

ANALYSE THERMIQUE DE QUELQUES STRUCTURES CHAUFFANTES GALLO-ROMAINES

Louis Goulpeau
Membre de la SAHPL

I. Quelques généralités sur les bases de la méthode¹ (1)(2)

Outre la possibilité de dater les établissements antiques par l'analyse des orientations des aimantations rémanentes qui sont présentes dans les matériaux en argile cuite servant à leur construction (principalement les briques, les carreaux et les tuiles), la méthode de la datation archéomagnétique permet une analyse fine de tous les aléas thermiques subis par ces mêmes matériaux (incendies ou emploi dans des structures chauffantes en particulier). Pour bien comprendre cela, revenons un peu à quelques données techniques essentielles.

1. Si les tuiles et les briques sont généralement rouges, c'est parce qu'elles contiennent des oxydes de fer issus de la décomposition lors de leur cuisson de certains minéraux présents naturellement dans la pâte d'argile utilisée pour leur fabrication. Si cette cuisson a lieu en atmosphère oxydante (riche en oxygène), la couleur des briques deviendra rouge (riche en hématite) ; mais si le tirage se fait mal et donc si l'atmosphère est pauvre en oxygène (dite alors réductrice), la couleur évoluera plus ou moins vers des tons gris (riches en magnétite). Mais dans les deux cas, la présence de ces oxydes de fer qui sont susceptibles de porter une aimantation permanente (on la dit rémanente), acquise sous l'influence du champ magnétique terrestre lors du refroidissement consécutif à leur cuisson, fait que ces matériaux sont faiblement aimantés. La connaissance de l'orientation de cette aimantation ainsi que celle de la position sur tranche de ces matériaux lors de leur cuisson permet, par comparaison avec les données acquises par ailleurs sur les variations séculaires d'orientation du champ magnétique terrestre, de proposer une date de fabrication de ceux-ci et donc de la construction de l'édifice où ils ont été employés.

2. La deuxième donnée importante est que, lors du refroidissement du matériau après sa cuisson dans le four, l'aimantation n'est pas acquise en une seule fois mais progressivement, en quelque sorte grain après grain. En effet, selon la taille de ces petits cristaux microscopiques d'hématite (ou de magnétite) et selon la structure cristalline fine de chacun d'eux, leur aimantation "se bloque" en quelque sorte à des températures variables (appelées pour cela "température de blocage"). De cette façon, nous disposons de tout un spectre de "températures de blocage" et l'aimantation finale est acquise de fait progressivement, grain après grain, tout au long du refroidissement. Mais inversement, il devient alors possible d'effacer progressivement cette aimantation en laboratoire en réchauffant, étape par étape, ce matériau dans une enceinte blindée où ne règnerait aucun

¹ 1- L.Goulpeau et L.Langouët, Revue d'Archéométrie, 1980, 4, p.153-163

2- L.Goulpeau, L.Langouët et P.Lanos, Bull. Soc. Scient. Br., 1984, 56, p.107-116

champ magnétique. C'est cette opération que nous appellerons "désaimantation magnétique progressive contrôlée".

3. Maintenant, pour pouvoir reconstituer l'histoire thermique de chaque échantillon, nous allons avoir besoin de savoir faire deux choses distinctes. D'une part, effacer étape par étape (à des paliers de température successifs) l'aimantation acquise par cet échantillon en le réchauffant dans une enceinte blindée, pour être à l'abri de tout champ magnétique extérieur. Et d'autre part, pouvoir mesurer entre chaque étape de cette désaimantation, la partie restante de l'aimantation initiale qui fut acquise dans l'antiquité. C'est ce qu'on sait réaliser dans un laboratoire de recherche correctement équipé.

Le four à désaimantation contrôlée (et également si nécessaire à réaimantation progressive), est de forme cylindrique et positionné à l'horizontale. Il est constitué (du cœur vers la périphérie) de cinq couches successives. Il y a d'abord au centre un long manchon en terre réfractaire avec sa résistance chauffante dans lequel pourra être glissé le chariot qui portera les échantillons. Vient ensuite un bobinage de fils électriques entourant ce manchon et qui sera nécessaire pour créer dans l'axe de celui-ci un éventuel champ magnétique afin de réaliser une possible réaimantation. Puis une épaisse couche de matériaux isolants entoure le tout assurant l'isolation thermique vers l'extérieur de ce premier ensemble. Enfin un circuit de circulation d'eau, destiné à protéger de tout échauffement parasite, un blindage externe en μ métal, chargé d'isoler l'ensemble de toute action externe du champ magnétique terrestre. La température à l'intérieur du manchon central est mesurée par un thermocouple et régulée (ou programmable) si nécessaire. Ce dispositif lourd est l'outil essentiel à la réalisation de toutes les opérations qui vont suivre.

Entre chaque palier de désaimantation, les échantillons sont sortis du four et leurs aimantations résiduelles sont mesurées en grandeur et en orientation et les résultats de ces mesures sont archivés dans la mémoire d'un ordinateur en vue de leur traitement éventuel ultérieur.

II. Le processus opératoire

Maintenant si on désire séparer deux aimantations qui ont été acquises par un même matériau à des moments successifs mais à des températures et dans des positions différentes, d'une part lors de sa fabrication à haute température dans une position qui est alors en principe proche de la verticale afin de favoriser le tirage dans le four du briquetier, et d'autre part dans une position qui est maintenant proche de l'horizontale lors de son utilisation dans une structure chauffante (paroi ou pilette d'un hypocauste, foyer domestique, conduit de cheminée) ou accidentellement lors d'un incendie, on procédera de la manière suivante.

On prélèvera à l'aide d'un foret diamanté, sous circulation d'eau pour éviter tout échauffement parasite induit, une carotte cylindrique parfaitement repérée dans l'espace (axe vertical de percée perpendiculaire à l'une des faces du matériau parallélépipédique et repère tracé parallèlement à l'un de ses bords). Cet échantillon sera marqué d'une indication qui ne le quittera plus (code du site de fouille, référence portée par le matériau pour identifier sa position dans la structure fouillée, numéro d'ordre si plusieurs carottes sont prélevées dans un même matériau). Ces différentes indications seront évidemment regroupées dans un cahier de référence pour pouvoir être retrouvées à tout instant après archivage.

On pourra alors procéder étape par étape à la désaimantation progressive de chaque échantillon cylindrique. Plusieurs d'entre eux sont posés, couchés horizontalement côte à côte sur le petit chariot et celui-ci est alors glissé dans le manchon central en terre réfractaire du four. Puis l'ensemble est poussé vers la partie centrale de celui-ci. On peut mettre alors le four en chauffe jusqu'au palier de température présélectionné où celle-ci est alors régulée. Puis le four est laissé en palier un certain temps à cette température pour permettre aux échantillons

de bien se stabiliser à celle-ci. Il est alors possible de laisser l'ensemble se refroidir en balistique, c'est à dire par inertie. Toutes les aimantations acquises par les échantillons à des températures inférieures à celle retenue ont été effacées et on ne conserve plus que les aimantations résiduelles acquises à l'origine à de plus hautes températures. On a en quelque sorte effacé une partie des aimantations totales reçues par ceux-ci aux temps historiques.

Entre chacune de ces étapes, alors qu'une partie de l'aimantation globale de celui-ci aura été effacée, on mesurera au magnétomètre-spiner, en grandeur et en direction, la partie résiduelle de cette aimantation. Le résultat est alors mis en mémoire dans l'ordinateur qui pilote les opérations de mesure. Puis on recommence l'opération plusieurs fois, par étapes successives, en élevant à chaque fois la température sélectionnée pour la désaimantation. On disposera alors dans la mémoire de l'ordinateur de tout un spectre de données sur l'évolution des orientations des aimantations acquises par le matériau étudié, lors des différentes étapes thermiques subies successivement depuis sa fabrication jusqu'à ses emplois dans des structures chauffantes ou lors d'incendie. L'ensemble des données qui correspondent à chacune des étapes de la désaimantation contrôlée peut alors être traité et les résultats fournis peuvent être représentés sur des graphiques selon les modalités suivantes.

III. L'analyse de quelques résultats de datation

Pour illustrer notre propos et dans un but qui se veut pédagogique, nous allons traiter successivement plusieurs exemples en allant d'un cas simple à des exemples plus complexes.

1. Le premier exemple concerne des carreaux de pavement du XIII^e siècle collectés en 1976 dans les terres après la destruction accidentelle, par des engins de terrassement, d'une probable motte féodale près d'Azincourt. Ils semblaient dispersés au sein d'une épaisse couche d'incendie et la demande de la DRAH était d'essayer de dater la fabrication de ces carreaux et si possible de retrouver la date de l'incendie. Cette seconde demande n'aura pas pu être satisfaite puisque très peu de ces carreaux semblent avoir été affectés par l'incendie.

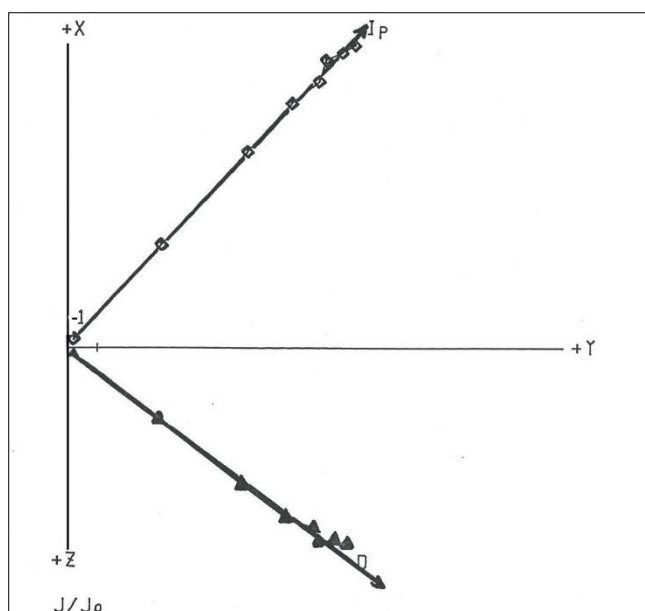


Figure 1

En effet la représentation du diagramme de désaimantation thermique illustre parfaitement les résultats obtenus lors de l'étude d'un matériau non perturbé. Ce diagramme présente (figure 1 ci-contre), par projection sur deux des trois plans du repérage spatial (plan horizontal xOy et plan vertical yOz) les résultats obtenus après chaque étape des désaimantations successives en laboratoire. L'alignement des points souligne une aimantation acquise en une seule étape. De plus, l'axe Oz de la carotte étant lors de son prélèvement perpendiculaire à la surface du matériau et ce matériau étant cuit en position sur la tranche, l'axe Oz de la figure 1 était lors de la cuisson dans le plan horizontal du lieu de cette cuisson.

Le fait que dans le plan yOz de cette figure, l'alignement des points fait un angle plus grand avec l'axe Oz qu'avec l'axe Oy confirme la cuisson en position verticale du carreau lors de cette cuisson.

J'admets qu'il faut une certaine gymnastique cérébrale pour effectuer cette suite de déduction logique, mais c'est une affaire d'habitude. C'est l'angle moyen avec le plan horizontal ($60^{\circ}1/2$ rapporté à la latitude de Paris) de l'aimantation acquise (pour des mesures effectuées sur une vingtaine d'échantillons) qui a permis de proposer une datation de 1265 ± 15 ans pour la cuisson lors de la fabrication de cet ensemble de matériaux.

2. Le deuxième exemple va se rapporter à une étude complète effectuée (en liaison étroite avec Hugues Savay-Guerraz) sur des briques de *praefurnium* et des carreaux de *pilae* des installations chauffantes des Thermes des Lutteurs à Saint-Romain-en Gal – Rhône².

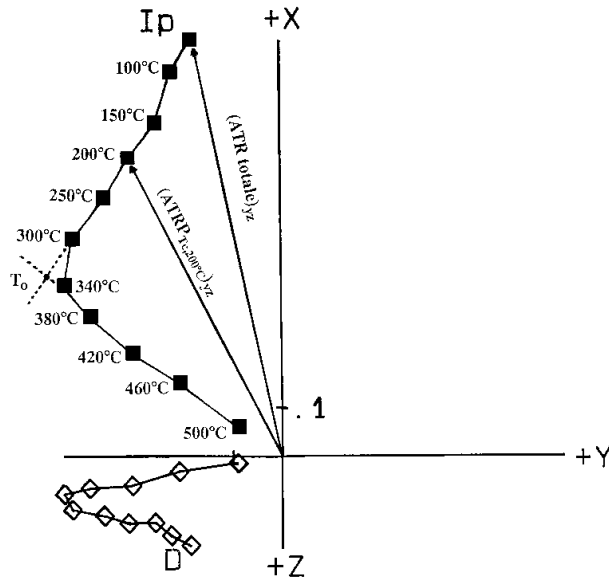


Figure 2

désaimantation (sur cette figure c'est l'aimantation résiduelle après chauffage à 200°C sous champ nul qui est soulignée). Les points successifs s'alignent selon deux directions différentes qui traduisent les 2 orientations successives que le matériau analysé a connu dans le champ magnétique terrestre [d'abord sur la tranche (lors de sa cuisson dans un four de tuilier) puis à plat (lors de son emploi dans l'une des pilettes supportant la *suspensura* de l'une des salles des thermes)]. Les orientations des deux alignements successifs de points dans ce plan vont nous permettre de déduire celles successives du champ magnétique terrestre et donc les dates lors de la cuisson du matériau (et donc de construction de la *suspensura*) puis lors de la dernière chauffe de cet hypocauste. On notera au passage que lors de cette dernière chauffe, la brique étudiée a atteint la température de 330° C.

Mais en fait, pour certaines parties de ces thermes, l'histoire subie par les matériaux a parfois été plus complexe. Ceux-ci, utilisés après fabrication dans une situation que nous ignorons (mais dans une position que nous savons déterminer), ont ensuite été réemployés après démontage de la structure antérieure. Les deux exemples donnés en figures 3 et 4 (avec en encadré l'analyse des déductions qui ont pu être faites dans chaque cas) montrent que des réfections de ces thermes ont eu lieu vers 185 ap. JC avant un fonctionnement qui s'est poursuivi jusqu'à la fin du IIIe siècle. Nous ne savons pas tout, mais sans notre aide, de multiples données sur l'histoire de ce site seraient demeurées ignorées par les archéologues.

² L.Goulpeau et H. Savay-Guerraz, Revue Archéologique de la Narbonaise, 1988, p.159-184. "Datation archéomagnétique des grandes étapes de fonctionnement des Thermes des Lutteurs à Saint-Romain en Gal (Rhône)"

PRAEFURNIUM F3 - Sole ancienne

	Position	$\overline{T}_{\text{Paris}}$	Analyse
	T atteinte		
<u>ATRP1</u>	Sur tranche	61°2	Fabrication des matériaux vers : fin I ^{er} Siècle A.D.
	> 700°C		
<u>ATRP2</u>	Sur tranche	59°9	Emploi dans l'état ancien de la sole # 175 ± 15 A.D.
	# 440°C		
<u>ATRP3</u>	Sur tranche	64°1	Pas de démontage mais, Chauve après superposition d'une nouvelle sole. # 285 ± 15 A.D.
	# 240°C		

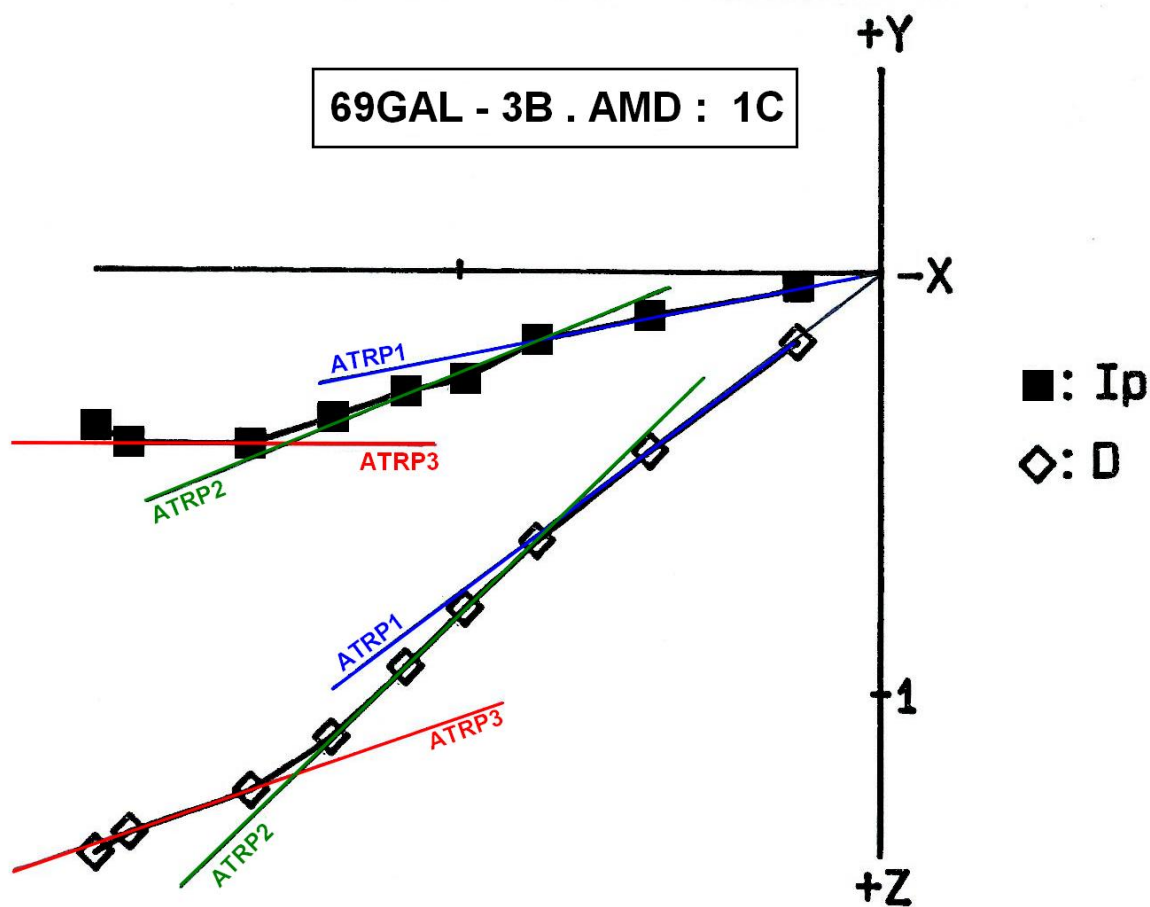


Figure 3

PRAEFURNIUM F3 - Muret latéral

Prélèvement au plâtre sur état final
Pas de repère pour états antérieurs car démontage

	Position	$\overline{T}_{\text{Paris}}$	Analyse
	T atteinte		
<u>ATRP1</u>	Sur tranche	?	Fabrication des matériaux
	> 700°C		
<u>ATRP2</u>	A plat	?	Emploi antérieur à Haute Temp. Position à plat, retournée par rapport à l'état final.
	# 410°C		
<u>ATRP3</u>	A plat	63°8	Réemploi dans maçonnerie du muret Position statistiquement à plat. # 285 ± 15 A.D.
	# 230°C		

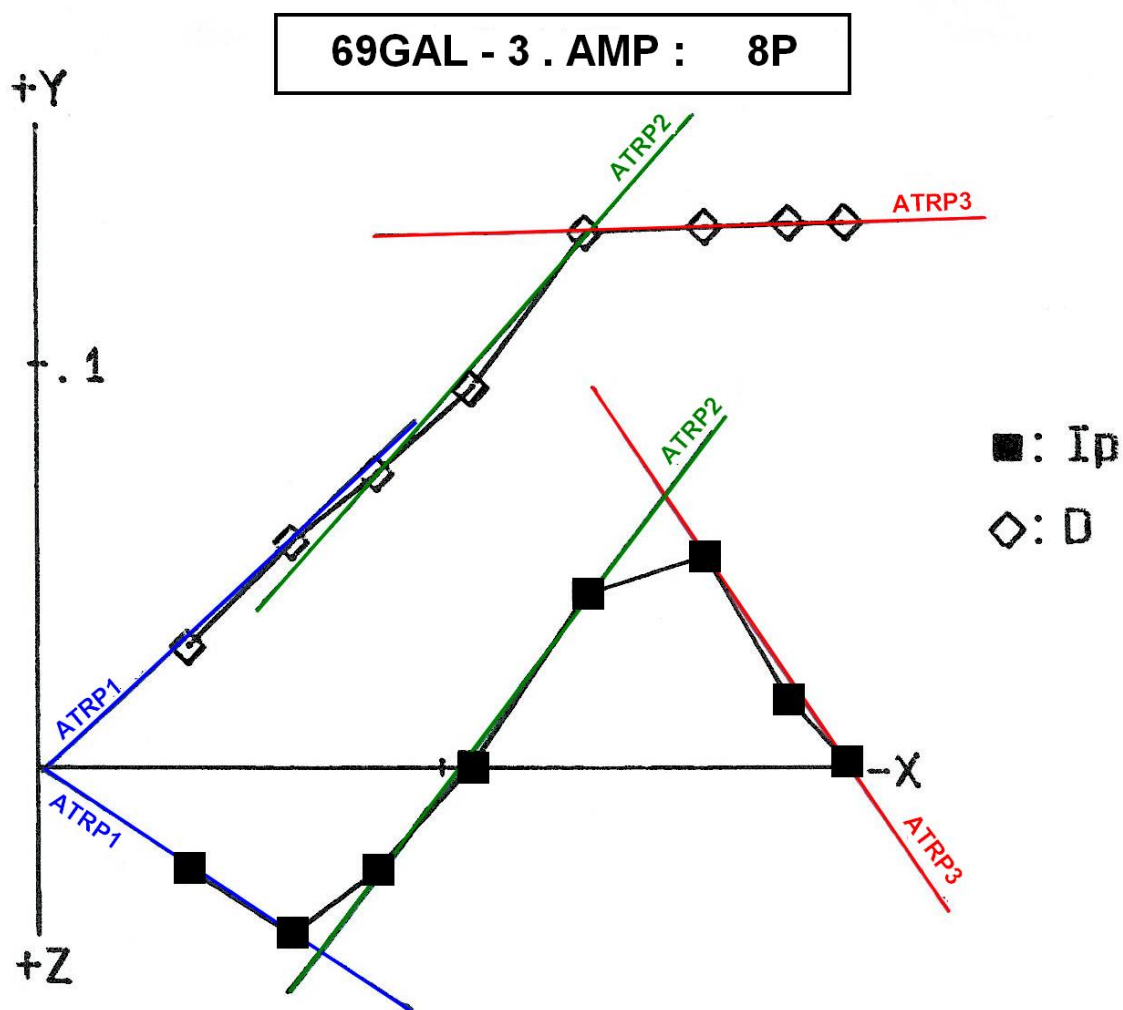


Figure 4

IV. L'analyse de quelques exemples de distribution spatiale des températures

Parfois, la donnée intéressante recherchée, n'est pas la date mais la distribution des températures au sein d'une structure chauffante. Par exemple, le système de chauffage par le sol de certaines salles des *villae* de nos ancêtres gallo-romains a intrigué les archéologues. Dans ce système dit sur *hypocauste*, le sol de la pièce à chauffer est en quelque sorte surélevé et repose sur une *suspensura* constituée par un réseau de petites colonnes (les *pilae*) régulièrement distribuées et réalisées avec des briquettes carrées superposées (20cm x 20cm environ). Sur un des côtés de cette installation, mais à l'extérieur, un foyer de chauffage (le *praefurnium*) est aménagé qui sera alimenté par des serviteurs. Le tirage de ce foyer se fait sous la *suspensura* puis à travers un réseau de briques creuses (les *tubuli*) qui tapissent certaines des parois de la pièce à chauffer (à la manière de tuyaux d'orgue) et qui sont noyées dans celles-ci. La pièce se trouve donc, en quelque sorte et pour schématiser, comme suspendue dans une vaste cheminée. Ce sont des structures identiques mais avec des foyers plus conséquents qui seront utilisées pour réaliser les salles chauffantes des thermes gallo-romains [*tepidarium* (salle tiède), *caldarium* (salle chaude) ou *sudatorium* (étuve)]. Dans le but d'analyser le fonctionnement de ces installations (et leur consommation en combustible, etc), des tentatives de simulation ont même été effectuées par des équipes d'archéologues allemands. Mais il existe aussi une autre manière de se poser le problème et d'apporter des réponses à certaines de ces interrogations. Puisque nous savons détecter les températures atteintes par les matériaux d'argile cuite lors de chauffés successives, il doit être possible de reconstituer la distribution spatiale des températures dans des installations de chauffage antiques. Je vais vous proposer deux exemples réalisés pour de telles études.

1. Distribution des températures sous la *suspensura* d'un hypocauste domestique.

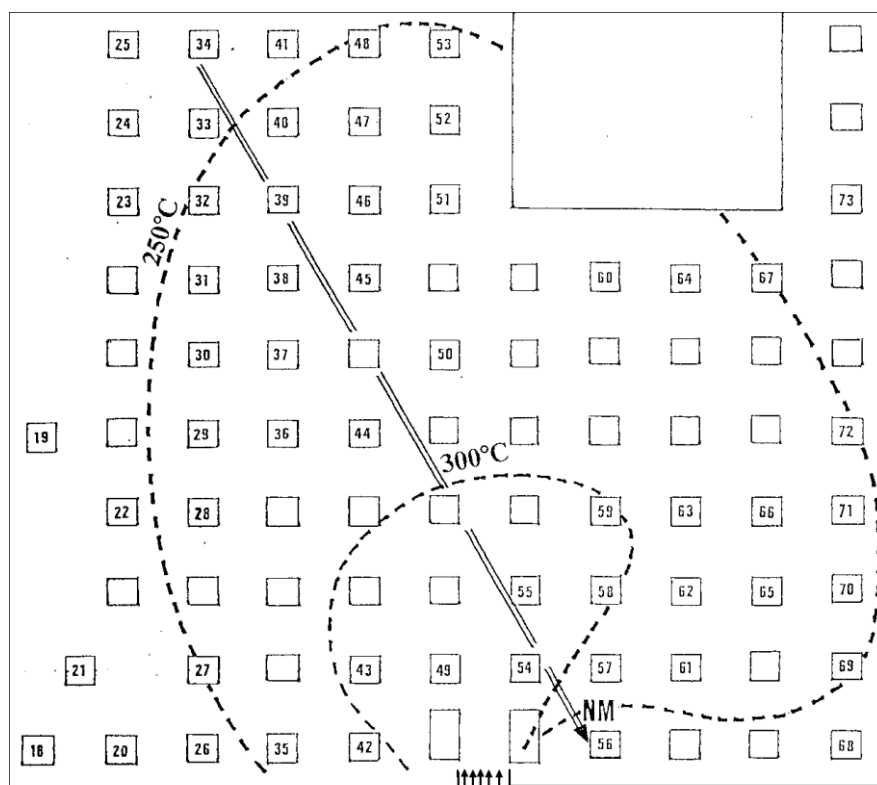


Figure 5 - Isothermes 300° et 250° de la structure sur hypocauste à Entrains-sur-Nohain (Nièvre)

Nous avons laissé entendre à certains de nos correspondants des Directions Régionales d'Archéologie que nous étions éventuellement intéressés par une structure gallo-romaine sur hypocauste, fouillée par leurs services et qui ne serait pas destinée à être ensuite conservée (et serait donc de toute façon détruite après la fouille pour libérer le terrain). Finalement, c'est une structure sur hypocauste située à Entrains-sur Nohain (Nièvre), en assez bon état (55 *pilae* étaient correctement conservées sur les 88 *pilae* d'origine), qui a été soumise à notre analyse (voir la figure 5 où la numérotation d'origine est arbitraire et due aux fouilleurs). Par contre, la hauteur conservée de ces *pilae* se limitait à quelques assises et les températures atteintes déterminées seront celles qui existaient à un niveau assez proche du sol. Après prélèvement d'échantillons dans chaque carreau et détermination de la température maximale atteinte par celui-ci, nous avons cartographié deux des isothermes (300°C et 250°C) des températures atteintes sous la *suspensura*. Comme attendue, la température est plus forte au voisinage immédiat de la bouche du *prae-furnium* (de l'ordre de 380°C), mais ensuite on observe une assez bonne homogénéité avec un large plateau central entre ces deux isothermes.

Il est facile d'analyser ici l'effet d'étalement du tirage sur toute la périphérie que provoque dans ces structures, la présence des *tubuli* qui tapissent dans l'épaisseur des murs toutes les parois de la pièce à chauffer. Le secret réside bien dans le fait que la pièce à chauffer est pour ainsi dire suspendue dans la cheminée et l'ensemble de ses parois léché par le flux d'air chaud.

2. Détermination de la fonction des différentes salles dans les Thermes gallo-romains

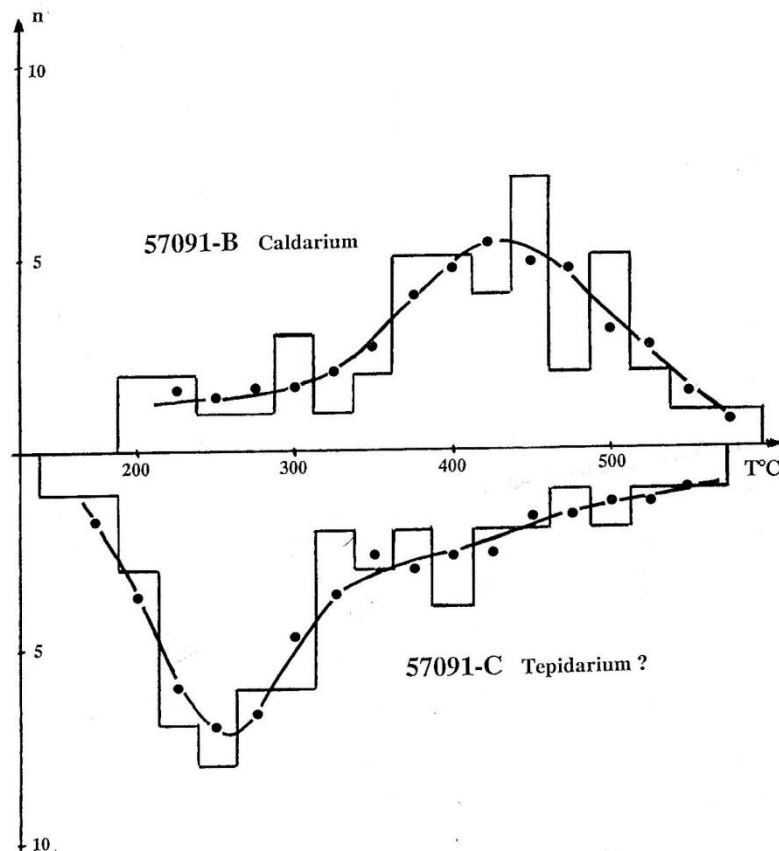


Figure 6 - Distribution des températures atteintes par les matériaux:
a) Caldarium, b) Tepidarium?

Les thermes publics romains sont des établissements souvent vastes et qui sont organisés de façon à proposer aux citoyens des cités un parcours qui disposent de salles diversifiées et organisées en enfilade selon leur fonction et la température recherchée (*frigidarium* puis *tepidarium* et enfin *caldarium*). Mais sur leurs ruines, réduites parfois à leur plus simple expression, il est parfois délicat de préciser leurs fonctions respectives et donc le parcours proposé aux citoyens romains. Mais puisqu'on sait déterminer les températures atteintes dans de telles structures, on dispose d'un moyen de lever cette indétermination.

C'est ce qui a été réalisé lors de l'analyse des Thermes de Bliesbruck-Reinheim (57)³ à la demande du Service Régional Archéologique de Lorraine. Les deux histogrammes des températures atteintes par les *pilae* des *suspensurae* permettent de distinguer sans ambiguïté la pièce tiède de la pièce chaude et donc le sens des circulations dans ces Thermes.

3. Détermination de la température atteinte en chauffe dans un *praefurnium*

Lors d'une fouille de sauvetage sur un site au lieu-dit "La Chapelle" à Cesson-Sévigné (35), le *praefurnium* correctement conservé d'une installation sur hypocauste (ruinée par ailleurs) a été dégagé par les équipes de fouille. Le reste de la structure était trop détruit pour permettre aux fouilleurs de déterminer la nature exacte de l'installation retrouvée. Nous avons proposé, en analysant les températures atteintes dans le couloir de ce *praefurnium* d'apporter des informations sur l'usage qui a pu être fait dans cette structure chauffante, le niveau des températures recherchées étant moins élevé pour le chauffage d'une pièce d'habitation que pour celui d'un *caldarium* de thermes et à plus forte raison pour un usage "industriel".

Nous avons démonté (assise par assise) la paroi gauche de ce qui restait du couloir de chauffe de cette installation gallo-romaine et les assises de briques plus ou moins bien conservées ont été prélevées brique par brique et les positions dans l'espace de chacune de ces *laterrae* soigneusement notées. Le schéma des prélèvements effectués par carottage dans chacune des briques d'une de ces assises est donné ci-dessous en figure 7.

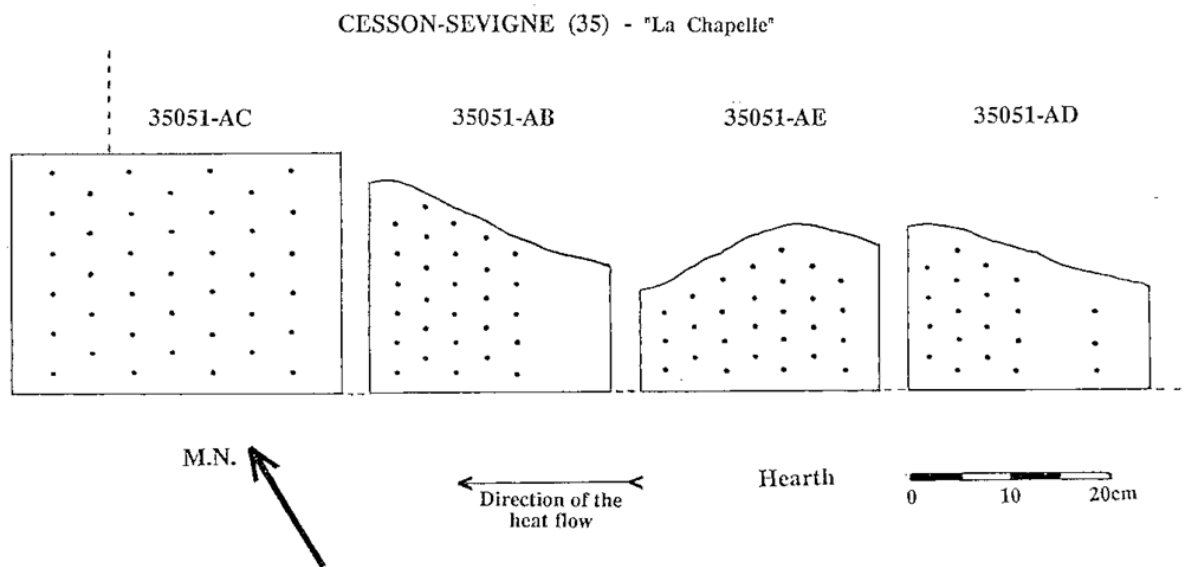


Figure 7 - Carottages

³L. Goulpeau – Le Complexe des Thermes de Bliesbruck (Moselle), "Les analyses archéomagnétiques", p.424–428.

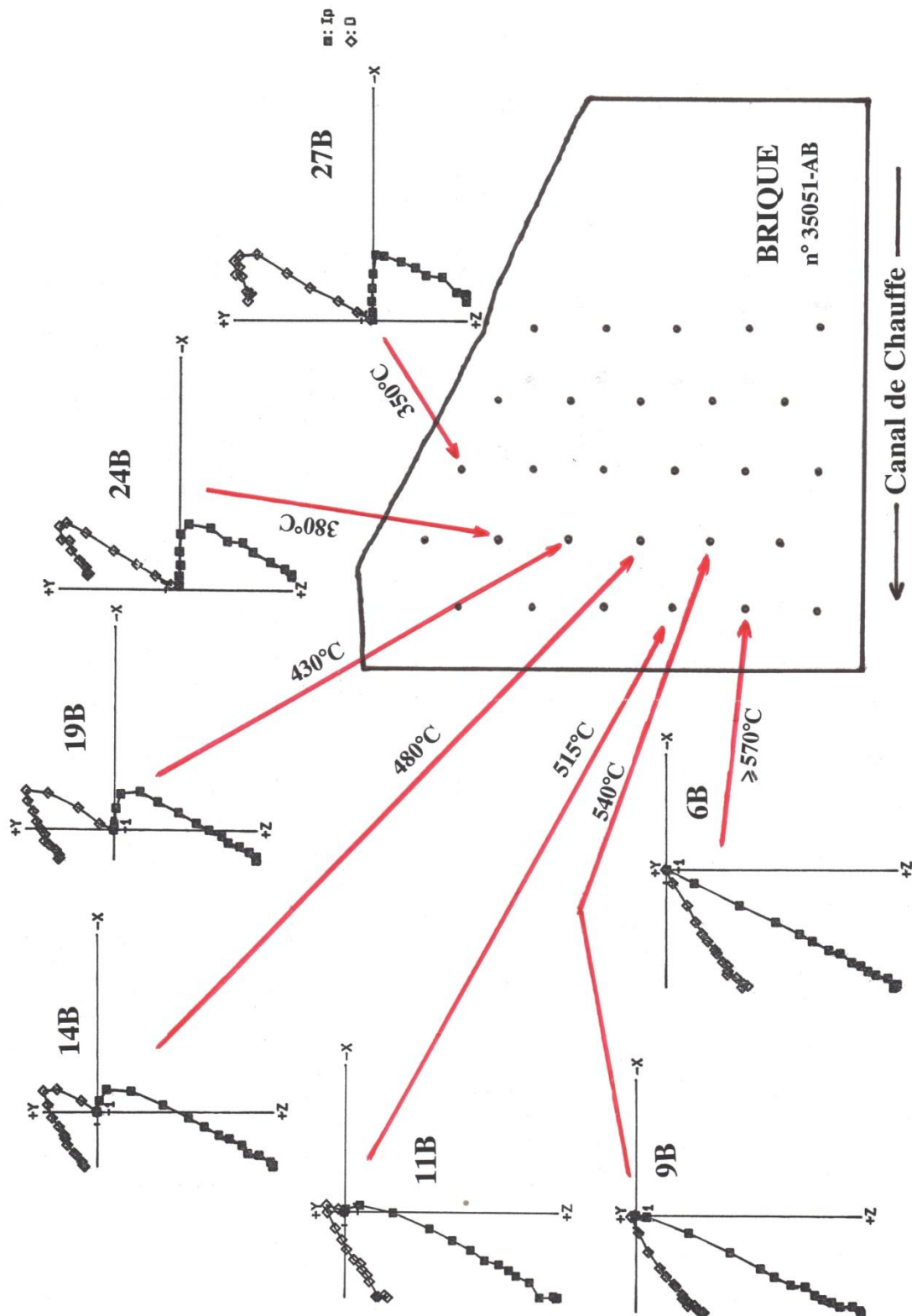


Figure 8 - Quelques diagrammes de désaimantation obtenus avec les prélèvements faits sur la brique n°35051-AB

Ensuite nous avons effectué avec chaque carotte, des cycles de désaimantation progressive en suivant les orientations des aimantations résiduelles et les diagrammes de désaimantation de chaque échantillon ont *in fine* été regroupés sur une même figure. Pour que chacun puisse s'y retrouver dans le déroulement d'un tel travail, nous avons regroupé en figure 8 quelques diagrammes de désaimantation obtenus avec les prélèvements fait sur la brique 35051-AB parfaitement localisable sur le schéma d'ensemble de la figure 7. La déformation progressive de ces diagrammes en fonction de leur emplacement par rapport au canal de chauffe (situé au bas de la figure 8) permet de visualiser le gradient de température qui existait dans cette brique lors du fonctionnement de l'installation.

Ce travail étant effectué sur chacune des 4 briques et les diagrammes de désaimantation étant regroupés pour chacune des briques, il est possible de reconstituer point par point les courbes isothermales pour cette paroi droite du canal de chauffe. C'est ce qui a été réalisé sur la figure 9 pour les quatre briques étudiées. Et nous arrivons au terme de ce long processus expérimental. Par simple application des lois de la thermodynamique qui régissent la diffusion de la chaleur, il est possible de déterminer par extrapolation, la température atteinte sur la paroi du canal de chauffe (situé en bas sur les figures 7 et 9). Dans le cas présent, le verdict est sans ambiguïté. La température atteinte sur la paroi du canal de chauffe, (donc bien inférieure à celle qui devait être observée dans l'axe de celui-ci) lors du fonctionnement de cette installation, est voisine de 700°C. Il s'agissait manifestement d'un chauffage trop énergique pour une simple installation domestique (à comparer avec les 400°C de l'exemple étudié plus haut).

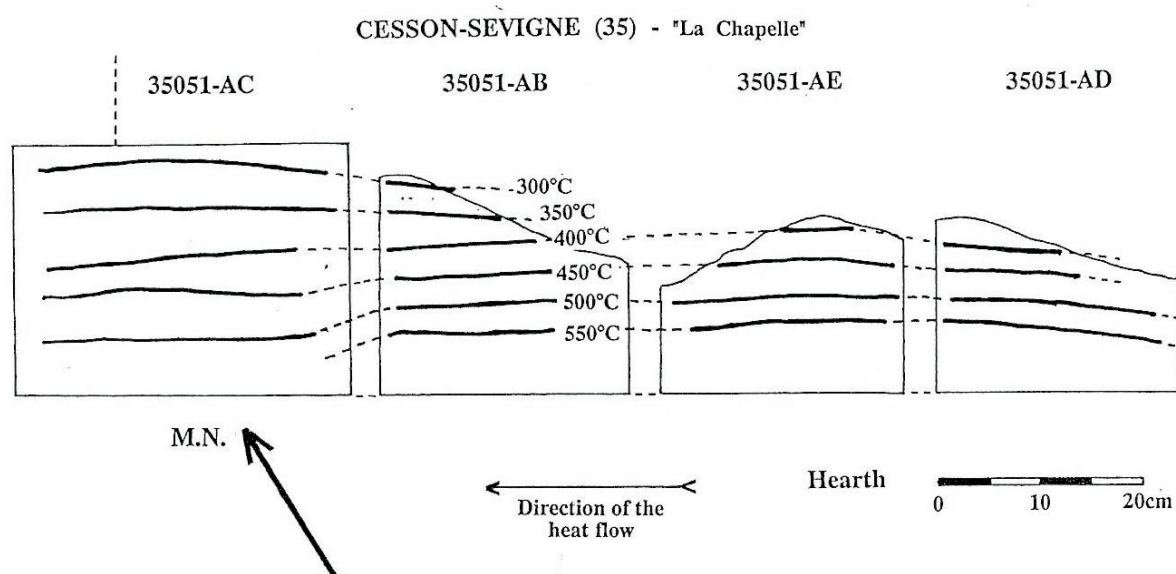


Figure 9 - Températures

Il serait présomptueux de prétendre pouvoir répondre à toutes les questions qui sont susceptibles d'être posées par les archéologues, mais les quelques exemples présentés ci-dessus ouvrent des perspectives sur les potentialités de ces méthodes de laboratoire. Une limite est toutefois à retenir. Ces méthodes coûtent cher et sont très consommatrices de temps pour les équipes de recherche en laboratoire. Elles ne peuvent donc être utilisées en routine mais plutôt à bon escient. Il faut donc que "*le jeu en vaille la chandelle*."

4. Quelques résultats divers

Pour terminer, signalons qu'assez souvent, nous détectons ainsi par cette méthode, des perturbations thermiques (incendie ou foyers occasionnels) sans qu'une étude complète ne présente nécessairement quelque intérêt du point de vue archéologique. Voici trois exemples précis où la méthode a permis de détecter de telles perturbations thermiques subies par des matériaux, lors d'études faites au départ seulement en vue d'une datation.

a). Un ensemble de 57 échantillons, prélevés directement en place sur des chaînages de briques dans l'un des murs de la basilique de Saint-Pierre-aux-Nonnains à Metz (57) a été analysé. Les mesures ont montré que 15% à 20% des matériaux ont connu leur dernier échauffement en position à plat (ce qui ne saurait être celle de leur cuisson pour des matériaux gallo-romains). Le mur de prélèvement a dû connaître soit un incendie, soit un foyer dressé à ses pieds lors d'un campement parasite ultérieur dans ses ruines.

Le plan d'implantation des prélèvements ne nous ayant pas été fourni, il ne nous a pas été possible de préciser si s'agissait d'un foyer localisable (groupement des briques ayant subi la perturbation thermique) ou d'un réemploi aléatoire de matériaux ayant connu antérieurement de possibles échauffements (briques dispersées dans la structure).

b). L'analyse d'un ensemble d'une centaine de carreaux de dallage provenant du prieuré Saint-Lazare de l'abbaye de Fontevault (49) nous a montré une très nette perturbation thermique. Si ces carreaux ont été cuits à l'origine dans des positions sur tranche pour 75% d'entre eux et à plat pour les 25% restant (comme c'est la pratique dans des fours de tuiliers médiévaux), ils ont presque tous subis par la suite une perturbation thermique alors qu'ils étaient en position à plat, donc en place dans le dallage même. Le fait signalé aux archéologues peut correspondre à deux cas de figure. Soit il y a eu un incendie, soit des brûlis à des fins sanitaires pour désinfection ont été pratiqués, ce qui ne serait pas étonnant pour un établissement (lazaret) probablement voué, vu son nom, à des soins apportés à des lépreux.

c) A plusieurs reprises, lors de l'analyse de *tegulae* en vue de la datation de bâtiments urbains gallo-romains, nous avons détecté des perturbations thermiques subies lors d'incendie et dans des positions obliques proches du plan horizontal (donc non-verticales comme c'était la pratique lors de leur cuisson dans les fours de tuiliers à l'époque gallo-romaine). Pour une ou deux fois, nous avons cru détecter une dichotomie de la valeur des pentes ce qui aurait pu traduire les deux versants d'une toiture. Mais ce n'était pas la demande des archéologues et nous n'avons pas insisté. Il y avait pourtant là, la possibilité de déterminer la pente des toitures à l'époque romaine.

Nous espérons ne pas avoir trop lassé nos lecteurs par la difficulté de certaines de ces considérations, mais il faut bien comprendre que la découverte du passé n'est pas seulement faite de promenades à travers des sites plus ou moins spectaculaires. Car si nous voulons comprendre le long cheminement de nos ancêtres vers l'univers qu'ils nous ont transmis générations après générations, il faut parfois savoir faire des efforts qui ne sont pas que touristiques.

