2010 # 2

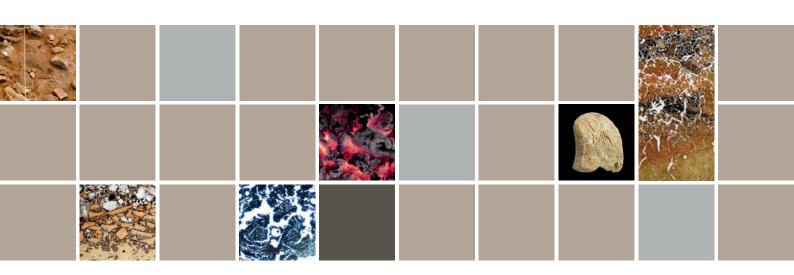
http://www.palethnologie.org ISSN 2108-6532

sous la direction de

Isabelle THÉRY-PARISOT Lucie CHABAL Sandrine COSTAMAGNO TAPHONOMIE DE LA COMBUSTION

DES RÉSIDUS ORGANIQUES ET DES STRUCTURES

DE COMBUSTION EN CONTEXTE ARCHÉOLOGIQUE







Revue publiée par l'association P@lethnologie, créée et soutenue par le laboratoire TRACES, le laboratoire Ethnologie préhistorique, l'université de Liège, le ministère de la Culture et de la Communication.

Directrice

Vanessa LEA

Comité éditorial

François BON

Sandrine COSTAMAGNO

Karim GERNIGON

Vanessa LEA

Monique OLIVE

Marcel OTTE

Michel VAGINAY

Nicolas VALDEYRON

Comité scientifique

Michel BARBAZA, université de Toulouse, France

Laurent BRUXELLES, INRAP, France

Jacques CHABOT, université de Laval, Canada

Jesús GONZÁLEZ URQUIJO, université de Cantabrie, Espagne

Dominique HENRY-GAMBIER, CNRS, France

Jacques JAUBERT, université de Bordeaux, France

Béatrix MIDANT-REYNES, CNRS, France

Karim SADR, université de Witwatersrand, Afrique du Sud

Boris VALENTIN, université Paris I, France

Jean VAQUER, CNRS, France

Randall WHITE, université de New York, États-Unis

Traduction

Magen O'FARRELL

Maquette, mise en page

Yann BELIEZ

Couverture

Fabien TESSIER

Les contributions sont à adresser à :

REVUE P@LETHNOLOGIE

Vanessa LEA, chargée de recherche

TRACES - UMR 5608 du CNRS

Maison de la recherche 5 allées Antonio Machado 31058 Toulouse cedex 9, FRANCE

Téléphone: +33 (0)5 61 50 36 98

Télécopie: +33 (0)5 61 50 49 59

Courriel: vanessa.lea@univ-tlse2.fr

Cette manifestation et ses actes ont reçu le soutien de























Palethnologie / 2010.2

ANALYSE MICROMORPHOLOGIQUE DE STRUCTURES DE COMBUSTION EXPÉRIMENTALES ANTHROPIQUEMENT REMANIÉES

Christopher E. MILLER, Nicholas J. CONARD, Paul GOLDBERG & Francesco BERNA

Résumé

Six foyers expérimentaux ont été construits pour évaluer la capacité de la micromorphologie à identifier un remaniement anthropique de structures de combustion et à établir une base de référence de conditions expérimentales pour calibrer les conditions micromorphologiques. Après utilisation, les foyers ont été soit balayés, soit balayés et le matériel jeté, soit piétinés, ou une combinaison des trois. Un examen micromorphologique a montré que ces processus produisent des caractéristiques distinctes aisément identifiables à une échelle microscopique. L'application de cette expérimentation à des structures, en relation avec de la combustion, du site paléolithique de Hohle Fels (Allemagne) ont montré que l'examen micromorphologique de dépôts anthropiques – soutenu par des observations expérimentales – apporte un contexte important au sein duquel évaluer d'autres classes d'artefacts.

Mots clés: micromorphologie, processus de formation des sites, structures de combustion, Hohle Fels

Introduction

Ainsi que le montrent les nombreuses contributions à ce volume, la recherche sur la combustion archéologique s'est intensifiée lors de la dernière décennie. Notre contribution apporte un point de vue original assez peu largement discuté dans la littérature : la micromorphologie expérimentale de structures de combustion. Bien que les études ethnographiques et expérimentales aient fait partie de la micromorphologie archéologique au cours des vingt dernières années (par ex. Goldberg & Whitbread, 1993; Mallol *et al.*, 2007), de nombreuses interprétations de certaines caractéristiques des microstructures découvertes sur les sites archéologiques sont basées sur des déductions logiques renforcées par l'analogie avec des processus géologiques connus.

Si de telles interprétations sont parfaitement valides lorsque l'on traite de systèmes naturels, n'importe quel système incluant des facteurs anthropiques, comme la formation de sites archéologiques, peut devenir si complexe qu'une simple analogie avec des systèmes naturels connus peut induire en erreur. En dépit de ce problème, nous pensons que certaines activités humaines — spécialement celles en relation avec la combustion — laissent des traces dans la documentation archéologique et sont aisément visibles à l'échelle microscopique (Courty *et al.*, 1993). En fait, nous croyons que beaucoup d'épisodes isolés et discrets sont enregistrés non pas à l'échelle du site ou même

à une méso-échelle, mais ont eu lieu et sont enregistrés à une micro-échelle. Cela a été l'un des concepts théoriques dominants en micromorphologie depuis la publication de Courty *et al.* (1989). Dans cet article, nous apportons des résultats expérimentaux pour tester les effets de différentes actions humaines à l'échelle microscopique.

L'idée de cette expérimentation est venue de nos fouilles à Hohle Fels, un site en grotte localisé dans le Jura souabe dans le sud-ouest de l'Allemagne (fig. 1). Cette grotte contient une séquence stratifiée de couches avec du

matériel archéologique correspondant à des occupations du Paléolithique moyen, de l'Aurignacien, du Gravettien et du Magdalénien. De nombreuses structures ont été découvertes, principalement au sein des niveaux du Paléolithique supérieur, et consistent en des lentilles et des niveaux d'os brûlés, de charbons et de cendres, latéralement épandus. La principale structure du site est la couche gravetienne 3cf qui s'étend sur plus de 20 m² et dont l'épaisseur peut aller jusqu'à 15 cm. Schiegl et al. (2003) ont publié une étude micromorphologique de la couche et l'interprètent comme une zone de rejet. Ils ont noté que 3cf consistait principalement en des fragments anguleux d'os brûlés et non-brûlés, de la taille d'un grain de sable et attenants les uns aux autres. Bien qu'un litage faible soit présent, les os étaient peu structurés et ne présentaient pas de signe de classement, ce qui excluait l'eau comme possible facteur de dépôt. La structure ouverte de la couche (présentant peu à pas de compaction) et l'absence totale d'un quelconque os écrasé in situ suggérait également aux auteurs que 3cf n'avait pas été extensivement piétiné. Au vu de ces éléments, l'interprétation de 3cf proposée par Schiegl et al. (2003) était que les occupants du Gravettien ancien à Hohle Fels utilisaient principalement l'os comme combustible et que les foyers qu'ils construisaient étaient localisés dans d'autres parties de la grotte que le dépôt 3cf, sans doute plus près de l'entrée. Ils ont à plusieurs reprises construit des feux, enlevé les restes de combustion de la zone principale d'occupation et les ont rejetés ailleurs. Ces activités ont abouti à former la

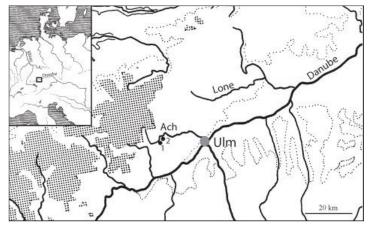


Fig. 1 - Carte de localisation de Hohle Fels, situé dans le Jura souabe du sudouest de l'Allemagne. Hohle Fels est indiqué par le numéro 1 sur la carte.

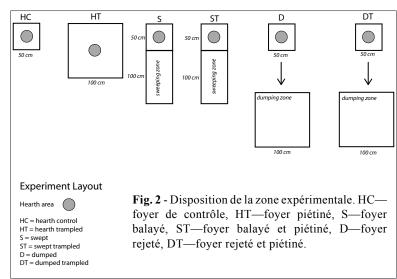
couche 3cf. Bien que ces interprétations expliquent toutes les observations micromorphologiques, nous désirions tester expérimentalement certaines des idées de dépôt et de modification anthropique, en particulier celles en lien avec le rejet et le piétinement.

Nous avons spécifiquement choisi de tester les effets de différents types d'activités anthropiques post-combustion sur le matériel brûlé. Ces activités comprennent le balayage des foyers, le piétinement des foyers, le rejet du matériel du foyer, et une combinaison de ces trois activités. Beaucoup de structures de combustion (pas seulement à Hohle Fels), lorsqu'elles sont étudiées micromorphologiquement, n'apparaissent pas comme intactes. En d'autres termes, la simple présence de lentilles de charbon délimitées sur un site ne signifie pas nécessairement que le charbon a été produit exactement là où il a été fouillé. Le matériel brûlé peut être remanié par des processus naturels (Weiner et al., 1998); il est toutefois possible que le matériel brûlé puisse être remanié et déplacé par des humains (Meignen et al., 2007). Bien que de tels dépôts anthropiques remaniés soient sortis de leur contexte primaire, l'action d'enlever ou de remanier du matériel brûlé peut nous informer sur les comportements passés, la maintenance du site et l'usage de l'espace. Une évaluation de l'histoire dépositionnelle d'une structure en relation avec de la combustion nous apporte aussi un meilleur contexte au sein duquel évaluer d'autres classes d'artefacts et leur répartition spatiale.

près de Tübingen en Allemagne. Le bois a été séché toute une nuit avant l'expérimentation dans un four à 60°. Chaque feu consistait en 5 kg de bois sec, 2 kg de côtes et de vertèbres de porc décharnées et coupées en cubes de 5-10 cm. Bien que ces os fussent décharnés, de la moelle, de la graisse et de la viande y étaient toujours attachés. Les foyers ont été construits en utilisant une petite quantité de feuilles sèches et d'herbe comme bois d'allumage; le bois était entassé en cône sur le feu (fig. 2). Une fois que le feu avait commencé à brûler, les ossements étaient ajoutés au-dessus du bois. Excepté le feu de contrôle, les autres feux étaient gérés : des morceaux de bois et d'os non brûlé ont été déplacés vers la flamme pour assurer une combustion complète (ou pour le moins presque complète) de tout le matériau. Les feux ont nécessité approximativement 1,5 à 2 h pour brûler complètement le combustible (depuis l'allumage du feu jusqu'au point où plus aucune flamme n'était visible) (tab. 1). L'expérimentation a été réalisée en novembre avec une température diurne maximale de 12°, et des températures nocturnes plongeant sous 0°. Il y avait de la brume le jour de l'expérimentation et elle s'est transformée progressivement en une légère bruine. Après avoir laissé les foyers expérimentaux se refroidir durant la nuit, nous sommes revenus le jour suivant pour réutiliser cinq des six foyers (le foyer de contrôle excepté). Les processus de réutilisation ont inclus le piétinement d'un foyer (HT), le balayage d'un foyer (S), le piétinement d'un foyer balayé (ST), le balayage

Conception et méthode de l'expérimentation

Six foyers expérimentaux ont été construits. Les aires expérimentales ont été couvertes par un niveau, épais de 3-5 cm, de sédiment de grotte remanié – et archéologiquement stérile - provenant de Hohle Fels. Le bois a été collecté sur des arbres, principalement des hêtres et des chênes, récemment tombés dans la forêt de Schönbuch



Nom du Foyer	Type de Foyer	Gestion
НС	Contrôle	Laissé brûler complètement materiel non-brûlé ne soit déplacé vers le centre Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète
НТ	Piétiné	Brûlé complètement Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète Après refroidissement durant la nuit, piétiné durant une minute
S	Balayé	Brûlé complètement Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète Après refroidissement durant la nuit, a été balayé avec une balayette à poils de végétaux naturels
ST	Balayé	Brûlé complètement Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète Après refroidissement durant la nuit, a été balayé avec une balayette à poils de végétaux naturels A alors été piétiné pendant une minute
D	Rejeté	Brûlé complètement Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète Après refroidissement durant la nuit, le materiel brûlé a été balayé dans une peau animale, déplacé quelques mêtres plus loin et rejeté sur une zone de sédiment de Hohle Fels
DT	Rejeté et piétiné	Brûlé complètement Le bois et l'os incomplètement brûlés ont été places au centre du foyer pour favoriser une combustion complète Après refroidissement durant la nuit, le materiel brûlé a été balayé dans une peau animale, déplacé quelques mêtres plus loin et rejeté sur une zone de sédiment de Hohle Fels A alors été piétiné pendant une minute

Tab. 1 - Liste de nom de foyer (comme utilisé dans les figures suivantes), du type de foyer et de la gestion spécifique des foyers.

d'un foyer, l'enlèvement et le rejet du matériel (D), et le piétinement d'un foyer rejeté de la même manière (DT). Le piétinement a été réalisé pendant toute une minute par deux des expérimentateurs (fig. 3). Ils portaient des chaussures à semelle de caoutchouc très lisse. Le balayage a été effectué avec une balayette à poils de végétaux naturels. Nous avons repoussé la majorité du matériel hors du foyer et ensuite balayé énergiquement la surface du foyer initial, ce qui a amené le matériel brûlé le plus fin à s'envoler dans l'air comme de la poussière. Le rejet des foyers a été réalisé de manière similaire au balayage ; le matériel a cependant été ramassé dans une peau et conduit à une autre aire expérimentale, où il a été rejeté brusquement, sous la forme d'un lancement rapide vers le sol. Après que les foyers aient été remaniés, nous avons attendu une semaine pour revenir et effectuer des prélèvements pour l'analyse micromorphologique.

Nous avons enlevé les blocs de prélèvements non perturbés en creusant autour de la zone sélectionnée et en les couvrant de bandes de plâtre. Les blocs ont été amenés au laboratoire de micromorphologie à l'université de Tübingen, où ils ont été séchés plusieurs jours dans un four à 60° C. Ils ont alors été imprégnés avec une mixture de résine de polyester sans activateur

(Viscovoss, Vosschemie Gmbh) diluée avec du styrène (VWR International). Du peroxyde d'éthylméthylcétone (MEKP) a été utilisé comme catalyseur de polymérisation. Les échantillons ont reposé durant une semaine avant d'être chauffés à 60° C pendant une nuit, provoquant une polymérisation totale de la résine. Des sections du bloc ont été coupées à la scie à roches et envoyés à Spectrum Petrographics (Vancouver, Washington, Unis) pour produire des lames minces, de dimension 5 x 7,5 cm. Ces lames minces ont été analysées avec un microscope pétrographique polarisant standard, à grossissement 4-20 x. La nomenclature et les descriptions sont celles de Courty et al. (1989) et Stoops (2003).







Fig. 3 - Photographies des diverses activités anthropiques remaniantes. A) piétinement du foyer ST, B) balayage du foyer D sur une peau, C) rejet du foyer D.

Résultats micromorphologiques

HT (foyer piétiné)

Nous avons prélevé deux lames sur le foyer piétiné *in situ* (fig. 4 et 5 ; tab. 2). Elles montrent toutes deux que le foyer piétiné a conservé une structure foyère typique avec un niveau de charbon recouvrant une base de sédiment rubéfié. Bien que

la structure générale du foyer ait été préservée, plusieurs caractéristiques de l'échantillon HT le distinguaient comme ayant été piétiné. Parmi celles-ci la compaction du sédiment de grotte sous-jacent, évidente par le manque de structure vide en comparaison avec les échantillons non piétinés. De plus, plusieurs plus grands morceaux d'os et de charbons ont été poussés dans le sédiment sous-jacent. Certains de ces morceaux d'os apparaissent avoir été brisés et écrasés. On constate peu de mouvements

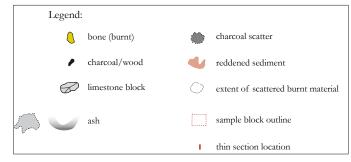


Fig. 4 - Légende des plans des foyers, tels qu'ils apparaissent sur les figures 5-9.

horizontaux ou de déplacement de composants ; la plupart des mouvements étaient verticaux, probablement sous l'effet de la compaction et de la pression.

S (foyer balayé)

Une seule lame a été faite sur le foyer balayé (fig. 6). Cette lame comprenait de gros morceaux d'os brûlés et de charbons, de taille centimétrique, organisés de

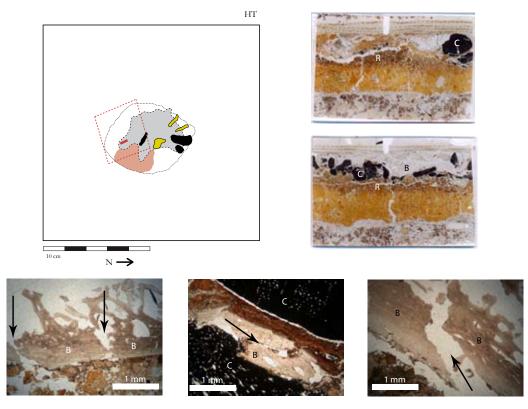


Fig. 5 - Foyer piétiné (HT). Voir le tab. 1 pour une description des types de foyer et le tab. 2 pour des descriptions macroet microscopiques. La vue en plan de la zone expérimentale indique où les échantillons ont été prélevés. Les scans des lames (les dimensions sont de 5 x 7.5 cm) sont placées dans le coin supérieur droit de la figure. Le lettrage sur les scans et les microphotographies indique : R—substrat rubéfié, C—charbon et B—os. Sur les lames scannées, on peut noter que le charbon et l'os brûlé recouvrent un substrat rubéfié. Sur les microphotographies et à la base de la figure, on peut noter (de gauche à droite) un os brûlé brisé en plusieurs endroits (indiqués par des flèches), un morceau d'os brûlé entre deux morceaux de charbons, et un autre os cassé (indiqué par la flèche).

	T	
Nom du Foyer	Observations macroscopiques	Observations microscopiques
НТ	Conservation de la limite circulaire de l'aire du foyer, semblable à celle du foyer de contrôle Une nappe de substrat rubéfié était visible dans le coin sud-est De gros morceaux d'os brûlés et de charbons sont visibles De petits morceaux de charbons et peut-être de cendres sont dispersés autour de l'aire centrale du foyer	Une structure "classique" de foyer est visible—une base rubéfiée recouverte par du charbon et des os brûlés Les gros morceaux d'os et de charbons paraissent enfoncés dans le substrat sous-jacent et le déforment Certains morceaux d'os brûlés paraissent cassés en place, d'autres paraissent écrasés
S	Le materiel brûlé forme une nappe allongée, orientée vers l'est Le contour original et la forme du foyer ne sont plus visibles Du materiel plus grossier (os et charbon) subsiste plus près du centre du foyer Le materiel plus fin est dispersé plus loin (est) du centre original du foyer	Des morceaux de charbons et d'os brûlés de taille centimétrique sont assez librement structurés Ils recouvrent un sédiment qui n'a pas été rubéfié
ST	Comme S, ce foyer remanié forme une nappe allongée de matériel brûlé Du matériel plus grossier subsiste près du centre du foyer, alors que le matériel plus fin est localisé plus loin du centre, formant un arc de sédiment	Des morceaux de charbons et d'os brûlés de taille centimétrique recouvrent un substrat non rubéfié Les composants brûlés sont plus compacts que ceux de S Des grains de matériel rubéfié sont observés au-dessus et près des morceaux de charbons et d'os brûlés Les composants brûlés sont enfoncés dans le substrat et le déforment Certains os brûlés sont cassés et/ou écrasés
D	Le matériel brûlé forme une nappe légèrement allongée en direction du nord-est Une nappe de charbon circulaire a été notée dans la portion sud-ouest de la nappe Les plus gros morceaux d'os brûlés sont dispersés au sein de la nappe	De nombreux morceaux de charbons et d'os brûlés sont plus fins (subcentimétriques) que dans les foyers précédents Les composants sont organisés de manière chaotique, en particulier les nombreux fragments submillimétriques de charbons et d'os brûlés Des grains sub-millimétriques de sédiment rubéfié sont visibles, dispersés au sein du dépôt rejeté
DT	Le matériel brûlé forme ici une nappe plus circulaire Les plus gros morceaux d'os brûlés et de charbons sont visibles	Une organisation peu structurée des composants brûlés est visible, bien qu'elle soit plus compacte De gros morceaux d'os brûlés et de charbons sont enfoncés dans le sédiment sous-jacent et le déforment Certains morceaux d'os brûlés sont cassés

Tab. 2 - Comparaison des observations macroscopiques et microscopiques des différents foyers.

façon très lâche, surmontant un substrat de sédiment non rubéfié. Des grains de sédiment rubéfiés plus fins, de taille millimétrique, probablement rejetés avec les composants brûlés plus gros, étaient associés aux plus gros fragments d'os brûlés et de charbons. La structure générale de l'échantillon n'est pas archéologiquement réaliste, puisque des périodes successives de dépôt et d'altération post-dépositionnelles n'auraient probablement pas conservé une telle structure ouverte.

ST (balayé et piétiné)

L'unique lame prélevée sur le foyer balayé et piétiné montrait des caractéristiques généralement similaires à la fois à celles de HT et de S (fig. 7). Comme sur S, un niveau de morceaux centimétriques d'os brûlés et de

charbons recouvre un substrat non rubéfié de sédiment de grotte. A la différence de S, les composants d'os et de charbons forment une structure moins ouverte. Au sein du matériel brûlé se trouvent plusieurs grains et agrégats de sédiment rubéfié, manifestement remaniés de leur contexte primaire. Il n'est pas clair à partir de ces expérimentations si le matériel rubéfié a été remanié durant le balayage ou bien durant le rejet, bien que les deux possibilités soient plausibles. Comme HT, ST a des traces de plusieurs ossements brisés et écrasés.

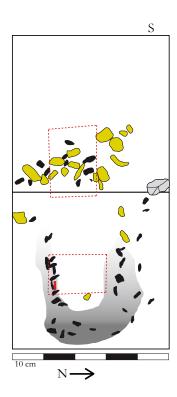
D et DT (rejeté / rejeté et piétiné)

Sur la base d'une simple observation nonmicroscopique des blocs d'échantillons du foyer rejeté, il est difficile de le distinguer du matériel balayé du foyer S (fig. 8 et 9). A une plus grande échelle, la structure du dépôt rejeté n'apparaît pas allongée comme celle des dépôts balayés, bien que ce soit probablement un aspect de ces dépôts qui soit très variable. Un moyen de distinguer avec certitude les

foyers balayés (S et ST) des dépôts rejetés est le fait que les dépôts rejetés (D et DT) sont radicalement dénués de tout substrat brûlé. Microscopiquement, il y a certaines différences entre les dépôts balayés et rejetés. Les dépôts rejetés sont organisés plus chaotiquement, avec un plus large spectre de classes de taille de charbon et d'os brûlés adjacents. Le dépôt rejeté qui n'a pas été balayé a aussi une structure plus ouverte, similaire à celle de S.

Discussion

En observant les résultats des six foyers expérimentaux, il y a plusieurs modalités qui sont applicables à l'interprétation des échantillons archéologiques. La première est la différence dans l'association entre matériel brûlé (os et charbon) et un substrat rubéfié.



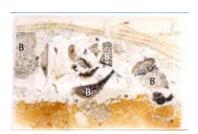
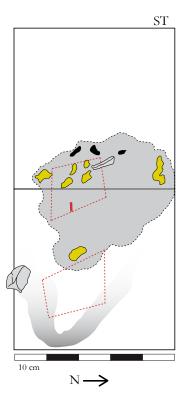
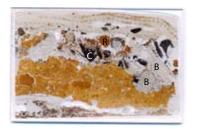




Fig. 6 - Foyer piétiné (S). Le lettrage sur le scan et la microphotographie indique : B—os et Ch—charbon. Noter la structure lâche et ouverte évidente sur la lame scannée (dimension de 5 x 7.5 cm). Noter aussi que l'os brûlé et le charbon recouvrent un substrat qui n'est pas rubéfié. La microphotographie montre un morceau de charbon attaché à un os brûlé.





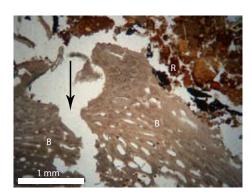
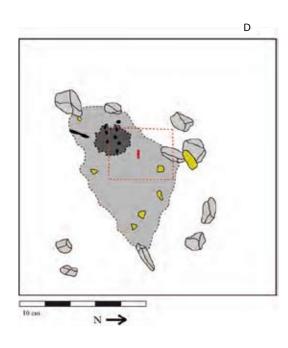
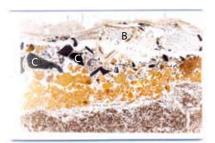


Fig. 7 - Foyer balayé et piétiné (ST). Le lettrage sur le scan et la microphotographie indique : C—charbon, B—os, R—grain rubéfié. Noter comment le matériau brûlé sur cette lame scannée est plus compact en comparaison avec celui du foyer piétiné (fig. 6). Certains des plus gros morceaux d'os sont pressés contre le substrat sous-jacent, qui n'est pas rubéfié. Certains grains rubéfiés, cependant, sont incorporés dans le dépôt remanié. La microphotographie montre un exemple d'os brisé (indiqué par la flèche).





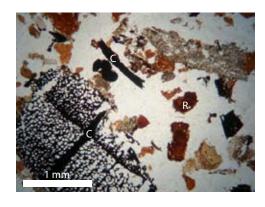
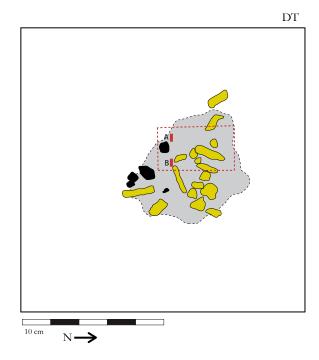
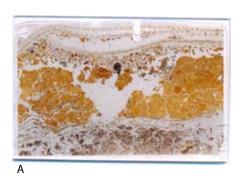


Fig. 8 - Foyer rejeté (D). Le lettrage sur le scan et la microphotographie indique : C— charbon, B—os, R—grain rubéfié. Bien que de plus gros morceaux, centimétriques, de charbon soient visibles sur la lame scannée, la matrice du dépôt consiste en morceaux millimétriques et sub-millimétriques de charbon, d'os brûlés, et de grains rubéfiés. Sur la microphotographie, on peut noter la structuration ouverte, lâche et chaotique des composants sub-millimétriques.





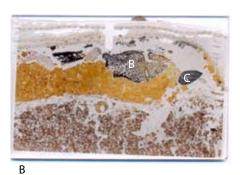


Fig. 9 - Foyer rejeté et piétiné (DT). Le lettrage sur les scans indique: C—charbon et B—os. Noter sur l'échantillon B que les plus gros morceaux d'os et de charbon ont été presses contre le substrat sous-jacent, qui n'est pas rubéfié.

Pour le foyer de contrôle et le foyer piétiné, le matériel brûlé reste relativement en place : il repose directement sur le substrat rubéfié ; même avec le piétinement, la structure originelle et l'organisation du foyer étaient toujours visibles. Cela pourrait être le résultat du peu de temps pendant lequel les échantillons étaient piétinés (durant une seule minute) : des périodes plus longues de piétinement pourraient avoir pour effet de transporter le matériel brûlé plus loin ou de remanier significativement la structure originelle du foyer. Balayer un foyer perturbe manifestement la structuration originale : sur la lame mince on note que des grains de substrat rubéfié ont été remaniés (ils sont similaires à des grains arrachés) par l'action de balayage. De plus, le dépôt de matériel brûlé recouvre un niveau de sédiment qui n'a pas été affecté par la chaleur. La dernière situation examinée ici, les dépôts rejetés, sont presque complètement dénués de toute association avec un sédiment rougi. Quelques petits (sub-millimétriques) morceaux de sédiment rougi au feu ont été notés sur les lames minces de D et DT. Toutefois, leur présence était négligeable en comparaison avec les échantillons balayés ou in situ. Un manque de rubéfaction ne suggère pas instantanément qu'une structure en lien avec la combustion a été remaniée : il est concevable que certains substrats puissent ne pas rougir en présence de hautes températures. Toutefois, les résultats de cette expérimentation suggèrent qu'une lentille de matériel brûlé qui est directement en contact avec un substrat qui n'est pas rubéfié - spécialement quand on sait par l'expérimentation que ce sédiment est habituellement altéré lorsqu'il est soumis au feu - ne représente probablement pas un foyer in situ. Cette expérimentation a aussi montré qu'il est difficile de distinguer entre du matériel balayé et rejeté. Une différence est que le classement des grains de matériel brûlé balayé est plus homogène que celui des dépôts de rejets brûlés. Il pourrait en être ainsi parce que le balayage provoque un tri du matériel - spécialement si de plus grands morceaux de charbon et d'os brûlés sont repoussés vers une zone plus loin du centre du foyer, alors que le matériel plus fin est écarté plus loin du centre du foyer par des mouvements rapides de balayage. Puisque le rejet est un mouvement encore plus rapide – similaire à un écoulement colluvial – il n'est pas surprenant que le matériel soit encore plus pauvrement trié en termes de taille de grains. Cette observation, cependant, est superficielle et nécessite d'être testée plus avant avant de pouvoir être appliquée pleinement au matériel archéologique.

L'un des résultats les plus intéressants de cette expérimentation est le très clair effet que le piétinement a sur les structures de combustion. Le sédiment a été clairement compacté sous l'effet du piétinement. En plus, les os brûlés ont été brisés et également écrasés. De tels os écrasés et cassés ont été notés sur plusieurs sites archéologiques – incluant le site sud-africain Middle Stone Age de Sidubu (Goldberg *et al.*, en préparation) et le site français Paléolithique moyen du Pech de l'Azé (Dibble *et al.*, en préparation ; fig. 10) – et ont été avec raison interprétés comme résultant du piétinement. Cette expérimentation

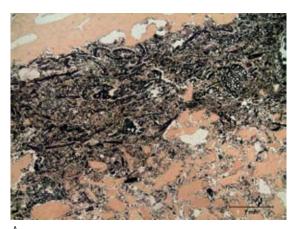




Fig. 10 - A) Un exemple de ce qui a été interprété comme de l'os écrasé par piétinement sur le site sud-africain MSA de Sibudu. B) Un autre exemple d'os écrasé, provenant du site Paléolithique moyen du Pech de l'Azé, France. La largeur de la vue sur cette microphotographie est d'environ 6,2 millimètres.

montre qu'un os brisé et écrasé *in situ* peut résulter d'une simple minute de piétinement humain.

Interprétation de la couche d'os brûlés de Hohle Fels (3cf) à la lumière des résultats expérimentaux

Nous aimerions fournir un bref exemple de comment cette expérimentation nous aide à interpréter le matériel archéologique du site de Hohle Fels. Une couche (3cf) essentiellement composé d'os brûlés de la taille d'un grain de sable, étendu latéralement à travers tout le site et épais par endroits de 15 cm d'épaisseur, a été fouillé au sein des niveaux gravettiens. Plusieurs hypothèses étaient proposées pour la formation de cette couche, parmi lesquelles celle d'une séquence d'évènements de combustion in situ, ou celle d'un redépôt par une eau courante. Une étude micromorphologique de ce niveau (Schiegl et al., 2003) a montré plusieurs caractéristiques distinctes (fig. 11). Il n'y avait pas de rubéfaction du substrat et pas de grains de sédiment rougis au feu au sein du dépôt. Le dépôt consistait presque complètement en os brûlés, de la taille d'un grain de sable, avec de la cendre calcitique, plusieurs artefacts lithiques et organiques, et des restes de faune. Les morceaux d'os brûlés, de la taille d'un grain de sable, étaient organisés en une structure ouverte et chaotique, avec des fragments adjacents les uns aux autres mais présentant des degrés variés de combustion. Les auteurs en ont conclu que ces caractéristiques démontraient que le dépôt n'était pas in situ - mais n'avait pas non plus été remanié par des processus naturels. Au contraire, ils suggéraient que cela avait été remanié par des humains, qui avaient enlevé le matériel du foyer qui le contenait et l'avaient rejeté à cet endroit dans la grotte. L'épaisseur et l'extension latérale de ce niveau impliquent que cette action a été répété lors de multiples périodes d'occupation. De plus, la structure ouverte et le manque d'os brisés et écrasés suggèrent peu de balayage, impliquant que, pendant le dépôt de cette couche, l'occupation était centrée ailleurs, dedans ou près de la grotte, alors que ce secteur était utilisé presque uniquement comme zone de rejet.



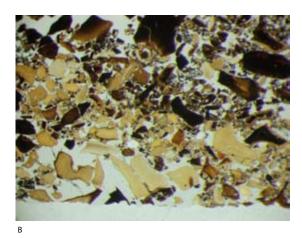


Fig. 11 - A) Photographie de terrain de la couche gravettienne 3cf de Hohle Fels. B) Microphotographie du niveau 3cf en lumière polarisée plane (PPL). La hauteur de la vue est ici de 5 mm. Noter la structure relativement lâche et désorganisée des fragments d'os brûlés de la taille d'un grain de sable. Des fragments d'os brûlés à des degrés divers sont adjacents. Ce niveau a été interprété comme un niveau de rejet. Le comparer avec la microphotographie du foyer D, qui montre une structure lâche et chaotique similaire.

Plusieurs de ces interprétations et observations ont été démontrées par cette expérimentation, parmi lesquelles la structure ouverte et chaotique des dépôts rejetés et le fait que les os sont généralement écrasés lorsqu'ils sont piétinés. Comprendre comment ces dépôts se forment – et comprendre comment ces dépôts sont remaniés anthropiquement – est très important pour l'interprétation des processus de formation des sites archéologiques. Cette compréhension apporte un contexte au sein duquel interpréter d'autres classes d'artefacts. Par exemple, la couche d'os brûlés de Hohle Fels contient de nombreux petits éclats concentrés en plusieurs amas (P. Kiesselbach, communication orale ; fig. 12) ; ces éclats remontent souvent. Sans compréhension des

modalités de dépôt du niveau brûlé, il pourrait être tentant d'interpréter ces amas d'éclats comme des *loci* de travail de la pierre taillée représentant des dispersions *in situ* d'artefacts. Toutefois, comme les données micromorphologiques montrent que les éclats ont été remaniés, nous pouvons donc en conclure que ces amas ne représentent pas de concentrations *in situ* d'éclats. Puisque les concentrations d'éclats forment des amas, et puisqu'il y a tant de remontages, il semble que ces concentrations représentent les sous-produits d'une production d'éclats lithiques taillés qui, de même que du matériel brûlé (os brûlé et cendre) et d'autres artefacts, ont été rassemblés et rejetés dans un secteur spécifique de la grotte de Hohle Fels.

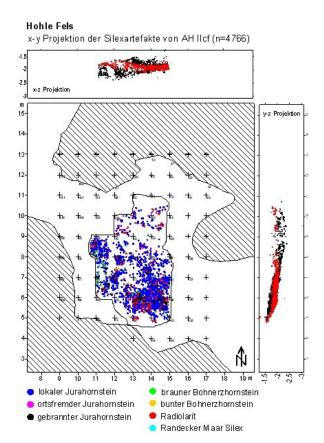


Fig. 12 - Carte de répartition des artefacts lithiques du Hohle Fels, couche 3cf (aimablement fournie par P. Kiesselbach). Différents types de chailles locales (Hornstein) sont indiqués par des couleurs différentes. Noter que la répartition forme plusieurs amas d'artefacts. Sur la base de la micromorphologie de cette couche et des conclusions des expérimentations présentées ici, ces concentrations d'artefacts lithiques ne représentent pas des loci ou des ateliers de débitage, mais plus probablement des rejets de sous-produits de débitage.

Conclusion

Dans cette étude nous avons présenté les résultats de six foyers expérimentaux. A l'exception d'un foyer de contrôle, les autres foyers ont été anthropiquement remaniés, incluant un foyer piétiné (HT), un foyer balayé (S), un foyer balayé et piétiné (ST), un foyer rejeté (D), et un foyer rejeté et piétiné (DT). Bien que certaines différences macroscopiques aient été notées, l'examen micromorphologique des dépôts apporte une évidence claire de processus de formation anthropique des dépôts remaniés.

Les dépôts piétinés montrent des signes évidents de compaction, comme les os et les morceaux de charbon qui sont pressés dans du sédiment sous-jacent et une structure moins ouverte au sein du dépôt remanié lui-même.

Tous les dépôts piétinés présentent des traces d'os écrasés et brisés. De telles caractéristiques ont été trouvées dans les dépôts archéologiques et sont interprétées comme des preuves de piétinement.

Les dépôts rejetés sont typiquement plus fins que les autres dépôts remaniés, et montrent microscopiquement une structure lâche et chaotique. De plus, un plus large spectre de tailles de grains des composants brûlés sont localisés tout au long du dépôt – qui ressemble à un dépôt colluvial – en comparaison des échantillons balayés.

Le balayage semble causer un tri du matériel brûlé, avec le matériel le plus fin localisé plus loin du centre original du foyer. Cette conclusion est provisoire, puisqu'elle est le résultat du type de balayage employé. Plus d'expérimentations devraient être conduites pour la tester.

En allant des foyers piétinés aux dépôts rejetés, l'association du matériel brûlé avec un substrat rubéfié change. Dans le foyer piétiné (HT), le matériel brûlé est localisé directement sur le substrat rubéfié. Dans les échantillons balayés (S et ST), le matériel brûlé n'était pas placé sur un substrat rubéfié, bien que des grains arrachés de matériel rubéfié étaient incorporés dans le dépôt remanié. Dans les dépôts rejetés (D et DT) quelques morceaux sub-millimétriques de matériel rubéfié ont été identifiés, mais ils sont moins nombreux que ceux trouvés dans les dépôts balayés.

Ces observations microscopiques montrent que des activités différentes, comme le piétinement et le rejet, ne sont facilement identifiables qu'à une échelle microscopique. Bien qu'il y ait certaines différences entre des dépôts balayés et rejetés, de plus amples expérimentations devraient s'efforcer de rendre ces distinctions plus claires. De plus amples expérimentations devraient aussi tenter de contrôler les processus taphonomiques naturels. Cette expérimentation a été conduite en extérieur, dans un environnement relativement humide. Après avoir attendu une semaine pour prélever les échantillons, la plus grande partie de la cendre calcitique semble avoir été lessivée ou avoir été dissoute. Dans un cadre de grotte plus protégé, avec un environnement chimique qui favorise une préservation au moins à court terme de la calcite, cela n'aurait pas été le cas.

En utilisant la micromorphologie pour déterminer l'histoire dépositionnelle d'une structure liée à de la combustion, nous pouvons commencer à interpréter la manière dont les populations anciennes utilisaient le feu, comment elles géraient le matériel de combustion une fois qu'il n'était plus utile et comment les populations anciennes organisaient leur espace de vie. De plus, une étude micromorphologique des dépôts de combustion sur des sites archéologiques fournit un contexte au sein duquel évaluer d'autres classes d'artefacts, comme cela a été montré ici avec des concentrations lithiques au sein de la couche 3cf de la grotte de Hohle Fels.

Nous espérons que cet article pose la fondation pour une future expérimentation en micromorphologie. C'est à travers des expérimentations comme celles-ci que nous pouvons calibrer nos interprétations faites à un niveau microscopique et commencer à dévoiler les activités et les comportements humains du passé préservés dans les dépôts anthropiques.

Remerciements

C. Miller est supporté par une bourse étudiante de la Deutsche Akademische Austauchdienst (DAAD). Ce travail a été mené comme part d'un séminaire d'enseignement. Les participants à ce séminaire et

à l'expérimentation comprennent Elham Ghasidian, Saman Heydari, Marcin Diakowski et Holly Deaton. Solveig Schiegl et Bertrand Ligouis ont apporté un avis scientifique et une contribution précieux. Andreas Taller, Ina Täubel, Teresa Verrept et Recha Seitz ont aussi apporté une aide logistique appréciée. Le financement des fouilles à Hohle Fels est apporté par l'Alb-Donau-Kreis, le Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg et la Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Nous voudrions aussi remercier le correcteur anonyme qui a apporté une contribution utile qui a grandement amélioré cet article.

Auteurs

Christopher E. Miller¹, Nicholas J. Conard¹, Paul Goldberg^{1,2}, Francesco Berna²

¹Institut für Ur-und Frühgeschichte und Archäologie des Mittelalters, Abteilung für Ältere Urgeschichte und Quartärökologie, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Germany christopher.miller@uni-tuebingen.de nicholas.conard@uni-tuebingen.de paul.goldberg@uni-tuebingen.de

²Department of Archaeology, Boston University, USA fberna@bu.edu

Références

Courty M.-A., Goldberg P. & Macphail R.I. 1989 - *Soil Micromorphology and Archaeology*. Cambridge, University Press, 344 pp.

Dibble H., Berna F., Goldberg P., Mcpherron S., Mentzer S., Niven L., Richter D., Thery-Parisot I., Sandgathe D. & Turq A. 2009 - Pech de l'Azé IV, layer 8 : A Case Study in Neandertal use of fire. *PaleoAnthropology* (soumis).

Gé T., Courty M.-A., Matthews W. & Wattez J. 1993 - Sedimentary formation processes of occupation surfaces. *In*: Goldberg P., Nash D.T. & Petraglia M.D. (eds). Madison, Wisconsin, Prehistory Press. Monographs in World Archaeology 17: 149-163.

www.palethnologie.org

Goldberg P., Miller C.E., Schiegl S., Berna F., Ligouis B., Conard N.J. & Wadley L. 2009 - Bedding, hearths and site maintenance in the Middle Stone Age of Sibudu Cave, KwaZulu-Natal, South Africa. *Archaeological and Anthropological Sciences* (soumis).

N. J. 2003 - Micromorphology and site formation at Hohle Fels Cave, Swabian Jura, Germany. *Eiszeitalter und Gegenwart*, 53:1-25.

Goldberg P. & Whithbread I. 1993 - Micromorphological studies of a Bedouin tent floor. *In*: Goldberg P., Nash D.T. & Petraglia M.D. (eds). Madison, Wisconsin, Prehistory Press. Monographs in World Archaeology 17: 165-188.

Mallol C., Marlowe F. W., Wood B. M. & Porter C. C. 2007 - Earth, wind, and fire: ethnoarchaeological signals of Hadza fires. *Journal of Archaeological Science*, 34: 2035-2052.

Meignein L., Goldberg P., & Bar-Yosef O., 2007 - The hearths at Kebara Cave and their role in site formation processes. *In*: O. Bar-Yosef & L. Meignen (eds). Cambridge, Massachusetts, Peabody Museum, volume 2:91-122.

Schiegl S., Goldberg P. & Conard N. J. 2003 - Palaeolithic burnt bone horizons from the Swabian Jura - Distinguishing between in situ fireplaces and dumping areas. *Geoarchaeology*: *an International Journal*, 18:541-565.

Stoops G. 2003 - Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America. 184 pp.

Weiner S. Xu Q., Goldberg P., Liu J., & Bar-Yosef O. 1998 - Evidence for the use of fire at Zhoukoudian, China. *Science*, 281:251-253.

Pour citer cet article

Miller C. E., Conard N. J., Goldberg P. & Berna F. 2010 - Analyse micromorphologique de structures de combustion expérimentales anthropiquement remaniées. *In*: Taphononomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique, Théry-Parisot I., Chabal L. & Costamagno S. (eds). Actes de la table ronde, Valbonne, 27-29 mai 2008. *P@lethnologie*, 2:25-37.

