

Zeitschrift: Bulletin de l'Association Pro Aventico
Herausgeber: Association Pro Aventico (Avenches)
Band: 37 (1995)

Artikel: L'atelier de tuiliers d'Avenches "En Chaplix"
Autor: Eschbach, François / Castella, Daniel / Duvauchelle, Anika
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-245711>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

L'atelier de tuiliers d'Avenches «En Chaplix»

François ESCHBACH et Daniel CASTELLA

Avec la collaboration d'Anika DUVAUCHELLE, de Ian G. HEDLEY et de Claude OLIVE

Résumé

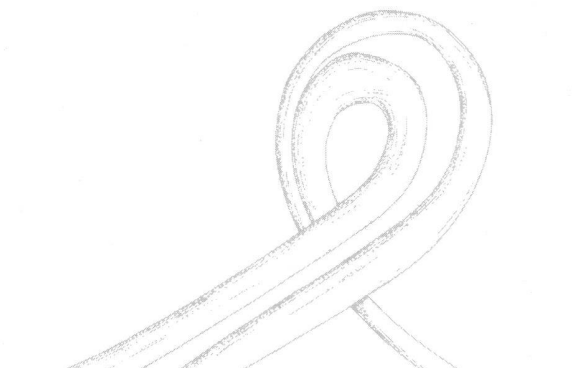
Publication des deux fours de tuiliers explorés en 1994/1995 dans le cadre des travaux autoroutiers au lieu-dit *En Chaplix*. Sans doute liées à la *villa* suburbaine du *Russalet*, ces installations artisanales ont fonctionné simultanément entre la seconde moitié du II^e et le début du III^e s. L'un des fours (four II) frappe par ses dimensions impressionnantes, qui en font l'un des plus grands connus au nord des Alpes. La description des vestiges, remarquablement préservés, est complétée par une discussion consacrée au problème de l'élévation des fours (laboratoire permanent ou temporaire), par la présentation des matériaux produits (tuiles, carreaux) et le catalogue du mobilier récolté (céramique et fer essentiellement). Parmi les problématiques abordées, on peut mentionner celles de la typologie des fours gallo-romains, du combustible, de la quantification de la production, des marques digitées et des empreintes animales sur tuiles (aucune estampille n'a malheureusement été découverte). Une tentative de datation par l'archéomagnétisme a en outre été effectuée (I. G. Hedley). L'utilisation du canal navigable contemporain pour l'embarquement des produits destinés au marché régional (en particulier sur les rives du lac de Neuchâtel) peut être considérée comme vraisemblable.

Sommaire

Résumé / Zusammenfassung	p. 143
Introduction	p. 144
Circonstances de la découverte	p. 144
Cadre géographique et historique	p. 145
Les fours de tuiliers: généralités	p. 148
Les fours de tuiliers: nomenclature	p. 148
Les fours de tuiliers: typologie	p. 149
L'atelier de tuiliers d'Avenches/En Chaplix	p. 151
Présentation générale et attribution typologique	p. 151
L'orientation des fours	p. 151
L'aire de chauffe	p. 154
Description du four I	p. 155
Description du four II	p. 160
L'élévation des fours: la question des laboratoires	p. 169
Éléments de chronologie relative	p. 173
Le fonctionnement de l'atelier	p. 173
Les productions de l'atelier	p. 175
Les structures annexes	p. 179
L'abandon de l'atelier	p. 179
Matériel archéologique et datation	p. 180
Conclusion	p. 186
Conservation et mise en valeur	p. 186
Bibliographie	p. 187

Zusammenfassung

Im vorliegenden Artikel werden die zwei Ziegelbrennöfen publiziert, die im Rahmen der Bauarbeiten der Autobahn N 1 1994/95 östlich des Stadtgebietes von *Aventicum* ausgegraben worden sind. Diese Öfen funktionierten gleichzeitig ungefähr zwischen der Mitte des 2. Jh. und dem Beginn des 3. Jh. Sie standen zweifellos im Zusammenhang mit der in nächster Nähe gelegenen *villa suburbana* «Le Russalet». Ofen II beeindruckt durch seine Dimensionen, die zu den grössten gehören, die nördlich der Alpen bekannt sind. Die Beschreibung der gut erhaltenen Baureste wird durch eine Diskussion über das mögliche Aussehen des ehemaligen Oberbaues ergänzt (Frage der permanenten oder einmalig benutzten Brennkammer). Daneben wird das in diesen Öfen produzierte Baumaterial (Ziegel, Platten) sowie die übrigen Funde (hauptsächlich Keramik und Eisenobjekte) vorgelegt. Zu den im weiteren angesprochenen Problemkreisen zählen die Fragen nach der Typologie der gallo-römischen Ziegelöfen, zum verwendeten Brennmaterial, zur Quantifizierung der Produktion, zu den Handmarken und zu den Tierfussabdrücken. Leider liegt kein einziger Ziegelstempel vor. Es wurde ein Versuch unternommen, die Anlage mit Hilfe von Archäomagnetismus zu datieren (I. G. Hedley). Höchstwahrscheinlich gelangten die für den Export bestimmten Ziegelfabrikate über den gleichzeitig existierenden, schiffbaren Kanal auf den regionalen Markt, der sich wohl besonders rund um den Neuenburgersee erstreckte.



INTRODUCTION

Circonstances de la découverte

En 1990, dans le cadre des travaux archéologiques liés à la construction de l'autoroute R.N.1, une tranchée exploratoire longue de plus de 300 m a été creusée à la pelle mécanique le long d'une piste de chantier parallèle à la route cantonale R.C.601 (route de Berne), à l'extérieur de la ville antique. Cette opération, initiée dans le but de vérifier la présence de murs liés à la grande *villa* suburbaine dite *du Russalet* (fig. 2, 10), localisée l'année précédente grâce à la photographie aérienne (fig. 2, 9), a débouché sur la découverte d'un premier four de tuilier (four I; fig. 2, 11). Légèrement endommagé à cette occasion, l'angle nord-ouest de cette installation a été sommairement docu-

menté et rapidement recouvert. La plus grande partie du four se développant sous la piste de chantier encore en service, il a fallu attendre la désaffectation et le démontage de cet aménagement, en novembre 1994, pour entreprendre une fouille plus large sur le site. Le dégagement superficiel des vestiges a rapidement mis en évidence l'existence d'un second four (four II), de plus grandes dimensions, accolé au précédent et alimenté par une même aire de service. Après une interruption hivernale, l'exploration complète des deux fours a pu être réalisée de mars à juin 1995, sur une surface totale de 225 m².



Fig. 1. Avenches / En Chaplix. Les fours de tuiliers, en direction de l'est. Situation: fig. 36, p. 172. Photo Fibbi-Aeppli, Grandson.

* Placées sous la direction de François Eschbach, les équipes de fouilles de 1994/1995 étaient constituées de Christophe Chauvel, Eduard Dietrich, Willy Eymann, Philippe Gautier, Denis Genequand, Catherine Kouassi-Meyer, Sandrine Reymond, Alain Steudler et Thierry Theurillat. Eva Gutscher et Regula Jordi ont participé au relevé graphique des vestiges, alors que les mesures topographiques ont été réalisées par Michel Vaccarello. La mise au net des relevés et les dessins d'objets ont été effectués par Pascal Friedemann, Eva Gutscher, Alex Moser et Michel Vaccarello. Ian G. Hedley (Département de Minéralogie, Université de Genève) s'est chargé du prélèvement et du traitement des échantillons aux fins de datation archéomagnétique. Anika Duvauchelle a effectué l'inventaire du mobilier en fer. Claude Olive (Muséum d'Histoire Naturelle, Genève) a assumé l'identification des empreintes animales relevées sur les objets de terre cuite. Enfin, Heidi Amrein et Annette Meier (Musée National Suisse, Zurich) ont gracieusement procédé à

l'identification et l'analyse d'un objet en lignite (p. 182-183). Nous adressons nos plus vifs remerciements à tous ces collaborateurs. Nous tenons également à témoigner notre gratitude à Anne Hochuli-Gysel, directrice du site et du Musée Romain d'Avenches, qui a aimablement collaboré à l'organisation des présentations du site aux autorités locales, à la presse et au public. Réalisés sur mandat de l'archéologue cantonal Denis Weidmann et confiés à Archéodunum S.A. (Gollion VD), les travaux de fouilles et de rédaction du présent rapport ont été pris en charge par les Routes Nationales, en application de l'arrêté du Conseil Fédéral du 13 mars 1961 (financement des investigations archéologiques impliquées par la construction des autoroutes). Nos ultimes remerciements vont donc tout naturellement aux représentants de l'archéologie cantonale, Denis Weidmann et Catherine May Castella, ainsi qu'à ceux du Service des Routes et des Autoroutes, en particulier MM. Jean-Pierre Bonzon, Jean-Pierre Mani, Jean-Louis Sagette et Michel Terrin.

Cadre géographique et historique

(CN 1185; 571'010 / 193'730; altit. 437 m)

L'atelier se situe à l'extérieur de la ville antique, à environ 570 m de la porte du Nord-Est de l'enceinte flavienne, au lieu-dit *En Chaplix*. Il s'est installé dans la plaine, au pied même du coteau morainique du *Russalet*. Les principaux éléments du paysage ancien (fig. 2) sont connus grâce à la photographie aérienne et, surtout, grâce aux fouilles effectuées dès 1986 dans le cadre des travaux d'aménagement autoroutiers¹.

Les fours (fig. 2, 11) sont de toute évidence liés à la vaste villa suburbaine du *Russalet*. De cet établissement d'une superficie impressionnante, on ne sait à vrai dire que peu de chose, si ce n'est que sa *pars urbana* devait se situer à flanc de coteau, à environ 220 m de là (fig. 2, 9).

Le périmètre de son mur d'enclos est mal connu, sinon en bordure de la route romaine du Nord-Est et dans le secteur de l'ensemble cultuel et funéraire. La tuilerie se situe-t-elle à l'intérieur de cette enceinte ?² La réponse à cette question est incertaine: la limite orientale de l'enclos, qui nous intéresse plus particulièrement, est en effet très floue et n'a pas été rencontrée dans le long sondage exploratoire de 1990. Un mur (de terrasse ?) semble se prolonger vers l'est au-delà du secteur de la tuilerie. Par ailleurs, une structure isolée, de plan carré (concentrique ?) légèrement désaxé, a été repérée sur les photographies aériennes de 1989, sur le coteau, presque à la longitude de l'atelier (fig. 2, 12). S'il s'agit d'un temple de caractère indigène (*fanum*) lié à la

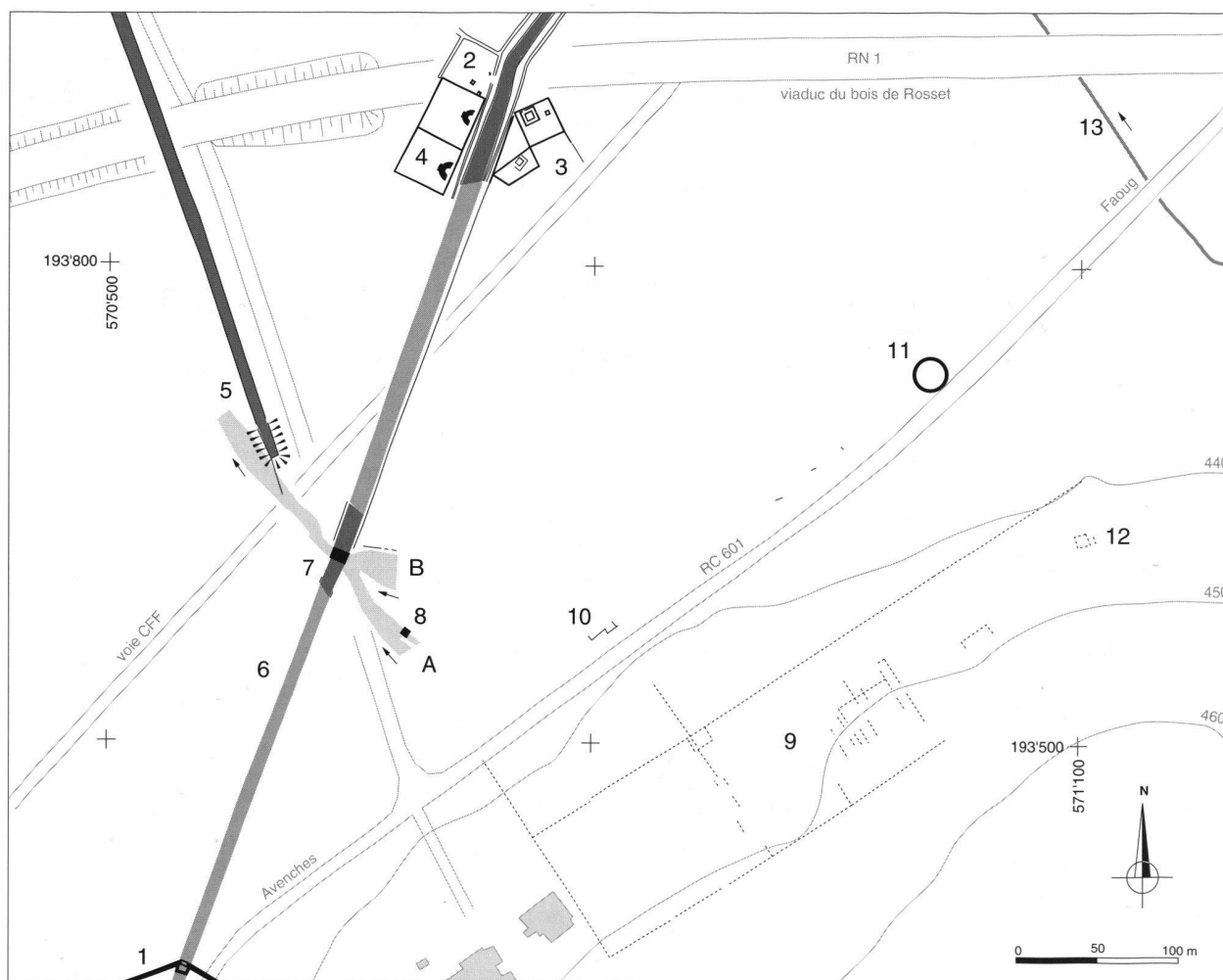


Fig. 2. Avenches / En Chaplix. Plan général du site (état 1995). 1: mur d'enceinte; 2: nécropole; 3: sanctuaire; 4: monuments funéraires; 5: canal romain; 6: route du Nord-Est; 7: pont romain; 8: moulin hydraulique; 9: villa suburbaine du Russalet (photographie aérienne de 1989); 10: murs rattachés à la villa (fouilles 1990); 11: fours de tuiliers; 12: fanum ? (photographie aérienne de 1989); 13: Chandon (cours actuel de la rivière). A, B et C: anciens bras du Chandon.

1. Les références bibliographiques essentielles sont recensées dans le tableau synoptique de la p. 146.

2. Comme par exemple à Vicques JU: A. GERSTER, *La villa gallo-romaine de Vicques/Délémont/Jura*, Porrentruy, 1983.

Tableau synoptique

DATATION		EVENEMENTS	FIG.	DANS LA VILLE D'AVENCHES	REFERENCES
dendrochron.	archéologique				
	fin I ^{er} s. av. J.-C.	création du sanctuaire	fig. 2, 3		AS 13.1, 1990, p. 2-9
		premières traces d'occupation dans le secteur en amont du canal	fig. 2, 5		
	c.1-10 ?			fondation de la ville romaine	
c.5/6		aménagement du quai (port de rive)			AS 5.2, 1982, p. 127-131 Castella 1987, p. 6 et fig. 2
	c.14-37 (Tibère)			premier état du <i>forum</i> de la ville	BPA 31, 1989, p. 12-105
c.23-28		édification du monument funéraire nord	fig. 2, 4		AS 13.1, 1990, p. 2-30
	c.25	aménagement de la route <i>du Nord-Est</i>	fig. 2, 6		<i>ibidem</i>
		réaménagement du sanctuaire	fig. 2, 3		<i>ibidem</i>
	c.40	édification du monument funéraire sud	fig. 2, 4		<i>ibidem</i>
c.45		premier état de construction du pont de la route <i>du Nord-Est</i>	fig. 2, 7		
c.57/58		construction du moulin hydraulique	fig. 2, 8		Castella <i>et al.</i> 1994
		travaux de réfection dans le secteur du pont	fig. 2, 7		
c.63-70		travaux de réaménagement au moulin hydraulique	fig. 2, 8		<i>ibidem</i>
		travaux de réfection sur le pont de la route <i>du Nord-Est</i>	fig. 2, 7		
				élévation de la ville au rang de colonie	AS 13.1, 1990, p. 26-27
c.72-77 (enceinte)	c.69-79 (Vespasien)		fig. 2, 1	construction du mur d'enceinte	
			fig. 2, 6	aménagement de la route <i>de l'Est</i>	BPA 33, 1991, p. 136-139
	c.80	abandon du moulin hydraulique	fig. 2, 8		Castella <i>et al.</i> 1994
	c.100/120 ?	réouverture de la route <i>du Nord-Est</i>	fig. 2, 6		AS 13.1, 1990, p. 26-27
		rapide extension de la nécropole d' <i>En Chaplix</i>	fig. 2, 2		ASSPA 72, 1989, p. 272-280 BPA 33, 1991, p. 139-141
c.125		ouverture du canal	fig. 2, 5		BPA 27, 1982, p. 24-26 ASSPA 74, 1991, p. 254-255
		érection du monument à Silvain et Neptune	fig. 2, 5		AS 13.4, 1990, p. 185-186
c.148		travaux de réfection sur le canal	fig. 2, 5		BPA 27, 1982, p. 24-26
c.159/160		réaménagement du secteur amont du canal (étayage des berges)	fig. 2, 5		
		travaux de réfection sur le tronçon aval du canal			<i>ibidem</i>
		reconstruction du pont de la route <i>du Nord-Est</i>	fig. 2, 7		
	c.150-200/250	essor maximal de la villa <i>du Russalet</i>	fig. 2, 9		
		activité des fours de tuiliers	fig. 2, 11		
c.170		derniers travaux de réfection attestés sur le canal	fig. 2, 5		<i>ibidem</i>
	dès c.200	abandon et comblement progressif du canal	fig. 2, 5		BPA 27, 1982
		abandon progressif de la nécropole d' <i>En Chaplix</i>	fig. 2, 2		
	c.250/270 ?	démantèlement des monuments funéraires ?	fig. 2, 4	abandon progressif de la ville	
	IV ^e s.	dernières traces de fréquentation du sanctuaire (monnaies)	fig. 2, 3		AS 13.1, 1990, p. 10

villa, il est possible que l'on se situe à cet endroit à l'extérieur de son périmètre circonscrit³. Ainsi, en l'état actuel des connaissances, il semble plus prudent de ne pas se prononcer sur la situation précise de l'atelier par rapport à l'enclos de la *villa* et de se contenter d'y voir un élément constitutif, interne ou externe, de sa *pars rustica* ou plus précisément de sa zone artisanale⁴.

Voisine de la ville⁵ - et donc de sa clientèle principale -, l'officine est également très proche de ses matières premières, ce qui est l'une des conditions déterminantes pour

le choix d'un site de production de tuiles ou de céramique. Elle se trouve en effet à proximité immédiate de gisements d'argile, encore exploités par les tuiliers du début du XX^e siècle⁶. L'eau est également toute proche

3. Les aménagements culturels de ce type liés à des *villae* semblent en effet le plus souvent situés à l'extérieur des enclos. Voir par exemple le cas d'Yvonand/Mordagne VD: ASSPA 77, 1994, fig. 1, p. 144. A Dietikon ZH, toutefois, l'ensemble cultuel se situe à l'intérieur de l'enclos...: V. REY-VODOZ, La Suisse dans l'Europe des sanctuaires gallo-romains, dans: Ch. GOUDINEAU *et al.* dir., *Les sanctuaires de tradition indigène en Gaule romaine*, Actes du colloque d'Argentomagus (octobre 1992), Paris, 1994, p. 11.

4. Le moulin hydraulique néronien fouillé en 1990/1991 (fig. 2, 8) pourrait bien se rattacher à la *pars rustica* d'un état précoce de la *villa*: CASTELLA *et al.* 1994. Des témoins d'autres activités artisanales (charpenterie navale(?), métallurgie, céramique) ont été mis en évidence, principalement dans le secteur en amont immédiat du canal (fig. 2, 5).

5. Pour des raisons de sécurité principalement (risques d'incendie), les tuileries se situent en général en périphérie ou à l'écart des zones d'habitat. Dardaine et Waton, par exemple, citent la loi césarienne d'Urso en Bétique (actuelle Osuna, Andalousie) interdisant l'installation de tuileries dans ses murs: DARDANE/WATON 1986, p. 349 et note 38.

6. Une publication géologique de cette époque mentionne la tuilerie d'Avenches (dans le quartier de *Saint-Martin*) et situe ses terrains d'extraction dans la plaine, non loin du secteur cultuel et funéraire d' *En Chaplix*, ainsi qu'à l'est du *Chandon*: LETSCH *et al.* 1907.

puisque un ancien bras du *Chandon* passait à quelques dizaines de mètres seulement de l'installation⁷. Le bois, nécessaire en grande quantité en tant que combustible, était sans doute immédiatement disponible sur place, dans un premier temps tout au moins.

Par ailleurs, l'atelier ne se trouve qu'à 400 m de l'extrémité amont du canal navigable contemporain (fig. 2, 5). Nous reviendrons plus loin sur le lien fonctionnel probable entre ces deux installations.

La lecture du tableau synoptique de la p. 146 montre que, du point de vue chronologique⁸, l'activité des tuiliers coïncide avec l'essor maximal de la nécropole, les diverses phases d'aménagement du canal et la plupart des activités mises en évidence dans le secteur amont de ce même ouvrage. La fin de l'époque antonine et le début de la dynastie sévérienne correspondent de toute évidence à l'«âge d'or» de cette fastueuse propriété.

La stratigraphie du site (fig. 10, 12, 20, 23 et 25)

Couches	Fig.	Description sommaire	Situation	Interprétation	
1a	10, 12, 20, 23, 25	Limon sableux	Fours I et II		Niveaux "stériles", de formation pré-romaine
1b	10, 12, 20	Sables et graviers	Fours I et II		
2	10, 12, 20	Argile gris-beige	Fours I et II		
3	10, 12, 20, 23	Limon sableux brun-beige	Fours I et II		
4	10, 12, 20, 23	Pierres calcaires	Fours I et II	Couronnement supérieur de la fosse des fours	Niveaux d'aménagement des fours
4a	23	<i>Tegulae</i> disposées horizontalement	Four II	Couronnement de <i>tegulae</i>	
5	10	Sable fin, compact	Four I (alandier)	Remblai d'aménagement ?	
6	12	Niveau compact d'éclats de tuiles surcuites	Four I (ch. de chauffe)	Drainage ?	
7	20	Dalles de terre cuite	Four II	Dallage de fond	
8	10, 20	Limon sableux, fragments de tuiles, galets	Fours I et II (alandiers)	Comblement supérieur des tranchées d'installation des alandiers	Niveau d'utilisation du four I
9	10	Fin niveau de cendres grises, compactes	Four I (alandier)		
10 a	10, 12, 20, 23	Limon sableux, mêlé de fragments de tuiles	Fours I et II		
10 b	23	Argile, mêlée de fragments de tuiles	Four II (ch. de chauffe)		
10 c	20, 23	Niveau compact d'éclats de tuiles surcuites	Four II		Niveaux d'abandon et de comblement des fours

R: rubéfaction

N.B.: Les niveaux de circulation extérieurs contemporains des fours se situent au sommet de la couche 3.

7. L'emplacement exact de ce bras de rivière n'est pas connu dans ce secteur. Il est attesté en aval non loin de l'extrémité méridionale du canal romain, où la route le franchit par un pont de bois (fig. 2, 5). Il est assez probable qu'il se situe ici un peu au sud de l'atelier.

8. Pour la datation de l'atelier, voir ci-dessous, p. 180-185.

LES FOURS DE TUILIERS: GENERALITES

Les fours de tuiliers: nomenclature

Le four de tuilier gallo-romain est, dans son principe (tirage vertical), tout à fait analogue au four de potier, bien qu'en règle générale les fours de tuiliers soient de grandes dimensions et de plan rectangulaire, alors que la majorité des fours de potiers est caractérisée par une taille plus modeste et un plan général circulaire⁹. Les différents éléments constitutifs du four de tuilier décrits ici sont donc *grosso modo* les mêmes que ceux rencontrés dans un four de potier (fig. 3).

L'aire de chauffe (1) est la zone de travail située en avant du four et dans laquelle se tiennent les chauffeurs chargés d'alimenter le feu. Il s'agit d'une fosse dont le fond est au même niveau que celui de l'alandier et à laquelle on accède par une rampe, aménagée dans certains cas.

L'alandier (2) est la galerie reliant l'aire de chauffe à la chambre de chauffe. C'est par là qu'est introduit le combustible. Sa présence se justifie par la volonté de mettre le feu à l'abri des courants d'air violents et d'assurer un contrôle optimal des paliers de température¹⁰. Généralement d'une

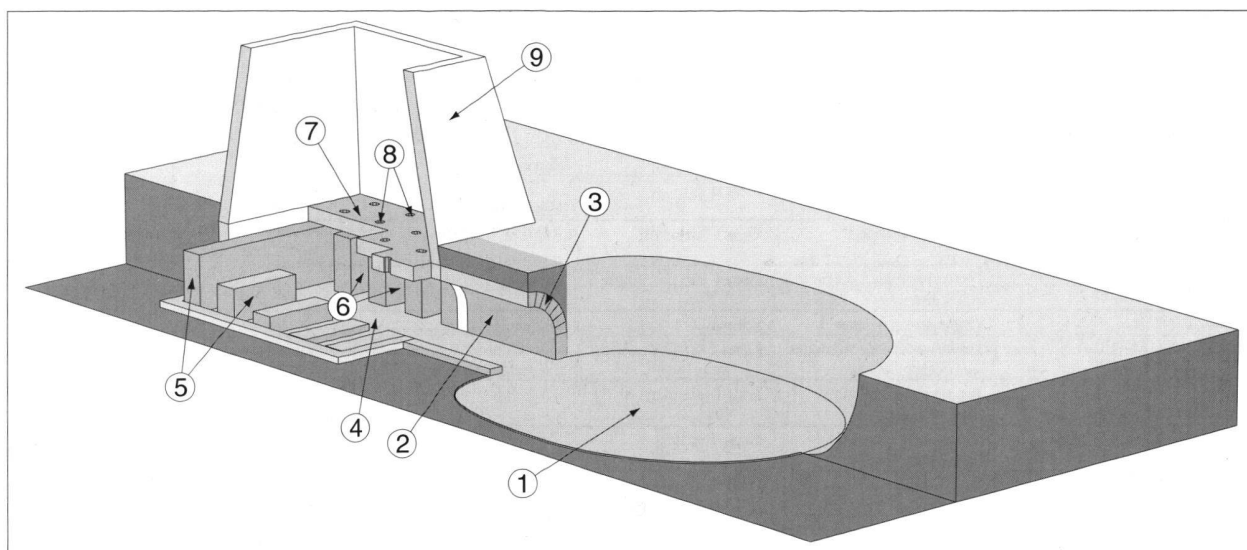


Fig. 3. Four de tuilier (perspective schématique). Les chiffres renvoient au texte et au glossaire ci-dessous.

Français	Deutsch	English	Fig. 3
aire de chauffe aire de service	Bedienungsraum Feuerungsraum Schürplatz	stokehole stoke-pit	1
alandier	Schürhals	flue fire-tunnel <i>prae-furnium</i> (lat.)	2
gueule gueulard bouche	Schürloch	mouth	3
chambre de chauffe	Feuerkammer Feuerungskammer Heizraum Heizstollen	combustion chamber	4
murets	Zungenmauern Stützmauern	cross walls flue walls	5
conduits de chaleur	seitlichen Züge Querzüge	cross flues	6
sole	Brennrost Rost Einstellboden Brennboden	oven floor	7
carneaux	Füchse Pfeifen	vents	8
laboratoire	Brennkammer Brennraum	firing chamber oven	9

9. Les exceptions sont néanmoins légion... Des fours de potiers rectangulaires, parfois de grandes dimensions, sont par exemple régulièrement attestés dans les grands centres de production de sigillée. Par ailleurs, quoique relativement rares au nord des Alpes, les fours de tuiliers circulaires sont représentés sur le site même d'Avenches: voir CASTELLA, *supra*, p. 113-141, en partic. p. 122-126. La détermination d'une production par la forme générale du four est d'ailleurs une idée reçue à abandonner. Ainsi, des tuiles et des briques peuvent parfaitement cuire sur un four circulaire, de même qu'un four rectangulaire pourra être chargé d'amphores ou d'autres récipients. On dira même qu'un four de l'un ou l'autre type, pour autant qu'il soit assez grand, peut accueillir des chargements mixtes ou alternés de matériaux de construction et de récipients, comme l'ont notamment démontré les découvertes de Sallèles d'Aude, près de Narbonne F: certains des fours y fonctionnaient avec des chargements mixtes, en particulier de matériaux de construction et d'amphores vinaires: LAUBENHEIMER 1995, p. 26 et fig. p. 23. Voir aussi LE NY 1988 a, p. 33-34 et CUOMO DI CAPRIO 1979, p. 91.

10. Voir ci-dessous, p.174.

longueur supérieure à 2 m, il protège également les chauffeurs d'une chaleur trop importante.

La **gueule** (3) est l'ouverture de l'alandier, du côté de l'aire de chauffe.

La **chambre de chauffe** (4) est la partie principale du foyer. Située au niveau inférieur du four, c'est elle qui accueille le feu. Le fond est parfois garni de dalles qui en facilitent l'entretien. La chambre de chauffe peut être double et, dans ce cas, être alimentée par un alandier unique ou deux alandiers indépendants.

On réunit parfois l'alandier et la chambre de chauffe sous l'appellation de **foyer**.

Les **murets** (5) sont des cloisonnements internes du foyer, perpendiculaires à l'alandier. Leur nombre varie selon les dimensions du four. Généralement faits de tuiles, ils soutiennent la sole et comportent une ou deux voûtes délimitant la (les) chambre(s) de chauffe. Certains murets sont percés d'ouvertures latérales supplémentaires pour la circulation des gaz. L'espace entre deux murets est appelé **conduit de chaleur** (6). D'autres modes de soutènement de la sole (piliers, languettes, banquettes), rares dans les fours de tuiliers, sont brièvement mentionnés dans le chapitre suivant.

Toutes les parties décrites ci-dessus se situent en général au-dessous du sol de circulation contemporain.

La **sole** (7) est la plate-forme du laboratoire, sur laquelle est déposée la charge à cuire. Elle est souvent constituée d'une ou plusieurs couches d'argile, mêlées ou non de fragments de tuiles. La sole est, dans les fours de tuiliers, presque toujours aménagée au niveau du sol de circulation extérieur de manière à faciliter le chargement. Soutenue par les murets, elle est percée de trous, les **carneaux** (8), qui laissent monter à l'intérieur du laboratoire les gaz dégagés par le feu. Certains fours ne possédaient pas de sole, le chargement étant alors directement déposé sur les éléments de soutènement.

Le **laboratoire** (9) constitue la chambre supérieure du four, partiellement ou intégralement en élévation, à l'intérieur de laquelle on place la charge à cuire. Il peut être permanent (maçonné de pierres ou de briques) ou temporaire (détruit après chaque fournée)¹¹. Dans la plupart des cas, le laboratoire n'est conservé que sur une faible hauteur ou a totalement disparu, et sa restitution est le plus souvent très hypothétique.

Les fours de tuiliers: typologie

Fondée sur un recensement des installations connues en France, la typologie des fours de tuiliers gallo-romains la plus complète et la plus récente est celle proposée par F. Le Ny¹². Elle reprend, dans ses grandes lignes et en le complétant, le classement établi par N. Cuomo di Caprio¹³, en y ajoutant également un type signalé en Grande-Bretagne par A. McWhirr¹⁴. L'appartenance typologique des fours est déterminée par le plan de leur infrastructure. Trois catégories générales ont ainsi été retenues: les fours circulaires (type I), les fours rectangulaires (type II) et les fours de type «canal» (type III). Ces derniers, peu fréquents et au fonctionnement mal connu, occupent une place à part au sein des fours rectangulaires¹⁵. À l'intérieur des deux groupes principaux (I et II), on distingue plusieurs types, selon le système adopté pour le soutènement de la sole (fig. 4).

Le recensement opéré par F. Le Ny montre qu'en Gaule romaine les fours rectangulaires sont de loin les plus fréquents (81 %) et que, parmi ceux-ci, le type II E et ses variantes II E' et II E'' dominent très largement (55,7 % de l'ensemble des fours)¹⁶. Relativement simples à réaliser, ces installations permettent une répartition et une circulation optimales de la chaleur sous la sole et leur alimentation en combustible est aisée, du moins pour les fours de petites et moyennes dimensions. À cet égard, l'étude métrologique de F. Le Ny montre que les tuiliers ont en général opté pour des installations relativement modestes: les laboratoires des fours de type II E, par exemple, mesurent le plus souvent entre 2,5 et 3,5 m de côté¹⁷.

Outre les critères distinctifs principaux mentionnés ci-dessus, liés au plan de l'infrastructure, d'autres caractères peuvent être pris en compte dans le classement des installations: il s'agit par exemple du caractère permanent ou temporaire du laboratoire, de la présence ou de l'absence de l'alandier ou de la sole, ou de la morphologie des conduits de chaleur pour les fours E, F et variantes¹⁸. Ces caractéristiques sont toutefois plus difficiles à mettre en évidence, en particulier pour des raisons liées à l'état de conservation des vestiges et au caractère imprécis et lacu-

11. LE NY 1988 a, p. 29-32. Voir ci-dessous, p. 169-173.

12. LE NY 1988 a, p. 39-56 et fig. 22a, 22b et 23.

13. CUOMO DI CAPRIO 1979.

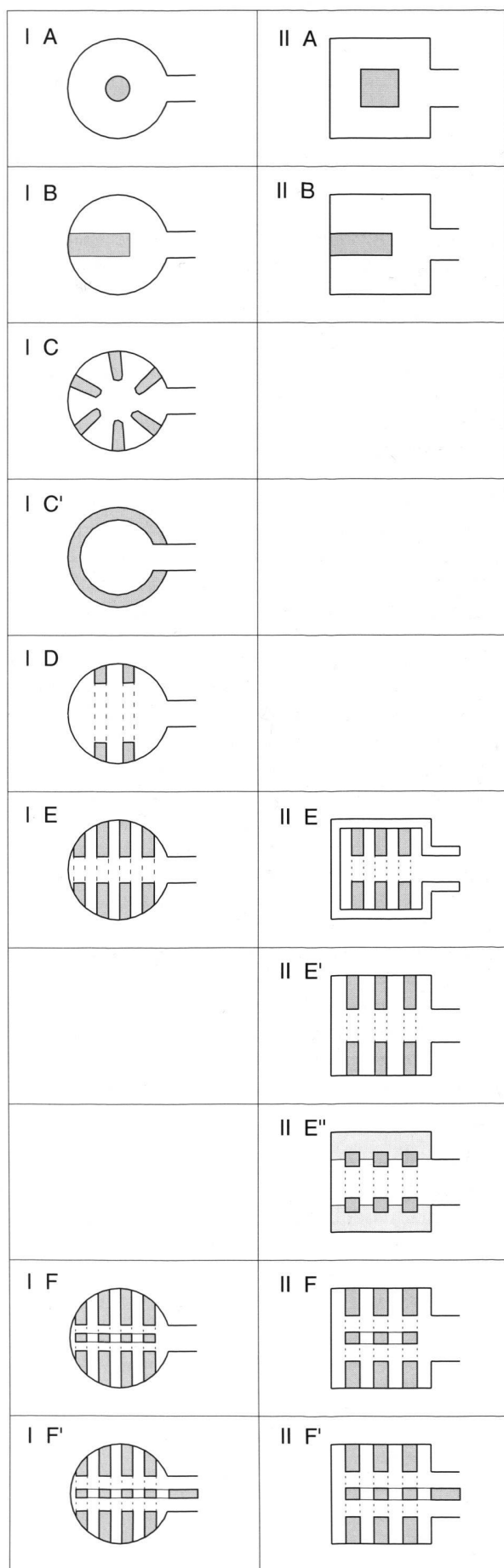
14. MCWHIRR 1979.

15. Il s'agit de structures étroites et allongées, sans éléments de soutènement internes, dans lesquelles il est difficile de distinguer l'alandier de la chambre de chauffe. Un four de ce type a été découvert récemment à Courgevans FR, à quelques kilomètres d'Avenches: *Archéologie fribourgeoise. Chronique archéologique 1987/1988*, Fribourg, 1990, p. 28-30 (F. Saby).

16. Par ailleurs, la totalité des fours à murets transversaux de plan circulaire ou rectangulaire (E, F et variantes) représente 84 % des fours recensés en Gaule.

17. LE NY 1988 a, p. 50-55 et en particulier fig. 29, n° 22, p. 51.

18. *Ibidem*, p. 55-56 et fig. 33. L. Berger propose également une typologie des conduits de chaleur: BERGER 1969, p. 18-19 et fig. 14.



naire de la documentation disponible (en particulier pour les découvertes anciennes).

Du point de vue de la distribution géographique et chronologique des types de fours, l'étude de F. Le Ny semble faire apparaître une évolution du four circulaire vers le four rectangulaire, sensible aussi bien dans le temps que dans l'espace: en effet, les fours circulaires, apparemment majoritaires en Italie et absents en Grande-Bretagne, sont rares en Gaule. Les exemplaires recensés par F. Le Ny sur territoire français se situent tous, peut-être à une exception près, dans le Midi et le Sud-Ouest¹⁹ et sont datés du I^{er} siècle de notre ère. Dès la seconde moitié de ce siècle et jusqu'au Bas-Empire, le four rectangulaire II E et ses variantes se développent et prédominent dans toute la Gaule²⁰.

Fig. 4. Plans schématiques de l'infrastructure des divers types de fours de tuiliers gallo-romains. D'après LE NY 1988 a, fig. 22, p. 42-43.

IA	IIA	La sole est soutenue par un pilier central.
IB	IIB	La sole est soutenue par un éperon central.
IC		La sole est soutenue par des éperons latéraux.
IC'		La sole est soutenue par une banquette périphérique.
ID		La sole est soutenue par deux arches transversales.
IE	IIE	La sole est soutenue par des murets transversaux. Le four possède un couloir central et un alandier.
	IIE'	La sole est soutenue par des murets transversaux. Le four possède un couloir central et un alandier. Le four est aménagé dans le substrat, sans murs externes maçonnés.
	IIE''	La sole est soutenue par deux banquettes latérales et des arcs de voûte transversaux prenant appui sur ces banquettes.
IF	IIF	La sole est soutenue par des murets transversaux et un éperon central. Le four possède deux couloirs de distribution (chambre de chauffe double) et un alandier unique.
IF'	IIF'	La sole est soutenue par des murets transversaux et un éperon central. Le four possède deux couloirs de distribution (chambre de chauffe double) et deux alandiers.

19. Rappelons toutefois l'existence des deux (ou trois) fours circulaires avenchois présentés dans ce même volume: CASTELLA, *supra*, p. 113-141, en particulier p. 122-126.

20. Le nombre d'installations clairement datées est néanmoins encore nettement insuffisant pour étayer et affiner cette chrono-typologie.

L'ATELIER DE TUILIERS D'AVENCHES / EN CHAPLIX

Présentation générale et attribution typologique

Alimentés par une aire de chauffe commune, les deux fours d'*En Chaplix* sont étroitement imbriqués et disposés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre. Situé à 40 cm sous la surface du sol actuel, leur niveau d'apparition correspond *grosso modo* à celui du niveau de circulation antique, qui coïncide lui-même avec le sommet de leur chambre de chauffe. Quoique situés sous très faible couverture, les fours ont été partiellement protégés des labours par le large talus de la route cantonale. Leur infrastructure est particulièrement bien conservée: seules quelques voûtes de murets transversaux et celles des alandiers ont subi quelques dommages, alors que l'entourage de pierres calcaires du four I a été détruit dans son angle ouest par le sondage mécanique de 1990. La sole du four II est partiellement préservée, alors que celle du four I a totalement disparu²¹. Aucune trace d'occupation antérieure à la construction des fours n'a par ailleurs été mise en évidence.

Quoique de dimensions très différentes, les deux fours possèdent une infrastructure identique, de plan rectangulaire, caractérisée par des murets transversaux à ouverture centrale voûtée, une chambre de chauffe et un alandier uniques. La présence de ces éléments, ainsi que l'absence de murs externes maçonnés permettent de les attribuer au type II E' de la typologie de F. Le Ny²². Assez curieusement, cette variante ne compte que cinq représentants dans l'inventaire des fours français (6.8 % de l'ensemble), alors que les fours de plan identique mais avec un mur externe (II E) sont les plus nombreux (30.4 %). En considérant la médiocre qualité des documents originaux - graphiques en particulier - constituant le *corpus* de référence de F. Le Ny, on peut se demander si la distinction entre les deux types est pertinente pour chaque site²³: un certain nombre des fours attribués au type II E ne possèdent-ils pas en réalité qu'un simple entourage de pierres plutôt qu'un mur fondé, à l'image des fours avenchois ? L'absence de murs extérieurs ou d'entourages de pierres

dans certains fours du type II E' n'est-elle pas simplement liée à l'état de conservation des vestiges ? En réalité, parmi les fours du type II E, très rares sont les cas où la présence du mur externe permet réellement d'assurer la présence d'un laboratoire permanent, ce qui est l'enjeu final de cette problématique²⁴. Il est probable que, dans nombre de cas, ce mur, interrompu au niveau de la sole ou peu au-dessus, ne soit en fait qu'un simple revêtement des parois de la chambre inférieure du four ou qu'il ait uniquement servi à asseoir les parois d'un laboratoire temporaire. Ainsi, dans le cas des fours d'Avenches, comme nous le verrons un peu plus loin, l'hypothèse de laboratoires temporaires nous paraît plus vraisemblable, malgré la présence des «fondations» périphériques de pierres calcaires.

De ces considérations, il ressort que la typologie de F. Le Ny n'est pas sans équivoque. Il paraît donc plus judicieux d'associer les fours avenchois au groupe élargi des installations rectangulaires, à murets transversaux et à chambre de chauffe et alandier uniques, qui réunit plus du tiers des fours recensés en France et auxquels se rattachent en particulier, sur le territoire suisse, les fours de Kaiseraugst AG, de Sargans SG, de Chancy GE et de Bellevue GE²⁵.

L'orientation des fours

On sait que le bon fonctionnement d'un four est en grande partie dépendant de la régularité de la circulation interne des gaz chauds²⁶. L'orientation paraît donc être un facteur déterminant, le but étant de limiter autant que possible les problèmes de tirage occasionnés par les vents. Les tuiliers, en règle générale, placent la gueule du four à l'opposé des vents dominants. Si le four I, ouvert au nord-est, paraît bien positionné, on ne peut en dire autant du four II, le plus récent, dont la gueule est orientée perpendiculairement, au nord-ouest, c'est-à-dire exposée au Vent. Bien qu'on puisse admettre que les deux fours accolés ont pu s'abriter mutuellement, cette protection pourrait bien avoir été insuffisante, comme semble le démontrer l'existence d'un muret sommairement aménagé en paravent au fond de l'aire de service (fig. 5 et 35, B)²⁷.

21. Il se peut toutefois que ce four n'ait jamais possédé de sole: voir ci-dessous, p. 159.

22. La définition précise du type II E' est la suivante: «(...) la sole (...) est supportée par des murets de soutènement reliés entre eux par des arcs de voûte qui préservent un couloir central de distribution d'air chaud; des conduits répartissent latéralement la chaleur; la particularité de ce type est d'être simplement aménagé dans le substrat sans murs externes maçonnés»: LE NY 1988 a, p. 41. Voir aussi ci-dessus, p. 149-150. Les fours avenchois peuvent également être attribués au type II B de N. Cuomo di Caprio: CUOMO DI CAPRIO 1979, fig. 5.2, p. 76.

23. De qualité supérieure, la documentation disponible pour les sites britanniques semble également mettre en évidence une nette prédominance du type II E: MCWHIRR 1979.

24. Voir ci-dessous, p. 169-173.

25. Kaiseraugst AG: BERGER 1969; TOMASEVIC-BUCK 1982. Sargans SG: FREI 1971. Chancy GE: CAILLER/BACHOFEN 1922. Bellevue GE: PAUNIER 1972. Voir aussi: HARTMANN/WEBER 1985, p. 176 (Kaisten AG) et 196-197 (Rapperswil AG).

26. LE NY 1988 a, p. 26-27.

27. Voir ci-dessous, p. 154.

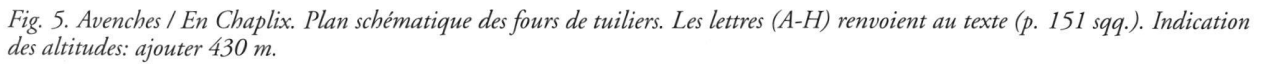




Fig. 6. Avenches / En Chaplix.
Plan détaillé des fours de tuiliers.

L'aire de chauffe

Commune aux deux fours, l'aire de chauffe (fig. 5) est une simple excavation en cuvette ménagée dans le sol naturel²⁸. Bien qu'elle ne soit pas délimitée avec certitude en direction du nord, on peut estimer les dimensions maximales de cette fosse à 5 x 7 m. Les différents décapages effectués à l'intérieur permettent de restituer une pente douce de l'est en direction de la gueule des fours, où le niveau le plus profond est atteint. Cette pente permet l'accès aux alandiers situés environ 1.4 m sous le niveau de circulation extérieur; elle ne comporte aucune trace de marches, ni de sol aménagé.

L'aire de chauffe est limitée à l'ouest par l'alandier du four I et au sud par celui du four II, ainsi que par un muret de 2.2 m de long, conservé sur une hauteur maximale de 60 cm et constitué de fragments de *tegulae* posés horizontalement et liés à l'argile (fig. 5, A et fig. 21). Il s'agit manifestement d'un aménagement destiné à renforcer la paroi sud, verticale, de l'aire de chauffe et à la protéger contre l'érosion et les impacts des importantes charges de bois qui transitaient devant l'entrée du four²⁹. Ce muret de tuiles possède un symétrique du côté ouest (fig. 5, A'), plus court et fort endommagé, rejoignant le piédroit sud de l'alandier du four I. Cet aménagement permet d'attester le fonctionnement simultané des deux fours.

En direction du nord, les limites de la fosse sont plus floues, perturbées notamment par la tranchée exploratoire de 1990. Toutefois, un amoncellement non appareillé de pierres calcaires jaunes informes et de fragments de tuiles (fig. 5, B et fig. 7), dans le prolongement du piédroit nord de l'alandier du four I, semble former une séparation entre le foyer proprement dit (fig. 5, C) et le reste de la fosse, sur une longueur légèrement supérieure à un mètre. La forte concentration de fragments de tuiles et les traces de rubéfaction limitées à l'intérieur de ce périmètre (*i.e.* au sud de cet alignement) confortent cette proposition. Il est clair que ce prolongement du piédroit ne fait pas partie de l'aménagement originel mais est plutôt le résultat du rejet répété des déchets encombrant l'aire de chauffe. Il est néanmoins possible que ce «muret», relativement élevé, ait également servi à abriter des coups de vent la gueule du four II (fig. 35, B)³⁰.

Le niveau de travail de l'aire de chauffe, à l'entrée des alandiers, est constitué d'une simple couche de fragments de tuiles surcuites grossièrement nivelée et déposée directement sur le sable naturel, dans un but probable d'assainissement et de drainage. Curé de façon répétée, ce niveau était sans doute rechargé d'argile crue ou de quelques pelletées de terre afin d'en réduire les irrégularités. Ce type de réfection est attesté devant l'entrée de l'alandier du four I sous la forme d'une couche d'argile grise recouvrant les surcuits qui tapissent le fond de l'aire de chauffe. Lorsque l'épaisseur des déchets de cuisson devenait trop importante, ceux-ci étaient vraisemblablement repoussés sur le côté, finissant par créer une sorte de couronne autour du foyer. Il importait en effet d'éviter que le niveau de fond de l'aire de chauffe ne soit plus élevé que celui des alandiers afin de prévenir tout risque d'inondation à l'intérieur même des fours.

Le regroupement de plusieurs fours autour d'une même aire de chauffe n'est pas un cas isolé³¹. Ce choix présente plusieurs avantages: creusement d'une seule fosse; approvisionnement en combustible simplifié; protection



Fig. 7. Avenches / En Chaplix. Vue en plan d'un décapage dans l'aire de chauffe. Les éléments effondrés de l'alandier du four II sont clairement visibles à gauche. En haut au centre, le «muret» limitant le foyer vers le nord (situation: fig. 5: B). Situation: fig. 36, p. 172.

28. Voir par exemple LE NY 1988 b, p. 101-107: Bas-Rouault en Tressé (Ille-et-Vilaine) F.

29. C'est aussi la fonction attribuée à ce type d'aménagements dans l'aire de chauffe du four de Saint-Maurice-de-Ventalon (Lozère) F: DARDAIN/WATON 1986, p. 339-340 et fig. 3A. Des retours perpendiculaires aux piédroits de l'alandier sont signalés dans plusieurs fours de tuiliers, par exemple au Bas-Rouault en Tressé (Ille-et-Vilaine) F (LE NY 1988 b) ou à Heighington et Wykehurst Farm GB (MC WHIRR 1979, fig. 6.24, p. 162 et fig. 6.26, p. 166).

30. De tels aménagements sont attestés, par exemple à Eccles GB: MC WHIRR 1979, p. 157-158 et fig. 6.21.

31. LE NY 1988 a, p. 27; Kaiseraugst AG-Liebrütz: TOMASEVIC-BUCK 1982; Heiligenberg (Bas-Rhin) F: LE NY 1987, fig. 3, p. 183; Arbury GB: MC WHIRR 1979, fig. 6.30, p. 174. Plusieurs fours sont alignés en batterie sur une aire de chauffe allongée à Holt GB: MC WHIRR 1979, fig. 6.57, p. 189.

mutuelle des deux fours contre les coups de vent. De plus, un four arrivant en phase terminale de cuisson fournit le combustible nécessaire à la mise à feu du second; enfin, l'utilisation alternée de deux fours proches favorise la régulation thermique en permettant d'éviter de brusques écarts de température.

Dans nos régions, les aires de chauffe devaient être couvertes par une toiture, abritant le foyer, la gueule des fours et le stock de combustible³². Les indices de l'existence d'un tel aménagement sur notre site sont plutôt ténus: deux blocs déplacés (fig. 5, D), retrouvés au centre de l'aire de chauffe, dans la partie inférieure de la pente d'accès, pourraient avoir fonctionné comme éléments de soutènement d'un tel abri, peut-être lié au système de couverture du four II³³.

Description du four I

Fiche signalétique

Four rectangulaire du type II E' de F. Le Ny
Alandier ouvert au nord-est
Longueur de l'alandier: 1.7 m (y compris le muret M 2: 2.2 m)
Largeur interne de l'alandier: 0.95 m
Hauteur interne de l'alandier: 0.75 m
Dimensions du laboratoire: 3.4 x 3.3 m
6 murets transversaux, dont 5 avec ouverture voûtée
Conduits de chaleur du type 4 de F. Le Ny
Hauteur de la chambre de chauffe à l'intrados (respect. à l'extrados) de la voûte: 0.7-0.8 m (respect. 1.1-1.2 m)
Dimensions externes (respect. largeur moyenne) de l'entourage de calcaire: 5.0 x 4.9 m (respect. 0.9 m)



Fig. 8. Avenches / En Chaplix. Four I. Vue générale.
Situation: fig. 36, p. 172. Photo Fibbi-Aeppli, Grandson.

32. DARDAINE/WATON 1986, p. 340: Saint-Maurice-de-Ventalon (Lozère) F; LAUBENHEIMER 1990, fig. 43, p. 71: Sallèles d'Aude F; MANIÈRE 1971, p. 195: Coulladère (Haute-Garonne) F; McWHIRR 1979, p. 100.

33. Voir ci-dessous, p. 168-169.

L'entourage de pierres calcaires

La ceinture entourant la partie basse du four est, à l'exception d'un bloc de grès dans son angle sud et d'une *tegula* dans le coin opposé, constituée d'éléments de calcaire jaune non taillés d'un diamètre de 20 à 40 cm, disposés sur une seule assise au niveau du sol de circulation antique. Les plus gros éléments sont ceux qui forment le parement externe, le seul à être appareillé. Une majorité des cailloux du parement interne porte des traces de rubéfaction. L'empierrement est moins régulier dans sa partie arrière (sud-ouest) et sa largeur oscille entre 0.7 et 1.1 m. Dans la partie frontale, il est interrompu sur 1.4 m par la voûte de l'alandier. Il n'y a pas d'autres interruptions visibles, à l'arrière notamment, qui pourraient correspondre à un événement ou à une cheminée³⁴.

Le problème de la fonction de cet entourage est abordé plus loin dans le chapitre consacré à l'élévation des laboratoires³⁵.

L'alandier

Les alandiers des deux fours sont aménagés à l'intérieur de tranchées aux parois verticales, reliant l'aire de chauffe aux fosses des fours. Dans le cas du four I, la largeur de cette tranchée est de 1.5 m. Les piédroits de l'alandier sont constitués de *tegulae*, placées à l'endroit (*i.e.* rebords vers le haut) dans l'orientation de la galerie et liées à l'argile (fig. 9 et 10). La voûte est également faite de *tegulae* plus ou moins fragmentaires, disposées en claveaux. Des pierres calcaires et quelques fragments de tuiles ont été déposés dans la tranchée de l'alandier, à l'extérieur des piédroits et de la voûte (fig. 10, couche 8). La qualité assez médiocre de cette voûte et des piédroits qui la supportent expliquent son état de délabrement: la plus grande partie s'est écroulée sur l'aire de chauffe. Les piédroits n'ont pas de retours latéraux perpendiculaires du côté de l'aire de service.



Fig. 9. Avenches / En Chaplix. Four I. L'alandier, en direction du fond du four. Situation: fig. 36, p. 172.

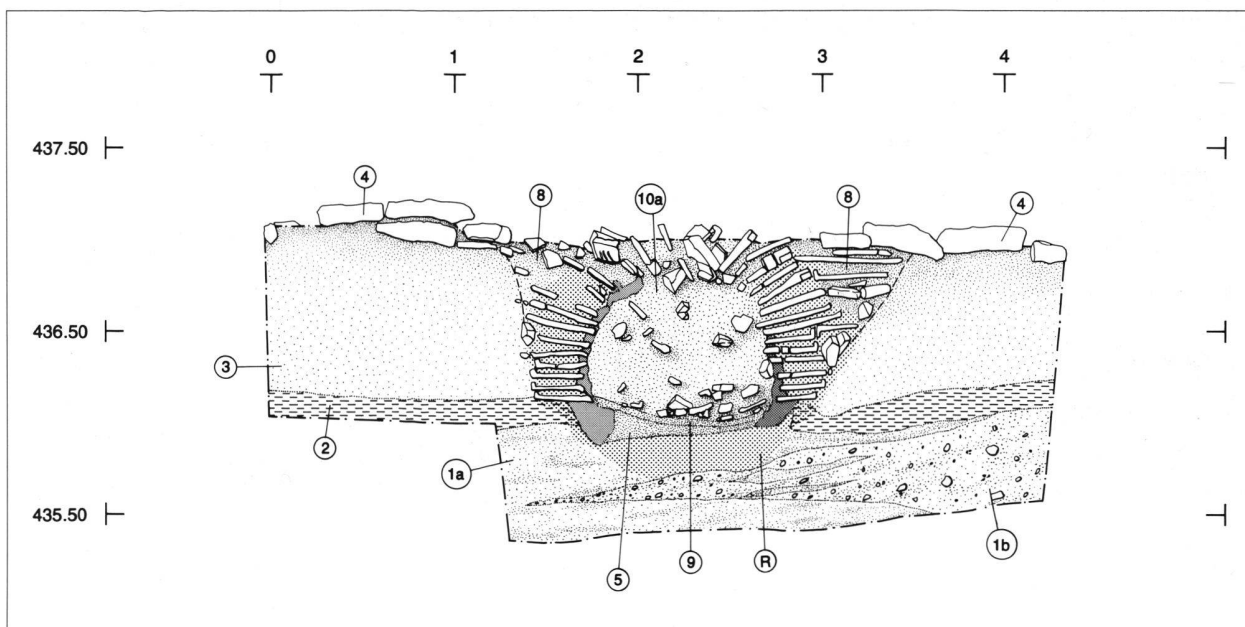


Fig. 10. Avenches / En Chaplix. Stratigraphie. Alandier du four I. Vue vers le sud-ouest. Description des couches: p. 147. Situation: fig. 36, p. 172.

34. Contrairement au four II. Voir ci-dessous, p. 161.

35. Voir ci-dessous, p. 169-173.

Le remplissage très compact de l'alandier et de la chambre de chauffe est principalement constitué de limons sableux. Une fine couche de cendre gris clair a été observée sur le fond, à l'entrée de la galerie (fig. 10, couche 9). Témoinant d'un nettoyage soigné avant l'abandon, l'absence de couches de charbon interdit l'identification du combustible et la mise en évidence de différentes phases d'utilisation.

La chambre de chauffe

La chambre de chauffe correspond à l'espace rectangulaire délimité par les parois de la fosse d'implantation du four. Les parois latérales ont été creusées obliquement et présentent un pendage moyen d'environ 45° (fig. 12). Le fond de la chambre de chauffe est une sorte de tranchée

drainante, tapissée de fragments de tuiles surcuites sur une dizaine de centimètres d'épaisseur et se prolongeant jusque sous les murets³⁶. Tous ces éléments liés à l'argile se sont agglomérés au cours des cuissons successives. Ce fond assez irrégulier a peut être été jointoyé avec de l'argile rapportée. Situé environ 1.2 m sous le niveau de circulation extérieur, il ne présente pas une pente significative.

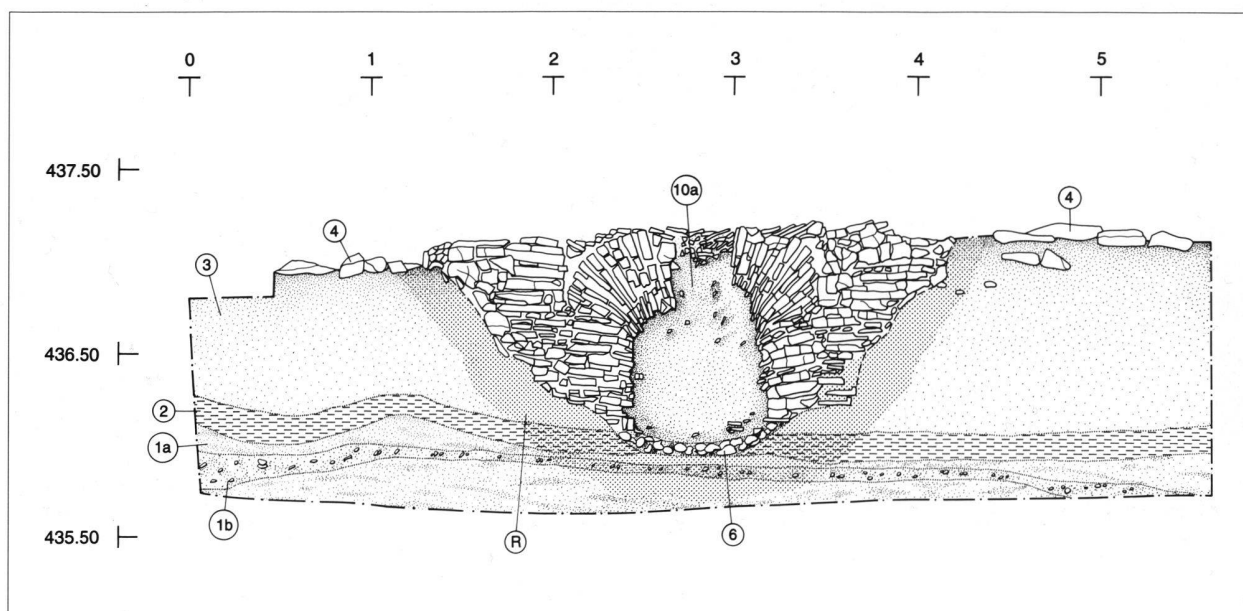
Les murets

Au nombre de six, les murets sont édifiés dans la fosse d'implantation du four creusée au préalable. Ils comportent tous une voûte, sauf le dernier. Cette voûte est le seul passage de la chaleur au travers des murets. Ce n'est pas toujours le cas, puisque l'on rencontre parfois des systèmes complémentaires de circulation des gaz³⁷.



Fig. 11. Avenches / En Chaplix. Four I. Vue générale après démontage des murets M3 et M4. Situation: fig. 36, p. 172.

Fig. 12. Avenches / En Chaplix. Stratigraphie. Muret M2 du four I. Vue vers le nord-est. Description des couches: p. 147. Situation: fig. 36, p. 172.



36. A Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F, le fond est formé d'une couche de mortier de tuileau d'une épaisseur de 10 à 15 cm: RATEL 1959, p. 111.

37. Les murets sont alors percés d'un ou plusieurs canaux supplémentaires, parallèles au canal de chauffe: BERGER 1969, p. 16-17, fig. 12-13.

Les murets sont constitués d'empilements de *tegulae*, entières ou non, liées à l'argile, disposées dans le sens des murets. Complètement surcuites au cours des diverses mises en service du four, elles sont devenues presque noires et très résistantes. Les parements des murets sont enduits d'argile lissée à la main; de nombreux éléments de cette surface de protection subsistent encore en place et l'on y voit des traces de doigts (fig. 14)³⁸. Aux extrémités, les murets prennent appui contre les parois latérales de la fosse d'implantation du four.

Trois murets (M1, M2 et M5; fig. 12-14) comportent une voûte à claveaux de *tegulae*, alors que les murets M3 et M4 possèdent des voûtes en encorbellement (fig. 15). Le muret M1 est accolé à l'alandier et leurs voûtes, perturbées mais encore résistantes, se complètent. Les voûtes des autres murets sont fortement affaissées (M3 et M4) et (ou) incomplètes dans leur partie sommitale (M2 et M5). De facture beaucoup moins soignée, les murets à encorbellement ont plus souffert que les autres. Pour les murets à claveaux, les piédroits et la voûte sont édifiés en premier lieu, puis la construction est complétée par des empile-

ments de *tegulae* de part et d'autre. C'est pourquoi il existe souvent une fracture avec décollement entre la voûte et les compléments latéraux des murets.

Les voûtes prennent appui sur des banquettes latérales. Il s'agit d'un replat ménagé dans le quart inférieur des parois latérales et arrière de la fosse d'implantation (fig. 16). Deux ou trois couches de *tegulae* sont déposées sur les banquettes; elles sont moins marquées par le feu que les autres composants des murets.

Le muret de fond (M6; fig. 16) ne comporte pas de voûte et repose entièrement sur la banquette. Ce muret sert à la fois à soutenir la sole et son chargement et à renforcer la paroi arrière de la fosse, contre laquelle il est appuyé.

Les murets, dont certains sont aujourd'hui affaissés l'un contre l'autre, étaient espacés de 20 cm environ à l'origine, définissant les conduits de chaleur. Ceux-ci peuvent être attribués au type 4 défini par F. Le Ny³⁹, réunissant les conduits latéraux inclinés jusqu'au niveau de la chambre de chauffe, et qui semble être l'aboutissement d'une série d'améliorations empiriques. On peut lui

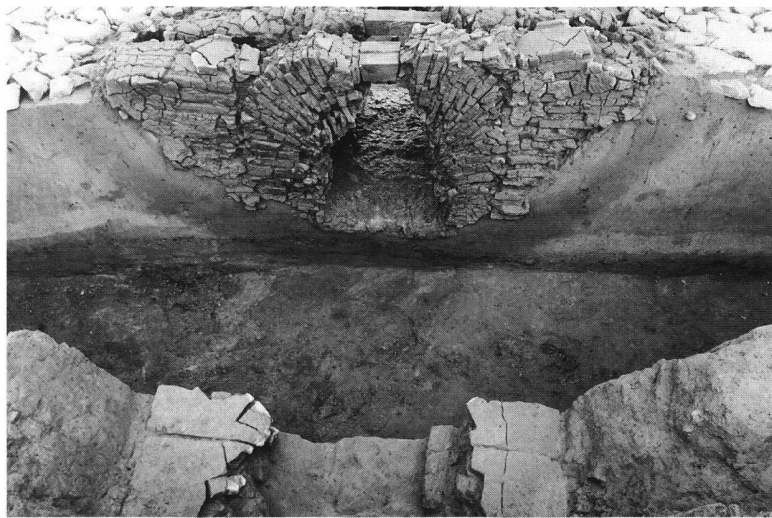


Fig. 13. Avenches / En Chaplix. Four I. Coupe en travers de la fosse du four et muret M2. Situation: fig. 36, p. 172.

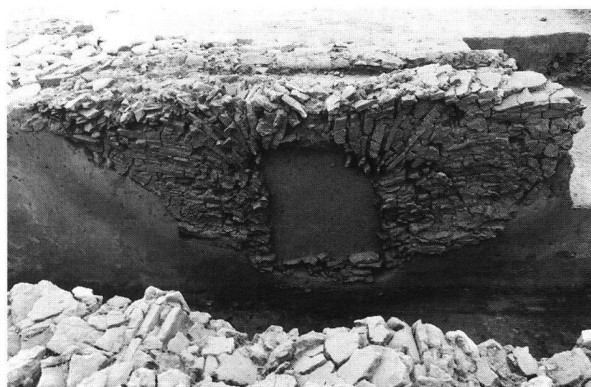


Fig. 14. Avenches / En Chaplix. Four I. Le muret M5. Situation: fig. 36, p. 172.



Fig. 15. Avenches / En Chaplix. Four I. Le muret M4. Situation: fig. 36, p. 172.

38. BERGER 1969, p. 10 (Kaiseraugst AG-Im Liner).

39. LE NY 1988 a, p. 55-56. Ils peuvent également être rattachés au type 5 de BERGER 1969, fig. 14, p. 18.

reconnaître plusieurs avantages par rapport aux fours à parois latérales verticales: le volume des matériaux à retirer lors de la creuse de la fosse d'implantation est réduit et les parois sont plus stables; il permet également une économie des composants utilisés pour l'édification des murets; en outre, le combustible ne s'étale pas dans des recoins inaccessibles au curage, opération qui provoque ainsi moins de dégâts sur les murets; enfin, la circulation de la chaleur et le tirage sont nettement améliorés.

La sole

Bien que le four soit préservé jusqu'au sol de circulation antique, aucun élément de la sole n'a été observé en place

ou dans son comblement. On pourrait d'ailleurs envisager l'hypothèse d'un four dépourvu de sole. Dans ce type de construction, apparemment assez rare, le chargement des pièces à cuire, sans doute moins élevé, repose directement sur les murets et au-dessus des conduits de chaleur⁴⁰. La trame relativement serrée des murets du four I serait en tous les cas compatible avec ce type d'aménagement.

Le laboratoire

A l'exception peut-être de la couronne de pierres calcaires susmentionnée, il ne subsiste aucun vestige en place du laboratoire. Nous renvoyons ici au chapitre consacré à l'élévation des fours⁴¹.

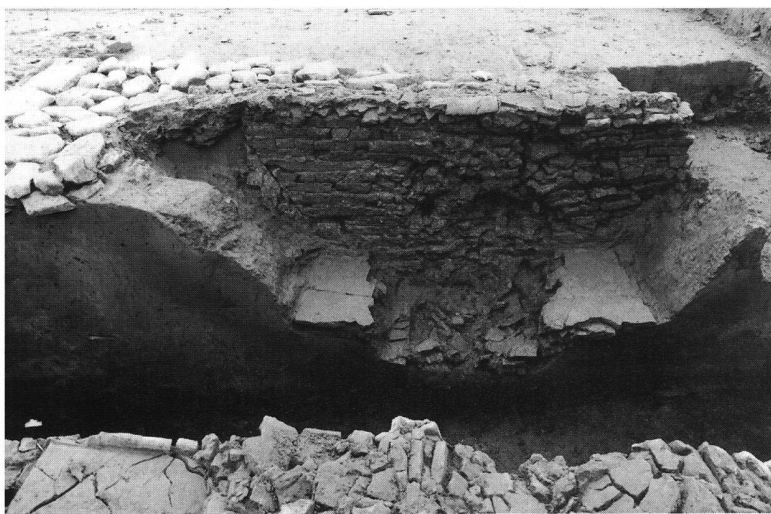
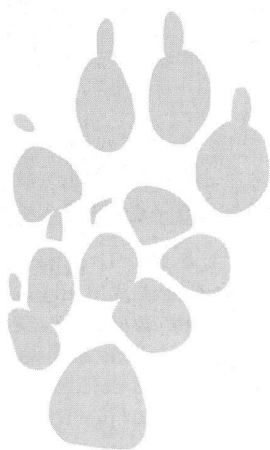


Fig. 16. Avenches / En Chaplix. Four I. Le muret postérieur M6, après démontage du muret M5. Situation: fig. 36, p. 172.



40. LE NY 1988 a, p. 56; MC WHIRR 1979, p. 99 et 173; BERGER 1969, p. 13. Dépourvu de sole, le four de Sargans SG (type II E) présente un aménagement original: des fragments de tuiles ont été glissés verticalement et à intervalles réguliers entre les murets: FREI 1971, p. 14.

41. Voir ci-dessous, p. 169-173.

Description du four II

Comme son voisin, le four II est de plan carré et bordé d'une large assise de calcaire jaune; il frappe cependant par ses dimensions imposantes, nettement au-dessus de la moyenne⁴² (8 m de côté hors tout) et qui en font le plus grand four gallo-romain du territoire helvétique. La seule installation surclassant celle d'Avenches dans l'étude de référence de F. Le Ny est celle d'Arcine (Haute-Savoie)⁴³.

L'état de conservation des vestiges est sensiblement meilleur que celui du petit four voisin: de nombreux fragments de la sole sont encore en place et les voûtes, de facture plus soignée, sont mieux préservées. Les autres différences notables avec le four I résident dans la présence d'une couronne interne de *tegulae* horizontales superposées et de grandes dalles de grès en périphérie du four.

Fiche signalétique

Four rectangulaire du type II E' de F. Le Ny
 Alandier ouvert au nord-ouest
 Longueur de l'alandier: 2.6 m (y compris le muret M 1: 3.0 m)
 Largeur interne de l'alandier: 0.95 m
 Hauteur interne de l'alandier: 0.9 m
 Dimensions du laboratoire: 5.4 x 5.5 m
 (4.6 x 4.7 m sans la bordure de *tegulae*)
 9 murets transversaux, dont 8 avec ouverture voûtée
 Conduits de chaleur du type 4 de F. Le Ny
 Hauteur de la chambre de chauffe à l'intrados (respect. à l'extrados) de la voûte: 0.9-1.0 m (respect. 1.4 m)
 Dimensions (respect. largeur) de l'entourage de calcaire: 8.0 x 8.0 m (respect. 1.2-1.3 m)



Fig. 17. Avenches / En Chaplix. Four II. Vue générale. Situation: fig. 36, p. 172. Photo Fibbi-Aeppli, Grandson.

42. Les dimensions internes moyennes des fours rectangulaires recensés en Gaule sont de 3 x 2.7 m: LE NY 1988 a, p. 50-55.

43. LE NY 1988 a, p. 96 et fig. 72; DUFOURNET/BROISE 1976. Un autre grand four (dim. internes: 4.5 x 6 m) est signalé à Mittelbronn (Lorraine) F: LE NY 1988 a, p. 61, note 3. A titre de comparaison, les dimensions internes du plus grand four de Grande-Bretagne (mentionné par MC WHIRR 1979, p. 98) sont de 4.9 x 4.7 m.

L'entourage de pierres calcaires

Comme le four I, le four II ne possède pas à proprement parler de mur externe. On observe à nouveau ici un empierrement constitué de pierres calcaires jaunes et de quelques rares galets, ceinturant la fosse d'implantation du four à la hauteur du niveau de circulation contemporain. Ces pierres sont réparties sur une bande très large (1.3 m) et sur une seule assise. Contrairement au four I où les pierres sont placées horizontalement et côte à côte, la surface de cet appareil est ici très irrégulière, avec nombre de blocs disposés obliquement ou se chevauchant.

Cette ceinture de calcaire comporte plusieurs irrégularités remarquables. On note tout d'abord une nette interruption de l'empierrement à l'arrière du four (fig. 5, E). Cette ouverture de 90 cm de largeur est parementée latéralement et se trouve exactement dans l'axe de l'alandier. Il existe dans ce passage, du côté intérieur, une sorte de seuil composé de galets de calcaire légèrement rubéfiés et situés environ 20 cm au-dessous de l'entourage du four. Il n'est pas possible de considérer cette ouverture comme une entrée réservée au chargement du laboratoire, comme à Kaiseraugst par exemple⁴⁴. En effet, sur ce site, contrairement à Avenches, le niveau de fond du passage correspond à celui de la sole et le caractère permanent, maçonné, du laboratoire ne fait aucun doute (du moins pour sa partie basse). Sur le four avenchois, ce passage surbaissé est manifestement lié à une échancrure rectangulaire ménagée dans le dernier muret de soutènement du four (M 9; fig. 26). Cet aménagement constitue de toute évidence une sorte de cheminée, permettant aux gaz de s'échapper à l'extrémité du canal de chauffe. A l'interruption de la couronne de calcaires devait donc correspondre un événement (horizontal et voûté ?), pouvant être obstrué depuis l'extérieur selon le tirage désiré. De tels dispositifs ont été observés sur d'autres sites⁴⁵.

Une autre interruption de l'empierrement calcaire est à signaler sur le côté est du four (fig. 5, F). Beaucoup moins franche que celle décrite ci-dessus, cette ouverture comporte également des traces de rubéfaction. Il est difficile d'assurer qu'il s'agit là aussi d'un système permettant de régler le tirage du feu⁴⁶, d'autant plus qu'elle ne semble pas être en connexion avec un conduit de chaleur.

Dans l'angle nord-ouest du four, la disposition des galets est beaucoup plus irrégulière et moins dense que dans le reste de la construction. En outre, la bordure de *tegulae* qui entoure la sole se prolonge ici à travers la partie frontale de l'empierrement, jusqu'à l'angle oriental du four I (fig. 5, G). Cette particularité de construction, difficile à expliquer, est à tout le moins un indice de la postériorité du four II. L'empierrement est également beaucoup moins régulier à l'aplomb de l'aire de chauffe, à l'est de l'alandier. De l'autre côté de l'alandier, contre la partie frontale du four I, une accumulation de galets (fig. 5, H) peut sans doute être interprétée comme le soubassement d'un poteau de la charpente de couverture du four⁴⁷.

L'entourage pierreux tel qu'il se présente à son niveau d'apparition ne porte pas de traces d'usure prononcée ou de destruction due aux labours notamment. Il ne contient ni fragments d'argile cuite ou de tuiles, ni mortier, ni bois, ni aucun autre élément étranger issu d'une superstructure disparue. Les alignements des parements sont très bien conservés et l'ensemble ne paraît pas avoir subi de déformations latérales. A chaque fois que nous avons pu observer l'entourage en coupe, aussi bien sur le four I que sur le four II, nous n'avons constaté aucun déplacement vertical provoqué par un quelconque tassement. Les éléments de cette bordure ne sont maintenus ensemble par aucun liant pouvant lui assurer une certaine cohésion. En outre, cette structure ne semble pas avoir fait l'objet d'une récupération des matériaux. En bref, on peut dire que l'entourage de pierres se trouve, à peu de choses près, dans son état originel et que sa structure évoque plutôt un hérisson de sol ou de plancher⁴⁸ qu'une véritable fondation. Ces



Fig. 18. Avenches / En Chaplix. Four II. Vue générale. Situation: fig. 36, p. 172.

44. TOMASEVIC-BUCK 1982, fig. 6 et 9, p. 9 et 11. Voir aussi Villers-Farlay (Franche-Comté) F: CHARLIER 1992, p. 24. Métafonte I: CARTER 1979, fig. 3.4, p. 56.

45. BERGER 1969, fig. 4, p. 7 (Kaiseraugst AG-Im Limer). A Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F, l'auteur propose l'existence d'une cheminée, mais ses explications sont sybillines: RATEL 1959, p. 112 et RATEL 1964, p. 179-180.

46. Des ouvertures dans les murs latéraux et frontal, au-dessus de la sole, ont été observées sur le grand four de Kaiseraugst AG-Liebrüti; elles peuvent être interprétées comme des événements: TOMASEVIC-BUCK 1982, p. 10 et fig. 6, p. 9.

47. Voir ci-dessous, p. 168-169.

48. Cette structure est par exemple tout-à-fait analogue au hérisson de pierres calcaires du déambulatoire du *fanum* sud du sanctuaire d'En Chaplix (fouilles 1989).

observations nous amènent à fortement mettre en doute l'existence d'une superstructure lourde, quelle qu'elle soit, reposant sur ce lit de pierres calcaires.

La question de la fonction de ces empièremments sera réexaminée un peu plus loin dans le chapitre consacré à l'élévation des laboratoires⁴⁹.

L'alandier

Ouvert vers le nord-ouest et prolongé perpendiculairement par deux murets de soutènement du côté de l'aire de chauffe, l'alandier du four II (fig. 20-22) a été établi dans une tranchée longue de 3 m et large de 2.3 m. Les piédroits de tuiles sont particulièrement massifs, larges de 0.6 à 0.8 m.

La voûte elle-même est plus étroite que la tranchée, et son extrados tombe presque sur l'axe longitudinal des piédroits. Elle se divise en trois parties construites avec des éléments différents. La partie frontale, au nord, presque entièrement effondrée dans l'aire de service (fig. 7), est réalisée principalement avec des *imbrices* coupées dans le sens de la longueur. La partie médiane, dont la longueur est égale à la largeur de l'entourage de pierres qu'elle interrompt, est constituée presque exclusivement de petites briques quadrangulaires. Ces dernières sont de couleur légèrement plus claire que le reste du matériel de terre cuite et également beaucoup plus poreuses et pulvérolentes, ce qui prouve qu'elles ont été mises en place à l'état cru, puis cuites lors de la première utilisation. La troisième partie - en fait la voûte du premier muret directement

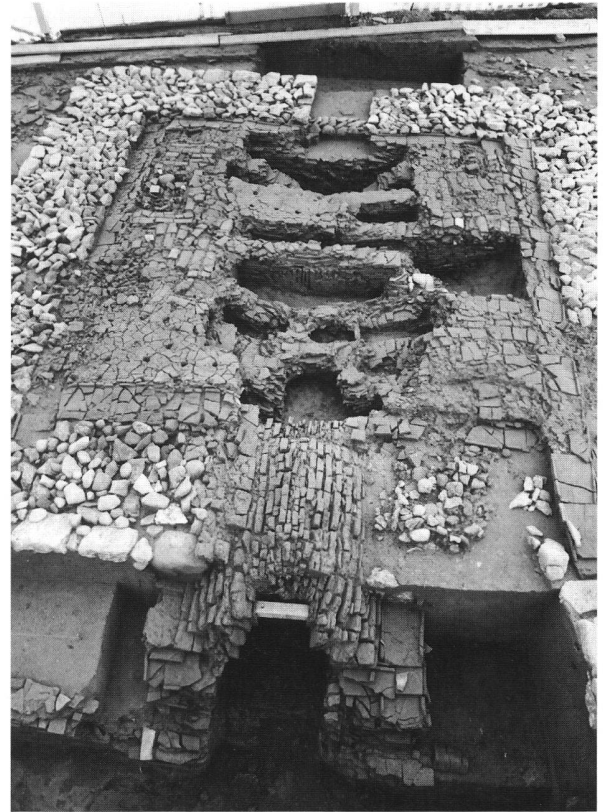


Fig. 19. Avenches / En Chaplix. Four II. Vue générale. Situation: fig. 36, p. 172.

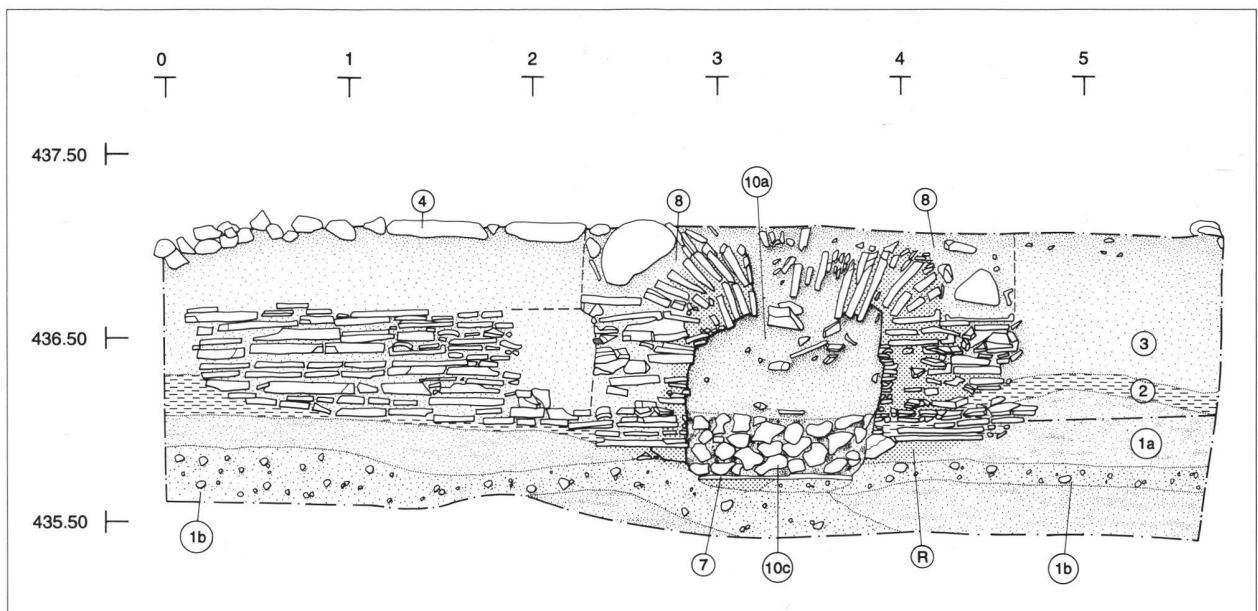


Fig. 20. Avenches / En Chaplix. Stratigraphie. Alandier du four II. Vue vers le sud-est. Description des couches: p. 147. Situation: fig. 36, p. 172.

49. Voir ci-dessous, p. 169-173.



Fig. 21. Avenches / En Chaplix. Four II. L'alandier et le muret de soutènement, depuis l'aire de chauffe. Situation: fig. 36, p. 172.

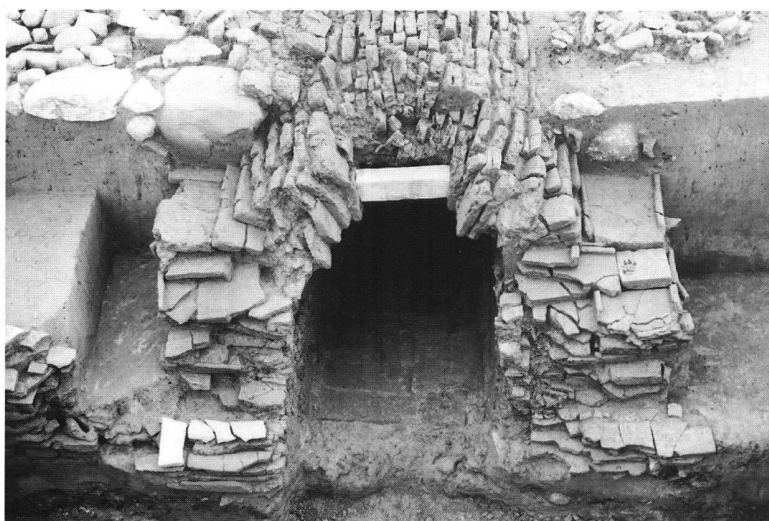


Fig. 22. Avenches / En Chaplix. Four II. L'alandier. Situation: fig. 36, p. 172.

appuyé contre l'alandier (M 1) - est faite de *tegulae* disposées en claveaux.

L'alandier comporte un dallage de terre cuite tapissant également le fond de la chambre de chauffe (fig. 20, couche 7 et fig. 22). Les dalles reposent directement sur le sol naturel (sable graveleux).

La chambre de chauffe

Comme dans le four I, la chambre de chauffe est excavée dans le terrain naturel, ce qui lui confère une meilleure isolation thermique. La pente des parois latérales est ici plus douce, soit d'environ 30-35°, alors que les parois frontale et postérieure sont verticales. Le sol de la chambre de chauffe est recouvert de dalles de terre cuite de dimensions variables jusque sous les murets. Ce dallage facilite, lors des cuissons, le curage des braises et permet une bonne isolation du sol. Le fond du four II est situé environ 1.5 m sous le niveau de circulation extérieur. La profondeur de la fosse est donc supérieure de 0.3 m à celle du four I. Cette profondeur n'est toutefois plus constante à l'heure actuelle, puisqu'elle peut atteindre 1.8 m lorsque le dallage a éclaté ou disparu.

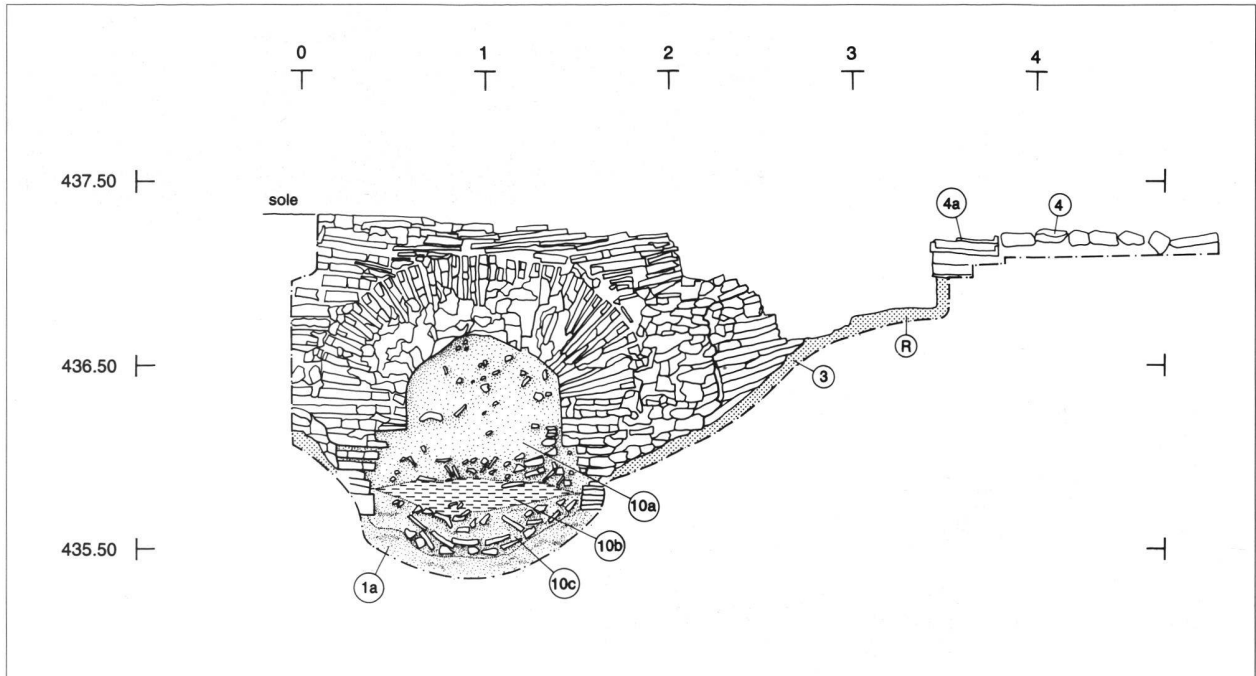
La destruction partielle ou totale du dallage a été provoquée par l'action du feu particulièrement violente dans la partie centrale du four. L'usure par le feu est aussi visible sur certains murets, dont les ouvertures se sont considérablement élargies. Là où le dallage a disparu, un fond en cuvette, aujourd'hui comblé d'éclats de tuiles surcuits, s'est formé dans le terrain vierge (limon argileux), rubéfié et durci sous l'action de la chaleur (fig. 23, couche 1a). L'amorce du dallage n'est plus conservée que par endroits sous les bases des murets. Les dalles sont à nouveau mieux préservées dans la partie arrière du four. A cet endroit, le fond du four est surélevé de 5 cm seulement par rapport à celui de l'alandier. Une telle différence d'altitude ménage une pente négligeable à la chambre de chauffe; elle pourrait toutefois être suffisante à l'évacuation des eaux de condensation et d'infiltration. Sur certains sites, ce problème de drainage a été résolu par l'aménagement d'un caniveau prévu à cet effet⁵⁰ ou par un simple fossé tapissé de

50. RATEL 1959, p. 111: Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F; MC WHIRR 1979, p. 120-121: Muncaster GB; DARDAINE/WATON 1986, p. 340-342: Saint-Maurice-de-Ventalon (Lozère) F.

cailloux ou de fragments de tuiles, comme dans le four I.

La vidange partielle de la chambre de chauffe a mis en évidence l'absence presque totale de déchets cendreux ou charbonneux provenant de l'utilisation du four. Ces observations suggèrent un entretien méticuleux et des nettoyages fréquents, vraisemblablement après chaque utilisation.

Fig. 23. Avenches / En Chaplix. Stratigraphie. Muret M5 du four II. Vue vers le sud-est. Description des couches: p. 147. Situation: fig. 36, p. 172.



Les murets

Les murets sont en règle générale bien conservés, sauf dans la partie frontale du four. Au nombre de neuf, ils sont composés d'un empilement plus ou moins régulier de *tegulae* liées à l'argile, comme ceux du four I. Au cours des cuissons successives, ces éléments ont pris une couleur rouge brique à gris violacé et acquis une homogénéité et une résistance considérables. Les fortes températures à l'origine de ces transformations, conjuguées au tassement, ont parfois provoqué une déformation des tuiles, devenues concaves. Latéralement, les murets sont appuyés directement contre le terrain naturel et peut-être, dans leur partie inférieure, sur une sorte de banquette comme dans le four I⁵¹.

Les murets M2, M3 et M4 possèdent une voûte en encorbellement, de facture médiocre (fig. 25). Le niveau supérieur de ces murets, sur lequel la sole prend place, se situe plus bas que celui des autres murets. L'arc de voûte, dont l'épaisseur est diminuée d'autant, devient encore plus vulnérable. Cela explique aussi les nombreuses

recharges de la sole superposées à l'aplomb de ces constructions. Les murets à voûtes en encorbellement sont d'ailleurs ceux qui se sont le plus affaîssés, en raison notamment de leur localisation dans la partie où le four subit les plus hautes températures. Ces dernières ont également provoqué une usure prononcée à la base des piédroits, qui sont devenues instables.

Les autres murets possèdent des voûtes à claveaux (fig. 23-24). De qualité supérieure aux voûtes en encorbellement, celles-ci sont également beaucoup plus résistantes que celles du four I. Les *tegulae* sont disposées en voussoirs dans le sens de la longueur sauf dans le cas du muret M1 où elles sont placées de pointe.

L'utilisation simultanée de deux techniques différentes pour une même construction est à relever. Ce choix est difficile à expliquer avec certitude, mais deux motifs peuvent être invoqués.

Premièrement, des impératifs techniques directement liés à la construction des substructures du four ont pu induire une mise en oeuvre simplifiée. Il est possible en particulier que l'utilisation des gabarits indispensables à la réalisation de voûtes à claveaux ait parfois été interdite par l'exiguïté de l'espace disponible.

51. La décision de préserver les éléments en place de l'infrastructure du four ne nous a pas permis de documenter de manière exhaustive le fond et les parois de la chambre de chauffe, en pratiquant par exemple des coupes transversales.

Fig. 24. Avenches / En Chaplix. Four II. Le muret M5. Situation: fig. 36, p. 172.

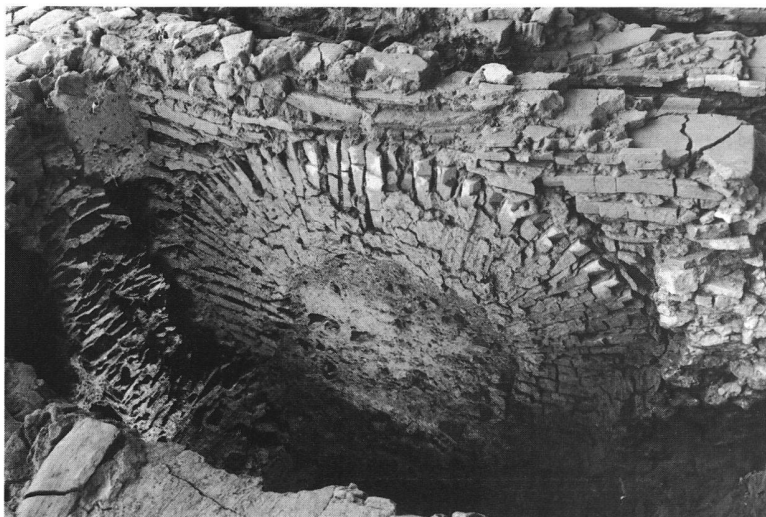
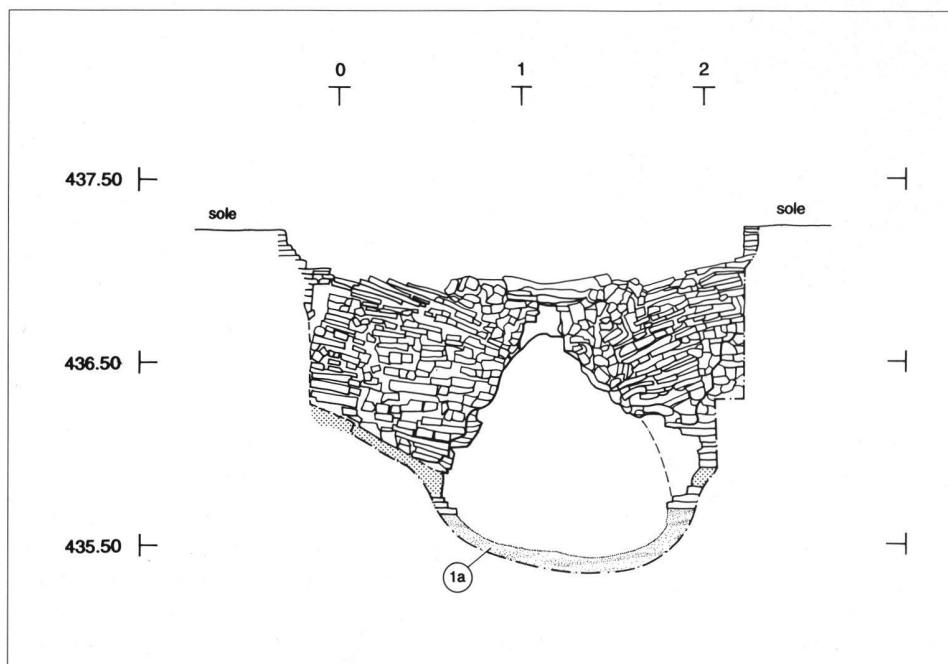


Fig. 25. Avenches / En Chaplix. Stratigraphie. Muret M3 du four II. Vue vers le sud-est. Description des couches: p. 147. Situation: fig. 36, p. 172.



L'affaissement ou l'effondrement des murets d'origine a également pu rendre des réfections complètes indispensables⁵². Pour des raisons que l'on imagine facilement, ces réparations devaient être réalisées dans un minimum de temps. Cela expliquerait la moindre qualité de certains murets montés à la hâte, dans un espace restreint. Ces remarques sont aussi valables pour le four I.

Lors du démontage du four, on a parfois noté la présence de tuiles coincées entre deux murets. Ces cas sont néanmoins trop rares pour qu'on puisse y voir des éléments de consolidation, attestés sur certains fours⁵³. Il doit plutôt s'agir de tuiles effondrées, coincées là par hasard.

52. De telles réfections portant sur les arcs de voûtes sont par exemple soupçonnées à St-Maurice-de-Ventalon (Lozère) F: DARDAINE/WATON 1986, p. 340.

53. La question se pose aussi à Moat Farm, Lexden GB: MCWHIRR 1979, p. 101 et 129. A Sallèles d'Aude F, ces éléments sont clairement visibles et leur fonction ne fait aucun doute: LAUBENHEIMER 1995, p. 33.

La sole

La sole est bien conservée sur quelques décimètres carrés en plusieurs endroits (fig. 26-30). Elle est entourée d'une bordure de *tegulae*, disposées horizontalement et bout à bout sur trois épaisseurs. Cette bordure repose sur les murets M1 et M9, respectivement à l'avant et à l'arrière; sur les côtés, elle a été mise en place sur une assise ménagée au sommet des parois latérales du four (fig. 23, 4a). Nous reviendrons un peu plus loin sur le problème de la fonction de cette bordure⁵⁴.

La sole en tant que telle forme un carré de 4.6 m de côté, dont la surface supérieure est au niveau du sol de circulation extérieur. Bien que ne faisant pas partie intégrante de la sole, l'alignement de *tegulae* doit sans doute être compris dans le calcul de la surface utilisable pour le chargement. Une chaleur intense s'est en tout cas propagée au-

54. Voir ci-dessous, p. 170-173.

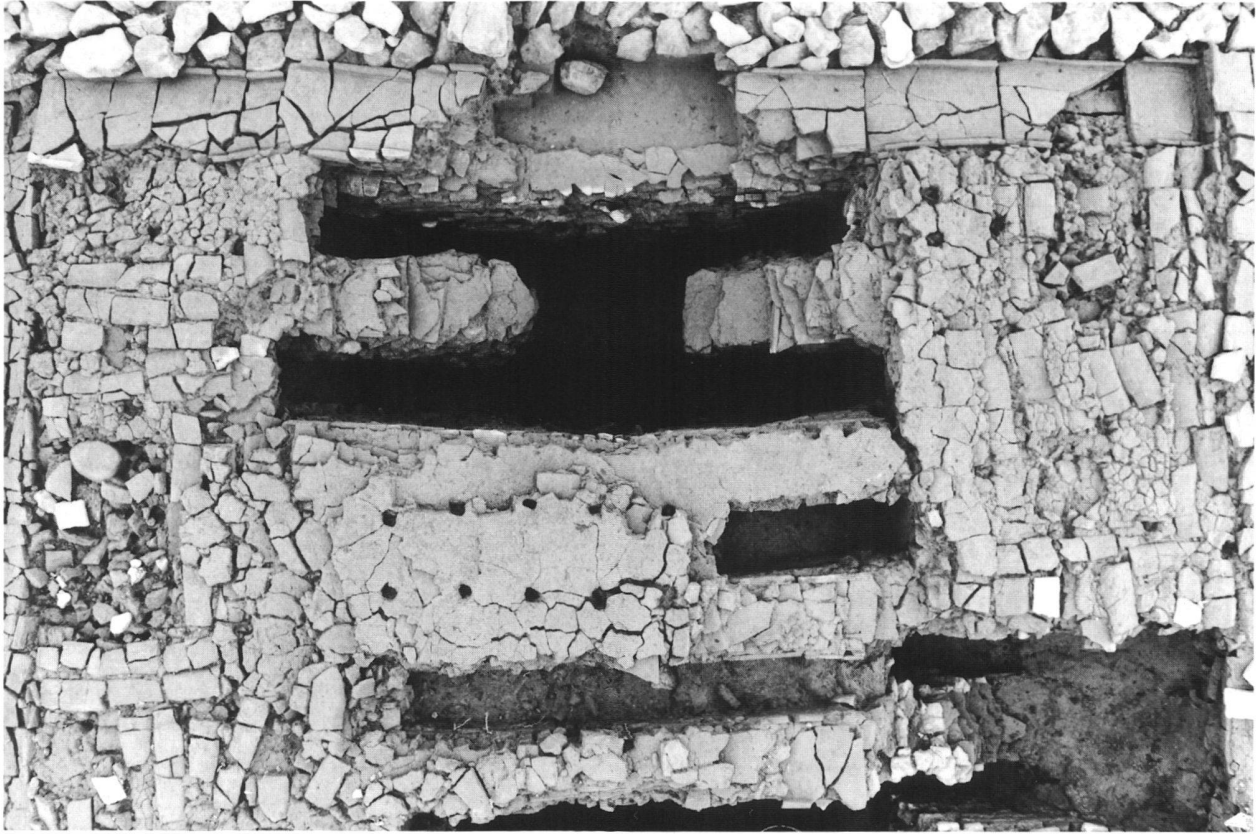


Fig. 26. Avenches / En Chaplix. Four II. Vue verticale de la partie arrière du four. Situation: fig. 36, p. 172.

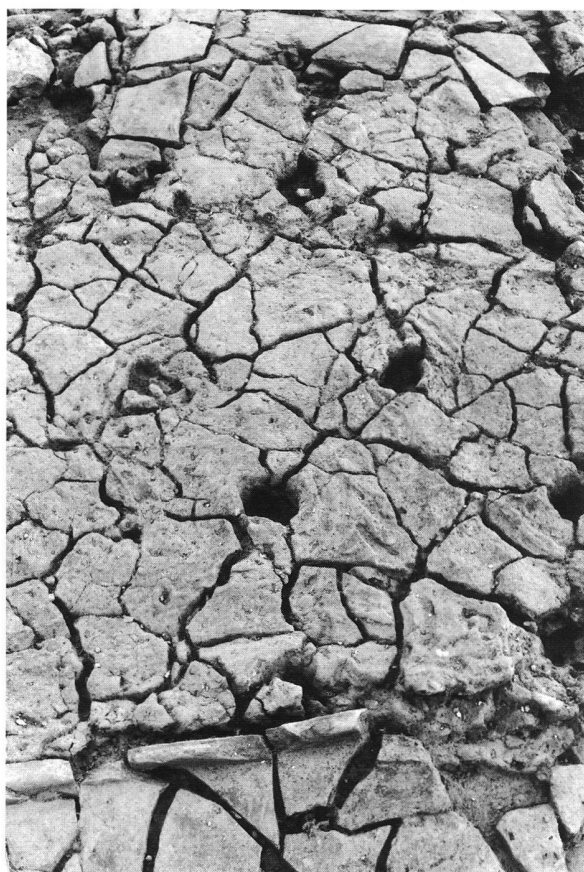
delà de la sole jusqu'au parement interne, rubéfié, de la couronne de pierres calcaires. La surface utile serait donc un carré d'environ 5.5 m de côté.

En tous les points où elle a pu être observée, la sole est composée de plusieurs niveaux superposés. Ceux-ci, fréquemment affaîssés, principalement dans la partie médiane du four, sont difficiles à isoler avec certitude⁵⁵. Il est notamment très malaisé d'identifier la sole d'origine et les recharges ultérieures. Ces divers niveaux, dont l'épaisseur varie entre 5 et 10 cm, englobent parfois des fragments de tuiles. Le niveau supérieur de la sole consiste en une



Fig. 27. Avenches / En Chaplix. Four II. Un secteur de la sole et de la bordure de tegulae. Situation: fig. 36, p. 172.

55. A Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F, la situation est plus claire. La sole, conservée intacte sur la moitié du four, montre une composition mixte assez complexe: une superposition de briques pleines et de tuileaux surmontée d'un mince mortier. L'auteur ne faisant pas allusion à des recharges, on doit admettre qu'un seul état de la sole peut comporter plusieurs couches très différentes: RATEL 1959, p. 110; voir aussi McWHIRR, p. 99, 113-114, 129-132. A Chancy GE, sur un four de type IIE, c'est une sole très particulière dont parlent les auteurs: elle est formée de briques cimentées et munies d'encoques qui, en s'appliquant l'une contre l'autre, déterminent les carneaux: CAILLER/BACHOFEN 1922, p. 28. Un système analogue est proposé à St-Maurice-de-Ventalon (Lozère) F: DARDAINE/WATON 1986, p. 342-343 et fig. 8. La sole du four 6 à Couladère (Haute-Garonne) F est tout aussi extraordinaire: d'une épaisseur de 40 cm, elle est constituée de briques agencées de telle sorte qu'elles forment de petites chambres diffusant la chaleur: MANIÈRE 1971, p. 195.

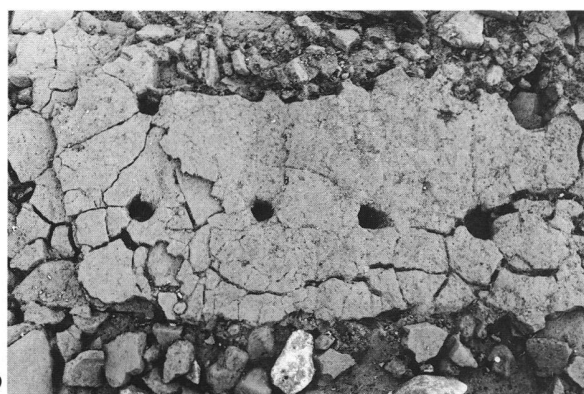


28

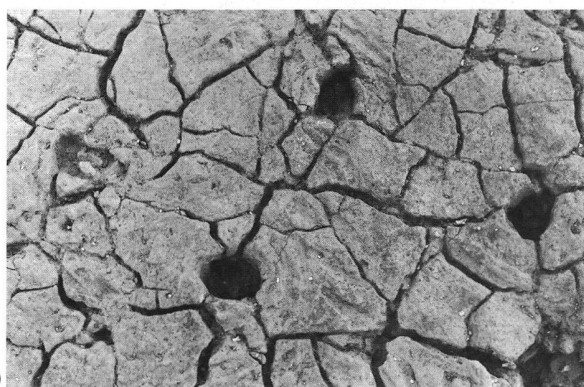
couche d'argile lissée à la main (fig. 28). Elle est percée de carnaux d'environ 5 cm de diamètre. Pratiqués dans l'argile encore molle, ils sont espacés de 30 cm environ et, en principe, ménagés à l'aplomb des conduits de chaleur.

Il est possible que la sole ait été façonnée sur des coffrages de bois⁵⁶ insérés entre les murets, directement sur place. Ayant évité de démonter les parties intactes du four, nous ne pouvons certifier l'utilisation d'une telle méthode. Il est également envisageable que la sole ait été posée en plusieurs fois par éléments préfabriqués. Ces derniers, qu'il faut imaginer comme des sortes de plaques de dimensions inconnues, seraient confectionnés à l'extérieur du four, puis déposés à sec à leur place et enfin cuits *in situ* lors de la mise en service du four. Certains carnaux, percés à l'aplomb des murets et donc parfaitement inutiles, sont un argument en faveur de cette hypothèse. Nous n'avons malheureusement retrouvé aucune trace de joints entre ces plaques, qui prouveraient leur existence; ceux-ci pourraient d'ailleurs avoir été oblitérés par un lissage superficiel à l'argile.

S'il paraît uniforme et intact en quelques endroits, le niveau supérieur de la sole pose ailleurs certains problèmes. C'est ainsi qu'une partie homogène (par ex. dans l'angle nord-est), plane et régulièrement percée de carnaux, est subitement prolongée, au même niveau, par un lit relative-



29



30



31

Fig. 28-31. Avenches / En Chaplix. Four II. Détails de la sole. Situation: fig. 36, p. 172.

ment désordonné de fragments de tuiles (le plus souvent des demi-*imbrices*) enrobés d'argile (fig. 27 et 31). Bien qu'il soit impossible de distinguer une fracture qui permettrait d'en être sûr, il est raisonnable de penser qu'il s'agit là d'une réfection. Le fait que ce cas se présente en plusieurs endroits suggère une usure rapide de la sole, liée à une utilisation intensive de l'installation et à l'importance du poids des matériaux à cuire.

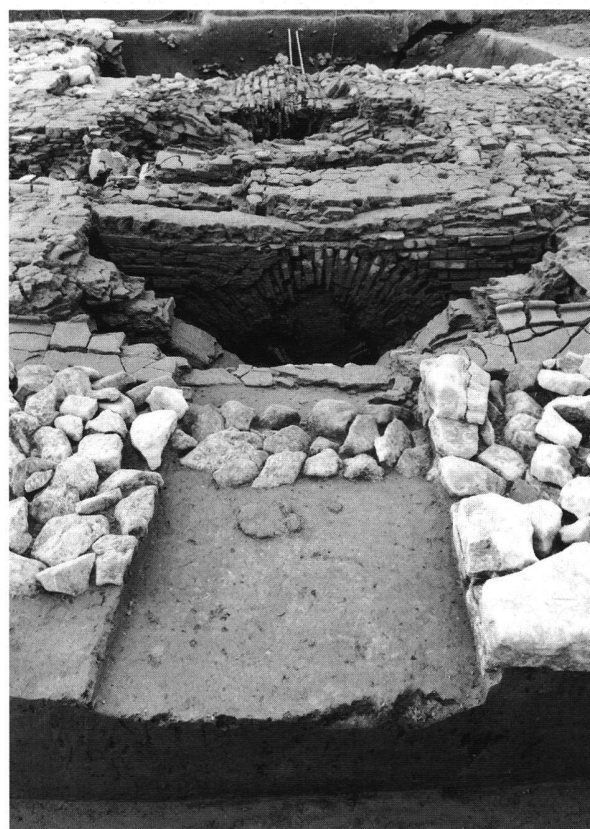
Dans certaines portions où elle n'est ni altérée ni affaissée et où elle a pu être observée (par exemple sur le muret M7), la sole se compose d'une seule couche d'argile de quelques centimètres d'épaisseur. Partout ailleurs, ce sont au moins deux couches qui se superposent et cela de manière discontinue. Le cas le plus simple est une recharge qui comble un affaissement localisé, par exemple à

56. C'est en tout cas la technique pratiquée lors de la reconstitution expérimentale de fours de potiers gallo-romains à Bliesbrück (Moselle) F: GREFF 1991, p. 223.



Fig. 32. Avenches / En Chaplix. Four II. Partie supérieure du muret M5 et coupe de la sole. Situation: fig. 36, p. 172.

Fig. 33. Avenches / En Chaplix. Four II. Vue depuis l'arrière du four, dans l'axe de la chambre de chauffe. Situation: fig. 36, p. 172.



l'aplomb de la voûte d'un muret (M7). Cependant, il peut arriver que l'on compte jusqu'à cinq couches superposées, sur une épaisseur totale supérieure à 40 cm. C'est le cas notamment sur les murets M2, M3 et M4 qui sont les plus endommagés comme on l'a vu plus haut. Les différentes couches n'ayant pas été séparées les unes des autres, il n'est pas possible d'en préciser la disposition en plan. On doit se borner à constater qu'il existe, dans ces couches, de nombreuses inclusions de fragments de tuiles ou de *tubuli*, reconnaissables à leurs stries superficielles. De telles superpositions trahissent de toute évidence des travaux de réfection ponctuels.

Pour assurer le bon fonctionnement du four, il est impératif que les carreaux des différentes couches de la sole se superposent. Pour les motifs déjà exposés, il ne nous a pas été possible de vérifier ce point de façon systématique. Cela ne semble pourtant pas être le cas à chaque fois, des affaissements ayant sans aucun doute entraîné des glissements de plaques.

Les nombreuses réfections observées sur la sole mettent en lumière l'importance des déformations subies par les substructures du four pendant sa période d'utilisation. Si elles deviennent trop prononcées, ces détériorations peuvent parfaitement constituer un motif d'abandon du four.

La couverture

Le bon fonctionnement d'un four dépend dans une large mesure des conditions météorologiques et climatiques. Des aménagements de protection contre les intempéries, sources de dégradations variées, sont tout à fait indispensables dans nos régions, en raison notamment de la très longue durée des cuissons⁵⁷.

Les témoins archéologiques de ces superstructures sont néanmoins relativement rares. Si la médiocre qualité des investigations peut dans une certaine mesure expliquer cette carence, d'autres raisons peuvent être invoquées: il a dû exister des abris de construction légère, établis sur des sablières basses sans fondations ou, à l'image de quelques fours pré-industriels, des couvertures reposant sur les parois mêmes du laboratoire⁵⁸.

57. Sur la durée totale des diverses phases de la cuisson, voir ci-dessous, p. 175.

58. Voir par exemple le four de Lonay VD (MOREL 1982) et un four de la plaine du Pô (PIETRE FATTE A MANO 1985, fig. 5, p. 59).

Sur le site d'*En Chaplix*, un ensemble de six dalles de grès allongées, disposées à intervalles réguliers de part et d'autre du four II, a été mis au jour. Sur le côté est, ce sont quatre dalles (d'environ 0.5 x 1.0 x 0.2 m; fig. 5: D 1-4 et fig. 34) espacées d'environ 2 m, alignées parallèlement à la bordure de pierres à environ 0.7 m de celle-ci. Du côté ouest, nous n'avons retrouvé que deux dalles (fig. 5: D 5-6), de dimensions plus modestes, implantées parallèlement à environ 1.8 m de la bordure de pierres calcaires. Une troisième dalle (fig. 5: D 7) devait vraisemblablement compléter cette seconde série. Les dalles, dont le sommet est à la même altitude que l'entourage calcaire, ont été implantées directement dans le terrain naturel. Cette configuration permet de proposer l'existence d'une structure de bois de plan rectangulaire supportant une toiture de tuiles à deux pans. A Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F, les fouilleurs ont mis au jour quatre dalles placées aux angles du four. A la différence d'*En Chaplix*, ces dalles se situent nettement sous le niveau du sol antique et l'une d'elles comporte un évidement sommital destiné à accueillir un poteau de bois⁵⁹. A Avenches, la situation superficielle des dalles rend très vraisemblable l'existence d'une sablière basse supportant huit poteaux verticaux, montés à intervalles réguliers (environ 3.3 m). L'angle sud-ouest de la construction ainsi restituée recoupe le four I. Ce constat oblige à situer la mise en place de l'abri après l'abandon de cette première installation. Aucune trace d'un éventuel aménagement antérieur de couverture n'a été observée.

Dans notre proposition graphique de la couverture du four (fig. 35), nous avons restitué, au-dessus de l'aire de chauffe, une toiture inclinée vers le nord, à l'image d'un four du XVIII^e s. de la région de Mantoue I⁶⁰. Du côté du four, ce pan reposerait sur une poutre horizontale fixée aux poteaux d'angle frontaux de l'abri. Cette poutre horizontale pourrait bien avoir été soutenue aussi par un poteau vertical mis en place sur une fondation de galets à l'ouest de l'alandier (fig. 5, H).

La couverture de tuiles sur charpente de bois, indépendante du four lui-même, ne doit bien entendu pas être confondue avec le laboratoire qu'elle abrite. Cet aménagement pourrait avoir eu des fonctions annexes telles que support d'échafaudage lors du chargement du four et de l'édification du laboratoire. Il est également possible qu'on ait utilisé les côtés protégés comme une galerie de séchage pour les tuiles crues.



Fig. 34. Avenches / En Chaplix. Four II. La dalle de grès D3 (soutènement de l'abri de protection). Situation: fig. 36, p. 172.

Bien que datant du XIX^e siècle, la tuilerie artisanale de Meienberg ZG⁶¹ constitue également un parallèle tout à fait intéressant. Le four est abrité par une construction de bois de deux étages dont les piliers reposent sur des bases de pierre. Cet édifice, coiffé de tuiles, comprend une galerie de séchage à l'étage supérieur⁶².

L'élévation des fours: la question des laboratoires

S'il est vrai que les fours I et II sont bien conservés, cette remarque ne vaut, on l'a dit, que pour les parties enterrées: comme sur la majorité des sites répertoriés, la superstructure des installations a totalement disparu. Si la restitution des laboratoires ne pose guère de problèmes majeurs pour les fours de potiers, les grandes dimensions des fours de tuiliers rendent ces tentatives beaucoup plus délicates. Il est en outre beaucoup plus compliqué et laborieux de mettre ces propositions à l'épreuve de l'archéologie expérimentale, comme on a pu souvent le faire pour les fours de potiers⁶³. Enfin, les enquêtes ethnogra-

59. RATEL 1959, p. 105 et 113. D'autres attestations sont mentionnées en Gaule, en particulier à Offemont (Territoire de Belfort) F: LE NY 1988 a, p. 27 et fig. 49 b. Voir également la couverture de bois sur pierres maçonnées restituée pour certains fours de Sallèles d'Aude F: LAUBENHEIMER 1990, fig. 53, p. 81. Des trous de poteaux ont été découverts aux angles d'un four de Saalburg RFA: JACOBI 1930, p. 110; des trous de poteaux ont également été relevés autour du four de Crookhorn Farm GB: McWHIRR 1979, fig. 6.13, p. 135.

60. PIETRE FATTE A MANO 1985, fig. 5, p. 59.

61. *Stiftung Ziegelei-Museum Meienberg Cham. Jahresbericht* 1, 1982-83, p. 3-9. Légèrement plus ancienne (XVIII^e s.), une briquetterie de la région de Mantoue I se caractérise par une toiture à deux pans dont les supports reposent sur le laboratoire lui-même et par un toit plus bas, faiblement incliné, abritant l'aire de service: PIETRE FATTE A MANO 1985, fig. 5, p. 59.

62. Le four Hoffman de Lonay VD (XIX^e s.), de conception moderne et tout à fait différente, possède lui aussi une couverture de bois à deux niveaux, abritant des espaces de service et des séchoirs: MOREL 1982.

63. Voir par exemple GREFF 1991. On restitue le plus souvent de simples voûtes ou coupes d'argile crue sur une armature de bois, voire des voûtes de briques ou de tuiles mises en place sur un gabarit. La solution utilisée pour le four 4 de Sallèles d'Aude F est originale et repose sur des preuves tangibles: il s'agit d'une couverture voûtée faite de vases emboîtés et disposés en arc de cercle, liés à l'argile et enduits de la même matière; cette toiture repose elle-même sur des murs d'adobe: LAUBENHEIMER 1990, p. 68-70, fig. 40-41. Voir aussi CUOMO DI CAPRIO 1985, p. 143 et fig. 20.

phiques, si riches d'enseignements dans les domaines techniques et artisanaux, n'ont pas été très nombreuses sur ce sujet⁶⁴. Ces quelques remarques expliquent en grande partie la place très ténue accordée à ces problèmes de restitution dans les publications de fours et jusque dans les ouvrages de synthèse les plus récents⁶⁵.

Certains fours, dont l'élévation a été partiellement conservée, ont manifestement possédé un laboratoire permanent, maçonné de pierres et/ou de briques (cruées ou cuites)⁶⁶, doté d'une entrée de chargement, obturée pendant la cuisson. Sur d'autres installations dont la superstructure a totalement disparu, la présence de fondations massives et profondes à la périphérie de la chambre de chauffe rend très vraisemblable la restitution de parois permanentes. Quoique non démontrée à notre connaissance, l'existence de fours à laboratoire semi-permanent, c'est-à-dire d'installations dont les parois permanentes ne s'élèveraient par exemple qu'à mi-hauteur de la charge utile, ne peut être totalement exclue.

Sur le site d'*En Chaplix*, l'absence de fondations extérieures, le mode d'aménagement des bordures de pierres calcaires et le défaut quasi total de matériaux de construction (pierres, briques ou tuiles) dans les niveaux d'abandon des installations nous ont amenés à mettre en doute l'existence de laboratoires permanents.

La solution la plus vraisemblable pour l'élévation des fours avenchois est celle de laboratoires temporaires, dont les parois, faites de briques (cruées ou cuites), de tuiles, voire de mottes d'argile ou d'autres matériaux de récupération, étaient élevées avant chaque cuisson et démontées au moment du déchargement⁶⁷. Les éléments de construction seraient liés à l'argile et le parement externe enduit de la même matière. Sans constituer forcément un rebut, les tuiles (ou briques) peut-être utilisées à cette fin, de moindre qualité, trouveraient une utilisation plus discrète ou moins contraignante que celles, mieux cuites, du cœur de la fournée. Elles pourraient même être partiellement réemployées pour les reconstructions successives des murs du laboratoire. Cette solution paraît d'autant plus attrayante que les seuls «déchets» récoltés sur le site et pouvant éventuellement être rattachés à l'élévation des

fours sont des fragments de tuiles et d'argile cuite, jonchant le sol sur une bande d'environ 2.50 m autour des fours.

Le mode de construction de tels laboratoires n'est pas très éloigné du système primitif de cuisson des briques dit «à la meule»⁶⁸; ce mode de cuisson, encore en usage dans certains pays en voie de développement⁶⁹, consiste à empiler à même le sol les matériaux à cuire en ménageant des chambres de chauffe à la base de l'édifice.

Dans le cas du four I d'*En Chaplix*, les indices disponibles pour la restitution de l'élévation sont fort ténus: tout au plus pouvons-nous relever que la bordure de pierres, contrairement à celle du four II, présente une surface supérieure presque plane et qu'elle n'est parementée qu'à l'extérieur. Rien n'interdit de proposer l'hypothèse d'un chargement de tuiles en forme de pyramide tronquée, «enrobé», au moins dans sa partie inférieure, d'un manteau provisoire de tuiles ou de briques dont l'emprise au sol correspondrait approximativement à la superficie de la bordure de pierres calcaires.

Le cas du four II est un peu différent: la chambre de chauffe est ceinte d'une bordure double, constituée d'un large empierrement et d'un triple lit de *tegulae* horizontales.

La description de la bordure de pierres calcaires du four II nous a amené à fortement mettre en doute l'identification d'une véritable fondation destinée à asseoir un mur de laboratoire permanent⁷⁰. Si aucun rôle porteur n'est accordé à cette structure, il est possible que sa présence soit justifiée par des impératifs techniques en relation avec l'utilisation du four. Elle pourrait avoir notamment servi de radier à un niveau de circulation en périphérie du four, destiné à protéger le sommet des parois de sa fosse et à réduire les effets du piétinement, lors des phases de chargement et de déchargement. Dans ce cas, recouvert d'une simple couche de terre, l'empierrement constituerait un «déambulateur» relativement stable. On peut également supposer qu'il ait pu supporter les échelles ou les échafaudages nécessaires lors de ces opérations. Il est néanmoins envisageable que ce radier ait aussi servi à asseoir, avant chaque cuisson, un empilement de matériaux (briques d'adobe, mottes de terre, tuiles non cuites?), appuyé contre la charge à cuire et destiné tout à la fois à stabiliser le chargement et à assurer l'isolation thermique de l'installation. Il est en effet intéressant de noter que dans nombre d'installations antiques et pré-industrielles, les constructeurs ont apporté un soin tout particulier à l'isolation thermique de leur superstructure, soit en l'appuyant contre un talus, soit en doublant ou en

64. Les travaux les plus intéressants sont sans aucun doute ceux menés par R. Hampe et A. Winter dans le bassin méditerranéen (HAMPE/WINTER 1965) et les articles parus dans la revue de la *Stiftung Ziegelei-Museum Meienberg Cham* (par exemple PERRIN 1985; HERMANN 1993). Des renseignements très utiles nous ont en outre été fournis par M. J. Sigg, docteur ès sciences géologiques et minéralogiques et ancien collaborateur des Tuileries Morandi Frères SA à Corcelles-près-Payerne VD.

65. Par exemple LE NY 1988 a, p. 29-32.

66. Voir par exemple l'un des fours (mixtes) de Sallèles d'Aude F: une très large élévation en briques crues (y compris à l'aplomb de l'alandier) est restituée jusqu'à mi-hauteur du laboratoire: LAUBENHEIMER 1995, p. 23.

67. On trouve un bon exemple ethnographique de réemploi de matériaux en terre cuite pour l'aménagement d'un laboratoire temporaire chez CUOMO DI CAPRIO 1979, pl. 5.II, p. 92.

68. Il ne faut pas confondre ces installations avec le four de potier primitif également dénommé «four en meule» et qui consiste en un simple entassement du combustible et des objets à cuire mêlés, recouvert d'un manteau d'argile ou de terre: voir par ex. PERRIN 1974, p. 118.

69. HERMANN 1993, p. 22; PERRIN 1985, fig. 1 et 6.

70. Voir ci-dessus, p. 160-162.

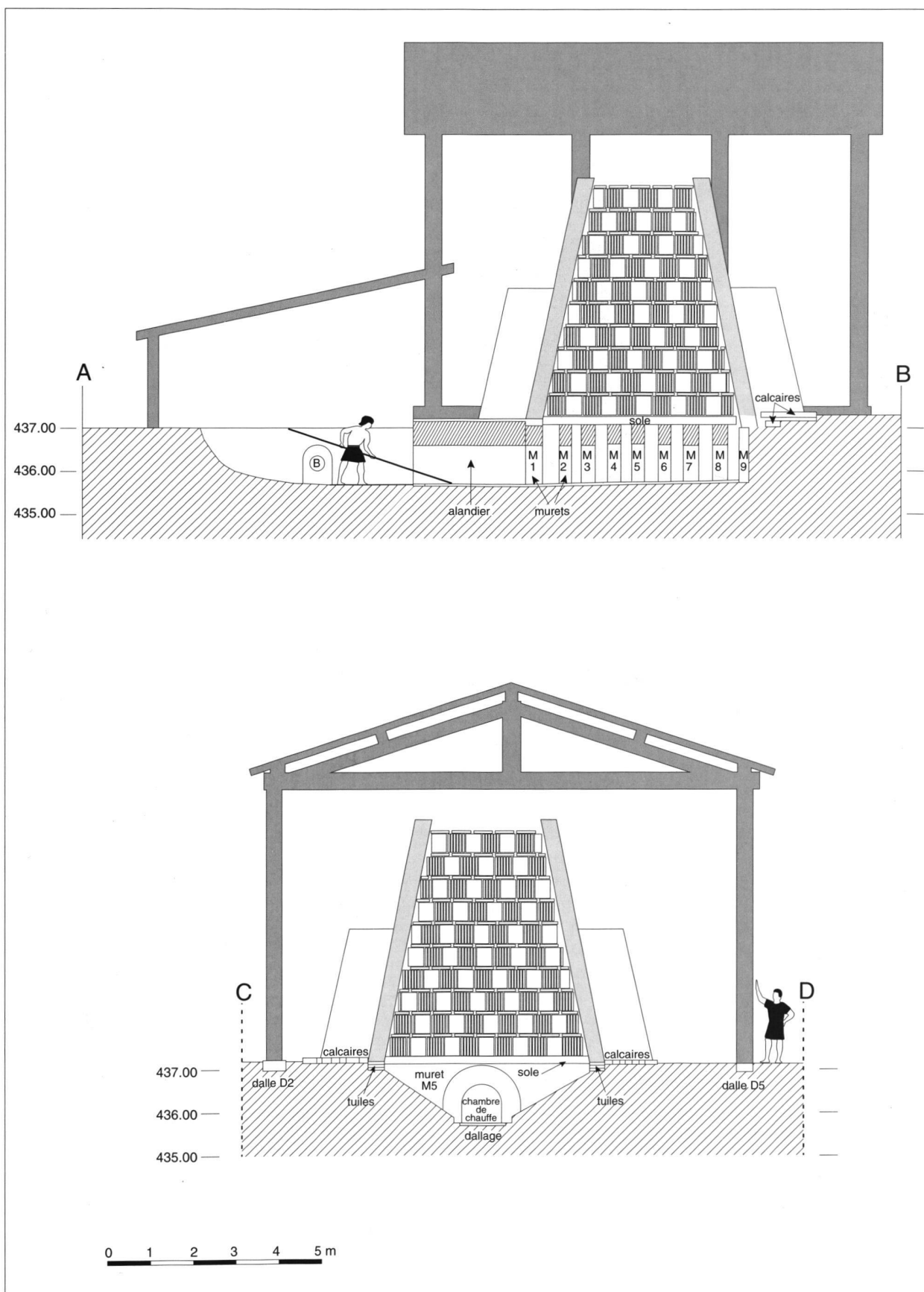


Fig. 35. Avenches / En Chaplix. Coupes schématiques (transversale et longitudinale) du four II, avec restitution hypothétique des volumes du laboratoire et de la couverture (silhouettes en grisé). Situation: fig. 36, p. 172. B: projection du muret de protection de l'alandier (fig. 5, p. 152: B).

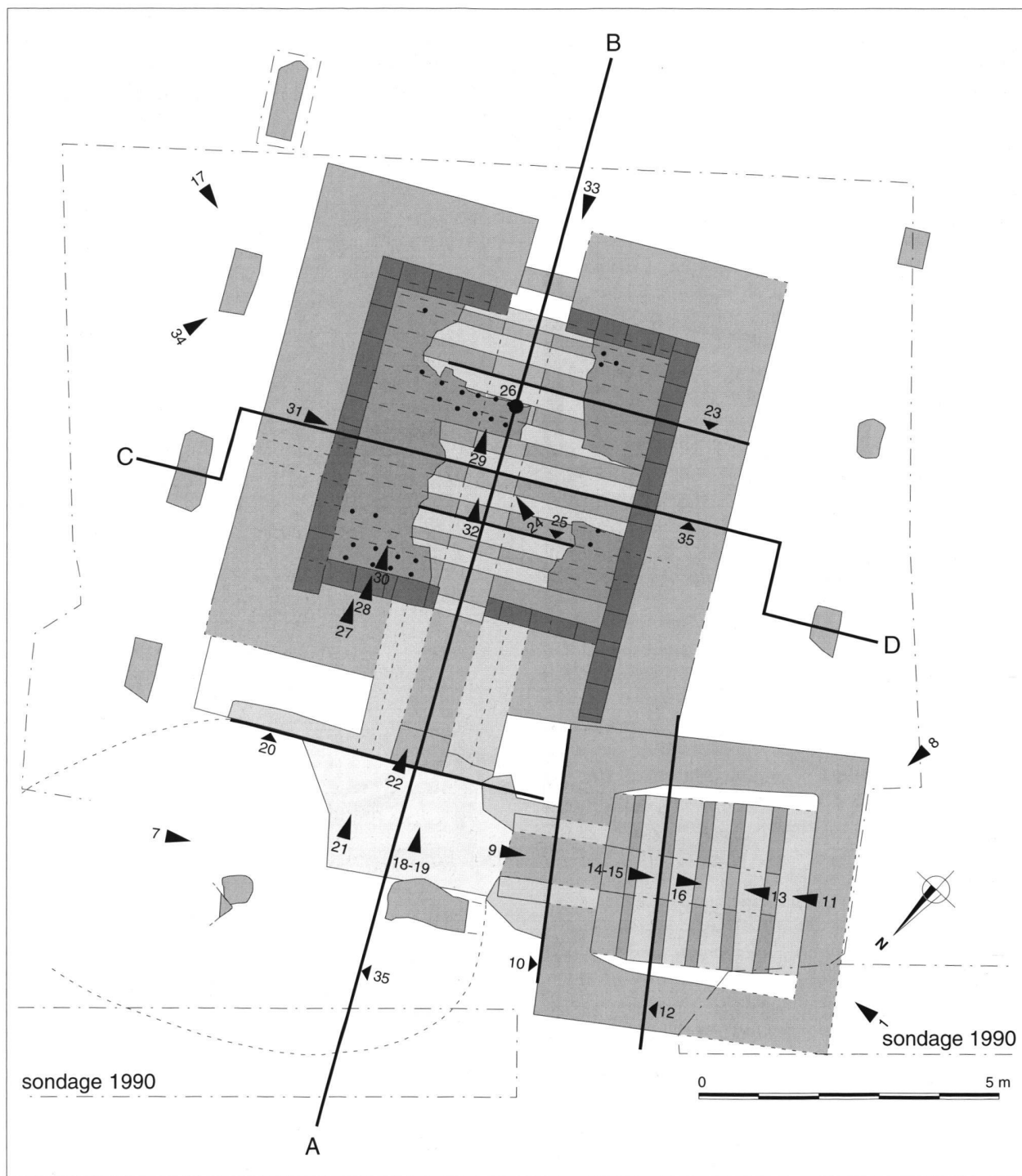


Fig. 36. Avenches / En Chaplix. Plan schématique des fours de tuiliers, avec emplacement des coupes stratigraphiques et des prises de vue photographiques. Les chiffres correspondent aux n°s des figures.

épaississant sur une certaine hauteur les parois du laboratoire⁷¹. S'il prend parfois l'aspect d'une véritable maçonnerie, ce doublage peut se réduire à un simple amoncellement, très épais, de terre, de briques, voire de matériaux de rebut ou de produits en cours de séchage. A titre d'exemple, un four antique de Métaponte I, de plan circulaire, présente un parement interne, principal, appareillé de briques, et un doublage externe, probablement à voca-

71. Voir par exemple ADAM 1989, fig. 140-141, p. 64-65; HAMPE/WINTER 1965, fig. 94, p. 99, fig. 117, p. 123 et pl. 35, 1.

tion isolante et statique, fait de béton (de terre ?) enrichi de fragments de tuiles, fondé sur un radier de pierres⁷². En dépit de la ténuité des indices disponibles, nous proposons de voir dans la double bordure de tuiles et de pierres calcaires du four II l'assise d'un dispositif analogue: la ceinture de *tegulae* correspondrait à la base du laboratoire temporaire proprement dit et la large bordure de pierres aurait soutenu le doublage isolant⁷³. C'est cette interprétation qui a servi de base à la restitution proposée de l'élévation du four (fig. 35).

La fermeture supérieure du laboratoire est généralement assurée par une couverture de *tegulae*, de mottes d'argile ou de déchets de terre cuite, disposés de manière à ménager des passages aux gaz d'échappement⁷⁴. Si le sommet du laboratoire est constitué d'une calotte d'argile, cette dernière sera percée de cheminées à son sommet.

En ce qui concerne la hauteur du laboratoire, les indices archéologiques font bien évidemment défaut. Les installations traditionnelles recensées dans le monde méditerranéen présentent des hauteurs très variables, mais rarement inférieures à la largeur ou au diamètre de leur laboratoire⁷⁵. Sur notre four II, le côté de la sole mesurant 5.5 m (avec la bordure de *tegulae*), une hauteur minimale de même valeur peut être envisagée.

Éléments de chronologie relative

Comme nous l'avons déjà noté, la chronologie relative des fours de *Chaplix* semble devoir s'établir de la manière suivante: la construction du petit four (I) serait antérieure à celle de son grand voisin (II). Cette proposition repose uniquement sur la disposition du grand four, dont l'angle nord-ouest englobe la bordure calcaire du petit four et sur quelques observations faites à la jonction des deux alandiers. Si le fonctionnement simultané des deux installa-

tions pendant une certaine période ne fait aucun doute, le four II paraît avoir été abandonné plus tardivement que le four I. C'est tout au moins ce que paraissent suggérer le plan du dispositif de couverture du four II⁷⁶ et, peut-être, le léger écart de déclinaison observé dans les mesures archéomagnétiques⁷⁷.

Le fonctionnement de l'atelier

Le chargement

Les matériaux à cuire, dont on a vu qu'ils sont réalisés avec des matières premières se situant toutes à proximité de l'atelier, sont chargés sur le four. Les diverses pièces sont d'abord disposées directement sur la sole avec un minimum d'espace entre elles, juste suffisant pour permettre le passage de l'air chaud. Généralement placées debout sur leur petit côté⁷⁸, elles sont calées avec de l'argile ou appuyées les unes contre les autres. Le chargement se poursuit par un empilement progressif des matériaux. Celui-ci est sans doute facilité par l'établissement d'un échafaudage provisoire qui, dans le cas du four II, a pu être fixé aux armatures de bois de la couverture de protection ou reposer sur le radier de pierres calcaires.

Le chargement s'arrête à une hauteur dont la valeur dépend de plusieurs critères. Le poids ne doit pas être trop important sur la sole ni sur les premières pièces du chargement, qui risqueraient d'être déformées. Un autre facteur déterminant est la déperdition de chaleur. Cependant, en l'absence de toute mesure fondée sur une expérimentation, il est difficile d'articuler un chiffre avec certitude. Les hauteurs retenues ici, on l'a dit, correspondent aux largeurs des laboratoires. Ces chiffres sont considérés comme plausibles par des tuiliers contemporains qui n'excluent pas des chargements atteignant les 5 ou 6 m de hauteur sur la sole du four II.

Les parois du laboratoire s'élèvent sans doute au même rythme que le chargement avec lequel elles se confondent ou sont partiellement en contact. Une fois le sommet atteint, des tuiles plates ou d'autres matériaux sont disposés en couverture sur le lot à cuire, en ménageant çà et là des ouvertures pour l'évacuation des gaz chauds. Les murs et la couverture sont enduits d'argile pour en assurer l'étanchéité.

Le combustible

Le calcul du volume utile⁷⁹ permet d'estimer la consommation de bois nécessaire à une fournée. On sait qu'il faut environ 1m³ de bois pour 2m³ de terre cuite. Il faudrait donc amasser au moins 45m³ de bois pour une

72. CARTER 1979, fig. 3.4, p. 56.

73. Sur le territoire helvétique, deux fours présentent un agencement très intéressant, assez proche de celui du four II. L'installation de Kaiseraugst-Im Liner AG se caractérise également par la présence d'une couronne de pierres non maçonnées, irrégulièrement disposées sur une largeur de 0.7 à 1.3 m. Entre cette bordure et la chambre de chauffe proprement dite, subsiste une bande de terrain non excavée et apparemment dépourvue de tout aménagement: BERGER 1969, en partic. p. 13 *sqq.* On retrouve ce double aménagement dans le four de Kaisten AG: BERGER 1969, fig. 11, p. 16; HARTMANN/WEBER 1985, p. 176. Les largeurs de la bordure de pierres et de la bande intermédiaire y sont respectivement légèrement supérieure et inférieure à 1 m. Le grand four de Villers-Farlay (Franche-Comté) F, présente quant à lui une large ceinture de tuiles, parementée de pierres à l'extérieur et faiblement fondée. Cet appareil de tuiles est préservé sur quelques assises en élévation au-dessus de la sole, mais la documentation disponible ne permet pas de se prononcer sur le caractère permanent ou semi-permanent du laboratoire: CHARLIER 1992, p. 25.

74. ADAM 1989, fig. 140, p. 64.

75. Pour la restitution d'un four circulaire de Sallèles d'Aude F, F. Laubenheimer propose également une hauteur égale au diamètre de la sole: LAUBENHEIMER 1990, p. 71.

76. Voir ci-dessus, p. 169.

77. Voir ci-dessous, p. 184-185.

78. LE NY 1988 a, p. 32-33.

79. Voir ci-dessous, p. 178.

cuisson sur le four II⁸⁰. Le travail nécessaire à la coupe, au transport et enfin au séchage du bois prend ici toute sa valeur. Les besoins massifs en bois nécessitent rapidement une gestion de la forêt et une somme importante de travail doit être consacrée au conditionnement de ce matériau indispensable. Une partie des travaux, notamment le bûcheronnage et la refente du bois, est réalisable pendant les mois d'hiver, en dehors de la période d'activité des fours.

La vidange des chambres de chauffe, partielle pour le grand four et complète pour le petit, n'a malheureusement pas permis la récolte de charbons de bois spécifiquement déterminables⁸¹.

A cet égard, la comparaison avec le site de Sallèles d'Aude F nous laisse vraiment sur notre faim. Dans certains fours de cet atelier, ce sont jusqu'à six couches charbonneuses distinctes qui ont été observées. Les analyses qui en ont été faites ont permis de mettre en évidence plusieurs phases d'utilisation en relation avec des essences variables⁸².

L'emploi du bois comme combustible dans les fours d'Avenches, bien qu'il ne soit pas une certitude, représente toutefois la solution la plus vraisemblable. L'utilisation d'autres matériaux, tels que le charbon de bois, la tourbe ou même la paille, pourrait néanmoins être envisagée dans certaines phases de la cuisson.

Le choix du combustible, déterminant pour l'intensité de la chaleur, est susceptible de varier au cours des différentes phases d'une même cuisson selon l'effet recherché. Il est raisonnable d'envisager l'emploi de combustibles à haute valeur calorifique tels que paille, brindilles ou petits fagots de bois pour une cuisson à température élevée. A l'inverse, un bois (qui peut être de la même essence) débité en grosses sections aura une combustion lente et régulière, beaucoup mieux adaptée à une phase de cuisson nécessitant moins de surveillance et une température inférieure. Le pouvoir calorifique du bois, qui correspond à la quantité de chaleur dégagée par unité de poids, ne doit pas être confondu avec le comportement au feu qui, lui, dépend essentiellement du calibre utilisé⁸³. Ce second paramètre est finalement plus important que le choix de l'essence.

A Sallèles d'Aude F, on s'est rendu compte que la préoccupation majeure dans l'exploitation du bois par les potiers et tuiliers est plutôt la proximité que la variété. C'est pourquoi, les bois brûlés correspondent aux arbres disponibles dans le voisinage de l'atelier et non aux sortes les plus prisées pour l'activité spécifique.

Le bois utilisé, quelle qu'en soit l'essence, doit être parfaitement sec. Si ce dernier point n'est pas respecté, toute l'énergie est absorbée par l'évaporation de l'humidité contenue et aucun gain de température n'est obtenu. Il est donc indispensable de disposer d'un important stock de bois en début de saison. Celui-ci devant être conservé sous couvert, on imagine l'importance des surfaces réservées à cet effet.

La cuisson

Parallèlement à celui des matériaux à cuire, le chargement du combustible est effectué sur l'aire de chauffe par les chauffeurs. Le bois est amassé à l'entrée de l'alandier, puis le feu est allumé.

La localisation exacte du feu pose encore des problèmes et l'on rencontre plusieurs propositions dans la littérature. Pour les fours de potiers, dont les dimensions, et notamment celles de l'alandier, sont la plupart du temps assez réduites, il semble clairement admis que le feu est entretenu dans l'alandier uniquement. La distance séparant ce dernier de la sole étant minime, un chauffage indirect est amplement suffisant et sans aucun doute moins dangereux pour des produits d'une grande fragilité. Est-ce le cas pour les grands fours de tuiliers ?⁸⁴ En l'absence de références claires à des expérimentations fiables, nous nous refusons à être catégoriques, d'autant plus qu'il semble exister des fours sans alandier⁸⁵, dont le foyer ne peut donc se trouver que sous la sole. Que le feu soit allumé puis entretenu pendant un certain temps dans l'alandier uniquement paraît toutefois assez logique, tout au moins dans la phase de montée en température: comment en effet allumer et contrôler un feu situé au milieu de la chambre de chauffe? En revanche, il est peu probable que la chaleur produite dans l'alandier du four II soit suffisante pour atteindre le fond de la chambre de chauffe, 5 m plus loin, et, à plus forte raison, pour cuire une tuile située 5 m à la verticale de ce point. De plus, comme nous l'avons déjà souligné⁸⁶, de sérieux dégâts directement imputables à une très forte chaleur ont été constatés dans la partie médiane du four et sur les murets, alors que l'alandier a moins souffert de ce genre d'atteintes. C'est pourquoi, nous pensons que le bois, lorsqu'il atteint le stade de braises ardentes, est poussé en arrière dans la chambre de chauffe à l'aide d'outils à long manche

80. Si l'on se réfère aux expérimentations dans ce domaine (pour des fours de potiers), on constate une variation des chiffres: GREFF 1991 p. 224-226.

81. Laboratoire romand de dendrochronologie de Moudon, analyses de juillet 1995 (réf. LRD95/R39591).

82. CHABAL/LAUBENHEIMER 1994. Sur nombre d'autres sites, il est fait mention de cendres, de charbons ou de fragments de bois, par ex.: RATEL 1959, p. 112: Fontaine-Merle (Côte-d'Or) F.

83. CHABAL/LAUBENHEIMER 1994, p. 122-123.

84. GREFF 1991, p. 218: «le foyer est entretenu à sa partie (de l'alandier) initiale»; Toutefois (*ibidem*, p. 224) lors d'une expérience «le bois est disposé dans toute la longueur de l'alandier jusque sous la sole»; de plus, une certaine confusion notamment entre les termes alandier, canal de chauffe, chambre de chauffe, gueule et foyer ne contribue pas à la clarté du problème. L. Berger pose également la question sans trancher et note seulement «Die Feuerkammer hätte dann vornehmlich als Zugschacht gedient.» (BERGER 1969, p. 16). «... le contact des flammes avait lieu jusqu'aux points les plus éloignés du foyer...» (MANIÈRE 1971, p. 196).

85. LE NY 1988 a, p. 56; il se peut toutefois que l'alandier n'ait pas été reconnu ou ait été parfois détruit lors des fouilles.

86. Voir ci-dessus, p. 164.

(fourches, racloirs et rateaux à cendres⁸⁷) alors que le dégagement de chaleur est à son maximum⁸⁸. Plusieurs auteurs partagent ce point de vue⁸⁹.

D'abord doux pour une montée en température régulière et afin de compléter le séchage de la fournée, le feu prend peu à peu de l'ampleur. Selon la direction des vents et en fonction de la température requise (idéalement comprise entre 800 et 1000°), des réglages sont effectués par ouverture ou obturation des événements latéraux et de la gueule du four. L'appréciation du degré de température se fait uniquement de façon visuelle au travers des ouvertures du laboratoire. Les gaz produits sous les voûtes de la chambre de chauffe se diffusent entre les murets, se répartissent sous la sole et montent dans le laboratoire par les carneaux. Un prochain chargement, étalé autour du four en fonction, profite peut-être de la chaleur qui s'en dégage pour finir de sécher, sous l'abri et contre les parois du laboratoire.

Après plusieurs jours de cuisson, puis un abaissement progressif de la température étagé sur une semaine environ, le défournement peut débiter avec la démolition des murs du laboratoire. La chambre de chauffe est débarrassée de ses braises qui peuvent servir, le cas échéant, au démarrage de l'autre four. Il faut ensuite nettoyer le four, l'inspecter et faire les réparations nécessaires. On accomplit ces tâches avec plus de souplesse lorsqu'on dispose d'un second four qui fonctionne en alternance.

On ignore à peu près tout du temps nécessaire pour un chargement ainsi que du nombre de personnes requises et de leur qualification. On imagine cependant qu'une équipe doit compter au moins deux chauffeurs spécialistes, présents en permanence, auxquels s'ajoutent quatre à six personnes⁹⁰ pour les phases de chargement/déchargement, ce travail exigeant énormément de manutention. Le temps nécessaire pour une cuisson complète sur le grand four se décompose en plusieurs étapes: environ trois jours de chargement; autant pour la montée en température du four; encore trois jours pour la cuisson puis, au moins une semaine à dix jours pour le refroidissement; soit environ deux à trois semaines par fournée⁹¹.

87. Les instruments du chauffeur (pré-industriel) sont illustrés dans PIETRE FATTE A MANO 1985, fig. 12, p.63.

88. F. Le Ny partage cet avis: «Un feu, allumé dans la gueule du four, produit des braises qui vont être poussées jusqu'au fond de la chambre de chauffe» (LE NY 1988 a, p. 23).

89. J.-P. Adam semble en accord avec nous sur ce point et pense que le chauffage indirect de la sole est réservé aux fours de petites dimensions, essentiellement destinés à la cuisson des céramiques: ADAM 1989, p. 65 et fig. 140.

90. Peut être des femmes et des enfants comme c'est encore le cas à la fin du siècle dernier en Suisse: HERMANN 1993, p. 17-18. Voir aussi: GOLL 1989, p. 33-35 (Chine) et PIETRE FATTE A MANO 1985, p. 47 sqq. (plaine du Pô).

91. La documentation disponible pour une briquetterie pré-industrielle de la région de Mantoue I fait état d'une fournée par quinzaine. La période des cuissons y est en outre très courte, de mai à fin septembre, ce qui correspond à une douzaine de fournées par année: PIETRE FATTE A MANO 1985, p. 47 sqq. En Chine, pour des fours en service actuellement, on compte 6 à 7 jours de cuisson: GOLL 1989, p. 39.

Il va sans dire que le four, avant de recevoir sa première charge, devra subir quelques mises à feu progressives en durée et en température. Elles ont pour but de finir de sécher toutes les parties du four et de brûler, le cas échéant, les gabarits de bois utilisés lors de la construction. Ces opérations doivent être effectuées avec le plus grand soin afin d'éviter des dégâts tels que la fissuration de la sole, pouvant gravement nuire au fonctionnement et à la longévité du four.

Les productions de l'atelier

Les matériaux produits

Les matériaux sortant de l'atelier sont principalement des tuiles plates à rebord (*tegulae*) et leurs indispensables compléments, les tuiles couvre-joint demi-rondes (*imbrices*). La quasi totalité des ratés de cuisson découverts dans et hors les fours est constituée de tels produits. Reste à savoir si cette vision est représentative de la réalité, compte tenu de la modestie des surfaces explorées. Les autres éléments mis au jour en nombre très restreint sont des carreaux de pilettes (*bessales*).

Pour la construction du four, on retrouve les mêmes produits, auxquels on peut ajouter des fragments de *tubuli*, reconnaissables à leur surface striée et des briques rectangulaires ayant principalement servi à l'édification de l'alandier du four II. Des *imbrices* coupées dans le sens de la longueur ont en outre été utilisées aussi bien pour certaines voûtes de murets que comme éléments de recharge de la sole.

Certaines *tegulae* utilisées dans la construction du four I (et provenant donc d'un autre four, voire d'un autre atelier) possèdent des marques tracées à la main après démoulage au bas de leur face externe (fig. 37)⁹². On a attribué différentes significations à ces marques: repères de travail, marques de comptage, marques d'identification de lots, de commandes ou d'équipes de travail. Certaines d'entre elles peuvent très bien n'avoir eu qu'une fonction décorative⁹³. Aucune marque de ce type n'a été trouvée sur le four II. Un certain nombre de tuiles portent en outre des empreintes de pattes d'animaux domestiques (fig. 38), trahissant un séchage à même le sol et en plein air⁹⁴.

92. CAILLER/BACHOFEN 1922, p. 30-31 et fig. 6; BRODRIBB 1979; PAUC 1983, p. 144-146 et 152-153; GOULPEAU/LE NY 1989; LE NY dir. 1993, p. 93 sqq.; CHARLIER/DUCOMET 1995.

93. GOULPEAU/LE NY, p. 109 et 111.

94. Voir par exemple LAUBENHEIMER 1990, fig. 131-132, p. 151-152; LE NY dir. 1993, fig. 54-55, p. 106-107. Ce séchage est néanmoins pratiqué sous abri, les marques de gouttes de pluie étant rarement observées sur les tuiles: BRODRIBB 1979, p. 215. Du même coup, les tuiles sont aussi à l'abri des rayons directs du soleil.

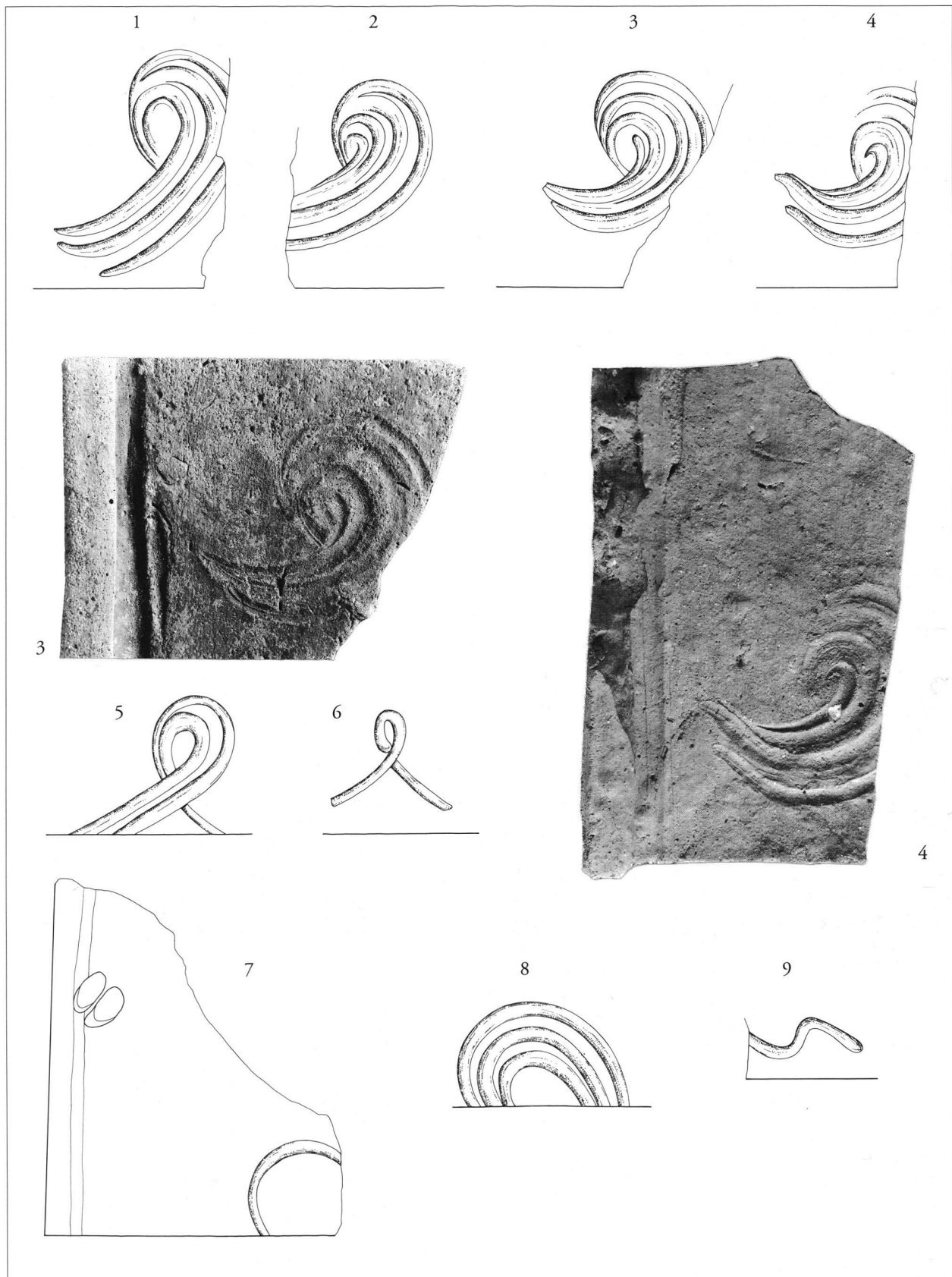


Fig. 37. Avenches / En Chaplix. Marques digitées sur tegulae. Echelle 1:4 (photos: échelle 1:3). Pour les n^{os} d'inventaire, se référer à la liste des ensembles archéologiques, p. 181-182.

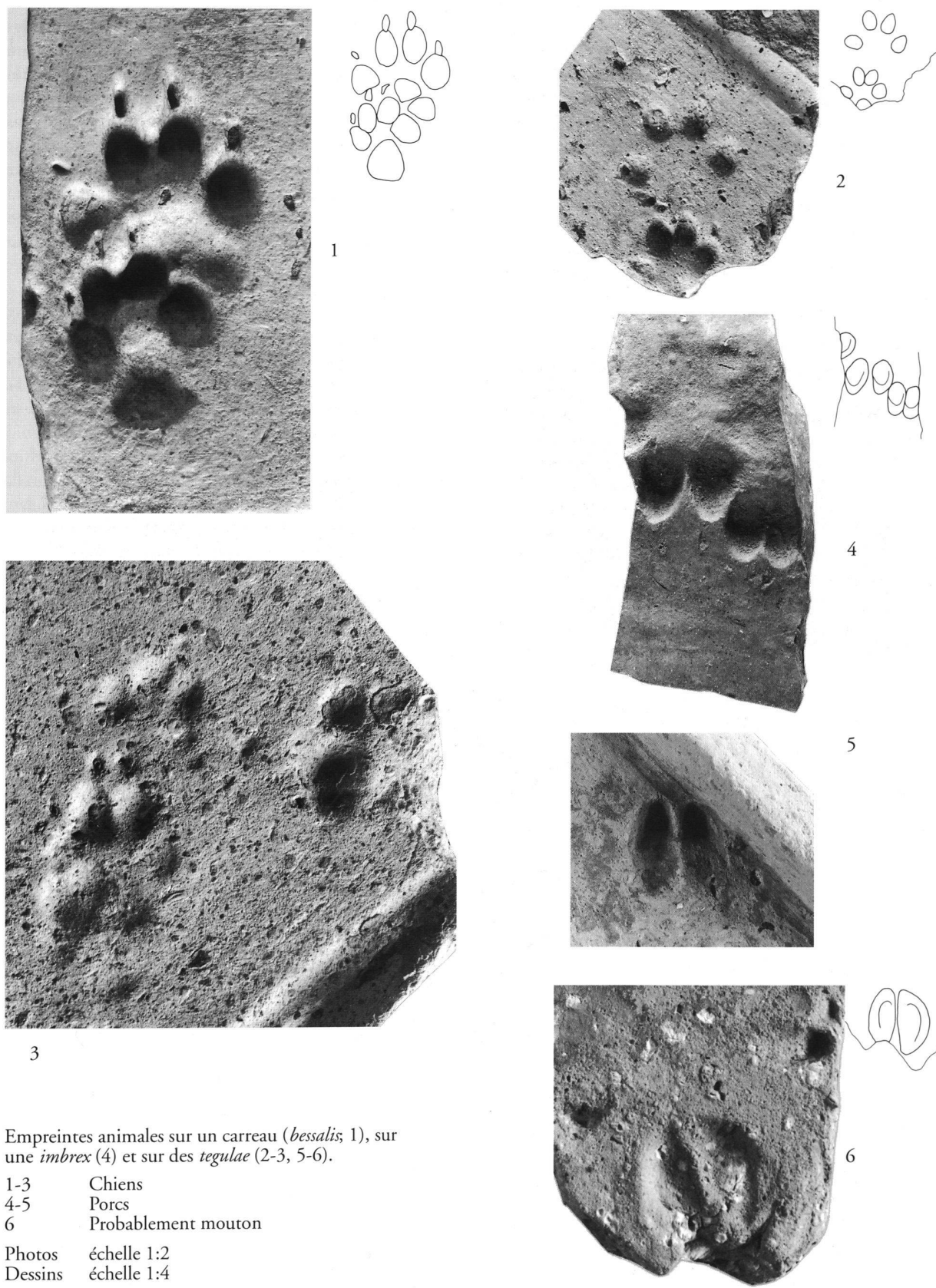


Fig. 38. Avenches / En Chaplix. Empreintes d'animaux sur matériaux en terre cuite. Pour les n^{os} d'inventaire, se référer à la liste des ensembles archéologiques, p. 181-182.

Les estampilles sont totalement absentes aussi bien dans le four I que dans le four II⁹⁵. Toutefois, il faut garder à l'esprit que les tuiles intactes et dont on peut certifier la provenance de notre officine sont fort peu nombreuses. De plus, les ratés de cuisson ne conservent pas les estampilles. Les chances de retrouver de telles marques sont donc très réduites.

Le volume de la production

Le volume estimé de la production du four II a été calculé pour une charge homogène de *tegulae*. Pour ce calcul, nous avons pris en considération les dimensions moyennes d'une tuile plate (0.48 x 0.37 x 0.055 m)⁹⁶, la hauteur estimée du laboratoire: 5.5 m (calculs avec h = 4 m entre parenthèses, pour une option minimaliste) et la surface de la sole: 30.25 m² (y compris la bordure de *tegulae*). D'autre part, ayant retenu l'hypothèse d'un laboratoire temporaire, il nous a paru nécessaire de le restituer avec une pente de 5/1 (soit environ 80°) plutôt que verticaux pour des questions de stabilité et de déperdition de chaleur. Une telle pente paraît raisonnable et coïncide avec les restitutions graphiques de la littérature⁹⁷. Compte tenu de ces données, le volume utile se situe aux alentours de 108.7 m³ (89.2 m³). Les tuiles d'une fournée sont en principe disposées debout à l'intérieur du four pour en faciliter le tirage. Cette façon de procéder, archéologiquement démontrée, permet de placer entre 40 et 60 tuiles au m², le double au m³. On obtient finalement un nombre de 10'870 tuiles (8'920) par chargement⁹⁸ en prenant une moyenne de 100 tuiles par m³. Le même calcul, mais cette fois sans tenir compte de la bordure de *tegulae*, soit avec une surface utile de 4.5 m de côté et pour une hauteur de 5.5 m, fournit un cubage de 65.8 m³. L'écart des chiffres au niveau du volume induit le constat suivant: du strict point de vue de la productivité, il vaut mieux un four avec une surface de cuisson légèrement supérieure qu'un four étroit mais haut. Si toutefois les tuiliers antiques ont très souvent opté pour des installations de dimensions moyennes⁹⁹, c'est vraisemblablement pour des raisons techniques, en particulier de facilité d'entretien et d'alimentation en combustible.

Le poids moyen pour une tuile plate se situant entre 8 et 10 kg¹⁰⁰, nous garderons pour notre calcul un poids de 9 kg. Avec les chiffres retenus ci-dessus pour le volume utile, cela porte le poids total d'un chargement complet aux alentours de 98 (80) tonnes et la pression maximale (au centre de la sole) à 4'950 kg / m². Aucune expérimentation n'ayant été réalisée à ce jour, du moins à notre connaissance, ces chiffres sont à considérer avec toute la réserve qui s'impose.

En conservant les mêmes bases de calcul et une hauteur de laboratoire de 3.5 m, les chiffres obtenus pour le four I sont respectivement de 2'890 tuiles par fournée pour un poids de 26'010 kg.

Sachant que, pour 1m² de toiture, il faut 6 *tegulae*, on peut dire que chaque fournée du four II est suffisante pour une couverture de (10'870 : 6 = 1811 m², surface qu'il faut toutefois ramener à environ 1000 m², si l'on prend en compte la cuisson simultanée des 9 *imbrices* nécessaires par m² de toiture¹⁰¹.

Les dimensions imposantes du four II et son fonctionnement conjoint avec un four plus petit ont pour corollaire une production considérable. Celle-ci se justifie par la courte durée de la période des cuissons, regroupées pendant la saison chaude¹⁰². L'utilisation d'un four de grande capacité n'était toutefois pas sans risque, si l'on pense que le nombre de cuissons annuelles ne devait guère dépasser la dizaine. On imagine alors le désastre d'une cuisson ratée et les semaines de travail perdues, sans compter la dizaine de milliers de tuiles à faire disparaître !

Diffusion de la production

Les marchandises produites dans l'atelier d'Avenches étaient sans doute destinées pour une bonne part à la ville toute proche. Il est probable que le reste de la production était distribué dans un plus large rayon. Les estampilles faisant totalement défaut sur les tuiles découvertes, il est impossible de se faire une idée de l'extension du périmètre de distribution¹⁰³. Des analyses morphologiques ou minéralogiques ne seraient pas d'un grand secours au vu

95. On rappellera que l'estampille ne remplace pas la marque digitée puisque les deux sont parfois associées: GOULPEAU/LE NY 1989, p. 115.

96. Ces dimensions, ainsi que le poids moyen, n'ont qu'une valeur indicative; elles sont basées sur quelques mesures prises dans les dépôts du Musée Romain d'Avenches sur des éléments dont le lieu de production n'est pas connu.

97. Par exemple ADAM 1989, fig. 140, p. 64.

98. Pour une sole de 4 x 4.2 m, le nombre de tuiles par fournée est estimé entre 10'000 et 20'000 à Villers-Farlay (Franche-Comté) F: CHARLIER 1992, p. 24.

99. Voir ci-dessus, note 17, p. 149.

100. Le module et l'épaisseur de la *tegula* variant dans le temps et dans le lieu, le poids subit des écarts considérables; c'est ainsi qu'à Sallèles d'Aude F on compte en moyenne 16 kg pour une *tegula*: LAUBENHEIMER 1990, p. 96; voir aussi BRODRIBB 1987, p. 11-12.

101. BRODRIBB 1987, p. 12.

102. Voir ci-dessus, note 91. Les contraintes climatiques sont évidemment moins fortes sous des cieux plus cléments, dans le monde méditerranéen par exemple, où les cuissons peuvent être étalées sur presque toute la durée de l'année.

103. R. Pauc propose quelques cartes de répartition basées sur les découvertes de tuiles portant une même estampille; elles permettent de se faire une idée de l'extension de l'aire de distribution par voie de terre: PAUC 1983, p. 266-274 et fig. 30-34. A Kaiseraugst AG-Liebrüti, on a trouvé des tuiles portant la marque de la *Legio I Martia*; des tuiles portant la même marque ont également été trouvées à Bâle, Bienne, Strasbourg. On ne peut toutefois à ce jour affirmer qu'elles proviennent toutes du même atelier: LAUR-BELART 1991, p. 170.

de la standardisation des matériaux de construction gallo-romains et de la qualité quasi constante des argiles utilisées dans un large périmètre¹⁰⁴.

Le poids considérable des tuiles est un des principaux handicaps d'un commerce à longue distance sauf si l'on dispose d'un moyen de transport approprié. Cela nous conduit tout naturellement à reconsidérer l'utilisation du canal artificiel contemporain reliant le port antique au domaine de la *villa du Russalet*. L'extrémité amont de cet ouvrage long de 800 m est située, tout comme l'atelier de tuiliers, si ce n'est à l'intérieur, du moins à proximité immédiate de l'enclos de la *villa* (fig. 2, 5). Jusqu'ici, on a pensé que ce canal avait servi à l'acheminement, par barques à fond plat, des pierres de construction depuis les carrières des rives du lac de Neuchâtel jusqu'à la capitale helvète. Les récentes découvertes permettent sans doute de compléter cette vision: après débarquement de leurs marchandises, les barques pouvaient, au retour, emporter un volumineux chargement de tuiles vers les sites riverains des lacs jurassiens, permettant ainsi d'éviter un transport long et pénible sur des routes souvent étroites et de qualité médiocre¹⁰⁵.

Ainsi, il est permis de penser que les bénéfices de l'activité de la tuilerie ont contribué à la prospérité ostentatoire des propriétaires de la *villa*, c'est-à-dire sans doute à la descendance de ce C. Camillius Paternus, révélé par une inscription découverte près du canal en 1990¹⁰⁶.

Les structures annexes

La production d'un atelier de tuiliers se décompose en plusieurs activités. Ce sont autant de lieux de travail où se déroulent les différentes étapes indispensables menant au produit fini. Elles prennent place en plusieurs endroits, généralement proches du four. Ce sont, entre autres, des fosses de décantation et de maturation de l'argile, des aires de foulage, puis de séchage des produits prêts à cuire¹⁰⁷.

Le séchage des produits moulés, impérativement pratiqué à l'air et à l'abri du soleil¹⁰⁸, nécessitait la présence de vastes hangars couverts. D'autres hangars, de taille respectable, étaient affectés au séchage indispensable du bois de feu, à moins que cette opération ne fût réalisée à proximité directe des fours pour profiter de la chaleur. Aucune trace de ces bâtiments dont on soupçonne l'existence, n'a été relevée.

Les inévitables ratés de cuisson, résultat d'une température trop élevée ou insuffisante, sont le plus souvent amassés dans des fosses de rebut que l'on n'a pas repérées ici. Les quelques surcuits retrouvés ont servi en remploi, pour tapisser le fond de l'aire de chauffe ou celui de la chambre de chauffe du four I. Les ratés n'étaient peut-être pas très nombreux si les cuissons, regroupées sur une courte période de l'année, étaient organisées et surveillées avec tout le soin pressenti.

Compte tenu du volume de la production que nous pouvons imaginer pour notre officine, ces diverses structures annexes devaient occuper une surface considérable. L'emprise et la durée limitées des fouilles n'ont pas permis d'explorer les abords des fours et de mettre au jour les structures annexes susmentionnées.

L'abandon de l'atelier

L'atelier d'*en Chaplix* ne donne pas l'impression d'avoir été abandonné précipitamment. Aucun élément de l'ultime fournée n'a été découvert en place¹⁰⁹. La propreté générale des installations confirme l'impression d'un atelier entretenu et nettoyé, comme prêt pour de nouvelles fournées...

L'état de conservation dans lequel les structures ont été observées laisse penser qu'elles n'ont fait l'objet d'aucune récupération de matériaux, tout au moins en ce qui concerne les infrastructures. Ces dernières ne paraissent pas avoir souffert d'autres dégradations que celles du temps. Sur plusieurs sites, on a remarqué que les fours abandonnés pour des raisons techniques ou en raison d'un rendement insuffisant, ainsi que leurs aires de chauffe, avaient servi de dépotoirs pour le rebut des nouvelles installations¹¹⁰. Ce n'est pas le cas ici, ce qui nous amène à penser que les fours d'*En Chaplix* n'ont pas été remplacés par une nouvelle installation, dans leur voisinage immédiat tout au moins. D'ailleurs, les dégâts constatés sur les structures ne paraissent pas non plus justifier leur désaffectation. Il faut donc trouver d'autres raisons à la cessation d'activité de ces installations. La mort des propriétaires, une crise notable dans le secteur de la construction ou la concurrence d'un atelier plus compétitif, tels sont quelques-uns des motifs que l'on peut invoquer sans bien sûr pouvoir trancher.

Après leur désaffectation, les fours - partiellement remblayés ? - ont été envahis progressivement par des matériaux limoneux, compacts, qui ont intégralement rempli tous les espaces vides et permis la protection des structures, les mettant à l'abri d'affaissements provoqués par le passage répété des machines agricoles et, plus récemment, des lourds camions du chantier autoroutier.

104. Ces remarques ont déjà été exprimées à propos du four de Bellevue GE: PAUNIER 1972, p. 68.

105. La découverte de tuiles surcuites à l'extrémité amont du canal constitue un indice de la relation, chronologique sinon fonctionnelle, entre la tuilerie et canal.

106. AS 13.4, 1990, p. 185-186.

107. Voir par exemple LE NY 1988 b, p. 108-109: Bas-Rouault en Tressé (Ille-et-Vilaine) F.

108. Le séchage à l'air libre des tuiles, très dépendant des conditions météorologiques, dure de 1 à 3 mois. Le retrait est compris entre 5 et 8% du volume: HERMANN 1993, p. 21-22.

109. A Kaiseraugst AG-*Liebrüti*, plusieurs tuiles ont été découvertes telles qu'elles avaient été empilées sur la sole: TOMASEVIC-BUCK 1982, p. de garde et p. 11.

110. Par exemple à Sallèles d'Aude F: LAUBENHEIMER 1990, p. 33 et 41. Voir aussi McWHIRR 1979, p. 114.

Matériel archéologique et datation

La céramique (Daniel Castella)

AV = référence à la typologie de CASTELLA/MEYLAN KRAUSE 1994.

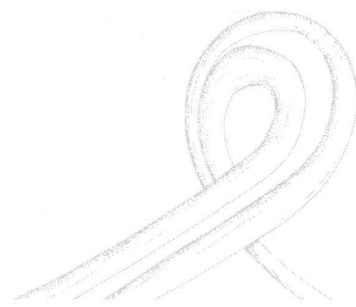
Peu abondant et très pauvre en sigillée importée, le matériel céramique récolté dans le secteur des fours (niveaux d'utilisation et de démolition) se révèle néanmoins d'une remarquable homogénéité du point de vue chronologique. Aucun fragment déterminé n'est antérieur au milieu du II^e s. de notre ère. On relèvera en particulier la présence de fragments à revêtement argileux brillant dans les niveaux inférieurs de l'aire de service. Les pièces les plus intéressantes (fig. 39, 1, 2 et 6) trouvent de nombreux parallèles dans les inventaires de la nécropole voisine d'*En Chaplix* datés de cette période et de la seconde moitié du II^e s. Les pots et tonnelets AV 39 (commune claire) et AV 26 (commune grise) y sont d'ailleurs les récipients les plus fréquemment utilisés comme urnes cinéraires. Malgré l'absence d'éléments caractéristiques du III^e s.¹¹¹, la rareté du matériel oblige à proposer une période assez large, **entre le milieu du II^e et la première moitié du III^e s. ap. J.-C.**, sans que l'on puisse se prononcer sur la durée effective d'utilisation des fours. C'est d'ailleurs à cette même époque que la nécropole connaît son développement maximal¹¹² et que les traces d'activité se multiplient dans le secteur amont du canal¹¹³.

Le fer (Anika Duvauchelle)

Peu abondant également, le matériel en fer découvert est essentiellement constitué de clous, dont plusieurs exemplaires, retrouvés dans les niveaux de travail des fours et ayant manifestement passé au feu, attestent l'utilisation de bois de construction récupérés comme combustible.

Trois pièces en fer d'un certain intérêt ont été mises au jour, parmi lesquelles deux couteaux. Le premier (fig. 39, 8), présente une forme courante à l'époque romaine. Il n'en est pas de même pour le couteau pliable (fig. 39, 9). La lame, avec son tranchant anguleux, est très particulière. Nous ne connaissons aucun parallèle pour cette caractéristique¹¹⁴. La fonction de ces couteaux est difficile à déterminer: lame personnelle ou outil du chauffeur ? Les deux hypothèses sont plausibles.

La pointe (fig. 39, 10) est trop fragmentaire pour que l'on puisse identifier la pièce originelle. Elle pourrait tout à fait avoir appartenu à un outil de tuilier, par exemple à un râteau à cendres ou à une fourche destinée à pousser les fagots de bois dans la chambre de chauffe¹¹⁵.



111. Il faut néanmoins admettre que le faciès céramique du III^e s. est, faute d'ensembles clos et bien datés (funéraires en particulier), très difficile à individualiser à l'échelon régional.

112. La grande majorité des sépultures est datée entre le règne d'Hadrien et la fin du II^e siècle. Si la monnaie la plus tardive découverte dans une tombe est une frappe de 170/171, des datations postérieures (jusque dans la première moitié du III^e s.) peuvent être retenues pour quelques sépultures, sur la base de l'examen du matériel céramique.

113. Les dates dendrochronologiques les plus tardives des bois mis en oeuvre dans le secteur du canal (fouilles 1981 et 1990-1991) se concentrent sous les règnes d'Antonin le Pieux et de Marc Aurèle, entre 158/159 et 170. La plupart des structures artisanales et des niveaux de travail rencontrés lors de la fouille de 1990 sont également datés de la seconde moitié du II^e s.

114. La forme générale de la lame rappelle celle de certains rasoirs. Cf. R. FELLMANN, *La Suisse gallo-romaine: cinq siècles d'histoire*, Lausanne, 1992, p. 172, 128; L. ROUSSEL dir., *Mediolanum. Une bourgade gallo-romaine*, catalogue d'exposition, Musée archéologique de Dijon, Dijon, 1988, pl. 75, 658. Néanmoins, sur ces pièces, l'angle est placé sur le dos de la lame, et non sur le tranchant.

115. Voir par exemple la fourche (dial. *forcala*) d'un tuilier traditionnel de Sicile, illustrée chez: HAMPE/WINTER 1965, fig. 118, p. 123.

Liste des ensembles archéologiques

94-95/8698		Dégagement de surface (secteur du four I)
		1 fond d'amphore <i>Gauloise</i>
		4 panses commune claire
94/8698-1	fig. 39, 4	1 bord de tonnelet commune grise AV 8/16 prob.
		2 panses commune grise
		1 bord indéterminé commune grise ?
		1 clou et 1 tige de clou en fer
95/8698-2	fig. 38, 2	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec empreinte d'animal)
95/8698-3 et -4	fig. 37, 1 et 5	2 fragm. de <i>tegulae</i> (avec marque digitée)
95/8698-5	fig. 37, 3	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée) (mention «voûte alandier four I»)
95/8698-6 et -7	fig. 37, 2 et 8	2 fragm. de <i>tegulae</i> (avec marque digitée)
94/8698-8		1 fragm. de <i>tegula</i> (avec empreinte d'ongulé prob.)
95/8698-9		1 fragm. de <i>tegula</i> et 1 fragm. d' <i>imbrex</i> liés à l'argile (mention «muret four I»)
95/8698-10 et -12	fig. 37, 6 et 9	2 fragm. de <i>tegulae</i> (avec marque digitée)
95/8698-11		1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée)
95/8699		Dégagement de surface (intérieur du four II)
95/8699-3	fig. 39, 1	1 bord de bol à marli à revêtement micacé AV 212
		1 panse commune claire ?
95/8699-1	fig. 39, 3	1 FAC de tonnelet commune grise AV 10
		1 fond commune grise
95/8699-3	fig. 38, 4	1 fragm. d' <i>imbrex</i> (avec empreinte d'animal)
95/8699-4	fig. 38, 1	1 carreau (<i>bessalis</i>) de terre cuite (avec empreinte d'animal) (mention «alandier four II»)
95/8699-5		1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée) (mention «muret four II»)
95/8699-6	fig. 38, 3	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec empreinte d'animal) (mention «muret four II»)
95/8699-7		1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée) (mention «muret IV four II»)
95/8699-8		1 fragm. de <i>tegula</i> ? avec ouverture circulaire ? (cheminée ?)
95/8699-9	fig. 38, 6	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec empreinte d'animal)
		2 fragm. de <i>tubuli</i> (mention «muret four II»)
95/8699-A		Dégagement de surface (extérieur du four II)
		1 panse à revêtement micacé
		1 anse d'amphore Dressel 20
		4 panses d'amphore <i>Gauloise</i> prob.
95/8699-2	fig. 39, 7	1 FAC de terrine commune grise
		1 fond et 4 panses commune grise
		1 boule de plomb informe
		1 clou en fer (tige de section aplatie)
		1 clou et 4-5 tiges de clous en fer
95/8699-B		Intérieur de l'alandier du four II
		1 panse commune grise
		1 <i>imbrex</i> , 1 <i>imbrex</i> surcuite et 1 carreau de terre cuite surcuit
95/8700		Aire de chauffe (niveau sup.)
		1 panse de sigillée lisse
		1 panse à revêtement argileux guilloché
95/8700-1	fig. 39, 2	1 bord de pot à provisions commune claire AV 39
	(fig. 39, 7)	4 panses commune claire
		1 bord de terrine commune grise (appartient à fig. 39, 7)
		3 panses commune grise
		1 clou et 1 tige de clou en fer
		1 objet indéterminé en fer
95/9806		Aire de chauffe (sous 95/8700)
95/9806-6	fig. 37, 7 et 38, 5	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée et empreinte d'animal)
95/9806-7	fig. 37, 4	1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque digitée)
95/9806-8		1 «mouton» de tuiles surcuites
95/9806-A		Aire de chauffe (effondrement de la voûte de l'alandier du four II)
95/9806-9		1 fragm. de <i>tegula</i> (avec marque)
95/9806-B		Aire de chauffe (couche inférieure de fragments de tuiles surcuites dans l'alandier du four I)
		1 panse à revêtement argileux (décor oculé prob.)
		1 panse de gobelet à revêtement argileux (décor de cordons fendus)
		2 panses commune claire
95/9806-3	fig. 39, 6	1 bord de tonnelet commune grise AV26
95/9806-C		Aire de chauffe (niveau inférieur)
		1 panse de bol TS Drag.37 (Gaule orientale ou production «helvétique»; fin du II ^e -début du III ^e s.)
		1 panse à revêtement argileux (décor guilloché)
		4 panses à revêtement argileux (décor de sillons parallèles entrecroisés)
		2 panses à revêtement argileux
		1 panse de cruche à revêtement argileux
		2 fonds de cruches

95/9806-4	fig. 39, 5	3 panses commune claire 1 bord de pot commune grise 2 panses commune grise
95/9806-1	fig. 39, 8	1 couteau en fer
95/9806-2	fig. 39, 10	1 pointe en fer (fragment d'outil) 3 clous et 1 tige de clou en fer 1 os calciné 1 fragm. de <i>tubulus</i>
95/9806-D		Aire de chauffe (niveau d'utilisation supérieur dans l'alandier du four I; correspond à 95/9809) 1 objet indéterminé en fer
95/9806-E		Aire de chauffe (sommet du terrain "naturel" dans le secteur de l'alandier du four II)
95/9806-5	fig. 39, 11	1 objet décoré en lignite
95/9806-F		Aire de chauffe (couche inf. de fragm. de tuiles surcuites dans l'alandier du four II; fig. 20, c. 10c) 1 panse commune claire 1 clou en fer
95/9809		Alandier du four I (dernier niveau d'utilisation)
95/9809-1		1 tige de clou en fer
95/9809-2	fig. 39, 9	1 couteau en fer 2 clous et 10 tiges de clous en fer

Catalogue du matériel

La céramique

1. Bol à marli AV 212. Pâte beige orangé, fine; traces de revêtement micacé. Inv. AV95/8699-3.
2. Pot à provisions AV 39. Pâte beige orangé, fine. Inv. AV95/8700-1.
3. Tonnelet AV 10. Pâte grise, sableuse; surface externe brillante (revêtement ?; *terra nigra*). Paroi ornée de côtes verticales (godrons), entre lesquelles sont tracées des lignes verticales au brunissoir. Inv. AV95/8699-1.
4. Petit tonnelet AV 8/16 probablement. Pâte grise, assez fine. Inv. AV94/8698-1.
5. Pot ovoïde à bord arrondi, déversé. Pâte grise, fine. Inv. AV95/9806-4.
6. Tonnelet AV 26. Pâte grise, assez fine. Inv. AV95/9806-3.
7. Terrine tronconique à bord épaissi en amande, rentrant et détaché de la paroi externe. Pâte grise, assez fine. Inv. AV95/8699-2.

Le fer

8. Couteau. Une mitre sépare la lame de la soie plate, sur laquelle est conservé un rivet. La lame s'inscrit dans un triangle avec un tranchant horizontal et un dos descendant. Inv. AV95/9806-1.
9. Couteau pliable. Le dos de la lame, rectiligne, descend vers la pointe aujourd'hui cassée. Le tranchant, plongeant puis rectiligne, présente un angle à environ 1/3 de sa longueur. Des fragments de l'articulation (rivet et bague) et du manche en bois sont conservés. Inv. AV95/9809-2.
10. Pointe. Le fragment ne permet pas d'identifier la pièce complète. Inv. AV95/9806-2.

Divers

11. Fragment d'un objet en lignite, circulaire (bracelet ?), de section rectangulaire. La tranche externe est ornée d'un cercle pointé incisé. Inv. AV95/9806-5.
Détermination et analyse: Heidi Amrein et Annette Meier, Musée National Suisse, Zurich.

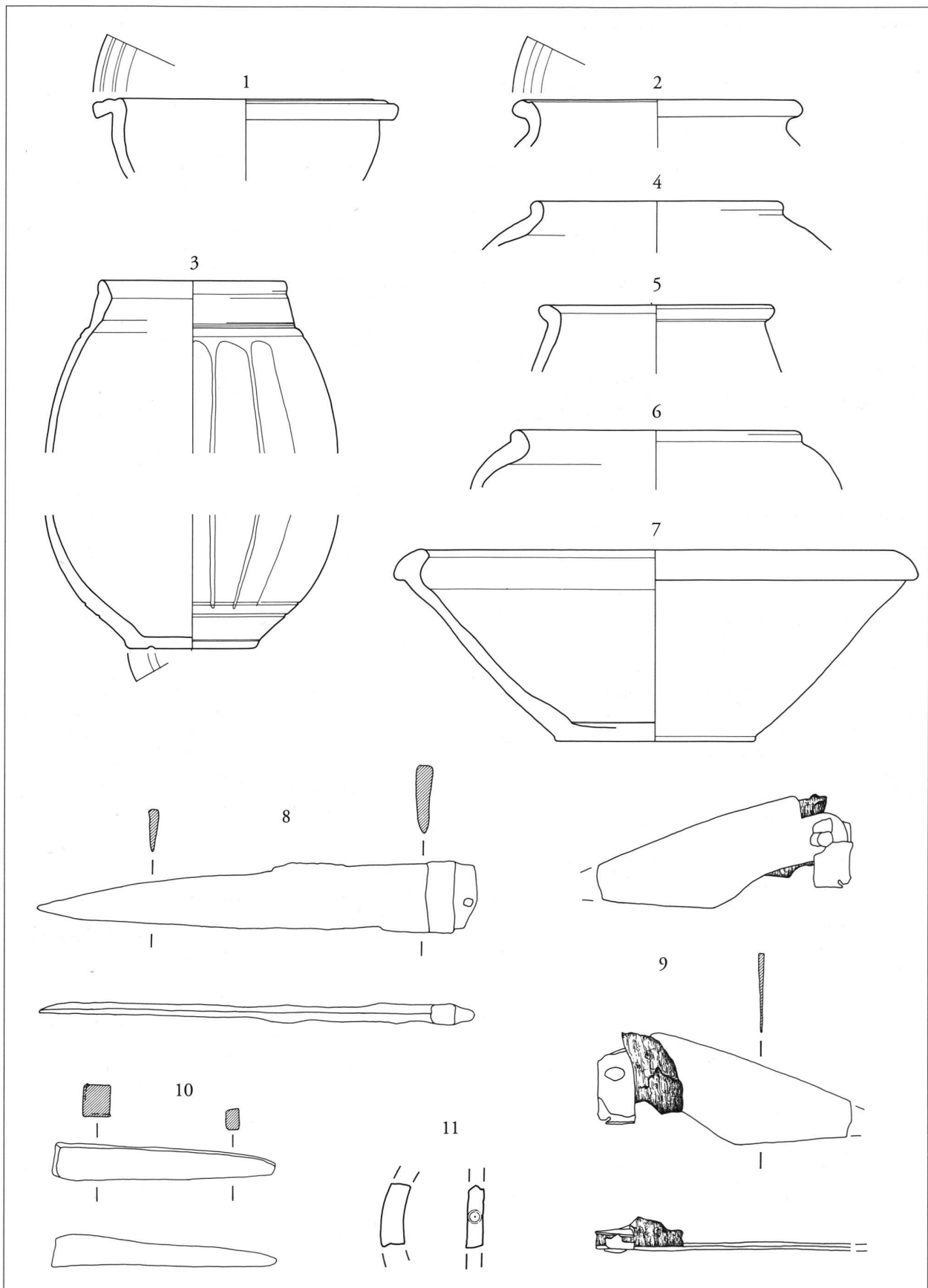


Fig. 39. Avenches / En Chaplix. Le matériel archéologique.
1-7: céramique; 8-10: fer; 11: lignite. Catalogue: p. 182.
Echelle 1:3 (1-7); 1:2 (8-10); 2:3 (11).

Datation archéomagnétique (Dr. Ian G. Hedley)

Introduction

A la différence d'autres méthodes scientifiques qui donnent des âges absolus, la datation archéomagnétique est une méthode de datation relative, qui concerne presque exclusivement les structures archéologiques brûlées comme les fours ou les foyers¹¹⁶. Elle nécessite une courbe (étalon) de référence préalablement établie et dont l'échelle chronologique est fondée surtout sur le contexte archéologique des matériaux étudiés.

L'archéomagnétisme dépend de deux phénomènes: l'un, géophysique, est la variation lente de la direction et de l'intensité du champ magnétique terrestre (CMT) au cours du temps; l'autre, physique, est l'étonnante mémoire magnétique des terres cuites qui permet, au moment de leur dernière cuisson, l'enregistrement du CMT contemporain.

Pour effectuer une analyse archéomagnétique, il est nécessaire de prélever au moins une dizaine d'échantillons orientés, répartis sur l'ensemble de la structure brûlée.

Echantillonnage

Le petit four (four I) a été échantillonné en août 1990, lors de sa découverte. Quatorze tuiles orientées ont été prélevées sur la partie septentrionale du four. Elles ont été découpées au laboratoire en forme de cylindres d'un diamètre de 25 mm pour les mesures de l'aimantation rémanente. Lors de la fouille du printemps 1995, seize échantillons supplémentaires de terre cuite ont été prélevés sur toute la surface supérieure ainsi que dans la chambre de chauffe du four I, par la méthode du disque collé. Cette technique consiste à coller un disque en polycarbonate de 25 mm de diamètre sur une surface plane du four avec une colle instantanée. L'orientation de chaque disque est contrôlée avec une boussole de géologue, puis avec un compas solaire avant l'extraction de l'échantillon.

Vingt-cinq échantillons de terre cuite ont été prélevés de cette manière sur la surface supérieure du grand four (four II) à la fin de la fouille, en juin 1995.

Résultats

Les deux fours livrent de bons résultats archéomagnétiques, caractérisés par une faible dispersion des directions d'aimantation rémanente des échantillons. La terre cuite de ces fours montre un faible taux de viscosité magnétique, soit une valeur de quelques pourcents seulement, suivant la méthode de THELLIER 1981. On peut donc considérer le résultat archéomagnétique comme fiable.

Les directions moyennes sont les suivantes:

	Four I	Four II
Déclinaison	356.3°	359.1°
Inclinaison	59.7°	59.2°
Alpha 95%	2.9°	2.3°
k	97.7	159.3

Statistiques d'une distribution de Fisher:

Alpha 95% correspond au demi-angle du cône autour de la direction moyenne, à l'intérieur duquel il y a 95% de chance de trouver la vraie direction moyenne. Une valeur de quelques degrés correspond à de bonnes données.

k correspond à l'estimation du paramètre de concentration (parfois appelé paramètre de précision), qui concrétise la dispersion des directions individuelles. Plus la valeur est grande, plus la dispersion est resserrée autour de la direction moyenne.

Les deux directions sont très proches (fig. 40) et ne peuvent être distinguées en raison du large recouvrement de leurs cercles de probabilité respectifs (alpha 95%).

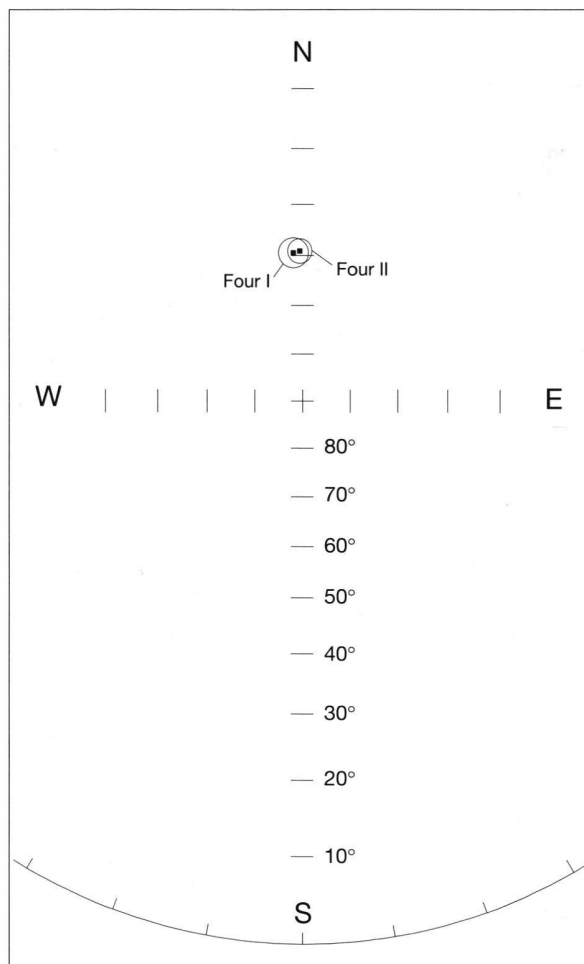


Fig. 40. Avenches / En Chaplix. Directions moyennes d'aimantation rémanente des deux fours, avec leurs cercles de confiance «alpha 95%». Les résultats sont présentés sur la partie centrale d'une projection stéréographique.

116. Voir I. BUCUR, dans: *Gallo-romains en Ile-de-France*, catalogue d'exposition, Paris, 1984, p. 166; LE NY 1988 a, p. 57; CHARLIER/DUCOMET 1995.

Datation

Pour livrer une datation avec les données archéomagnétiques, il faut se référer à une courbe-étalon établie pour nos régions. Une telle courbe, relativement complète, a été publiée récemment pour la France¹¹⁷.

Les deux directions moyennes obtenues sur les fours ont été transposées à Paris avec, à titre d'hypothèse, un CMT axial et dipolaire:

	Four I	Four II
Déclinaison	355.5°	358.3°
Inclinaison	61.6°	61.0°

Le comportement du CMT pendant l'époque romaine en Europe occidentale est caractérisé par de rapides changements de l'inclinaison, alors que la déclinaison est restée assez constante entre 356 et 359°. Pour cette raison, plusieurs dates sont possibles pour une même direction archéomagnétique.

Une comparaison de nos résultats avec la courbe de BUCUR 1994 indique deux dates possibles pour les dernières cuissons dans les fours: **150 et 250 ap. J.-C.** Cette seconde date semble compatible avec les données issues de l'examen du matériel archéologique. Force est néanmoins de reconnaître que la bande d'erreur autour de ces dates (correspondant à l'angle alpha 95%) est très large, puisqu'elle présente une limite inférieure vers 100 AD et une limite supérieure vers 400 AD.

Références bibliographiques

BUCUR 1994

I. BUCUR, The Direction of the Terrestrial Magnetic Field in France during the Last 21 Centuries. Recent Progress, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 87, 1994, p. 95-103.

THELLIER 1981

E. THELLIER, Sur la direction du champ magnétique terrestre, en France, durant les derniers millénaires, *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 24, 1981, p. 89-132.

117. BUCUR 1994.

CONCLUSION

Conservation et mise en valeur

Lors du dégagement des fours, il a été décidé de ne pas entreprendre une fouille exhaustive, forcément destructrice, sur le four II. Seules les parties visiblement effondrées ou détruites de l'infrastructure et de la sole ont été complètement évacuées et aucune coupe portant atteinte aux éléments en place n'a été effectuée. La documentation des parties internes du four a tout de même été possible en se contentant d'évacuer les seuls matériaux effondrés.

En ce qui concerne le four I, une option plus maximaliste a pu être retenue compte tenu d'un état de conservation moins bon et des destructions survenues lors de la découverte. Ces conditions ont autorisé la pratique de plusieurs coupes transversales complètes et le démontage total de quelques murs.

A l'instigation de Denis Weidmann, archéologue cantonal, des mesures de protection ont été prises pour empêcher toute dégradation ultérieure des vestiges. Fragilisées par la vidange partielle ou complète de leur comblement, les parties basses des deux fours ont été ensablées jusqu'à 20 cm au-dessus du niveau de circulation supérieur.

Des procédures ont en outre été engagées par l'Etat de Vaud avec le propriétaire de la parcelle pour éviter le passage des tracteurs et des engins agricoles à l'aplomb des deux fours et l'acquisition du terrain est envisagée.

De nombreux arguments, parmi lesquels le remarquable état de conservation et les dimensions exceptionnelles du

four II, plaident en faveur d'une présentation future au public. Certes, les problèmes posés par l'éventuelle mise en valeur d'un tel site sont complexes. Parmi les difficultés majeures, outre la question financière (!), mentionnons celle de la conservation à long terme de vestiges en terre cuite, très sensibles au froid et à l'humidité et imposant de ce fait la construction d'un pavillon fermé et tempéré. Ces matériaux nécessitent en outre des mesures particulières de consolidation et des traitements contre la végétation et les mousses parasites. Malgré ces obstacles et bien que l'élaboration d'un projet de mise en valeur ne soit pas encore à l'ordre du jour, nous osons croire qu'une telle entreprise trouvera des partisans. Rappelons que les vestiges visitables liés aux activités artisanales et industrielles, bien représentés sur d'autres sites comme à Augst et Kaiseraugst¹¹⁸ et dont l'intérêt didactique et touristique n'est plus à démontrer, font encore totalement défaut à Avenches.

Dans le cadre d'un tel projet, de manière à accroître la lisibilité des vestiges, il serait nécessaire d'illustrer le fonctionnement des installations par des panneaux explicatifs¹¹⁹ et de proposer des restitutions en élévation, sous la forme de dessins réalistes, de modélisations informatiques ou d'une maquette. Cette présentation pourrait être complétée par l'exposition de produits finis issus de telles installations (tuiles, briques, carreaux, *tubuli*, tuyaux, etc.), ainsi que d'estampilles, de marques digitées, d'empreintes animales et humaines et de ratés de fabrication.

118. Un pavillon de présentation des fours de tuiliers de Kaiseraugst AG-*Liebrüti* a notamment été intégré dans un complexe immobilier: TOMASEVIC-BUCK 1982, fig. 14, p. 15.

119. Outre le fonctionnement des fours proprement dits, il pourrait être intéressant de présenter les étapes préliminaires de la production (extraction et préparation de l'argile, moulage, séchage), ainsi que les estimations chiffrées présentées dans ce travail (production, combustible, durée, main d'oeuvre, etc.). Le recours à la documentation ethnographique pourrait s'avérer précieux.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAM 1989 J.-P. ADAM, *La construction romaine. Matériaux et techniques*, Paris, 1989², p. 64-68.
- ARNOLD 1965 P. ARNOLD, Die römischen Ziegeleien von Hunzenschwil-Rupperswil, *Jahresberichte der Gesellschaft Pro Vindonissa* 1965, p. 37-53.
- BERGER 1969 L. BERGER, *Ein römischer Ziegelbrennhofen bei Kaiseraugst. Mit einigen Bemerkungen zur Typologie römischer Ziegelbrennöfen*, Ausgrabungen in Augst 3, Basel, 1969.
- BLANCHET 1920 A. BLANCHET, Recherches sur les tuiles et briques des constructions de la Gaule romaine, *Revue archéologique* 12, 1920, p. 189-210.
- BRODRIBB 1979 G. BRODRIBB, Markings on Tile and Brick, dans: MCWHIRR éd. 1979, p. 211-220.
- BRODRIBB 1987 G. BRODRIBB, *Roman Brick and Tile*, Gloucester, 1987.
- CAILLER/BACHOFEN 1922 P. CAILLER et H. BACHOFEN, Fouilles d'un four à tuiles de l'époque romaine à Chancy (canton de Genève), *Indicateur d'antiquités suisses* 24, 1922, p. 23-32.
- CARTER 1979 J. CARTER, Rural Architecture and Ceramic Industry at Metaponto, Italy, 350-50 BC, dans: MCWHIRR éd. 1979, p. 45-64.
- CASTELLA *et al.* 1994 D. CASTELLA *et al.*, *Le moulin hydraulique gallo-romain d'Avenches "En Chaplix"*, Aventicum VI, Cahiers d'archéologie romande 62, Lausanne, 1994.
- CASTELLA/MEYLAN KRAUSE 1994 D. CASTELLA et M.-F. MEYLAN KRAUSE, La céramique gallo-romaine d'Avenches et de sa région. Esquisse d'une typologie, *BPA* 36, 1994, p. 5-126.
- CHABAL/LAUBENHEIMER 1994 L. CHABAL et F. LAUBENHEIMER, L'atelier gallo-romain de Sallèles d'Aude: les potiers et le bois, dans: *Terre cuite et société. La céramique, document technique, économique, culturel*, 14^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Juan-les-Pins, 1994, p. 99-129.
- CHARLIER 1992 F. CHARLIER, Tuiles et tuileries dans le Jura à l'époque romaine, dans: *Dans le Jura gallo-romain*, catalogue d'exposition, Besançon 1992, p. 21-26.
- CHARLIER/DUCOMET 1995 F. CHARLIER et G. DUCOMET, La diffusion des tuiles antiques / Argile cuite et magnétisme, dans: A. RICHARD et C. MUNIER dir., *Eclats d'histoire. 10 ans d'archéologie en Franche-Comté. 25'000 ans d'héritages*, catalogue d'exposition, Besançon, 1995, p. 74-80.
- CUOMO DI CAPRIO 1979 N. CUOMO DI CAPRIO, Pottery and Tile-Kilns in South Italy and Sicily, dans: MCWHIRR éd. 1979, p. 73-95.
- CUOMO DI CAPRIO 1985 N. CUOMO DI CAPRIO, *La ceramica in archeologia*, Roma, 1985.
- DARDAINE/WATON 1986 S. DARDAINE et M.-D. WATON, Un four à tuiles du 1^{er} siècle après J.-C. à Saint-Maurice-de-Ventalon (Lozère), *Revue archéologique de Narbonnaise* 19, 1986, p. 337-350.
- DUHAMEL 1974 P. DUHAMEL, Les fours de potiers, *Les dossiers de l'archéologie* 6, 1974, p. 54-66.
- DUFURNET/BROISE 1976 P. DUFURNET et P. BROISE, La tuilerie romaine d'Arcine, *Métiers et industries en Savoie, mémoires et documents* 86, 1976, p. 21-28.
- FREI 1971 B. FREI, *Der römische Gutshof von Sargans*, Archäologische Führer der Schweiz 3, Zürich, 1971, p. 14-18.
- GOLL 1989 J. GOLL, Ziegelherstellung in China, *Stiftung Ziegelei-Museum Meienberg Cham. Jahresbericht* 7, 1989, p. 33-42.
- GOSE 1956-1958 E. GOSE, Kreis Prüm, *Trierer Zeitschrift* 24-26, 1956-58, p. 561-573.
- GOULPEAU/LE NY 1989 L. GOULPEAU et F. LE NY, Les marques digitées apposées sur les matériaux de construction gallo-romains en argile cuite, *Revue archéologique de l'Ouest* 6, 1989, p. 105-137.
- GREFF 1991 G. GREFF, Les potiers du site gallo-romain de Bliesbrück (Moselle): reconstitution expérimentale de fours et production de céramiques, dans: *Archéologie aujourd'hui. Actes du colloque international «Expérimentation en archéologie: bilan et perspectives». Archéologie expérimentale 1. Le feu: métal et céramique*, Paris, 1991, 4^e partie: technologie céramique, p. 214-226.
- HAMPE/WINTER 1965 R. HAMPE et A. WINTER, *Bei Töpfern und Ziegeln in Südtalien, Sizilien und Griechenland*, Mainz, 1965.

- HARTMANN/WEBER 1985 M. HARTMANN et H. WEBER, *Die Römer im Aargau*, Aarau/Frankfurt/Salzburg, 1985.
- HERMANN 1993 C. HERMANN, Das Zieglerhandwerk in der Schweiz, *Stiftung Ziegelei-Museum Meienberg Cham. Jahresbericht* 11, 1993, p. 5-26.
- JACOBI 1930 H. JACOBI, Ein römischer Ziegelhofen bei Friedrichsdorf i.T., *Saalebürg Jahrbuch* 7, 1930, p. 110-112.
- LAUBENHEIMER 1990 F. LAUBENHEIMER, *Sallèles d'Aude. Un complexe de potiers gallo-romain: le quartier artisanal*, Documents d'archéologie française, 26, Paris, 1990.
- LAUBENHEIMER 1995 F. LAUBENHEIMER, Un atelier de potier gallo-romain à Sallèles d'Aude, *L'archéologue (archéologie nouvelle)* 10, 1995, p. 19-34.
- LAUR-BELART 1991 R. LAUR-BELART, Guide d'Augusta Raurica, 5^e édition augmentée et revue par L. BERGER, Bâle, 1991 (en particulier p. 168-170).
- LE NY 1987 F. LE NY, Les ateliers de tuiliers de l'Est de la Gaule, *Revue archéologique de l'Est et du Centre-Est* 38, 1987, p. 179-189.
- LE NY 1988 a F. LE NY, *Les fours de tuiliers gallo-romains. Méthodologie. Etude technologique, typologique et statistique. Chronologie*, Documents d'archéologie française 12, Paris, 1988.
- LE NY 1988 b F. LE NY, L'atelier de tuilier gallo-romain au Bas-Rouault en Tressé (Ille-et-Vilaine), *Dossiers du centre régional d'archéologie d'Alet* 16, 1988, p. 91-111.
- LE NY dir. 1993 F. LE NY dir., *Un atelier gallo-romain de productions céramiques à Tressé (Ille-et-Vilaine). Synthèse de quatre années de recherches 1986-1989*, Dossiers du centre régional d'archéologie d'Alet, suppl. 1993, Saint-Malo, 1993.
- LETSCH *et al.* 1907 E. LETSCH *et al.*, *Die schweizerischen Tonlager*, Geotechnische Serie, IV. Lieferung, Bern, 1907, p. 329-330.
- MCWHIRR 1979 A. MCWHIRR, Roman Tile-Kilns in Britain, dans: MCWHIRR éd. 1979, p. 97-189.
- MCWHIRR éd. 1979 A. MCWHIRR éd., *Roman Brick and Tile. Studies in Manufacture, Distribution and Use in the Western Empire*, British Archaeological Reports, Intern. Series 68, Oxford, 1979.
- MANIÈRE 1971 G. MANIÈRE, Une officine de tuilier gallo-romain du Haut-Empire à Couladère par Cazères (Haute-Garonne), *Gallia* 29, 1971, p. 191-199.
- MANIÈRE 1975 G. MANIÈRE, Fours à tuiles gallo-romains de Trichot, commune du Fousseret (Haute-Garonne), *Gallia* 33, 1975, p. 207-212.
- MOREL 1982 J. MOREL, Les anciennes tuileries du canton de Vaud, *Chantiers* 12, 1982.
- PAUC 1983 R. PAUC, Les tuiliers gallo-romains du Quercy, *Bulletin des études de la société du Lot* 103, 1982, Cahors, 1983 (extraits réunis en volume).
- PAUNIER 1972 D. PAUNIER, Un four de tuilier gallo-romain à Bellevue, *Genava* 20, 1972, p. 61-81.
- PERRIN 1985 H. PERRIN, Backstein-Herstellung in der Dritten Welt, *Stiftung Ziegelei-Museum Meienberg Cham. Jahresbericht* 3, 1985, p. 65-69.
- PERRIN 1974 M. PERRIN, Techniques de fabrication et de décoration de la céramique antique, *Les dossiers histoire et archéologie* 6, 1974, p. 110-138.
- PIETRE FATTE A MANO 1985 *Pietre fatte a mano. Le fornaci in Padania e altri studi*, Studi di cultura materiale del Museo civico polironiano 2, San Benedetto Po, 1985.
- RATEL 1959 / RATEL 1964 R. RATEL, Le site archéologique de Fontaine-Merle et son four de tuilier gallo-romain, *Mémoires de la commission des antiquités du département de la Côte d'Or* 24, 1954-1958, Dijon, 1959, p. 101-113; 25, 1959-1962, Dijon, 1964, p. 179-193.
- TOMASEVIC-BUCK 1982 T. TOMASEVIC-BUCK, *Die Ziegelbrennöfen der Legio I Martia in Kaiseraugst/AG und die Ausgrabungen in der Liebrüti 1970-1975*, Archäologischer Führer durch Augst/Kaiseraugst 1, Liestal, 1982.