CENTRE D'ÉTUDES PRÉHISTOIRE, ANTIQUITÉ, MOYEN ÂGE - UMR 6130
Actes de la table ronde, 27-29 mai 2008

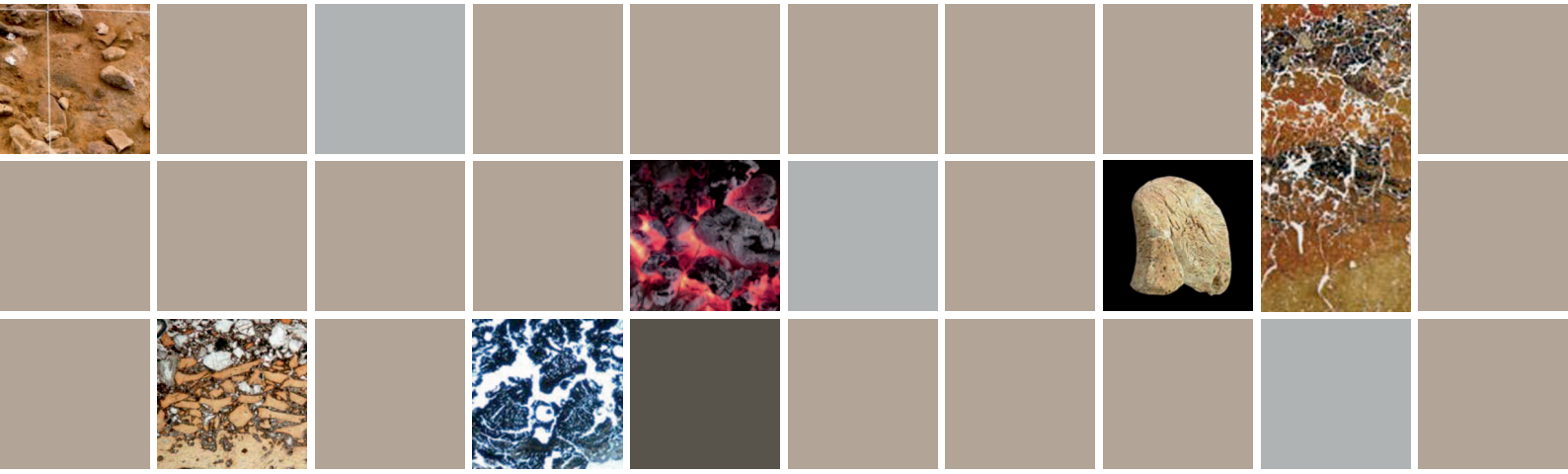
2010 # 2

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



P@LETHNOLOGIE
Revue bilingue de Préhistoire

P@LETHNOLOGIE
Revue bilingue de Préhistoire

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

TRACES
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère Culture Communication
Université de Toulouse
UNIVERSITE DE TOULOUSE LE MIRAIL
Université de Liège
RÉGION MIDI-PYRÉNÉES
cnrs dépasser les frontières
ARSCAN ETHNOLOGIE PRÉHISTORIQUE
MSH - NICE Maison des Sciences de l'Homme
Institut national de recherches archéologiques préventives Inrap
Centre Études Préhistoire Antiquité Moyen Âge

P@lethnologie / 2010.2
Revue bilingue de Préhistoire

CARBONISATION, CONSERVATION ET DÉFORMATION DES RESTES CARPOLOGIQUES

Marie-Pierre RUAS & Laurent BOUBY

Résumé

Dans les sites archéologiques des climats tempérés et en condition aérobie, les semences carbonisées représentent la majorité des vestiges carpologiques conservés. Parmi ceux-ci, les céréales, les légumineuses et certains fruits sont les plus abondants et les plus fréquents. L'article présente un choix de travaux expérimentaux relatifs aux effets de la carbonisation sur la déformation des graines et des fruits et sur la conservation différentielle des assemblages carpologiques. Les expérimentations citées ont étudié l'influence des paramètres tels que la température, la durée de chauffe, les conditions oxydantes ou réductrices et l'état initial de la semence afin d'observer les modifications de forme et de dimension. Elles ont porté sur des caryopses nus ou vêtus de céréales, des graines de pois, des pommes ou des pépins de raisin sauvages et cultivés. D'autres ont étudié la vitesse de destruction des pièces anatomiques de céréales mûres (tiges, rachis des épis, enveloppes des épillets, caryopses) ou de glands (cupule, péricarpe, cotylédons) et celle de graines d'espèces sauvages et cultivées différentes selon leur constitution physique et biologique. Les résultats permettent d'évaluer les biais taphonomiques engendrés par la carbonisation, préjudiciables pour l'identification spécifique des semences et l'interprétation des assemblages archéologiques.

Mots clés : semences, assemblages carpologiques, conservation, déformation, expérimentation, diagnose, morphométrie, céréales, légumineuses, raisin, glands

Introduction

Les restes carpologiques - graines, fruits, tubercules, éléments d'épis, etc. - sont caractérisés par une diversité de forme, de dimension, de composition anatomique et chimique. Leur conservation dans les sites archéologiques est déterminée à la fois par l'état dans lequel ils ont été déposés et les conditions physico-chimiques du contexte d'enfouissement. Les conditions anaérobies des sites immergés et contextes en eau préservent souvent les restes végétaux dans un état sub-fossile humide (ou imbibé). Dans les sites et contextes secs, en climat tempéré, les micro-organismes aérobies dégradent irrémédiablement ce type de vestige s'ils n'ont pas été fossilisés soit par une carbonisation soit par une minéralisation. Pourtant les semences carbonisées, conservées en majorité dans ces sites, ont constitué la base des connaissances pour l'étude des origines et de la diffusion des plantes cultivées (Zohary & Hopf, 2000).

Les travaux palethnobotaniques conduits sur les sites des milieux arides proche-orientaux et tempérés européens ont montré que la carbonisation des semences peut résulter de plusieurs causes : utilisation comme combustible des résidus agricoles, emploi d'une structure de combustion dans les opérations de transformation et de nettoyage des plantes (traitement des récoltes, préparation alimentaire, combustible) ou des aires d'habitat, de stockage ou de culture (rejets de détritus dans les feux, stérilisation des silos, brûlage des végétations), voire incendies dans les lieux d'occupation (Knörzer, 1971 ; Hillman, 1981 ; Miller, 1996 ; Charles, 1998 ; van der Veen, 2006). Les études carpologiques laissent constater que, sur un site où les semences sont conservées dans les trois états, certaines catégories de plantes apparaissent très rarement à l'état carbonisé : les semences de légumes verts, d'épices et de fruitiers à noyaux et à pépins. La majorité des assemblages carbonisés sont ainsi composés de céréales, de légumineuses et de quelques restes de fruits à coque (Green, 1979 ; Ruas, 1992 ; Ruas *et al.*, 2006). Les spectres plus étroits des assemblages carbonisés enregistrent, en fait, des plantes qui entrent dans des filières de consommation où le recours à une source de chaleur est fréquent, voire nécessaire ou bien dont les semences facilement stockées (grains farineux et fruits à coques) sont exposées aux incendies des lieux habités (van der Veen, 2006). Or, céréales et légumineuses constituent aussi la base des productions végétales des sociétés préindustrielles en Europe.

Cet article signale quelques travaux publiés par divers auteurs étudiant les effets taphonomiques de la carbonisation sur la déformation des semences et la composition des assemblages carpologiques. En complément de ces expérimentations, sont mentionnés deux projets en cours sur les pépins de raisin (Bouby & Terral, inédit) et les glands (Bouby & Ruas, inédit).

Déformation des semences par la carbonisation

La carbonisation entraîne des modifications de la forme et de la taille des semences dont les archéobotanistes ont très tôt eu conscience (Helbaek, 1952 ; Hopf, 1955 cités par Renfrew, 1973 : 9-15). Celles-ci doivent donc nécessairement être prises en considération dans toute analyse morphométrique et peuvent constituer un handicap sérieux pour l'identification taxinomique, tout particulièrement au niveau infra-spécifique, par exemple pour distinguer formes cultivées et sauvages au sein d'une même espèce.

L'analyse des effets de la carbonisation est essentiellement abordée par l'expérimentation. Les premières carbonisations expérimentales dans des fours à moufle de laboratoire ont été réalisées dès les années 1950 sur des pommes (Helbaek, 1952 cité par Renfrew, 1973) et dans les années 1970 sur des pépins de raisin (Logothetis, 1970) et des caryopses de céréales (Renfrew, 1973). Depuis les années 1990, les auteurs s'attachent à faire varier différents paramètres tels que la température, la durée de chauffe, l'apport en oxygène, l'humidité des semences au départ de l'expérience, le taxon, afin de mieux comprendre l'influence des conditions de la carbonisation sur les modifications de la conformation.

Les expériences initiées sur les pépins de raisin par H. Smith et G. Jones (1990) sont emblématiques de ce type d'approche (Mangafa & Kotsakis, 1996 ; Bouby *et al.*, 2006). La vigne a constitué un objet d'étude privilégié

car la discrimination entre pépins de vigne sauvage (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*) et cultivée (*V. vinifera* subsp. *vinifera*) – et donc, souvent, la datation des débuts de la viticulture en un lieu donné - reposent généralement sur des critères morphométriques. Les pépins de vigne sauvage sont le plus souvent petits, de forme globulaire à cordiforme et dotés d'un bec court, alors que chez la vigne domestique ils sont généralement grands, ovoïdes à piriformes et présentent un long bec (Levadoux, 1956) (fig. 1A, 1B).

La réduction de taille s'accompagne d'une déformation ; la rétraction à la carbonisation joue de façon variable sur les dimensions du pépin (fig. 2). Les pépins tendent à adopter une forme plus sphérique qui rapproche ceux de la vigne cultivée du morphotype sauvage. Ces modifications dépendent aussi des conditions de carbonisation. La température est le principal paramètre : plus elle est élevée, plus forte est la déformation. L'influence de l'apport d'oxygène et de la durée de chauffe reste modérée. Le taux initial d'humidité des pépins n'a pas d'effet significatif, sauf peut être à forte température (Smith & Jones, 1990 ; Mangafa & Kotsakis, 1996 ; Bouby *et al*., 2006).

Les expérimentations indiquent malgré tout que le recours à un référentiel de vignes sauvages et cultivées modernes permet l'attribution des pépins à l'une ou l'autre sous-espèce avec un taux de reclassement satisfaisant même après carbonisation (Mangafa & Kotsakis, 1996).

Des résultats issus d'approches comparables sont aujourd'hui disponibles pour les blés (*Triticum aestivum* et *T. dicoccum*) (Braadbaart *et al*., 2004 ; Braadbaart & van Bergen, 2005 ; Braadbaart, 2008). Ils montrent également une réduction globale de la taille des caryopses, une diminution de leur longueur d'autant plus accusée que la température est élevée, indépendamment de la largeur qui, jusqu'à 300 °C, a tendance à augmenter puis, au-delà, à diminuer. Il en résulte que l'indice de forme, exprimé par un simple rapport longueur/largeur du grain, varie en fonction de la température. Une observation similaire a été notée sur les graines de pois (*Pisum sativum*) (Kislev & Rosenzweig, 1991 ; Braadbaart & Van Bergen, 2005).

Les modifications de forme et de taille ne sont pas non plus identiques chez les blés selon que les caryopses sont nus ou encore revêtus de leurs enveloppes, notamment chez l'amidonnier (*T. dicoccon*) dont les glumes sont plus robustes et adhèrent plus fortement au grain que chez les blés nus. La distinction entre caryopses de *Triticum aestivum* et de *Triticum dicoccon* par la morphométrie demeurerait possible après carbonisation à condition de prendre en considération des échantillons d'une trentaine d'individus au minimum (Braadbaart, 2008).

Les résultats expérimentaux révèlent également quelques signatures porteuses d'informations sur les conditions mêmes de la carbonisation, donc intéressantes pour connaître les processus de constitution de l'assemblage fossile analysé. Les expériences conduites sur les blés montrent que des protrusions se produisent au niveau de la surface des caryopses, plus particulièrement lorsque la montée en température est rapide. Mais comme le remarque l'auteur (Braadbaart, 2008), cette relation ne se vérifie plus à haute température (600 °C) et la présence de telles protrusions n'est pas mentionnée dans la littérature archéobotanique.

Selon des expériences réalisées sur des caryopses de *Panicum miliaceum* (Lundström-Baudais *et al*., 2002), un pli latéral apparaît uniquement sur les caryopses carbonisés dans leurs glumelles et l'apex de certains prend une forme pointue ; de tels stigmates sont absents chez les grains carbonisés à l'état dévêtu. Malheureusement ils semblent observables chez les grains vêtus uniquement dans une gamme de température très étroite, entre 210 °C et 230 °C. Les expériences n'ont pas été conduites avec des températures supérieures à 250 °C.

Effets de la carbonisation sur les assemblages carpologiques

D'autres travaux ont visé les biais liés à la destruction différentielle provoquée par la carbonisation au sein des assemblages carpologiques par rapport à leur composition initiale (Boardman & Jones, 1990 ; Van

Fig. 1 - A - Pépins actuels frais de lambrusque ou vigne sauvage (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), forêt de la Grésigne (Tarn) (cliché L. Bouby) ; B - Pépins carbonisés de vigne cultivée/sauvage (*Vitis vinifera* subsp. et subsp. *sylvestris*) provenant du site de Castellu (Corte, Haute-Corse), Ve-VIe siècles. L'assemblage comporte des pépins de forme cultivée à bec et ventre allongés et des pépins de forme sauvage à bec peu développé et ventre arrondi (cliché M.-P. Ruas).

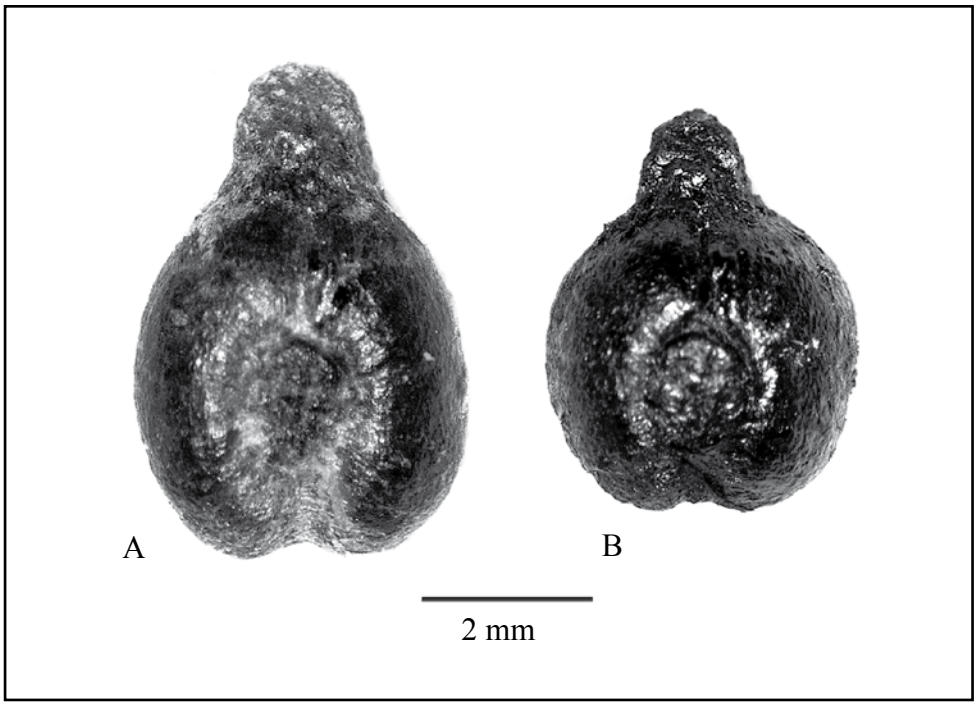


Fig. 2 - Effet de la carbonisation sur un pépin de raisin cultivé (*Vitis vinifera* subsp. *vinifera*), cépage « Roussanne » (clichés L. Bouby).
A - avant carbonisation ; B - après carbonisation à 350°C en atmosphère oxydante pendant 30 minutes. La carbonisation a provoqué une rétraction longitudinale (surtout le bec) et un gonflement dorso-ventral du pépin.

der Veen & Jones, 2006). La plupart s'applique aux ensembles céréaliers susceptibles d'être les résidus du traitement des récoltes. Certains s'attachent à étudier les variations de compositions d'assemblages conservés dans les sols d'unités domestiques (Gustafsson, 2000 ; Guarino & Sciarrillo, 2004).

Des carbonisations expérimentales d'épis entiers et de grains vêtus ou décortiqués des différentes céréales des groupes nu et vêtu ont étudié la résistance des éléments constitutifs (rachis, glumes, glumelles, grain : fig. 3) à différentes températures et durée d'exposition (Bowman, 1966 ; Jenkinson, 1976 cités par Boardman & Jones, 1990). Ils ont montré l'effet significatif de ces deux facteurs sur la destruction différentielle des pièces anatomiques. Si un simple brunissement apparaît aux basses températures, les hautes températures agissent en carbonisant les grains et en détruisant plus rapidement les rachis et les enveloppes. A. Bowman (1966) a constaté que chez l'engrain (*Triticum monococcum*), les enveloppes sont carbonisées à de plus hautes températures que les grains (fig. 4A, 4B).

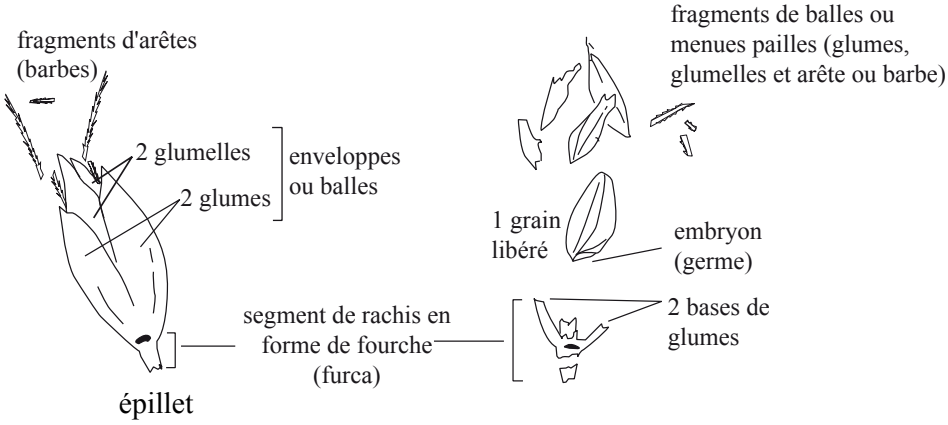
D. Wilson (1984) puis T. Märkle & M. Rösch (2008) se sont intéressés aux semences de différentes espèces sauvages et cultivées selon la composition chimique de leurs réserves (glucides, lipides) ainsi que leur dimension et leur forme (compacte, plate) : semences oléagineuses du lin (*Linum usitatissimum*), du pavot (*Papaver somniferum*) et des crucifères, petites semences des millets (*Setaria italica* et *Panicum miliaceum*) et de plusieurs adventices culturales. Les graines riches en lipides ont tendance à éclater sous l'effet de la chaleur et offrent moins de résistance que les semences à réserves amylacées. Les graines de légumineuses compactes et dotées d'un tégument épais brûlent moins vite que les graines plates (lin) ou les graines les plus petites (adventices, millets). Ces études ont permis d'évaluer les pertes en taxons qui affectent les assemblages au moment de la carbonisation.

Le degré d'humidité des semences (Wright, 2003) et la présence / absence d'un sol pendant la carbonisation ont aussi été pris en compte. Des expérimentations ont été réalisées récemment en contextes reconstitués d'après des sites suédois (Gustafsson, 2000) et italiens (Guarino & Sciarrillo, 2004) tels que des maisons de type protohistorique et des foyers et comparés à des combustions en four de laboratoires. La profondeur d'enfouissement et la nature du sol ont été prises en compte dans les déformations et les disparitions de semences. Dans les cas italiens, peu de variations dans le degré de carbonisation sont notées entre les semences d'une même famille (Poaceae, Vitaceae, Fabaceae) selon leurs positions dans le sol. En revanche, des écarts remarquables se manifestent dans la perte en semences appartenant à des familles différentes : ils résultent principalement de la sensibilité des types de graines à la chauffe. Ainsi, les grains de céréales sont très sensibles aux températures élevées (entre 200 et 400°C) et vite carbonisés tandis que les pépins de raisin le sont complètement à partir de 450°C et les graines de légumineuses (lentille, pois chiche et féverole) à partir de 500°C en raison de la protection qu'offre leur épais tégument.

Depuis plus d'une vingtaine d'années, les résidus carbonisés de stocks de céréales sont interprétés à la lumière des chaînes opératoires du nettoyage des céréales nues et vêtues observées dans des agricultures non mécanisées. Les proportions de vannes, de caryopses et de graines d'adventices culturales sont les variables prises en compte dans l'identification du degré et du stade de nettoyage de la récolte (Hillman, 1981, 1984 ; Van der Veen, 1992). Les modifications de composition de tels assemblages peuvent différer de façon significative selon les conditions de carbonisation déjà citées (cf. §1). L'analyse quantitative (proportions relatives des restes) de tels assemblages doit considérer les biais qu'entraîne la disparition différentielle des éléments avant d'espérer cerner l'étape d'une chaîne opératoire. Les paramètres ont été étudiés à des températures et des durées de combustion variables sur les composants de plusieurs céréales vêtues et nues (paille, glumes, caryopse) (Boardman & Jones, 1990). Une des conclusions

détail d'un épi :
les épillets successifs sont portés par le rachis.

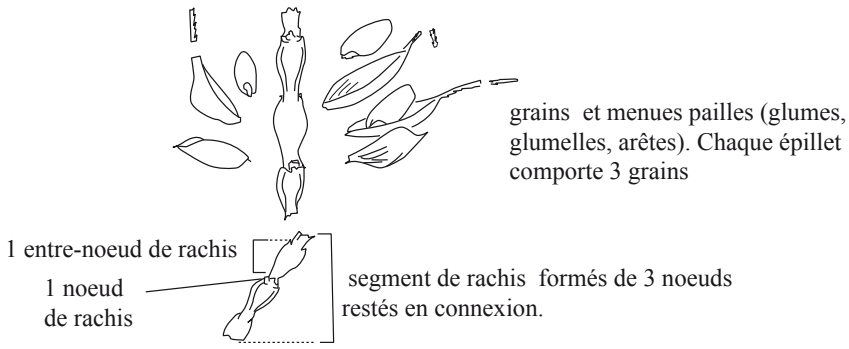
exemple d'un blé vêtu :
l'engrain (*Triticum monococcum* L.)



après un premier battage, l'épi se désarticule en épillets (grain enfermé dans ses balles).

après un grillage puis un deuxième battage ou un pilonnage, la furca se brise et les balles libèrent le grain. Les vannes sont formées par l'ensemble des fragments de rachis et de balles.

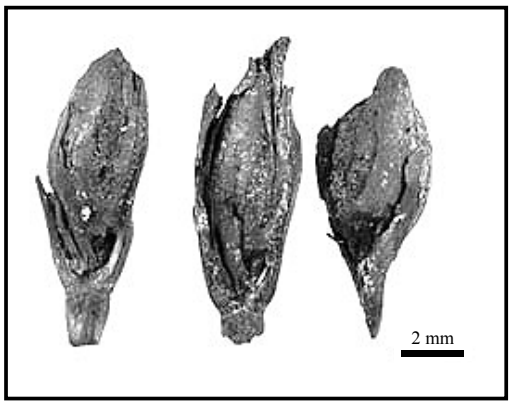
exemple d'un blé nu :
le blé tendre (*Triticum aestivum l. s.*)



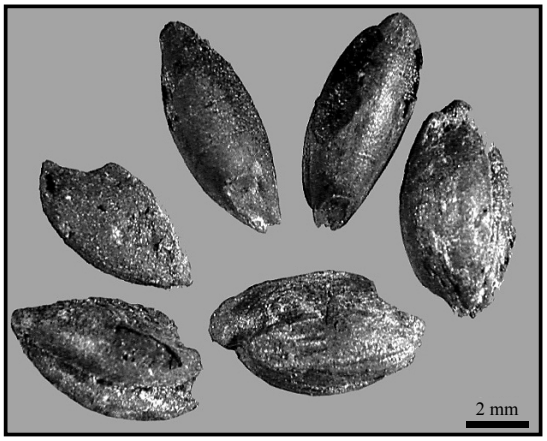
après un seul battage, l'épi se brise en segments plus ou moins longs, les grains se séparent de leurs balles.

Fig. 3 - Composition des épis de céréale vêtue et de céréale nue. Les opérations de décorticage séparent les grains des vannes (enveloppes, barbes, rachis). Selon les conditions de la combustion, ces pièces anatomiques sont détruites à des vitesses variables ou se maintiennent à l'état carbonisé. (dessin M.-P. Ruas d'après Ruas 2002 modifié).

www.palethnologie.org



A



B

Fig. 4 - Vestiges carbonisés d'engrain (*Triticum monococcum*), grenier de la Gravette (Isle-Jourdain, Gers), XIe siècle (clichés M.-P. Ruas).
A - Epillets carbonisés : les bases de glumes (*furcas*), les glumelles et les grains sont conservés. B - Grains dénudés suite à la carbonisation.

souligne que les premiers composants à disparaître sont précisément les plus rarement représentés dans les assemblages archéobotaniques carbonisés et ceux qui caractérisent les premiers stades de nettoyage chez les céréales nues, à savoir les pailles et les rachis. Ces auteurs ont particulièrement étudié la cinétique de carbonisation et de destruction des caryopses de plusieurs espèces de céréales nues et vêtues en fonction de la durée de chauffe, la température et la quantité d'oxygène disponible. Afin de disposer d'une échelle descriptive de l'état physique des caryopses carbonisés et d'un outil de lecture pour interpréter les conditions de combustion de semences archéologiques, elles ont repris en la modifiant l'échelle des cotes de « *Preservation* » et de « *Distorsion* » de Hubbard (1977 cité par Boardman & Jones, 1990, 4 : tab. 1). Leurs expérimentations montrent que l'état de déformation (« *Distorsion* ») est un meilleur descripteur que le degré de conservation (« *Preservation* ») pour appréhender les conditions dans lesquelles les semences des assemblages fossiles ont été brûlées.

Décorticage des glands ou résultat de carbonisations ?

La conservation différentielle des assemblages carpologiques influe directement sur l'interprétation de la fonction des structures de combustion et la nature des dépôts. Or, les traitements thermiques appliqués aux récoltes et stocks de denrées dans les filières de stockage et de préparation culinaire modifient la composition de ces ensembles en éliminant certains éléments. Parmi les denrées

CODE P	DEGRE DE CONSERVATION DU CARYOPSE CARBONISE DE CEREALE
P1	parfaite : poils du caryopse, et autres menus éléments conservés
P2	épiderme pratiquement intact, poils parfois conservés, embryon en place
P3	épidermes incomplets, albumen apparent, embryon parfois présent, sillon ventral bien visible,
P4	lambeaux d'épiderme, autres éléments en général disparus, scutellum et sillon ventral visibles, extrémités du grain plus ou moins complètes
P5	forte érosion de la surface, scutellum peu visible, sillon ventral effacé, extrémités du grain émoussées ou absentes, morphologie générale sommaire
P6	fragment vésiculaire ou albumen fortement troué de grain, albumen vitrifié
CODE D	**STADE DE DEFORMATION DU CARYOPSE CARBONISE DE CEREALE**
D1	déformation très légère
D2	légère déformation (petit gonflement, dissymétrie)
D3	nettement déformé (boursouflures, creusement, torsion)
D4	fortement déformé, grain fragmenté, éclatement, friable
D5	grain partiellement détruit ou fondu (albumen vitrifié)

tab. 1 : Echelles utilisées pour enregistrer l'état de conservation et de déformation des grains carbonisés (traduit de Boardman et Jones 1990, 4). Les codes sont établis après combustion expérimentale en four de caryopses nus de céréales (blé, orge, seigle). Les points de destruction du grain sont P5/6 ou D5 ; à ces stades de combustion expérimentale, le grain est en général indéterminable ou douteux.

farineuses, à l'instar des céréales, les glands de diverses espèces de chênes (*Quercus* spp.) ont aussi joué un rôle vivrier important (Maurizio, 1932 ; Aurenche, 1997) qu'illustrent les découvertes dans des contextes de stockage ou de grillage de la Protohistoire ou des périodes historiques aussi bien dans le Nord de l'Europe (Jorgensen, 1977) que dans le Sud (Coularou *et al.*, 2008). Leur découverte fréquente à l'état décortiqué ou non

A

B

Fig. 5 - Expérimentation de carbonisation de glands de chêne pubescent (*Quercus pubescens*), état entier sec à 550°C pendant 8 minutes (clichés L. Bouby).
A - en condition réductrice : tous les éléments sont carbonisés, le péricarpe présente cependant un état torréfié par endroit (couleur marron) ; B - en condition oxydante : les cotylédons sont réduits en cendres, alors que la cupule et le péricarpe sont carbonisés.

pose la question de la représentativité des éléments conservés ou disparus (cotylédons, péricarpe et cupules) par suite de leur combustion. Nous avons ainsi engagé des expérimentations de carbonisation sur des lots de glands entiers de chêne vert et de chêne pubescent (*Quercus ilex* et *pubescens*) (fig. 5A, 5B). Les résultats en cours de traitement permettront de mieux interpréter la nature des dépôts de glands découverts dans les habitats en évaluant la part imputable aux traitements de décorticage et celle aux destructions liées à leur carbonisation.

L'objectif est de pouvoir cerner le rôle alimentaire de ces fruits chez les populations humaines et/ou leurs animaux domestiques : la pratique de la glandée, bien illustrée en Europe occidentale médiévale (Mane, 2006 : 336), orientant fréquemment la conclusion que les consommateurs seraient forcément les porcs.

Conclusion

Si la carbonisation constitue une opportunité pour l'enregistrement d'informations qui, sans elle, auraient irrémédiablement disparu, elle génère des biais de conservation que toute analyse carpologique doit nécessairement prendre en compte. Ils concernent deux aspects principaux : la conformation (taille et forme) des semences et la composition qualitative et quantitative des assemblages carpologiques. Les exemples cités montrent le rôle central de l'expérimentation dans l'analyse de ces processus. Bien qu'elle mime difficilement les conditions archéologiques, l'expérimentation est un moyen efficace pour tester et discriminer les effets de différents paramètres toujours déterminés en fonction d'une problématique archéobotanique. Il y aurait peu de sens à analyser la conservation par carbonisation en soi. Il est, en revanche, primordial d'intégrer ses effets dans le cadre de procédures méthodologiques répondant à des questionnements élaborés à partir des assemblages carpologiques. Les variations de taille et de forme des semences peuvent être d'un grand intérêt dans des études portant sur la domestication et les relations entre compartiments sauvage et cultivé d'une espèce. Une part de cette variabilité peut être d'origine taphonomique et liée à la carbonisation. Il convient de chercher à la déterminer mais cela ne peut se faire qu'à la condition d'avoir au préalable clairement identifié les critères morphométriques pertinents et d'avoir appréhendé leur variabilité sur le vivant à l'aide d'une méthode et d'un référentiel adaptés.

L'impact de la carbonisation sur la composition des assemblages ne se conçoit que dans le cadre d'une approche taphonomique plus large intégrant le rôle des activités humaines, qu'il s'agit aussi d'identifier. Les référentiels sont ici d'origine ethnographique ou encore expérimentale.

Auteurs

Marie-Pierre RUAS

CNRS, UMR 7209 AASPE, USM 303, CP56, Muséum d'Histoire Naturelle, 55 rue Buffon, 75005 Paris
ruas@mnhn.fr

Laurent BOUBY

CNRS, UMR 5059 CBAE, Institut de Botanique, 163 rue Auguste Broussonet, 34090 Montpellier
laurent.bouby@univ-montp2.fr

Références

Aurenche O. 1997 - Balanophagie : mythe ou réalité ? *Paléorient*, 23, 1 : 75-85.

Boardman S. & Jones G. 1990 - Experiments on the Effects of Charring on Cereal Plant Components. *Journal of Archaeological Science*, 17 : 1-11.

Bouby L., Terral J.-F., Ivorra S., Marinval P., Pradat B. & Ruas M.-P. 2006 - Vers une approche bio-archéologique de l'histoire de la vigne cultivée et de la viticulture : problématique, choix méthodologiques et premiers résultats. *Archéologie du Midi Médiéval*, 2-24, 2005-2006 : 61-74.

Bowman, A. R. A. 1966 - *Studies on the heat induced carbonisation of cereal grains*. Unpublished undergraduate dissertation. Department of Agricultural Botany, University of Reading (Grande-Bretagne).

Braadbaart F. 2008 - Carbonisation and morphological changes in modern dehusked and husked *Triticum dicoccum* and *Triticum aestivum* grains. *Vegetation History and Archaeobotany*, 17 : 155-166.

Braadbaart F. &t van Bergen P. 2005 - Digital imaging analysis of size and shape of wheat and pea upon heating under anoxic conditions as a function of the temperature. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14 : 67-75.

Braadbaart F., Boon J.J., Veld H., David P. & van Bergen P. F. 2004 - Laboratory simulations of the transformation of peas as a result of heat treatment : changes of the physical and chemical properties. *Journal of Archaeological Science*, 31 : 821-833.

Charles M. 1998 - Fodder from dung: the recognition and interpretation of dung-derived plant material from archaeological sites. *Environmental Archaeology*, 1 : 111-122.

Coularou J., Jallet F., Colomer A. & Balbure, J. (eds) 2008 - *Boussargues. Une enceinte chalcolithique des garrigues du Sud de la France***.** Toulouse, Archives d'Ecologie Préhistoriques, 337 pp.

Green F. J. 1979 - Collection and interpretation of botanical information from medieval urban excavations in southern England. Festschrift Maria Hopf. *Archaeo-Physika,* 8 : 39-55.

Guarino C. & Sciarrillo R. 2004 - Carbonized seeds in a protohistoric house : results of hearth and house experiments. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13 : 65-70.

Gustafsson S. 2000 - Carbonized Cereal Grains and Weed Seeds in Prehistoric Houses - an Experimental Perspective. *Journal of Archaeological Science*, 27 : 65-70.

Helbaek H. 1952 - Preserved apples and Panicum in the prehistoric site at Nøore Sandegaard in Bornholm. *Acta Archaeologica,* 23 : 107-115.

Hillman G. C. 1981 - Reconstructing Crop Husbandry Practices from Charred Remains of Crops. *In* : *Farming Practice in British Prehistory*, Mercer R. (ed.). Edinburgh, Edinburgh University Press : 123-162.

Hillman G. C. 1984. Interpretation of archaeological plant remains : the aplication of ethnographic models from Turkey. *In* : *Plants and Ancient Man. Studies in Palaeoethnobotany*, van Zeist W. & Casparie W.A. (eds). Balkema, Rotterdam : 1-41.

Hopf M. 1955 - Formveranderungen von Getreide-Körner beim Verkohlen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 68 : 191–193.

Jenkinson R. 1976 - *Carbonization of seed material: some variables at work.* Unpublished undergraduate dissertation, Department of Archaeology and Prehistory, University of Sheffield (Grande Bretagne).

Jorgensen G. 1977 - Acorns as a food-source in the later Stone Age. *Acta Archaeologica*, 48 : 233-238.

Kislev M. E. & Rosenzweig S. 1991 - Influence of experimental charring on seed dimensions of pulses. *In* : Palaeoethnobotany and archaeology, Hajnalova E (ed). International Work Group for Palaeoethnobotany, 8th symposium Nitra-Nove Vozokany, Tchécoslovaquie 1989. Nitra, *Acta Interdisciplinaria Archaeologica* 7 : 143–157.

Knörzer K.-H. 1971 - Pflanzliche Grossreste aus der Rössenerzeitlichen Siedlung bei Langweiler, Kreis Jülich. *Bonner Jarhrbücher*, 171 : 9-33.

Levadoux L. 1956 - Les populations sauvages et cultivées de *Vitis vinifera*. *Annales de l'Amélioration des Plantes*, 6 : 59-117.

Logothetis B. 1970 - The development of the vine and of viticulture in Greece based on archaeological findings in the area (in Greek with English and French summaries). *Epistimoniki Epetiris tis Geoponikis kai Dasologikis Sholis*, University of Thessaloniki, 17 : 5-286.

Lundström-Baudais K., Rachoud-Schneider A.-M., Baudais D. & Poissonnier B. 2002 - Le broyage dans la chaîne de transformation du millet (*Panicum miliaceum*) : outils, gestes et écofacts. *In : Moudre et Broyer. I - Méthodes*, Procopiou H. & Treuil R. (eds). Paris, CTHS : 181-209.

Mane P. 2006 - *Le travail à la campagne au Moyen Âge. Etude iconographique*. Paris, Picard, 471pp.

Mangafa M. & Kotsakis K. 1996 - A new method for the identification of wild and cultivated charred grape seeds. *Journal of Archaeological Science*, 23 : 409-418.

Märkle T. & Rösch M. 2008 - Experiments on the effects of carbonization on some cultivated plant seeds. *Vegetation History and Archaeobotany,* 17 : 257–263.

Maurizio A. 1932 (traduit du polonais) - *Histoire de l'alimentation végétale depuis la Préhistoire jusqu'à nos jours*. Paris, Payot, 663 pp.

Miller N. 1996 - Seed eaters of the ancient Near East: human or herbivore? *Current Anthropology*, 37 : 521-528.

Renfrew J. M. 1973 - *Palaeoethnobotany : the prehistoric food plants of the Near East and Europe*. New York, Columbia University, 248 pp.

Ruas M.-P. 1992 - The archaeobotanical record of cultivated and collected plants of economic importance from medieval sites in France. *In :* Festschrift for Professor Van Zeist*,* Pals J.-P., Buurman J. & Van der Veen M. (eds). Amsterdam, Elsevier Publishers Sciences, *Review of Palaeobotany and Palynology. An International Journal*, 73, 1-4 : 301-314.

Ruas M.-P. 2002 - *Productions agricoles, stockage et finage en Montagne Noire médiévale : le grenier castral de Durfort (Tarn)*. Paris, MSH, Documents d'Archéologie Française, 93, 231pp.

Ruas M.-P., Bouby L. & Pradat B. 2006 - Les restes de fruits dans les dépôts archéologiques du Midi de la France (Ve-XVIe siècle). *In* : Dossier Fructiculture, Ruas M.-P. (ed). *Archéologie du Midi Médiéval*, 23-24 : 145-193.

Smith H. & Jones G. 1990 - Experiments on the effects of charring on cultivated grape seeds. *Journal of Archaeological Science*, 17 : 317-327.

Van der Veen M. 1992 - *Crop Husbandry Regimes. An Archaeobotanical Study of Farming in northern England*

1000 BC - AD 500. Sheffield, University of Sheffield, Sheffield Archaeological Monographs, 3, 227 pp.

Van der Veen M. 2006 - Formation processes of desiccated and carbonized plant remains - the identification of routine practice. *Journal of Archaeological Science,* 20 : 1-23.

Van der Veen M. & Jones G. 2006 - A re-analysis of agricultural production and consumption: implications for understanding the British Iron Age. *Vegetation History and Archaeobotany,* 15 : 217-228.

Wilson D. G. 1984 - The carbonisation of weed seeds and their representation in macro-fossil assemblages. *In* : *Plants and ancient man. Studies in Palaeoethnobotany.* Van Zeist W. & Casparie W. A. (eds). Actes du 6e symposium de l'I. W. G. P., Groningen, Pays-Bas, 1983, Groningen-Balkema : 201-206.

Wright P. 2003 - Preservation or destruction of plant remains by carbonization ? *Journal of Archaeological Science*, 30 : 577–583.

Zohary D. & Hopf M. 2000 - *Domestication of plants in the Old World.The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley*. 3e edition, Oxford, Oxford University Press, , 316 pp.

Pour citer cet article

Ruas M.-P. & Bouby L. 2010 - Carbonisation, conservation et déformation des restes carpologiques. *In* : Taphononomie des résidus organiques brûlés et des structures de combustion en milieu archéologique, Théry-Parisot I., L. Chabal L. & Costamagno S. (eds). Actes de la table ronde, Valbonne, 27-29 mai 2008. *P@lethnologie*, 2 : 69-79.

P@LETHNOLOGIE

Revue bilingue de Préhistoire