



HAL
open science

Contribution à l'histoire de la boulangerie romaine : étude de “ pains/galettes ” découverts en Gaule

Andreas G. Heiss, V. Zech-Matterne, Nicolas Monteix, Margaux Tillier,
Camille Noûs

► To cite this version:

Andreas G. Heiss, V. Zech-Matterne, Nicolas Monteix, Margaux Tillier, Camille Noûs. Contribution à l'histoire de la boulangerie romaine : étude de “ pains/galettes ” découverts en Gaule. *Gallia - Archéologie des Gaules*, 2021, 78, pp.261-296. 10.4000/gallia.6298 . hal-03554670

HAL Id: hal-03554670

<https://hal.science/hal-03554670>

Submitted on 18 Mar 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

Contribution à l'histoire de la boulangerie romaine : étude de « pains/galettes » découverts en Gaule

Andreas G. HEISS, Véronique MATTERNE, Nicolas MONTEIX, Margaux TILLIER
et Camille Noûs*

Mots-clés. Archéobotanique, chaîne opératoire, microtomographie RX, microscopie électronique à balayage (MEB), pratiques culinaires, pratiques culturelles, produit céréalier.

Résumé. Parmi les mobiliers archéologiques figurent régulièrement des fragments de matière organique carbonisée (MOC), fréquemment assimilables à des produits végétaux transformés. Les plus grands d'entre eux laissent encore deviner leur forme d'origine, et ils peuvent être identifiés comme des artéfacts. Dans les cas où l'analyse les désigne comme des mets élaborés, le potentiel informatif de ces éléments paniformes (EPF) – potentiellement des pâtes, pains, pains plats, galettes, gâteaux, biscuits, etc. – est considérable, même si leurs composantes ne sont plus visibles macroscopiquement. Ils sont en effet le reflet direct de pratiques alimentaires en contexte domestique, ou ils participent de rites en contexte culturel. Encore sous-exploités dans la démarche archéologique, ces EPF représentent en réalité des produits complexes, témoignant de savoir-faire culinaires dans un

environnement culturel précis. Plusieurs démarches analytiques permettent d'identifier la composition de ces préparations alimentaires et de préciser certaines étapes de leur apprêt. Les grains moulus de céréales sont identifiés par l'histologie du son, en observant notamment la morphologie de certaines couches de cellules. Les pratiques boulangères sont approchées par microtomographie aux rayons X, de manière non intrusive, en observant l'aspect des pâtes, révélateur de leur façonnage (pétrissage, levée, pliage, formation d'une croûte, cuisson dans un moule, etc.). Par observation au microscope électronique à balayage, on relève aussi la présence d'impuretés ou l'adjonction d'ingrédients. L'étude des farines et des modes de préparation permet de voir en quoi les standards de qualité évoluent sur le temps long, en relation avec les caractéristiques des céréales. À titre d'illustration, les résultats des analyses de six préparations alimentaires à base de céréales, datées entre le I^{er} s. av. J.-C. et le VI^e s. apr. J.-C., sont présentés dans cet article.

Contributions to the history of Roman bakeries: a study of “breads and flatbreads” discovered in Gaul

Keywords. Archaeobotany, operational sequence, X-ray microtomography, scanning electron microscopy (SEM), culinary practices, ritual practices, cereal product.

Abstract. Amorphous charred objects (ACO) are a common category of finds in archaeobotanical assemblages, and they are often derived from processed plants. The largest among them can sometimes show traces of their original form, allowing for their classification as biogenic artefacts. In cases for which analysis is able to successfully retrace their original state to processed food, the informative potential of these “Bread-like objects” (BLO) – potentially representing pasta, breads, flatbreads, cakes, cookies, etc. – is immense, even if their components are no longer visible macroscopically. They are in fact a direct reflection of dietary practices, in domestic/public contexts or of ritual practices in religious ones. Frequently under exploited by the archaeological sciences, these BLOs represent complex products, elaborated by

implementing culinary know-how within a precise cultural context. Various analytical approaches allow for the examination of the composition of these food preparations and detailing of certain stages of their preparation. Ground cereal grains are identified by the histology of bran, by observing the morphology of certain cell layers. Bakery practices can be considered in a non-intrusive manner, through X-ray microtomography (μ CT), by observing the appearance of the doughs, revealing phases of their production process (kneading, rising, folding, formation of a crust, cooking in a mould, etc.). Impurities or additional ingredients may be studied via scanning electron microscopy. The study of flour and its preparation techniques allows us to observe the variability in standards of quality over time, in regards to cereal characteristics. As an illustration of such approaches, the analysis of six food preparation residues, derived from cereals, and dated between the 2nd c. AD and the 6th c. AD, are presented in this article.

* Les affiliations, adresses et courriels des auteurs se trouvent à la fin de cet article.

L'ARCHÉOLOGIE S'INVITE EN CUISINE

La célèbre citation de Feuerbach « *Der Mensch ist, was er ißt* »¹, publiée en 1866 (Schuffenhauer dir. 1990, p. 367), était à l'origine conçue dans un sens beaucoup plus large que celui utilisé aujourd'hui (Cherno 1963 ; Lemke 2004), mais peut néanmoins encore être considérée comme une affirmation précoce et explicite de la dimension socioculturelle des choix alimentaires. Un siècle plus tard, Lévi-Strauss (1965) suggère que la cuisine, avec le langage, constitue même une « forme d'activité humaine véritablement universelle ». Cette activité, aussi triviale soit-elle, représente donc bien plus que la simple préoccupation de rester en vie.

Au cours des dernières décennies, aussi bien la philosophie de la culture que l'anthropologie sociale et historique se sont penchées sur les nombreux aspects se rapportant à l'alimentation, ou plutôt les modes de consommation, et notamment la place des repas dans les stratifications sociales, la répartition des rôles en fonction des genres, et plus généralement la formation et la délimitation des identités individuelles et collectives (Samuel 1996a ; Mintz, Du Bois 2002 ; Twiss 2012 ; 2015a ; Hastorf 2016, p. 219-308). L'accent a été mis sur les sociétés et les environnements disposant de ressources alimentaires limitées (Meyer-Rochow 2009) ou excessives (Zeller 2015). Dès lors, on ne s'étonnera pas de constater que la recherche qui se rapporte aux aspects alimentaires est depuis longtemps devenue un sujet phare en archéologie, dont l'importance ne cesse de croître (Hodder 1992 ; Garnsey 1999 ; Bescherer Metheny, Beaudry dir. 2015 ; Hastorf 2016 ; Renfrew, Bahn 2016, p. 273-316).

En contrepoint de ces considérations théoriques, la pratique archéologique apporte son lot d'observations et de découvertes concrètes, mais aléatoires, et d'interprétations qui découlent à la fois des artefacts et des contextes impliqués. Le présent travail est consacré à une catégorie de « mobiliers » qui, tant dans leur reconnaissance que dans leur interprétation, imposent des défis particuliers aux chercheurs : les restes archéologiques d'aliments transformés. Ces derniers peuvent difficilement être déchiffrés sans une démarche analytique adéquate, encore perfectible, et qui nécessite des équipements techniques sophistiqués.

Parmi les mobiliers archéologiques figurent régulièrement des fragments de matière organique carbonisée (MOC) assimilables à des produits végétaux transformés. Plus occasionnellement, des éléments qui paraissent plus complets, et dont la forme semble résulter d'un façonnage intentionnel, sont décrits comme des « pains/galettes ». Dans la mesure où leur nature exacte ne peut être définie qu'au terme d'une analyse complexe, il est préférable de les dénommer « éléments paniformes » (EPF), plutôt que de les identifier d'emblée comme des pains ou des pâtons. Le fait même que des céréales entrent dans leur composition demande d'ailleurs à être lui-même systématiquement vérifié.

Les composantes macroscopiques qui permettraient de reconnaître les ingrédients constitutifs de ces pâtes n'étant parfois plus lisibles en microscopie optique, il s'avère nécessaire de recourir à des méthodes analytiques appropriées et non destructives, qui sont présentées *infra*. Parce que les constituants originels des pâtes ont subi des transformations successives en

vue de leur consommation, le produit abouti est assimilable à un artefact souvent complexe, un mets, un plat, élaboré en faisant appel à des savoir-faire, au sein d'un environnement culturel précis. La consommation d'aliments élaborés riches en amidon, et façonnés en forme de disque ou de boule, est universelle et précède même l'émergence de l'agriculture. D'abord confectionnés en faisant appel aux ancêtres sauvages des céréales, puis aux espèces domestiques, mais aussi à d'autres produits tels que les glands, noix au sens large, et tubercules divers, les « pains/galettes » occupent une place privilégiée dans les pratiques alimentaires de tous les continents et représentent des témoignages uniques de la vie quotidienne. Dans les pratiques contemporaines ou récentes, ils sont régulièrement investis d'une symbolique définie par l'évènement pour lequel ils sont produits (pain de mariage, pain funéraire...) (Zeebroeck 1992 ; Mesnil, Popova 2002). Ces aspects ne sont pas obligatoirement à écarter pour des périodes plus anciennes, mais ils demandent bien entendu une enquête des plus rigoureuses pour être traités.

Cet article présente les méthodes d'approche qu'il est possible de déployer pour effectuer l'analyse des EPF et le contexte général dans lequel les informations ainsi recueillies peuvent être replacées. Des exemples concrets d'EPF archéologiques datés de la fin de l'âge du Fer et de l'époque romaine, découverts en Gaule, sont présentés à titre d'illustration d'une recherche en plein développement.

LE RÔLE DES PRÉPARATIONS ALIMENTAIRES DANS L'ARCHÉOLOGIE CULINAIRE

Parmi les restes végétaux retrouvés en contexte archéologique figurent des fruits et graines, objet d'étude de la carpologie. Ces vestiges biogéniques sont, tout comme les charbons de bois et ossements d'animaux, généralement considérés comme des écofactes ou biofactes (par exemple, Pagli *et al.* 2020), que l'homme soit intentionnellement, fortuitement, ou en aucun cas responsable de leur apport. Bien qu'ils soient régulièrement associés à des contextes d'occupation humaine, ces carporestes ne sont généralement assimilés à des artefacts que « s'il existe des indications claires qu'ils ont été modifiés » (Morehart, Morell-Hart 2015, p. 486).

Des céréales découvertes en contexte archéologique peuvent assurément être reconnues comme des écofactes. Mais comment les qualifier si les grains ont été moulus, mélangés à un liquide, façonnés, cuits au four ? Nous sommes convaincus que le produit qui en résulte transgresse clairement la limite de l'écofacte et peut être qualifié d'artefact, car son aspect et sa composition originels ont évolué vers une confection nouvelle, culturellement déterminée (Heiss 2019 ; Heiss *et al.* 2021).

La plupart des gestes de transformation ont des visées très pragmatiques, comme éliminer les parties indésirables d'un produit de consommation, en réduire la toxicité, en améliorer la comestibilité, le goût, la texture, le caractère nutritif ou les propriétés de conservation. Les déchets issus de ces opérations ne sont pas obligatoirement écartés. Un sous-produit qui ne convient pas à la consommation humaine ou qui est difficilement ingérable peut néanmoins être recyclé pour d'autres usages (Sabban, Sigaut 2002 ; Evans *et al.* 2013). Ainsi, les résidus de pressage ont essentiellement été étudiés comme témoins des

1. « L'homme est ce qu'il mange ».

pratiques de vinification (Zech-Matterne *et al.* 2011 ; Garnier, Valamoti 2016 ; McGovern *et al.* 2017), bien qu'ils aient également pu être réutilisés comme fourrage (Ros *et al.* 2016) ou comme ingrédient riche en tannins (pépins concassés) dans l'artisanat du cuir (Figueiral *et al.* 2010).

C'est ici que la notion de préparation alimentaire, en l'occurrence végétale, doit être précisée. Le terme désigne « tout acte visant à transformer les végétaux, de façon plus ou moins élaborée, afin de les rendre consommables » (Pradat 2014). Ceci exclut de fait les traitements post-cultureux de nettoyage des grains (battage, vannage, détrempe, décorticage, criblage) qui, en l'état, n'aboutissent pas à un produit fini. De la même façon, les étapes de mondage² et de polissage³, ou encore de dégermage des grains, sont considérées comme intermédiaires car elles conduisent à l'obtention de denrées semi-transformées. D'autres traitements, comme le concassage ou la mouture, permettent d'obtenir des produits qui ne sont déjà plus des grains bruts, mais pas encore des préparations alimentaires car ils font émerger de nouveaux ingrédients (gruaux, semoules, semoulines, farines). L'aplatissement des grains (flocons) en est un autre exemple. Comment alors considérer ces grains lorsqu'ils sont rôtis, torrifiés, étuvés, mis à germer et grillés en touraille ? Ces étapes de transformation constituent les premiers stades d'une préparation alimentaire (*frikeh*, boulgour, *Grünkern*, malt, etc.), mais conduisent à l'obtention de produits semi-transformés, qui peuvent, dans un second temps, être cuisinés. De l'aliment au plat, on observe ainsi la démultiplication et la succession de plusieurs chaînes opératoires, des ingrédients bruts aux mets préparés, en passant par des composantes intermédiaires.

Il existe un large éventail de possibilités se rapportant à la manière dont ces aliments sont ensuite incorporés à une sphère sociale et culturelle (Sherratt 1991 ; Dietler 1997 ; Hayden 1997 ; Palmer, Van der Veen 2002 ; Haaland 2007 ; Hastorf 2016), globalement résumé sous le terme de « cuisine » (fig. 1). Anthony F. Buccini (2016, p. 12) définit cette notion comme « le domaine culturel qui concerne principalement les connaissances et le comportement d'une entité culturelle donnée en matière de préparation et de consommation des aliments ».

La dimension culturelle des processus qui transforment des ingrédients bruts en aliments a été soulignée par Sherratt, lorsqu'il déclare que « les personnes ne consomment pas des espèces mais des repas » (1991). La sélection des plantes alimentaires et des organes propres à être consommés (Chevalier *et al.* 2014 ; Cruz-García 2014 ; Zapata Peña 2014) s'appuie sur des expériences de vie individuelles, une mémoire collective et une identité de groupe (Dietler 1997 ; Hayden 1997 ; Palmer, Van der Veen 2002 ; Hastorf 2016) : des éléments constitutifs d'une culture et d'une société.

Si, dans leurs travaux sur la *behavioural archaeology*, Michael Brian Schiffer et James M. Skibo discutent du lien étroit entre récipients de cuisson et transformation des aliments, ces derniers ne sont jamais analysés pour eux-mêmes (Skibo, Schiffer 2008, p. 37-52 ; Schiffer *et al.* dir. 2010, p. 99-100 et p. 162). À l'opposé, les restes alimentaires sont considérés par Hodder (2011 ; 2012, p. 40 et p. 54-58) comme des objets d'étude

2. Ou décorticage (élimination par abrasion des glumelles soudées aux caryopses).

3. Ou perlage (élimination du son).

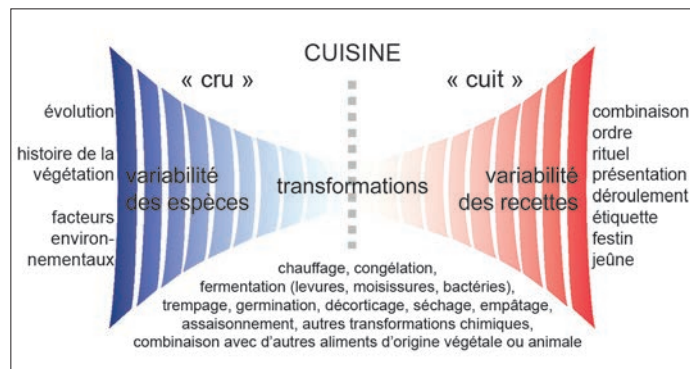


Fig. 1 – Le concept de « cuisine », vu comme un enchaînement de transformations des denrées végétales brutes (le « cru ») en aliments culturellement modifiés (le « cuit »), inspiré par le « triangle culinaire » (cru, cuit, pourri : Lévi-Strauss 1965 ; mais aussi Lévi-Strauss 1964). Alors que les contraintes naturelles (à gauche) dictent les ingrédients potentiels, ce sont les aspects culturels (à droite) qui conditionnent leurs modes de transformation et de consommation (schéma : A. G. Heiss, ÖAW-ÖAI, modifié d'après Katz, Voigt 1986, p. 24).

dignes d'intérêt. Dans la continuité des réflexions développées par cet auteur, nous adhérons à l'idée qu'un plat, une boisson correspondent à des artefacts (Miller 1982 ; Peacock 1991 ; Balme 2008 ; Emery 2008), dans leur définition courante d'objet « principalement façonné par l'action humaine » (Jones 2005, p. 64). Aussi estimons-nous légitime de considérer les aliments transformés, et leurs vestiges archéologiques, comme des témoins matériels d'un patrimoine culinaire ancien et de les interpréter à ce titre.

La construction d'une notion d'identité reposant sur les choix alimentaires et la manière dont les aliments sont consommés par les sociétés antiques a récemment connu un fort engouement (Nadeau *et al.* 2013, p. 55-66). Cependant, ces travaux restent principalement fondés sur des sources textuelles qui peinent à laisser voir les phases de préparation des aliments. Celles-ci peuvent être restituées en étudiant les vestiges matériels et, en particulier, les résidus de produits transformés ; ces derniers peuvent contribuer significativement à la reconstitution des pratiques alimentaires. Chaînon souvent manquants entre les denrées végétales brutes et les reliquats de consommation, ce sont des témoins primordiaux encore peu étudiés.

Faute de méthodes adaptées, les études archéobotaniques se sont souvent focalisées sur les déchets non comestibles résultant de la préparation des aliments (Twiss 2015b, p. 90-91), voire de leur ingestion. Les témoins les plus parlants pour évoquer l'alimentation humaine consistaient dans l'analyse de coprolithes ou de niveaux d'excréments (Greig 1982 ; Brombacher *et al.* 2000 ; Boenke 2005), ou encore de contenus stomacaux/intestinaux (Helbæk 1958 ; Fahmy 2008 ; Stødkilde-Jørgensen *et al.* 2008 ; Dickson *et al.* 2009 ; Chen *et al.* 2020), mais, même dans ces cas précis, l'information se rapportait davantage aux ingrédients qu'à la forme qu'on leur avait donnée en vue de leur consommation. Les différents stades de leur transformation ont souvent été reconstitués sur la base des sous-produits générés (Capparelli *et al.* 2011), quand il ne s'agissait pas de suggérer, à partir des propriétés des denrées brutes, et par comparaison avec des exemples ethnographiques, quels auraient pu être leurs usages (Trausmuth, Wallner 2017).

Par opposition, les vestiges archéologiques de préparations alimentaires traduisent le résultat ultime de la transformation physique d'ingrédients naturels en mets élaborés, consommés dans le cadre d'un repas, voire dégradés par surcuisson. Restituer ces processus de transformation, en analysant la microstructure de restes alimentaires, ouvre donc un nouveau pan de recherche débouchant sur la possibilité de reconstituer des recettes (Sherratt 1991 ; Heiss, Gail 2019 ; Heiss 2019 ; 2020 ; Heiss *et al.* 2021). Plusieurs catégories de plantes sont concernées : espèces fruitières, dont le jus riche en sucres autorise une fermentation alcoolique (vin, cidre ...) et dont les dérivés jouent un rôle de premier plan dans la conservation alimentaire (*defrutum*, vinaigre) ; espèces oléagineuses utilisées pour la cuisson des aliments et dans le domaine des soins et cosmétiques ; produits amidonneux (féculents), riches en glucides et protéines, qui constituent une base alimentaire énergétique de première importance, qu'ils soient consommés sous forme (semi) solide (pains/galettes, bouillies) ou liquide (soupes, bières).

Les produits transformés, dérivés de végétaux, et en particulier de céréales, ne sont pas rares en contexte archéologique, bien qu'ils aient été longtemps négligés du fait des difficultés méthodologiques que soulève leur approche. Pour la plupart, ces difficultés sont dues au fait que les transformations liées à leur apprêt (broyage, pilage, ébullition, entre autres processus) entraînent une perte de forme des graines et fruits (fig. 2). Même en présence de grains entiers, toute ambiguïté n'est pas levée car la carbonisation, ou certaines étapes de traitement des grains, tel le décorticage, peuvent entraîner sous certaines conditions une agglomération des restes carpologiques entre eux, donnant l'illusion d'une préparation alimentaire. C'est pourquoi il faut examiner avec attention même de simples agrégats de fruits et graines pour en préciser la nature exacte (par exemple, millets : Toulemonde 2014 ; moutardes : Pradat *et al.* 2015). Les cas particuliers de l'orge perlée, céréale qui a subi un mondage, ou du riz blanchi par élimination du son, constituent des étapes intermédiaires entre les traitements post-culturels destinés à délivrer un produit échangeable ou commercialisable et les premières étapes d'une préparation alimentaire.

La carpologie, qui analyse les fruits et graines en s'inspirant des méthodes de l'anatomie comparée, a recours aux principes de l'histologie végétale (ou microanatomie : étude microscopique des tissus végétaux) et à l'expérimentation, pour reconstituer les chaînes de transformation des produits alimentaires et les déchets susceptibles d'être générés au cours de leurs différentes étapes, comme les résidus de pressage (Zech-Matterne *et al.* 2011 ; Garnier, Valamoti 2016), de maltage et de brassage (Heiss *et al.* 2020), de confection de bouillies (Währen, Schneider 1995 ; Kohler-Schneider 2001, p. 153-156 ; Hagmann 2017 ; Heiss, Gail 2019) et de pâtes à pain (Heiss *et al.* 2017 ; 2019). Des carpologues et ethnobotanistes se sont spécifiquement intéressés à l'étude des produits transformés afin de repousser les limites des identifications et de développer des méthodologies aptes à reconstituer les étapes de transformation des ingrédients (par exemple, Cappers *et al.* 2016).

DÉNOMMER ET CATÉGORISER LES RÉSIDUS DE PRÉPARATIONS ALIMENTAIRES

Les tentatives de classification des résidus archéologiques de préparations alimentaires se sont longtemps heurtées à un problème de vocabulaire, qui subsiste encore. D'une part, une caractérisation fine de ces objets repose sur la mise en œuvre d'une méthodologie qui leur est propre, et qui s'appuie sur des techniques d'imagerie sophistiquées. En amont de l'analyse, il est donc difficile de les qualifier de manière appropriée. D'autre part, les recettes mises en œuvre n'aboutissent pas nécessairement à des produits finis pour lesquels il existerait des équivalents actuels. Les termes même de « pains/galettes » apparaissent dans ces cas abusifs : comment reconnaître un « pain » plutôt qu'un « pain plat », une « galette », un « biscuit » ou encore un « gâteau » dans un fragment informe de pâte carbonisée ? Quand le « gruau » devient-il « bouillie », « porridge », au regard d'une vague croûte de grains concassés et agglomérés ?

Bien que généralement acceptée depuis les travaux d'Adam Maurizio (1903 ; 1916 ; traduction 1932, p. 441-470 et p. 484-515 ; voir également Lannoy *et al.* 2002, p. 123-125), l'utilisation aveugle des termes de « galette », de « pain » ou encore de « pain/galette », pour qualifier une matière organique amorphe, est à proscrire, car nous ignorons toujours une grande partie de la variété des préparations qui pouvaient exister dans l'Antiquité et, de manière plus générale, au cours des époques où des graines de plantes ont été broyées et mises en forme.

Sans s'arrêter sur tous les critères utilisés pour définir cette dichotomie (identification des ingrédients de base, étapes de confection, mise en forme, épaisseur), il importe de commenter certains éléments opposant « galette » et « pain ».

Tout d'abord, la fermentation de la pâte n'apparaît pas comme un critère distinctif entre « pains » et « galettes », car ces dernières peuvent également être confectionnées à partir de pâte fermentée (Pasqualone 2018, p. 13, 3.2.2 et 3.2.3). Le levain panaire résulte des cultures microbiennes de diverses associations de bactéries lactiques (parfois aussi acétiques : De Vuyst *et al.* 2017) et de levures, au premier rang desquelles *Saccharomyces cerevisiae*, qui se développent dans un mélange de farine et d'eau. Les acides lactique et acétique produits par les bactéries lors de la fermentation confèrent au pain au levain sa saveur particulière, légèrement acide. Pour la production de pain de seigle, cette acidification est même un préalable (De Vuyst *et al.* 2017). Les levures sont communes à d'autres produits fermentés comme le vin, la bière ou les fromages. Leurs spores sont présentes en suspension dans l'air, mais aussi propagées par des insectes frugivores (Mortimer, Polsinelli 1999 ; Stefanini 2018), de sorte qu'elles occasionnent une fermentation spontanée. Leur action a donc été empiriquement reconnue très tôt, au moins depuis le Néolithique, dans le cas du vin, de la bière et des produits laitiers (Garnier, Valamoti 2016 ; McGovern *et al.* 2017 ; Cherel 2019 ; Turek 2020). La fermentation d'une pâte ne peut être caractérisée qu'après que ses pores ont été mesurés. Cette méthodologie a été développée à l'origine pour la céramique (Hall, Bracchini 1997), ensuite utilisée pour contrôler la qualité du pain moderne (Scanlon, Zghal 2001), et finalement adaptée aux pains archéologiques (Heiss *et al.* 2015). Quand la mie n'est pas directement observable, il faut avoir recours à des techniques d'imagerie appropriées, telles que la microtomographie CT-scan (Cafarelli *et al.* 2014).

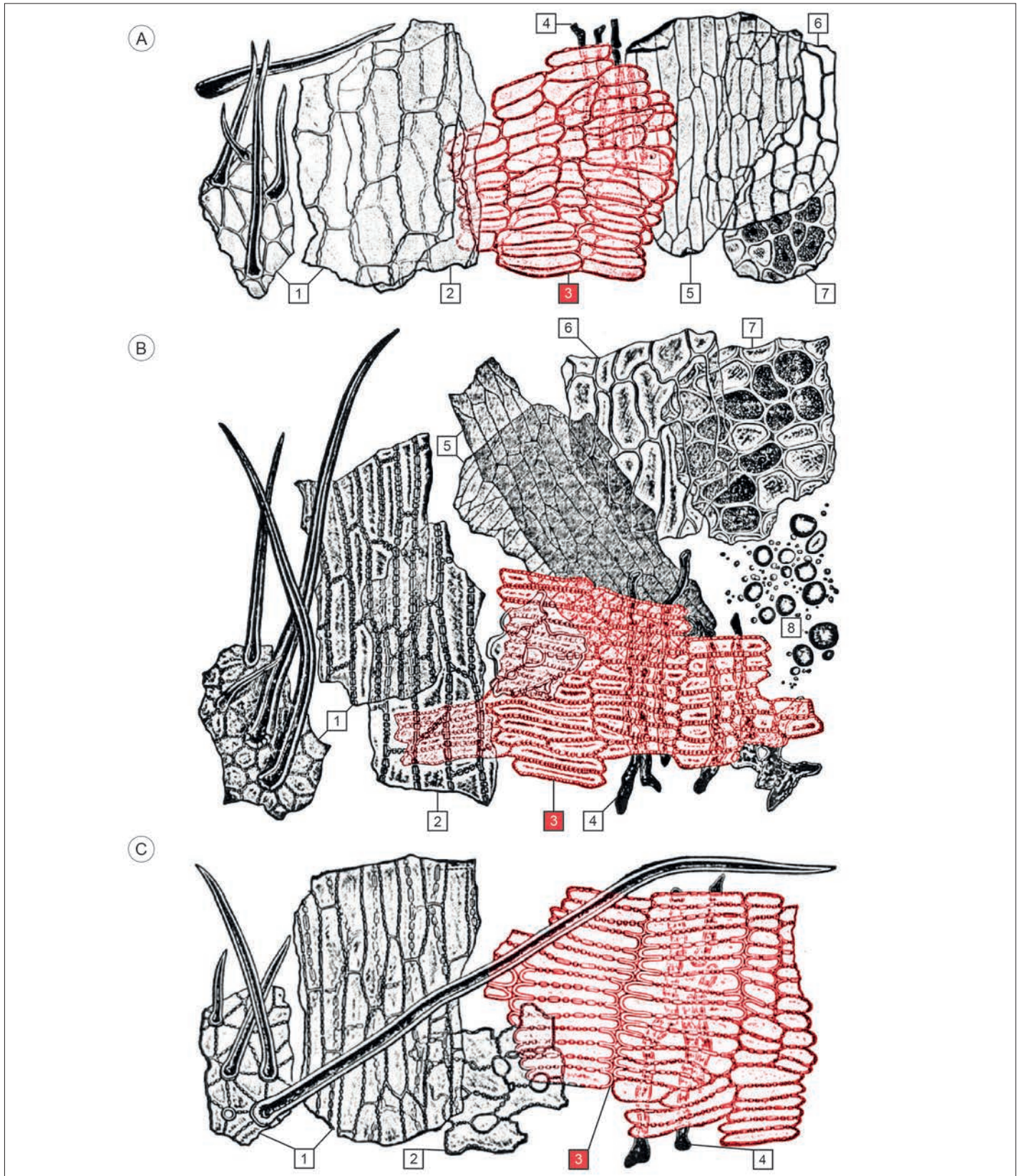


Fig. 2 – Trois exemples de tissus céréaliers diagnostiques visibles dans les coupes planes : **A**, de l'orge cultivée (*Hordeum vulgare*) ; **B**, du blé tendre (*Triticum aestivum*) ; **C**, du seigle (*Secale cereale*). Types de tissus : 1, épiderme localisé à proximité de l'apex (à gauche) et au milieu du grain (à droite) ; 2, hypoderme ; 3, cellules croisées ; 4, cellules tubulaires ; 5, testa ; 6, péricarpe ; 7, aleurone ; 8, granules d'amidon de l'endosperme (cellules de l'endosperme non illustrées). En rouge : les cellules transversales comme exemple de caractéristiques différentes des trois espèces présentées : **A**, orge cultivée : cellules croisées à parois minces, souvent disposées en deux couches superposées (rarement visible au MEB) ; **B**, blé tendre : cellules croisées à parois épaisses, à ponctuations régulières bien marquées pour les différentes espèces de blé ; **C**, seigle : cellules croisées à parois épaisses, et parois longitudinales régulièrement et visiblement ponctuées, mais parois transversales épaisses dépourvues de ponctuations (« encapuchonnantes ») pour le seigle (dessins d'après Winton, Winton 1932, p. 195, p. 257 et p. 272).

L'interprétation de la taille et de la distribution des pores (bulles d'air) comme marqueurs qualitatifs du processus de fermentation correspond à une longue tradition dans l'analyse des « éléments archéologiques paniformes » (Währen 1984). Depuis quelques années, des approches quantitatives sont également mises en œuvre (Heiss *et al.* 2015 ; 2017 ; 2019 ; Primavera *et al.* 2019). De l'examen des spécimens archéologiques, en combinaison avec des approches expérimentales (Braadbaart 2004 ; Braadbaart *et al.* 2004 ; Charles *et al.* 2015 ; Berihuete-Azorín *et al.* 2019), il ressort que les pores d'un diamètre inférieur à 200 µm (micropores : voir González Carretero *et al.* 2017 ; Heiss 2019, p. 35-37 et p. 43) ne sont pas de bons indicateurs d'un processus de fermentation, car ils peuvent résulter tout aussi probablement de la carbonisation. À partir d'environ 270-300 °C, le dégagement de gaz résultant de la pyrolyse et la vapeur d'eau (Greenwood 1967) favorisent la formation de bulles au cours de la phase intermédiaire liquide de transformation des glucides – amidon, celluloses, hémicelluloses – pendant leur décomposition à haute température (Montoya *et al.* 2016). Sur la seule base de leur apparence, ces bulles ne peuvent être distinguées de celles qui seraient issues d'une fermentation antérieure.

Les pores dépassant 200 µm seraient, en revanche, des indicateurs plus fiables de la fermentation. Cependant, ils s'observent assez rarement dans le matériel archéologique carbonisé, alors qu'ils sont beaucoup plus fréquents dans le matériel de référence moderne. Les pores de grandes dimensions induisent en effet des fragilités au sein de la structure des EPF carbonisés et occasionnent leur fragmentation au niveau de ces points de rupture. Il faut néanmoins souligner que les agents levants utilisés durant la période antique sont moins puissants que ceux employés dans l'industrie contemporaine (Steensels, Verstrepen 2014). De la même manière, il est très probable que la quantité de gluténines (les protéines permettant la formation du gluten) qui participent de la « qualité boulangère » des céréales était beaucoup plus faible dans l'Antiquité, ce qui aurait alors réduit les possibilités de développement d'une mie aérée. Selon C. Doré et F. Varoquaux (2006, p. 146), « les variétés cultivées de l'immédiat après-guerre seraient maintenant considérées comme “impropres à la panification” par les techniques modernes ». La sélection des grains s'est fortement accélérée au cours des cinquante dernières années et leurs performances ont beaucoup évolué, ce qui amènerait probablement à qualifier les grains antiques de non panifiables à l'aune des critères actuels.

La hauteur de l'objet pourrait constituer un critère distinctif qui prendrait partiellement sens au regard du type d'équipement auquel on a recouru pour la cuisson. Les fours à sole verticale et ceux à coupole n'offrent en effet pas les mêmes conditions pratiques. La cuisson de « pains » n'est pas envisageable dans les premiers, car une masse de pâte trop importante se décollerait spontanément de la paroi du four, avant une cuisson complète, même si la chaleur crée un peu d'adhérence supplémentaire. Les galettes cuites se détachent spontanément de la paroi une fois la cuisson accomplie, et leur faible épaisseur garantit de fait que de la pâte crue ne subsiste pas au centre de la galette.

Le volume critique établirait alors une limite entre un « pain plat » (galette) et un « pain » simple (*i.e.* non plat). Du point de vue strictement morphologique, si l'épaisseur complète de l'objet est conservée, et sans préjudice du recours ou non à un agent

levant, la fourchette proposée pourrait être la suivante, reprenant les critères d'A. Maurizio (1916 ; 1932), fondés sur des exemples modernes et préhistoriques : une « galette » (*Fladen* ou *echter Fladen*) posséderait une hauteur inférieure à 25 mm et un « pain » (*Brot*) une hauteur supérieure à 45 mm, une catégorie intermédiaire de « pains-flans » (*Fladenbrot*) se développant entre les deux épaisseurs (Maurizio 1916, p. 104-107, p. 216 ; 1932, p. 448-451).

L'utilisation des deux termes de « galette » et de « pain » est pratique – en ce qu'elle est très visuelle –, mais requerrait des définitions précises, sur lesquelles il n'y a pas consensus en l'état. C'est la raison pour laquelle nous insistons sur l'usage plus prudent d'un terme neutre qui ne préjuge pas de la nature des produits archéologiques. En effet, afin de ne pas établir de classifications prématurées – voire abusives – et d'en tirer de fausses conclusions, il est primordial de rester très prudent sur le plan des dénominations. En nous restreignant aux préparations à base de céréales, nous proposons trois catégories qui s'enchaînent de manière hiérarchique :

- les objets amorphes carbonisés (OAC), ou matières organiques carbonisées (MOC). Les vestiges potentiels d'aliments font l'objet d'un premier travail d'inventaire dans les années 1990 (Hansson, Isaksson 1994). À partir des années 2000, cette catégorie de découvertes apparaît plus régulièrement dans les publications archéologiques, sous différentes dénominations et leurs acronymes (pour le détail : Heiss *et al.* 2015 ; *et al.* 2017 ; Heiss 2019, p. 13). De ces travaux antérieurs, nous retiendrons une terminologie standardisée qui s'applique aux fragments amorphes de matière organique carbonisée. Elle qualifie les fragments pouvant témoigner de la confection de pâtes, pains, galettes, gâteaux, biscuits – voire de bière – d'« objets amorphes carbonisés » (OAC, voir Brombacher, Klee 2011 ; Wiethold 2011) ou, alternativement, de « matière organique carbonisée » (MOC : voir Wiethold 2013a ; 2013b), tant que leur nature exacte n'a pas été mise en évidence. Les OAC/MOC sont difficiles à qualifier en macroscopie ou sous simple loupe binoculaire, car leurs constituants ne sont plus identifiables. *A minima*, une observation préliminaire au microscope métallographique, ou au microscope électronique à balayage environnemental (MEBE)⁴, est nécessaire pour différencier les produits amidonneux des champignons (Berihuete-Azorín *et al.* 2018), des scories de fumier (Hristova *et al.* 2019) ou du charbon de bois vitrifié (McParland *et al.* 2010). En allemand, l'acronyme OAC correspond à AOV (*amorphe Objekte verkohlt* : voir Jacomet

4. Le microscope électronique à balayage environnemental (MEBE) utilisé pour cette étude fait partie du service de microscopie électronique de la direction des Collections (Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, ci-dessous MNHN). Il s'agit d'un modèle TESCAN-VEGA-II-LSU qui permet la microscopie classique. Un détecteur Everhart-Thornley adapté et dédié au mode de pression variable (dispositif LVSTD) complète l'équipement. Cette technique ne nécessite pas l'enrobage des échantillons au carbone ou à l'or. Les clichés ont été réalisés par Sylvain Pont (MNHN, Institut de minéralogie, de physique des matériaux et de cosmochimie, UMR 7590, UPMC/CNRS/IRD/MNHN). Les clichés MEB de l'élément paniforme (EPF) de Saint-Memmie (Marne) ont été réalisés par l'un de nous (Andreas G. Heiss) en utilisant un Philips XL20 SEM à l'institut de Botanique de l'université d'Innsbruck (Autriche). Pour les clichés MEB des barbes des céréales modernes, le Hitachi TM4000Plus de l'Institut archéologique autrichien (ÖAW-ÖAI) a été utilisé.

et al. 2006), et en anglais à ACO (*amorphous charred objects* : voir Heiss 2014 ; Heiss et al. 2017) ;

– les produits céréaliers. Lorsque l'analyse des OAC met en évidence des tissus végétaux attribuables à des céréales, on est en droit de parler de « produit céréalier » ou « à base de céréales » (voir les définitions de la terminologie correspondante de *cereal product* et *cereal preparation* dans Heiss et al. 2017). Par contraste avec les découvertes de grains de céréales entiers – ou fragmentés accidentellement –, assimilables à des écofacts, les semoules, farines et produits confectionnés à partir de celles-ci représentent une composante essentielle de presque toutes les cuisines anciennes. C'est la raison pour laquelle la présence de céréales broyées dans un OAC signale de fait la probabilité d'avoir effectivement affaire à une préparation alimentaire. Il est dès lors extrêmement important d'avoir au préalable séparé ces OAC des produits d'autre nature comme des fruits ou des coprolithes (voir *supra*) ;

– les éléments paniformes (EPF), soit des produits céréaliers archéologiques qui apparaissent intentionnellement façonnés. Cette appellation, dérivée de la dénomination des *bread-like objects* (BLO) en anglais (Heiss et al. 2017), est purement phénoménologique ; elle désigne une matière organique qui possède la texture d'une pâte, et dont la forme générale évoque une miché de pain ou une galette. Ce terme est commode pour qualifier de tels « objets », car l'affirmation diagnostique selon laquelle un élément amorphe carbonisé est de fait un pain ne peut être rendue qu'au terme d'une analyse approfondie.

RESTITUER LES CHAÎNES OPÉRATOIRES DES ALIMENTS ANCIENS

En fonction des propriétés chimiques et mécaniques de la denrée végétale et du produit désiré, une succession de gestes est déployée par un ou plusieurs acteurs, en utilisant des outils adaptés dont l'usage est fondé sur un ou plusieurs types d'énergie. Si l'on veut jeter les bases d'une typologie des préparations culinaires archéologiques, et dès lors que les aliments sont conçus – et donc perçus – comme des artefacts, il est impératif de les analyser en référence à la notion de chaîne opératoire au sens où elle a été définie par la technologie culturelle, discipline secondaire de l'ethnologie : « une série d'opérations qui transforment une matière première en un produit, que celui-ci soit objet de consommation ou outil » (Cresswell 2010, p. 26).

L'outil conceptuel qu'est la chaîne opératoire nécessite des adaptations pour être appliqué aux sociétés anciennes et aux vestiges archéologiques (Monteix 2018). Certaines opérations peuvent demeurer invisibles à l'observation des outils, qui restent les principales traces matérielles en fouille : dans la majeure partie des exemples de productions de pains, seuls les équipements de mouture, de malaxage et de cuisson sont éventuellement perceptibles, les autres étant restitués de manière très générique, à partir soit de l'iconographie, soit des textes.

En complément, étudier une chaîne opératoire en se fondant sur les produits finis permet d'obtenir des précisions sur certaines phases, même si une partie de celles-ci demeure inconnue et doit être clairement spécifiée comme telle (fig. 3).

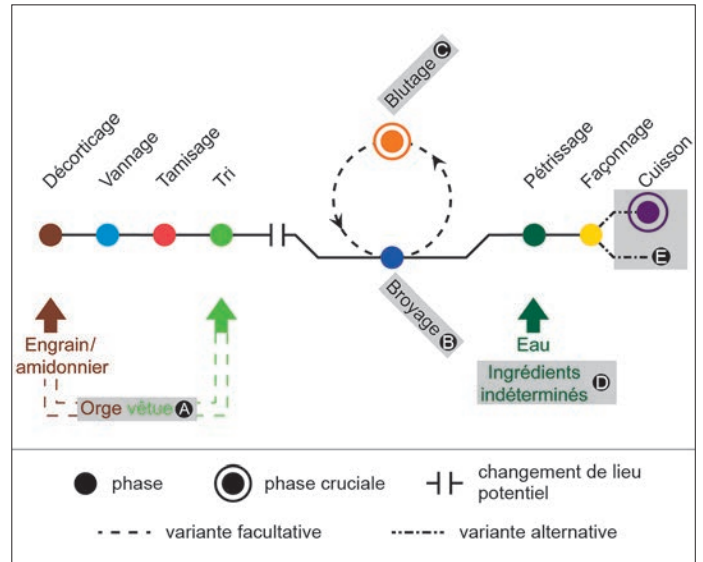


Fig. 3 – Restitution d'une chaîne opératoire se rapportant à un élément paniforme (EPF) provenant de la nécropole gallo-romaine de Saint-Memmie (Marne) (Heiss et al. 2015). Au terme de l'étude, trois points demeurent incertains : A, l'orge vêtue a-t-elle été décortiquée ? ; B, les céréales ont-elles été broyées ensemble ? ; C, une phase de blutage est-elle intervenue entre les broyages répétés ? ; D, Par ailleurs, les éventuelles adjonctions d'ingrédients (autres céréales, légumineuses, produits laitiers, huiles, condiments, sel) restent indéterminées ; E, Il n'est pas possible de savoir si une cuisson a eu lieu ou non avant la carbonisation (schéma : N. Monteix, GRHis/IUF, A. G. Heiss).

À terme, la collation sérielle de chaînes opératoires permet ainsi le développement de typologies fondées sur des aspects techniques. Les principales questions soutenant cette démarche sont donc à la fois faciles à formuler et complexes à résoudre : quels sont les ingrédients entrant dans la composition du produit découvert ? Quel(s) processus a-t-il subi(s) pour aboutir à la forme sous laquelle il a été observé ? Quelques objectifs simples peuvent être énoncés pour apporter des réponses à ces questions :

- développer et améliorer les critères d'identification des composantes originelles des préparations alimentaires et les étapes de leur traitement ;
- élaborer une typologie des catégories d'aliments reconnues en contexte archéologique à partir d'observations répétées ;
- asseoir cette classification en recourant à l'expérimentation, en comparant les spécimens ainsi obtenus et les exemples archéologiques : les référentiels actuels sont, pour certains produits, insuffisants ou largement sous-exploités, car les plantes impliquées sont tombées en désuétude, parfois dès la période antique, à l'image de la caméline. La reconstitution des chaînes opératoires d'extraction sans presse à vis s'appuie sur l'expérimentation, en l'absence de documents précis les concernant (Hallavant et al. 2016). Ces référentiels restent à bâtir, avant que les méthodes traditionnelles subsistant dans certains pays d'Afrique ou d'Asie n'aient totalement disparu (Chouvin 2003) ;
- tenter de reconstituer certaines pratiques culinaires sur des bases élargies aux contextes de découvertes et en multipliant les observations ponctuelles, attachées à un groupe humain, un lieu, une période.

Soulignons que le sens des découvertes ne peut jamais être univoque, principalement en raison de la complexité des interprétations possibles. En résumant sommairement les conclusions de la thèse d'habilitation de l'un de nous (Heiss 2019), nous pensons que l'analyse des préparations alimentaires archéologiques doit toujours être accompagnée des considérations suivantes :

- visibilité limitée des tissus végétaux. Une analyse non destructive au MEBE ne pouvant être effectuée qu'en surface de l'objet, les tissus végétaux présents à l'intérieur de l'aliment carbonisé (ici, un produit céréalier) restent invisibles. Quelquefois, même les ingrédients principaux attendus (par exemple, la farine) ne fournissent pas suffisamment de matériel identifiable, et les composants accessoires – accidentels, tels que les glumelles, ou intentionnels, tels que les condiments – sont encore plus difficiles à retrouver. Dans quelques cas, ils ont cependant été déterminés avec succès (González Carretero *et al.* 2017 ; Heiss *et al.* 2017 ; Fairbairn *et al.* 2018) ;

- détermination limitée des tissus végétaux. L'analyse archéobotanique repose sur des structures de parois cellulaires intactes et donc sur des tissus robustes à parois épaisses. Par conséquent, les organes sclérifiés⁵ extérieurs aux grains (glumelles, glumes) ou l'épiderme de ces derniers (péricarpe) sont souvent conservés. Des parenchymes de réserve, à parois minces (endosperme de céréales, tissu cotylédonaire des légumineuses, pulpe de fruits) se dégradent fréquemment et fusionnent en masses amorphes pendant la carbonisation. Plus le degré de raffinement est élevé, moins il y a de chances de découvrir un élément identifiable ;

- visibilité de nombreuses composantes uniquement à l'analyse des résidus chimiques. Tous les ingrédients qui ne laissent pas de motifs cellulaires distincts demeurent invisibles aux approches histologiques sur matériau carbonisé. Parmi les adjonctions possibles figurent des produits animaux. Les parties solides telles que les écailles de poisson (Kubiak-Martens *et al.* 2015) sont rarement incorporées, tandis que la viande, le saindoux et les produits laitiers ne laissent aucune trace autre que chimique. Cependant, en raison de la carbonisation, le diagnostic peut être très limité (voir *infra*) ;

- différents processus peuvent conduire à des structures identiques, comme le décrit Juan José García-Granero (2020) sous le terme d'« équifinalité ». À titre d'exemple, l'observation de granules d'amidon intacts dans un produit céréalier carbonisé indique clairement sa combustion à l'état sec (Heiss 2019, p. 19-20 et p. 39-41). En revanche, l'absence de granules d'amidon est ambiguë et peut indiquer soit une carbonisation à l'état hydraté, soit la carbonisation d'un produit déjà précuit (qui peut ou non avoir été séché par la suite, avant la carbonisation : voir Heiss *et al.* 2015 ; Heiss, Gail 2019, p. 81-21) ;

- l'identification complète des composantes est actuellement impossible (voir *supra*). Même des composantes d'origine végétale facilement identifiables peuvent rester masquées au

sein du matériau et la plupart des produits d'origine animale ne sont pas détectés sans analyse moléculaire ;

- la production culinaire incorpore souvent le recyclage d'ingrédients, c'est-à-dire que chaque produit peut essentiellement servir de matière première à un autre produit. Le pain, par exemple, peut être séché et stocké comme conserve alimentaire, devenant éventuellement la base d'une bouillie ou d'une soupe (Staub 1868, p. 9). Le pain sec peut être moulu et mélangé à de la farine fraîche pour produire du pain nouveau (Seibel 1987 ; Neufeld 1907). Du pain concassé riche en amidon peut même être utilisé pour l'obtention d'une bière à faible teneur en alcool de type *kvas* (Samuel 2000 ; Zarnkow *et al.* 2006 ; Rosenstock, Scheibner 2017). Après brassage, le dépôt peut être à son tour utilisé comme levain (Samuel 1996b ; Ktenioudaki *et al.* 2015).

Outre ce qui précède, il est important de souligner l'impossibilité d'évaluer la proportion quantitative des différents ingrédients et de considérer que les aliments composites peuvent ne pas être reconnus comme tels. La possibilité de chaînes opératoires complexes, voire itératives, doit toujours être gardée à l'esprit. Toute chaîne opératoire modélisée doit être accompagnée d'une discussion ouverte sur les failles et incertitudes potentielles qu'elle présente, afin d'éviter des sur- et mésinterprétations.

À plusieurs reprises, des « pains » archéologiques ont été requalifiés de tout autre manière à la suite de l'analyse, par exemple comme résidu de brassage (Heiss *et al.* 2020) ou comme préparation similaire à une *puls*⁶ (Heiss, Gail 2019). Plusieurs spécimens ont été présentés anciennement – et un peu hâtivement – comme des découvertes sensationnelles de pains, mais ont ensuite révélé une tout autre nature : le petit « pain palafitte » (*Pfahlbaubrot*) du Néolithique final de Zug-Galgen, en Suisse, s'est en fait avéré être un morceau de tourbe compressé et roulé (Huber *et al.* 2015) ; le « pain » (*Brotlaib*) hallstattien trouvé dans le marais d'Ipwege près d'Oldenbourg en Allemagne, daté du VIII^e s. av. J.-C. (Behre 1991), et le « biscuit annulaire » (*Ringgebäck*) laténien de Wederath-Belginum, aussi localisé en Allemagne et daté du I^{er} s. av. J.-C. (Währen 1990), ont finalement été authentifiés comme des objets en cire (Brockner, Mitchell 1994 ; Cosack 2011 ; Heiss, Gail 2019) ; le « gâteau à bulles » (*Blasenkuken*) laténien provenant du cimetière de ce même site de *Belginum* (Währen 1990) a été réinterprété comme une large goutte de brai de bouleau (Heiss, Gail 2019).

LA DÉMARCHE ANALYTIQUE APPLIQUÉE AUX PRÉPARATIONS ALIMENTAIRES, EN PARTICULIER CELLES À BASE DE CÉRÉALES

La plupart des techniques de transformation d'un aliment visent à faciliter la consommation de denrées alimentaires qu'il serait autrement difficile, voire impossible, de digérer (Wollstonecroft 2011). Or, ce sont précisément ces processus qui affectent fortement la préservation des préparations alimentaires

5. La sclérification est le durcissement des parois cellulaires d'un organe, soit par l'augmentation de leur épaisseur, soit par des dépôts de lignine et de silicates dans leurs charpentes celluloses.

6. La *puls* est une bouillie de céréales composée principalement d'épeautre ou d'amidonnier. Dans la Rome antique, elle constituait l'aliment de base de la population (Hagmann 2017).

découvertes en contexte archéologique. Plus l'ingrédient « céréale » a été raffiné, moins il est identifiable sous microscope, car sa fragmentation augmente et certains éléments diagnostiques disparaissent (Kubiak-Martens *et al.* 2015). La résistance aux attaques microbiennes s'en trouve considérablement réduite (Lebreton *et al.* 2017), avec pour conséquence que les farines et leurs produits dérivés se décomposent rapidement, y compris et surtout dans les contextes humides, du fait de la solubilité et de la biodisponibilité aisée de l'amidon (Samuel 2002), ce qui rend la préservation gorgée d'eau ou la minéralisation impossibles, du moins à notre connaissance⁷.

Par conséquent, en dehors des zones arides où une conservation par dessiccation est envisageable (Samuel 1994 ; Gong *et al.* 2011 ; Chen *et al.* 2012), ou de certains contextes favorisant des réactions chimiques particulières, comme les mines de sel (Kern dir. *et al.* 2008 ; Hofmann-De Keijzer *et al.* 2013 ; Maixner *et al.* 2021), l'analyse de produits céréaliers archéologiques se limite essentiellement au matériel carbonisé (Heiss *et al.* 2017 ; 2019). Le contact avec une source de chaleur convertit tout ou partie de la matière organique en carbone, stabilisant l'objet et autorisant sa préservation durant plusieurs millénaires. Le processus ne va pas forcément à l'encontre des possibilités d'identification des tissus végétaux, car non seulement l'agencement des parois cellulaires, élément déterminant du diagnostic, est souvent encore lisible (Dickson 1987 ; Hansson, Isaksson 1994), mais les composantes cellulaires elles-mêmes, telles que les granules d'amidon, ne sont pas obligatoirement détruites par la carbonisation (Valamoti *et al.* 2008 ; Berihuete-Azorín *et al.* 2019).

Les analyses chimiques sont, en revanche, rendues très difficiles par la pyrolyse⁸ qui s'opère pendant la carbonisation, car elle modifie fondamentalement les molécules originelles (Greenwood 1967 ; Montoya *et al.* 2016). En conséquence, les études chimiques sur résidus alimentaires carbonisés n'ont pas livré jusqu'ici de résultats concluants (Oudemans, Boon 1991 ; Hillman *et al.* 1993 ; Lannoy *et al.* 2002 ; McLaren, Evans 2002 ; Martínez Straumann 2004 ; Kubiak-Martens *et al.* 2015) – à l'inverse des analyses chimiques sur produits céréaliers desséchés (Zheng *et al.* 2015 ; Zhu *et al.* 2020). Les analyses paléoprotéomiques⁹, qui s'appliquent à des restes partiellement carbonisés, pourraient enclencher une révolution dans un futur proche : dans les contextes archéologiques, les protéines semblent plus résilientes que l'ADN. Ce type d'analyse se révèle apte à identifier non seulement les organismes, mais aussi, à l'aide de protéines spécifiques, les parties anatomiques utilisées, avec une précision insoupçonnée (par exemple, les œufs de hareng : Hendy *et al.* 2018 ; fromage bleu : Maixner *et al.* 2021).

La taphonomie des contextes d'ensevelissement influe fortement sur les découvertes des EPF : assez fréquemment, des « pains » entiers sont exhumés de contextes « religieux » (Heiss *et al.* 2015 ; Popova 2016 ; Primavera *et al.* 2019).

7. On découvre également très peu de céréales au sein du matériel minéralisé, à moins que les enveloppes cellulaires n'entourent étroitement le grain.

8. Le terme de pyrolyse désigne la décomposition thermique de composés chimiques. Les températures élevées forcent la rupture des liaisons dans les grosses molécules et des substances volatiles s'échappent.

9. La paléoprotéomique est l'analyse des ensembles de protéines dans les résidus anciens.

Des « pains/galettes » archéologiques carbonisés ont également été extraits de niveaux humides associés à des habitats palafittes (Heer 1865 ; Much 1872 ; Hofmann 1924 ; Währen 1984 ; Maier *et al.* 2001 ; Heiss *et al.* 2017). Une troisième source consiste dans les découvertes associées à des fours ou à des boulangeries, où les restes ont été carbonisés *in situ* en milieu réducteur. Dans l'Occident méditerranéen, on peut citer le cas d'un local s'ouvrant sur une rue, place de la Madeleine à Béziers (Hérault) (Olive, Ugolini 1997, p. 110-116) ; la boulangerie de Modestus à Pompéi (Italie) (Monteix 2010, p. 158) ; la boulangerie de la rue des Jacobins à Amiens (Somme) (Ben Redjeb 1989), qui reste inédite, à l'exception d'une notice (Marinval, Hansson 1994, p. 48).

Ces trois groupes de contextes témoignent d'une commune absence des contraintes mécaniques fortes. Les offrandes sacrificielles sont soigneusement déposées (et non rejetées), les pains carbonisés *in situ* n'ont plus été déplacés, et les sédiments lacustres mous garantissent aux objets un ensevelissement en douceur. En dehors de ces contextes, les stress mécaniques occasionnent une fragmentation importante des objets, ce qui est souvent le cas en contexte aride (Antolín *et al.* 2016 ; Fuller, González Carretero 2018). Les OAC/MOC passent alors inaperçus pour la plupart ; les fragments de petite taille ne renvoient pas immédiatement aux artefacts d'origine, tels que le pain au sens large, les bouillies ou d'autres préparations (Hansson 1994 ; Heiss 2015 ; Antolín *et al.* 2016). Qui plus est, ils sont « le plus souvent mis de côté par les archéobotanistes en tant que fragments indéterminés » (Fuller, González Carretero 2018, p. 111).

Si l'on excepte les processus taphonomiques, les traitements appliqués aux échantillons expliquent également la rareté des EPF entiers. Bien adaptée à la plupart des restes carpologiques carbonisés, la flottation peut néanmoins occasionner une sur-fragmentation des vestiges de préparations alimentaires, moins cohérents et moins denses que les grains entiers (Hansson 1996 ; Ciaraldi 1997-1998 ; Heiss *et al.* 2015 ; Primavera *et al.* 2019). La majorité des « pains/galettes » archéologiques ont été récupérés par prélèvement manuel et non lors des étapes de flottation/tamisage (Heiss 2019 ; Heiss, Gail 2019 ; Heiss *et al.* 2019). En effet, si les techniques de traitement des macrorestes à l'eau ont permis d'optimiser le spectre d'éléments recueillis, elles peuvent s'avérer particulièrement destructives pour les objets carbonisés de grande taille (Wagner 1988 ; Arranz-Otaegui 2016). Un prélèvement direct doit être préféré, si l'objet a été identifié dès le terrain, assorti ensuite de conditions de transport adéquates.

L'ANALYSE DES ÉLÉMENTS PANIFORMES, UNE RECHERCHE EN PLEIN DÉVELOPPEMENT

Les « pains/galettes » sont, de fait, attestés antérieurement même aux phases les plus anciennes du Néolithique. La première pâte assimilée à un « pain plat » – bien que très fragmenté – provient du site natoufien de Shubayqa 1, dans le nord-est de la Jordanie et elle est datée entre 14600 et 11600 cal. BP, soit potentiellement 4 000 ans avant les débuts de l'agriculture. Ces chasseurs-cueilleurs ont confectionné

leurs « galettes » à partir de grains d'engrain sauvage (*Triticum boeoticum*, progéniteur de *T. monococcum*, l'engrain domestique) et de parenchyme identifié comme issu de tubercules de la cypéracée *Bolboschoenus glaucus* (Arranz-Otaegui *et al.* 2018). Les études archéobotaniques se rapportant aux phases pré-néolithiques montrent l'originalité de cette pratique, les attestations de « pains » étant plutôt liées aux phases durant lesquelles l'agriculture est bien établie.

Des découvertes tout aussi remarquables concernent le site de Jerf el Ahmar en Syrie, occupé durant la phase PPNA (*Pre-Pottery Neolithic A*) et la transition vers la phase du PPNB (*Pre-Pottery Neolithic B*)¹⁰ ancien (soit environ de 9400 à 8900 av. J.-C.). Des « galettes » de graines de moutarde y ont été retrouvées en place sur une meule, dans la « cuisine » de la maison EA10 (Willcox 2002 ; Stordeur, Willcox 2009). Plusieurs indices convergent pour évoquer la pratique d'une agriculture prédomestique par les occupants du site (Stordeur, Willcox 2009). Ces phases précoces de mise en culture n'ont pas occasionné de syndrome de domestication ni les transformations morphologiques généralement observables dans les espèces domestiques, notamment dans le mode de déhiscence des épillets¹¹ (Tanno, Willcox 2006).

Près de 200 résidus de préparations alimentaires, dont certains évoquent des « pains/galettes », ont également été identifiés à Çatalhöyük Est, en Turquie (González-Carretero *et al.* 2017). Le site présente une occupation longue et continue (d'environ 7100 à 6000 av. J.-C.) incluant une phase pré-céramique, et les échantillons étudiés (plus de la moitié des spécimens découverts) déclinent toute la séquence. Des installations bien conservées, renfermant des fours datés de la fin du VIII^e millénaire av. J.-C., offrent des contextes particulièrement parlants pour les découvertes archéobotaniques.

Ces quelques exemples témoignent de la confection de préparations alimentaires évoquant des EPF avant même l'émergence de céréales à caractère domestique. Ces découvertes ont très tôt attiré l'attention des chercheurs, mais ce sont les progrès récents des techniques d'imagerie qui ont permis la mise en place d'études plus systématiques, encore que les instruments nécessaires n'autorisent pas les analyses de routine.

Durant la phase initiale de ces recherches, de A. Maurizio (1903 ; 1916) à Max Währen (1967), plusieurs spécialistes ont étudié des dépôts organiques amorphes et des éléments carbonisés s'apparentant à des EPF issus de contextes néolithiques ou de l'âge du Bronze, en utilisant des méthodes de préparation et d'observations qui sont demeurées limitées dans la précision microscopique et chimique. M. Währen fut le premier à tenter une classification typologique des « pains/galettes » archéologiques européens (1989). Ann-Marie Hansson (Hansson, Isaksson 1994 ; Hansson 1996) a ouvert la voie en analysant des résidus amorphes issus de sites scandinaves, en se fondant sur la microanatomie de leurs tissus. Camilla Dickson (1987) a mis en évidence la consommation de « pains/galettes » à partir

de fragments d'épiderme de céréales (son), associés à des résidus fécaux. Delwen Samuel (1994 ; 1999) a réalisé l'étude de nombreux spécimens de pains découverts dans des tombes égyptiennes de la seconde moitié du II^e millénaire av. J.-C. En raison du climat aride et du confinement des contextes d'enfouissement, ces miches de pain avaient été préservées par dessiccation.

Plus récemment, les préparations alimentaires issues de produits végétaux, et en particulier les pâtes cuites, ont reçu la pleine attention des archéobotanistes (Stahl 1989 ; Fechner 1992 ; Samuel 2000 ; Hansson 2002 ; Währen 2002 ; Valamoti 2002 ; 2009 ; 2011 ; Valamoti *et al.* 2008 ; 2011 ; Wollstonecroft *et al.* 2008 ; Balossi Restelli, Mori 2014 ; Heiss 2014 ; Kubiak-Martens *et al.* 2015 ; Antolín *et al.* 2016 ; Popova 2016 ; Heiss *et al.* 2017 ; 2019 ; Arranz-Otaegui *et al.* 2018 ; Primavera *et al.* 2019). En France également, des recherches au moyen d'outils analytiques plus performants ont été menées sur des séries de pains de différentes périodes, afin de mieux cerner les ingrédients et les pratiques boulangères (Lannoy *et al.* 2002 ; Marinval dir. 2008 ; Heiss *et al.* 2015), mais ces démarches demeurent ponctuelles.

Ces études ont néanmoins permis d'isoler les grandes catégories d'objets qui pouvaient se rencontrer au sein des ensembles carpologiques. Les résidus de préparations alimentaires découverts carbonisés à un stade de confection, stockage, cuisson ou rejet dans les contextes archéologiques du Néolithique à l'époque moderne offrent principalement quatre types de structure morphologique :

- des conglomerats de semences encore identifiables à l'œil nu ou sous loupe binoculaire. Les espèces domestiques (céréales, oléagineuses) ne sont pas les seules mises en évidence, des espèces sauvages (glands, brome, ravenelle) sont également concernées. Les semences sont entières ou concassées. Parfois le conglomerat présente une courbure régulière et lisse ou une face plane, qui évoque un effet de paroi, suggérant une carbonisation en contenant. La détermination des circonstances de la carbonisation est souvent délicate ; elle intervient lors du stockage, du traitement (décorticage), de la cuisson, et il peut même s'agir de déchets non cuits à l'origine, rejetés dans une structure de combustion. Comment dès lors distinguer ces préparations de résidus de fourrage, de fumiers, de litières, de reliquats de pressage ou de bains de teinture ? L'expérimentation et l'observation, au microscope électronique à balayage, des stigmates de transformations chimiques subies par les grains sont des pistes qui ont été explorées (Procopiu, Treuil 2002 ; Valamoti *et al.* 2008 ; 2011 ; Valamoti 2009 ; 2011 ; Toulemonde 2014 ; Dimoula *et al.* 2019 ; Bofill *et al.* 2020) ;
- des fragments de tailles diverses constitués par une matière hétérogène plus ou moins compactée, parfois alvéolaire, comportant ou non des fibres ligneuses/herbacées, ou des fragments de constituants indéterminés. Certains sont identifiables comme des coprolithes d'herbivores domestiques. Des fragments plus ou moins vitrifiés et bulleux correspondent à des « scories agropastorales » (Brochier 1991). Leur structure, très hétérogène sous la loupe, parsemée d'inclusions, avec occurrence épisodique de sphérulites, n'évoque pas les pâtes issues de produits amidonneux ;

10. PPNA et PPNB (*Pre-Pottery Neolithic A* et *B*) sont les phases acéramiques du Néolithique.

11. Contrairement à ce que l'on observe pour les espèces domestiques, chez les Poacées sauvages le rachis fragile se désarticule spontanément à maturité et les épillets sont ainsi dispersés. Ces épillets déhiscents facilitent donc la dissémination des grains.

– des fragments de matière organique carbonisée (OAC ou MOC, voir *supra*), parfois inférieurs au centimètre, dépourvus de composante macroscopique identifiable sous la loupe binoculaire. Qualifiés de « pain/galette/pâtisserie/bouillie/pulpe de fruits » (en allemand : *Brot, Gebäck, Fruchtfleisch, BGF* : voir Kreuz, Schäfer 2006), ils sont régulièrement retrouvés au sein de résidus de crémation en contextes funéraires, mais aussi cultuels ou domestiques ;

– des « caramels » alimentaires ou dépôts organiques, adhérant aux parois de récipients ou d'ustensiles de cuisson ou de consommation. Les analyses biochimiques de contenants céramiques, associées à l'étude des microrestes (pollens, phytolithes) se développent considérablement, dans l'optique de mieux cerner les produits impliqués (adhésifs, produits de la ruche, huiles/grasses animales et végétales, produits laitiers, boissons fermentées – vin, bière –, parfums, encens...) et de redéfinir la fonction de certains contenants, ce qui repose essentiellement sur des approches typofonctionnelles (Oudemans, Boon 1991 ; Regert *et al.* 2003 ; Pêche-Quilichini *et al.* 2010 ; Devière *et al.* 2011 ; Pecci *et al.* 2013 ; Mazuy *et al.* 2014 ; Regert, Mirabaud 2014 ; Rageot *et al.* 2015 ; Roffet-Salque *et al.* 2015 ; Saurel 2015 ; Garnier, Valamoti 2016 ; Cherel 2019).

Parmi toutes ces catégories, déclinées d'après le calibre décroissant de leurs composantes, c'est la troisième qui s'apparente aux EPF et nous concerne donc. Quatorze fragments ont été analysés dans le cadre d'un projet de recherche¹². Le corpus et les résultats d'analyse sont présentés ci-dessous, en même temps que sont décrites les méthodes d'investigation mises en œuvre.

ÉTUDE D'ÉLÉMENTS PANIFORMES (EPF), D'ÉPOQUES LATÉNIENNE ET ROMAINE, DÉCOUVERTS EN GAULE

OBJECTIFS ET MÉTHODES

Dans le cadre de la recherche évoquée ci-dessus, plusieurs spécimens d'EPF qualifiés de « pains/galettes » des périodes laténienne (La Tène D) et romaine ont été examinés. Des méthodes d'imagerie non invasives ont été appliquées à une sélection de fragments afin d'en réaliser une étude plus fine (Heiss *et al.* 2015 ; 2017 ; 2019 ; Heiss 2019), en partenariat étroit avec le projet « PlantCult »¹³ (Valamoti *et al.* 2017), et en tenant compte des résultats d'analyses déjà publiés (Heiss *et al.* 2015) à la suite d'une étude réalisée à la demande de l'Inrap Grand Est-Nord.

L'acquisition d'images, réalisées au MEBE, a permis de reconnaître les ingrédients à l'origine des farines. Des micro-fragments de son (couches superposées de cellules qui forment l'épiderme des céréales), de glumelles (enveloppes recouvrant le grain) ou encore d'arêtes (barbes des épis) ont été recherchés

afin d'en observer l'anatomie. Un caryopse (ou grain) de céréale est du point de vue botanique un akène ou fruit sec indéhiscent¹⁴, dont le péricarpe mince est entièrement soudé à l'enveloppe (ou tégument) de la graine unique qu'il renferme. Son albumen, principalement constitué d'amidon, fournit la farine. La couche épidermique des grains de céréale (le péricarpe, ou son) est constituée de plusieurs rangs de cellules différenciés. L'observation de champs de cellules aleurones ou croisées autorise une discrimination entre certains genres botaniques : blés, orges, seigle (fig. 2), millets, notamment. Les proportions des constituants ne peuvent toutefois être établies. Les surfaces qui peuvent être sondées sont en effet de taille réduite (quelques millimètres carrés), et un balayage exhaustif inenvisageable.

Cette première approche, qui reste en surface de l'objet, est complétée par une autre démarche, qui vise à en comprendre la structure, en pénétrant de manière non destructive dans son épaisseur. Le recours à la microscopie CT-scan (microtomographie aux rayons X), avec une résolution de 20 µm, permet d'approcher certaines pratiques boulangères (Van Dyck *et al.* 2014). De 1 500 à 2 000 coupes sont réalisées par objet, et en restituent *in fine* une image tridimensionnelle. L'aspect des pâtes, les dimensions et la structuration des pores (Cafarelli *et al.* 2014) nous renseignent sur le façonnage (pétrissage, levée, pliage), sur la cuisson (formation d'une croûte, cuisson dans un moule) et sur les adjonctions éventuelles (granules arrachés aux surfaces actives des meules et broyeurs, adventices, aromates, etc.). L'observation du calibre des inclusions provenant des surfaces abrasives permet d'évaluer la maille minimale des tamis éventuellement utilisés pour le blutage et la purification des farines.

Comme évoqué précédemment, d'autres méthodes peuvent être mises en œuvre en complément des précédentes : analyses chimiques (Lannoy *et al.* 2002), recherche de granules d'amidon (Samuel 2002 ; 2006 ; Valamoti *et al.* 2008 ; Heiss *et al.* 2017 ; Arranz-Otaegui 2018 ; Primavera *et al.* 2019), de spores de levures, en particulier si les spécimens n'ont pas subi de carbonisation (Samuel 2002) ; mais elles n'ont pas été déployées dans le cadre de ce projet, faute de temps, de compétences et de moyens.

Les objectifs de cette étude étaient pluriels :

- déterminer les composantes, en particulier céréalières, utilisées pour confectionner les pâtes. En effet, le second âge du Fer marque une rupture dans la continuité des types de céréales exploités sur le territoire métropolitain. Les blés vêtus (amidonnier, épeautre) et les orges, qui constituaient les espèces majoritairement promues durant les âges des Métaux, cèdent la place à des espèces à grains nus (Malrain *et al.* 2006 ; Bouby 2010 ; 2014, p. 191-193 ; Zech-Matterne *et al.* 2014 ; 2017 ; Lepetz, Zech-Matterne 2018). Cette évolution adopte des rythmes contrastés en fonction des régions et ne s'opère pas dans toutes, d'où l'intérêt de savoir quelles denrées sont préférées dans l'alimentation humaine et la forme qu'elles adoptent dans des cas donnés ;
- la promotion des espèces à grains nus entraîne des bouleversements au sein des techniques et instruments de traitement des récoltes, puisque les grains peuvent être désormais plus facilement séparés de leurs déchets, et que le volume

12. PEPS blanc CNRS INEE 2016, PANEXPLORE/Approche des techniques boulangères de l'Italie romaine, par l'analyse de pains carbonisés découverts à Pompéi, *via* des méthodes non intrusives d'imagerie MEBE et CT-scan (dir. V. Matherne).

13. ERC-CoG-2015, GA 682529, PI S. M. Valamoti. Fiche descriptive de la Commission Européenne [URL : <https://cordis.europa.eu/project/id/682529/fr>] et site du projet [URL : <http://plantcult.web.auth.gr/>].

14. Un fruit déhiscent s'ouvre spontanément à maturité en libérant les graines, tandis qu'un fruit indéhiscent reste fermé.

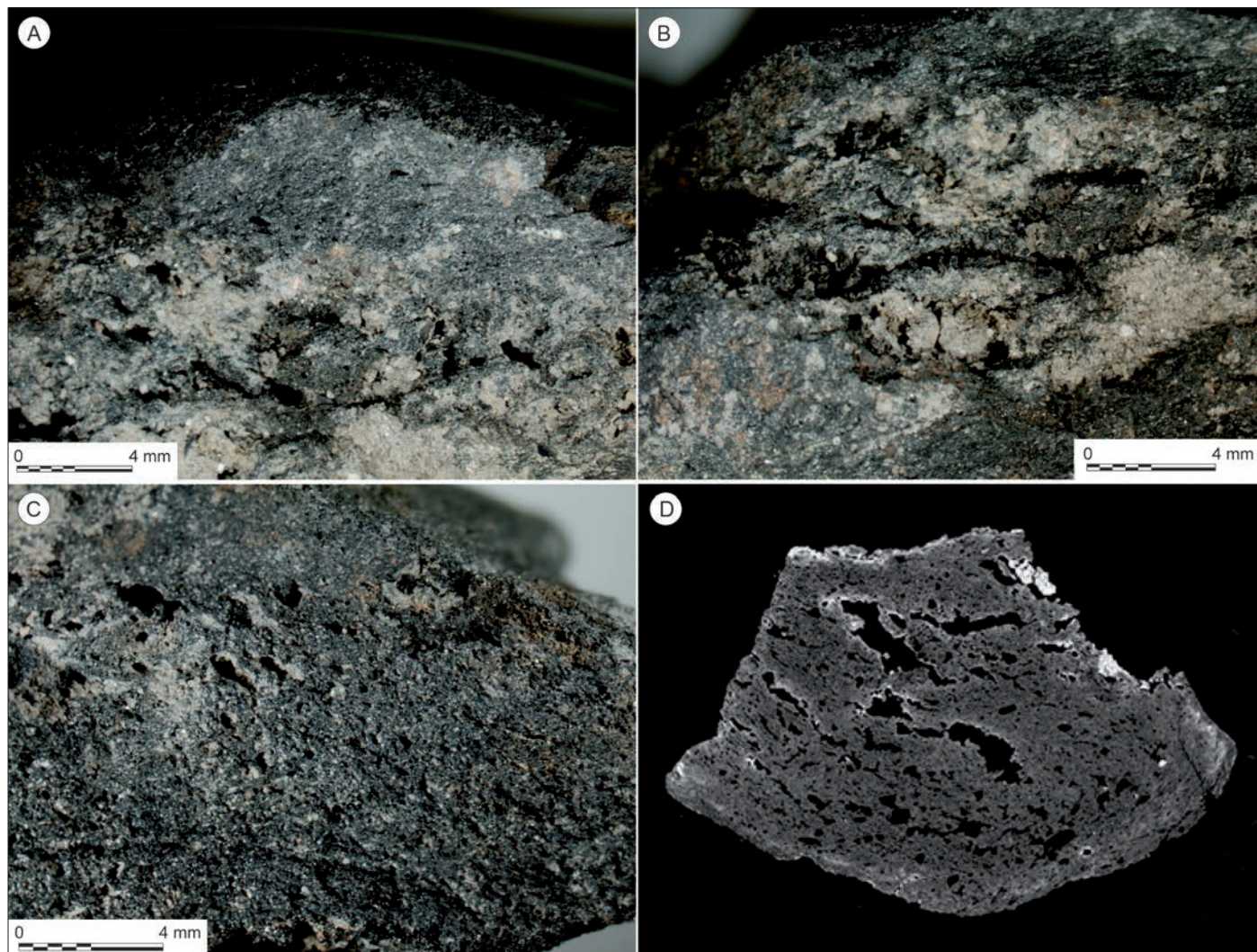


Fig. 4 – Élément paniforme carbonisé issu du site de la Justice à Varennes-sur-Seine (Seine-et-Marne) (responsable d'opération : Jean-Marc Séguier, Inrap). Aspect de la pâte : **A-C**, sous loupe binoculaire ; **D**, coupe microtomographique (coupe n° 1204). La démarcation entre mie et « croûte » est relativement marquée, par une différence de coloration qui renvoie à une différence de densité. Toutes les coupes effectuées via la plateforme AST-RX¹⁴ ont une résolution de 20 μm (clichés A-C : V. Dabrowski ; D : P. Wills, MNHN).

des produits obtenus s'en trouve ainsi réduit (Matterne *et al.* 2021). Il peut être intéressant de voir si les qualités des farines évoluent en parallèle des techniques de traitement post-culturelles ou des équipements de mouture. En effet, les grains de céréales telles que l'orge vêtue, dont les glumelles sont soudées aux caryopses, étaient souvent moulus avec leurs enveloppes, la farine étant ensuite tamisée pour l'épurer. Dans le cas des blés nus, où les enveloppes du grain sont éliminées préalablement à la mouture, il est probable que les farines obtenues ont été d'emblée plus pures ;

15. La plateforme AST-RX est rattachée à l'UMS 2700 (CNRS/MNHN) et dirigée par Éric Pasquet. L'équipement de la plateforme comprend un tomographe permettant des analyses en microfoyer et en nanofoyer. Il s'agit du modèle « vltomelx L 240-180 » de la société GE Sensing & Inspection Technologies phoenix xray. Il est constitué de deux tubes interchangeables (tube RX microfoyer 240 kV/320 W avec une détectabilité jusqu'à 1 μm et tube RX nanofoyer 180 kV/15 W avec une détectabilité jusqu'à 500 nm), détecteur de 400 x 400 mm avec une matrice de 20 242 pixels (taille de pixel : 200 x 200 μm). Le logiciel AVIZO est utilisé pour la visualisation des objets et la prise de mesures sur ceux-ci. Les acquisitions d'image ont été réalisées par P. Wils (MNHN, UMS 2700 2AD : Acquisition et analyse de données pour l'histoire naturelle).

– les EPF, dès l'observation préliminaire sous loupe binoculaire, arborent plusieurs aspects (présence ou non d'une croûte, densité plus ou moins compacte des pâtes...). Il est là aussi intéressant de voir si ces indices de façonnages se retrouvent sur le temps long, sont propres à une région, ou se différencient en fonction des contextes de découverte, en comparant ces exemplaires à des spécimens déjà étudiés par ailleurs ;

– enfin, notre alimentation est actuellement fondée sur le pain, confectionné le plus souvent à partir de farine de froment (ou blé tendre, *Triticum aestivum*), plutôt que sur les semoules ou les pâtes alimentaires. Quelle est l'évolution historique de ces pratiques culinaires et alimentaires et quelles ont pu être leurs influences sur les choix de culture et l'évolution génétique des céréales ? Concevoir que les pratiques alimentaires puissent constituer un élément culturel partagé, « marqueur d'identité », a-t-il seulement un sens au regard de l'histoire sur le temps long¹⁶ ?

16. La Confédération nationale de la boulangerie-pâtisserie française (CNBPF) a ainsi renouvelé en 2019 son souhait que la baguette de pain rejoigne la liste

CORPUS ANALYSÉ

Les spécimens retenus ont été extraits d'assemblages carpologiques se rapportant à la fin du second âge du Fer et à l'époque romaine. Un premier examen a été pratiqué en microscopie optique sur les spécimens initialement rassemblés, afin de trier ce qui s'apparentait effectivement à des EPF et les fragments qui relevaient d'autres catégories. Un fragment d'OAC provenant d'un contexte numéroté str. 86, du II^e s. av. J.-C. (La Tène C2-début D1), du site de Landrevenne à Ennery (Moselle) (Sylvie Defressigne, Inrap), a rapidement été écarté, car il s'agissait d'un produit hétérogène plus ou moins compacté comportant des fragments de tiges herbacées, qui semblait avoir été malaxé ou digéré par des animaux (excréments, litière, fumier ?). Cet exemplaire appartenait donc plutôt aux fragments de tailles diverses constitués par une matière hétérogène (voir *supra*, p. 268). De la même manière, un agglomérat de semences identifiées comme des grains de brome, une poacée sauvage aux grains comestibles, provenant du site laténien (La Tène moyenne, III^e-II^e s. av. J.-C.) de L'Arpent aux Chevaux Sud, à Le Plessis-Gassot (Val-d'Oise) (C. Touquet-Laporte Cassagne), a été mis de côté (Matterne *et al.* 2021 ; voir *supra*, p. 268).

Les autres spécimens ont été inclus dans l'analyse, en tant que produits confectionnés à base de céréales. Les six lots constitués sont représentés par :

- un fragment provenant du site de la Justice à Varennes-sur-Seine (Seine-et-Marne) (fig. 4), plus spécifiquement d'une fosse-dépotoir str. 1312 de la fin du second âge du Fer (La Tène D2 ; 80-30 av. J.-C.) (Séguier *et al.* 2013) ;
- deux fragments retrouvés parmi les ruines d'une *domus* urbaine au sein de l'îlot Camelin à Fréjus (Var), dans un espace composé d'une cuisine et d'un cellier, au sein d'un amas carbonisé (Us 3775, ch. 16) à la suite d'un incendie intervenu à la fin du I^{er} s. apr. J.-C., et initialement étudiés par Margaux Tillier (Excoffon *et al.* 2013 ; Tillier 2019, p. 413) : des empreintes de fibres croisées (tissu, vannerie ?) sont visibles à la surface d'un de ces pains ou pâtons (fig. 6, A) ;
- quatre éléments paniformes archéologiquement complets et trois fragments, issus de Saint-Symphorien à Reims (Marne) (Sindonino *et al.* 2016), de la cave str. 487 d'une *domus* urbaine incendiée au début du III^e s. apr. J.-C. : ces pains (ou pâtons ?) ont été trouvés en place sur le sol de la cave, reposant sur un plateau en bois sur lequel étaient regroupés l'ensemble des spécimens (une dizaine en tout) (fig. 7 et 8) ;
- un fragment issu de la luxueuse *villa* romaine de Larry à Liéhon (Moselle) (Laffite *et al.* 2005 ; fig. 9), découvert dans une fosse dépotoir Us 2336 datée du I^{er} s. apr. J.-C. ;
- un « pain/galette » (EPF) archéologiquement complet exhumé sur le site de Longeas à Chassenon (Charente) en zone 4 (Us 4113/4129) (fig. 5 et 10 à 12), accompagné de deux fragments (David Hourcade, Centre d'archéologie préventive de Bordeaux Métropole) : il provient d'un habitat tardivement réinstallé (V^e-VI^e s. apr. J.-C.) à l'emplacement des thermes romains détruits par un incendie et a été découvert

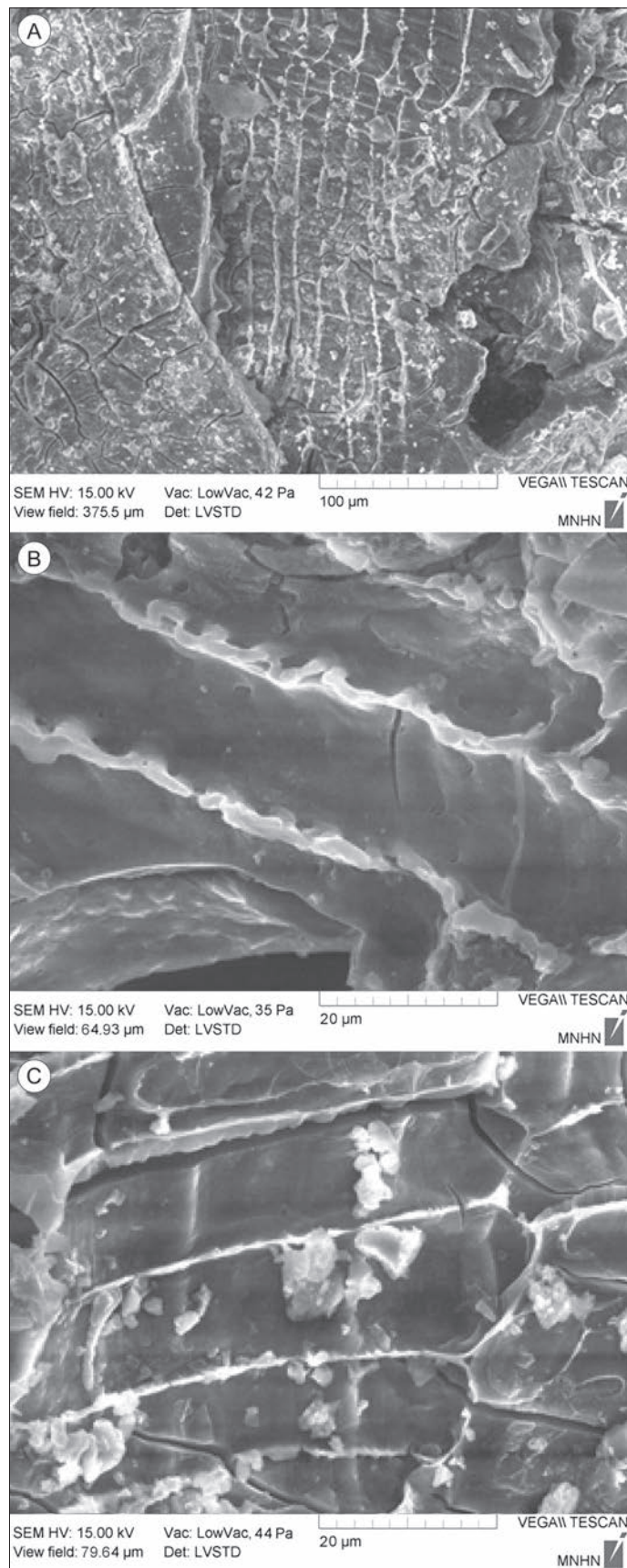


Fig. 5 – Aperçu au MEBE des champs de cellules croisées d'un fragment d'EPF carbonisé issu du site de Longeas à Chassenon (Charente) (responsable d'opération : D. Hourcade, Bordeaux Métropole). **A**, vue générale ; **B**, cellules à parois épaisses et ponctuations nettement visibles, attribuables à une espèce de blé indéterminée ; **C**, cellules à parois minces, caractéristiques de l'orge (clichés : S. Pont).

du patrimoine immatériel mondial de l'Unesco au même titre que la pizza napolitaine, ou encore la bière belge, arguant du caractère « ancestral » de cette pratique (Kovacs 2019).

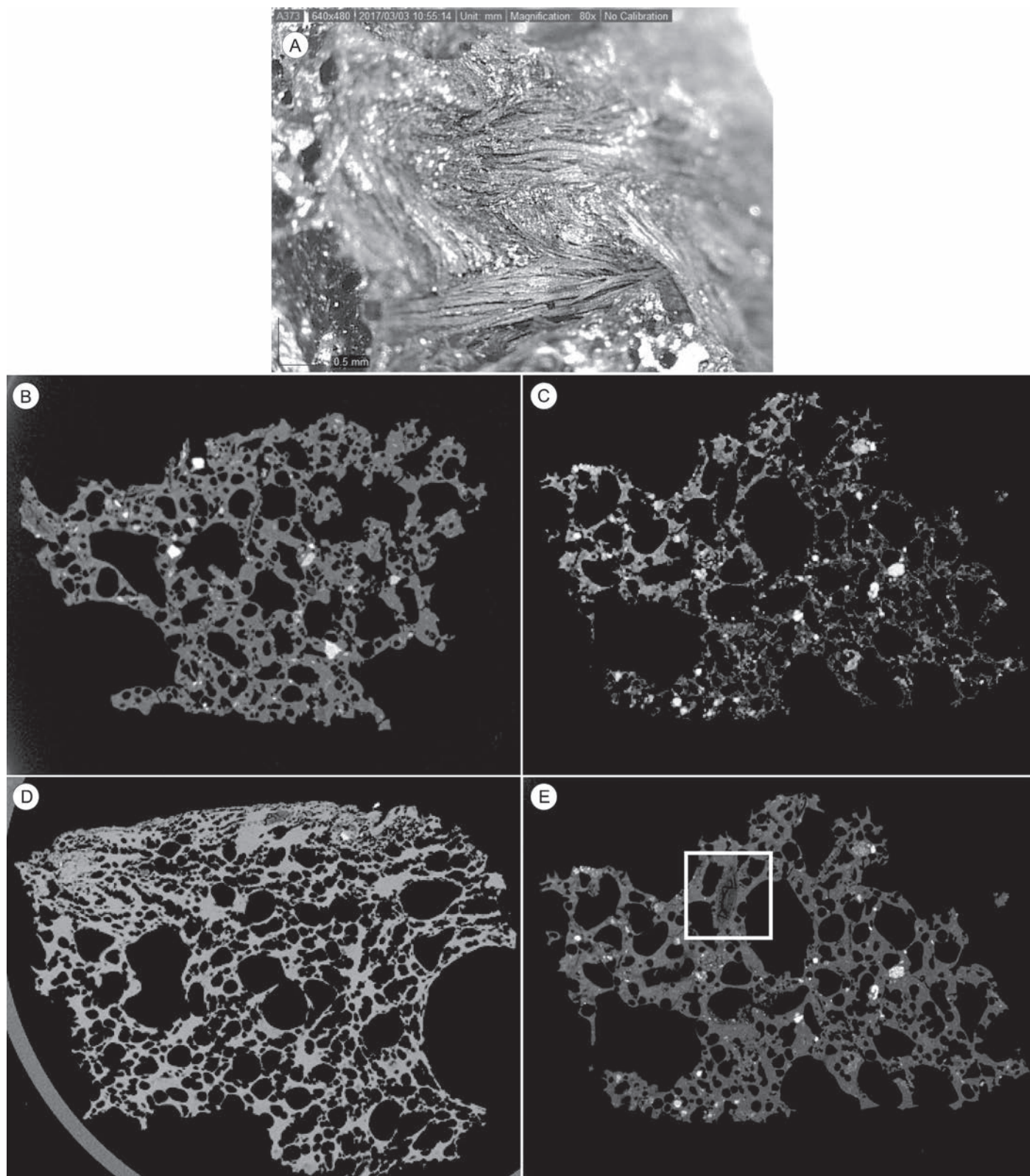
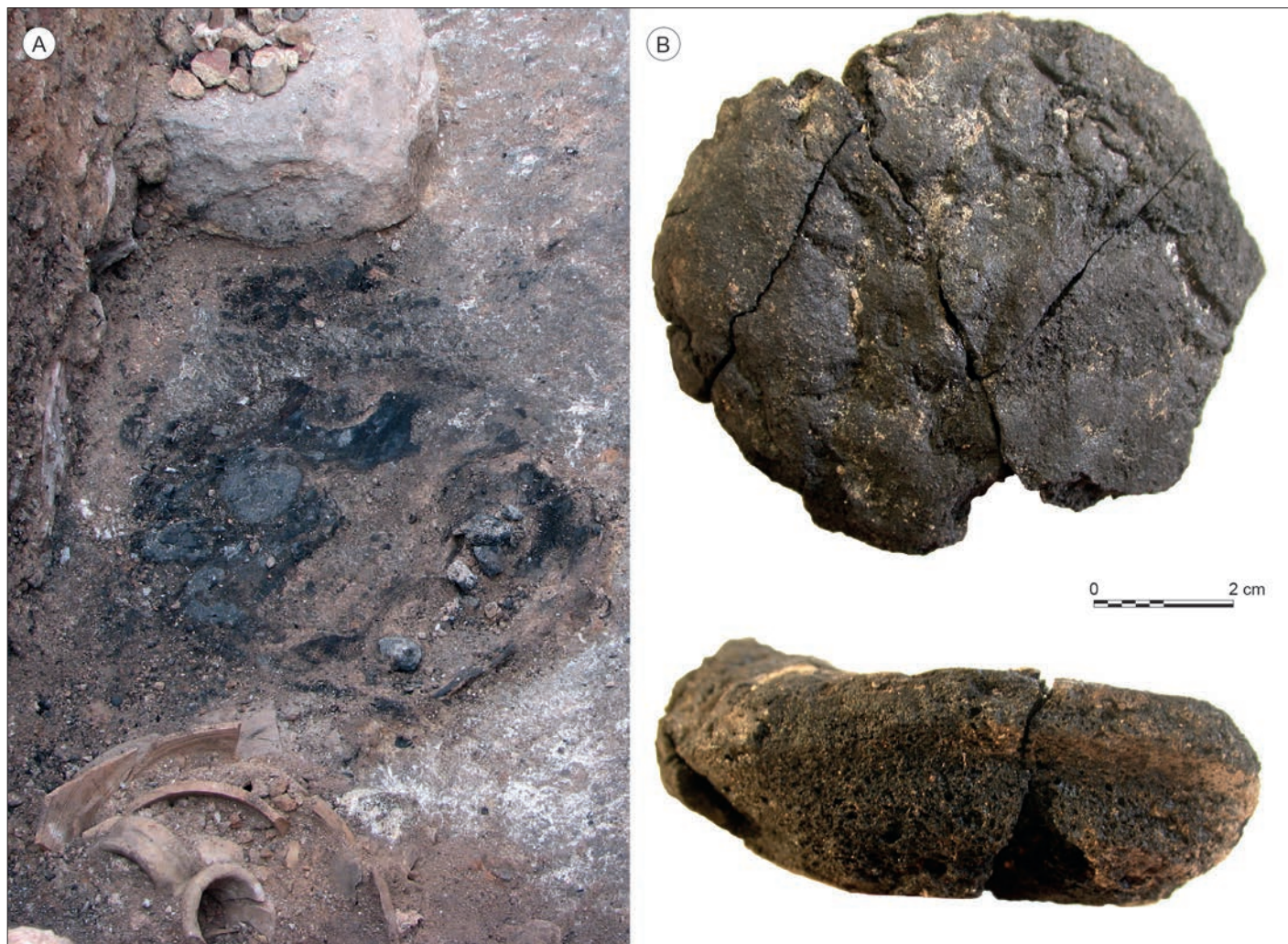
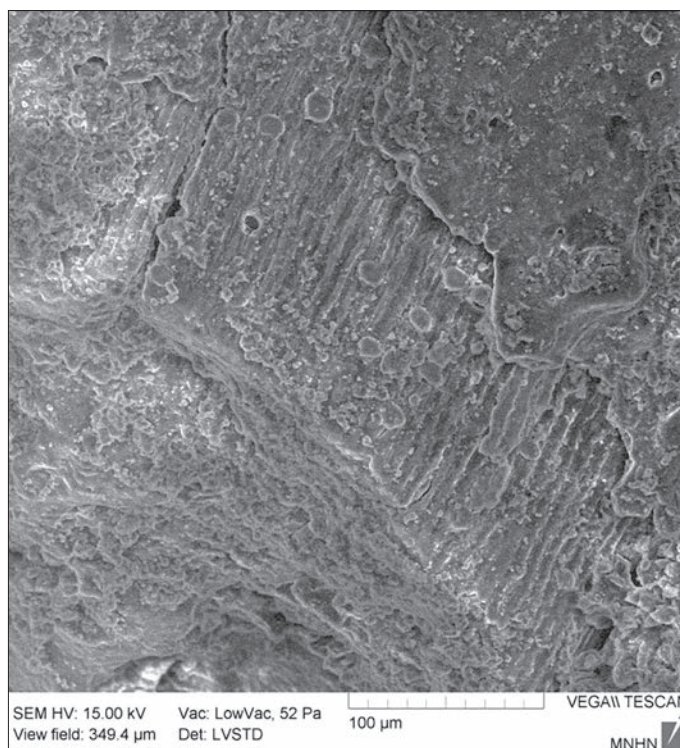


Fig. 6 – Spécimens carbonisés issus de l'Îlot Camelin à Fréjus (I^{er}-II^e s. apr. J.-C.) (responsable d'opération : Pierre Excoffon, ville de Fréjus) : **A**, vue sur les empreintes de fibres formant des croisillons en surface de l'objet ; **B**, **C** et **E**, coupes montrant l'aspect de la pâte très aérée des fragments archéologiques ; **D**, aspect de la pâte d'un fragment de pain cuit dans un four romain reconstitué à Saint-Romain-en-Gal (Rhône). Du levain a été ajouté aux ingrédients entrant dans la composition de cette fournée. La texture et la structure des alvéoles parsemant la pâte présentent de fortes similitudes avec celles de l'exemplaire archéologique ; **E**, le carré signale l'emplacement d'une graine de graminée adventice. Résolution 20 μ m (clichés A : V. Mattered, CNRS ; B-E : P. Wills).



▲ Fig. 7 – Ensemble des EPF (« pains/galettes ») carbonisés découverts en place, associés à un plateau de bois, sur le sol de la cave incendiée d'une domus antique de la rue Saint-Symphorien à Reims (Marne) (responsable d'opération : Stéphane Sindonino, Inrap) : A, vue in situ, en cours de fouille, des éléments paniformes au moment de leur découverte ; B, un des spécimens complets en vue macroscopique (clichés : V. Mattered).

► Fig. 9 – Fragment d'enveloppe de céréale inclus dans la pâte du morceau « pain/galette » issu de la villa de Larry à Liéhon (Moselle) (responsable d'opération : Jean-Denis Laffite, Inrap), potentiellement attribuable à l'orge (cf. *Hordeum vulgare*) (cliché : S. Pont).



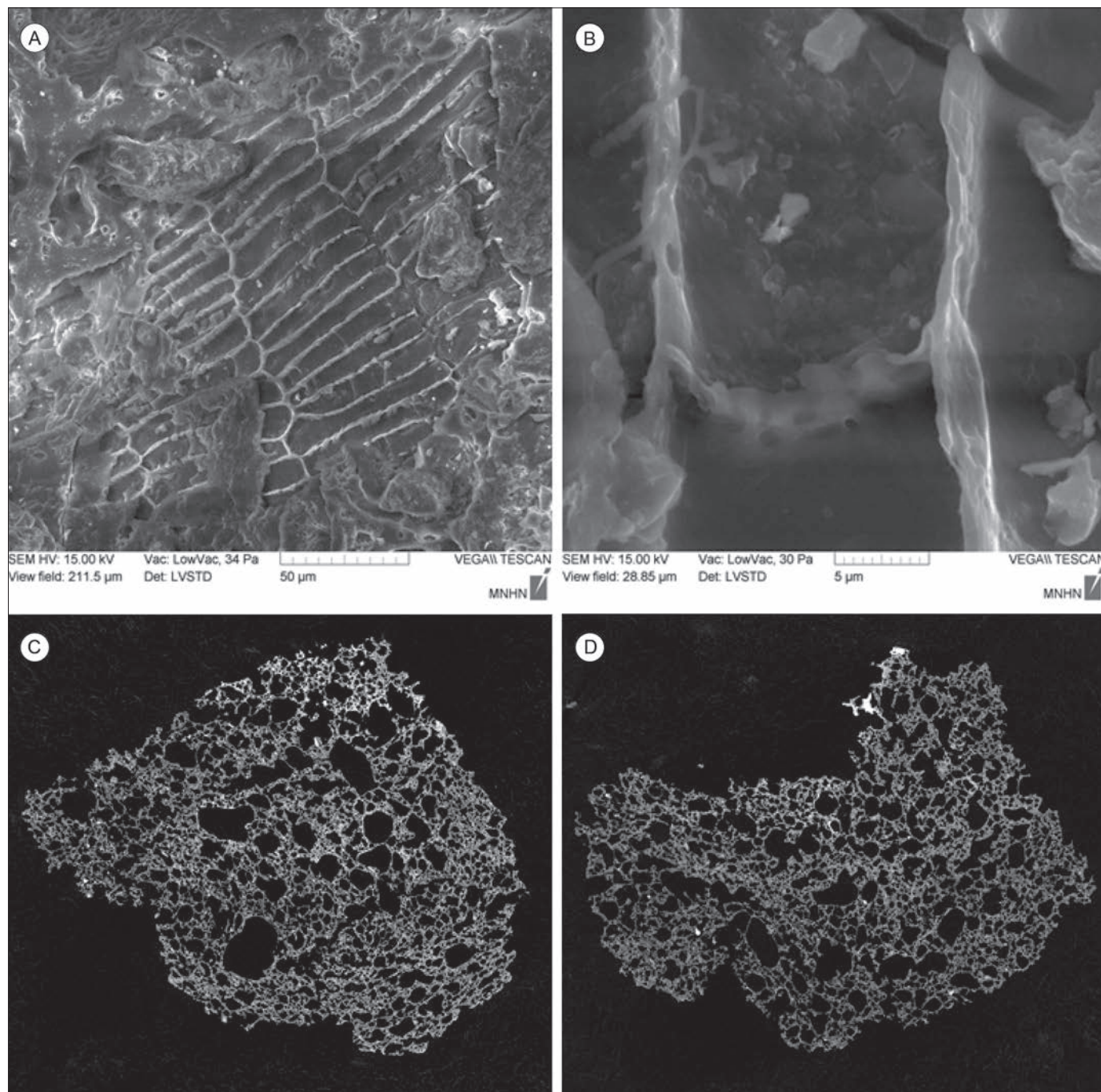


Fig. 8 – Élément paniforme de la rue Saint-Symphorien à Reims (Marne) : **A et B**, aspects des parois longitudinales et transversales des cellules croisées sous MEBE ; **C et D**, vues en section de la structure de la pâte, en tomographie AST RX (clichés A-B : S. Pont ; C-D : P. Wills).

dans une pièce contenant des réserves de nourritures (seigle, millet, blé, orge, lin...) associées à un four ; poids du spécimen : 200,41 g ; dimensions : L. = 18,90 cm ; l. au centre = 13,40 cm ; l. aux extrémités, à 2 cm du bord : 9,10 et 6,60 cm ; épaisseur = 3,50 à 2,20 cm ;

– un élément paniforme complet issu de la nécropole gallo-romaine de la Trussonnerie à Saint-Memmie (Marne) (Fiabane 2005 ; Pouget *et al.* 2010), déposé au sein du mobilier funéraire accompagnant les résidus de combustion d'un bûcher funéraire (structure 109/110) et daté du milieu du 1^{er} s. apr. J.-C. (fig. 13 à 15) (Heiss *et al.* 2015) ; poids du spécimen : 56,50 g ; dimensions : L. = 9,90 cm ; l. au centre = 5,80 cm ; épaisseur = 2,30 cm.

Les méthodes d'investigation mises en œuvre comportent des observations au MEBE et des microtomographies aux rayons X et se fondent sur la recherche d'éléments diagnostiques en explorant des champs de 2,50 mm de côté au grossissement 300. Une fois ces éléments repérés, les identifications ont été effectuées aux grossissements 500 et 1000. Les composantes céréalières pour lesquelles la farine est susceptible d'entrer dans la confection des pâtes sont reconnues grâce à :

- des cellules aleurones disposées en plusieurs couches superposées (orge) ou réparties sur une seule couche (blés, seigle) ;
- des cellules croisées présentant dans l'épaisseur de leurs parois des ponctuations bien marquées ou au contraire

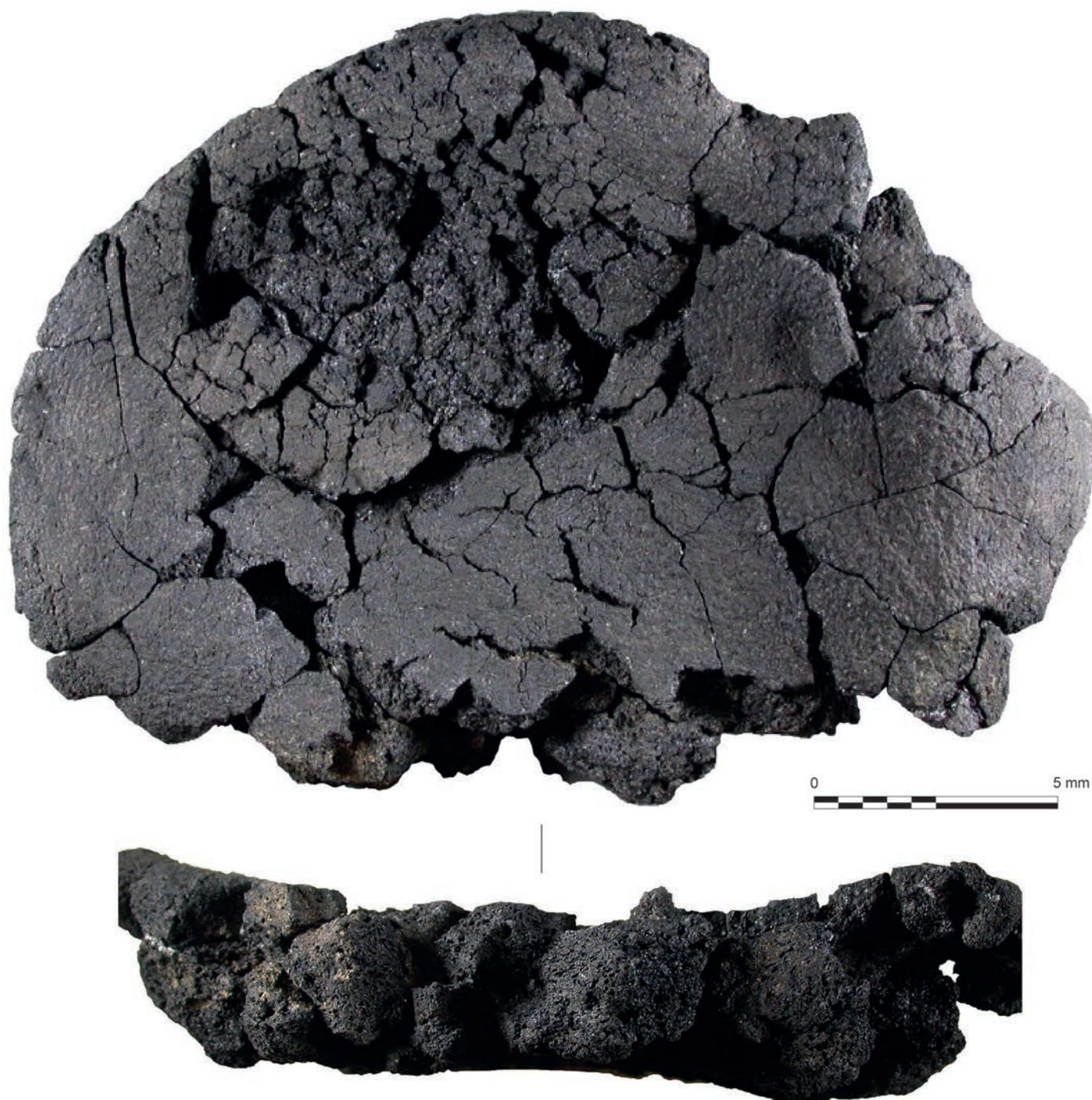


Fig. 10 – Miche de « pain » carbonisée découverte lors des fouilles d'un four et de stocks de grains sur le site de Longeas à Chassenon (responsable d'opération : D. Hourcade, Bordeaux Métropole), vue dorsale et aspect de la pâte observée dans l'épaisseur (cliché : V. Matterné).

des parois minces ne possédant pas de ponctuations (fig. 3) : ces caractéristiques permettent une discrimination au niveau des genres, entre d'une part les blés et le seigle, qui possèdent des parois épaisses, ponctuées, et d'autre part les orges, avoines et millets, qui présentent des parois minces ;
– des fragments de glumelles ou d'arêtes (« barbes ») autorisant une différenciation plus précise entre les genres, parfois les espèces (fig. 16) : les arêtes du genre *Avena* (les avoines) ont un aspect spiralé, alors que celles des autres céréales sont

hérissées de denticules ; celles des blés sont triangulaires ou rondes en section, alors que celles des orges et du seigle ont une section aplatie.

Nous avons essayé d'évaluer la distribution des bulles d'air en fonction de leur taille dans les EPF carbonisés étudiés. Pour trois spécimens (la Justice à Varennes-sur-Seine, Longeas à Chassenon, et la Trussonnerie à Saint-Memmie), nous avons utilisé un protocole simplifié pour mesurer les dimensions des pores de manière semi-automatique (comme expliqué *supra*, p. 266).

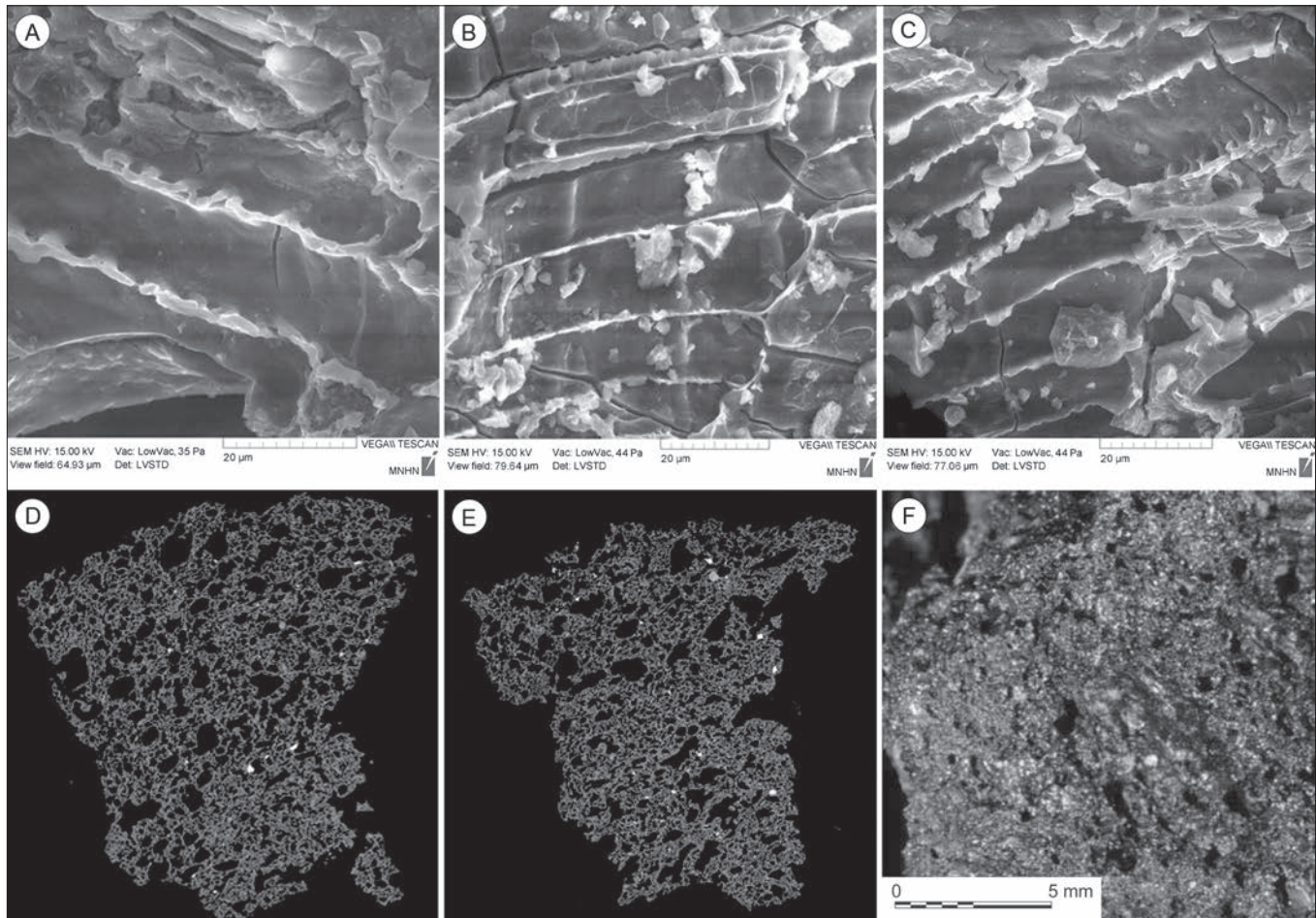


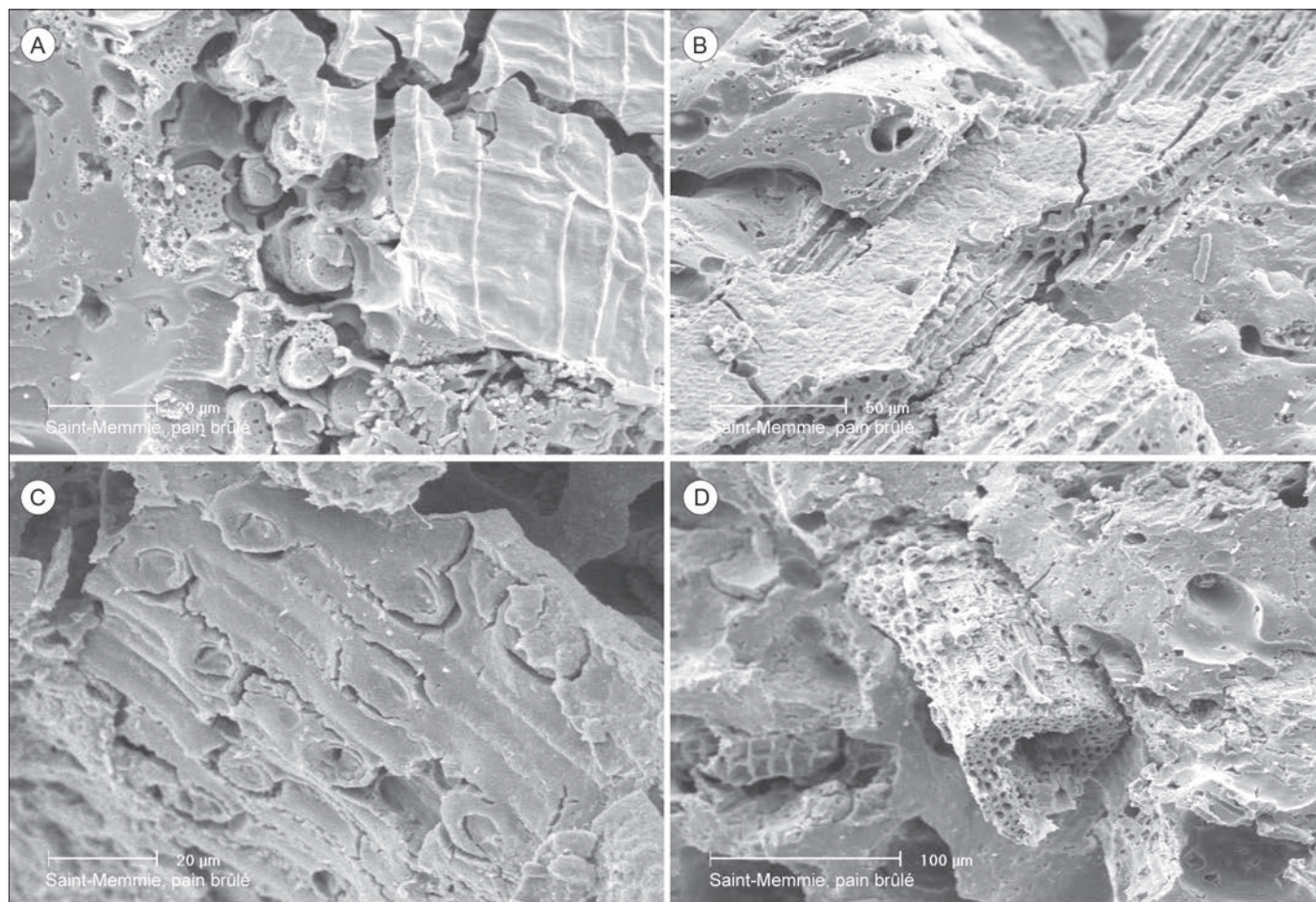
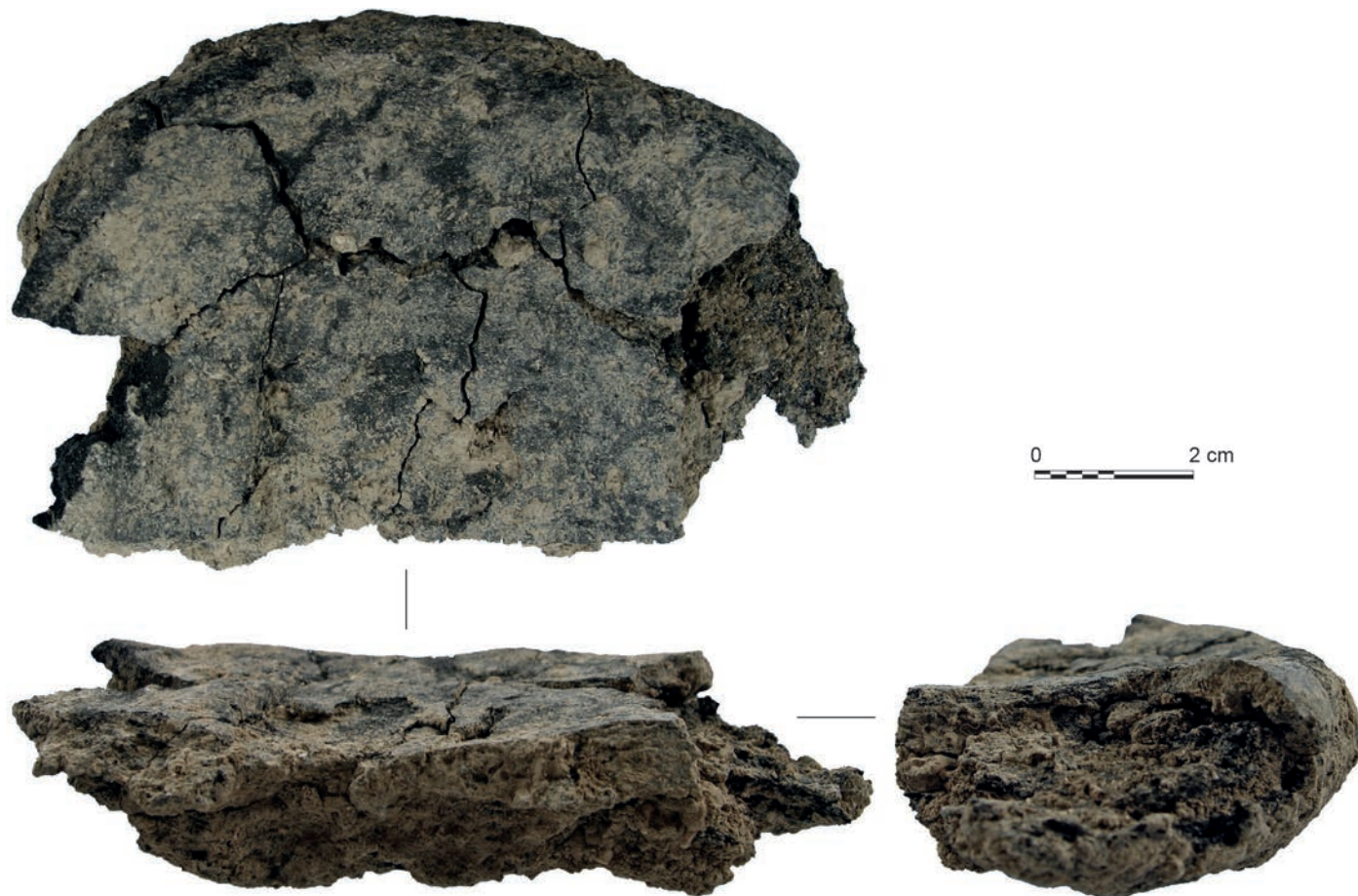
Fig. 11 – Détails de l'EPF de Longeas à Chassenon : **A-C**, vues rapprochées au MEB des champs de cellules croisées, afin de déterminer quelles céréales ont pu être utilisées pour confectionner la pâte ; **D-E**, vues tomographiques de deux fragments isolés du pain. Ces fragments n'ont pas pu être remontés avec les autres pour reconstituer la miché de pain, lors de sa restauration par le laboratoire spécialisé en matériaux organiques d'UTICA (Saint-Denis), et ont donc été utilisés pour les scans ; **F**, aperçu de la mie de l'EPF sous loupe binoculaire (clichés A-C : S. Pont ; D-E : P. Wills ; F : A. G. Heiss).



◀ **Fig. 12** – Vue 3D de la totalité des coupes superposées d'un des fragments du pain de Longeas à Chassenon. Les composantes les plus denses apparaissent en blanc. Il est généralement difficile d'en préciser la nature exacte car cela imposerait d'avoir, au préalable, fixé le seuil de densité, rapporté à une nuance de gris, pour chaque type d'inclusion. Néanmoins, compte tenu du fort contraste avec le reste de la pièce, il est vraisemblable qu'il s'agisse d'inclusions minérales (granules arrachés aux surfaces actives des pierres à moudre) (clichés et montage : P. Wills).

▶ **Fig. 13** – La « galette » carbonisée découverte au sein de résidus de combustion parmi d'autres mobiliers funéraires dans la nécropole gallo-romaine de Saint-Memmie (Marne). Ce dépôt est interprété comme le reliquat d'un bûcher funéraire. Aperçu macroscopique de la « galette » (cliché : A. G. Heiss).

▶ **Fig. 14** – Images MEB de l'EPF de Saint-Memmie : **A**, cellules aleurones disposées en plusieurs couches, indicatrices de l'utilisation de farine confectionnée à partir d'orge cultivée (*Hordeum vulgare*) ; **B**, glumelle d'orge ; **C**, détail de l'épiderme d'une glumelle d'orge ; **D**, arête de blé, probablement identifiable comme de l'engrain (*Triticum monococcum*) ou de l'amidonnier (*T. dicoccum*) (clichés : A. G. Heiss).



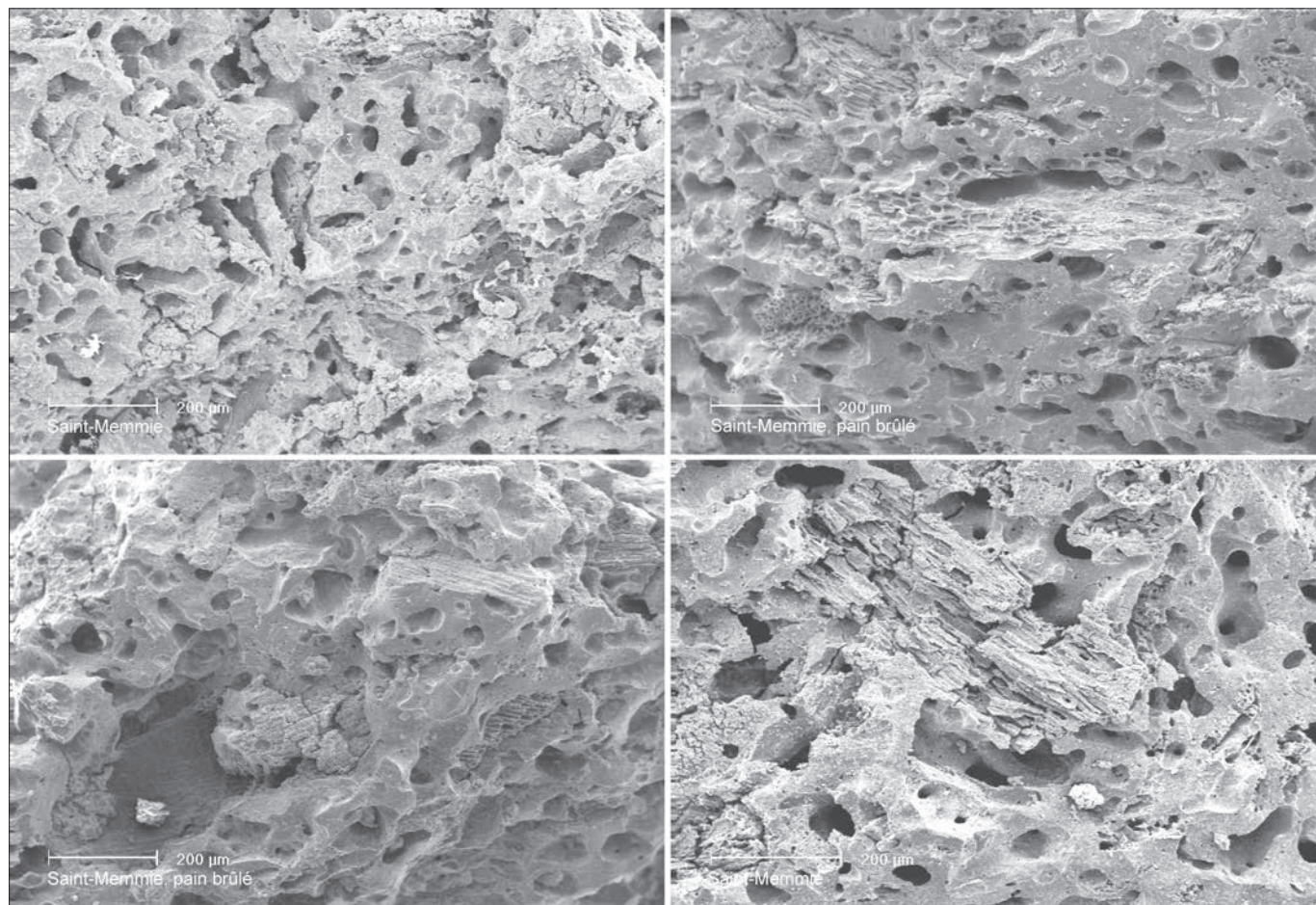


Fig. 15 – Détails en microscopie MEB de la pâte du spécimen de Saint-Memmie, mettant en évidence la densité de la matrice et la grande quantité d'inclusions (clichés : A. G. Heiss).

Cependant, il faut souligner que la valeur informative de ces mesures est limitée car la structure observable se rapporte seulement aux surfaces, en comparaison de la microtomographie qui « pénètre » à l'intérieur de l'objet. En outre, l'interprétation des résultats n'est pas simple, car de très petites bulles se produisent toujours en grande quantité, de sorte que les grosses bulles ne dominent jamais quantitativement¹⁷. Une manière possible de contourner ces obstacles consiste à focaliser l'interprétation sur la présence de grosses bulles dépassant une valeur limite, que nous fixons ici à 1 000 µm (fig. 17).

Les acquisitions d'images en microtomographie, réalisées par la plateforme AST-RX du MNHN ont été effectuées avec une résolution de 20 µm. 1 500 à 2 500 coupes étant restituées par objet, la manipulation des images requiert des ordinateurs puissants, mis à disposition par la plateforme.

Ces coupes, et les rendus tridimensionnels qu'elles autorisent une fois alignées, ont permis de visualiser l'aspect des pâtes et de noter un certain nombre d'observations (surfaces proportionnelles respectives des parties pleines et des alvéoles, dimensions moyennes des « bulles » de gaz, répartition et structure). Elles permettent également de rechercher et d'évaluer la part des inclusions et des éléments grossiers d'origine non végétale.

17. Les problèmes d'interprétation des micropores (<200 µm) ont déjà été discutés *supra*.

Les éléments les plus denses (grains minéraux arrachés à la meule ou particules minérales provenant du sol), se différencient par leur couleur : plus un élément est dense, plus il apparaît blanc sur les coupes.

RÉSULTATS DES ANALYSES ET INTERPRÉTATIONS PRÉLIMINAIRES

– La Justice, Varennes-sur-Seine : la pâte apparaît très dense, parsemée de rares bulles d'air, et s'apparente à un produit faiblement levé. Une transition entre le bord et la « mie » intérieure est nettement visible sur les clichés. Cette « croûte » résulterait du mode de cuisson. La pâte semble avoir été repliée sur elle-même, car on perçoit dans son épaisseur une démarcation dessinant un enroulement (fig. 4, A-B).

Les bulles d'air, qui présentent un aspect aplati (fig. 4, C), pourraient résulter de la même action de pliage ; l'hypothèse d'un produit malaxé est dès lors avancée. Une raison fréquente pour la persistance de fissures (fig. 4, D) dans une pâte est sa faible teneur en eau lors du pétrissage (voir *infra*, l'EPF de Saint-Memmie : MacRitchie 1976 ; Heiss et al. 2015). Cette deuxième hypothèse est potentiellement vérifiable par la présence de granules d'amidon intacts dans la pâte, mais n'est pas forcément réfutable si leur absence est

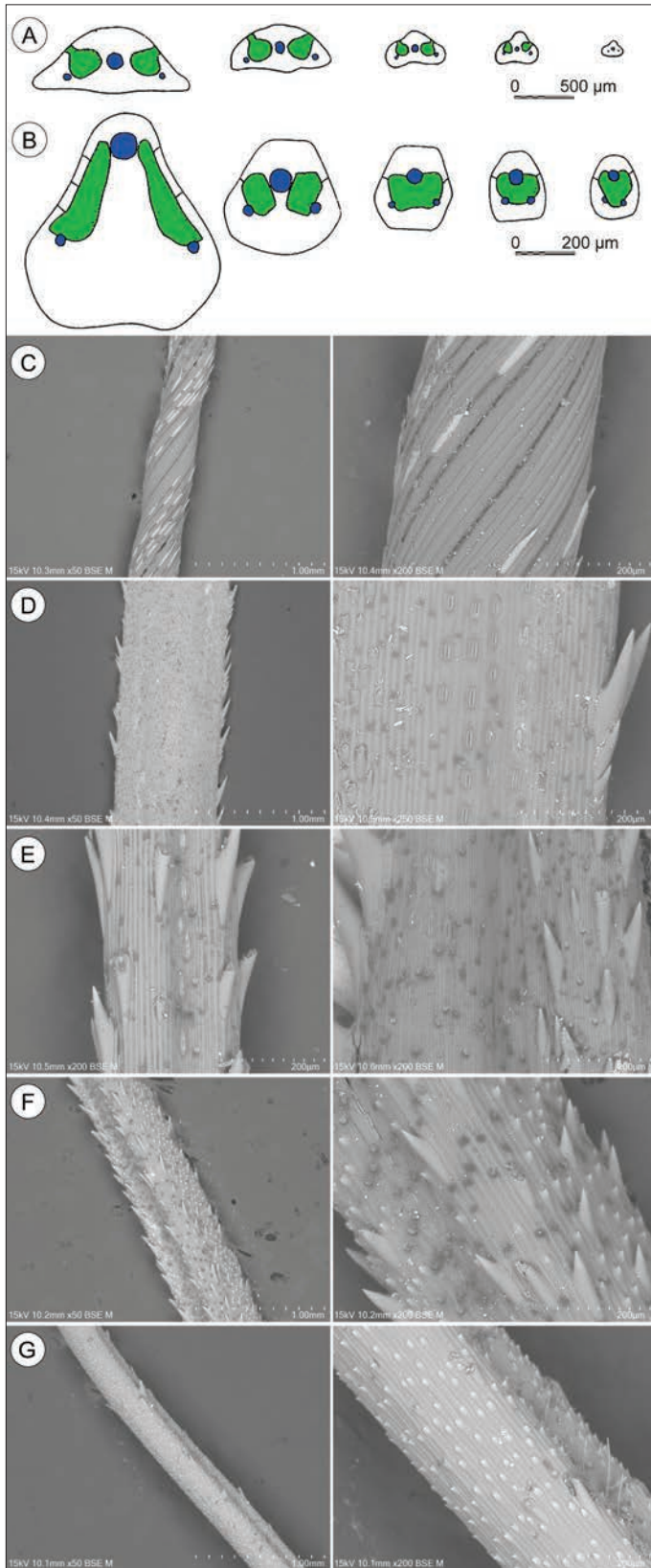


Fig. 16 – Quelques vues des barbes de céréales : **A** et **B**, changement de diamètre et d'anatomie interne dans les coupes transversales des arêtes de la base (gauche) vers le haut (droite) de **(A)** l'orge cultivée (*Hordeum vulgare*) et du **(B)** blé poulard (*Triticum turgidum* ssp. *polonicum*) ; bleu : tissus sclérifiés ; vert : tissus photosynthétiques. **C-G**, clichés MEBE des barbes : **C**, d'avoine (*Avena sativa*) ; **D**, de l'orge cultivée (*Hordeum vulgare*) ; **E**, du seigle (*Secale cereale*) ; **F**, de l'engrain (*Triticum monococcum*) ; **G**, du blé tendre (*T. aestivum*) (schémas **A** et **B** : modifiés d'après Schmid 1898 ; clichés **C-G** : A. G. Heiss).

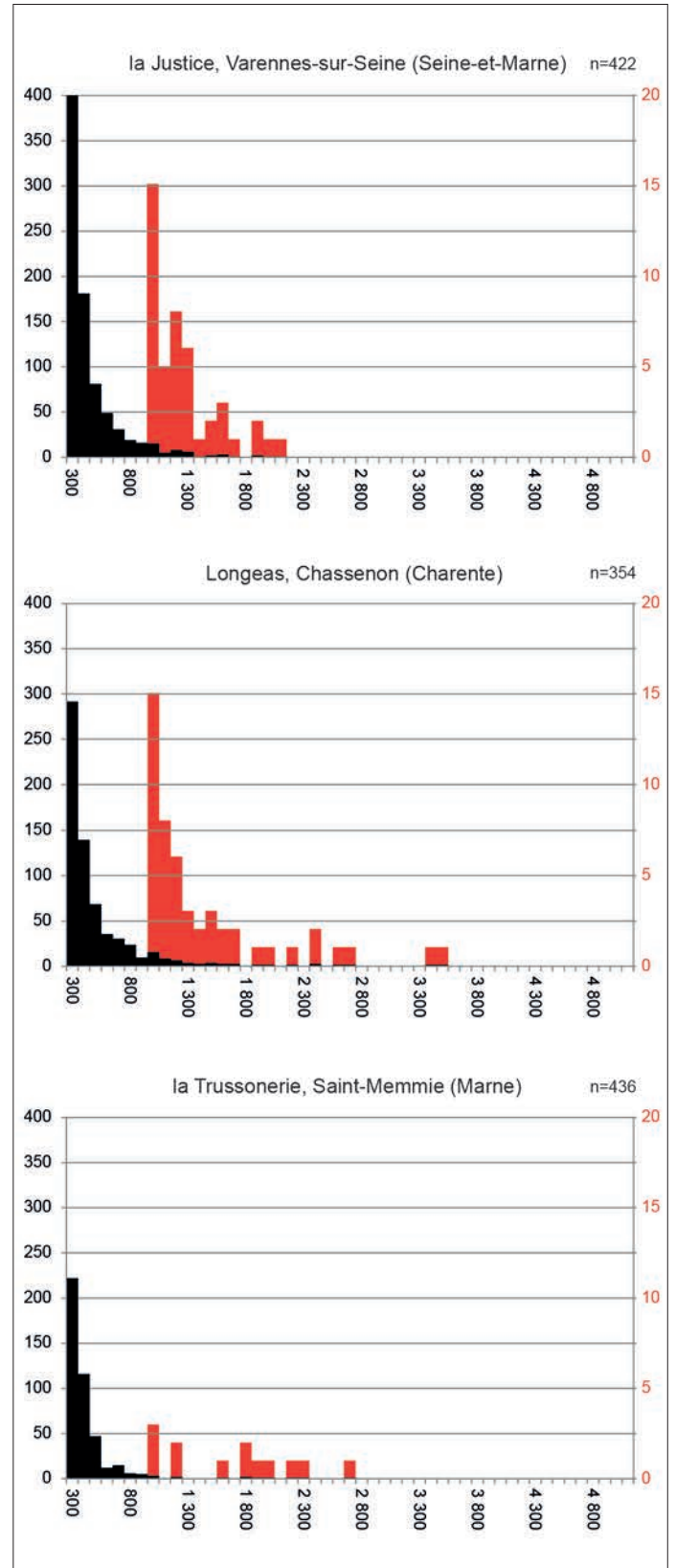


Fig. 17 – Histogrammes des mesures réalisées dans le cadre de cette étude pour organiser en classes les dimensions des bulles d'air observées dans quelques pains/galettes : axe x : classes de taille par pas de 100 µm ; axe y de gauche et barres noires : nombre de cas pour toutes les mesures à partir de 300 µm ; axe y de droite et barres rouges : nombre de cas pour toutes les mesures à partir de 1 000 µm, exagéré vingt fois (schéma : A. G. Heiss).

constatée (Heiss *et al.* 2019). Des granules d'amidons n'ont pas plus été observés que lors des investigations au MEBE, mais aucune conclusion définitive n'en découle.

Un unique fragment de glumelle a été repéré au MEBE, mais n'autorise pas l'identification des céréales utilisées. En raison du très faible taux d'impuretés observables dans la pâte de cet exemplaire, dans tous les champs scannés en microscopie, mais aussi en tomographie, nous concluons qu'elle est composée d'une farine très pure ;

– Larry, Liéhon : ce petit fragment est peut-être le reliquat d'une galette, du fait de la densité de la pâte. Un fragment de glumelle d'orge (*Hordeum vulgare*) a été identifié au MEBE (fig. 9) ;

– Îlot-Camelin, Fréjus : des empreintes de fibres croisées (tissu, vannerie ?) sont visibles à la surface d'un des pains ou pâtons (fig. 6, A). Le tamisage de la farine est resté imparfait : de larges inclusions minérales bien visibles (en blanc) parsèment la pâte, et une semence entière de plante adventice, compagne des cultures, est visible en section sur l'une des coupes (coupe 887 ; fig. 6, E). La pâte apparaît extrêmement aérée dans toute son épaisseur, alternant petites et grandes alvéoles (par exemple, coupes 887 et 818 ; fig. 6, B, C et E). Il s'agirait d'un produit levé qui n'aurait pas été retravaillé, ou d'une pâte en cours de levée.

– Saint-Symphorien, Reims : la farine est extrêmement bien nettoyée. L'utilisation d'un blé (cf. *Triticum* sp.) est potentiellement identifiée au MEBE, car les parois des cellules croisées, supérieures à 2 µm, sont trop épaisses pour correspondre à celles de l'orge, qui de surcroît ne possèdent pas de ponctuations marquées (fig. 8, A-B). En microtomographie, la mie apparaît régulièrement aérée (coupes 865, 1077 ; fig. 8, C-D). Les alvéoles sont plus régulièrement calibrées que celles de l'exemplaire de l'Îlot-Camelin, sans doute du fait du pétrissage, ou de la reprise du malaxage après le pointage, la première levée. Très peu d'impuretés sont visibles (fig. 8, C-D) ;

– Longeas, Chassenon : le profil assez mince présente deux enroulements latéraux et une légère dépression centrale qui pourraient suggérer une cuisson dans un moule (?) (fig. 10). La farine utilisée est extrêmement bien nettoyée et contient très peu de résidus. La mie est hétérogène et peu alvéolée (fig. 11, F). Au MEBE, les champs de cellules croisées ont été recherchés pour voir si les parois sont épaisses et présentent des ponctuations. Ces dernières sont occasionnellement visibles et indiquent probablement l'utilisation de farine de blé(s) (*Triticum* sp.) (fig. 11, C). Des ponctuations bien marquées, y compris sur les parois transversales, confirment ce diagnostic, car si le seigle possède aussi des ponctuations, celles-ci n'apparaissent que sur les parois longitudinales, et les parois tangentielles présentent, en outre, des épaississements beaucoup plus marqués (Holden 1990 ; fig. 3). Cependant, d'autres fragments rendent compte de parois fines, attribuables à l'orge (fig. 11, A-B). Les deux céréales ont donc été reconnues, sans que leurs proportions respectives ne puissent être précisées.

– La Trussonnerie, Saint-Memmie : les surfaces sont lisses, la face supérieure montre des marges surélevées (fig. 13), qui lui confèrent un aspect assez semblable à celui de l'EPF provenant de Chassenon. Une distinction claire entre

la croûte et la mie n'est pas possible, la masse étant très compacte, traversée de grandes fissures. Il est possible que la pâte ait été pétrie à l'état plutôt sec (voir *supra*, l'élément paniforme de Varennes-sur-Seine : MacRitchie 1976 ; Heiss *et al.* 2015). Concernant les céréales utilisées, la plupart des tissus identifiés dérivent de l'orge (*Hordeum vulgare*), comme des fragments de glumelle (fig. 14, B-C) et des cellules aleurones disposées en rangs superposés (fig. 14, A). En outre, une arête de blé a également été trouvée (fig. 14, D), probablement d'engrain (*Triticum monococcum*) ou d'amidonner (*T. dicoccum*).

Ces premiers résultats d'analyse montrent que les produits étudiés ont été préparés à partir de farines très pures, très soigneusement blutées. On retient que le(s) blé(s), mais aussi l'orge, entrent très régulièrement dans leur composition, parfois en mélange, dans des proportions impossibles à évaluer. L'examen des pâtes montre de grandes différences de texture et de structure : présence ou non d'une croûte, alvéoles plus ou moins denses et de dimensions variables, pâtes dont l'air a été chassé. Ces premières observations mettent en évidence la grande qualité des farines utilisées pour la confection des « pains/galettes » d'époque romaine. Il est probable que l'adoption à grande échelle de céréales à grains nus, qui pouvaient être nettoyées complètement avant mouture, a limité la proportion des déchets susceptibles de se retrouver dans les farines. D'autres exemplaires devront être étudiés pour confirmer la finesse et la pureté des farines constatées pour ces quelques spécimens. Le « pain/galette » de la nécropole de Saint-Memmie est, si l'on veut, une antithèse aux produits de boulangerie destinés à la consommation : il a servi avant tout un but symbolique – honorer le défunt dans l'au-delà, dans le cadre d'un partage de sacrifices entre les divinités et la communauté familiale qui accomplit ces rites (Scheid 2011 ; Van Andringa 2011).

MISE EN CONTEXTE DES RÉSULTATS

ÉVOLUTION DES GRANDES CULTURES CÉRÉALIÈRES EN GAULE

De nombreuses céréales sont introduites en Gaule, depuis le Croissant fertile, avec les débuts de l'agriculture au Néolithique. Ultérieurement, dans le courant des III^e et II^e millénaires av. J.-C., d'autres espèces déjà domestiquées, mais demeurées à l'état de « mauvaises herbes » adventices des plantations, sont mises en culture et viennent encore accroître cette diversité. Par ailleurs, des fruits et graines sauvages contenant de l'amidon, notamment des glands, sont également exploités pour leur richesse alimentaire, essentiellement durant les phases anciennes des âges des Métaux (Bouby *et al.* 2017). À partir de ce choix de plantes, originellement très large, des sélections ont, dans un second temps, été effectuées. Les polycultures qui caractérisaient les âges du Bronze et le premier âge du Fer (Bouby *et al.* 2017 ; Toulemonde *et al.* 2018) cèdent la place à des agricultures plus spécialisées, à dominante céréalière (Zech-Matterne *et al.* 2014). Certaines espèces s'imposent au premier plan, alors que d'autres redeviennent secondaires ou adventices. Plusieurs régions se vouent à la culture à grande échelle des blés nus, qui font l'objet d'un commerce. Certaines de ces espèces, en

particulier les blés tendres, conviennent davantage que les orges et blés vêtus à la confection de pain. S'il est possible d'obtenir du pain à pâte levée avec d'autres céréales que le blé tendre, notamment à partir d'épeautre et d'engrain (Dickson 1990), la panificabilité des espèces anciennes n'est cependant pas comparable aux standards actuels, et les goûts et textures des pâtes obtenues sont propres à chaque espèce. Au cours de l'époque romaine, les blés nus connaissent un développement important dans le centre du Bassin parisien et consolident leur place dans le Midi. L'amidonnière régresse fortement, tandis que les orges maintiennent leur importance.

Cette histoire sur le temps long aboutit à la situation actuelle, où les grands bassins céréaliers sont dominés en Gaule, puis en France, par les blés tendres dans le Bassin parisien, et les orges brassicoles, dans l'Est. Pourquoi notre agriculture repose-t-elle actuellement dans des proportions aussi importantes sur les blés hexaploïdes de type blés tendres ? Quels sont les moteurs, les choix humains, qui ont conduit à cette sélection ? C'est que ces blés tendres possèdent plusieurs atouts : ils sont faciles à nettoyer après la récolte, et ils sont panifiables.

La possibilité de séparer facilement le grain de ses déchets – en l'occurrence, les enveloppes non comestibles, car riches en cellulose, qui constituent la balle – caractérise les espèces dites « à grains nus ». Chez celles-ci, l'axe de l'épi (le rachis) est solide et les glumes et glumelles qui enserrant le grain sont réduites ou parcheminées ; elles se déchirent facilement lors du battage/dépilage/égrenage. Le grain est donc immédiatement libéré et peut être séparé de ses sous-produits par différentes techniques fondées sur le calibre ou la densité des composantes. Lorsque les produits obtenus à la suite d'un premier battage sont de gros calibre (fragments d'épis ou épillets), ils se différencient fortement par la taille de leurs déchets ou sous-produits (semences d'adventices, menue paille) et il est dans ce cas plus facile de séparer produits et sous-produits par criblage. Lorsque le produit obtenu est à l'état de grains, il se rapproche du calibre des grains d'adventices les plus grandes (bromes, avoines), mais la densité des grains de ces dernières est dix fois inférieure à celle des grains de céréales. Une séparation par vannage se révélera donc plus efficace qu'un criblage. Il est par conséquent possible que l'on évolue de techniques de séparation à l'aide de tamis – dont certains spécimens sont donnés comme faits en crin de cheval dans les Gaules (Pline l'Ancien, *Histoire naturelle*, 18, 108) – vers des techniques et outils utilisant un flux d'air (van, pelle, fourche à vanner) (Matterne *et al.* 2021). En opposition aux espèces à grains nus, celles dites à grains vêtus possèdent un épi semi-fragile qui se segmente en épillets (chaque élément de l'inflorescence) lors du battage. Les enveloppes sont rigides et coriaces, particulièrement pour les blés vêtus, et par conséquent nécessitent un décortilage à la suite du premier battage, opération souvent longue et fastidieuse. Les enveloppes de l'orge vêtue sont même partiellement fusionnées avec le grain et très difficiles à enlever par polissage. Cependant, il n'est pas forcément nécessaire de décortiquer les grains d'orge pour les rendre comestibles.

Le produit délivré par les céréales à grains nus est donc du grain « prêt à l'emploi ». Les blés tendres (*Triticum aestivum sensu lato*) hexaploïdes (6n) partagent ce caractère nu avec les espèces de blés durs (blé dur proprement dit, *Triticum durum*, et blé poulard, *Triticum turgidum*) tétraploïdes (4n). Les deux types

sont identifiés dans les ensembles carpologiques des stations palafittes implantées au bord des lacs du Jura et des Alpes depuis le Néolithique (Lundström-Baudais 1986 ; Maier 1996 ; Maier *et al.* 2001 ; Schlumbaum *et al.* 1998 ; Schaal, Pétrequin 2015), mais leur importance relative sur le temps long est difficile à établir, car la morphologie des grains ne permet pas de distinguer les types tétraploïdes des hexaploïdes, cette différence entre 4n et 6n s'établissant à partir des nœuds et entre-nœuds de rachis. Comme les rachis sont immédiatement séparés des grains lors du battage, il est facile de les isoler. Afin de réduire les transports, il est vraisemblable que le battage s'effectuait au plus près des lieux de récolte, plutôt qu'un acheminement plus pénible des épis entiers vers les exploitations pour y être traités. Ceci est d'autant plus vrai lorsque des aires dédiées au battage voient le jour. Or, les rachis trouvent peu d'usages, si ce n'est comme fourrage d'appoint ou dégraissant occasionnel pour les pâtes à poterie. Ils sont donc, le plus souvent, considérés comme des déchets et éliminés dès les premières phases de traitement, c'est-à-dire hors habitat. Qui plus est, les rachis sont rendus plus fragiles par la carbonisation que les grains, car leur plage de résistance est plus étroite, en conditions aussi bien oxydantes que réductrices (Boardman, Jones 1990). Ils sont, dès lors, très rarement mis en évidence dans les concentrations de grains issus de stocks, où les restes carpologiques sont pourtant abondants et généralement bien conservés. En Gaule, peu d'ensembles permettent d'évaluer la place respective des blés durs et leurs usages ne sont pas connus. Bien que panifiables, ils constituent aujourd'hui la base des semoules et des pâtes alimentaires, tandis que les hexaploïdes, panifiables, sont plutôt réservés à la confection du pain à pâte levée, mais aussi de nouilles alimentaires – des produits du dernier type existent dès les II^e-I^{er} millénaires av. J.-C., notamment en Chine, dans l'actuelle province du Xinjiang (Gong *et al.* 2011).

Les études génétiques montrent toutefois l'existence répétée de transferts et recombinaisons de gènes entre 4n et 6n, témoignant d'une cohabitation de longue durée des deux types dans les agricultures (communication Jérôme Salse, INRAE, Clermont-Ferrand). Qui plus est, pour la période romaine, les quelques stocks mobilisables dans lesquels les rachis sont conservés montrent soit l'existence de produits de récolte purs, uniquement constitués des blés hexaploïdes, donc de blés tendres (Les Brosses à Houdan [Yvelines]), soit des ensembles qui mêlent les deux (Zac Sud CDG Secteur 3, Tremblay-en-France [Seine-Saint-Denis] ; Chemin d'Ignaucourt, Marcelcave [Somme] ; Bernigaud *et al.* 2017). Le caractère panifiable de ces blés n'est donc pas le seul critère qui ait conduit à imposer le choix des blés nus. À partir des centaines d'études carpologiques maintenant mobilisables, il est possible de retracer l'importance relative des différentes céréales au cours de l'histoire, en s'attachant particulièrement aux périodes pendant lesquelles les blés nus montent en puissance. Ces impulsions concernent la transition du Néolithique moyen au Néolithique final, mais aussi celle du second âge du Fer à l'époque romaine. Cette dernière marque une rupture, puisqu'elle implique un point de non-retour. Les blés nus s'imposent comme une composante majeure dans certaines régions (Bassin parisien, Midi) et le resteront.

En Gaule, cette rupture est diachronique et n'est pas liée à une période précise, mais à un phénomène : l'expansion de l'urbanisation. Or celle-ci est plus précoce dans le Midi, où

elle se place à la transition entre l'âge du Fer 1 et l'âge du Fer 2 (v^e s. av. J.-C. ; Bouby 2014). Dans le reste de la Gaule (Trois Gaules et Germanies), elle est liée à l'expansion des *oppida* et débute au II^e s. av. J.-C. (Zech-Matterne *et al.* 2014). L'apparition de ces agglomérations entraîne le regroupement de populations, qui ne sont plus uniquement composées d'agriculteurs. Leur approvisionnement s'oriente vers des grains prêts à moudre, entraînant des choix d'espèces qui pouvaient être facilement et rapidement délivrées sous cette forme après la récolte. Précédant la montée en force des blés nus, les espèces à grains vêtus font l'objet d'un commerce ou d'échanges sous la forme de grains débarrassés de leurs enveloppes, un produit peu compatible avec une conservation sur le long terme, la tenue des grains vêtus décortiqués étant beaucoup moins bonne que celle des grains nus (Sigaut 1988). Un tel produit est destiné exclusivement à la consommation, car le décortiquage abîme le germe et les grains ne peuvent plus dès lors servir de semence (Sigaut 1988). Plusieurs batteries de greniers incendiés liés aux circulations de grains, récemment étudiés à grande échelle du point de vue carpologique, témoignent de tels stocks entièrement nettoyés (Guillier *et al.* 2015 ; Moreau *et al.* 2015). Si l'intérêt premier était lié à la facilité du décortiquage, la persistance des tétraploïdes de type blés durs est très probable et a pu se prolonger bien au-delà de la période romaine. Or, à l'heure actuelle, en France, les blés privilégiés sont des blés tendres, donc des hexaploïdes. Le caractère panifiable a donc été lui aussi retenu comme critère de sélection, mais à partir de quand ?

Le caractère panifiable d'une céréale est lié à sa teneur en protéines de gluten et à la composition de ce dernier. Quelle que soit l'espèce de blé, cette composition peut différer considérablement d'une variété à l'autre (Borghini *et al.* 1996 ; Abdel-Aal *et al.* 1997 ; Kreuz, Baatz 2003). En présence d'eau, les macromolécules de protéines (gliadines et gluténines) des grains de blé s'agglutinent. Le pétrissage permet la formation de structures tridimensionnelles élastiques capables d'emprisonner les molécules de CO₂ produites lors de la fermentation. Le blé contient suffisamment de gluten pour donner une mie aérée et légère au pain (Feillet 2000). Les blés tendres partagent toutefois ces avantages avec d'autres espèces de blés. L'hypothèse selon laquelle les protéines qui rendent le grain friable chez les hexaploïdes correspondraient à des gènes réintroduits a été formulée (Quraishi *et al.* 2017). La longue cohabitation des 4n et 6n plaiderait plutôt en faveur d'aptitudes qui n'auraient jamais été perdues. En effet, certains résidus de stockage datés de la Renaissance et de la période moderne révèlent encore des rachis des deux types (par exemple, au prieuré de Moreaucourt [Somme] ; étude inédite de V. Matterné).

En outre, le comportement à la mouture des 4n diffère en fonction des espèces et selon un gradient climatique. Les blés durs cultivés en climat froid perdent leur caractère vitreux et dès lors ne s'avèrent plus aptes à produire des semoules (Miedaner, Longin 2012, p. 52-55). Les grains ont tendance à s'aplatir et à s'écraser plutôt qu'à se briser, ce qui pourrait expliquer leur usage limité dans la boulangerie, en dehors des régions méditerranéennes. En revanche, les blés poulards, qui entrent eux aussi dans la catégorie des « blés durs » 4n au sens large, ne sont généralement pas transformés en semoules, mais en farines (communication Aubry Laurent, ARVALIS Institut du végétal, Paris). Les poulards 4n se prêteraient donc préférentiellement

à des transformations qui les rapprocheraient des froments 6n, à l'inverse des blés durs *sensu stricto*.

Les blés nus connaissent une grande expansion au cours de l'époque romaine, pendant laquelle leur aire de culture s'étend en conservant une cohérence régionale forte. Ce succès se poursuit à l'époque médiévale, les blés nus étant les espèces les plus souvent reconnues, avec le seigle en céréale d'accompagnement (Ruas 1988). Dans les régions où la culture des blés nus est promue, les établissements agricoles de tous rangs en cultivent. Le blé épeautre, *Triticum aestivum* ssp. *spelta*, lui aussi panifiable, prend plus d'importance à partir de la période romaine, en Gaule du Nord, mais son essor apparaît moins spectaculaire et plus localisé et ne se confirme pas pendant la période médiévale (Zech-Matterne 2020). Cette espèce à grains vêtus, qui présente les mêmes contraintes de nettoyage que l'amidonner ou l'engrain, n'atteint pas un développement comparable à celui des blés nus et reste cantonnée à des régions ou à des sols moins propices, où ses qualités de rusticité, de résistance à la sécheresse et ses faibles besoins en engrais sont recherchées.

Par ailleurs, de l'autre côté du Rhin, dans les provinces romaines de Germanie supérieure et de Norique, l'épeautre était cultivé à une échelle beaucoup plus grande, qui s'est maintenue jusqu'au Moyen Âge (Stika 1999 ; Miedaner, Longin 2012 ; Berihuete-Azorín *et al.* 2020). La région qui s'étend aujourd'hui du Bade-Wurtemberg à la Haute-Autriche est très probablement à l'origine de l'épeautre européen, qui dérive de l'introggression¹⁸ de gènes d'un blé vêtu tétraploïde dans un blé nu hexaploïde (Blatter *et al.* 2004), à la transition entre le Néolithique et l'âge du Bronze ancien (Akeret 2005 ; Jacomet 2008 ; Jakobitsch *et al.* 2021), durant la phase du Campaniforme, vers 2300-2200 av. J.-C. Il est donc très probable que des traditions de culture établies de longue date ont également contribué à la distribution différente de l'épeautre à l'ouest et à l'est du Rhin aux I^{er} s. av. et I^{er} s. apr. J.-C.

On retiendra de tout ceci que certains blés ont été promus à partir de l'époque romaine pour leurs propriétés de cuisson, en particulier leur caractère panifiable. La carpologie bute néanmoins sur des problèmes d'identification des espèces, lorsque seuls les grains sont préservés, ce qui réduit sa capacité à préciser au cours de l'histoire la place respective des espèces faciles à nettoyer, mais non panifiables (blés durs) ; difficiles à nettoyer, mais panifiables (épeautre) ; et à la fois faciles à nettoyer et panifiables (blés tendres). Avoir la possibilité d'étudier en parallèle les choix de culture, les transformations opérées au sein des dispositifs de mouture, les installations liées à la boulangerie et les produits issus de la transformation des différentes céréales prend alors tout son sens.

ÉVOLUTION DES STRUCTURES DE PRODUCTION ET DES OUTILS DE TRANSFORMATION DES CÉRÉALES EN FRANCE : MOULINS ET FOURS

Les outils de mouture ont bénéficié, au cours des 15 dernières années, d'un travail de fond mis en œuvre en France par le « Groupe Meule », qui a notamment proposé des protocoles

18. L'introggression décrit le transfert d'un gène, d'un chromosome, d'un segment de chromosome ou d'un génome d'une espèce ou sous-espèce à une autre par hybridation.

d'étude (Jaccotey *et al.* 2010)¹⁹. Si des problèmes de datation peuvent interdire la typonomie et réduire les études à des aspects descriptifs, techniques et thématiques, à l'image de ce qui a été fait à ce sujet pour les chefs-lieux de cités de Gaule Belgique (Picavet *et al.* 2011), certaines questions ont considérablement progressé. Ainsi, il est désormais admis que les moulins rotatifs, apparus au ^v^e s. av. J.-C. au nord de la péninsule ibérique (Wefers 2012 ; Alonso *et al.* 2016), ont progressivement été diffusés sur le pourtour du bassin méditerranéen, puis en Europe intérieure.

En Gaule, les moulins rotatifs supplantent les moulins à va-et-vient – sans que ces derniers ne disparaissent jamais complètement – à partir du ⁱⁱ^e s. av. J.-C. (Jaccotey *et al.* 2013). Ensuite, les principales innovations en termes de mouture se développent autour de l'énergie utilisée pour générer le mouvement rotatif. Si l'énergie musculaire humaine, déployée pour des meules dites « manuelles », n'a jamais cessé d'être utilisée – au moins dans le cadre domestique – elle a pu être substituée par de l'énergie musculaire animale ou de l'énergie hydraulique. Les premières attestations en Gaule d'utilisation de la force animale sont perceptibles sous la forme de moulins dits « pompéiens », dont la meule active, en forme de deux troncs de cône opposés par leur petite base, tourne sur une meule dormante tronconique surhaussée par un socle cylindrique, modèle connu au plus tôt au ⁱ^e s. av. J.-C., mais de manière plus franche au cours des deux premiers siècles après J.-C. (Jaccotey, Longepierre 2011). En ce qui concerne les moulins hydrauliques, ils apparaissent dans les Gaules Belgique et Lyonnaise à peine cinquante ans après la Conquête, puis, dès le milieu du ⁱ^e s. apr. J.-C., en Narbonnaise. L'apogée de la diffusion de cette forme de mouture est atteint au ⁱⁱ^e s., avant une raréfaction à partir du ⁱⁱⁱ^e s. (Brun 2016 ; Wilson 2020, p. 150-160).

Quant aux fours à pain, deux types coexistent dans les Gaules à l'époque romaine (Monteix, Noûs, dans ce volume). Le premier type renvoie aux fours à sole verticale, qui permettent de cuire des « pains » plats, le pâton étant plaqué contre la sole du four, située à la verticale au-dessus du foyer proprement dit. Cette forme aplatie du pain n'est donc pas nécessairement corrélée avec l'absence d'usage d'un agent levant dans la pâte, comme les témoignages ethnographiques permettent de s'en rendre compte (Pasqualone 2018). L'usage de ces fours, qui s'est très vraisemblablement diffusé depuis le monde phénicien à partir de la première moitié du ⁱ^e millénaire av. J.-C., est longtemps resté cantonné aux rivages méditerranéens. Si cette structure de production et la technique de fonctionnement qui lui est liée sont attestées en arrière de la bande littorale dès le ⁱⁱⁱ^e s. av. J.-C. (Pion, Genty 2002), il reste très difficile de déterminer la mesure et la chronologie de cette diffusion à l'intérieur des Gaules. Le principal écueil sur ce point reste de réussir à reconnaître les vestiges de ces fours, en particulier dès lors qu'existe leur variante mobile, en terre cuite, au ⁱ^e s. av. J.-C. ou ⁱ^e s. apr. J.-C., principalement sur le pourtour méditerranéen et, pour la Gaule, dans la basse vallée du Rhône (Barberan *et al.* 2006). Les dernières attestations de ce type de four remontent à la première moitié du ⁱⁱⁱ^e s. apr. J.-C. Dès le ^{iv}^e s. av. J.-C., les fours à sole verticale ont coexisté avec les

fours à coupole, qui permettent de cuire des « pains » constitués d'une quantité de pâte plus importante. Ces fours utilisent en général le principe de la cuisson par accumulation de chaleur : le combustible permet de faire monter la température interne de la chambre de cuisson avant d'être retiré pour céder la place aux pâtons à cuire.

Que ces fours soient construits ou, de manière probablement plus précaire, excavés dans les parois de fosses ou de fossés éventuellement préexistants, leur usage se développe de manière très rapide dès le ⁱⁱ^e s. av. J.-C. À l'échelle des Gaules, du ⁱ^e s. av. J.-C. au ^v^e s. apr. J.-C., il est difficile d'expliquer les évolutions des variations en taille et en nombre de ces fours. Cependant, plusieurs points peuvent être soulignés. Tout d'abord, l'essentiel des fours connus provient de contextes ruraux et correspondraient plutôt à une production propre à une exploitation ou un domaine. En ville, ou plus généralement dans les agglomérations, les fours sont plus difficiles à percevoir, probablement en raison de la manière dont ils sont construits, qui pourrait amener à leur disparition complète en cas de démantèlement. L'essentiel des fours urbains connus relève lui aussi de la sphère domestique, eu égard à leur taille modeste. Le nombre de fours pouvant renvoyer à une fonction commerciale est particulièrement réduit, encore plus si l'on imagine des fours comparables à ceux considérés comme fours à pain découverts à Pompéi ou Ostie (Italie), mais il est possible que cette observation relève d'un effet de source, créé par le démantèlement des grands fours à pain sans qu'ils ne laissent de traces archéologiques claires (Monteix, Noûs, dans ce volume).

ÉVOLUTION DES MODES DE CONSOMMATION ALIMENTAIRE EN GAULE ET DANS LE MONDE ROMAIN : LES PRODUITS À BASE DE CÉRÉALES

L'étude diachronique des produits de boulangerie montre que des végétaux et parties de plantes variés ont été utilisés dans leur confection et que les façons boulangères ont, elles aussi, adopté des formes extrêmement diversifiées. Ces ingrédients de base et les produits qui en sont issus n'ont pas de valeur régionale ou diachronique. Au fur et à mesure que les analyses se multiplient et en témoignent, on perçoit leur extrême variabilité.

L'idée d'une « identité alimentaire », culturelle, qui reposerait sur le pain, a parfois été avancée pour la sphère européenne. Dans la mesure où les pratiques liées à la boulangerie apparaissent dans les textes de Plaute, puis de Plinius l'Ancien, qui affirme que la boulangerie est née à Rome dans le courant du ⁱⁱ^e s. av. J.-C., on a eu tendance à ancrer cette tradition spécifique de produits à base de céréales dans l'Antiquité. L'analyse du phénomène dans sa diachronie permet de réfuter cette idée.

Ce constat ne signifie nullement qu'on rejette l'idée fondamentale des cultures culinaires : au contraire, il faut y réfléchir de manière plus approfondie et plus dynamique. La notion d'identité culturelle est relative à un groupe de personnes et à une période déterminée de leur histoire (par exemple, Fuller, González-Carretero 2018) ; c'est donc un concept qui fige des pratiques dans le temps et l'espace. En ce qui concerne le pain, l'histoire longue mettrait plutôt en avant la diversité des consommations et des pratiques, et leur caractère fluctuant

19. Sur les objectifs, travaux et résultats du Groupe Meule, voir <https://groupe-meule.hypotheses.org/>.

et réversible, davantage qu'une fixation ancestrale d'un mode unique de consommation. Le caractère « traditionnel » du pain de froment ne semble en revanche pas pouvoir être établi, et il ne résulterait pas davantage de l'imagerie juive ou chrétienne, dans la mesure où le pain impliqué dans la cérémonie eucharistique est non levé (azyme).

*
* *

En l'état de la documentation, force est de constater qu'il est encore difficile de retracer une histoire des préparations alimentaires à base de céréales, et en particulier du pain au sens large, dans la longue durée. La difficulté tient essentiellement à deux aspects. D'une part, l'archéobotaniste est le plus souvent confronté à des denrées alimentaires brutes ou aux déchets de leurs traitements et transformations. Les résidus de produits finis confectionnés à partir de ces ingrédients sont beaucoup plus rares. Il est encore plus rare que ces préparations alimentaires prennent la forme d'objets entiers, comme les pâtons retrouvés en place à Pompéi, dans le four associé à la boulangerie de Modestus. D'autre part, ces restes alimentaires adoptent le plus souvent l'aspect de fragments informes de matière organique carbonisée, à structure vaguement bulleuse. La démarche qui consiste, dans un premier temps, à en démontrer la nature, puis à en déterminer les composantes, fait appel à des techniques d'imagerie à haute résolution, microscopie électronique à balayage et microtomographie aux rayons X, voire aux spectromètres de masse, afin de déterminer la nature des produits à partir de molécules-signature. Ces approches sont plus fréquemment mises en œuvre depuis une vingtaine d'années, mais ne sont pas encore couramment appliquées de manière routinière.

En dépit de ces difficultés, il ne faudrait pas pour autant concevoir l'évolution des pratiques alimentaires impliquant des céréales comme une succession linéaire assez simpliste, de type bouillies-galettes-pains à pâte levée. La consommation des grains de graminées sauvages (Poacées) et de tubercules a pris au Proche-Orient la forme de « galettes », avant même l'émergence d'une agriculture fondée sur des espèces domestiques. Les préparations alimentaires à base d'amidon n'ont ensuite cessé d'exister. Des pains à pâte levée ont été mis en évidence au moins depuis le Néolithique, par exemple sur le site de Çatalhöyük en Anatolie (Carretero *et al.* 2017). La diversité des produits à base de céréales ne revêt donc aucune valeur chronologique ou géographique.

Des moments forts sont d'ores et déjà perceptibles dans la mouvance de cette histoire longue. L'émergence ou le renforcement du phénomène d'urbanisation, l'existence de mégapoles comme Alexandrie, Rome ou Byzance, ont généré de manière concomitante des défis nouveaux en matière d'approvisionnement céréaliers, car les populations non agricoles d'artisans, de commerçants, d'ouvriers, et les élites qui résidaient dans leurs grandes demeures en ville dépendaient désormais de populations rurales pour assurer leur ravitaillement. Même si les grands propriétaires fonciers pouvaient de fait compter sur les productions de leurs domaines pour assurer leur subsistance, il fallait à tout le moins organiser le transport, le nettoyage des récoltes, l'acheminement des grains et leur transformation.

Nous ignorons s'ils en percevaient directement les revenus ou si des provisions leur étaient restituées. Les populations qui ne possédaient pas de domaine à la campagne devaient acheter la plupart de leurs denrées alimentaires, sous une forme brute, semi-transformée ou déjà apprêtée pour la consommation, avec des temps de garde qui variaient fortement d'un produit à l'autre. Si des impôts en grains, comme le service de l'annone instauré sous Auguste en 8 apr. J.-C. (Tite-Live, *Histoire romaine*, IV, 12-13) afin de nourrir les plus modestes, et l'organisation de transports céréaliers dans un cadre commercial y ont en partie pourvu, ces nouvelles dispositions ont entraîné, tout autour du pourtour méditerranéen, et également en Gaule, des basculements dans les choix de culture. Les céréales à grains vêtus, difficiles à nettoyer après la récolte, ont alors fortement régressé au profit des céréales à grains nus, qui pouvaient être directement transformées. Ce mouvement majeur n'a pas été inspiré par de nouvelles habitudes alimentaires, mais surtout par une contrainte technique pesant sur le produit destiné à la vente. La demande axée sur des grains « prêts à l'emploi » s'est parfois doublée d'une requête pour des ingrédients semi-transformés : on connaît ainsi en Gaule du Nord certains sites du second âge du Fer tardif qui développent une activité de mouture dépassant largement les besoins de leurs occupants, probablement en partie orientée vers la fourniture de produits moulus ou concassés (Audebert *et al.* 2016). Il faut probablement inclure le développement de la boulangerie dans cette nouvelle organisation des circuits alimentaires, où des établissements répondent au souci de fournir aux consommateurs urbains un produit alimentaire de base, probablement acquis quotidiennement, en assurant la totalité de la chaîne opératoire de transformation, depuis la mouture des grains jusqu'à la vente des pains.

L'adoption massive des blés nus a eu des conséquences sur les systèmes agricoles dans lesquels ces céréales s'inséraient, mais également sur les étapes de leur récolte, traitement, transformation et consommation. Les céréales à grains nus génèrent des farines très pures, puisque les grains ne sont plus pourvus de leurs enveloppes au moment de la mouture. Parmi les blés qui répondent à ces caractéristiques, on trouve également des blés tendres, qui contiennent en grande quantité les protéines nécessaires au développement des chaînes de gluten et permettent donc la confection de pains levés à mie aérée.

Tout au long de cet article, on a néanmoins pris conscience de la diversité des préparations alimentaires reposant sur les céréales et de l'impossibilité d'appliquer nos standards actuels aux spécimens archéologiques. Le choix d'une dénomination neutre – « éléments paniformes » (EPF) – permet de conserver la prudence nécessaire quant à la compréhension de leur nature et de leur aspect.

Les spécimens d'EPF présentés dans cet article ajoutent quelques jalons à une histoire des pratiques alimentaires et montrent tout l'intérêt de renforcer l'importance de ces approches pour des périodes postérieures à la diffusion des céréales depuis le « Croissant fertile », qui souffrent d'un déficit d'études, et pour la France en particulier, où ces analyses sont encore trop rarement mises en œuvre. Le recours au MEBE et l'utilisation de la microtomographie se révèlent très complémentaires. Les analyses effectuées témoignent de pâtes issues de farines de haute qualité, extrêmement bien nettoyées. Des blés et

des orges, et parfois des farines mixtes, ont été mis en évidence comme ingrédients à la base de leur confection. La plupart des spécimens présentent des structures aérées, témoignant de pâtes levées, parfois avec adjonction de levain, mais des pâtes plus compactes, de type galettes, ont également été reconnues. Plusieurs processus sont aussi entrevus : pâtes pliées, levées, puis de nouveau malaxées, levées et cuites, cuites dans un moule... Les pâtes levées ne constituent donc pas une signature de l'époque romaine, mais la pureté des farines semble alors de mise, confirmant l'importance des céréales à grains nus dans les produits de mouture.

À travers les données archéologiques, l'étude croisée de l'évolution des productions céréalières, des équipements de mouture et de cuisson et des produits transformés porte ainsi ses fruits. Elle apporte des compléments significatifs à une approche textuelle et iconographique plus classique, car ces sources se révèlent laconiques pour la Gaule et le caractère stéréotypé des représentations (calendrier rural de Saint-Romain-en-Gal, par exemple) permet difficilement de reconstituer des gestes précis. Ce n'est qu'avec la multiplication des études, dans la diachronie, que des généralisations pourront être hasardées : à ce stade, elles apparaîtraient prématurées.

Andreas G. HEISS : Österreichisches Archäologisches Institut (ÖAI) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW), Franz Klein-Gasse 1, A-1190 Vienne, Autriche. Courriel : andreas.heiss@oeaw.ac.at

Véronique MATTERNE : UMR 7209 AASPE-Archéozoologie-Archéobotanique, Sociétés, pratiques, environnements, CNRS, Muséum national d'histoire naturelle, 55 rue Buffon, CP 56, F-75005 Paris. Courriel : zech@mnhn.fr

Nicolas MONTEIX : Institut universitaire de France, GRHis (EA 3881), université de Rouen-Normandie, 1 rue Thomas Becket, F-76821 Mont-Saint-Aignan Cedex. Courriel : nicolas.monteix@univ-rouen.fr

Margaux TILLIER : Ipso Facto Scop ; UMR 5140 Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, CNRS, université Montpellier 3, MCC ; 10 rue Guy Fabre, F-13001 Marseille. Courriel : margaux.tillier@ipsofacto.coop

Camille NOÛS : Laboratoire Cogitamus. Courriel : camille.nous@cogitamus.fr

BIBLIOGRAPHIE

ABRÉVIATIONS

RFO	Rapport final d'opération.
CUF	Collection des universités de France.
Inrap	Institut national de recherches archéologiques préventives.
JAS	<i>Journal of Archaeological Science</i> .
MAGW	<i>Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien</i> .
PUFC	Presses universitaires de Franche-Comté.

SOURCES ANCIENNES

Pline l'Ancien : *Histoire naturelle, Livre XVIII*, éd. et trad. H. Le Bonniec, Paris, Les Belles Lettres (coll. CUF, série latine, 209), 1972.

Tite-Live : *Histoire romaine, Livre IV*, éd. J. Bayet, trad. G. Baillet, Paris, Les Belles Lettres (coll. CUF, série latine, 114), 1954.

RÉFÉRENCES

Abdel-Aal E. S. M., Hucl P., Sosulski F. W., Bhirud P. R. 1997 : Kernel, Milling and Baking Properties of Spring-Type Spelt and Einkorn Wheats, *Journal of Cereal Science*, 26, p. 363-370 [DOI : 10.1006/jcrs.1997.0139].

Akeret Ö. 2005 : Plant remains from a Bell Beaker site in Switzerland, and the beginnings of *Triticum spelta* (spelt) cultivation in Europe, *Vegetation History and Archaeobotany*, 14-4, p. 279-286 [DOI : 10.1007/s00334-005-0071-1].

Alonso N., Pérez G., López D. 2016 : Les moulins rotatifs sur support du monde ibérique : caractéristiques et utilisation, in Jaccottey L., Rollier G. (dir.) 2016, p. 597-617.

Antolín F., Alonso N., Berihuete-Azorín M., Brombacher C., Chondrou D., Ertuğ F., García Granero J. J., González Carretero L., Hamon C., Heiss A. G., Jacomet S., Naranjo Y., Perego R., Procopiou H., Steiner B., Valamoti S. M., Wojtczak D., Wollstonecroft M. 2016 : Grütze, Bulgur, Mehl und Griess, *Jahrbuch*

Archäologie Schweiz, 99, p. 143-151 [DOI : 10.5281/zenodo.894128].

Arranz-Otaegui A. 2016 : Evaluating the impact of water flotation and the state of the wood in archaeological wood charcoal remains: Implications for the reconstruction of past vegetation and identification of firewood gathering strategies at Tell Qarassa North (south Syria), *Quaternary International*, 457, p. 60-73 [DOI : 10.1016/j.quaint.2016.06.030].

Arranz-Otaegui A., González Carretero L., Ramsey N. M., Dorian Q. F., Richter T.

- 2018** : Archaeobotanical evidence reveals the origins of bread 14,400 years ago in northeastern Jordan, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115-31, p. 7925-7930 [DOI : 10.1073/pnas.1801071115].
- Audebert A., Auxiette G., Corsiez A., Le Quellec V., Normant S., Pinard E., Zech-Matterne V., Durin C., Lefebvre A. 2016** : Héritage et évolution des implantations foncières chez les Rèmes dans le nord-Laonnois entre le III^e s. av. J.-C. et le III^e s. ap. J.-C. L'exemple du pôle d'activités du Griffon, à Barenton-Bugny, Chambry et Laon (Aisne), in Blancquaert G., Malrain F. (dir.), *Évolution des sociétés gauloises du Second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes. Actes du 38^e colloque international de l'AFEAF, Amiens, 29 mai-1^{er} juin 2014*, Amiens, Sanlis, Société archéologique de Picardie, p. 113-131.
- Balme J. 2008** : Artifacts, Overview, in Pearsall D. M. (dir.), *Encyclopedia of Archaeology*, Londres, Academic Press, p. 508-517 [DOI : 10.1016/B978-012373962-9.00026-1].
- Balossi Restelli F., Mori L. 2014** : Bread, baking moulds and related cooking techniques in the Ancient Near East, *Food & History*, 12, p. 39-55 [DOI : 10.1484/j.food.5.110585].
- Barberan S., Piquès G., Raux S., Sanchez C. 2006** : Un dispositif de cuisson original en Languedoc dans l'Antiquité. Les fours à pain à cloche mobile en céramique, in *Société française d'étude de la céramique antique en Gaule, Actes du congrès de Pézenas, 25-28 mai 2006*, Marseille, Société française d'étude de la céramique antique en Gaule, p. 257-271.
- Behre K.-E. 1991** : Zum Brotfund aus dem Ipweger Moor, Ldkr. Wesermarsch, *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen*, 11, p. 9.
- Ben Redjeb T. 1989** : Rue des Jacobins, 1987, *Gallia Informations. Préhistoire et Histoire*, 1, p. 250-251.
- Berihuete-Azorín M., Girbal J., Piqué R., Palomo A., Terradas X. 2018** : Punk's not dead. *Fungi* for tinder at the Neolithic site of La Draga (NE Iberia), *PLoS ONE*, 13-4, e0195846 [DOI : 10.1371/journal.pone.0195846].
- Berihuete-Azorín M., Stika H.-P., Bourliva A., Papadopoulou L., Valamoti S. M. 2019** : Fresh from the Oven: experiments on *Triticum spelta* and a protocol for carbonising specimens for archaeobotanical comparison collections, *JAS: Reports*, 26, 101865 [DOI : 10.1016/j.jasrep.2019.05.030].
- Berihuete-Azorín M., Stika H.-P., Hallama M., Valamoti S. M. 2020** : Distinguishing ripe spelt from processed green spelt (*Grünkern*) grains: Methodological aspects and the case of early La Tène Hochdorf (Vaihingen a. d. Enz, Germany), *JAS*, 118, 105143 [DOI : 10.1016/j.jas.2020.105143].
- Bernigaud N., Berga A., Blanchard J., Blin O., Boulen M., Boulenger L., Derreumaux M., Lepetz S., Toulemonde F., Zech-Matterne V. 2017** : L'Île-de-France. Chapitre 10, in Reddé M. (dir.), *Gallia Rustica. Les campagnes du nord-est de la Gaule, de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive – 1 – études régionales*, Bordeaux, Ausonius (coll. Mémoires, 49), p. 389-494.
- Beschere Metheny K., Beaudry M. C. (dir.) 2015** : *Archaeology of Food: An Encyclopedia*, Lanham, Boulder, Londres, New York, Rowman & Littlefield, 601 p.
- Blatter R. H., Jacomet S., Schlumbaum A. 2004** : About the origin of European spelt (*Triticum spelta* L.): allelic differentiation of the HMW Glutenin B1-1 and A1-2 subunit genes, *Theoretical and Applied Genetics*, 108-2, p. 360-367 [DOI : 10.1007/s00122-003-1441-7].
- Boardman S., Jones G. E. M. 1990** : Experiments on the effects of charring on cereal plant components, *JAS*, 17-1, p. 1-11 [DOI : 10.1016/0305-4403(90)90012-T].
- Boenke N. 2005** : Ernährung in der Eisenzeit – Ein Blick über den Tellerrand, in Karl R., Leskovar J. (dir.), *Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie. Tagungsbericht der 1. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie*, Linz, Oberösterreichisches Landesmuseum, p. 241-256 [URL: http://www.landmuseum.at/_eisenzeiten/eisenzeiten%20I%20pdfs/Boenke.pdf, consulté le 17/03/2021].
- Bofill M., Chondrou D., Palomo A., Procopiou H., Valamoti S. M. 2020** : Processing plants for food: Experimental grinding within the ERC-project PLANTCULT, *Journal of Lithic Studies*, 7-3, 26 p. [DOI : 10.2218/jls.3079].
- Borghi B., Castagna R., Corbellini M., Heun M., Salamini F. 1996** : Breadmaking Quality of Einkorn Wheat (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*), *Cereal Chemistry*, 73-2, p. 208-214.
- Bouby L. 2010** : *Agriculture dans le bassin du Rhône du Bronze final à l'Antiquité : agrobiodiversité, économie, cultures. Agrobiodiversité, économie, cultures*, Thèse de doctorat, EHESS, 3 vol., 477 p., 485 p. et 134 p.
- Bouby L. 2014** : *L'agriculture dans le bassin du Rhône du Bronze final à l'Antiquité. Agrobiodiversité, économie, cultures*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 335 p.
- Bouby L., Zech-Matterne V., Bouchette A., Cabanis M., Derreumaux M., Dietsch-Sellami M.-F., Durand F., Figueiral I., Marinval P., Pradat B., Rousselet O., Rovira N., Schaal C., Toulemonde F., Wiethold J. 2017** : Ressources et économie agricole en France à l'âge du Bronze et au premier âge du Fer. Les données carpologiques, in Carozza L., Marcigny C., Talon M. (dir.), *L'habitat et l'occupation du sol à l'âge du Bronze et au début du premier âge du Fer*, Paris, Inrap/CNRS, p. 299-314.
- Braadbaart F. 2004** : *Carbonization of Peas and Wheat – A Window into the Past*, Thèse de doctorat, université de Leyde, 208 p.
- Braadbaart F., Van der Horst J., Boon J. J., Van Bergen P. F. 2004** : Laboratory Simulations of the Transformation of Emmer Wheat as a Result of Heating, *Archaeometry*, 77, p. 957-973 [DOI : 10.1023/B:JTAN.0000041672.45140.e9].
- Brochier J.-E. 1991** : Géoarchéologie du monde agropastoral, in Guilaïne J. (dir.), *Pour une archéologie agraire. À la croisée des sciences de l'homme et de la nature*, Paris, Armand Colin, p. 303-322.
- Brockner W., Mitchell B. 1994** : Der sog. Brotfund vom Ipweger Moor – Ein Brotfund auf Bienenwachsbasis, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 24, p. 399-401.
- Brombacher C., Rehazek A., Veszeli M. 2000** : 'Entscheidend ist, was hinten heraustritt...' Archäobiologische Untersuchungen von Latrinenfüllungen am Beispiel der Städte Basel und Schaffhausen, *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit*, 11, p. 36-39.
- Brombacher C., Klee M. 2011** : Étude archéobotanique, in Demarez J.-D., Guélat M., Borgeaud P.-A. (dir.), *Voie romaine, structures artisanales et travail du fer du I^{er} au IV^e siècle à Courrendlin (Jura, Suisse). Avec de nouvelles données sur l'environnement alluvial dans le Jura*, Porrentruy, Société jurassienne d'émulation, p. 83-89.
- Brun J.-P. 2016** : Les moulins hydrauliques dans l'Antiquité, in Jaccotey L., Rollier G. (dir.) 2016, p. 21-50.
- Buccini A. F. 2016** : Defining "cuisine". Communication, culinary grammar, and the typology of cuisine, in McWilliams M. (dir.), *Food & communication. Proceedings of the Oxford Symposium on Food and Cookery 2015*, Londres, Prospect Books, p. 105-121.
- Cafarelli B., Spada A., Laverse J., Lampignano V., Del Nobile M. A. 2014** : An insight into the bread bubble structure: An X-ray microtomography approach, *Food Research International*, 66, p. 180-185 [DOI : 10.1016/j.foodeng.2013.10.002].
- Capparelli A., Valamoti S. M., Wollstonecroft M. M. 2011** : After the harvest: investigating the role of food processing in past human societies, *Archaeological and Anthropological*

- Sciences*, 3-1, p. 1-5 [DOI : 10.1007/s12520-011-0063-2].
- Cappers R. T. J., Neef R., Bekker R. M., Fantone F., Okur Y. 2016** : *Digital Atlas of Traditional Agricultural Practices and Food Processing*, Groningue, Barkhuis, 1962 p.
- Carretero L. G., Wollstonecroft M., Fuller D. Q. 2017** : A methodological approach to the study of archaeological cereal meals: a case study at Çatalhöyük East (Turkey), *Vegetation History and Archaeobotany*, 26-4, p. 415-432 [DOI : 10.1007/s00334-017-0602-6].
- Charles M. P., Forster E. S., Wallace M., Jones G. E. M. 2015** : Nor ever lightning char thy grain: establishing archaeologically relevant charring conditions and their effect on glume wheat grain morphology, *Science and Technology of Archaeological Research (STAR)*, 1-1, p. 1-6 [DOI : 10.1179/2054892315y.0000000008].
- Chen T., Wu Y., Zhang Y., Wang B., Hu Y., Wang C., Jiang H. 2012** : *Archaeobotanical study of ancient food and cereal remains at the Astana Cemeteries*, Xinjiang, China, *PLoS ONE*, 7-9, e45137 [DOI : 10.1371/journal.pone.0045137].
- Chen T., Wang B., Mai H., Jiang H. 2020** : Last meals inferred from the possible gut contents of a mummy: A case study from Astana Cemetery, Xinjiang, China, *Archaeometry*, 62-4, p. 847-862 [DOI : 10.1111/arc.12555].
- Cherel A.-F. 2019** : *Céramiques de l'âge du Fer de la péninsule armoricaine (VI^e-I^{er} siècles avant notre ère). Formes, décors, fonctions*, Thèse de 3^e cycle, université Bretagne Sud, 808 p.
- Cherno M. 1963** : Feuerbach's "Man is what He Eats": A Rectification, *Journal of the History of Ideas*, 24-3, p. 397-406 [DOI : 10.2307/2708215].
- Chevalier A., Marinova E., Peña-Chocarro L. (dir.) 2014** : *Plants and people: choices and diversity through time*, Oxford, Oxbow Books (coll. Early Agricultural Remnants and Technical Heritage [EARTH]: 8,000 Years of Resilience and Innovation, 1), 501 p. [DOI : 10.2307/j.ctvh1dwwf].
- Chevalier A., Marinova E., Peña-Chocarro L. 2014** : Factors and Issues in Plant Choice, in Chevalier A., Marinova E., Peña-Chocarro L. (dir.) 2014, p. 3-13.
- Chouvin E. 2003** : *Gestion des ressources végétales et pratiques paysannes en Éthiopie centrale : le cas des oléagineux*, Thèse de 3^e cycle, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 396 p.
- Ciaraldi M. 1997-1998** : Food offerings at the Archaic/Hellenistic sanctuary of Demeter and Persephone at Monte Papalucio (Oria, Apulia, southern Italy), *Accordia Research Papers*, 7, p. 75-91.
- Cosack E. 2011** : Das Brotopfer aus dem Ipweger Moor — oder warum die vorgeschichtlichen Wagen nicht abgebrannt sind, *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 41, p. 507-520 [DOI : 10.11588/ak.2011.4.21794].
- Cresswell R. 2010** : Techniques et culture : les bases d'un programme de travail, *Techniques & Culture*, 54-55, p. 23-45 [DOI : 10.4000/tc.4979].
- Cruz-García G. S. 2014** : Exploring Diversity in the Present: Ethnobotany Studies, in Chevalier A. et al. (dir.) 2014, p. 42-50.
- Devièse T., Ribechini E., Baraldi P., Farago B., Duday H., Regert M., Colombini M. P. 2011** : First chemical evidence of royal purple as a material used for funeral treatment discovered in a Gallo-Roman burial (Naintré, France, third century AD), *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 401-6, p. 1739-1748 [DOI : 10.1007/s00216-011-5217-7].
- De Vuyst L., Van Kerrebroeck S., Leroy F. 2017** : Microbial Ecology and Process Technology of Sourdough Fermentation, in Sariaslani S., Gadd G. M. (dir.), *Advances in Applied Microbiology 100*, Londres, Oxford, Boston, New York, San Diego, Academic Press (coll. Advances in Applied Microbiology, 100), p. 49-160.
- Dickson C. A. 1987** : The identification of cereals from ancient bran fragments, *Circaea*, 4, p. 95-102.
- Dickson C. A. 1990** : Experimental processing and cooking of emmer and spelt wheats and the Roman army diet, in Robinson D. E. (dir.), *Experimentation and Reconstruction in Environmental Archaeology*, Oxford, Oxbow Books, p. 33-39.
- Dickson J. H., Hofbauer W., Porley R., Schmidl A., Kofler W., Oeggl K. 2009** : Six mosses from the Tyrolean Iceman's alimentary tract and their significance for his ethnobotany and the events of his last days, *Vegetation History and Archaeobotany*, 18-1, p. 13-22 [DOI : 10.1007/s00334-007-0141-7].
- Dietler M. 1997** : Feasts and Commensal Politics in the Political Economy: Food, Power and Status in Prehistoric Europe, in Wiessner P., Schiefenhövel W. (dir.), *Food and the Status Quest: An Interdisciplinary Perspective*, Oxford, Berghahn Books, p. 87-125.
- Dimoula A., Tsirtsoni Z., Yiouni P., Stagkidi I., Ntinou M., Prevost-Dermakar S., Papadopoulou E., Valamoti S. M. 2019** : Experimental investigation of ceramic technology and plant food cooking in Neolithic northern Greece, *STAR: Science & Technology of Archaeological Research*, 5-2, p. 269-286 [DOI : 10.1080/20548923.2020.1762370].
- Doré C., Varoquaux F. 2006** : *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*, Paris, Institut national de recherches agronomiques (coll. Savoir-faire), 812 p.
- Emery K. F. 2008** : Ecofacts, Overview, in Pearsall D. M. (dir.), *Encyclopedia of Archaeology*, Londres, Academic Press, p. 1111-1114 [DOI : 10.1016/B978-012373962-9.00092-3].
- Excoffon P., Gaucher G., Joncheray C. 2013** : Fréjus, Îlot Camelin, *Bilan scientifique régional PACA*, p. 162-163.
- Fahmy A. 2008** : Analysis of mummies' gut contents from predynastic Hierakonpolis, Egypt (3750-3300 BC), in Midant-Reynes B., Tristant Y., Rowland J., Hendrickx S. (dir.), *Egypt at its Origins 2. Proceedings of the International Conference "Origin of the State. Predynastic and Early Dynastic Egypt"*, Toulouse (France), 5-8 septembre 2005, Louvain, Peeters (coll. Orientalia Lovaniensia Analecta, 172), p. 419-426.
- Fairbairn A. S., Wright N. J., Weeden M., Barjamovic G., Matsumura K., Rasch R. 2018** : Ceremonial plant consumption at Middle Bronze Age Bükkükale, Kirikkale Province, central Turkey, *Vegetation History and Archaeobotany*, 28, p. 327-346 [DOI : 10.1007/s00334-018-0703-x].
- Fechner K. 1992** : Le pain avant l'histoire : un bilan archéologique et paléolithique pour le Nord-Ouest de l'Europe, in Mesnil M. (dir.), *Du grain au pain. Symboles, savoirs, pratiques*, Bruxelles, Institut de sociologie de l'université libre de Bruxelles (coll. Ethnologies d'Europe, 2, Les correspondances de Civilisations), p. 43-81.
- Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002** : *Pains, fours et foyers des temps passés. Archéologie et traditions boulangères des peuples agriculteurs d'Europe et du Proche-Orient*, Actes de la table ronde tenue à Treignes, 5-7 octobre 1995, Bruxelles, Institut de sociologie de l'université libre de Bruxelles (coll. Civilisations, 49, 1-2), 400 p.
- Feillet P. 2000** : *Le grain de blé : composition et utilisation*, Paris, Quae, 312 p.
- Fiabane E. 2005** : *Saint-Memmie (Marne), Avenue du Maréchal-Juin, rue des Pâtures*, Rapport de diagnostic archéologique, Metz, Inrap Grand Est-Nord, 42 p.
- Figueiral I., Bouby L., Buffat L., Petitot H., Terral J.-F. 2010** : Archaeobotany, vine growing and wine producing in Roman Southern France: the site of Gasquinoy (Béziers, Hérault), *JAS*, 37-1, p. 139-149 [DOI : 10.1016/j.jas.2009.09.024].
- Fuller D. Q., González Carretero L. 2018** : The archaeology of Neolithic cooking traditions: archaeobotanical approaches to baking, boiling and fermenting, *Archaeology International*, 21, p. 109-121 [DOI : 10.5334/ai-391].
- García-Granero J. J. 2020** : Starch taphonomy, equifinality and the importance

- of context: Some notes on the identification of food processing through starch grain analysis, *JAS*, 124, 105267 [DOI : 10.1016/j.jas.2020.105267].
- Garnier N., Valamoti S. M. 2016** : Prehistoric wine-making at Dikili Tash (Northern Greece): Integrating residue analysis and archaeobotany, *JAS*, 74, p. 195-206 [DOI : 10.1016/j.jas.2016.03.003].
- Garnsey P. D. A. 1999** : *Food and Society in Classical Antiquity*, Cambridge, Cambridge University Press, 175 p.
- Gong Y., Yang Y., Ferguson D. K., Tao D., Li W., Wang C., Lü E., Jiang H. 2011** : Investigation of ancient noodles, cakes, and millet at the Subeixi Site, Xinjiang, China, *JAS*, 38-2, p. 470-479 [DOI : 10.1016/j.jas.2010.10.006].
- González-Carretero L., Wollstonecroft M. M., Fuller D. Q. 2017** : A methodological approach to the study of archaeological cereal meals: a case study at Çatalhöyük East (Turkey), *Vegetation History and Archaeobotany*, 26-4, p. 415-432 [DOI : 10.1007/s00334-017-0602-6].
- Greenwood C. T. 1967** : The Thermal Degradation of Starch, in Wolfrom M. L., Tipson R. S. (dir.), *Advances in Carbohydrate Chemistry*, 22, Oxford, Academic Press, p. 483-515 [DOI : 10.1016/S0096-5332(08)60157-5].
- Greig J. 1982** : Garderobes, Sewers, Cesspits and Latrines, *Current Archaeology*, 85, p. 49-52.
- Guillier G., Levillayer A., Pradat B., Deloze V., Forré P. 2015** : Des poteaux, des greniers et des graines. Une zone de stockage de masse à La Tène C2/D1a au « Clos des Primevères » à Entrammes (Mayenne), *Revue archéologique de l'Ouest*, 32, p. 177-260 [DOI : 10.4000/rao.3012].
- Haaland R. 2007** : Porridge and Pot, Bread and Oven: Food Ways and Symbolism in Africa and the Near East from the Neolithic to the Present, *Cambridge Archaeological Journal*, 17-2, p. 165-182 [DOI : 10.1017/S0959774307000236].
- Hagmann D. 2017** : Die „puls“ — Experimental-archäologische Untersuchungen zu einer antiken römischen Getreidebreizubereitung, *MAGW*, 147, p. 131-154 [DOI : 10.17613/M6RV6V].
- Hall M. J., Bracchini M. 1997** : Characterization of Ceramic Foams through Fourier Analysis of Digital Images, *Journal of the American Ceramic Society*, 80-5, p. 1298-1302 [DOI : 10.1111/j.1151-2916.1997.tb02981.x].
- Hallavant C., Toulemonde F., Gasc J. 2016** : Découverte de « tourteaux » de cameline (*Camelina sativa* [L.] Crantz) dans une fosse de la fin du second âge du Fer (II^e-début I^{er} siècle av. J.-C.) à Saint-Martin-d'Ary « le Noret » (Charente-Maritime) : essai d'interprétation d'après la documentation ethnographique et l'expérimentation, in Dietsch-Sellami M.-F., Hallavant C., Bouby L., Pradat B. (dir.), *Plantes, produits végétaux et ravageurs, Actes des X^e rencontres d'archéobotanique, Les Eyzies-de-Tayac, 24-27 septembre 2014*, Bordeaux, Aquitania (coll. Suppl. à Aquitania, 36), p. 235-258.
- Hansson A.-M. 1996** : Bread in Birka and on Björkö, *Laborativ Arkeologi*, 9, p. 61-78.
- Hansson A.-M. 2002** : Pre- and protohistoric bread in Sweden: a definition and a review, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 183-190.
- Hansson A.-M., Isaksson S. 1994** : Analyses of charred organic remains, *Laborativ Arkeologi*, 7, p. 21-29.
- Hastorf C. A. 2016** : *The Social Archaeology of Food: Thinking about Eating from Prehistory to the Present*, Cambridge, Cambridge University Press, 400 p.
- Hayden B. 1997** : Feasting in Prehistoric and Traditional Societies, in Wiessner P., Schiefelhövel W. (dir.), *Food and the Status Quest: An Interdisciplinary Perspective*, Oxford, Berghahn Books, p. 127-148.
- Heer O. 1865** : *Die Pflanzen der Pfahlbauten*, Zurich, Zürcher und Furrer (coll. Neujahrsblätter der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1866), 54 p. [URL : <https://archive.org/details/diepflanzen00heergoog/mis/en/line/21/07/2009/>].
- Heiss A. G. 2014** : Ceremonial foodstuffs from prehistoric burnt-offering places in the Alpine region, in Chevalier A. et al. (dir.) 2014, p. 343-353 [DOI : 10.13140/2.1.2776.5767].
- Heiss A. G. 2015** : Bread, in Bescherer Metheny K., Beaudry M. C. (dir.) 2015, p. 70-75 [DOI : 10.13140/RG.2.1.2559.0484].
- Heiss A. G. 2019** : *Fifty Shapes of Grain. New archaeobotanical approaches towards charred finds of processed cereal-based foods. I. Rahmenschrift and Original Papers*, Thèse d'habilitation, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), 442 p. [DOI : 10.13140/RG.2.2.23285.19682].
- Heiss A. G. 2020** : Bronze Age food diversity: ceci n'est pas un bagel, *The Science Breaker*, 6-1 [DOI : 10.25250/thescbr.brk333].
- Heiss A. G., Gail N. 2019** : Brot oder nicht Brot — keine einfache Frage. Methodische Überlegungen zu verkohlten archäologischen Speiseresten und die Neubearbeitung von Funden aus dem gallo-römischen Gräberfeld von Wederath-Belginum, in Cordie R., Haßlinger N., Wiethold J. (dir.), *Was aßen Kelten und Römer? Umwelt, Landwirtschaft und Ernährung westlich des Rheins*, Morbach, Archäologiepark Belginum, p. 73-88.
- Heiss A. G., Pouget N., Wiethold J., Delor-Ahü A., Le Goff I. 2015** : Tissue-based analysis of a charred flat bread (*galette*) from a Roman cemetery at Saint-Memmie (Dép. Marne, Champagne-Ardenne, north-eastern France), *JAS*, 55, p. 71-82 [DOI : 10.1016/j.jas.2014.12.014].
- Heiss A. G., Antolín F., Bleicher N., Harb C., Jacomet S., Kühn M., Marinova E., Stika H.-P., Valamoti S. M. 2017** : State of the (t)art. Analytical approaches in the investigation of components and production traits of archaeological bread-like objects, applied to two finds from the Neolithic lakeshore settlement Parkhaus Opéra (Zürich, Switzerland), *PLoS ONE*, 12-8, e0182401 [DOI : 10.1371/journal.pone.0182401].
- Heiss A. G., Antolín F., Berihuete-Azorín M., Biederer B., Erlach R., Gail N., Griehl M., Linke R., Lochner M., Marinova E., Oberndorfer D., Stika H.-P., Valamoti S. M. 2019** : The Hoard of the Rings. “Odd” annular bread-like objects as a case study for cereal-product diversity at the Late Bronze Age hillfort site of Stillfried (Lower Austria), *PLoS ONE*, 14-6, e0216907 [DOI : 10.1371/journal.pone.0216907].
- Heiss A. G., Berihuete-Azorín M., Antolín F., Kubiak-Martens L., Marinova E., Arendt E. K., Biliaderis C. G., Kretschmer H., Lazaridou A., Stika H.-P., Zarnkow M., Baba M., Bleicher N., Ciałowicz K. M., Chłodnicki M., Matuschik I., Schlichtherle H., Valamoti S. M. 2020** : Mashies to Mashies, Crust to Crust. Presenting a novel microstructural marker for malting in the archaeological record, *PLoS ONE*, 15-5, e0231696 [DOI : 10.1371/journal.pone.0231696].
- Heiss A. G., Jakobitsch T., Wiesinger S., Trebsche P. 2021** : Dig Out, Dig In! Plant-based diet at the Late Bronze Age copper production site of Priggglitz-Gasteil (Lower Austria) and the relevance of processed foodstuffs for the supply of Alpine Bronze Age miners, *PLoS ONE*, 16-3, e0248287 [DOI : 10.1371/journal.pone.0248287].
- Helbæk H. 1958** : Grauballemandens sidste Måltid, *KUML*, 8-8, p. 83-116 [URL : <https://tidsskrift.dk/kuml/article/view/102770>, consulté le 17/03/2021].
- Hendy J., Colonese A. C., Franz I., Fernandes R., Fischer R., Orton D., Lucquin A., Spindler L., Anvari J., Stroud E., Biehl P. F., Speller C., Boivin N., Mackie M., Jersie-Christensen R. R., Olsen J. V., Collins M. J., Craig O. E., Rosenstock E. 2018** : Ancient proteins from ceramic vessels at Çatalhöyük West reveal the hidden cuisine of early farmers, *Nature Communications*, 9, 4064 [DOI : 10.1038/s41467-018-06335-6].
- Hillman G. C., Wales S., McLaren F., Evans J. G., Butler A. 1993** : Identifying

- problematic remains of ancient food plants: a comparison of the role of chemical, histological and morphological criteria, *World Archaeology*, 25-1, p. 94-121 [DOI : 10.1080/00438243.1993.9980230].
- Hodder I. 1992** : *Theory and Practice in Archaeology*, Londres, New York, Routledge, 249 p.
- Hodder I. 2011** : Human-thing entanglement: towards an integrated archaeological perspective, *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 17, p. 154-177 [DOI : 10.1111/j.1467-9655.2010.01674.x].
- Hodder I. 2012** : *Entangled: An Archaeology of the Relationships between Humans and Things*, Chichester, Wiley, 264 p.
- Hofmann E. 1924** : Pflanzenreste der Mondsee Pfahlbauten, *Sitzungsberichte der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abt. I*, 133, p. 379-409.
- Hofmann-De Keijzer R., Van Bommel M. R., Joosten I., Hartl A., Proaño Gaibor A. N., Heiss A. G., Kralofsky R., Erlach R., De Groot S. 2013** : Die Farben und Färbetechniken der prähistorischen Textilien aus dem Salzbergbau Hallstatt, in Grömer K., Kern A., Reschreiter H., Rösel-Mautendorfer H. (dir.), *Textilien aus Hallstatt. Gewebe Kultur aus dem bronze- und eisenzeitlichen Salzbergwerk*, Budapest, Archaeolingua, p. 135-162 [DOI : 10.13140/2.1.1559.0403].
- Holden T. 1990** : Transverse cell patterns of wheat and rye bran and their variation over the surface of a single grain, *Circaea*, 6-2, p. 97-104.
- Hristova I., Marinova E., Heiss A. G., Papadopoulou L., Nikolov V., Popov H., Iliev S., Valamoti S. M. 2019** : Recognising archaeological food remains: archaeobotanical case studies from Bulgaria, *Bulgarian e-Journal of Archaeology*, 9-2, p. 181-211 [URL : <https://be-ja.org/index.php/journal/article/view/be-ja-9-2-2019-181-211>, mis en ligne le 21/12/2019].
- Huber R., Schaeren G. F., Heiss A. G., Kühn M., Wick L., Ismail-Meyer K., Pümpin C. 2015** : Zug, Galgen, Galgenbächli: Naturwissenschaftliche Analysen, *Tugium*, 31, p. 51.
- Jaccotey L., Buchsenschutz O., Farget V., Fronteau G., Hamon C., Jodry F., Lepareux-Couturier S., Longepierre S., Milleville A., Monblachon C., Robin B. 2010** : Les meules du Néolithique au Moyen Âge. Élaboration de protocoles d'enregistrement et premières analyses, *Archéopages*, 28, p. 84-93.
- Jaccotey L., Longepierre S. 2011** : Les moulins de type Pompéi en France, in Buchsenschutz O., Jaccotey L., Jodry F., Blanchard J.-L. (dir.), *Évolution typologique et technique des meules du Néolithique à l'an mille*, Bordeaux, Aquitania (coll. Suppl. à Aquitania, 23), p. 95-107.
- Jaccotey L., Rollier G. (dir.) 2016** : *Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent des origines à l'époque médiévale et moderne en Europe et dans le monde méditerranéen*, Besançon, PUF (coll. Annales littéraires de l'université de Besançon, 959, série « Environnement, sociétés et archéologie », 20), 2 vol., 883 p.
- Jaccotey L., Alonso N., Defressigne S., Hamon C., Lepareux-Couturier S., Brisotto V., Galland-Crety S., Jodry F., Lagadec J.-P., Lepaumier H., Longepierre S., Milleville A., Robin B., Zaour N. 2013** : Le passage des meules va-et-vient aux meules rotatives en France, in Krausz S., Colin A., Gruel K., Ralston I. B. M., Dechezleprêtre T. (dir.), *L'âge du fer en Europe : mélanges offerts à Olivier Buchsenschutz*, Bordeaux, Ausonius (coll. Mémoires, 32), p. 405-419.
- Jacomet S. 2008** : Subsistenz und Landnutzung während des 3. Jahrtausends v. Chr. aufgrund von archäobotanischen Daten aus dem südwestlichen Mitteleuropa, in Dörfler W., Müller J. (dir.), *Umwelt – Wirtschaft – Siedlungen im dritten vorchristlichen Jahrtausend Mitteleuropas und Südkandinaviens*, Neumünster, Wachholtz (coll. Offa-Bücher, 84), p. 355-377 [DOI : 10.5451/unibas-ep14751].
- Jacomet S., Petrucci-Bavaud M., Kühn M. 2006** : Samen und Früchte, in Schucany C. (dir.), *Die römische Villa von Biberist-Spitalhof/SO (Grabungen 1982, 1983, 1986-1989). Untersuchungen im Wirtschaftsteil und Überlegungen zum Umland*, Remshalden, Bernhard Albert Greiner, p. 579-624.
- Jakobitsch T., Heiss A. G., Kowarik K., Maurer J., Trebsche P., Taylor T. 2021** : Food and farming beyond the Alpine lake zone: The archaeobotany of the Copper Age settlements of Lenzing-Burgstall and Ansfelden-Burgwiese in Upper Austria, and an early occurrence of *Triticum spelta* (spelt), *Vegetation History and Archaeobotany* [DOI : 10.1007/s00334-021-00843-0].
- Jones M. 2005** : Environmental Archaeology, in Renfrew C., Bahn P. (dir.), *Archaeology: The Key Concepts*, Londres, New York, Routledge (coll. Routledge Key Guides), p. 63-67.
- Katz S. H., Voigt M. M. 1986** : Bread and beer: The early use of cereals in the human diet, *Expedition*, 28-2, p. 23-35 [URL : <http://www.penn.museum/sites/expedition/?p=5999>, consulté le 17/03/2021].
- Kern A., Kowarik K., Rausch A. W., Reschreiter H. (dir.) 2008** : *Salz-Reich. 7000 Jahre Hallstatt*, Vienne, Naturhistorisches Museum Wien, 239 p.
- Kohler-Schneider M. 2001** : *Verkohlte Kultur- und Wildpflanzenreste aus Stillfried an der March als Spiegel spätbronzezeitlicher Landwirtschaft im Weinviertel, Niederösterreich*, Vienne, Akademie der Wissenschaften (coll. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission, 37), 226 p.
- Kovacs S. 2019** : La baguette de pain rêve d'un classement par l'Unesco, *Le Figaro*, n° 23231, p. 12 [URL : <https://www.lefigaro.fr/culture/la-baguette-de-pain-en-lice-pour-etre-classee-a-l-unesco-20210328>, mis en ligne le 28/03/2021].
- Kreuz A., Baatz D. 2003** : Try and error. Gedanken und Erfahrungen zum Darren und Entspelzen von Getreide in den Jahrhunderten um Christi Geburt, *Denkmalpflege und Kulturgeschichte*, 2003-1, p. 20-25.
- Kreuz A., Schäfer E. 2006** : *Archäobotanisches Datenbankprogramm ArboDat – Handbuch*, 3^e édition, Wiesbaden, Landesamt für Denkmalpflege Hessen, 87 p.
- Ktenioudaki A., Alvarez-Jubete L., Smyth T. J., Kilcawley K., Rai D. K., Gallagher E. 2015** : Application of bioprocessing techniques (sourdough fermentation and technological aids) for brewer's spent grain breads, *Food Research International*, 73, p. 107-116 [DOI : 10.1016/j.foodres.2015.03.008].
- Kubiak-Martens L., Brinkkemper O., Oudemans T. F. M. 2015** : What's for dinner? Processed food in the coastal area of the northern Netherlands in the Late Neolithic, *Vegetation History and Archaeobotany*, 24-1, p. 47-62 [DOI : 10.1007/s00334-014-0485-8].
- Laffite J.-D., Bressoud A., Mondy M., Lefebvre A., Feller M., Dechanez-Clerc I., Bigot J.-J., Rouger É. 2005** : *Liehon (Moselle) « Larry » Aéroport Metz-Nancy Lorraine : série époques antiques et médiévales. Habitat rural*, DFS d'opération de fouille préventive, Metz, Inrap Grand Est-Nord, 9 vol., 1378 p.
- Lannoy S., Marinval P., Buleon A., Chiron H., Mejanelle P., Pin S., Rech J., Tchaplal A. 2002** : Étude de « pains/galettes » archéologiques français, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 119-160.
- Lebreton V., Théry-Parisot I., Bouby L., Chrzavetz J., Delhon C., Ruas M.-P. 2017** : Archéobotanique et taphonomie, in Brugal J.-P. (dir.), *Taphonomies. Ouvrage du Groupement de recherches 3591 « Taphonomie, environnement et archéologie »*, CNRS-INEE, Paris, Éditions des archives contemporaines (coll. Sciences archéologiques), p. 291-328.
- Lemke H. 2004** : Feuerbachs Stammtischthese oder zum Ursprung des Satzes: „Der Mensch ist, was er isst“, *Aufklärung und Kritik*, 11-

- 1, p. 117-140 [URL : <https://www.gkpn.de/lemke.pdf>, consulté le 17/03/2021].
- Lepetz S., Zech-Matterne V. 2018** : Systèmes agro-pastoraux à l'âge du Fer et à la période romaine en Gaule du Nord (chap. 6), in Reddé M. (dir.), *Gallia Rustica – II – Les campagnes du nord-est de la Gaule de la fin de l'âge du Fer à l'Antiquité tardive*, Bordeaux, Ausonius (coll. Mémoires, 50), p. 327-400.
- Lévi-Strauss C. 1964** : *Mythologiques – I – Le cru et le cuit*, Paris, Librairie Plon, 402 p.
- Lévi-Strauss C. 1965** : Le triangle culinaire, *L'Arc*, 26, p. 19-29.
- Lundström-Baudais K. 1986** : Étude paléobotanique de la station III de Clairvaux, in Petrequin P. (dir.), *Les sites littoraux néolithiques de Clairvaux-les-Lacs (Jura). I Problématique générale : l'exemple de la station III*, Paris, Éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, p. 331-391.
- MacRitchie F. 1976** : The Liquid Phase of Dough and Its Role in Baking, *Cereal Chemistry*, 53, p. 318-326.
- Maier U. 1996** : Morphological studies of free-threshing wheat ears from a Neolithic site in southwest Germany, and the history of the naked wheats, *Vegetation History and Archaeobotany*, 5, p. 39-55 [DOI : 10.1007/bf00189434].
- Maier U., Vogt R., Ahrens M. 2001** : *Botanische und pedologische Untersuchungen zur Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle IA*, Stuttgart, Theiss (coll. Siedlungsarchäologie im Alpenvorland, 6), 584 p.
- Maixner F., Sarhan M. S., Huang K. D., Tett A., Schoenafinger A., Zingale S., Blanco-Miguez A., Manghi P., Cemper-Kiesslich J., Rosendahl W., Kusebauch U., Morrone S. R., Hoopmann M. R., Rota-Stabelli O., Rattei T., Moritz R. L., Oeggel K., Segata N., Zink A., Reschreiter H., Kowarik K. 2021** : Hallstatt miners consumed blue cheese and beer during the Iron Age and retained a non-Westernized gut microbiome until the Baroque period. *Current Biology*, 31-23, p. 5149-5162.E6 [DOI : 10.1016/j.cub.2021.09.031].
- Malrain F., Matterné V., Méniel P. 2006** : Le second âge du Fer (La Tène), in Ferdière A., Malrain F., Matterné V., Méniel P., Nissen Jaubert A., Pradat B. (dir.), *Histoire de l'agriculture en Gaule, 500 av. J.-C.-100 apr. J.-C.*, Paris, Errance, p. 11-64.
- Marinval P., Hansson A.-M. 1994** : Archéologie du pain : découvertes récentes, in Macherel C., Zeebroek R. (dir.), *Une vie de pain : faire, penser et dire le pain en Europe*, Catalogue d'exposition, Galerie du Crédit communal, 16 décembre 1994-19 février 1995, Bruxelles, Martial/Crédit communal, p. 47-52.
- Marinval P. (dir.) 2008** : *Histoire de pain du Néolithique au Moyen Âge*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, 93 p.
- Martínez Straumann S. 2004** : Makro- und mikroskopische Untersuchungen von Speisekrusten aus Keramikgefäßen, in Jacomet S., Leuzinger U., Schibler J. (dir.), *Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. Umwelt und Wirtschaft*, Frauenfeld, Departement für Erziehung und Kultur des Kantons Thurgau, p. 277-283 [URL : <https://edoc.unibas.ch/70985/>, mis en ligne le 06/08/2020].
- Matterné V., Derreumaux M., Pradat B., Luccioni F., Toulemonde F. 2021** : Should *Bromus secalinus* (rye brome) be considered a crop?: Analysis of *Bromus* rich assemblages from protohistoric and historic sites in northern France and textual references, *Vegetation History and Archaeobotany*, 30-6, p. 773-787 [DOI : 10.1007/s00334-021-00830-5].
- Maurizio A. 1903** : *Getreide, Mehl und Brot. Ihre botanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften, hygienisches Verhalten, sowie ihre Beurteilung und Prüfung. Handbuch zum Gebrauche in Laboratorien und zum Selbstunterricht für Chemiker, Müller, Bäcker, Botaniker und Landwirte*, Berlin, Paul Parey, 393 p.
- Maurizio A. 1916** : *Die Getreidenahrung im Wandel der Zeiten*, Zurich, Orell Füssli, 237 p.
- Maurizio A. 1932** : *Histoire de l'alimentation végétale depuis la Préhistoire jusqu'à nos jours*, Paris, Ulmer (coll. Vieilles racines et jeunes pousses), 663 p. [rééd. anastatique 2019].
- Mazuy A., Rodet-Belarbi I., Rageot M., Regert M. 2014** : Du brai de bouleau sur des éléments de charnière gallo-romains à Fréjus (Var ; France), *Instrumentum*, 40, p. 25-28.
- McGovern P., Jalabadze M., Batiuk S., Callahan M. P., Smith K. E., Hall G. R., Kavadze E., Maghradze D., Rusishvili N., Bouby L., Failla O., Cola G., Mariani L., Boaretto E., Bacilieri R., This P., Wales N., Lordkipanidze D. 2017** : Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114-48, p. E10309-E10318 [DOI : 10.1073/pnas.1714728114].
- McLaren F., Evans J. G. 2002** : The chemical identification of ancient British bread flours: encountering and overcoming some of the obstacles, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 169-182.
- McParland L. C., Collinson M. E., Scott A. C., Campbell G., Veal R. 2010** : Is vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood?, *JAS*, 37-10, p. 2679-268 [DOI : 10.1016/j.jas.2010.06.006].
- Mesnil M., Popova A. 2002** : L'offrande céréalière dans les rituels funéraires du Sud-Est européen, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 101-117.
- Meyer-Rochow V. B. 2009** : Food taboos: their origins and purposes, *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 5-1, p. 18 [DOI : 10.1186/1746-4269-5-18].
- Miedaner T., Longin F. 2012** : *Unterschätzte Getreidearten: Einkorn, Emmer, Dinkel & Co*, Clenze, Agrimedia, 127 p.
- Miller D. 1982** : Artefacts as products of human categorisation processes, in Hodder I. (dir.), *Symbolic and Structural Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 17-25.
- Mintz S. W., Du Bois C. M. 2002** : The Anthropology of Food and Eating, *Annual Review of Anthropology*, 31, p. 99-119 [DOI : 10.1146/annurev.anthro.32.032702.131011].
- Monteix N. 2010** : *Les lieux de métier. Boutiques et ateliers d'Herculanum*, Rome, École française de Rome (coll. Bibliothèque des Écoles françaises d'Athènes et de Rome, 344), 478 p.
- Monteix N. 2018** : Using the chaîne opératoire to interpret the layout of Roman workshops, in Bentz M., Helms T. (dir.), *Craft production systems in a cross-cultural perspective*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt (coll. Studien zur Wirtschaftsarchäologie, 1), p. 133-150.
- Montoya J., Pecha B., Janna F. C., Garcia-Perez M. 2016** : Micro-explosion of liquid intermediates during the fast pyrolysis of sucrose and organosolv lignin, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 122, p. 106-121 [DOI : 10.1016/j.jaap.2016.10.010].
- Moreau C., Granier F., Dubreucq E., Herveux L. 2015** : Stockage et transport fluvial des céréales au second âge du Fer : l'exemple de Val-de-Reuil (Eure), in Olmer F., Roure R. (dir.), *Les Gaulois au fil de l'eau, Actes du XXXVII^e colloque de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer, Montpellier, 8-11 mai 2013*, Bordeaux, Ausonius (coll. Mémoires, 39), p. 539-568.
- Morehart C. T., Morell-Hart S. 2015** : Beyond the ecofact: Toward a social paleoethnobotany in Mesoamerica, *Journal of Archaeological Method and Theory*, 22, p. 483-511 [DOI : 10.1007/s10816-013-9183-6].
- Mortimer R., Polsinelli M. 1999** : On the origins of wine yeast, *Research in Microbiology*, 150-3, p. 199-204 [DOI : 10.1016/S0923-2508(99)80036-9].
- Much M. 1872** : Erster Bericht über die Auffindung eines Pfahlbaues im Mondsee, *MAGW*, 2, p. 203-206.

- Nadeau R., Lion B., Raga E. 2013** : L'alimentation dans l'Antiquité : à la croisée des chemins, *Food & History*, 10-2, p. 45-71 [DOI : 10.1484/j.Food.1.103305].
- Neufeld C. A. 1907** : *Der Nahrungsmittelchemiker als Sachverständiger: Anleitung zur Begutachtung der Nahrungsmittel, Genussmittel und Gebrauchsgegenstände nach den gesetzlichen Bestimmungen*, Berlin, Springer, 477 p.
- Olive C., Ugolini D. 1997** : La maison 1 de Béziers et son environnement (v^e-iv^e siècle av. J.-C.), in Ugolini D. (dir.), *Languedoc occidental protohistorique : fouilles et recherches récentes v^e-iv^e s. av. J.-C.*, Aix-en-Provence, Publications de l'université de Provence (coll. Travaux du Centre Camille-Jullian, 19), p. 87-129.
- Oudemans T. F. M., Boon J. J. 1991** : Molecular archaeology: Analysis of charred (food) remains from prehistoric pottery by pyrolysis – gas chromatography/mass spectrometry, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 20, p. 197-227 [DOI : 10.1016/0165-2370(91)80073-H].
- Pagli M., Cabboi S., Chaussé C., Coubray S., Gauthier A., Lebon M., Limondin-Lozouet N., Puaud S., Vernou C. 2020** : Les prélèvements paléoenvironnementaux et géoarchéologiques : principes de conservation et orientations pour le tri/sélection, *Revue archéologique d'Île-de-France*, 11, p. 339-356.
- Palmer C., Van der Veen M. 2002** : Archaeobotany and the social context of food, *Acta Palaeobotanica*, 42-2, p. 195-202 [URL : http://bomax.botany.pl/cgi-bin/pubs/data/article_pdf?id=530, consulté le 17/03/2021].
- Pasqualone A. 2018** : Traditional flat breads spread from the Fertile Crescent: Production process and history of baking systems, *Journal of Ethnic Foods*, 5-1, p. 10-19 [DOI : 10.1016/j.jef.2018.02.002].
- Peacock E. 1991** : Distinguishing between Artifacts and Geofacts: A Test Case from Eastern England, *Journal of Field Archaeology*, 18-3, p. 345-361 [DOI : 10.1179/009346991791548645].
- Pecci A., Cau Ontiveros M. A., Garnier N. 2013** : Identifying wine and oil production: analysis of residues from Roman and Late Antique plastered vats, *JAS*, 40, p. 4491-4498 [DOI : 10.1016/j.jas.2013.06.019].
- Pêche-Quilichini K., Py V., Regert M. 2010** : Exploitation des matières premières végétales en contexte insulaire montagnard : l'exemple de l'habitat du premier âge du Fer de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène et Sorbollano, Corse-du-sud), in Delhon C., Théry-Parisot I., Thiébault S. (dir.), *Des hommes et des plantes: exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours, XXX^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 24-26 octobre 2009*, Antibes, Association pour la promotion et la diffusion des connaissances archéologiques, p. 3-20.
- Picavet P., Fronteau G., Boyer F. 2011** : Les meules romaines de sept chefs-lieux de cité de Gaule Belgique occidentale, étude du matériel et synthèse bibliographique, *Revue du Nord*, 393-5, p. 167-226 [DOI : 10.3917/rdn.393.0167].
- Pion P., Genty P.-Y. 2002** : Pain *pita* et pain gaulois : un four domestique laténien du genre *tannur* à la Ferté-Hauterive (Allier), in Méniel P., Lambot B. (dir.), *Repas des vivants et nourriture pour les morts en Gaule. Découvertes récentes de l'âge du Fer dans le massif des Ardennes et ses marges. Actes du 25^e colloque international de l'Association française pour l'étude de l'âge du Fer, Charleville-Mézières, 24-27 mai 2001*, Reims, Société archéologique champenoise (coll. Mémoires de la Société archéologique champenoise, 16), p. 209-229.
- Popova T. 2016** : Bread remains in archaeological contexts, in Bacvarov K., Gleser R. (dir.), *Southeast Europe and Anatolia in Prehistory. Essays in Honor of Vassil Nikolov on His 65th Anniversary*, Bonn, Dr. Rudolf Habelt, p. 519-526.
- Pouget N., Delor-Ahü A., Kaurin J., Le Goff I., Lozahic Y., Wiethold J. 2010** : *Saint-Memmie (Marne), avenue du Maréchal-Juin/rue des Pâtures*, « La Trussonnerie ». Une nécropole du Haut-Empire, RFO de fouille préventive, 1-3, Inrap Grand Est-Nord, Metz.
- Pradat B. 2014** : Découvertes de résidus de préparations alimentaires dans quatre sites gaulois du Centre, *ArchéoSciences*, 38, p. 97-108 [DOI : 10.4000/archeosciences.4184].
- Pradat B., Huchet J.-B., Jouquand A.-M., Wittmann A. 2015** : Découverte exceptionnelle d'un stockage de moutarde (*Brassica nigra*) au III^e s. à Poitiers « Les Cordeliers » (Vienne), *Aquitania*, 31, p. 169-192.
- Primavera M., Heiss A. G., Valamoti S. M., Quarta G., Masieri M., Fiorentino G. 2019** : Inside sacrificial cakes: plant components and production processes of food offerings at the Demeter and Persephone sanctuary of Monte Papalucio (Oria, southern Italy), *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11-4, p. 1273-1287 [DOI : 10.1007/s12520-018-0605-y].
- Procopiou H., Treuil R. 2002** : *Moudre et broyer. L'interprétation fonctionnelle de l'outillage de mouture et de broyage dans la préhistoire et l'Antiquité. I – Méthodes : Pétrographie, chimie, tracéologie, expérimentation, ethnoarchéologie*, Paris, CTHS, 238 p.
- Quraishi U. M., Pont C., Ain Q.-U., Flores R., Burlot L., Alaux M., Quesneville H., Salse J. 2017** : Combined Genomic and Genetic Data Integration of Major Agronomical Traits in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.), *Frontiers in Plant Science*, 8, p. 1843 [DOI : 10.3389/fpls.2017.01843].
- Rageot M., Pêche-Quilichini K., Py V., Filippi J.-J., Fernandez X., Regert M. 2015** : Exploitation of beehive products, plant exudates and tars in Corsica during the early Iron Age, *Archaeometry*, 58-2, p. 315-332 [DOI : 10.1111/arcm.12172].
- Regert M., Vacher S., Moulherat C., Decavallas O. 2003** : Adhesive production and pottery function during the Iron Age at the site of Grand Aunay (Sarthe, France), *Archaeometry*, 45-1, p. 101-120 [DOI : 10.1111/1475-4754.00098].
- Regert M., Mirabaud S. 2014** : Substances naturelles exploitées sur les sites de Chalain et Clairvaux : nature et fonction des matériaux organiques amorphes, in Arbogast R.-M., Greffier-Richard A. (dir.), *Entre archéologie et écologie, une Préhistoire de tous les milieux. Mélanges offerts à Pierre Pétrequin*, Besançon, PUFC, p. 79-91.
- Renfrew C., Bahn P. 2016** : *Archaeology: Theories, Methods, and Practice*, Londres, Thames & Hudson, 672 p.
- Roffet-Salque M., Regert M., Evershed R. P. 2015** : Widespread exploitation of the honeybee by early Neolithic farmers, *Nature*, 515757, p. 226-230 [DOI : 10.1038/nature15757].
- Ros J., Ruas M.-P., Lemoine M. 2016** : Identifier les résidus viti-vinicoles carbonisés : référentiels expérimentaux et application au site romain du Petit Clos I (Perpignan, Pyrénées-Orientales), in Dietsch-Sellami M.-F., Hallavant C., Bouby L., Pradat B. (dir.), *Plantes, produits végétaux et ravageurs, Actes des X^e rencontres d'archéobotanique, Les Eyzies-de-Tayac, 24-27 septembre 2014*, Bordeaux, Aquitania (coll. Suppl. à Aquitania, 36), p. 259-280.
- Rosenstock E., Scheibner A. 2017** : Fermentierter Brei und vergorenes Malz: Bier in der Vorgeschichte Südwestasiens und Europas, *MAGW*, 147, p. 31-62.
- Ruas M.-P. 1988** : L'agriculture – Alimentation végétale, pratiques agricoles et environnement du VII^e au X^e siècle : Villiers-le-Sec et Baillet-en-France (Val-d'Oise), in Cuisinier J., Guadagnin R. (dir.), Catalogue de l'exposition : *Un village au temps de Charlemagne. Moines et paysans de l'abbaye de Saint Denis du VII^e siècle à l'an Mil*, Paris, éd. de la Réunion des musées de France, p. 203-213.
- Sabban F., Sigaut F. 2002** : Anthropologie et histoire de l'alimentation, *Annuaire de l'EHESS* 2002 [URL : <https://journals.openedition.org/annuaire-ehess/15263>, mis en ligne le 01/02/2015].

- Samuel D. 1994** : *An archaeological study of baking and bread in New Kingdom Egypt*, Thèse de doctorat, Cambridge University, 328 p. [DOI : 10.17863/CAM.15973].
- Samuel D. 1996a** : Approaches to the Archaeology of Food, *Petits Propos Culinaires*, 54, p. 12-21 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel1996food.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Samuel D. 1996b** : Investigation of Ancient Egyptian Baking and Brewing Methods by Correlative Microscopy, *Science*, 273, p. 488-490 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel1996science.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Samuel D. 1999** : Bread making and social interactions at the Amarna Workmen's village, Egypt, *World Archaeology*, 31, p. 121-144 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel1999amarna.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Samuel D. 2000** : A new look at old bread: ancient Egyptian baking, *Archaeology International*, 3, p. 28-31 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel1993bread.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Samuel D. 2002** : Bread in archaeology, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 27-36 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel2002bread.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Samuel D. 2006** : Modified starch, in Torrence R., Barton H. (dir.), *Ancient Starch Research*, Walnut Creek (CA), Left Coast Press, p. 205-216 [URL : <http://ancientgrains.org/samuel2006starch2.pdf>, mis en ligne le 02/02/2013].
- Saurel M. 2015** : *Le temps et l'usage. Étude de céramique en pays rème (vers 400-30 av. J.-C.) et hypothèses autour du foyer, des boissons fermentées, de la chaux. Le site protohistorique d'Acy-Romance VI*, Reims, Société archéologique champenoise (coll. Bulletin de la Société archéologique champenoise, 4, Mémoire 22), 448 p.
- Scanlon M. G., Zghal M. C. 2001** : Bread properties and crumb structure, *Food Research International*, 34-10, p. 841-864 [DOI : 10.1016/S0963-9969(01)00109-0].
- Schaal C., Pétrequin P. 2015** : Approche archéobotanique du Néolithique moyen de Clairvaux, in Pétrequin P., Pétrequin A.-M. (dir.), *Clairvaux et le « Néolithique moyen bourguignon »*, Besançon, PUFC (coll. Les Cahiers de la MSHE Ledoux, 2), p. 1193-1278.
- Scheid J. 2011** : Les offrandes végétales dans les rites sacrificiels des Romains, in Pirenne-Delforge V., Prescendi F. (dir.), *Nourrir les dieux ? Sacrifices et représentation du divin, Actes de la VI^e rencontre du Groupe de recherche européen FIGURA. Représentation du divin dans les sociétés grecque et romaine*, Université de Liège, 23-24 octobre 2009, Liège, éd. du Centre international d'étude de la religion grecque antique, p. 105-116.
- Schiffer M. B., Hollenback K. L., Skibo J. M., Walker W. H. (dir.) 2010** : *Behavioral Archaeology: Principles and Practice*, Londres, Oakville, Equinox, 220 p.
- Schlumbaum A., Jacomet S., Neuhaus J.-M. 1998** : Coexistence of Tetraploid and Hexaploid Naked Wheat in a Neolithic Lake Dwelling of Central Europe: Evidence from Morphology and Ancient DNA, *JAS*, 25, p. 1111-1118 [DOI : 10.1006/jasc.1998.0338].
- Schmid B. 1898** : Bau und Functionen der Grannen unserer Getreidearten, *Botanisches Centralblatt*, 76, p. 1-9, 36-41, 70-76, 118-128, 156-166, 212-221, 264-270, 301-307, 328-334 [URL : https://www.zobodat.at/publikation_volumes.php?id=57967, consulté le 17/02/2021].
- Schuffenhauer W. (dir.) 1990** : *Ludwig Feuerbach. Gesammelte Werke. Band II: Kleinere Schriften III (1851-1866)*, Berlin, Akademie-Verlag, 260 p.
- Séguier J.-M., Aoustin D., Auxiette G., Barthelemy-Sylvand C. 2013** : *Varennes-sur-Seine (Seine-et-Marne), La Justice – Le Marais de la Fontaine du Cœur*, RFO de fouille archéologique, Pantin, Inrap Centre - Île-de-France, 3 vol., 522 p., 666 p. et 168 p.
- Seibel W. 1987** : Verwendung von Brotmehl und Bröseln bei der Backwarenherstellung, *Getreide, Mehl und Brot*, 41, p. 39-42.
- Sherratt A.G. 1991** : Palaeoethnobotany: from crops to cuisine, in Queiroga F., Dinis A. P. (dir.), *Paleoecologia e arqueologia II: trabalhos dedicados a A. R. Pinto da Silva*, Vila Nova de Famalicão, Centro de Estudos Arqueológicos Famalicenses, p. 221-236.
- Sigaut F. 1988** : A method for identifying grain storage techniques and its application for European agricultural history, *Tools and Tillage*, 6-1, p. 3-32 [DOI : 10.11588/diglit.49003.4].
- Sindonino S., Bayard D., Brunet-Gaston V., Cabarth H. 2016** : *Reims (Marne), rue Saint-Symphorien : rapport de fouilles*, RFO de fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est-Nord, 3 vol., 992 p.
- Skibo J. M., Schiffer M. B. 2008** : *People and Things: A Behavioral Approach to Material Culture*, New York, Springer, 170 p. [DOI : 10.1007/978-0-387-76527-3].
- Stahl A. B. 1989** : Plant-food processing: implications for dietary quality, in Harris D., Hillman G. C. (dir.), *Foraging and farming: the evolution of plant exploitation*, Londres, Unwin Hyman, p. 171-197.
- Staub F. 1868** : *Das Brot im Spiegel schweizerdeutscher Volkssprache und Sitte*, Leipzig, G. Hirzel, 186 p.
- Steensels J., Verstrepen K. J. 2014** : Taming Wild Yeast: Potential of Conventional and Nonconventional Yeasts in Industrial Fermentations, *Annual Review of Microbiology*, 68-1, p. 61-80 [DOI : 10.1146/annurev-micro-091213-113025].
- Stefanini I. 2018** : Yeast-insect associations: It takes guts, *Yeast*, 35-4, p. 315-330 [DOI : 10.1002/yea.3309].
- Stika H.-P. 1999** : Approaches to reconstruction of early Celtic land-use in the central Neckar region in southwestern Germany, *Vegetation History and Archaeobotany*, 8, p. 95-103 [DOI : 10.1007/BF02042847].
- Stødkilde-Jørgensen H., Otto Jacobsen N., Warncke E., Heinemeier J. 2008** : The intestines of a more than 2000 years old peat-bog man: microscopy, magnetic resonance imaging and ¹⁴C-dating, *JAS*, 35-3, p. 530-534 [DOI : 10.1016/j.jas.2007.05.010].
- Stordeur D., Willcox G. 2009** : Indices de culture et d'utilisation des céréales à Jerf el Ahmar, in *De Méditerranée et d'ailleurs...*, *Mélanges offerts à Jean Guilaine*, Toulouse, Archives d'écologie préhistorique, p. 693-710.
- Tanno K., Willcox G. 2006** : How fast was wild wheat domesticated?, *Science*, 311, p. 1886 [DOI : 10.1126/science.1124635].
- Tillier M. 2019** : *Économie végétale et échanges en Méditerranée romaine (I^{er} s. av. n. è. - V^e s. de n. è.). Étude carpologique de contextes portuaires*, Thèse de 3^e cycle, université Paul-Valéry Montpellier-III, 2 vol., 216 p. et 298 p.
- Toulemonde F. 2014** : Les blocs carbonisés de millet commun de l'habitat protohistorique de Villiers-sur-Seine « Le Gros Buisson » (Seine-et-Marne) : Peut-on parler de préparation alimentaire ?, *Archéosciences*, 38, p. 109-118 [DOI : 10.4000/archeosciences.4192].
- Toulemonde F., Auxiette G., Bouby L., Goude G., Peake R. 2018** : L'alimentation à l'âge du Bronze en France, in Guilaine J., Garcia D. (dir.), *La Protohistoire de la France, Actes du XVIII^e congrès UISPP, Paris, 4-9 juin 2017, Histoire et archéologie, Section II, L'âge du Bronze (2000-800 av. notre ère)*, Paris, Hermann, p. 297-310.
- Trausmuth T., Wallner M. 2017** : Was der Bauer nicht kennt, frisst er nicht! Kulinarik in der Eisenzeit?!, in Karl R., Leskovar J. (dir.), *Interpretierte Eisenzeiten. Fallstudien, Methoden, Theorie, Tagungsbericht der 1. Linzer Gespräche zur interpretativen Eisenzeitarchäologie*, Linz, Oberösterreichisches Landesmuseum, p. 243-254.
- Turek J. 2020** : Beer, Pottery, Society and Early European Identity, *Archaeologies*, 16, p. 396-423 [DOI : 10.1007/s11759-020-09406-7].

- Twiss K. C. 2012** : The Archaeology of Food and Social Diversity, *Journal of Archaeological Research*, 20-4, p. 357-395 [DOI : 10.1007/s10814-012-9058-5].
- Twiss K. C. 2015a** : Food and Identity, in Bescherer Metheny K., Beaudry M. C. (dir.) 2015, p. 189-191.
- Twiss K. C. 2015b** : Methodological and Definitional Issues in the Archaeology of Food, in Kerner S. M., Chou C., Warmind M. (dir.), *Commensality: From Everyday Food to Feast*, Londres, New Delhi, New York, Sydney, Bloomsbury, p. 89-98 [DOI : 10.5040/9781474245326.ch-007].
- Valamoti S. M. 2002** : Food remains from Bronze Age Archondiko and Mesimeriani Toumba in northern Greece?, *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, p. 17-22 [DOI : 10.1007/s003340200002].
- Valamoti S. M. 2009** : Plant food ingredients and "recipes" from Prehistoric Greece: the archaeobotanical evidence, in Morel J.-P., Mercuri A. M. (dir.), *Plants and Culture: Seeds of the Cultural Heritage of Europe*, Bari, Edipuglia, p. 25-35.
- Valamoti S. M. 2011** : Ground cereal food preparations from Greece: the prehistory and modern survival of traditional Mediterranean "fast foods", *Archaeological and Anthropological Sciences*, 3-1, p. 19-39 [DOI : 10.1007/s12520-011-0058-z].
- Valamoti S. M., Samuel D., Bayram M., Marinova E. 2008** : Prehistoric cereal foods from Greece and Bulgaria: investigation of starch microstructure in experimental and archaeological charred remains, *Vegetation History and Archaeobotany*, 17 (coll. Suppl., 1), p. 265-276 [DOI : 10.1007/s00334-008-0190-6].
- Valamoti S. M., Moniaki A., Karathanou A. 2011** : An investigation of processing and consumption of pulses among prehistoric societies: archaeobotanical, experimental and ethnographic evidence from Greece, *Vegetation History and Archaeobotany*, 20-5, p. 381-396 [DOI : 10.1007/s00334-011-0302-6].
- Valamoti S. M., Jacomet S., Stika H.-P., Heiss A. G. 2017** : The PLANTCULT Project: identifying the plant food cultures of ancient Europe, *Antiquity*, 91, n° 358, e9 [DOI : 10.15184/aqy.2017.130].
- Van Andringa W. 2011** : À la table des dieux : offrandes alimentaires et constructions rituelles des cultes de Pompéi, in Pirenne-Delforge V., Prescendi F. (dir.), *Nourrir les dieux ? Sacrifices et représentation du divin, Actes de la VI^e rencontre du Groupe de recherche européen FIGURA. Représentation du divin dans les sociétés grecque et romaine*, Université de Liège, 23-24 octobre 2009, Liège, éd. du Centre international d'étude de la religion grecque antique, p. 79-88.
- Van Dyck T., Verboven P., Herremans E., Defraye T., Van Campenhout L., Wevers M., Claes J., Nicolai B. 2014** : Characterisation of structural patterns in bread as evaluated by X-ray computer tomography, *Journal of Food Engineering*, 123, p. 67-77 [DOI : 10.1016/j.jfoodeng.2013.09.017].
- Wagner G. E. 1988** : Comparability among Recovery Techniques, in Hastorf C. A., Popper V. S. (dir.), *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*, Chicago, Londres, University of Chicago Press, p. 17-35.
- Währen M. 1967** : *Brot und Gebäck im Leben und Glauben des Alten Orient: Vorderasien 6. bis 1. Jahrtausend vor Christus*, Berne, Schweizerisches Archiv für Brot- und Gebäckkunde, 84 p.
- Währen M. 1984** : Brote und Getreidebrei von Twann aus dem 4. Jahrtausend vor Christus, *Archäologie der Schweiz*, 7-1, p. 2-6 [DOI : 10.5169/seals-6409].
- Währen M. 1989** : Identifizierung von gesäuertem Brot in Knochenasche-Kristallen einer urnenfelderzeitlichen Bestattung in Bellenberg, Ldkr. Neu-Ulm, in Pressmar E., *Bellenberg, Ldkr. Neu-Ulm. Die Grabungen 1983-1987*, Kallmünz/Regensburg, Michael Laßleben (coll. Kataloge der prähistorischen Staatssammlung München, 23), p. 59-65.
- Währen M. 1990** : Brot und Gebäck in keltischen Brandgräbern und römischen Aschengruben: Identifizierung von Brot- und Gebäckfunden aus dem Gräberfeld von Wederath-Belginum, *Trierer Zeitschrift*, 53, p. 195-224.
- Währen M. 2002** : Pain, pâtisserie et religion en Europe pré- et protohistorique. Origines et attestations culturelles du pain, in Fechner K., Mesnil M. (dir.) 2002, p. 381-400.
- Währen M., Schneider C. 1995** : Die puls. *Römischer Getreidebrei*, Augst, Römermuseum Augst (coll. Augster Museumshefte, 14), 74 p.
- Wiethold J. 2011** : Farébersviller, Moselle, Ferme de Bruskir, tr. 2. Étude carpologique et anthracologique [Rapport archéobotanique 2011/22], in Lefebvre A., Michel K., Ollive V., Wiethold J. (dir.), *Farébersviller, Moselle, La ferme champêtre du Bruskir II. Un grenier de La Tène D et une nécropole à incinération antique (La Tène D/ Augustéen)*, Metz, Inrap Grand Est-Nord, p. 92-113.
- Wiethold J. 2013a** : Étude carpologique et anthracologique des structures funéraires du Haut Empire, in Lefebvre A., Braguier S., Bressoud A., Cabart H., Dohr M., Guiraud H., Laffite J.-D., Michel K., Pernot P., Verdelet F., Viller S., Wiethold J. (dir.), *Hageville et Saint-Julien-lès-Gorze, Meurthe-et-Moselle, Chambley Planet'Air site 3. Développement d'une nécropole entre le haut Empire et le début du haut Moyen-âge*, Metz, Inrap Grand Est-Nord, p. 244-253.
- Wiethold J. 2013b** : Étude carpologique et anthracologique des structures funéraires de l'Antiquité (fin I^{er} moitié du III^e s. ap. J.-C.) [Rapport archéobotanique 2013/25], in Lefebvre A., Braguier S., Bressoud A., Cabart H., Dohr M., Guiraud H., Laffite J.-D., Michel K., Thiériot F., Verdelet F., Wiethold J. (dir.), *Grostenquin, Moselle « Route de Linstroff – Lotissement Saint-Jean »*. Rapport d'opération. Fouille archéologique, Metz, Inrap Grand Est-Nord, p. 179-196.
- Wefers S. 2012** : Reibst Du noch oder drehst Du schon? Die ältesten bekannten Drehmühlen aus dem westlichen Europa, in Kern A., Koch J. K., Balzer I., Fries-Knoblach J., Kowarik K., Later C., Rams P. C., Trebsche P., Wiethold J. (dir.), *Technologieentwicklung und -transfer in der Hallstatt- und Latènezeit*. Beiträge zur Internationalen Tagung der AG Eisenzeit und des Naturhistorischen Museums Wien, Prähistorische Abteilung – Hallstatt 2009, Langenweissbach, Beier & Beran (coll. Beiträge zur Ur- und Frühgeschichte Mitteleuropas, 67), p. 13-24.
- Willcox G. 2002** : Charred plant remains from a 10th millennium B.P. kitchen at Jerf el Ahmar (Syria), *Vegetation History and Archaeobotany*, 11, p. 55-60 [DOI : 10.1007/s003340200006].
- Wilson A. 2020** : Roman water-power. Chronological trends and geographical spread, in Erdkamp P., Verboven K., Zuiderhoek A. (dir.), *Capital, Investment, and Innovation in the Roman world*, Oxford, Oxford University Press (coll. Oxford Studies on the Roman Economy), p. 147-194 [DOI : 10.1093/oso/9780198841845.003.0005].
- Winton A. L., Winton K. B. 1932** : *The Structure and Composition of Foods. Volume I: Cereals, Starch, Oil Seeds, Nuts, Oils, Forage Plants*, New York, Wiley, 710 p. [URL : https://digital.library.cornell.edu/catalog/chla2936957_2477, consulté le 17/03/2021].
- Wollstonecroft M. M. 2011** : Investigating the role of food processing in human evolution: a niche construction approach, *Archaeological and Anthropological Sciences*, 3-1, p. 141-150 [DOI : 10.1007/s12520-011-0062-3].
- Wollstonecroft M. M., Ellis P. R., Hillman G. C., Fuller D. Q. 2008** : Advances in plant food processing in the Near Eastern Epipalaeolithic and implications for improved edibility and nutrient bioaccessibility: an experimental assessment of *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (sea club-rush), *Vegetation History and Archaeobotany* (coll. Suppl., 17-1), p. 19-27 [DOI : 10.1007/s00334-008-0162-x].

- Zapata Peña L. 2014** : Exploring Diversity in the Past: An Introduction, in Chevalier A. et al. (dir.) 2014, p. 15-19.
- Zarnkow M., Spieleder E., Back W., Sacher B., Otto A., Einwag B. 2006** : Interdisziplinäre Untersuchungen zum altorientalischen Bierbrauen in der Siedlung von Tall Bazi/Nordsyrien vor rund 3200 Jahren, *TG Technikgeschichte*, 73-1, p. 3-26 [DOI : 10.5771/0040-117X-2006-1-3].
- Zech-Matterne V. 2020** : L'épeautre en France et dans les pays limitrophes : témoignages carpologiques d'un blé devenu « secondaire », in Lerouxel F., Zurbach J. (dir.), *Le changement dans les économies antiques méditerranéennes (1000 avant J.-C. - 1000 après J.-C.)*, Bordeaux, Ausonius (coll. *Scripta Antiqua*, 140), p. 145-190.
- Zech-Matterne V., Bouby L., Coubray S., Boulen M., Lemaître S. 2011** : Viticulture et vitiiculture dans le nord du bassin parisien d'après les données archéobotaniques, in Poux M., Brun J.-P., Hervé-Monteil M.-L. (dir.), Dossier : la vigne et le vin dans les Trois Gaules, *Gallia*, 68-1, p. 257-262 [URL : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01386669>, mis en ligne le 05/01/2020].
- Zech-Matterne V., Wiethold J., Pradat B., Toulemonde F. 2014** : L'essor des blés nus en France septentrionale : systèmes de culture et commerce céréalière autour de la conquête césarienne et dans les siècles qui suivent, in Deru X., González-Villaescusa R., De Clerc W. (dir.), *Consommer dans les campagnes de la Gaule romaine, Actes du X^e colloque AGER, Lille, avril 2012*, Revue du Nord (coll. Art et Archéologie, 21 ; hors-série), p. 23-50.
- Zech-Matterne V., Bonnaire E., Daoulas G., Derreumaux M., Durand F., Rousselet O., Schaal C., Toulemonde F., Wiethold J. 2017** : Diversité et évolution des productions céréalières et fruitières dans le quart nord-est de la France (II^e s. av. J.-C. – V^e s. ap. J.-C.), d'après les données carpologiques, in Lepetz S., Zech-Matterne V. (dir.), *Productions agro-pastorales, pratiques culturelles et élevage dans le nord de la Gaule du deuxième siècle avant J.-C. à la fin de la période romaine, Actes de la table ronde internationale tenue à Paris, INHA, 8-9 mars 2016*, Montagnac, Monique Mergoil (coll. Archéologie des plantes et des animaux, 5), p. 43-62.
- Zeebroeck R. 1992** : Calendrier des pains rituels et des préparations à base de céréales dans les traditions wallonnes, in Mesnil M. (dir.), *Du grain au pain. Symboles, savoirs, pratiques*, Bruxelles, Institut de sociologie de l'université libre de Bruxelles (coll. Ethnologies d'Europe. Les correspondances de civilisations, 2), p. 175-198.
- Zeller B. 2015** : Totem and taboo in the grocery store: quasi-religious foodways in North America, *Scripta Instituti Donneriani Aboensis*, 26, p. 11-31 [DOI : 10.30674/scripta.67444].
- Zheng H. P., Jiang H. E., Zhang Y. B., Lü E. G., Yang Y. M., Wang C. S. 2015** : Early Processed Triticeae Food Remains in The Yanghai Tombs, Xinjiang, China, *Archaeometry*, 57-2, p. 378-391 [DOI : 10.1111/arc.12110].
- Zhu Z., Yu C., Luo W., Miao Y., Lu Z., Liu L., Yang J. 2020** : Accurate identification of the pastry contained in a ceramic pot excavated from Jurou Li's grave from the Jin dynasty (1115–1234 CE) in Xi'an, Shaanxi, China, *Archaeometry*, 62-1, p. 130-140 [DOI : 10.1111/arc.12490].