarbon dates with laboratory number, dated material and calibrated ages.

modèle d'âge qu'a été élaboré le diagramme pollinique sur lequel l'échelle de l'axe des ordonnées est exprimée en années calibrées (BP et BC/AD).

Une analyse pétrophysique non destructive des carottes a été effectuée au moyen d'un banc de diagraphie GEOTEK-MSCL (UMR CNRS Chrono-environnement, Besançon). Les paramètres de susceptibilité magnétique (point sensor Bartington) ont été mesurés aux pas de 0,5 cm et 0,2 cm selon la variabilité sédimentaire des séquences. Les résultats (fig. 2b) montrent une

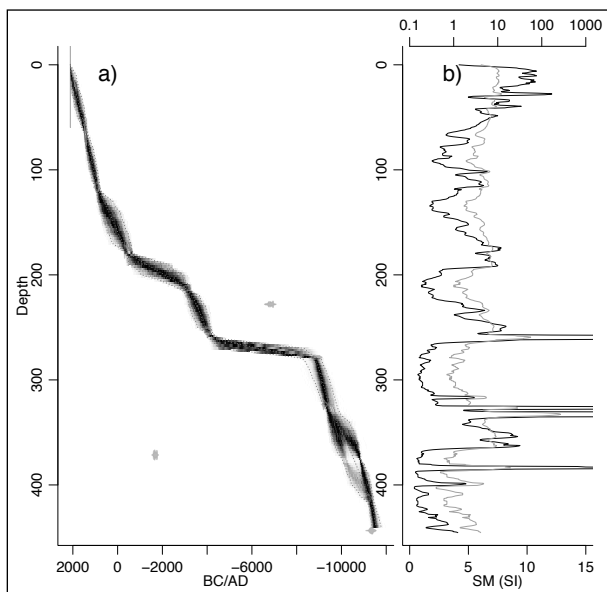


Fig. 2 : Modèle âge/profondeur (a) et mesures de susceptibilité magnétique (b).

L'axe vertical des profondeurs est exprimé en centimètres. Susceptibilité magnétique en échelle décimale (courbe noire) et logarithmique (courbe grise).

Fig. 2: Age-depth model (a) and magnetic susceptibility measurements (b). The vertical axis of the depths is expressed in centimeters. Magnetic susceptibility according to a decimal (black curve) and to a logarithmic (grey curve) scale.

succession de cycles et de pics de fortes valeurs répartis sur toute la séquence. Ces augmentations périodiques ne traduisent pour la plupart que des déplacements ou des débordements du cours d'eau dans le fond de la vallée qui apportent des apports détritiques à l'emplacement du lieu de sondage. Seule, l'augmentation plus régulière du dernier mètre peut être due à la pression anthropique récente dans le bassin versant du ruisseau comme le montrent l'augmentation du nombre des sites archéologiques, les données historiques et les indices polliniques d'anthropisation (voir partie 2.2). La hausse des valeurs de susceptibilité magnétique, qui débute vers 190 cm de profondeur, trouverait ainsi en grande partie son origine dans l'impact des activités humaines comme semblent l'indiquer les analyses polliniques. Enfin, les pics courts et de grandes amplitudes enregistrés dans la partie inférieure du remplissage pourraient correspondre à la signature de matériaux spécifiques issus d'éruptions volcaniques lointaines ou plus proches (Walter-Simonnet *et al.*, 2008), par exemple en provenance du Laacher See (massif de l'Eifel, ouest de l'Allemagne).

2.2 - L'ANALYSE POLLINIQUE DE LA SÉQUENCE DE HAGENTHAL-LE-BAS

Les échantillons destinés à l'analyse pollinique ont été préparés par une méthode physico-chimique standard (Björck *et al.*, 1978 ; Moore *et al.*, 1991). Les grains de pollen ont été identifiés grâce à la collection de référence du laboratoire Chrono-environnement et les photographies des ouvrages de Reille (1992) et Beug (2004) ; les micro-fossiles non polliniques ont été identifiés avec l'aide de l'article de van Geel (2001).

Au total, 76 échantillons ont été analysés avec une maille d'échantillonnage de 4 cm (parfois 2 cm à la base de la séquence). Le nombre de grains de pollen comptés

se situe entre 382 (échantillon 144 cm) et 1318 (échantillon 224 cm) ; pour les 76 échantillons la moyenne est de 526 grains. À ces comptages, il faut ajouter les spores dont le nombre varie de 2 à 415 spores comptées. Les niveaux sableux se sont avérés pratiquement stériles avec un maximum de 30 grains, très corrodés, pour quelques niveaux.

Le programme TILIA (Grimm, 1991) a été utilisé pour dessiner le diagramme pollinique (fig. 3). Les pourcentages ont été calculés en sortant du total des pollens : *Alnus*, les Cyperaceae, les spores monolètes et trilètes. Le programme associé CONISS (Grimm, 1987) a été mis en œuvre afin d'obtenir une zonation du diagramme et ainsi faire apparaître 9 zones polliniques locales (ZPL), numérotées de la base vers le sommet : H1, H2a, H2b, H2c, H3, H4, H5, H6 et H7.

2.2.1 - ZPL H1

Cette zone pollinique locale, située à la base du diagramme, concerne approximativement les cinquante centimètres les plus profonds du sondage. En se basant sur le modèle âge/profondeur, cette zone H1 se situe entre environ 11 500 et 11 150 ans cal. BC (13 450-13 100 ans cal. BP), soit au cœur de l'Allerød. L'environnement est très forestier avec environ 90 % de grains de pollen d'arbres et d'arbustes. Cette forêt est largement dominée par le pin (*Pinus*) qui oscille entre 70 et 85 %. D'autres essences forestières sont discrètement présentes, comme le bouleau (*Betula*), quelques frênes (*Fraxinus*) et quelques chênes (*Quercus*) qui pourraient provenir d'apports lointains. Les arbustes devaient se développer dans les espaces plus ouverts ou en lisière des forêts, c'est le cas du genévrier (*Juniperus*), de l'argousier (*Hippophae rhamnoides*) et du saule (*Salix*). Les herbacées sont surtout représentées par les Poaceae et les Cyperaceae, accompagnées de quelques grains de pollen d'armoise (*Artemisia*).

Cette zone est suivie d'une période d'environ deux millénaires durant laquelle la conservation des grains de pollen est quasiment nulle. Une sédimentation plus sableuse, qui couvre la fin de l'Allerød, la totalité du Dryas récent et le début du Préboréal, correspond à un régime beaucoup plus actif du ruisseau qui a empêché toute sédimentation fine dans cette partie de la vallée.

2.2.2 - ZPL H2

À partir d'environ 9 400-9 300 ans cal. BC (vers 11 300 ans cal. BP), le nombre de grains de pollen est à nouveau suffisant pour permettre une interprétation fiable (384 grains de pollen comptés dans l'échantillon 402 cm). Débute alors une longue période largement dominée par le pin qui va durer jusque vers 3 600-3 500 ans cal. BC (vers 5 500 ans cal. BP). Très peu d'autres arbres ou arbustes sont présents : du bouleau, du saule et du noisetier, dont la présence encore discrète en début de phase va s'amplifier progressivement. C'est essentiellement sur cette augmentation du noisetier que peut être proposée une tripartition de cette zone H2 (H2a, H2b, H2c). Dans H2c, vers 4 400-4 300 ans cal. BC (vers 6 300 ans

cal. BP), apparaissent quelques grains de pollen de céréales accompagnés d'armoise et de Rubiaceae avec, sur la fin de la zone, une augmentation des Poaceae. Il est difficile d'interpréter ce phénomène. Est-il le signe de la première implantation d'agriculteurs dans cette vallée ou est-il l'écho plus lointain d'une légère ouverture du milieu et de quelques cultures ? Aucun signe de présence de bétail n'est relevé dans le bassin versant, par exemple par les spores de champignons coprophiles, absentes de ces niveaux.

On peut s'étonner que durant cette longue période de l'Holocène, d'environ six millénaires, l'espace forestier de cette région soit dominé par le pin. En effet, comme le révèlent les analyses polliniques effectuées sur les remplissages tourbeux ou lacustres des massifs jurassien et vosgien proches (voir par exemple : Kalis, 1984, 1988 ; Shotyk, 1996 ; De Klerk & Hölzer, 2010), cette essence domine surtout le début de l'Holocène, au cours du Préboréal. À partir de 8 000 ans cal. BC environ (vers 9 950 ans cal. BP), il cède sa place au noisetier puis à l'orme et au chêne ; le pin reste alors très discret dans les périodes plus récentes ne dépassant pas quelques pourcents. Toutefois, des analyses effectuées sur les basses plaines de Franche-Comté et de Bourgogne (Gauthier *et al.*, 2005 ; Laine, 2012) ont montré que le pin perdurait plus longtemps à basse altitude et dominait certaines forêts jusque vers 4 000 ans cal. BC (environ 5 950 ans cal. BP), ce qui est le cas ici.

2.2.3 - ZPL H3

Pendant un peu moins d'un millénaire, depuis environ 3 600-3 500 ans cal. BC (vers 5 500 ans cal. BP) jusque vers 2 800-2 700 ans cal. BC (vers 4 700 ans cal. BP), la représentation pollinique de plusieurs taxons est très irrégulière, montrant des alternances rapides de pics et de valeurs basses. Au début de cette période, le pin chute brusquement, il est remplacé dans l'espace forestier par le noisetier, l'orme (*Ulmus*) et le tilleul (*Tilia*) ; vient ensuite le chêne (*Quercus*). L'aulne (*Alnus*), les saules et le bouleau profitent de la présence du cours d'eau. Les herbacées sont plus diversifiées, mieux représentées, et également très instables dans cette zone H3. Des variations aussi marquées peuvent avoir des origines multiples. Les changements dans les apports détritiques ont probablement influencé la représentation pollinique des différents taxons. Les débordements périodiques du ruisseau sont entre autres déterminants sur le caractère plus ou moins humide des sols tapissant le fond de la vallée. Des périodes franchement humides sont alors révélées par la présence de plantes hygrophiles mais aussi, à un degré moindre, par la filipendule (*Filipendula*) et une partie d'autres taxons, notamment les Cyperaceae.

Une origine anthropique peut aussi expliquer cette forte irrégularité des taux de grains de pollen et de spores dans cette zone pollinique. Une ouverture du milieu est visible, non seulement dans l'augmentation des herbacées mais aussi dans une représentation plus importante du noisetier qui se développait dans les lisières et les haies. Il est cependant très difficile de caractériser ces

éventuelles zones anthropisées. Les cultures semblent toujours discrètes. Ces ouvertures de la forêt seraient plutôt consacrées à des zones pâturées. En effet, pour la première fois dans cette zone pollinique, des spores de champignons coprophiles croissant sur les déjections des herbivores, sont présentes en faible quantité.

2.2.4 - ZPL H4

Jusque vers le milieu du I^{er} millénaire avant notre ère, les courbes des différents taxons paraissent se stabiliser dans les niveaux qui constituent la zone pollinique H4. Les différences concernent une présence encore discrète du sapin (*Abies*) et du hêtre (*Fagus*), et surtout une disparition presque totale des indices herbacés d'anthropisation de la végétation : aucun pollen de céréales, plus de spores de champignons coprophiles par exemple.

Il faut donc envisager que, sur une longue période couvrant une partie du Néolithique, la totalité de l'Âge du Bronze et la moitié de l'Âge du Fer, cette petite plaine alluviale n'aurait été que très faiblement occupée par l'homme, peut-être en raison de l'humidité permanente des sols et des caprices du ruisseau qui occupe cette vallée. Les activités humaines (cultures, zones de pâtures) se retrouveraient alors un peu plus haut, à l'emplacement actuel des villages de Hagenthal-le-Haut et Hagenthal-le-Bas, et des espaces un peu plus à l'écart de la vallée, au nord-ouest et au sud-est.

2.2.5 - ZPL H5

Cette zone pollinique couvre La Tène et toute la période gallo-romaine pour se terminer vers le v^e siècle de notre ère. Le fond de la vallée du Kirchbach est à cette époque occupé en grande partie par une aulnaie. Les arbres et arbustes, qui étaient bien développés dans la période précédente, sont ici moins bien représentés : c'est le cas du noisetier, de l'orme, du tilleul. Il faut noter également le taux important de spores d'*Ustilina* (*Kretzschmaria*) *deutsa*. Ce champignon pathogène affecte les feuillus, notamment le chêne, le hêtre, l'érable, le tilleul. Il provoque le pourrissement du tronc et des racines des arbres. Il continue à dégrader le bois après la mort de l'arbre.

Les massifs forestiers proches (comme aujourd'hui sur la colline de l'Eichwald située au sud-est du site) voient se développer de façon significative le sapin, le hêtre, l'épicéa (*Picea*) et le charme (*Carpinus*). Les indices d'anthropisation de la végétation sont encore discrets, quelques grains de pollen de céréales, des plantains (*Plantago lanceolata*), etc. L'origine de cette faible représentation est aussi à rechercher dans l'effet de « barrière à pollen » que jouerait l'aulnaie qui atténue ainsi la représentation d'espaces ouverts occupés par d'éventuelles cultures et prairies.

2.2.6 - ZPL H6

Le changement est brutal dans cette zone H6. La représentation de tous les arbres et arbustes chute de façon drastique. Seuls le sapin et l'épicéa paraissent un peu mieux représentés que dans la zone H5 ; le charme et

le noyer (*Juglans*) sont représentés de façon constante mais faible. Les défrichements paraissent importants, y compris dans le fond de vallée où l'aulnaie de la phase précédente a quasiment disparu. Les Poaceae atteignent leur taux maximum, comme les Cyperaceae. L'importance du développement des cypéracées est renforcée par les taux élevés de la spore T126, inféodée à certaines cypéracées (*Carex*). Les cultures, les pâturages et les prairies de fauche sont largement développés comme l'indiquent les taux élevés de céréales, de plantes rudérales et prairiales, et la présence de grains de pollen de plantes messicoles. Il n'est pas impossible que d'autres cultures soient pratiquées localement. L'augmentation du type *Cannabis/Humulus* pourrait ainsi être la preuve de la culture locale du chanvre, comme souvent à cette époque. Sans que les preuves apparaissent clairement dans les comptages polliniques, des vergers et des jardins étaient proches du point de sondage dans les parcelles 18 à 21 du cadastre de 1722 (voir partie 3). La présence de bétail est aussi révélée par les spores de champignons coprophiles.

Cette zone pollinique locale, qui apparaît comme la plus anthropisée de ce diagramme, se situerait entre les v^e-vi^e siècles et le xii-xiii^e siècles de notre ère. Toutefois, il est très probable que cette phase de forte emprise agricole se prolonge encore sur plusieurs siècles. En effet, les données ne sont pas disponibles dans la phase détritique, très pauvre en pollen, se situant entre les zones H6 et H7. Cette phase détritique est visible sur le diagramme de susceptibilité magnétique (fig. 2b) à partir de 90 cm de profondeur, soit vers le xiv^e siècle. Il est tentant de voir dans la chronologie de cette phase détritique les premiers effets locaux du Petit Âge Glaciaire. Toutefois, les indices polliniques d'anthropisation élevés tendent plutôt à attribuer cette augmentation du détritisme à l'anthropisation importante du bassin versant du Kirchbach.

2.2.7 - ZPL H7

Les derniers centimètres de ce remplissage, qui correspondent aux deux derniers siècles, montrent toujours un environnement végétal très anthropisé. Le total de pollen d'arbres et d'arbustes paraît cependant un peu plus élevé en raison de l'augmentation du pin (fort pollinisateur favorisé ici par l'ouverture du milieu), du saule et de l'aulne qui doivent se retrouver en bordure du ruisseau ou dans des petits bosquets comme celui dans lequel le forage a été effectué. L'épicéa est favorisé dans les massifs forestiers proches. Les taux importants de spores de champignons coprophiles démontrent une présence plus forte de bétail et suggèrent une pratique de l'épandage de fumier dans les prairies qui occupent encore aujourd'hui la majeure partie du fond de la vallée.

Le diagramme pollinique de Hagenthal-le-Bas reste difficile à interpréter, notamment en raison d'une sédimentation très irrégulière connaissant des moments de phases détritiques trop pauvres en matériel sporo-pollinique, des lacunes sédimentaires, et au contraire des périodes de sédimentation rapide.

Toutefois, à proximité du site de Hagenthal, il n'existe aucune référence pollinique couvrant plusieurs millé-

naires. Ce site vient alors combler ce manque d'informations polliniques entre des références qui sont à rechercher à des altitudes plus élevées à une cinquantaine de kilomètres plus au sud-ouest sur le Jura suisse et français (par exemple : Shotyk, 1996 ; Richard & Eschenlohr, 1998), et à environ 60 km au nord-ouest, sur le massif des Vosges (voir entre autres : Woillard, 1975 ; Walter-Simonnet *et al.*, 2008 ; De Klerk & Hölzer, 2010 ; Forel *et al.*, 2010). D'autres analyses ponctuelles concernent surtout l'approche paléobotanique sur les sites archéologiques de la région (par exemple : Jacomet *et al.*, 1999 ; Flutsch *et al.*, 2002 ; Vandorpe & Jacomet, 2011 ; Vandorpe & Wick, 2015).

3 - LE CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Dans cette partie, nous avons voulu replacer l'analyse pollinique d'Hagenthal dans son contexte archéologique. Il ne s'agit donc pas là de replacer cette analyse dans un cadre élargi de l'histoire du peuplement régional mais de se limiter aux sites principaux connus dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres autour du lieu de forage (fig. 4).

Le Paléolithique moyen est représenté par quelques découvertes de surface, notamment sur le territoire de la

commune de Raedersdorf, connu par ailleurs pour ses gisements de silex. La grotte Blenien à Wolschwiller (fouille en cours de S. Griselin) a livré les deux seules occupations attribuables au Paléolithique supérieur (Magdalénien final, vers 10 500 BC, soit vers 12 450 BP) et à l'Épipaléolithique (Azilien, vers 9 200 ans cal. BC, soit vers 11 150 BP). Le Mésolithique est représenté par deux niveaux d'occupations de l'abri-sous-roche « Saint-Joseph » à Lutter, avec des occupations datées respectivement entre 8 500 et 7 300 et entre 5 500 et 4 700 ans cal. BC (entre 10 450 et 9 250 et entre 7 450 et 6 650 ans cal. BP).

La période néolithique est assez faiblement représentée dans la région de Hagenthal, comme le montre un bref panorama des données disponibles dans un rayon d'une douzaine de kilomètres autour du site où a été réalisée l'analyse pollinique. Il est vrai que ce secteur n'a jamais fait l'objet de recherches archéologiques intensives et n'est que faiblement impacté par l'archéologie préventive. Malgré la présence de placages de loëss (formation superficielle très prisée par les communautés néolithiques centre-européennes et concentrant la majorité des sites néolithiques alsaciens) à proximité immédiate (200 m au nord et 500 m au sud-est), le Néolithique reste cantonné en périphérie. Pour le Néolithique ancien (5 300-4 900 ans cal. BC ; 7 250-6 850 ans cal. BP), les sites les plus proches sont situés à 12 km au nord (Stetten, Haut-Rhin) et 7,5 km à l'est (Bâle-Bottmingen, canton de Bâle). La première

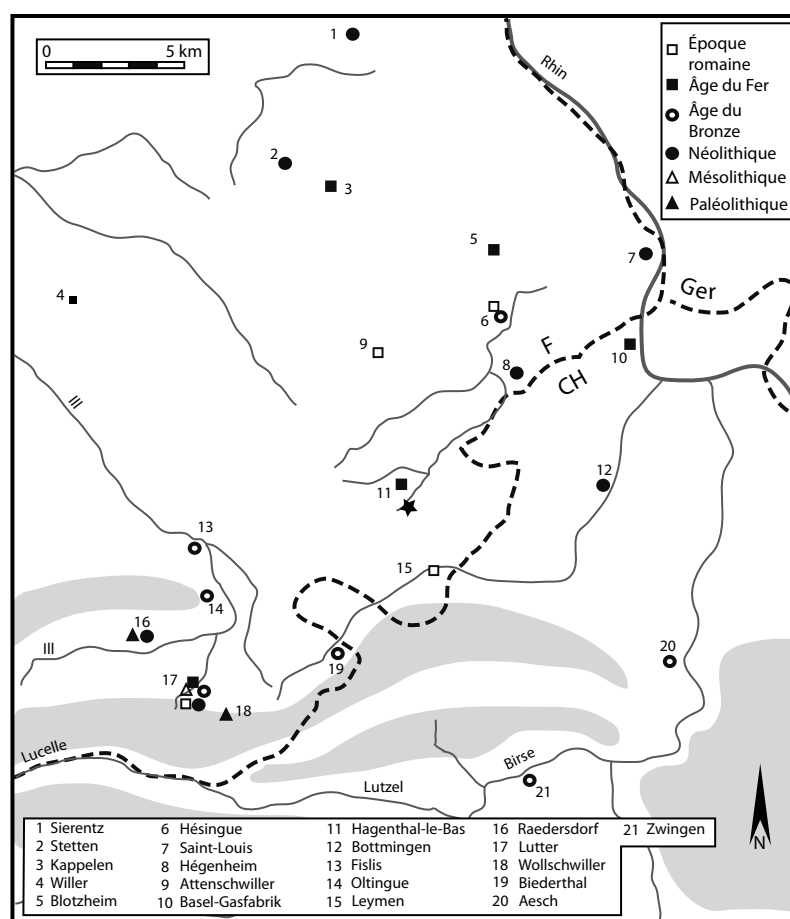


Fig. 4 : Localisation des sites archéologiques mentionnés dans le texte.

L'étoile noire au centre de la figure indique le point de forage.

Fig. 4: Location of archaeological sites mentioned in the text. The central dark star indicates the drilling place.

partie du Néolithique moyen (4 900-4 400 ans cal. BC ; 6 850-6 350 ans cal. BP) est représentée par des vestiges de la culture de Grossgartach découverts dans l'abri de Lutter, à 8 km au sud-ouest (Jeunesse *et al.* 2014) et sur le site de plaine de Sierentz, à une quinzaine de km au nord. Les tessons Grossgartach de Lutter (fig. 5) sont issus d'un niveau dont l'essentiel appartient à un Mésolithique tardif de type « jurassien » dont les recherches récentes ont montré qu'il avait perduré, dans le Jura et ses abords, jusque vers le milieu du V^e millénaire (Jeunesse *et al.*, sous presse). Entre 5 200 et 4 500 ans cal. BC (7 150 et 6 450 ans cal. BP), le secteur de Hagenthal-le-Bas se situe, géographiquement, à la charnière entre ce Mésolithique final et les peuplements danubiens pleinement néolithiques du sud de la Plaine d'Alsace.

lithique final et les peuplements danubiens pleinement néolithiques du sud de la Plaine d'Alsace.

La zone d'étude n'a livré aucun site clairement attribuable à la fin du V^e millénaire. Même si leur datation précise est parfois difficile, d'importantes séries de surface récoltées dans la région du piémont jurassien montrent néanmoins l'existence d'un peuplement relativement dense par endroits pour cette période, qui est celle du premier impact néolithique significatif. C'est le cas notamment dans le secteur de Raedersdorf, à environ 8 km à l'ouest de Hagenthal-le-Bas (Jeunesse, 2014). Le Néolithique récent (première moitié du IV^e millénaire) n'est pareillement attesté que par quelques trouvailles

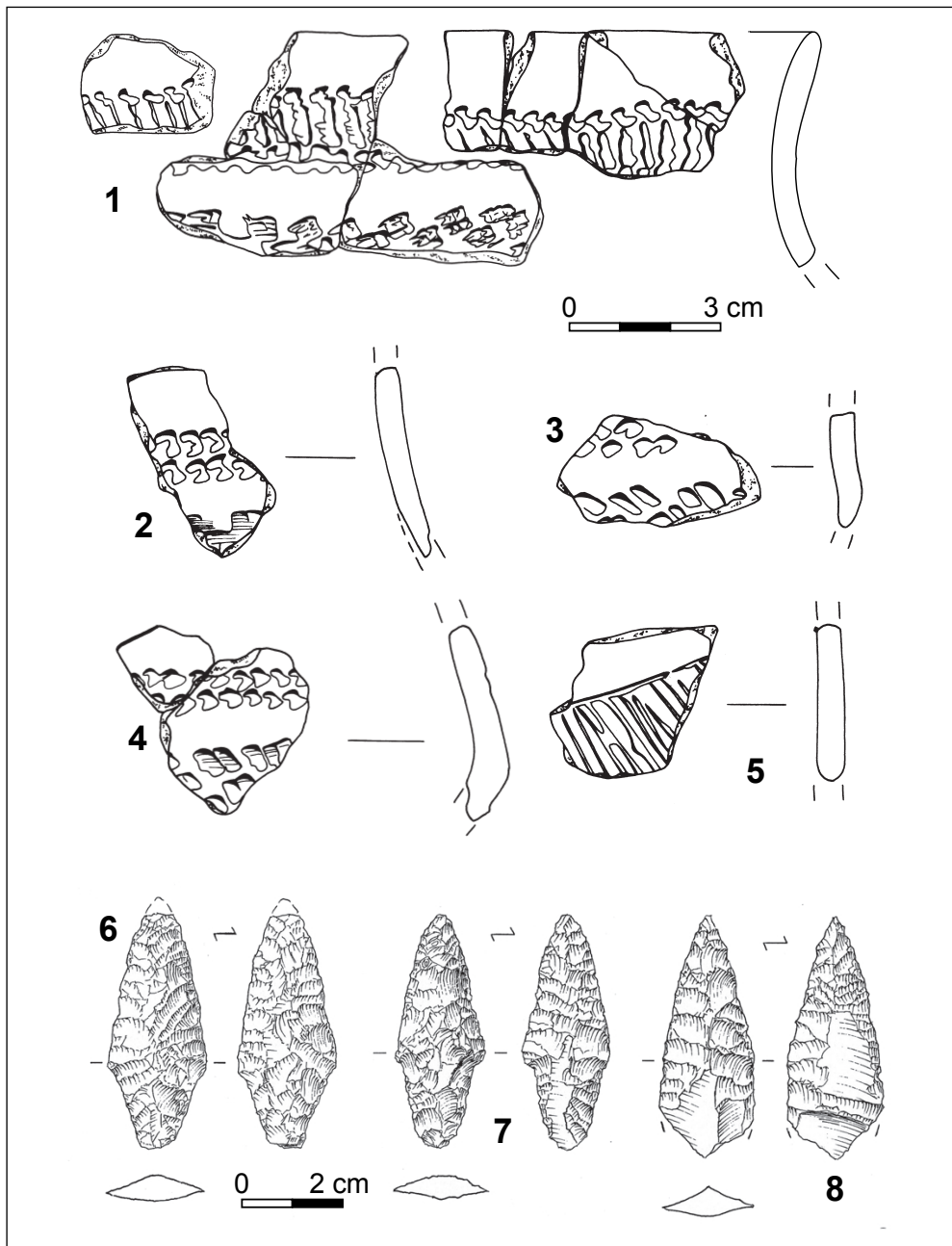


Fig. 5 : Mobilier néolithique de l'abri-sous-roche de Lutter « Saint-Joseph » (68).

1-5/ Tessons du Néolithique moyen (vers 4 800 ans cal. BC) de la couche 4 (dessin : A. Denaire), 6-8/ Armatures de flèche du Néolithique final (vers 3 000 ans cal. BC) de la couche 3 (dessin : M. Mauvilly).

Fig. 5: Neolithic archaeological material found in the rock shelter "Saint-Joseph" in Lutter (68). 1-5/ Middle Neolithic pottery shards (around 4,800 cal. years BC) found in the layer 4 (drawing by A. Denaire), 6-8/ Late Neolithic arrow points (around 3,000 cal. years BC) found in the layer 3 (drawing by M. Mauvilly).

de surface, notamment des haches en pépite-quartz vosgienne. Celles-ci montrent cependant que l'occupation amorcée à la fin du millénaire précédent perdure à cette époque. Il faut ensuite attendre la charnière IV^e-III^e millénaire pour retrouver des indices bien datés. Il s'agit des armatures de flèches losangiques en silex de la couche 3 de l'abri de Lutter (fig. 5) et de deux collections de surfaces de la commune de Raedersdorf, qui attestent d'une fréquentation du piémont nord du Jura par des groupes affiliés à la sphère du Néolithique final I de la Suisse occidentale. Enfin, la seconde moitié du III^e millénaire est représentée par deux petits ensembles funéraires campaniformes découverts à Hégenheim et Saint-Louis (Haut-Rhin), à quelques kilomètres à l'est de Hagenthal.

L'apparition des premiers grains de pollen de céréales dans la zone H2c (vers 4 400-4 300 ans cal. BC, soit vers 6 300 ans cal. BP) coïncide avec le début du premier impact néolithique significatif. Les phases d'ouverture du milieu de l'horizon 3 600/3 500 à 2 800/2 700 ans cal. BC (ZPL H3), liées probablement à une activité pastorale, peuvent être mises en relation avec les armatures losangiques du secteur de Raedersdorf - Lutter, qui datent d'une période (charnière IV^e-III^e millénaires) marquée, dans une zone englobant le sud de l'Allemagne, le plateau suisse et le massif jurassien, par un fort dynamisme économique et démographique. La disparition presque totale des indices herbacés d'anthropisation de la végétation entre 2 700 et 500 ans cal. BC (ZPL H4) est en concordance avec la pauvreté des indices d'occupation entre le Néolithique final et la fin du 1^{er} Âge du Fer ; la réapparition d'une occupation significative vers le V^e siècle, attestée par une série de tombes aristocratiques, peut, enfin, être mise en relation avec la reprise d'une activité anthropique décelée dans la zone H5.

La carte de répartition des sites depuis l'Âge du Bronze jusqu'à l'époque romaine autour de Hagenthal-

le-Bas reste peu fournie, sans doute en partie du fait de la rareté des fouilles préventives. Le premier millénaire de l'Âge du Bronze (2 300-1 300 ans cal. BC) n'est représenté que par une découverte isolée, un poignard de la fin du Bronze ancien ou du début du Bronze moyen (fig. 6a) provenant de l'abri de Lutter (Jeunesse *et al.*, 2014). Les premières occupations humaines significatives apparaissent à la transition Bronze moyen/final et plus particulièrement pendant le Bronze final, entre 1 300 et 800 ans av. J.-C., période représentée par de petits habitats (Lutter et Hédingue, Haut-Rhin ; Zwingen, Bâle, Oberdorf, Suisse), et d'importants dépôts métalliques (Fislis, Oltingue, Biederthal, Haut-Rhin ; Aesch, Suisse).

Pour l'Âge du Fer, les occupations les plus anciennes datent de l'horizon Hallstatt final - La Tène ancienne (vers 500 à 400 ans av. J.-C.). La présence de plusieurs sépultures richement dotées (Saint-Louis, Kappelen, Blotzheim et Hagenthal-le-Bas, Haut-Rhin) montre l'existence d'une puissante aristocratie (Roth-Zehner, 2013a,b), trait associé en général à une occupation relativement dense, même si les habitats correspondants n'ont pas encore été découverts. Les IV^e et III^e siècles avant J.-C. n'ont livré aucun site.

Le déficit de sites ruraux se poursuit à La Tène finale (180/170-40/30 ans av. J.-C.). Alors que l'importante agglomération à caractère urbain de Bâle-Gasfabrik (fig. 6b) témoigne du dynamisme économique et de l'importance politique de la région du coude du Rhin à cette époque, les archéologues peinent à repérer les établissements agricoles de l'arrière-pays qui ont forcément accompagné cette prospérité. Ensuite, au milieu du premier siècle de notre ère (sous Claude-Néron), les premières villas gallo-romaines s'implantent dans la région. Toutefois un essor significatif du peuplement dans le secteur de Hagenthal-le-Bas n'est perçu qu'au second siècle. Le sud de l'Alsace connaît ensuite une déprise démographique aux causes non élucidées qui s'amorce dès 160-180 ans

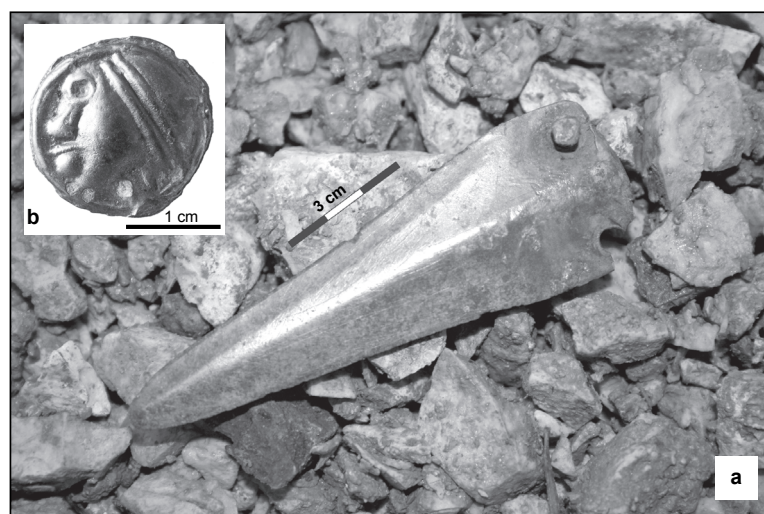


Fig. 6 : Poignard en bronze (a) découvert devant l'abri sous roche de Lutter « Saint-Joseph » (Bronze ancien, vers 1 700 ans cal. BC) (cliché C. Jeunesse) et monnaie gauloise (b) de type « potin à la grosse tête » du site de Bâle-Gasfabrik (1^{er} siècle avant J.-C.) (crédit : Archäologische Bodenforschung, Basel).

Fig. 6: Bronze dagger (a) discovered in front of the rock shelter "Saint-Joseph" (Early Bronze Age, around 1,700 cal. years BC) (Photo: C. Jeunesse) and Gallic coin (b) also named "potin à la grosse tête" found in Bâle-Gasfabrik archaeological site (1st century BC) (Photo: Archäologische Bodenforschung, Basel).

4 - CONCLUSION

apr. J.-C. (Roth-Zehner 2013a) ; la grande majorité des habitats est définitivement abandonnée pendant la seconde moitié du III^e siècle. Les indices d'occupations des IV^e et V^e siècles sont ténus (dépôts monétaires de Leymen et Hésingue, une nécropole à Attenschwiller) et il faut attendre les VI^e et VII^e siècles puis l'époque carolingienne pour voir la campagne se repeupler et se développer dans le cadre du réseau des villes médiévales qui se met en place à ce moment. L'analyse pollinique montre qu'une phase très anthropisée (ZPL H6) débute vers les V^e-VI^e siècles et se prolonge jusqu'aux XII-XIII^e siècles de notre ère, et probablement ultérieurement mais l'absence de pollen ne permet pas de le confirmer.

Parmi les lacunes identifiées, certaines se confondent avec les « trous » que connaît la documentation archéologique pour l'ensemble de la plaine du Rhin supérieur. La discrétion du premier Âge du Fer et de la plus grande partie du second (à l'exception de la phase de transition, assez bien pourvue en vestiges funéraires) est plus surprenante et doit être attribuée soit à des conditions locales restant à identifier soit à la rareté des travaux archéologiques (Roth-Zehner 2013b,c).

Pour la période historique les données sont relativement limitées. Dans les archives historiques, la première mention de *Agona Valle* date de 1105. Le nom *Hagenthal* apparaît en 1195. Le village de Hagenthal tire son nom de *Hag* : haie, par extension bosquet et de *Thal* : vallée, vallon (fig. 7).

À l'exception de quelques interventions ponctuelles sur les sites archéologiques associées à des recherches paléobotaniques, la partie sud de la plaine alsacienne n'avait pas fait l'objet d'analyses polliniques récentes. Il fallait aller chercher des références assez loin au sud, sur le massif jurassien, et au nord-ouest, sur le massif des Vosges, donc à des altitudes plus élevées. Les prospections engagées en marge des fouilles de l'abri-sous-roche « Saint-Joseph » à Lutter (68) ont permis de mettre au jour une séquence suffisamment dilatée dans un paléochenal d'un petit ruisseau serpentant en contrebas du village de Hagenthal-le-Bas. Un nombre conséquent de datations radiocarbone a permis de reconstituer l'histoire sédimentaire complexe et non continue de ce site. Le diagramme pollinique obtenu débute dans l'Allerød et concerne surtout une grande partie de l'Holocène. Il révèle vers 4 400-4 300 ans cal. BC de très faibles indices de présence humaine qui se situent bien dans une phase ancienne du Néolithique, mais qui sont toutefois plus récents que les occupations néolithiques les plus anciennes du site archéologique de Lutter. Au cours du Néolithique final, pendant environ un millénaire, des signes plus évidents d'impact de l'homme sur l'environnement de cette micro-région sont visibles. Ensuite, il faudra attendre le milieu de l'Âge du Fer pour que de nouveaux indices polliniques d'anthropisation réapp-

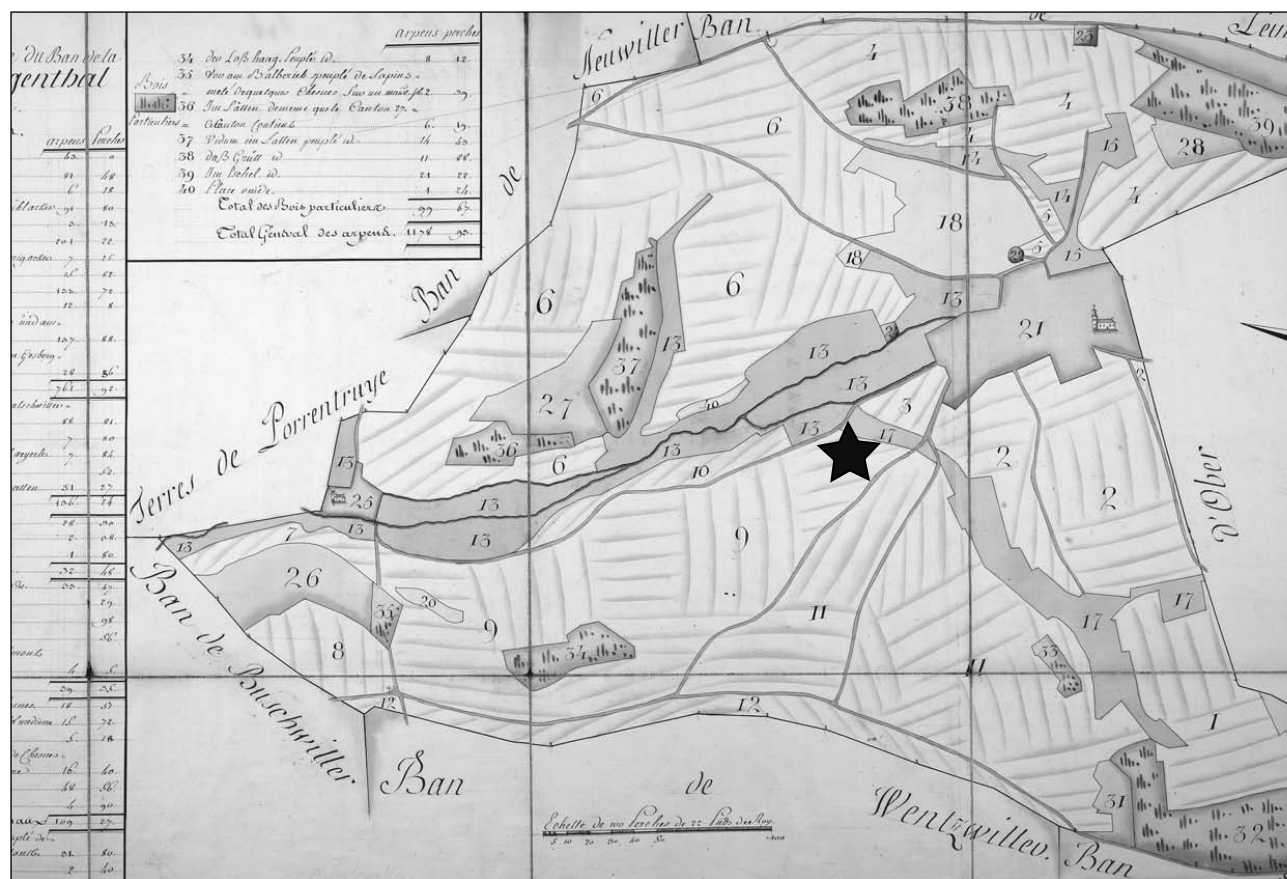


Fig. 7 : Plan du finage de Hagenthal datant de 1722.

Source : Archives départementales du Haut-Rhin : cote C 1164/9. L'étoile indique le point de forage.

Fig. 7: Map of the Hagenthal area in 1722. Source: Haut-Rhin Departmental Archives: reference C 1164/9. The star indicates the drilling place.

paraissent dans ce diagramme ; cette longue lacune est en accord avec la pauvreté des indices archéologiques enregistrés entre le Néolithique final et le 1^{er} Âge du Fer. Jusqu'au v^e siècle de notre ère, ces indices polliniques d'anthropisation restent très discrets, masqués par les apports polliniques générés par l'aulnaie qui occupe le fond de la vallée. Au cours de la période Hallstatt final – La Tène ancienne (vers 500 à 400 ans av. J.-C.), une puissante aristocratie locale est probablement associée à une occupation relativement dense du territoire associant des cultures variées, des pâtures et des prairies de fauche. Plus tard, le déficit de sites ruraux, patent au cours des iv^e et iii^e siècles avant J.-C., se poursuit à La Tène finale alors que l'importante agglomération de Bâle témoigne du dynamisme économique local qui a dû s'appuyer sur un arrière-pays agricole qui n'a pour l'instant laissé que peu de traces archéologiques. Les premières villas gallo-romaines se développent au milieu du 1^{er} siècle apr. J.-C. mais c'est surtout dans le ii^e siècle que le peuplement des campagnes autour de Hagenthal paraît plus dense. Dès la fin du ii^e siècle et surtout au cours du iii^e siècle, cette région voit l'abandon de la majorité des sites d'habitat. Il faut surtout attendre les vi^e et vii^e siècles puis l'époque carolingienne pour voir cette région se repeupler amorçant ainsi le développement des villes au Moyen Âge. Avec un léger décalage par rapport aux données historiques, l'analyse pollinique montre que l'impact de l'homme sur la végétation, et sur les sols comme le soulignent les mesures de susceptibilité magnétique, redevient sensible au cours des v^e et vi^e siècles et va croissant jusqu'au xii-xiii^e siècles et certainement dans les siècles suivants mal enregistrés dans ce site à la sédimentation très irrégulière. Bien que difficile à interpréter parfois, ce diagramme pollinique vient combler le déficit d'informations paléoenvironnementales de cette zone de basse altitude du sud de l'Alsace.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient : Julien Didier, laboratoire Chrono-environnement, qui a effectué la préparation chimique des échantillons polliniques ; Michèle Boucheron, laboratoire Chrono-environnement, qui a participé à la lecture du contenu pollinique et des microfossiles non polliniques ; Christian Voegtlin pour les données historiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEUG H.-J., 2004 - *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 542 p.
- BJÖRCK S., PERSSON T. & KRISTERSSON I., 1978 - Comparison of two concentration methods for pollen in minerogenic sediments. *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, **100** (1), 107-111.
- BLAAUW M., 2010 - Methods and code for "classical" age-modeling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, **5** (5), 512-518. <http://doi.org/10.1016/j.quageo.2010.01.002>.
- DE KLERK P. & HÖLZER A., 2010 - High-resolution pollen diagrams from the mire "Chaume Thiriet" (Southern Vosges, North East France) reveal small-area patterns in pollen precipitation during the last 2000 years. *Annales Scientifiques de la Réserve de Biosphère Transfrontalière Vosges du Nord-Pfälzerwald*, **15**, 288-304.
- ERNY-RODMANN C., GROSS-KLEE E., HAAS J.-N., JACOMET S. & ZOLLER H., 1997 - Früher "human impact" und Ackerbau im Übergangsbereich Spätesolithikum-Frühneolithikum im schweizerischen Mittelland. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte*, **80**, 27-56.
- FLUTSCH L., NIFFELER U. & ROSSI F., 2002 - *Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter: vom Neandertaler bis zu Karl dem Grossen. Band 5 : Römische Zeit*. Verlag Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel, 432 p.
- FOREL B., MONNA F., PETIT C., BRUGUIER O., LOSNO R., FLUCK P., BÉGEOT C., RICHARD H., BICHET V. & CHÂTEAU C., 2010 - Historical mining and smelting in the Vosges Mountains (France) recorded in two ombrotrophic peat bogs. *Journal of Geochemical Exploration*, **107** (1), 9-20.
- GAUTHIER É., RICHARD H. & PETIT C., 2005 - Analyses polliniques du marais de l'Abîme à Molesme (Côte-d'Or, France). In C. Petit (ed.), *Occupation et gestion des plaines alluviales de l'Âge du Fer à l'époque gallo-romaine : actes de la table ronde de Molesme, 17-18 septembre 1999*. Annales Littéraires de l'Université de Besançon, **976** & Série Environnement, Sociétés et Archéologie, **8**. Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, 41-45.
- GRIMM E.C., 1987 - CONISS: a FORTRAN 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, **13** (1), 13-35.
- GRIMM E.C., 1991 - *Tilia 1.12 and Tilia Graph 1.18*. Illinois State Museum, Research and Collection Center, Springfield.
- JACOMET S., JACQUAT C., MAISE C., SCHIBLER J., STOPP B., STUDER J., WICK L. & WINTER M., 1999 - Klima, Umwelt, Landwirtschaft und Ernährung. In F. Müller, G. Kaenel & G. Lüscher G. (eds.), *Die Schweiz vom Paläolithikum bis zum frühen Mittelalter: vom Neandertaler bis zu Karl dem Grossen. Band 4 : Eisenzeit*. Verlag Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Basel, 93-136.
- JEUNESSE C., 2003 - Néolithique « initial », Néolithique ancien et néolithisation dans l'espace centre-européen : une vision rénovée. *Revue d'Alsace*, **129**, 97-112.
- JEUNESSE C., 2008 - Un Néolithique non cardial antérieur à 5500 cal BC dans l'intérieur de la Péninsule ibérique ? Un point de vue extérieur. In M.S. Hernández-Pérez., J.A. Soler Diaz & J.A. López Padilla (dir.), *IV Congreso del Neolítico Peninsular : Alicante, 27-30 de noviembre de 2006*. Museo Arqueológico de Alicante & Diputación Provincial de Alicante, Alicante, Volume 2, 391-396.
- JEUNESSE C., 2014 - *Le peuplement préhistorique du Jura alsacien. Rapport 2014*. Programme Collectif de Recherche, Direction Régionale des Affaires Culturelles d'Alsace, Strasbourg, 69 p.
- JEUNESSE C., ARBOGAST R.-M., DENAIRE A., DOPPLER T., JACOMET S., MAUVILLY M. & SCHIBLER J., 2014 - L'abri Saint-Joseph à Lutter : 9000 ans de l'histoire du Jura alsacien. *Annuaire de la Société d'Histoire du Sundgau*, **2014**, 13-44.
- JEUNESSE C., ARBOGAST A., MAUVILLY M., DENAIRE A., DOPPLER T., JACOMET S. & SCHIBLER J., sous presse - La couche 5 de Lutter. Fin du second Mésolithique et transition avec le Néolithique dans la zone jurassienne. In C. Jeunesse & F. Séara (dir.), *Le second Mésolithique, des Alpes à l'Atlantique (VI^e - V^e millénaire)*. Table ronde internationale, Strasbourg, 3-4 novembre 2015.
- KALIS A.J., 1984 - *Forêt de la Bresse (Vogesen), vegetatiekundige en pollenanalytische onderzoekingen naar de bosgeschiedenis van een Centraal-europees middelgebergte*. Ph. D. thesis, Utrecht University, Utrecht, 349 p.
- KALIS A.J., 1988 - Zur Umwelt der frühneolithischen Menschen : ein Beitrag der Pollenanalyse. In H. Küster (ed.), *Der Prähistorische Mensch und seine Umwelt : Festschrift für Udelgard Körber-Grohne zum 65. Geburtstag*. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg, **31**, Kommissionsverlag K. Theiss, Stuttgart, 125-137.
- LAINÉ A., 2012 - *Histoire de la végétation et des activités agropastorales des plaines de Saône et de Champagne - L'apport des grains de pollen et des microfossiles non polliniques*. Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon, 197 p.
- MOORE P.D., WEBB J.A. & COLLINSON M.E., 1991 - *Pollen analysis*, 2nd edition. Blackwell Scientific Publications, London, 216 p.
- R CORE TEAM, 2015 - *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 3.2.0. <https://www.R-project.org/>.
- REILLE M., 1992 - *Pollen et Spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, Marseille, 520 p.
- RICHARD H., 1994 - Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences et des Lettres de Paris*, **323**, 101-104.

- démie des Sciences. Série 2, Sciences de la Terre et des Planètes, **318** (7), 993-999.
- RICHARD H. (dir.), 2004** - Néolithisation précoce. Premières traces d'anthropisation du couvert végétal à partir des données polliniques. Annales Littéraires de l'Université de Besançon, **777** & Série Environnement, Sociétés et Archéologie, 7. Presses Universitaires de Franche-Comté, Besançon, 220 p.
- RICHARD H. & ESCHENLOHR L., 1998** - Essai de corrélation entre les données polliniques et les données archéologiques : le cas des forêts de Lajoux dans les Franches-Montagnes (Lajoux, Ju, Suisse). *Revue d'Archéométrie*, **22**, 29-37.
- ROTH-ZEHNER M. avec la collaboration de MURER A., 2013a** - Die Ausgrabungen in Habsheim und Rixheim. Zum Stand der Forschung an Axialhofvillen (Typ Heitersheim) im Elsass. *Alemannisches Jahrbuch*, **59-60**, 27-61.
- ROTH-ZEHNER M., 2013b** - L'Alsace. In F. Malrain, G. Blancquaert & T. Lorho (dir.), *L'habitat rural du second âge du Fer. Rythmes de création et d'abandon au nord de la Loire*. Recherches Archéologiques, 7. INRAP & CNRS éditions, Paris, 25-43.
- ROTH-ZEHNER M., 2013c** - Les établissements ruraux de la fin du Hallstatt et du début de La Tène dans la plaine d'Alsace. Etat de la question. *Cahiers Alsaciens d'Archéologie, d'Art et d'Histoire*, **56**, 53-90.
- SHOTYK W., 1996** - Natural and anthropogenic enrichments of As, Cu, Pb, Sb, and Zn in ombrotrophic vs. minerotrophic peat bog profiles, Jura Mountains, Switzerland. *Water Air Soil Pollution*, **90** (3), 375-405.
- VANDORPE P. & JACOMET S., 2011** - Plant economy and environment. In M. Reddé (ed.), *Oedenburg : fouilles françaises, allemandes et suisses à Biesheim et Kunheim, Haut-Rhin, France. Volume 2, L'agglomération civile et les sanctuaires.*, Monographien des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, **79** (2). Verlag des Römisch-Germanischen Zentralmuseums, Mainz, 3-72.
- VANDORPE P. & WICK L., 2015** - Food plants in anthropogenic sediments as represented in pollen and macrofossil spectra: a case study on waterlogged Roman sediments from Switzerland and Alsace, France. *Vegetation History and Archaeobotany*, **24** (1), 135-142.
- VAN GEEL B., 2001** - Non-Pollens Palynomorph. In J.P. Smol, H.J.B. Birks & W.M. Last (eds.), *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3, Terrestrial, algal, and siliceous indicators*. Kluwer Academic, Dordrecht, Boston & London, 99-119.
- WALTER-SIMONNET A.-V., BOSSUET G., DEVELLE A.-L., BÉGEOT C., BENOIT-RUFFALDI P., MAGNY M., ADATTE T., SIMONNET J.-P., ROSSY M., BOUTET J., ZEILLER R., DE BEAULIEU J.-L., VANNIÈRE B., THIVET M., MILLET L., REGENT B. & WACKENHEIM C., 2008** - Chronologie et spatiation de retombées de cendres volcaniques tardiglaciaires dans les massifs des Vosges et du Jura, et le Plateau suisse. *Quaternaire*, **19** (2), 117-132.
- WOILLARD G., 1975** - Recherches palynologiques sur le Pléistocène dans l'est de la Belgique et dans les Vosges lorraines. *Acta Geographica Lovaniensia*, **14**, 1-118.