



HAL
open science

Les fours à chaux du Midi méditerranéen de la France, objets de nouvelles méthodes en archéologie médiévale

Christophe Vaschalde

► **To cite this version:**

Christophe Vaschalde. Les fours à chaux du Midi méditerranéen de la France, objets de nouvelles méthodes en archéologie médiévale. *Debates de arqueologia medieval*, 2012, 2, pp.129-154. halshs-00779273

HAL Id: halshs-00779273

<https://shs.hal.science/halshs-00779273>

Submitted on 21 Jan 2013

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.

Les fours à chaux du Midi méditerranéen de la France, objets de nouvelles méthodes en archéologie médiévale

Lime kilns in Southern France, subject of new methods to medieval archaeology

Christophe Vaschalde¹

Mots-clefs : four à chaux, anthracologie, histoire, plâtre, ethnoarchéologie, artisanat du feu.

Key-words : lime kiln, anthracology, history, plaster, ethnoarchaeology, fire craft.

Summary : The production of lime, little-studied until now, is undergoing further research in the Southern France, which engage in multiple disciplines (history, archaeology, anthracology and ethnoarchaeology). This research is based on a systematic research on Provence's archives of the late Middle Ages, on archaeological excavations of a dozen fours and on the introduction of new working methods. Thanks to this, new elements for a classification technique is proposed, and a restoration of the «chaîne opératoire». The specificity of the medieval period is also mentioned. It raises new perspectives in the research for the future.

Introduction

La chaux est un des matériaux les plus couramment rencontrés en archéologie, du fait de son utilisation fréquente dans le bâtiment. Pourtant, la manière dont elle est produite est longtemps restée un sujet peu étudié. Depuis 2007, un travail de thèse de doctorat a été lancé sur ces problématiques dans le Midi de la France, plus particulièrement en basse Provence médiévale. Ce travail allie plusieurs disciplines (histoire, archéologie, anthracologie et ethnoarchéologie) et, de ce fait, conduit à rassembler des informations venant d'horizons très variés. Le cœur de cette recherche se trouve bien entendu dans le Midi méditerranéen de la France (Languedoc et Provence) pendant le second Moyen Age. Mais les résultats des fouilles, et surtout l'utilisation des méthodes de l'ethnoarchéologie ont conduit à ouvrir des zones de travail sur les rives méridionales de la Méditerranée, et à traiter des informations concernant des sites antiques ou modernes.

L'alliance de toutes ces disciplines a permis de soulever plusieurs problèmes. Tout d'abord, il s'agit de restituer le fonctionnement des fours découverts lors des fouilles archéologiques, et d'expliquer le contenu des sources d'archives. Mais, rapidement, c'est tout le problème de l'approvisionnement des sites de production qui s'est posé puis, plus tard, celui de leur implantation durant la période médiévale, et de leur insertion dans un tissu d'échanges économiques plus vaste.

Il a donc été nécessaire de consulter l'ensemble des données déjà acquises anciennement, de réaliser de nouvelles fouilles et de nouveaux dépouillements d'archives qui, en appliquant des méthodes innovantes, notamment dans le domaine de la bio-archéologie, ont permis de répondre à certaines problématiques, mais aussi d'en poser de nouvelles.

¹ Doctorant, Aix-Marseille Univ, LA3M, MMSH, 5, rue du Château de l'Horloge, 13094 Aix-en-Provence, vaschalde@mms.h.univ-aix.fr

1. Historiographie

a. Les sources savantes

La littérature savante est la première à décrire précisément le fonctionnement des fours à chaux. Traditionnellement, seul le traité *De agricultura* de Caton l'Ancien² (II^e s. av. J.-C.) était considéré comme détaillant la construction puis la cuisson d'un four, lequel peut être classé dans la catégorie des fours à calcination périodique et à longues flammes (type A1 selon ADAM et VARENE: 1985, 88-89). Pourtant, au I^{er} s., Pedanius Dioscoride décrit également, certes plus succinctement, la fabrication de chaux vive à partir de coquillages³.

Bien que plusieurs copies manuscrites de ces deux ouvrages circulent en Occident, l'impact de ces descriptions sur la production de chaux reste inconnu. Les autres savants antiques (Vitruve, Palladius, Pline l'Ancien, Théophraste, etc.) ne font qu'aborder les problèmes de qualité et de mise en œuvre de la chaux. Souvent, c'est la capacité de la chaux vive à produire une forte chaleur sans flamme au moment de l'extinction qui attire leur attention⁴. Ce constat peut d'ailleurs être étendu aux auteurs médiévaux, comme Barthélemy l'Anglais par exemple⁵, qui reprend lui-même les écrits d'Isidore de Séville, de Constantin l'Africain et de Platéarius. Au Moyen Age, Vincent de Beauvais reprend une grande partie de ces connaissances dans son *Speculum maius*⁶. D'autres auteurs décrivent les emplois de la chaux dans le traitement des tonneaux moisiss⁷ ou dans la confection de certains pigments⁸. Elle sert également à la fabrication du verre⁹ ou du savon¹⁰, et dans certains remèdes de médecine¹¹. La littérature savante arabe du Moyen Age n'est pas non plus très loquace sur les procédés de fabrication de la chaux. Ibn al-Awam, par exemple, se contente d'en décrire les usages en médecine et dans l'agriculture¹².

Il faut attendre la première moitié du XVI^e s. et la publication du traité *De la pyrotechnie* de V. Biringuccio¹³, pour qu'un savant se penche à nouveau sur le fonctionnement des fours à chaux. Dans

² CATON: *De agricultura*, Paris, Les Belles Lettres, 1975, 38.

³ PEDANIUS DIOSCORIDE OF ANAZARBUS: *De materia medica*, Olms-Waidmann, Zurich-New-York, 2005, XVIII-540 p.

⁴ AUGUSTIN D'HIPPONE: *Œuvres II, La cité de Dieu*, éd. publiée sous la direction de L. Jerphagnon, Paris, Gallimard, 2000, livres 21-4 et 7, et 15-27, ISIDORO DE SEVILLA: *Etimologías. Libro XIX. De naves, edificios y vestidos*, Paris, Les Belles Lettres, 1995, 10-19, THOMAS CANTIMPRESIS: *Liber de natura rerum. Teil I, Text : editio princeps secundum codices manuscriptos*, texte édité par V. H. Boese, Berlin-New-York, Walter de Gruyter, 1973, p. 282.

⁵ BARTHELEMY L'ANGLAIS: *Le grand propriétaire de toutes choses, très utiles et profitables pour tenir le corps humain en santé... Translaté du latin en français par maistre Jean Corbichon*, Paris, chez Jean Longis, 1556, f^o 140. A la fin du Moyen Age, Léon Battista Alberti s'intéresse également à la mise en œuvre des mortiers (ALBERTI, Léon Battista: *L'art d'édifier*, traduction du *De re aedificatoria* par Pierre Caye et Françoise Choay, Paris, éd. du Seuil, 2004, 598 p.) tout comme, au XVI^e siècle, Philibert de l'Orme (PHILIBERT DE L'ORME: *Le premier tome de l'architecture*, Paris, chez Frédéric Morel, 1567, 283 f.).

⁶ VINCENT DE BEAUVAIS: *Speculum maius* (encyclopédie médiévale latine en partie mise en ligne : <http://atilf.atilf.fr/bichard/>).

⁷ PIERRE DE CRESCENS: *Prouffits champêtres et ruraux, touchant le labour des champs, vignes et jardins, etc., composé en latin par Pierre Crescens, et translaté depuis en langage françois, à la requête de Charles V roy de France, en 1373*, Paris, chez Jean Bonhomme, 1486, livre IV, ch. XLII.

⁸ THEOPHILE: *Diversarium artium schedula*, édité et traduit par Ch. de l'Escapulier, Paris, F. Didot frères, 1843, pp. 26-32.

⁹ THEOPHILE: *Op. cit.*, 1843, pp. 94 et 104-105.

¹⁰ Bibliothèque nationale de France, MATTHEUS PLATEARIUS: *Livre des symples medichinos, autrement dit Arboriste, continué selon le A, B, C.*, Département des manuscrits, Français 9136, f^o 264 v^o.

¹¹ LEVACHER DE LA FEUTRIE, Thomas: *L'école de Salerne, ou l'art de conserver la santé*, (édition du *Flos medicinae vel regimen sanitatis Salernitanum*), Paris, chez Méquignon l'aîné, 1782, p. 353.

¹² IBN AL-AWAM: *Le livre d'agriculture - Kitab al-Felahah, traduit de l'arabe par J.-J. Clément-Mulet*, Paris, Librairie A. Franck, 1864-1867, 2 tomes, 657-460-293 p.

¹³ BIRINGUCCIO, Vannoccio: *La pyrotechnie, ou art du feu contenant dix livres ausquels est amplement traicté et diversité des minières, fusions et séparations des métaux, des formes et moules pour jeter artilleries, cloches et toutes autres figures ; distillations, des mines...* Paris, chez C. Frémy, 1572, 168 f.

le même temps, des voyageurs européens observent des fours dans certaines contrées éloignées¹⁴, tandis que les problèmes de cuisson sont également partiellement abordés dans des traités de médecine ou de cosmétique¹⁵.

Malgré l'apport incontestable des traités anciens, aucune filiation explicite n'apparaît avec les travaux des ingénieurs et des membres de l'Académie des Sciences de Paris à partir du XVII^e s. Ce sont tout d'abord les propriétés physiques et chimiques de la chaux¹⁶ et de ses dérivés, comme l'eau de chaux¹⁷ ou le sel de chaux¹⁸, qui attirent l'attention des savants. Ce n'est qu'en 1721 que R.-A. Ferchault de Réaumur aborde le problème de la fabrication de la chaux, et ce, afin de comprendre comment se forment les roches. Dans ce cadre, il décrit le fonctionnement d'un four à calcination continue et à courte flamme (type B2 selon ADAM et VARENE: 1985, 88-89). D'autres travaux sont ensuite menés sur la perte de poids de la chaux au cours de la cuisson¹⁹.

Issus de ce foisonnement de travaux véritablement scientifiques inédits, deux descriptions de cuisson vont paraître au milieu du XVIII^e s. La première, qui reste encore trop peu exploitée, est faite par J. Savary des Bruslons²⁰. Mais ce sont surtout les travaux de Ch.-R. Fourcroy de Ramecourt²¹, ingénieur du génie militaire, qui vont s'inscrire dans la durée. En effet, il s'agit du premier traité consacré entièrement à la fabrication de la chaux, basé sur des enquêtes menées directement ou indirectement auprès de chauxonniers utilisant des techniques de cuisson parfois très différentes. Traduit et annoté plusieurs fois dans la décennie qui suit sa première parution²², il sert de base aux principaux manuels de chauxonniers qui paraissent au XIX^e s., écrits d'abord par V. Biston²³ puis par M.-D. Magnier²⁴, et parus dans la collection des *Manuels de la Librairie encyclopédique* de Roret. Les travaux de l'académie ne sont pas les seuls à aborder la fabrication de la chaux. Dès le milieu du

¹⁴ BELON DU MANS, Pierre: *Les observations de plusieurs singularités et choses mémorables, trouvées en Grèce, Asie, Judée, Egypte, Arabie, et autres pays étranges, rédigés en trois livres*, Paris, chez Gilles Corrozet, 1555.

¹⁵ RUSCELLI, Girolamo: *Empirie et secretz du S. Alexis Piémontois, diviséz en six livres*, Lyon, chez Thibaud Payent, 1558, 432 p. ; RUSCELLI, Girolamo: *Les secrets du s. Alexis Piémontois, diviséz en six livres, reveuz de nouveau sur le dernier exemplaire italien, et augmentez d'un livre de distillations non par cy devant imprimé*, Lyon, chez Loys Cloquemin et Estienne Michel, 1572, 940 p.

¹⁶ CHARAS, Moysse: «Observations sur la chaux» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, 1668, p. 47.

¹⁷ BURLET, Cl.: «De l'usage médicinal de l'eau de chaux» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1700, pp. 122-134, HOMBERG, Wilhelm: «Observations sur la quantité d'acides absorbées par les alcalis terreux» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1700, pp. 64-71.

¹⁸ CISTERNAI DU FAY, Charles-François: «Sur le sel de chaux» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1724, pp. 88-93, DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis et GROSSE, Jean: «Des différentes manières de rendre le tartre soluble» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1732, pp. 323-342, MALOUIN, Paul-Jacques: «Sur le sel de chaux» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1745, pp. 93-106, MACQUER, Pierre-Joseph: «Observations sur la chaux et sur le plâtre» *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Imprimerie royale, 1747, pp. 678-696.

¹⁹ DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis: «Observation chimique» *Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathématique et de physique tirés des registres de cette Académie (année 1748)*, Paris, 1752, pp. 69-70.

²⁰ SAVARY DES BRUSLONS, Jacques: «Chaux» *Dictionnaire universel de commerce, contenant tout ce qui concerne le commerce qui se fait dans les quatre parties du monde... t. I (A-C)*, Genève, 1744, 1236 p.

²¹ FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René: *Art du chauxonnier. Descriptions des arts et métiers faites et approuvées par MM. de l'Académie des sciences*, Paris, 1766, 74 p., XV pl., 52 fig.

²² Par D. G. Schreber en 1768 en Allemagne (FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René, SCHREBER, Daniel Gottfried: *Die Kalkbrennerkunst*, Leipzig, 1798, 128 p., XV pl.) puis à nouveau en 1776 en Suisse par H.-L. Duhamel du Monceau (FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René: «Art du chauxonnier» *Descriptions des arts et métiers faites ou approuvées par MM. de l'Académie royale des Sciences de Paris IV*, Neuchâtel, Imprimerie de la société typographique, 1776, pp. 323-400).

²³ BISTON, Valentin: *Manuel théorique et pratique du chauxonnier, contenant l'art de calciner la pierre à chaux et à plâtre ; de composer toutes sortes de mortiers ordinaires et hydrauliques, ciments, pouzzolanes artificielles, bétons, mastics ; briques crues, pierres et stucs ou marbres factices propres aux constructions*, Paris, Roret, 1828, 326 p. Cet ouvrage est réédité et complété en 1836 chez le même éditeur.

²⁴ MAGNIER, M.-Désiré: *Nouveau manuel complet du chauxonnier, plâtrier, carrier contenant l'exploitation des carrières et la fabrication du plâtre, des différents chaux, des ciments, mortiers, bétons, etc.*, Paris, Librairie encyclopédique de Roret, 1864, 346-71 p., 4 pl., ouvrage réédité et complété avec A. Romain en 1881 et 1899.

XVIII^e siècle, d'autres ingénieurs s'attèlent à étudier le fonctionnement des fours, afin de les améliorer à des fins industrielles²⁵ (FIENI: 1997), ou, pour certains, cherchent à dépasser l'industrie de la chaux pour promouvoir celle des matériaux aux propriétés hydrauliques et du ciment²⁶.

b. Les premières fouilles

En France, l'intérêt de l'archéologie ne s'est porté sur les fours à chaux qu'à partir du milieu du XX^e s. Auparavant, lors des fouilles qui concernaient presque exclusivement les périodes antérieures au Moyen Age, les archéologues ne tenaient compte de la chaux qu'au travers des qualités reconnues de certains mortiers (CAGNAT et CHAPOT: 1916, 21; ENLART: 1927, 5). La fabrication n'était pas abordée. Pourtant, les nombreuses fouilles de sites antiques ont montré la fréquence de ces structures de cuisson. Tout au plus sont-elles signalées comme étant la cause de la disparition des marbres, sculptures et autres décors gallo-romains (GRENIER: 1934, 944, n. 1; MARTIN: 1965, p. 423).

C'est à Tipasa en Algérie que la première véritable fouille de fours à chaux a eu lieu au milieu des années 1950 (BARADEZ: 1957). En plus de la mise au jour des structures de cuisson en elles-mêmes, les archéologues s'étaient attachés à tenter de comprendre les modalités d'approvisionnement en calcaire alors que le site est installé sur un sol gréseux. Entre les années 1950 et les années 1980, plusieurs fouilles vont avoir lieu en Europe, au gré des découvertes fortuites ou des résultats des fouilles de sauvetage, et vont parfois marquer l'historiographie (COUDRAY: 1951; SÖLTER: 1970; WILSON: 1961; WILSON ET HURST: 1966; JACKSON, BIEK et DIX: 1973; THIRIOT: 1983 et 2006; SAGUI: 1986; SUMERA et VEYRAT: 1997). Si peu de travaux de synthèse sont élaborés (DIX: 1982), des filiations entre certaines études de cas apparaissent, aboutissant à la diffusion de méthodes d'approches ou d'idées novatrices, mais aussi parfois fallacieuses. Le cas de la reprise des résultats de l'expérimentation de cuisson dans un des fours mis au jour à Iversheim en Allemagne (SÖLTER: 1970) est évocateur de ce phénomène. La charge de pierres à chaux y avait été agencée au moyen d'un cintrage en bois, lequel a ensuite été laissé et brûlé dans le four. Le succès de cette opération a ensuite été pris comme preuve de l'existence courante de cette pratique (DIX: 1979), et a servi d'argument pour d'autres propositions de restitutions (DIX: 1982; SUMERA et VEYRAT: 1997). Pourtant, la littérature savante n'évoque que rarement l'utilisation d'un cintrage et, lorsque c'est le cas, précise qu'il faut retirer le dispositif avant la cuisson²⁷. Cette technique n'a jamais été observée en ethnoarchéologie.

Depuis le début des années 1990, les études sur les fours à chaux datant des périodes antérieures à la fin du Moyen Age ne se sont pas arrêtées (THIRIOT: 2006), et plusieurs travaux de synthèse ont été publiés (LAVERGNE et SUMERA: 2000; DEMIERRE: 2002; USCHMANN: 2006;

²⁵ GUYTON DE MORVEAU, Louis-Bernard: « Description de la construction d'un four pour recuire la chaux qui doit être employée dans le Mortier-Loriot » *Observations sur la physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts, avec des planches en taille-douce, dédiée à Mgr le comte d'Artois*, tome VI, Paris, chez Ruault, octobre 1775, pp. 311-315, 4 fig., PETOT, M.: *Recherches sur la chauxfournerie faites au port de Brest*, Paris, 1833, 176 p., 4 pl.

²⁶ SMEATON, John: « Recherches expérimentales sur les meilleures compositions des ciments propres à résister à l'eau » *Bibliothèque britannique ou recueil extrait des ouvrages anglais périodiques et autres, des mémoires et transactions des sociétés et académies de la Grande-Bretagne, d'Asie, d'Afrique et d'Amérique. t. III, Sciences et Arts*, Genève, 1796, pp. 98-107, VICAT, Louis-Joseph: *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires*, Paris, chez Goujon, 1818, 97 p.-XXV pl., VICAT, Louis-Joseph: *Recherches sur les propriétés diverses que peuvent acquérir les pierres à ciments et à chaux hydrauliques par l'effet d'une incomplète cuisson; précédées d'observations sur les chaux anormales qui forment le passage des chaux éminemment hydraulique aux ciments*, Paris, Carilian-Goëury et Vve Dalmont éd., 1840, 34 p., VICAT, Louis-Joseph: *Traité pratique et théorique de la composition des mortiers, ciments et gangues à pouzzolanes et de leurs emploi dans toutes sortes de travaux, suivi des moyens d'en apprécier la durée dans les constructions à la mer*, Grenoble, imprimerie Maisonville, 1856, 103 p.

²⁷ BISTON, Valentin: *Op. cit.*, Paris, Roret, 1828, p. 37.

PETRELLA: 2007; COUTELAS: 2009). Mais cette période est également marquée par l'émergence notable de l'archéologie moderne, dite aussi parfois postmédiévale. Si des travaux antérieurs existent (MÜLLER: 1976; REUSCHE: 1977), ils s'approchent plus de l'enquête ethnologique que de la fouille archéologique, et, sans pour autant négliger la part des opérations d'archéologie programmée et de la recherche fondamentale (VECCHIATTINI: 1998 ; THOMAS: 1999; DE GUIO et BRESSAN: 2000; CABALLE et OLIVARES: 2003; MENDEZ PEREZ DE PRESNO et LOMBARDECO RICO: 2005; MUÑOZ JIMENEZ et SCHENLL QUIERTANT: 2007; VASCHALDE: 2009a; D'OVIDIO: 2010; VASCHALDE *et alii*: à paraître a et b), c'est grâce à l'archéologie préventive que cette avancée est possible (OLIVARES: 1995; VIGNAUD: 2002; MARTIN et FOURNIER: 2007; OLLIVIER et VASCHALDE: 2010; VASCHALDE *et alii*: à paraître a et b). Dans le même temps, une archéologie industrielle voit également le jour (BERTHOUT: 1993; MUSEE DE LA PIERRE: 1996; THOMAS: 2000).

Au sein de cette historiographie du four à chaux-objet de l'archéologie, il est intéressant de noter l'évolution de l'utilisation des sources savantes dans le but de comprendre les structures découvertes. Si la référence à Caton et Vitruve est quasiment universelle, ce n'est pas le cas de la majorité des autres auteurs. Valentin Biston est également cité souvent (SUMERA et VEYRAT: 1997; LAVERGNE et SUMERA: 2000; MUÑOZ JIMENEZ et SCHENLL QUIERTANT: 2007), mais beaucoup sont longtemps restés dans l'ombre, et il faut attendre les premières études de fours industriels, puis médiévaux (THIRIOT: 2006), pour que de véritables tentatives de filiations techniques soient proposées dans une réelle démarche d'archéologie de l'artisanat. Malgré ces avancées, de nombreux vestiges découverts restent encore difficiles à interpréter.

2. Matériel

L'historiographie des recherches menées sur la question des fours à chaux montre déjà d'elle-même qu'il n'est pas possible de faire appel à un seul type de source d'informations. Ce constat est encore plus vrai de nos jours, et c'est tout naturellement que plusieurs terrains ont été investis, entraînant fatalement une extension des aires d'études. Si la manipulation de données issues d'ères chronologiques et de zones géographiques différentes peut paraître aussi disparate, l'observation et l'explication des chaînes opératoires techniques, répondant à des contraintes structurelles, constituent un dénominateur commun des plus solides.

a. *Les fonds d'archives dépouillés*

Faisant suite aux travaux des historiens des techniques ou de l'artisanat (AMOURIC: 1984 et 1989; COMET: 1992; BERNARDI: 1995), un travail de dépouillement systématique des archives a été entrepris en basse Provence, et plus particulièrement dans la région d'Aix-en-Provence. Si l'accent a bien sûr été mis sur les archives médiévales, des incursions ont été faites dans les fonds modernes, et ce, dans le but d'appliquer une méthode d'approche régressive. L'ensemble des données est collecté dans une base de données.

Les principaux fonds consultés sont ceux produits par les notaires²⁸, pour lesquels la Provence conserve des registres parmi les plus anciens d'Europe (XIII^e siècle). Les reconnaissances de dettes, mais aussi les prix-faits de construction et les contrats d'arrentements sont, souvent, les actes les plus

²⁸ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, fonds des notaires d'Auriol (351 E 15 à 23, 355 E 271 à 283), Martigues (378 E), Saint-Paul-lès-Durance (399 E 250 à 293) et Trets (396 E). Quelques sondages ont été effectués dans les séries des registres des notaires d'Aix-en-Provence. Archives départementales du Var, fonds des notaires de Rians (3 E 100/194 et 195) et de Saint-Maximin (3 E 100/211 et 212).

susceptibles de renfermer des informations ayant trait à la fabrication de la chaux, et dont le contenu est généralement assez détaillé. A côté des registres notariés, beaucoup d'autres fonds présentent un intérêt certain. Les actes de justice²⁹, rendue par les seigneurs, contiennent également des détails difficiles à trouver, du fait notamment du recours au témoignage dans le cadre des procédures inquisitoires. Dans les fonds communaux³⁰, les délibérations (série BB) contiennent à la fois des réglementations d'accès aux ressources, et des décisions d'effectuer des travaux, tandis que les registres de comptabilité (série CC) renseignent sur la réalité de l'utilisation de certains produits. Ces derniers, qui existent également dans les fonds issus d'autres institutions³¹, fournissent une grande quantité d'informations. Pourtant, dans tous ces fonds, peu d'écrits concernent au final la prise d'initiative de la production de chaux, tandis que les dispositions réglementaires ou la mise en œuvre sont beaucoup mieux renseignées.

b. Les sites fouillés

Entre 2007 et 2010, neuf fours à chaux ont été fouillés (fig. 1), situés pour la plupart en Provence. Seuls deux d'entre eux se trouvent en Languedoc-Roussillon, et un en Rhône-Alpes. Ces opérations archéologiques ont été aussi bien réalisées dans le cadre de fouilles programmées que dans celui de fouilles préventives³². Tous les fours, sauf un, ont été datés de l'époque moderne. Celui de Saint-Gilles a fonctionné aux IV^e-V^e siècles de notre ère. La matériel archéologique datant (céramique notamment) étant rare dans les niveaux de fonctionnement de ces structures, il est souvent nécessaire de recourir aux méthodes de datations de laboratoire (radiocarbone et archéomagnétisme).

	Sites	Datation	Archéologues	Références
	1 : Cassis - La Marcoline (Bouches-du-Rhône)	XIX ^e s. (céramique)	Cl. Thomas, Chr. Vaschalde	THOMAS: 2009
	2 : Orgon - Le Défends (Bouches-du-Rhône)	Epoque moderne (¹⁴ C: 170 +/- 30 BP, Poz-22067)	R. Gaday	GADAY: 2006; VASCHALDE, <i>et alii</i> : à paraître a
	3 : Peynier 1 - Vallon de l'Homme Mort (Bouches-du-Rhône)	2 ^e moitié du XVII ^e s. (¹⁴ C: 170 +/- 30 BP, 3502)	Chr. Vaschalde	VASCHALDE, 2008a; VASCHALDE, <i>et alii</i> : à paraître a
	4 : Peynier 2 - Bel Homme (Bouches-du-Rhône)	XVII ^e -XVIII ^e s. (¹⁴ C: 210 +/- 30 BP, Ly-6049)	Chr. Vaschalde	VASCHALDE, 2009c
	5 : Saint-Gilles - Espeyran (Gard)	IV ^e -V ^e s. (¹⁴ C: 1675 +/- 30 BP, Ly-15238)	R. Roure, Chr. Vaschalde	COMPAN, <i>et alii</i> : 2009 (inédit)
	6 : Saint-Paul-lès-Durance - Cadarache (Bouches-du-Rhône)	XVIII ^e -XIX ^e s. (¹⁴ C)	L. Martin, Chr. Vaschalde	MARTIN et FOURNIER, 2007
	7 : Signes - Croquefigues (Var)	XVIII ^e s. (céramique, ¹⁴ C: 125 +/- 30 BP, Ly-15821)	D. Ollivier, Chr. Vaschalde	OLLIVIER et VASCHALDE, 2010
	8 : Sorède - El Forn (Pyrénées-Orientales)	XVII ^e -XIX ^e s. (¹⁴ C: 110 +/- 25 BP, Ly-15431)	Chr. Vaschalde	VASCHALDE, à paraître
	9 : Vallon-Pont-d'Arc - Le Razal (Ardèche)	Epoque moderne (¹⁴ C en cours)	A. Duny, Y. Giraud, Chr. Vaschalde	DUNY, BROCHIER et GIRAUD, 2011 (inédit)

Fig. 1 : Localisation des sites fouillés.

²⁹ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, série 6 B.

³⁰ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, communes de Peynier (147 E), Puyloubier (151 E), Saint-Antonin-sur-Bayon (149 E), Saint-Cannat (161 E), Saint-Estève-Janson (144 E), Saint-Victoret (125 E), Sénas (114 E), Rognes (133 E), Roquevaire (156 E), Rousset (137 E), Trets (163 E). Certains fonds ne sont pas déposés aux archives départementales : Aix-en-Provence, Pertuis et Saint-Paul-lès-Durance.

³¹ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, fonds de l'abbaye Saint-Victor de Marseille (1 H), de l'ordre de Saint-Jean-de-Malte (56 H), de l'archevêché d'Aix-en-Provence (1 G), du chapitre de la cathédrale Saint-Sauveur d'Aix-en-Provence (2 G), de l'hôpital Saint-Lazare de Marseille (3 HD), de la Cours des comptes, aides et finances du comté de Provence (série B, contenant notamment les comptes des clavaires). Certains fonds privés contiennent également des documents comptables (3 E).

³² Dans ce dernier cas, la responsabilité scientifique incombait à différents organismes de recherche archéologique : Inrap (Orgon, Le Défends ; Saint-Paul-lès-Durance, ITER-Cadarache), Centre archéologique du Var (Signes, Croquefigues), Cellule archéologique du Conseil Général de l'Ardèche (Vallon-Pont-d'Arc, Le Razal).

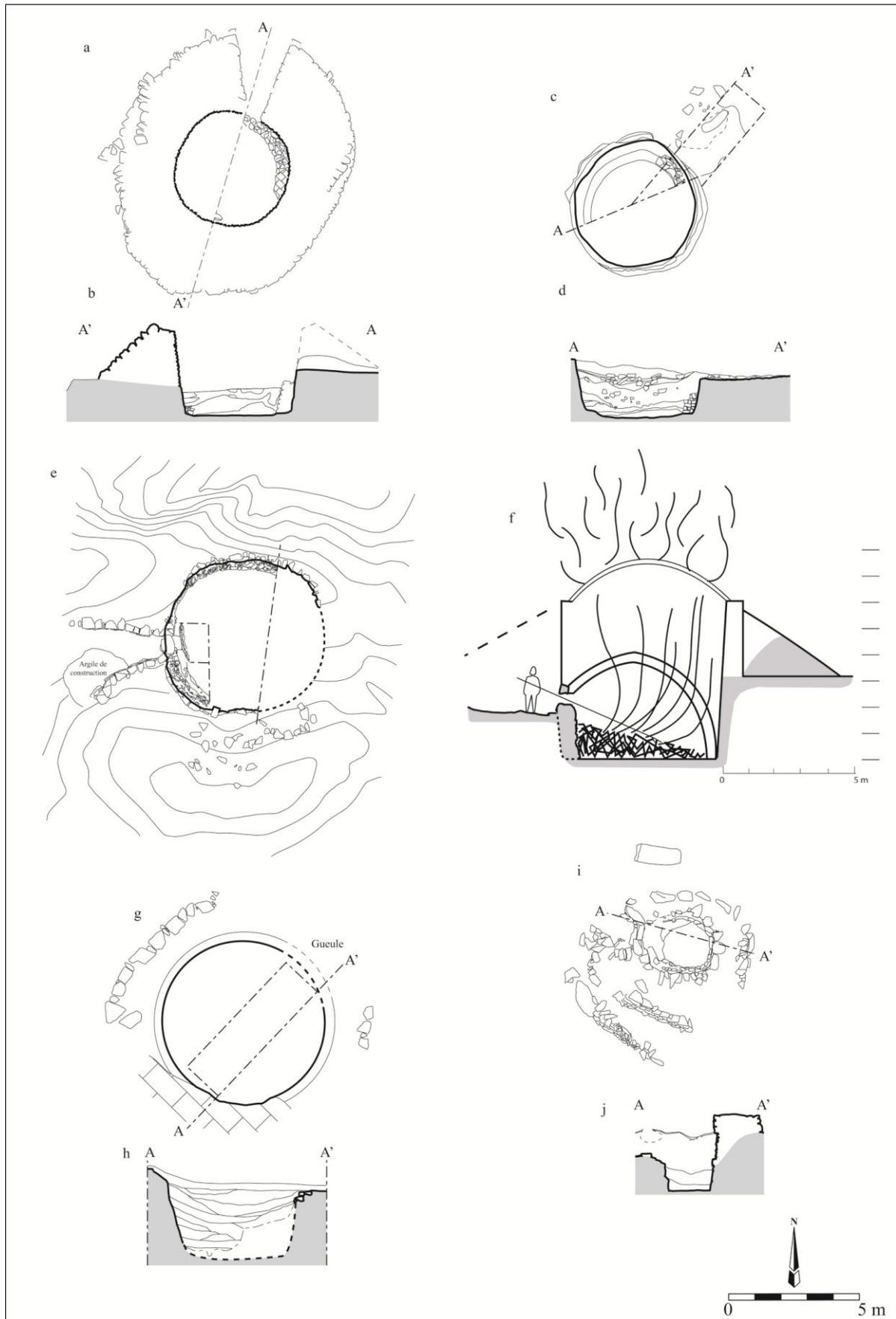


Fig. 2: Cassis, La Marouline (a et b), Peynier 2, Bel Homme (c et d), Peynier 1, Vallon de l'Homme Mort (e et f), Saint-Paul-lès-Durance, Cadarache (g et h), Sorède, El Forn (i et j); (ill.: Chr. Vaschalde-LA3M et St. Fournier-Inrap).

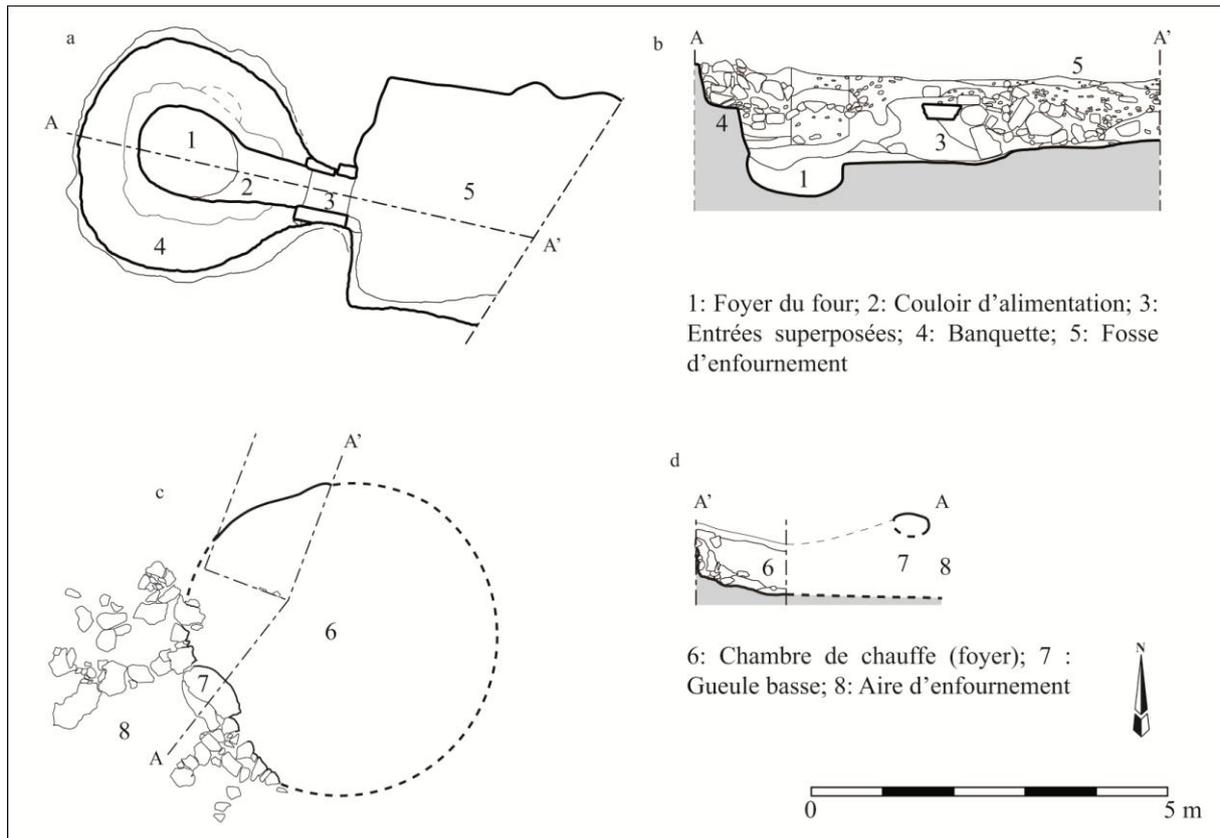


Fig. 3: Saint-Gilles, Espeyran (a et b), Vallon-Pont-d'Arc, Le Razal (c et d); (ill.: Chr. Vaschalde-LA3M, A. Duny et Y. Giraud-Cellule archéologique du Conseil général de l'Ardèche).

Tous les fours sont circulaires ou subcirculaires, et huit sont creusés dans le sol et/ou en partie bâtis (fig. 2 et 3). Les chambres de chauffe sont parfois munies d'une banquette. Sept d'entre eux possèdent une gueule unique, aménagée à une hauteur comprise entre 1,20 et 2 m du fond de la chambre de chauffe. Leur diamètre varie entre 2,30 m et 6 m. Les aires d'enfournement, situées devant les entrées, ont un plan en entonnoir. A Vallon-Pont-d'Arc (DUNY, BROCHIER et GIRAUD: 2011), le four est également circulaire, mais la gueule d'alimentation donne accès directement au fond de la chambre de chauffe, qui n'est pas creusée dans le sol. A Espeyran, le four est également creusé dans le sol, mais il possède une chambre de chauffe en forme de couloir, munie d'une fosse, avec une double banquette large. La gueule d'enfournement est dotée de deux orifices. Dans son comblement, ce four a livré une grande quantité de matériaux lapidaires antiques récupérés.

D'autres vestiges sont parfois présents autour des fours. Il peut s'agir de cabanes, de places de charbonnières, de zones d'extraction de calcaire ou d'aires de travail (enfournement, aires de concassage - VASCHALDE: 2008b et 2009b).

c. Les enquêtes ethnoarchéologiques

La Tunisie actuelle possède plusieurs sites de production de chaux encore en fonction, ou abandonnés depuis peu (VASCHALDE, *et alii*: à paraître b). Dans le cadre des enquêtes ethnoarchéologiques, les sites de Kairouan, Aïn Lansarine (Zaghouan) et Ksour Essaf (Mahdia) ont été étudiés (fig. 4).

Dans la vallée de Lansarine, au pied du Djebel Zaghouan, 57 fours à longue flamme et à calcination périodique fonctionnent actuellement. Parmi eux, le four B5 a fait l'objet d'une enquête approfondie en 2010. Circulaire et creusé à flanc de colline, il mesure 3,80 m de diamètre. Une banquette circulaire permet de construire une voûte en encorbellement servant de sole, et supportant la charge de pierres calcaires en forme de dôme. Ce four est alimenté principalement en *marginé* (pâte d'olive séchée, issue des huileries) et la cuisson observée a duré 20 heures.

A Kairouan, sur la route de Sousse, 25 fours mixtes à chaux et briques sont installés, dont huit seulement fonctionnent encore. Ces fours ont la particularité de cuire à la fois deux types de chaux (aérienne et hydraulique) ainsi que des briques de construction. Lorsque les enquêtes ont été réalisées en 2009-2010, le four K8 a fait l'objet d'investigations approfondies. Muni d'une sole permanente en forme de coupole bâtie en briques, ce four est alimenté au moyen de *klil* (déchet des distilleries de Romarin du Djebel Ouslatia) avec des cuissons d'une durée d'environ 96 heures.

Au sud de Mahdia, autour du village de Ksour Essaf, des fours à calcination continue et à courte flamme ont été utilisés jusqu'en 2008. Entièrement creusés dans le sol, leur fonctionnement est très différent de ceux de Kairouan ou Aïn Lansarine. Une chambre de chauffe sans sole est remplie de couches de pierres à chaux en alternance avec des lits de charbon de terre. Le feu se transmet de couche en couche, permettant ainsi au four de ne jamais s'éteindre. En effet, alors qu'il est possible de récupérer en permanence de la chaux par la gueule en bas, le four peut être réalimenté en pierres à chaux et combustible par le gueulard sans arrêt au gré de la demande.

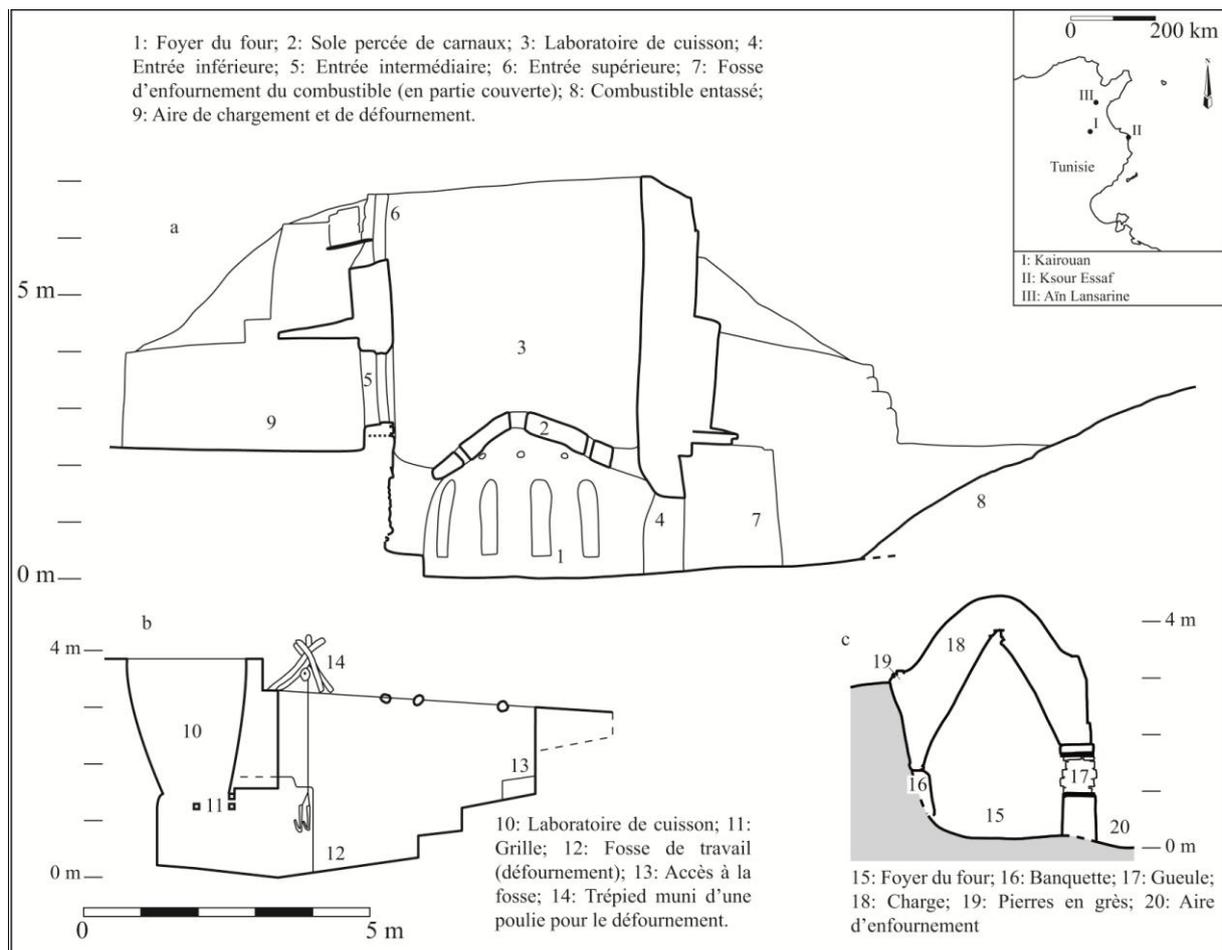


Fig. 4 : Kairouan (a), Ksour Essaf (b) et Aïn Lansarine (c); (ill.: Chr. Vaschalde-LA3M, J. Thiriote-LA3M, A. Grunecisen)

3. De nouvelles méthodes d'approche

L'interprétation des vestiges est le premier travail de l'archéologue. Pourtant, rien n'est moins simple, et surtout pour l'artisanat. Actuellement, l'application des méthodes de l'ethnoarchéologie, de la bio-archéologie et des analyses de mortiers à l'artisanat de la chaux permettent de poser de nouvelles problématiques, et d'éclairer certains pans de cette activité.

a. *L'ethnoarchéologie : principes et méthode*

L'enquête ethnographique est utilisée dans un but comparatif avec l'archéologie par les préhistoriens français depuis les lendemains de la Seconde guerre mondiale (LEROI-GOURHAN: 1943 et 1964-1965). Cette démarche a notamment été associée rapidement au concept de chaîne opératoire technique, plaçant ainsi au centre de l'attention des ethnoarchéologues la compréhension des gestes pratiqués par les hommes dans le cadre de leurs activités de production. La Préhistoire et le Moyen Age ont été les deux premières périodes à bénéficier des apports de l'ethnoarchéologie, notamment autour des questions de productions lithiques et céramiques (PETREQUIN, *et alii*: 2000).

La fabrication de la chaux a fait l'objet de peu d'enquêtes. Si la première observation d'une cuisson dans un but ethnographique est faite au Maroc au début des années 1920 (HERBER: 1923), la démarche adoptée dès le milieu du XVIII^e siècle par les ingénieurs de l'Académie des Sciences de Paris est en tout point comparable à ce qui est fait actuellement par les ethnoarchéologues. A cette époque, l'observation du travail des artisans chauxfourniers et briquetiers³³ avait pour but de comprendre la chaîne opératoire technique afin d'améliorer la production des matériaux destinés aux constructions militaires. Aujourd'hui, les archéologues observent la chaîne opératoire technique afin d'améliorer l'interprétation des vestiges.

Ces dans ce sens que des travaux ont été menés en Tunisie. Le site de Kairouan avait d'ailleurs déjà fait l'objet d'enquêtes au début des années 1980 (ADAM et VARENE: 1985) et au milieu des années 1990 (MRABET: 1997 et 2004). Ces études sont basées sur l'application d'une méthode qui comprend deux étapes. La première consiste à réaliser une enquête orale, par le biais de questions et de réponses, qui sont enregistrées, voire filmées. Quelques principes fondamentaux sont à respecter, visant par exemple à ne pas induire de réponses aux artisans pour ne pas «polluer» le savoir-faire, ou encore à installer une relation de confiance tout en gardant la posture du scientifique. Lorsque l'enquête orale est achevée, il s'agit d'observer l'artisan dans le déroulement de son travail (étape également filmée ou, au moins, photographiée).

b. *La bio-archéologie*

L'utilisation des outils empruntés aux sciences biologiques végétales est une démarche qui ne se répand que depuis une quinzaine d'années environ (BOURQUIN-MIGNOT, *et alii*: 1999; THIEBAULT: 2010), notamment en archéologie médiévale (DURAND: 2010). Elle trouve des applications dans tous les domaines de la discipline, mais plus particulièrement dans les artisanats du feu, lesquels génèrent de grandes quantités d'écofacts, charbons notamment.

³³ FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René: *Op. cit.*, Paris, 1766; DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis, FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René, GALLON, Jean-Gaffin: «Art du tuilier et du briquetier» *Descriptions des arts et métiers faites ou approuvées par MM. de l'Académie royale des Sciences de Paris*, t. IV, Neuchâtel, Imprimerie de la société typographique, 1776, pp. 4-169.

En Europe, les premières analyses anthracologiques de charbons issus de chauffours sont réalisées en Angleterre, dès le début des années 1970 (JACKSON, BIEK et DIX: 1973), mais jusqu'à la fin des années 1990, cette démarche est rare (SUMERA et VEYRAT: 1997).

Dans la Midi méditerranéen de la France, la fouille de nombreux fours à chaux en contexte de garrigue depuis 2006 a conduit à élaborer un protocole précis de prélèvement des charbons, inspiré des travaux réalisés sur les places de charbonnières du Languedoc (FABRE: 1996 ; VASCHALDE *et alii*: à paraître a). Ce protocole a été mis en place suite à l'analyse de plusieurs échantillons de charbons prélevés dans le foyer du four à chaux du Vallon de l'Homme Mort (Peynier), qui ont chacun fourni des résultats différents. Pour pallier ce problème, lors de la fouille d'un autre four à chaux à Cassis en 2008, un quart du foyer a été prélevé en procédant à un échantillonnage tous les 5 cm d'épaisseurs. Afin d'affiner encore les informations, ce protocole a été amélioré lors de la fouille du four à chaux de Bel Homme à Peynier, puisque le foyer a été prélevé en installant un carroyage avec des carrés de 50 x 50 cm, avec toujours les prélèvements tous les 5 cm d'épaisseur. Par la suite, les résultats des analyses anthracologiques ont montré que des prélèvements tous les 10 cm étaient suffisants.

Les charbons prélevés dans ces fours ne peuvent pas toujours être tamisés à l'eau. En effet, des feuilles carbonisées, très fragiles, y ont souvent été trouvées. Il faut donc procéder à un tri manuel, avec une pince à coléoptères, afin de séparer tous les types de végétaux carbonisés. Beaucoup de charbons ont également leur diamètre d'origine conservé, lequel peut donc faire l'objet de mesures. La détermination taxinomique n'est donc pas la seule information que les charbons permettent d'obtenir. La morphologie du combustible peut être reconstituée. De même, des phénomènes de déformations des charbons pendant la cuisson sont observables (fentes de retrait, vitrification).

c. Analyser la chaux

L'archéologie du bâti s'est très tôt penchée sur la question de la confection des mortiers anciens, et donc de leur analyse. Dans ce cadre, la chaux a fait l'objet d'investigations, mais dont les résultats sont longtemps restés négatifs (FRIZOT: 1975 ; PALAZZO-BERTHOLON: 2000). La recherche s'est d'ailleurs très vite orientée vers l'établissement d'une typo-chronologie des mortiers de construction (BÜTTNER, PRIGENT: 2006; COUTELAS: 2009). Pourtant, les travaux menés en Ligurie par Tiziano Mannoni (MANNONI: 1994 ; MANNONI, PESCE et VECCHIATINI: 2006), qui a mobilisé bon nombre de techniques de laboratoire, ont montré la possibilité d'approfondir les connaissances acquises sur les qualités de différentes chaux (dolomitique par exemple), et sur leur mise en œuvre. De même, récemment, des études ont été réalisées sur les mortiers de la cathédrale de Tournai (Belgique), qui ont ouvert la voie à de nouvelles pistes de recherche. Plusieurs échantillons de mortiers ont été analysés sur lames-minces, par diffraction des rayons X puis au moyen d'une microsonde. Les résultats ont montré qu'il est possible de distinguer les mortiers à chaux hydraulique et ceux à chaux non-hydraulique, et d'associer leur nature non pas à des faciès géologiques, mais à certains paramètres de cuisson (MERTENS, *et alii*: 2006).

Fort de ces résultats prometteurs, des analyses ont donc été lancées sur des échantillons de chaux prélevés dans les chauffours du Midi méditerranéen de la France (sur lames-minces, par MEB-EDS et en DRX). Elles ont pour but de tenter de mieux caractériser les productions des chauffours provençaux³⁴.

³⁴ Ces analyses sont encore en cours en partenariat avec le Centre interrégional de conservation et de restauration du patrimoine de Marseille et le Centre d'études médiévales d'Auxerre.

4. Vers une meilleure compréhension de l'artisanat de la chaux

L'ensemble des analyses mises en œuvre sur le matériel archéologique découvert dans les chauffours, ainsi que les informations récoltées dans les archives, dans les sources de différentes natures et sur les sites actuels de production de chaux permettent de proposer une première esquisse du fonctionnement de l'artisanat de la chaux. Celle-ci est fondée sur une classification technique, sur la restitution des chaînes opératoires techniques, qui sont ensuite mises à profit pour tenter de mieux cerner le sujet dans la période médiévale.

a. Classification

Jean-Pierre Adam et Pierre Varène (1985) ont établi une première classification des fours à chaux suites aux enquêtes menées en Méditerranée. Les fours se distinguent en fonction de l'aspect de leur flamme (courte ou longue), du temps de cuisson (continue ou périodique) et de la multiplicité des produits fabriqués (cuisson simple ou mixte). En repartant de ces travaux, d'autres éléments de classification ont été établis (fig. 5) :

- La multiplicité des foyers. La grande majorité des fours ne possèdent qu'un seul foyer, mais certaines fouilles ont mis au jour des chauffours à foyers multiples. Ces foyers peuvent être juxtaposés (COULTHARD: 1999) ou superposés (VECCHIATTINI: 1998; THIRIOT: 2006 - fig. 6). Les fours à foyers juxtaposés sont décrits dès l'Antiquité par Caton³⁵, puis bien plus tard par les ingénieurs des XVIII^e et XIX^e siècles³⁶.

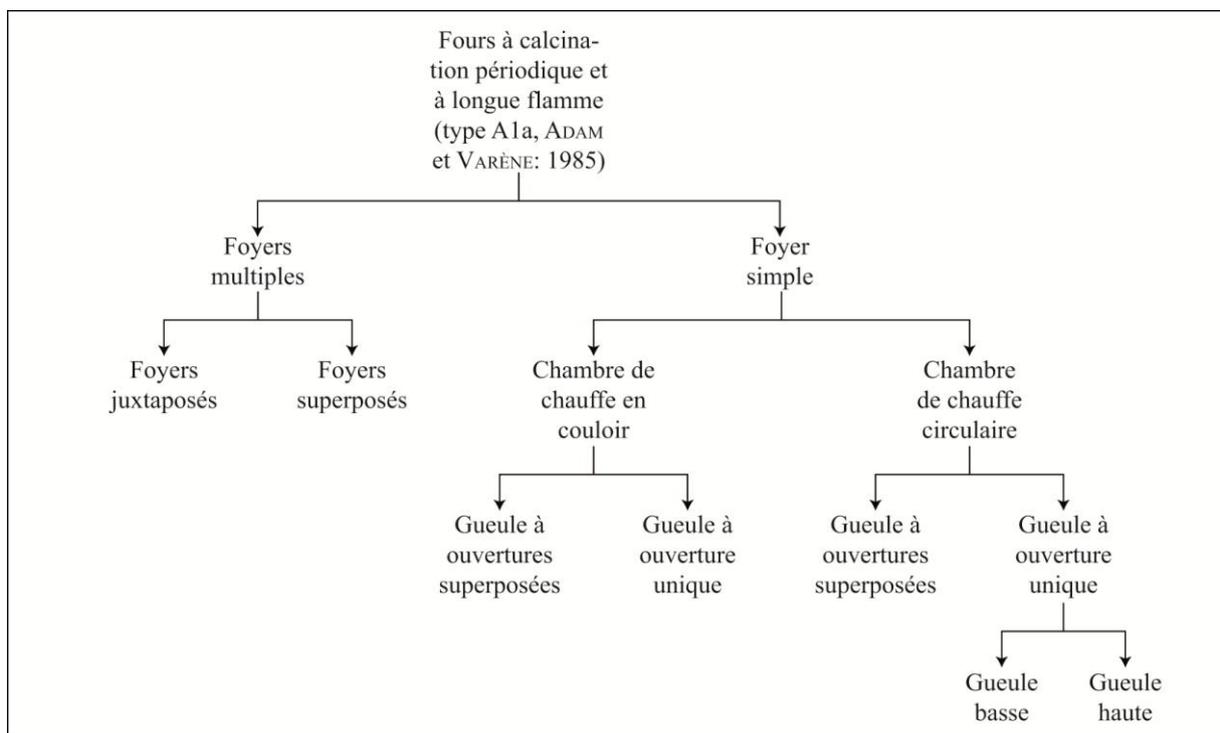


Fig. 5 : Proposition de classification technique

³⁵ CATON: *Op. cit.*. 38.2.: «*Si duobus praefurniis coques, lacuna nihil opus erit. Cum cinere eruto opus erit, altero praefurnio eruto, in altero ignis erit.*».

³⁶ FOURCROY DE RAMECOURT, *Op. cit.*, 1766, fig. 26; BISTON, Valentin: *Op. cit.*, Paris, Roret, 1828, p. 30; PETOT, M.: *Op. cit.*, 1833, pl. 1 et 2.

- La forme de la chambre de chauffe (certains four ont un plan extérieur rectangulaire, mais sans que cela n'ait d'incidence sur le fonctionnement technique). Elle est la plupart du temps circulaire, mais se trouve parfois dans un couloir-foyer allongé (Saint-Gilles, fig. 3, MANGIN, BRUAND et HEDLEY: 1988).
- Les fours à foyers uniques ne sont pas tous munis d'une seule gueule d'enfournement. L'utilisation de deux entrées superposées (Saint-Gilles, fig. 3) est attestée dans un certain nombre de fours à couloir-foyer (BENOIT: 1977; CAZES, *et alii*: 1997; BOUDARTCHOUK, *et alii*: 2003), probablement dans le but de permettre une vidange partielle du foyer sans interrompre l'alimentation en combustible pendant la cuisson³⁷.
- La hauteur de la gueule d'alimentation par rapport au fond de la chambre de chauffe (fig. 2). Deux classes se distinguent donc : le four à gueule basse, et celui à gueule haute. Le premier est le plus souvent décrit dans la littérature scientifique. Le four fouillé à Vallon-Pont-d'Arc et ceux observés à Aïn Lansarine en Tunisie appartiennent à cette catégorie. Ce sont des structures munies d'une chambre de chauffe circulaire avec ou sans banquette, avec une gueule basse. Le four à gueule haute est proche du précédent, mais le foyer est confiné au fond d'une fosse, accessible par une gueule située en hauteur. Dans les fours fouillés dans le Midi de la France, cette hauteur est comprise entre 1,20 et 2 m. Ces deux classes sont décrits par Caton dès l'Antiquité³⁸. Celui-ci envisage en effet la possibilité d'aménager le foyer dans une fosse creusée, ce qui nécessite une gueule haute, ou bien directement sur le sol, sans fosse.

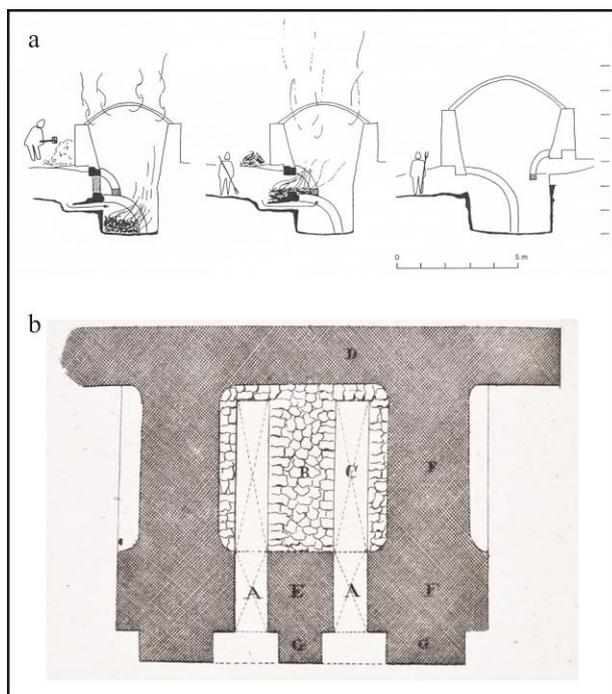


Fig. 6: a: Fours à foyers superposés du XIII^e siècle à Bollène (THIRIOT: 2006); b: Plan d'un four à foyers juxtaposés (FOURCROY DE RAMECOURT, Ch.-René (1766): *Op. cit.*, fig. 24).

La répartition géographique et chronologique de chacune des classes définies, notamment les fours à gueule haute ou basse, mais aussi les fours à cuisson mixte, montre que quasiment toutes les techniques sont utilisées durant toutes les périodes, et dans l'ensemble du bassin méditerranéen et du continent européen. Il est donc impossible d'établir une chronotypologie. Seuls les fours à couloir semblent être utilisés durant l'Antiquité et jusque durant le haut Moyen Age (MANGIN, BRUAND et HEDLEY: 1988). Aucun four de cette classe n'est connu durant le Moyen Age et l'époque moderne, et aucun ingénieur n'en fait état.

b. Les chaînes opératoires techniques

Grâce aux diverses méthodes utilisées, les différentes étapes des chaînes opératoires techniques ont été restituées. D'une classe de four à l'autre, elles peuvent varier dans leur

³⁷ FOURCROY DE RAMECOURT, *Op. cit.*, 1766, fig. 7.

³⁸ CATON: *Op. cit.* 38.2. : «Cum fornacem facies, fauces praecipites deorsum facito. Ubi satis foderis, tum fornaci locum facito, uti quam altissima et quam minime ventosa siet. Si parum altam fornacem habebis, ubi facies, lateribus summam struïto, aut cementis cum luto summam extrinsecus oblinito».

mise en œuvre. Le fonctionnement des fours à calcination continue et à courte flamme (Ksour Essaf) n'est pas présenté ici, puisqu'il ne semble pas exister au Moyen Age, du moins sur les rives nord-occidentales de la Méditerranée. Il n'apparaît dans ces régions qu'au début de la Révolution industrielle³⁹, et est bien décrit par les ingénieurs de cette époque.

L'implantation des chauffours semble être faite en fonction de l'accès à la matière première calcaire, mais c'est surtout le choix d'un site proche d'une voie de communication qui est privilégié. A la fin de l'Antiquité et durant le haut Moyen Age, nombre de fours sont installés dans les ruines des établissements gallo-romains abandonnés (Saint-Gilles; BENOIT: 1977; CAZES, *et alii*: 1997; COMPAN, *et alii*: 2009). Durant le Moyen Age, ce cas de figure est plus rare, mais il arrive que les pierres d'anciens bâtiments soient récupérées sur des chantiers de construction (FIXOT, *et alii*: 1986). Au cours de l'époque moderne, la logique d'implantation évolue, sans pour autant que les habitudes plus anciennes ne disparaissent. Les prospections menées dans le Midi de la France ont montré l'abondance des vestiges de chauffours dans les zones de garrigues et de collines (Signes, Sorède et Vallon-Pont-d'Arc), et plus particulièrement dans les fonds des vallons, à proximité des chemins et sentiers (Cadarache, Cassis, Orgon et Peynier 1; VASCHALDE: 2008b et 2009b).

Beaucoup de fours sont creusés dans le sol, au moins en partie (Cadarache, Cassis, Kairouan, Orgon, Peynier 1 et 2, Signes et Sorède) si ce n'est entièrement (Saint-Gilles). Seul les fours à gueule basse peuvent ne pas être creusés (Vallon-Pont-d'Arc), mais ils sont souvent installés à flanc de colline (Aïn Lansarine). Selon la classe de four, la fosse creusée peut prendre différentes formes (circulaire ou en couloir) et différentes dimensions. Lorsqu'une banquette est aménagée, elle est parfois taillée à même le substrat (Peynier 2), ou bien construite avec des pierres liées à l'argile (Aïn Lansarine et Sorède). Sur un des deux fours de Peynier (2), les traces de ce creusement ont pu être observées. Les parois avaient conservé des impacts d'outils, probablement des pioches ou des houes (*aissade*). Ce type d'outil est d'ailleurs cités dans un inventaire de 1386 à Grasse⁴⁰ (Alpes-Maritimes). Les parois supérieures des fours sont la plupart du temps bâties en pierres liées à l'argile. En Tunisie, lorsque la construction est terminée, les artisans recouvrent toutes les parois (bâties ou non) d'une couche d'argile qu'ils projettent en mottes (fig. 7). Auparavant, cette argile est préparée. Elle est entassée, souvent sur l'aire de travail devant l'entrée (Aïn Lansarine et Peynier 1) où elle est mélangée à de l'eau au moyen d'une pelle ou d'une *aissade*. Dans le cas des fours à cuisson mixte (briques et chaux ou tuiles et chaux), une sole permanente est bâtie (Kairouan, fig. 4), le plus souvent en briques, également recouverte d'argile.

Une fois le four construit, il faut le charger en pierres calcaires. Le choix de cette pierre se fait en fonction de ses propriétés intrinsèques (calcinable ou non), mais aussi de son aspect extérieur. Ainsi, Ch.-R. Fourcroy de Ramecourt écrit en 1766 que des pierres contenant des fossiles «peuvent nuire à l'édifice du four à chaux, parce que le feu les fait éclater»⁴¹. Cette logique pourrait expliquer l'existence de zones de garrigues dépourvues de fours autour d'Aix-en-Provence, mais présentant des calcaires riches en fossiles (VASCHALDE: 2009b). Cependant, si les chauffourniers actuels du Djebel Zaghouan font effectivement attention à ne pas calciner des pierres avec trop de défauts (coloration d'oxydes, inclusions, *etc.*), ceux de Kairouan font cuire des pierres contenant beaucoup de fossiles. Pourquoi deux manières de faire différentes? Il est probable que les choix des artisans, anciens comme actuels, soient guidés en partie par des habitudes et des traditions qui se sont perpétuées.

³⁹ BISTON, Valentin: *Op. cit.* Paris, Roret, 1828, p. 74.

⁴⁰ Archives départementales du Var, 3 E 79, n° 258, f° 67 v° : «Item duos aysadonos et quatuor forgonos ad opus furni calsis» (cette référence nous a été aimablement communiquée par S. Burri, doctorant, Aix-Marseille Univ et LA3M).

⁴¹ FOURCROY DE RAMECOURT, *Op. cit.*, 1766, p. 6.



Fig. 7: Ouvrier en train de recouvrir la paroi d'un four à l'argile (Aïn Lansarine, E58, 2009 - cl.: Chr. Vaschalde).



Fig. 9: Activité de concassage des pierres (Aïn Lansarine, E57, 2008 - cl.: Chr. Vaschalde).



Fig. 11: Voûte en cours de construction (Aïn Lansarine, E57, 2008 - cl.: Chr. Vaschalde).

Fig. 12: Ouvriers en train de recouvrir la charge d'un four avec de l'argile (Aïn Lansarine, B5, 2010 - cl.: Chr. Vaschalde).

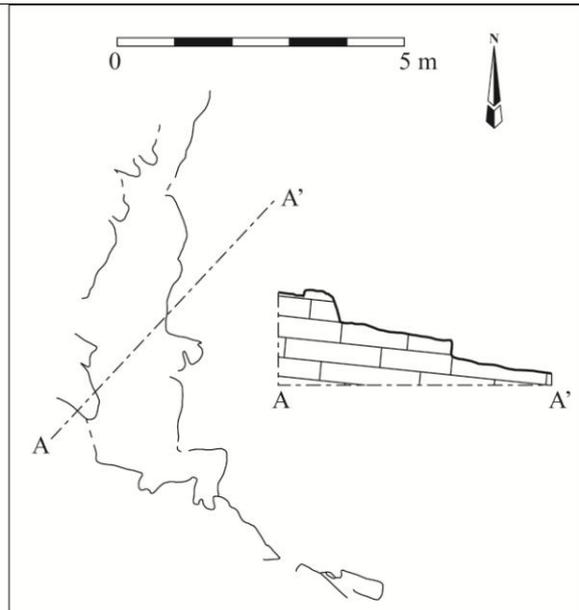


Fig. 8: Front d'extraction de calcaire (Peynier 2).



Fig. 10: Vestiges d'une aire de concassage (Sorède - cl.: Chr. Vaschalde).



Récolter la matière première calcaire peut nécessiter un travail d'extraction. Des traces de front de «taille» sont souvent visibles dans les collines méditerranéennes (Peynier 1, fig. 8, Sorède; VASCHALDE: 2008b). Les pierres sont alors extraites avec des barres à mine et des leviers⁴². A Aïn Lansarine, les chaufourniers utilisent les blocs issus de l'épierrement des champs après les labours. Une fois amenées auprès du four, les pierres doivent être préparées pour être utilisables au montage de la sole. Installés sur une aire de travail située en amont du four, les chaufourniers concassent les

⁴² FOURCROY DE RAMECOURT, *Op. cit.*, 1766, fig. 3.

pierres avec des masses et des massettes, pour obtenir des fragments plus ou moins gros. Les plus grosses pierres sont utilisées pour construire la sole en elle-même, qui prend la forme d'une voûte en encorbellement, tandis que les plus petites sont disposées en périphérie de la charge. Le calcaire n'est pas la seule roche à être utilisée dans la charge, puisque les chauffourniers tunisiens disposent également des pierres réfractaires de grès en périphérie, contre les parois, afin de renvoyer la chaleur vers les pierres à chaux pendant le temps de la cuisson. Le travail de concassage, observé lors des enquêtes ethnoarchéologiques, est longtemps resté insoupçonné sur les sites archéologiques. Pourtant, il génère beaucoup de déchets sous la forme de petits éclats (fig. 9), qui ont pu être reconnus à Sorède en 2010 (fig. 10). Sur ce site, il est apparu qu'un premier concassage, le plus important, était réalisé près du lieu d'extraction, tandis qu'un second était effectué à côté du four, certainement dans le but d'adapter les pierres aux besoins de la construction de la voûte.

La voûte des fours tunisiens d'Aïn Lansarine est construite en encorbellement, sans cintrage (fig. 11). L'absence de charbons évoquant la combustion d'une telle structure dans les fours à gueule haute provençaux et languedociens montre que le même procédé a été utilisé (Cassis, Orgon, Peynier 1 et 2, Signes et Sorède). Dans les deux classes de fours à gueule haute ou basse, les pierres sont agencées de manière à laisser le moins de vide possible dans le but de garantir une diffusion homogène de la chaleur. Dans les fours à couloir-foyer, il semble qu'il soit courant d'aménager, au contraire, des espaces à intervalles réguliers dans la voûte (BENOIT: 1977 ; TALLAH: 2004, p. 308). Enfin, dans les fours à cuisson mixte de Kairouan, des conduits sont laissés dans la charge, correspondant aux carneaux de la sole, là aussi pour laisser circuler la chaleur. Le travail de chargement peut durer entre deux et quatre jours selon les cas, et nécessite la mobilisation d'une équipe de plusieurs ouvriers (six à huit en Tunisie). Dans certains fours, toutes les pierres à chaux ne présentent pas forcément les mêmes caractéristiques. A Kairouan, deux types de pierres sont cuits, dont un produit de la chaux hydraulique et l'autre de la chaux aérienne. Ce cas de figure est soupçonné dans un four à cuisson simple mentionné en Provence à la fin du XVI^e siècle, pour lequel les deux moitiés de la charge de chaux sont vendues chacune à un prix différent, ce qui pourrait marquer deux qualités différentes⁴³.

Pendant le chargement, il faut constituer une réserve de combustible. Si en Tunisie cette étape a subi des changements du fait de l'arrivée de moyens modernes, les sources d'archives, et surtout l'anthracologie permettent de la décrire dans les fours anciens. En 1396, à Pertuis, les comptes établis lors d'une cuisson réalisée dans le but de réparer les remparts de la ville distinguent le ramassage du bois (6 jours de travail, répartis entre le 11 et le 24 juillet 1396) et son transport vers le four (4 jours, entre le 22 et le 26 juillet)⁴⁴. La nature de ce combustible est extrêmement variable. Les analyses anthracologiques, réalisées sur le combustible de plusieurs fours à gueule haute, montrent que ce sont souvent des broussailles qui sont utilisées, issues de garrigues ou de landes à Bruyères (Cassis, Orgon, Peynier 1 et 2, Signes et Sorède; VASCHALDE *et alii*: à paraître a; OLLIVIER et VASCHALDE: 2010). Ces broussailles étaient certainement agencées en fagots⁴⁵. Dans le four de Saint-Gilles (analyse inédite), des broussailles de Bruyère ont été brûlées en même temps que du bois mûre de *Quercus pubescens* et *sempervirens*.

⁴³ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 399 E 257, feuillet 1592, f^o 232 v^o *sqq.*, 14 décembre 1592 : «moyenant le pris et somme [de] la moitié desdicts cinq cens quintaux a reson de deux soulds le quintal, et l'autre moitié a reson de deux soulds ung liard le quintal».

⁴⁴ Archives de la commune de Pertuis, CC 68, cité par BERNARDI: 1995. La cuisson a lieu entre le 23 et le 26 juillet 1396.

⁴⁵ FOURCROY DE RAMECOURT, *Op. cit.*, 1766, fig. 8.

La gestion du combustible est intimement liée à la gestion de la cuisson. Là encore, l'arrivée de moyens modernes ne permet plus d'observer l'allumage traditionnel du feu en Tunisie. Dans les fours à gueule haute archéologiques du Midi de la France, la découverte de feuilles et de brindilles carbonisées à la base des foyers (Cassis, Signes) marquerait l'utilisation d'une mèche d'allumage. Le combustible étant chargé dans le foyer avant la fermeture de la voûte, il est difficile d'y mettre le feu par la base du fait de la profondeur de la fosse. Cette mèche est donc nécessaire dans cette classe de fours. Dans le cas d'Aïn Lansarine, une fois que le feu est allumé, la cuisson se divise en deux étapes. Durant la première, le feu est encore modéré, et vise à chauffer l'ensemble de la charge. Cette phase est visible dans la four de Cassis car les charbons qui y sont associés sont d'un calibre plus important que la mèche, mais ne subissent pas encore les déformations dues à la puissance du feu (VASCHALDE, *et alii*: à paraître a). Une fois le four chauffé, la charge est couverte d'une couche d'argile réfractaire (Aïn Lansarine et Signes - fig. 12), et le rythme d'enfournement augmente pour faire monter la température. Dans les fours à cuisson mixte de Kairouan, cette distinction n'est pas visible, mais le rythme d'enfournement augmente durant les quatre jours de cuisson. Lorsque la charge entière est cuite, les chauffourniers ferment le plus souvent la gueule d'alimentation avec des pierres (Aïn Lansarine et Peynier 1) ou des briques (Kairouan) et laissent s'éteindre le feu. Cette phase se traduit par l'apparition d'une couche de cendres au sommet de la couche de charbon (Cassis, Peynier 1 et 2, Signes et Sorède).

Après avoir laissé un temps de refroidissement qui, en Tunisie, excède rarement 24 heures (Aïn Lansarine et Kairouan), les chauffourniers déchargent le four. Dans les fours sans sole bâtie, la voûte est encore en place, et la chaux vive se présente sous la forme de blocs, lesquels sont pesés et mis en sacs. Du point de vue des vestiges, c'est cette phase qui laisse le plus de traces. Les artisans procèdent en effet à un tri, pour séparer la chaux bien cuite des ratés de cuisson et des autres pierres qui ont été disposées dans la charge avant la cuisson (grès). Ces gestes génèrent l'apparition de tas de déchets et d'une épaisse couche de chaux dans le foyer, laquelle a été retrouvée dans tous les fours fouillés. En Tunisie, le déchargement est assuré par les mêmes ouvriers qui ont conduit la cuisson. Pourtant, dans le Midi de la France à la fin du Moyen Age, il arrive parfois que l'artisan quitte le site de production à la fin de la cuisson. Le déchargement incombe alors à l'acheteur de la charge du four⁴⁶. Une fois vide, si le four doit être réutilisé, il est nettoyé, et les artisans procèdent aux restaurations nécessaires.

c. Et le Moyen Age ?

Comprendre l'artisanat de la chaux nécessite de faire appel à une multitude de méthodes qui, inévitablement, conduisent à travailler sur des aires géographiques et des chronologie étendues. Pourtant, tout au long de ce parcours, le Moyen Age se distingue, de part les problèmes qu'il pose et les spécificités qu'il présente.

Un constat est à faire pour le Midi de la France : peu de fours médiévaux y ont été fouillés (une vingtaine recensés). Sur l'ensemble du territoire français, 64 sont connus, alors que 325 fours antiques sont actuellement recensés (sur un total de 609). Beaucoup des fours mentionnés dans la littérature scientifique ne sont pas datés. Leur proportion peut atteindre 50 % en Italie (PETRELLA: 2007). L'Antiquité tardive est plutôt bien documentée grâce aux fours installés dans les ruines

⁴⁶ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 391 E 69 (Marseille), f° 36, 21 avril 1466: achat de chaux prise au four (cité dans le fichier Roberty, 22 F 64); 396 E 522 (Trets), f° 832, 8 décembre 1564: achat de «quantité de cent et vingt charges de bone caulx en pierre a expedier sur le lieu de ung four au cartier des Degotaulx» (le terme *expedier* est certainement utilisé ici dans le sens de « terminer une affaire », ici la cuisson).

antiques, mais, malgré les prospections et les nombreuses fouilles programmées menées dans le Midi de la France depuis 2007 dans le cadre des travaux de thèse, aucun vestige appartenant au Moyen Age n'a été découvert. Qu'en est-il donc pour le Moyen Age ?

Les opérations de repérage des chauffours médiévaux ont été effectuées en utilisant les connaissances déjà acquises. Les vestiges de fours sont très nombreux dans les collines provençales, en marge des terroirs, et les quelques règlementations connues sur la présence de fours en milieu urbain font état de décisions de transfert des sites pour cause de pollution et de risques d'incendies (GIMPEL: 1975, p. 85). Il y avait donc peu de chances, *a priori*, de trouver des fours ailleurs que dans les collines. Pourtant, lorsqu'ils sont datés, ils appartiennent tous à la période moderne (VASCHALDE: 2008b et 2009b). De plus, les règlementations provençales les plus anciennes (XII^e-XIV^e siècles), en vigueur dans les communautés rurales ou dans les domaines seigneuriaux, interdisent souvent l'installation de fours dans les forêts, qui sont placées en défens⁴⁷ (SCLAFERT: 1959). Pour tenter d'expliquer ce problème, l'apport de l'ethnoarchéologie est ici primordial. En effet, les chauffours d'Aïn Lansarine ne sont pas installés en colline, ni à proximité des gisements de calcaire. Ce dernier est issu des labours, puis transporté vers le site de production. Or, à partir du XI^e siècle, les défrichements s'intensifient dans toute l'Europe, accompagnés de labours, qui aboutissent, de fait, à l'épierrement des champs, et donc à l'apparition d'une source de matière première. Au Moyen Age, ces pierres sont transportées, comme le prouve l'existence de réserves (appelés *clapiers*, *clapas*, *claperium*) aux abords de certaines villes⁴⁸. Rien n'indique pour le moment qu'elles ont été utilisées dans les fours, mais cette éventualité rend possible l'installation de chauffours en plein cœur des terroirs cultivés, dans des zones qui n'ont pas été prospectées dans ce but, ou en périphérie des villes. Le cas des fours à plâtre peut être comparé à celui des fours à chaux. En effet, à Aix-en-Provence, ils sont installés dans les faubourgs à la fin du Moyen Age, tandis que les pierres de gypse sont extraites dans des carrières situées aux confins du terroir, ce qui nécessite une opération de transport (BERNARDI: 1995). Ce n'est qu'à la fin du XVI^e siècle que la communauté d'Aix-en-Provence oblige les gypiers à quitter les abords des chemins pour s'installer dans les carrières⁴⁹. Si les sites de production de chaux suivent le même schéma, ils ont pu échapper aux investigations des archéologues.

Un autre problème est posé par la part de la production, non négligeable, qui est faite dans les fours à tuiles et briques. Ce phénomène, observé à Kairouan de nos jours, est bien connu par les archives en Provence⁵⁰ (BERNARDI: 1995; VAYSSETTES: 2000). Ch.-R. Fourcroy de Ramecourt le signale même comme très répandu au XVIII^e siècle en Provence et Languedoc⁵¹. Pourtant, un constat est frappant, celui de l'absence totale de sites de ce type reconnus et fouillés, due certainement à la difficulté d'en reconnaître les vestiges. En effet, les enquêtes menées à Kairouan auprès des

⁴⁷ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 147 E DD 7 (Trets), liasse, 1 : «[...] et in ipso habeant pascarragis, lengarragis, ramagis et usum rumpendi et usus quoscumque, exceptis furnis calcinis et carbonariis et usa viri dicti homines Sancti Zacharie, universi et singuli possuit uti et utant, pacifis et quiese in totum territorium Sancti Joannis, cum perribus armentis et quibuscumque averibus suis in ipse habeant pascarragis, lengarragis, ramagis et usum rumpendi et usus quoscumque, exceptis furnis calcinis et carbonariis, sicut hunc homines dicte ville de Trictis seu Podii Sancti Joannis [...]».

⁴⁸ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 396 E 230 (Trets), f° 6, 29 janvier 1494 : «quoddam suum claperium cum omnibus juribus etc. scitum in burgo superiori dicte ville confrontatam a parte orientis cum orto Petri Gaydoni et cum hueysseque dicti orti, a parte occidentis cum orto honeste muliere Alaysane Isnarde uxore Johani Boyseti et cum hueysseque dicti claperii, a parte meridie cum orto Francisci Bontose et cum orto Honorati Tremellati alias Bon Peyron, et a parte septentrionis cum alio claperio magistro Johani Codier lapisside et cum aliis suis confrontibus».

⁴⁹ Archives communales d'Aix-en-Provence, FF 12, f°108 v°, 25 juillet 1599.

⁵⁰ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 306 E 23, f° 21 v° (Aix-en-Provence), 21 avril 1421; 306 E 344 (Aix-en-Provence), 10 janvier 1453; 308 E 248 (Aix-en-Provence), 19 avril 1421; Archives départementales du Var, 3 E 7/1226 (Pignans), non folioté (date illisible, notaire : Ferraud Honoré (1444-1449).

⁵¹ DUHAMEL DU MONCEAU, Henri-Louis, FOURCROY DE RAMECOURT, Charles-René, GALLON, Jean-Gaffin: *Op. cit.*, Neuchâtel, 1776, p. 20.

briquetiers-chaufourniers ont montré que, si la chaux représente toujours au moins les trois-quarts des charges cuites, elle ne laisse quasiment aucune trace lorsque les fours sont abandonnés. Les artisans nettoient systématiquement les aires de concassage et de défournement, et seuls les moutons des briques en contact avec la chaux dans la charge conservent une petite pellicule de chaux. Mais cette dernière étant très fragile, elle est certainement rapidement lessivée par les intempéries. De plus, toutes les cuissons ne génèrent pas des moutons. Il devient donc très difficile de reconnaître les sites ayant utilisé la cuisson mixte.

Enfin, la production de chaux est peut-être également surévaluée durant le Moyen Age par les archéologues, tout du moins en Provence. En effet, d'autres matériaux concurrencent la chaux. Dans la région d'Aix-en-Provence, l'utilisation de plâtre est très répandue (BERNARDI: 1995). La compulsation des sources comptables montre même que le plâtre est parfois utilisé en plus grande quantité que la chaux dans le bâtiment, secteur le plus demandeur. Par exemple, entre 1417 et 1420, lors des travaux réalisés à la cathédrale d'Aix-en-Provence par le chapitre, 104 émines de plâtre sont achetées (environ 8110 litres), contre seulement 33 de chaux⁵² (environ 2570 litres). A Peyrolles, entre 1464 et 1477, ce sont même 168 émines de plâtre qui sont achetées (environ 13100 litres), et seulement 2 de chaux⁵³ (environ 156 litres). Une évaluation plus systématique de la demande est nécessaire pour mieux comprendre ce phénomène, mais déjà la part du plâtre apparaît importante. Cette situation est également illustrée par le nombre important de carrières de plâtre qui existent dans la région d'Aix-en-Provence, ainsi que l'attention que les communautés y portent⁵⁴. Il semble que la chaux ne s'impose dans la construction qu'au début de l'époque moderne (BOUIRON, *et alii*: 2011, pp.109 et 122).

Conclusion

Au-delà des auteurs anciens traditionnellement utilisés, nombre d'ouvrages traitent plus ou moins de la production de chaux. L'établissement d'une historiographie de la question permet de mettre en exergue des filiations d'idées, et de définir de nouvelles pistes de recherches. L'artisanat de la chaux demande, pour être compris, l'application d'une démarche «totale» au carrefour de nombreuses disciplines. Ce n'est qu'au prix de l'acquisition d'une vision géographiquement et chronologiquement élargie que des réponses sont apportées, et ce, au moyen d'une démarche inspirée directement de la méthode régressive. Ainsi, une classification technique, indépendante de toute information temporelle, est proposée, ainsi qu'une restitution des chaînes opératoires techniques en lien avec cet artisanat.

De nombreuses questions se posent toutefois, en particulier pour la période médiévale. En effet, le Midi méditerranéen de la France a livré peu de fours médiévaux. Cette situation, due certainement à un état actuel de la recherche, est aussi le résultat d'*a priori* portés sur la question. Les chaufours médiévaux provençaux ne se trouvent probablement pas tous là où on les cherche, et la production revêt certainement des aspects qui sont insoupçonnés. La prise en compte de tous les échanges de matériaux utilisés pour les chantiers pousse à poser le problème de la concurrence des autres matériaux (plâtre notamment), et donc de la surévaluation possible de la production de chaux durant certaines périodes.

⁵² Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 2 G 1830.

⁵³ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 2 G 1226.

⁵⁴ Archives départementales des Bouches-du-Rhône, 396 E 227 (Trets), folio volant, 2^e feuillet, f^o 86, 18 avril 1491; 17 F 49 (Saint-Zacharie), p. 8, 4 mars 1530; 147 E CC 32 (Peynier), 2^e feuillet, f^o 6 v^o, 1579-1580.

Bibliographie

- ADAM, Jean-Pierre et VARENE, Pierre (1985): «Fours à chaux artisanaux dans le bassin méditerranéen» *Histoire des techniques et sources documentaires, méthodes d'approche et expérimentation en région méditerranéenne, Cahier n° 7, actes du colloque du G.I.S., Aix-en-provence, 21-23 octobre 1982*, Aix-en-Provence, pp. 87-100.
- AMOURIC, Henri (1984): *Moulins et meuneries en basse Provence occidentale du Moyen Age à l'ère industrielle*. Thèse de 3^e cycle soutenue à l'Université de Provence (Aix-Marseille I), 1984, 4 vol.
- AMOURIC, Henri (1989): «Les tuiliers de Manosque à la fin du XIV^e siècle et au XV^e siècle. Service public et secteur privé» *Provence historique*, XXXIX-155, 1989, 17-34.
- BENOIT, Fernand (1977): *Cimiez, la ville antique (monuments, histoire)*. éd. E. de Boccard, Paris, 164 p., XXXII pl.
- BERNARDI, Philippe (1995): *Métiers du bâtiment et techniques de construction à Aix-en-Provence à la fin de l'époque gothique (1400-1550)*, Publications de l'Université de Provence, Aix-en-Provence, 1995, 501 p.
- BERTHOUT, Dominique (1993): «Roquefort-La-Bédoule, grand centre de production de chaux et ciments au XIX^e siècle» *Provence historique*, XLIII-173, pp. 289-304.
- BOUDARTCHOUK, Jean-Luc, BACH, Sylvie, GRIMBERT, Laurent, RODET-BELARBI, Isabelle, VEYSSIERE, Frédéric (2003): «La villa rustique de Larajadé (Auch, Gers), un petit établissement rural aux portes d'Augusta Auscorum : l'approche archéologique» *Aquitania*, XIX, pp. 181-220.
- BOUIRON, Marc, PAONE, Françoise, SILLANO, Bernard, CASTRUCCI, Colette, SCHERRER, Nadine dir. (2011): *Fouilles à Marseille. La ville médiévale et moderne. Bibliothèque d'archéologie méditerranéenne et africaine*, 7, *Etudes massaliètes*, 10, Errance, 463 p.
- BOURQUIN-MIGNOT, Christine, BROCHIER, Jacques-Elie, CHABAL, Lucie, CROZAT, Stéphane, FABRE, Laurent, GUIBAL, Frédéric, MARINVAL, Philippe, RICHARD, Hervé, TERRAL, Jean-Frédéric et THERY-PARISOT, Isabelle (1999): *La botanique*. Errance, Paris, 207 p.
- BÜTTNER, Stéphane, PRIGENT, Daniel (2006) : « Archéologie des matériaux de construction. Vers une meilleure compréhension des chantiers médiévaux » *Les dossiers d'archéologie* 314, pp. 50-53.
- CABALLE, G. et OLIVARES D. (2003): «Forn per a la producció en època moderna. La fabricació de maons, teules, calç i guix en un entorn preindustrial» *II^e congrès d'arqueologia medieval i moderna a Catalunya. San Cugat del Vallès 18-21 d'abril 2002. Arqueosciència*, pp. 486-494.
- CAGNAT, René et CHAPOT, Victor (1916) : *Manuel d'archéologie romaine. Tome premier. Les monuments. Décorations de monuments. Sculpture*. Paris, A. Picard, XXVI-735 p.
- CAZES, Daniel, ARRAMOND, Jean-Charles, BACH, Sylvie, BOUDARTCHOUK, Jean-Luc, CABAU, Patrice, GRIMBERT, Laurent (1997): *Les fouilles du musée Saint-Raymond à Toulouse (1994-1996). Mémoires de la Société archéologique du Midi de la France*, LVII, pp. 35-53.
- COMET, George (1992): *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIII^e-XV^e siècle)*. Coll. de l'École française de Rome 165, 711 p.
- COMPAN, Emilie, ROURE, Réjane dir., SCRINZI, Maxime, VASCHALDE, Christophe, REY, Tony coll. (2009): *Sondages archéologiques et prospections géophysiques. Espeyran, Saint-Gilles-du-Gard. Rapport d'opérations inédit*, 109 p.
- COUDRAY, J. (1951): «Fours à chaux gallo-romains de Saint-Martin-du-Tertre (Yonne)» *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est*, 2, pp. 196-199.
- COULTHARD, Nicolas (1999): «Les activités artisanales gallo-romaines à Touffréville (Calvados, France), et quelques réflexions sur leur importance dans le développement du site» *Artisanat et productions artisanales dans les provinces du nord-ouest de l'Empire Romain* (POLFER, Michel dir.), *Actes du colloque d'Erpeldange, mars 1999. Monographies Instrumentum*, 9, pp. 165-183.
- COUTELAS, Arnaud (2009): *Le mortier de chaux*. éd. Errance, coll. Archéologiques, Paris, 159 p.

- DE GUIO, Armando et BRESSAN, Carlo (2000): «Tra "archéologie événementielle" e "longue durée" : il caso di studio delle calcare dell'altopiano di Assagio (Vi)» *Archeologia Postmedievale*, 4, pp. 73-86.
- DEMIERRE, Brigitte (2002): «Les fours à chaux en Grèce» *Journal of Roman Archaeology*, 15, pp. 282-296.
- DIX, Brian (1982): «The manufacture of lime and its uses in the western roman provinces» *Oxford Journal of Archaeology*, 1-3, pp. 331-345.
- D'OVIDIO, Anne-Marie (2010): «Marseille. Zones incendiées ouest Saint-Cyr/Carpiagne» *Bilan scientifique régional P.A.C.A.* Service régional de l'archéologie, pp. 144-145.
- DUNY, Anne, BROCHIER, Jacques-Léopold, GIRAUD, Yves (2011): *Site du Razal, Vallon Pont d'Arc, Projet d'Espace de Restitution de la Grotte Chauvet (Ardèche, Rhône-Alpes)*, Rapport de Diagnostic, Cellule archéologique du Conseil Général de l'Ardèche, 188 p.
- DURAND, Aline (2010): «L'émergence d'outils empruntés aux sciences biologiques végétales en archéologie médiévale en France» *30 ans d'archéologie médiévale en France : un bilan pour un avenir. Actes du colloque international de la Société d'archéologie médiévale, Vincennes, 2006*, publications du C.R.A.H.M., pp. 25-38.
- ENLART, Camille (1927): *Manuel d'archéologie française. I. Architecture religieuse. Première partie : périodes mérovingienne, carolingienne et romane*. Paris, CVIII-458 p.
- FIENI, Laura (1997): «Louis Bernard Guyton de Morveau: l'interesse di uno scienziato del XVIII secolo per le calci ed i cementi » *Archeologia dell'architettura*, 2, *supplemento a Archeologia medievale XXIII*, pp. 39-45.
- FIXOT, Michel, GUYON, Jean, PELLETIER, Jean-Pierre, RIVET, Lucien (1986): «Des abords du forum au palais archiépiscopal, étude du centre monumental d'Aix-en-Provence» *Bulletin monumental*, 144-I, pp.195-290.
- FRIZOT, Michel (1975): *Mortiers et enduits peints antiques, étude technique et archéologique*. Université de Dijon, faculté des Sciences humaines, Centre de recherches sur les techniques gréco-romaines, 351 p.-XXVI pl.
- GADAY, Robert (2006): «Orgon, le Défend» *Bilan scientifique régional P.A.C.A.*, Service régional de l'archéologie, p. 159.
- GRENIER, Albert (1934): *Manuel d'archéologie gallo-romaine*, t. VI, 2^e partie, *L'archéologie du sol. Navigation - occupation du sol*, Paris, 1095 p.
- GIMPEL, Jean (1975): *La révolution industrielle du Moyen Age*. éd. du Seuil, coll. Points Histoire, Paris, 1975, 252 p.
- HERBER, J. (1923): «Un four à chaux à Moulay-Idris (Zerhoun)» *Hespéris. Archives berbères et bulletin de l'Institut des hautes-études marocaine*, 3, pp. 421-424.
- JACKSON, D. A., BIEK, L. et DIX, Br. F. (1973): «A Roman Lime Kiln at Weekley, Northants» *Britannia*, IV, pp. 128-140.
- LAVERGNE, David et SUMERA, Franck (2000): «La fabrication de la chaux : une activité pérenne ou occasionnelle pendant l'Antiquité gallo-romaine ?» *Arts du feu et productions artisanales, XX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes* (PETREQUIN, Pierre, FLUZIN, Philippe, THIRIOT, Jacques et BENOIT, Paul dir.), Antibes, pp. 453-456.
- LEROI-GOURHAN, André (1943): *L'homme et la matière*. Paris, Albin Michel, 341 p.
- LEROI-GOURHAN, André (1964-1965): *Le geste et la parole. I. Technique et langage. 2. La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel, 323-285 p.
- MANGIN, Michel, BRUAND, Ary, HEDLEY, Ian (1988): «Un four à chaux du haut Moyen Age à Goux-lès-Dole (Jura)» *Archéologie médiévale* 18, Paris, pp. 273-284.
- MANNONI, Tiziano (1994) : *Caratteri costruttivi dell'edilizia storica*, Gènes, Escum, 270 p.
- MANNONI, Tiziano, PESCE, Gianluca, VECCHIATINI, Rita (2006): «Mortiers de chaux dolomitique avec adjonction de kaolin cuit : l'expérience génoise » *ArchéoSciences* 30, pp. 67-79

- MARTIN, Rolland (1965): *Manuel d'architecture grecque. I, Matériaux et techniques*, A. & J. Picard & Cie, Paris, 522 p.
- MARTIN, Lucas et FOURNIER, Stéphane (2007) : «Saint-Paul-lès-Durance, I.T.E.R.-Cadarache» *Bilan scientifique régional P.A.C.A.* Service régional de l'archéologie, p. 166.
- MENDEZ PEREZ DE PRESNO, Marcelino et LOMBARDECO RICO, Chemi (2005): *Los hornos de cal en el extremo occidental asturiano*. CEDER, Oviedo, 72 p.
- MERTENS, Gilles, ELSEN, Jan, LADURON, Dominique et BRULET, Raymond (2006) : «Minéralogie des silicates de calcium présents dans des mortiers anciens de Tournai» *ArchéoSciences*, 30, pp. 61-65.
- MRABET, Abdelatif (1997): «Introduction à l'étude de la céramique architecturale d'Ifriqiya : état de la question. Données archéologiques et ethno-archéologiques» *La céramique médiévale en Méditerranée. Actes du VI^e congrès de l'A.I.E.C.M2, Aix-en-Provence (13-18 novembre 1995)* (DEMIANS D'ARCHIMBAUD, Gabrielle dir.). Narrations éditions, Aix-en-Provence, pp. 591-600.
- MRABET, Abdelatif (2004): *L'art de bâtir au Jérid. Etude d'une architecture vernaculaire du sud tunisien*. Contraste éd., Sousse, 167 p.
- MÜLLER, Róbert (1976): «Die ungarischen Kalkbrennöfen» *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters*, 4, pp. 69-82.
- MUNOZ JIMENEZ, José Miguel et SCHNELL QUIERTANT, Pablo (2007) : *Hornos de cal en Vegas de Matute (Segovia). El conjunto del Zanco, siglos XVI-XVIII*. Junta de Castilla y Leon. Consejería de Cultura y Turismo, 129 p.
- MUSEE DE LA PIERRE (1996): *Les fours à chaux en Europe. Colloque du 3 septembre 1994*, Maffles, 250 p.
- OLIVARES, D. (1995): *Memorià de la intervenció arqueològica als Fornes de les Alzines de Can Banús*. Generalitat de Catalunya, 31 p.
- OLLIVIER, David et VASCHALDE, Christophe (2010): «Signes. Croquefigues» *Bilan scientifique régional P.A.C.A.* Service régional de l'archéologie, pp. 202-203.
- PALAZZO-BERTHOLON, Bénédicte (2000): «Archéologie et archéométrie des mortiers et des enduits médiévaux. Etude critique de la bibliographie» *Archéologie médiévale*, 29, pp. 191-216.
- PETRELLA, Giovanna (2007): «La produzione della calce : stato degli studi e proposta di scheda di informatizzazione dei dati di un forno da calce» *Archeologia Postmedievale*, 11, pp. 151-172.
- PETREQUIN, Pierre, FLUZIN, Philippe, THIRIOT, Jacques et BENOIT, Paul dir. (2000): *Arts du feu et productions artisanales, XX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Antibes, 628 p.
- REUSCHE, Ehrhard (1977): *Kalköfen in Südosteuropa. Restbestände einer alten Baustoffproduktion*. Veröffentlichung der Abteilung Architektur des Kunsthistorischen Instituts der Universität Köln, Herausgegeben von Günther Binding, Köln, 164 p., 12 pl.
- SAGUI, Lucia (1986): «Crypta Balbi (Roma) : lo scavo nell'edra del monumento romano. Seconda relazione preliminare» *Archeologia medievale*, XIII, pp. 345-354.
- SCLAFERT, Thérèse (1959): *Cultures en Haute-Provence. Déboisements et pâturages au Moyen Age*. S.E.V.P.E.N., coll. Les hommes et la terre, Ecole pratique des hautes études, Paris, 271 p.
- SÖLTER, Walter (1970): *Römische Kalkbrenner im Rheinland*. Rheinland-Verlag G.M.B.H., Düsseldorf, 46 p.
- SUMERA, Franck et VEYRAT, Elisabeth (1997): «Les fours à chaux gallo-romains de "Brétinoust", commune de Sivry-Courtry (Seine-et-Marne)» *Revue archéologique du centre de la France*, 36, pp. 99-130.
- TALLAH, Linda (2004): *Le Luberon et Pays d'Apt. Carte archéologique de la Gaule 84/2*, Paris, 431 p.
- THIEBAULT, Stéphanie (2010): *Archéologie environnementale de la France*. Ed. La Découvert, Paris, 177 p.

- THIRIOT, Jacques (1983): «Bollène (Vaucluse) Saint-Blaise-de-Bauzon. Chroniques des fouilles médiévales» *Archéologie médiévale*, 13, pp. 351-352.
- THIRIOT, Jacques (2006): «Les fours à chaux à deux foyers superposés du XIII^e siècle de Saint-Blaise-de-Bauzon à Bollène (Vaucluse) : une autre façon de cuire la pierre» *Archéologie du Midi Médiéval*, 23-24, pp. 247-263.
- THOMAS, Claude (1999): «Gardanne (Bouches-du-Rhône). Moulin de Valabre. Chronique des fouilles médiévales » *Archéologie médiévale*, 29, p. 385.
- THOMAS, Claude (2000): «L'industrie des chaux et ciments dans la région marseillaise. Les mutations du XIX^e siècle» *Arts du feu et productions artisanales, XX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes* (PETREQUIN, Pierre, FLUZIN, Philippe, THIRIOT, Jacques et BENOIT, Paul dir.), Antibes, pp. 473-484.
- THOMAS, Claude (2009): «Cassis (Bouches-du-Rhône). Four à chaux de la Marcouline» *Archéologie médiévale*, 39, pp. 331-332.
- USCHMANN, Kay-Uwe (2006): *Kalkbrennöfen der Eisen- und römischen Kaiserzeit zwischen Weser und Weichsel. Berliner Archäologische Forschungen* 3, Rhaden/Westf, Verlag Marie Leidorf GmbH, 190 p., 20 pl., 3 cartes.
- VASCHALDE, Christophe (2008a): «Peynier (Bouches-du-Rhône). Vallon de l'Homme Mort» *Archéologie médiévale*, 38, pp. 299-300
- VASCHALDE, Christophe (2008b): «Peynier (Bouches-du-Rhône). Vallon de l'Homme Mort» *Archéologie médiévale*, 38, pp. 301-302.
- VASCHALDE, Christophe (2009a): «La fabrication de la chaux et du charbon de bois dans les collines provençales : un exemple de gestion des ressources naturelles du XIII^e au XVIII^e siècle» *ArScAn - Archéologie du Bassin Parisien, rapport pour l'année 2008*. Nanterre, pp. 57-69.
- VASCHALDE, Christophe (2009b): «Trets (Bouches-du-Rhône). Les Brunets» *Archéologie médiévale*, 39, p. 333.
- VASCHALDE, Christophe (2009c): «Peynier (Bouches-du-Rhône). Bel Homme» *Archéologie médiévale*, 39, p. 333.
- VASCHALDE, Christophe (à paraître): «Sorède. El Forn» *Bilan scientifique régional Languedoc-Roussillon 2010*, Service régional de l'archéologie.
- VASCHALDE, Christophe, DURAND, Aline, FIGUEIRAL, Isabel et THIRIOT Jacques (à paraître a): «Charcoal analysis of lime kiln remains in Southern France : an original process of medieval and modern traditional lime burning» *Charcoal and microcharcoal. Continental and marine records. 4th International Meeting of Anthracology, Brussels, 8-13 september 2008* (s. la dir. de DAMBLON, Freddy et COURT-PICON, Mona), *British Archaeological Reports International Series*.
- VASCHALDE, Christophe, THIRIOT, Jacques, RAMMAH, Mourad et CHEHAIBI, Zouhair (à paraître b): «Fours à chaux et chaufourniers en Méditerranée occidentale. Ethnoarchéologie de l'art de cuire la pierre » *Métiers, savoir-faire et vie professionnelle dans le monde méditerranéen d'après les sources archéologiques. Colloque de l'Institut supérieur des métiers du patrimoine de Tunisie, Tunis, 2-4 décembre 2010*.
- VAYSSETTES, Jean-Louis (2000): «Les tuiliers chaufourniers de Villeneuve-lès-Avignon de la fin du Moyen Age à l'époque moderne» *Arts du feu et productions artisanales, XX^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes* (PETREQUIN, Pierre, FLUZIN, Philippe, THIRIOT, Jacques et BENOIT, Paul dir.), Antibes, pp. 613-628.
- VECCHIATTINI, Rita (1998): «Unità produttive perfettamente organizzate : la calcinare di Sestri Ponente – Genova» *Archeologia dell'architettura, II, supplemento a Archeologia medievale*, XXIV, pp. 141-152.

VIGNAUD, Alain (2002): «Deux fours à chaux modernes près de l'Abri des Fours à Aix-en-Provence (Bouches-du-Rhône)» *Archéologie du T.G.V. Méditerranée. Fiches de Synthèse, tome 3, Antiquité, Moyen Age, époque moderne*. fiche n° 98, Lattes, pp. 883-887.

WILSON, D. R. (1961): «Northants. Roman Britain in 1960» *Journal of Roman Studies*, 51, pp. 175-177.

WILSON, D. R. et HURST, J. G. (1966): «Northamptonshire : Peterborough. Medieval Britain in 1965» *Medieval Archaeology*, X, p. 218.