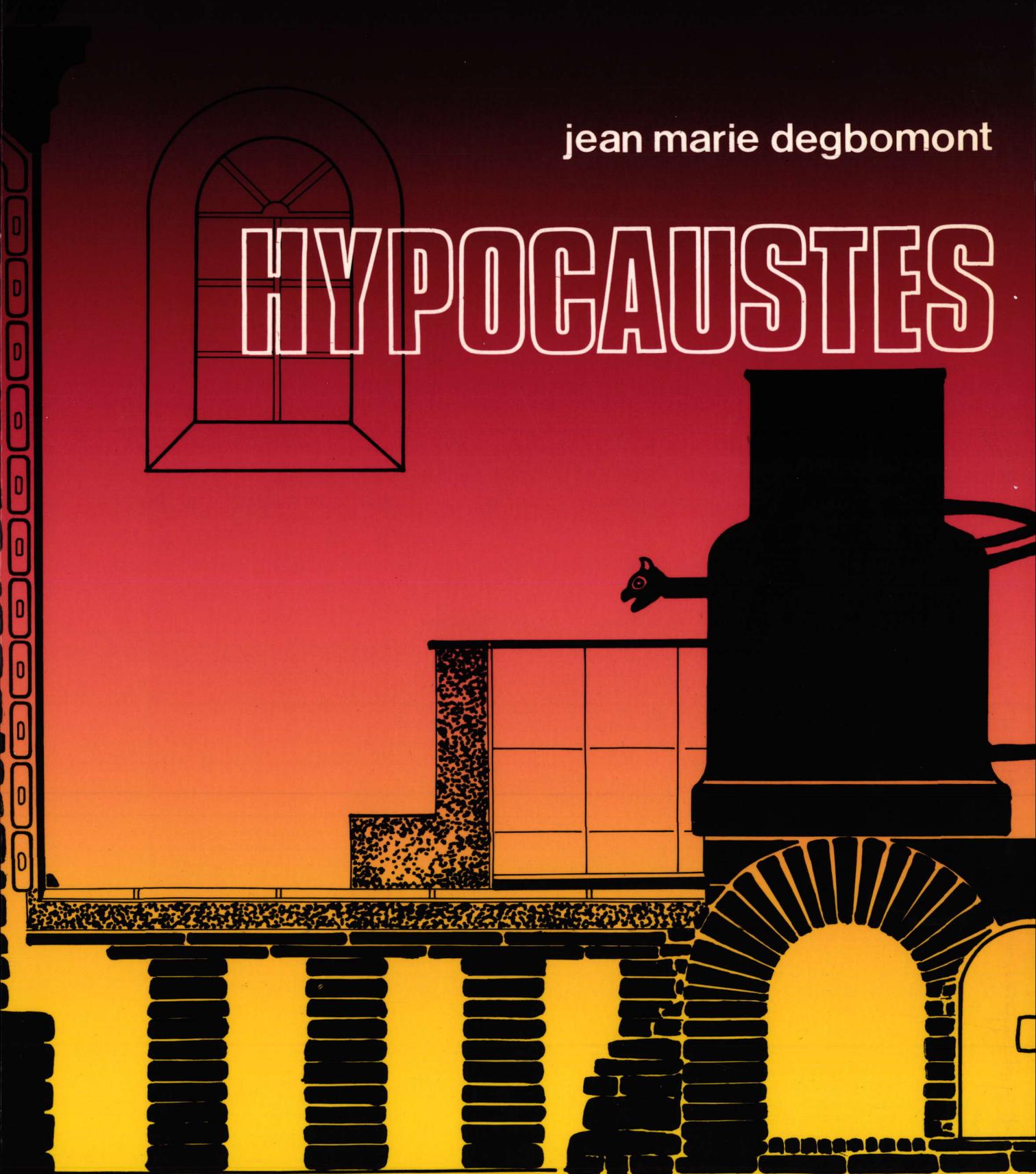


jean marie degbomont

# HYPOCAUSTES



Etudes et Recherches Archéologiques  
de l'Université de Liège, N° 17

**EPAUL17**

# **Le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé**

**De la place St-Lambert à Liège  
à l'Aula Palatina de Trèves**

**Jean-Marie DEGBOMONT**



Avec l'appui du Ministère de la Communauté française,  
Administration du Patrimoine culturel.

Liège — 1984

Dépôt légal : n° D/1984/0480/1.

Edité par le Service d'Archéologie préhistorique et Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, place du XX Août, 7, B-4000 Liège.

Tout droit de reproduction réservé.

## PREFACE

En 1977, des fouilles de sauvetage furent entreprises sur la place Saint-Lambert par le Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques sous la direction de Mademoiselle Hélène DANTHINE alors professeur d'archéologie préhistorique à l'Université de Liège. Elles furent par la suite soutenues par une aide constante du Ministère de la Culture, intégré aujourd'hui au sein du Ministère de la Communauté française.

L'un des apports principaux de cette recherche fut la mise en évidence des caractères architecturaux de la villa gallo-romaine, installée à cet emplacement du second au quatrième siècle. Cet édifice semble en effet être à l'origine du sanctuaire médiéval dans lequel saint Lambert aurait connu le martyr.

Le système de chauffage de cette villa, assez bien conservé, avait dès le début intéressé Jean-Marie Degbomont, alors étudiant en archéologie et orienté vers l'étude de l'époque gallo-romaine. C'est ainsi qu'en étendant ses comparaisons au nord de la Gaule, il put situer le système de fonctionnement utilisé à Liège dans l'ensemble des procédés appliqués soit aux habitats privés, soit aux établissements publics.

Le panorama général présenté ici est le fruit de cette recherche qui a pris une valeur nettement supérieure à la simple description du bâtiment liégeois en établissant un corpus des informations fournies par la littérature et en présentant une analyse de chacun des éléments.

On en est ainsi passé d'une fouille de sauvetage en milieu urbain à une synthèse générale, sur un des problèmes archéologiques qui furent soulevés. Cette démarche est sans doute particulièrement fructueuse parmi les diverses tendances que traverse l'archéologie nationale aujourd'hui.

Nos fouilles archéologiques étant momentanément interrompues dans l'attente des grands travaux de la gare souterraine à la place Saint-Lambert, nous nous efforçons de publier systématiquement chacune des aires explorées. Les autres volumes présentant la documentation complète paraîtront régulièrement dans cette série.

C'est ainsi que, grâce à l'aide du Ministère de la Communauté Française, nous pourrons restituer une partie de l'histoire tumultueuse de notre Cité transmise au travers de ces vestiges éphémères, de nouveau menacés.

Marcel OTTE,  
Professeur à l'Université  
de Liège,  
Directeur des fouilles de  
la place Saint-Lambert

Qu'il me soit permis tout d'abord d'exprimer ma reconnaissance à tous les professeurs et membres du personnel scientifique et administratif de la section d'Histoire de l'Art, Archéologie et Musicologie de l'Université de Liège.

Je remercie tout particulièrement M. M. Renard, professeur à l'Université de Liège, qui a bien voulu accepter la direction de ce mémoire et dont le départ pour la retraite m'a privé trop rapidement d'un enseignement de qualité et d'une grande érudition.

J'ai été très sensible à l'amabilité et au dévouement de M. Jean Loicq, aujourd'hui professeur, qui a bien voulu prendre la relève de ce dernier et qui, malgré ses soucis nouveaux et nombreux, n'a pas hésité à consacrer une partie de son temps à relire et annoter mes manuscrits.

Ma reconnaissance est aussi acquise à M. Florent Ulix, maître de conférences, auprès de qui j'ai toujours rencontré encouragements et renseignements précieux.

Je remercie également, pour leurs encouragements et leur amabilité, tous ceux et celles qui ont bien voulu s'intéresser à mes recherches, Mlle Hélène Danthine, professeur ; Mme Ulix-Closset, chef de travaux.

Enfin, je suis reconnaissant à Mlle Annette Heindrichs, licenciée en Histoire de l'Art ; Mme Geneviève Dury-Moyaerts, assistante ; Mlle Marie-Josée Macors ; M. André Ozer, chef de travaux au Séminaire de Géographie et à M. Léon Grégoire, technicien-chauffagiste, pour l'aide technique qu'ils m'ont apportée.

La publication de ce mémoire n'aurait pas été possible sans les encouragements de M. Marcel Otte, chargé de cours, et la haute bienveillance de M. Jacques Stiennon, professeur. Qu'ils en soient tous les deux remerciés.

J'adresse, pour terminer, une pensée toute particulière à ma femme, Claudine, sans laquelle je n'aurais pu mener à bien ce travail...

# ABREVIATIONS

## Revue belges

ACAFLC A et F	Annales du Cercle Archéologique et Folklorique de La Louvière et du Centre. Ardenne et Famenne
AFAHB	Annales de la Fédération Archéologique et Historique de Belgique. Comptes rendus et Mémoires des Congrès.
AIA Lux Ant. Class. Arch.	Annales de l'Institut Archéologique du Luxembourg. L'Antiquité Classique. Bruxelles. Archéologie. Chronique semestrielle dans <i>L'Antiquité Classique</i> , depuis 1961, édité séparément par le Fond National de Recherches Archéologiques en Belgique.
Arch. Belg.	Archaeologia Belgica. Etudes et Rapports édités par le Service National des Fouilles. Bruxelles.
ASA Br	Annales de la Société d'Archéologie de Bruxelles. Mémoires, Rapports et Documents. Bruxelles.
ASAN	Annales de la Société Archéologique de Namur.
BCA H-C	Bulletin du Cercle Archéologique Hesbaye-Condruz.
BCRAA	Bulletin des Commissions Royales d'Art et d'Archéologie. Bruxelles.
BIAL	Bulletin de l'Institut Archéologique Liégeois. Liège.
BIA Lux	Bulletin trimestriel de l'Institut Archéologique du Luxembourg.
BSR V-L	Bulletin de la Société Royale du Vieux-Liège.
CM	Les Cahiers de Mariémont. Bulletin du Musée Royal de Mariémont.
DRS Ch	Documents et Rapports de la Société Royale Paléontologique et Archéologique de Charleroi.
E.R.A.U.L.	Etudes et Recherches Archéologiques de l'Université de Liège.
Hélium	Hélium. Revue consacrée à l'Archéologie des Pays-Bas, de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg. Wetteren.
Latomus	Latomus. Revue d'Etudes Latines.
Limburg	Tijdschrift voor Geschiedenis, Oudheidkunde en Volkskunde.
Namurcum	Chronique de la Société Archéologique de Namur. Namur.
RC	Romana Contact. Organe trimestriel de la Société d'Archéologie Romana.
Wavriensia	Cercle Historique et Archéologique de Wavre et de la région.

## Revue étrangères

BCH	Bulletin de Correspondance Hellénique. Paris.
Bon. Jahr	Bonner Jahrbücher, Jahrbücher des Vereins von Altertums Freuden im Rheinlande. Bonn.
Fund.Schwaben Gallia	Gesellschaft für Vor- und Frühgeschichte in Württemberg und Hohenzollern. Gallia. Fouilles et Monuments archéologiques en France métropolitaine - CNRS - Paris.
Germania	Germania anzeiger. Der Römisch-Germanischen Kommission des Deutschen Archäologischen Instituts.

Hémecht	Zeitschrift für Luxemburger Geschichte. Revue d'Histoire luxembourgeoise.
PSH	Publications de la Société pour la recherche et la conservation des Monuments Historiques dans le Grand-Duché de Luxembourg. Luxembourg.
Trier. Zeit.	Trierer Zeitschrift für Geschichte und Kunst des Trierer Landes und seiner Nachbargebiete. Trier.

### Ouvrages généraux, dictionnaires, articles

- BREUER, *Chauff. Ant.* J. BREUER, *Les bains romains de Furfooz (près de Dinant) et le chauffage dans l'Antiquité*, dans *Bulletin de documentation du bureau d'études industrielles Fernand Courtoy* (1957), pp. 3-13.
- BRÖDNER, *Untersuchungen* E. BRÖDNER, *Untersuchungen an den Heizungsanlagen der römischen Thermen in Nordafrika*, dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), pp. 103-113.
- CAGNAT-CHAPOT, *Manuel* R. CAGNAT et V. CHAPOT, *Manuel d'archéologie romaine, t. I, Les monuments. Décoration des monuments. Sculpture.*, Paris, 1916.
- DE MAEYER, 1937 R. DE MAEYER, *De Romeinsche Villa's in België. Een archeologische studie*. Antwerpen, 1937.
- GRENIER, Manuel A. GRENIER, *Manuel d'archéologie gallo-romaine, quatrième partie, Les monuments des eaux, aqueducs, thermes*, Paris, 1960.
- L. JACOBI, *Saalburg* L. JACOBI, *Das Römerkastell Saalburg bei Homburg von der Höhe*, (deux vol.), Homburg vor der Höhe, 1897.
- KRENCKER-KRUGER, *Tr.Kai.Th.* D. KRENCKER, E. KRUGER, H. LEHMANN, H. WACHTLER, *Die Trierer Kaiserthermen*, Augsburg, 1929.
- K. PAULY *Der Kleine Pauly. Lexikon der Antike auf der Grundlage von Pauly's Realencyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft*, München.
- F. KRETZSCHMER, *Hypokausten* F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, dans *Saalburg Jahrbücher*, Bd XXII, (1953), pp. 7-41.
- F. KRETZSCHMER, *Aula Palatina* F. KRETZSCHMER, *Die Heizung der Aula Palatina im Trier*, dans *Germania*, Jahr 33, heft 3, (1955), pp. 200-210. Ein Versuch ihrer Deutung und der Aufklärung ihrer Betriebsweise.
- F. KRETZSCHMER, *Bauformen I* F. KRETZSCHMER, *Bauformen und Wirkungsweise antiker Heizungen*, I, dans *Gesundheits-Ingenieur*, 78 jahrg., heft 23/24, (1957), pp. 353-384.
- F. KRETZSCHMER, *Bauformen II* F. KRETZSCHMER, *Bauformen und Wirkungsweise antiker Heizungen*, II, dans *Gesundheits-ingenieur*, 79 jahrg., heft I, (1958), pp. 1-32.
- F. KRETZSCHMER, *La technique* F. KRETZSCHMER, *La technique romaine. Documents graphiques et commentés*, Bruxelles, 1966, (trad. J. BREUER et F. ULRIX).
- A. MAU, *Pompeji* A. MAU, *Pompeji in Leben und Kunst*, 2<sup>e</sup> éd., Leipzig, 1912.
- P-W, R.E. *Paulys Real-Encyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft*, Stuttgart.

## Répertoires bibliographiques

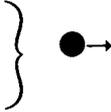
- BAUWENS-LESENNE VIII M. BAUWENS-LESENNE, *Bibliografisch repertorium van de oudheidkundige vondsten in Limburg, behoudens Tongeren-Koninksem (vanaf de vroegste tijden tot aan de Noormannen)*, *Oudheidkundige Repertoria*, VIII, Brussel, 1968.
- CORBIAU XI M.-H. CORBIAU, *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Luxembourg*, *Répertoires Archéologiques XI*, Bruxelles, 1978.
- DEFISE-LEJEUNE V A. DEFISE-LEJEUNE, *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Liège (depuis l'Age du Bronze jusqu'aux Normands)*, *Répertoires Archéologiques V*, Bruxelles, 1964.
- R. DE MAEYER, 1940 R. DE MAEYER, *De overblijfselen der romeinsche villa's in België. De archeologische inventaris*, I, Antwerpen, 1940.
- DESITTERE III M. DESITTERE, *Bibliografisch repertorium der oudheidkundige vondsten in Brabant (vanaf de Bronztijd tot aan de Noormannen)* *Oudheidkundige Repertoria III*, Brussel, 1963.
- L'Habitat Rural* R. LAURENT, D. CALLEBAUT, H. ROOSSENS, *L'habitat rural à l'époque romaine, cartes archéologiques de la Belgique*, 3, Bruxelles, 1972.
- KNAPEN-LESCRENIER XI A. KNAPEN-LESCRENIER, *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Namur*, *Répertoires Archéologiques IX*, Bruxelles, 1970.

## AVERTISSEMENT

### Annotation

- Annotation en fin de chapitre. Cependant pour éviter une surcharge, les noms de lieu, dans le texte, désignant le plus souvent les sites fouillés étudiés, sont suivis d'une lettre entre parenthèses, désignant le pays (code international), et d'un astérisque renvoyant à un index alphabétique des noms de lieux se trouvant en fin de volume et reprenant la bibliographie (si possible la publication de base) de chaque site (Index bibliographique des sites fouillés).

### Plans et figures

- Sur les figures : ● = foyer  
→ = sens du tirage  
→N = orientation
- 
- Pour chaque plan ou partie de plan reproduit :

- nous avons chaque fois, autant que possible, indiqué *l'orientation et l'échelle*.
- tous les plans ou dessins qui ne sont pas de la main de l'auteur (J.-M. D) sont des *photocopies d'originaux*.
- Dans le texte, nous utilisons toujours, à propos d'un site, les *signes figurant sur le plan original* :  
Sites belges : exemple : Anthée\* (B), salle 76 : voir fig. dans le texte original.  
Sites étrangers : exemple : Javols\* (F), local N : voir fig. dans le texte original.

## Nomenclature

Il est important d'établir une nomenclature précise. Car les rapports de fouilles et comptes rendus de toutes sortes ainsi que les manuels et dictionnaires que nous avons consultés, sont parfois d'une très grande imprécision dans la description des appareils de chauffage. De plus, lorsque la description est correcte, on y emploie souvent une nomenclature propre à un auteur et qui n'est pas forcément celle des autres<sup>(1)</sup>. Il en résulte souvent une grande confusion surtout lorsqu'il s'agit de comparer les écrits d'auteurs différents. A titre d'exemple, le mot *tubulus*<sup>(2)</sup> a été traduit par des termes et des expressions les plus divers : *boîtes de chaleur, boisseaux, tuyaux de chaleur, tubes de chaleur, conduits de chaleur, boîtes de poterie creuses, carreaux troués, etc...*<sup>(3)</sup>. D'autre part, les auteurs latins, ce qui excuse peut-être les contemporains, ne sont pas toujours unanimes sur la terminologie à employer. Ils sont parfois eux-mêmes imprécis ou incomplets<sup>(4)</sup>.

Ajoutons, pour terminer, que les termes dont la signification est claire et qui sont employés à l'unanimité par les auteurs latins, auront la priorité absolue dans ce travail :

- bains dans les établissements publics = THERMES
- bains dans l'habitat privé = BAINS PRIVÉS
- chauffage d'une pièce dans l'habitat privé = CHAUFFAGE DOMESTIQUE<sup>(5)</sup>
- l'ensemble des éléments qui constituent l'appareil de chauffage d'une pièce ou d'un bain, et cela seul = HYPOCAUSTE
- pour chaque élément de l'appareil de chauffage, nous employons les termes les plus courants, c.-à-d. ceux que nous avons rencontrés le plus grand nombre de fois chez les auteurs que nous avons consultés ;
- lorsque nous donnerons, pour une simple raison de commodité, la préférence aux termes français, ceux-ci seront accompagnés, lorsque cela sera possible, du terme correspondant en latin ;
- pour les termes latins, la marque du pluriel s'indiquera en latin (ex. : *praefurnium* - *praefurnia* ; *tubulus* - *tubuli*, etc...). Une exception cependant pour le terme « villa » qui peut être considéré comme français.

(1) On doit aussi tenir compte de l'évolution de la langue. Certains termes employés couramment au XIX<sup>e</sup> siècle sont tombés en désuétude. Par exemple, pour désigner le béton, on trouve des mots comme *pavement rose* (AMAND, *Ant. Class.* XII, 1943, p. 83), *terril* (MALGET, *AIA Lux*, XLVII, (1912), p. 417).

(2) *Ant. Class.*, XV, 1946, p. 99 ; *DRSch*, XXI, (1897), p. 53, etc...

(3) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 348.

(4) VITRUVÉ, par exemple, ne donne aucune indication sur les *cheminées* et les *tubuli* ; il y a de même, ambiguïté à propos des termes *hypocaustis* et *hypocaustum*.

(5) F. BENOIT, *Thermae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. V, (1909), p. 214, distingue bains domestiques et bains publics. Nous emploierons également le terme *domestique* pour le chauffage des pièces d'habitation.

# INTRODUCTION

Qu'il nous soit permis, avant toute autre chose, de donner l'origine et la définition du mot *hypocauste*.

Bien que formé de l'assemblage de deux mots grecs, le mot hypocauste est paradoxalement d'origine latine<sup>(6)</sup>. On peut le traduire par « chauffage par-dessous ». En effet, ce mot semble avoir été inventé lorsque, au premier siècle avant Jésus-Christ, on découvrit à Rome, une nouvelle technique de chauffage par le sous-sol qui allait connaître un grand succès et se répandre dans tout l'Empire.

Lorsque l'équipe de fouilles de la Place St-Lambert, dont je faisais partie, découvrit un *praefurnium* en juillet 1977, je n'avais que des notions très vagues concernant les hypocaustes. Vivement intéressé par l'agencement très particulier de ce genre de construction, je décidai d'en savoir un peu plus. Quelle ne fut pas ma surprise et ma déception de constater que la littérature consacrée à ce sujet, bien que relativement abondante, était d'une banalité que l'on rencontre, hélas trop souvent, quand les auteurs ne s'aperçoivent plus qu'ils se recopient les uns sur les autres.

Cette banalité est due en grande partie, croyons-nous, au fait que les hypocaustes étant extrêmement répandus au nord des Alpes, ils donnent aux fouilleurs la fausse assurance de croire que, puisque les hypocaustes sont aussi nombreux, ils doivent avoir été étudiés dans tous leurs détails. Souvent, ils ne vont pas voir plus loin, se contentant de reprendre la description de l'appareil de chauffage dans la description générale de l'habitation en omettant très souvent des détails apparemment insignifiants qui auraient pu nous apprendre beaucoup sur le fonctionnement du dit appareil car, aujourd'hui encore, on n'en connaît pas tous les détails. Néanmoins, je dois reconnaître que certains grands auteurs, comme H. Thédénat, E. Saglio, A. Grenier, R. Cagnat, V. Chapot, etc... nous ont donné, à travers manuels et dictionnaires, une vue d'ensemble cohérente, mais assez superficielle cependant, du problème de l'agencement et du fonctionnement des hypocaustes.

Après cette exploration superficielle de la littérature traitant des hypocaustes, mes recherches s'orientèrent très vite vers l'Allemagne où le problème des hypocaustes avait été étudié d'une manière plus suivie que dans les pays francophones sans toutefois aboutir à des résultats définitifs. C'est à F. Kretzschmer, archéologue-ingénieur allemand, à qui je rends ici un hommage posthume<sup>(7)</sup>, que revient le mérite d'avoir étudié, pour la première fois d'une manière scientifique, le fonctionnement des hypocaustes en se basant sur des expériences pratiques<sup>(8)</sup>.

Le mérite de F. Kretzschmer est grand car, dès le départ, l'étude systématique des hypocaustes se heurte à deux difficultés majeures : à savoir les difficultés inhérentes à toute étude archéologique combinées à des difficultés d'ordre technique qui relèvent plus de la physique que de l'archéologie et, ensuite, les difficultés qu'engendre l'étude technique d'un appareil qui ne fonctionne plus, que l'on retrouve détruit et que l'on « rafistole » pour en étudier le fonctionnement sans savoir comment il était conçu au départ dans ses détails.

Les travaux et les conclusions de F. K. nous sont extrêmement précieux sur le plan technologique. Il semble cependant que sur le plan archéologique, son champ de recherches ait été assez restreint puisqu'il s'est limité à la région rhénane. Ce qui peut paraître dérisoire à certains, en regard de l'énorme documentation dont on peut disposer actuellement et qui s'accumule sur la table des chercheurs depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle.

C'est à partir de cette petite lacune concernant les travaux de F. Kretzschmer que j'orientai mon travail, plutôt vers la *description systématique*.

Le sujet n'a, à ma connaissance, jamais été traité sur une échelle aussi vaste et je prie le lecteur de croire que ce n'est pas pour le plaisir d'étaler une documentation abondante car, dans ce genre de description, plus les exemples sont nombreux, plus on peut espérer en tirer une synthèse valable pour tenter des classements et, pourquoi pas, essayer une typologie.

Cette importante documentation m'était nécessaire mais elle présentait un risque de dispersion, tant le sujet est vaste par l'abondance des vestiges et par l'immensité du territoire sur lequel ils sont éparpillés.

Il fallait donc se limiter et faire un choix. J'ai tout d'abord choisi d'étudier le chauffage de l'habitat privé plutôt que celui des grands thermes ou autres monuments publics. Ceci pour deux raisons : parce que, d'une part, cette étude n'a jamais été faite, à ma connaissance, d'une façon systématique, et d'autre part, parce que les grands thermes, contrairement à l'habitat privé, ont fait l'objet d'études très approfondies comme, par exemple, l'excellent travail que D. Krencker et E. Krüger ont consacré aux fouilles des thermes impériaux de Trèves et, par comparaison, à la plupart des grands thermes de l'Empire<sup>(9)</sup>.

Ensuite, je me suis imposé des limites techniques : je m'étais proposé d'entreprendre, tout d'abord, une description systématique des vestiges d'hypocaustes dans l'habitat privé avec, lorsque cela s'avérerait possible, des essais de classement. Je me proposais, ensuite, d'en tirer la quintessence pour voir quelles applications pratiques on pouvait tirer d'une telle étude, notamment sur le plan de la fouille.

Enfin, et après cette première moisson, je croyais pouvoir aborder l'épineux problème de la datation des hypocaustes<sup>(10)</sup>. J'ai dû, hélas, vu l'énorme travail de dépouillement qu'il a nécessité, me limiter, pour ce travail, à la première partie que j'ai évoqué ci-dessus, c'est-à-dire la *description systématique avec essai de classement* à laquelle j'ai ajouté une étude critique des auteurs qui ont traité du problème du fonctionnement des hypocaustes.

En outre, j'ai dû m'imposer des limites géographiques. L'aire de dispersion des habitats avec hypocauste est considérable ; aussi, ai-je choisi de limiter mon enquête à la partie septentrionale de l'Empire non seulement parce que cette région nous concerne directement mais aussi et surtout parce qu'elle contient la plus forte concentration d'habitations privées avec hypocaustes et ceci, on le comprend aisément, à cause de son climat tempéré et des hivers rigoureux qui y sévissent. Cette région est circonscrite à un territoire qui correspond à peu près à la *Belgica* du Haut-Empire<sup>(11)</sup>.

Toutefois, pour éviter que les limites géographiques que je me suis imposées ne se transforment en un carcan étroit et stérile, j'ai fait souvent appel à des exemples de constructions provenant d'autres régions. La comparaison n'en a donné que plus de fruits.

Les difficultés, on s'en doute, furent nombreuses. Les textes des auteurs anciens, à part quelques exceptions comme ceux de Vitruve ou Palladius, qui ont traité de problèmes essentiellement techniques, sont avares de renseignements concernant les hypocaustes et surtout de renseignements précis. C'est à peine si, à travers quelques lettres ou poèmes décrivant habitats ou thermes, on y trouve quelques bribes de phrases qui peuvent nous intéresser et éveiller notre attention.

Attention bien nécessaire car la traduction de ces textes a donné lieu à des controverses et, cela est bien connu, plus un texte est court et laconique, plus il donne lieu à des traductions et interprétations diverses. Nous verrons, d'ailleurs, dans le cours de cet exposé, combien le sens d'un seul mot latin, traduit de façons différentes selon les auteurs, peut influencer sur le cours d'un raisonnement. C'est comme si l'on faussait un chiffre dans une longue addition. Même si la méthode est bonne, le résultat est faux.

Les rapports de fouilles qui forment l'essentiel de ma documentation n'ont pas été plus faciles à étudier<sup>(12)</sup>.

C'est à propos du territoire de la Belgique actuelle que cette documentation est la plus complète, sans être, pour cela, de la meilleure qualité. Car, paradoxalement, beaucoup de villas furent fouillées, au XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle, avec tous les défauts que comportaient les techniques de fouilles de cette époque<sup>(13)</sup> :

- plan sommaire, incomplet ou inexistant ;
- plus d'intérêt pour le petit matériel archéologique (« objets de collection ») que pour l'étude de l'architecture du bâtiment ;
- lorsque les plans sont « complets », ils sont souvent d'une valeur très réduite car ils présentent le stade final du bâtiment sans distinction des différentes phases de construction qui se sont succédées ;
- la fouille a souvent été limitée à un seul bâtiment sans tenir compte de l'existence éventuelle de bâtiments annexes ;
- aucune étude en stratigraphie, donc la datation de ces bâtiments est très incertaine ou vague<sup>(14)</sup> ;

- le manque d'objectivité de certains fouilleurs, dû probablement aux préjugés de l'époque, et nombreuses digressions qui rendent parfois la lecture de ces rapports fastidieuse. Cela peut aller des considérations morales sur les bains romains jusqu'au rapport minutieux de la vie quotidienne du « maître de Martelage » qui rentre à la maison pour boire sa « tasse de thé » ;
- la bibliographie, par rapport au nombre de sites connus, reste limitée ; il existe beaucoup de rapports de fouilles non publiés, qui restent la propriété de Musées, de sociétés d'archéologie ou d'amateurs ; cette dernière remarque à propos de la bibliographie est d'ailleurs valable pour toute la région qui nous intéresse. De plus, le problème archéologique est, ici, lié directement à des problèmes techniques et cela explique peut-être qu'il ait manqué d'attrait pour certains chercheurs ;
- l'exploration de Pompéi et la grande vogue qu'elle a suscitée, notamment au XIX<sup>e</sup> siècle, a parfois influencé d'une façon néfaste les fouilleurs de nos régions. Car, ne l'oublions pas, si la comparaison est souvent utile, la transposition est toujours dangereuse. En effet, combien de fois ne retrouve-t-on pas, dans les rapports de fouilles, ce fameux « atrium » que les fouilleurs veulent absolument faire correspondre avec le modèle pompéien. Il n'y a pas bien longtemps, d'ailleurs, que l'on considère enfin l'habitat romain en Gaule, malgré ses origines, comme étant le fruit d'une évolution technique influencée par le climat, les habitudes et les mœurs des populations indigènes. Evolution qui a son histoire propre et qui, à travers les siècles d'occupation romaine, a acquis peu à peu son identité.

Par souci de clarté et pour éviter toute confusion dans l'esprit du lecteur, il convient de distinguer deux grandes catégories en ce qui concerne le chauffage par hypocauste :

- a) *monuments publics* : Thermes, Basiliques, etc...
- b) *architecture privée* : bains et chauffages domestiques.

Pourquoi cette distinction ?

#### a) Monuments publics

Les monuments publics chauffés par hypocauste<sup>(15)</sup>, autres que les thermes, sont rares dans le monde romain et nous n'en parlerons guère. Nous devons cependant signaler ici une exception : la basilique de Trèves (*Aula Palatina*)<sup>(16)</sup> (fig. 322). Ce monument est important à nos yeux pour trois raisons :

1. il est exceptionnellement bien conservé en élévation,
2. il est un des rares exemples de monument public (autre que thermes) chauffé par hypocauste,
3. son appareil de chauffage est presque entièrement conservé<sup>(17)</sup>.

Les thermes<sup>(18)</sup>, par contre, sont innombrables. Mais la sagesse, vu l'ampleur du sujet, m'a conseillé de me limiter au chauffage de l'habitat privé<sup>(19)</sup>. Nous reparlerons cependant des thermes pour deux raisons :

- a) le principe de base du chauffage par hypocauste est le même pour les thermes que pour l'habitat privé puisque le chauffage du second dérive du premier<sup>(20)</sup>,
- b) il existe une bonne documentation sur le chauffage des thermes et, dans certains cas, la comparaison (strictement technique) entre les deux types de construction (publique et privée) s'avère pleine d'enseignements.

#### b) L'habitat privé

A propos de l'habitat privé, il serait fastidieux et sans intérêt de distinguer et de décrire séparément les installations de chauffage « citadines » et celles de l'habitat rural dans la région qui nous intéresse et que nous avons circonscrite dans l'introduction générale. Nous y voyons trois raisons :

- les bourgades (*pagi*) et les *vici*<sup>(21)</sup> étaient peu nombreux sur notre territoire. « Une contrée sans villes » dit F. Cumont, « une civilisation non de bourgeois mais d'agriculteurs, non de villes mais de villas »<sup>(22)</sup>.
- de plus, les *vici*, souvent nés à la croisée ou au long des grandes routes, n'abritaient souvent qu'une population de commerçants et d'artisans pauvres. Les hypocaustes, appareillages coûteux, y sont rares<sup>(23)</sup>.
- enfin, les appareils de chauffage, lorsqu'il y en a, sont identiques dans les agglomérations et les villas.

C'est surtout dans les villas, centres vitaux des grands *fundis*<sup>(24)</sup>, monuments caractéristiques de la civilisation romaine, que seront concentrés les derniers raffinements du confort par l'application de nouvelles techniques de construction qu'ont apportées avec eux, dès le début de l'Empire, les légions romaines et leurs ingénieurs.

Toujours par souci de clarté et pour bien comprendre la description qui va suite, nous croyons le moment venu de donner une idée générale et sommaire d'une installation de bains privés et d'un chauffage domestique par des *schémas*. Etant donné les quelques différences qui existent entre les deux systèmes, ils sont représentés en fin de volume et en « hors texte » sur quatre planches séparées :

- Planche I : description et nomenclature d'un bain privé
- Planche II : description et nomenclature d'un chauffage domestique.
- Planche III : dessin en perspective d'une installation de chauffage pour bains avec *chaudière* (reconstitution des bains de la place St-Lambert - 1977).
- Planche IV : dessin en perspective d'une installation de chauffage domestique.

Le même souci nous amène à exprimer deux remarques importantes :

a) en comparant les planches I et II, on constate que l'agencement d'un chauffage de bains et celui d'un chauffage domestique ne sont pas tout à fait les mêmes. Le bain privé, reproduction miniature de thermes, possède en général une chambre de chauffe plus importante que celle d'un chauffage domestique. Cela est dû souvent à la présence, dans la chambre de chauffe, d'une ou de plusieurs chaudières. Le *prae-furnium* (ou foyer) présente un canal de chauffe plus long, de telle sorte que le foyer se trouve en dehors de la pièce à chauffer et non sous celle-ci. Nous appellerons donc ce dernier système : *hypocauste à foyer extérieur* (Pl. I et III). Lorsqu'il s'agit d'un chauffage domestique, le *prae-furnium* se trouve souvent dans le mur même de la pièce à chauffer ou carrément dans son sous-sol (chambre de chaleur). Nous appellerons ce deuxième système : *hypocauste à foyer intérieur*<sup>(25)</sup> (Pl. II et IV).

b) pour bien comprendre la planche I, nous avons pensé qu'il ne serait pas superflu de rappeler brièvement comment on concevait le bain dans le monde romain. Pour en décrire les différentes phases ainsi que l'ordre dans lequel les différentes pièces étaient utilisées, nous avons emprunté à Ch. Daremberg et E. Saglio<sup>(26)</sup> l'excellente description qu'ils ont faite de cet important rituel de la vie romaine :

« ... Le bain normal et complet, à Rome comme en Grèce, jusqu'à la fin des temps anciens, se composait essentiellement de trois actes, à savoir, l'étuve, le bain d'eau chaude et le bain d'eau froide ; à quoi il faut en ajouter un quatrième qui, pour ne pas faire partie du bain à proprement parler, n'en était pas moins jugé indispensable, l'onction d'huile accompagnée de frictions qui précédait ou suivant les autres opérations (*Alipta, unctio*).

La distribution du bain, même dans les habitations particulières, répondit à cette succession d'actes. Les salles qui paraissaient le plus nécessaires étaient celles, en effet, que l'on trouve réunies habituellement : l'une pour le bain chaud (*cella caldaria, caldarium*), une autre pour le bain froid (*cella frigidaria, frigidarium*) et, entre ces deux premières, une troisième, où l'on entretenait une chaleur tempérée (*cella tepidaria, tepidarium*), mais où il ne se trouvait d'ordinaire aucune espèce de baignoire ou de réservoir d'eau. Les baigneurs la traversaient une première fois et y demeuraient quelque temps avant d'entrer dans le *caldarium*, afin d'amener graduellement le corps par une transpiration légère à supporter la température élevée de cette dernière pièce ; puis une seconde fois, en sortant du *caldarium*, avant de passer dans le *frigidarium* de manière à adoucir encore la transition. Cette salle intermédiaire servait aussi quelquefois pour se désha-

billier ou pour faire les onctions, quand un local distinct (*apodyterium, unctorium, destrictarium*) n'avait pas reçu une de ces affectations spéciales. »

Nous ajouterons cependant à cette suite de pièces le *laconicum*<sup>(27)</sup>, étuve sèche qui était souvent accouplée au *tepidarium*. Les bains privés (Pl. I), tels que ceux dont nous étudierons le chauffage en Gaule septentrionale, ne sont pas tous des bains complets, loin s'en faut ! Ils présentent, au contraire, des aspects extrêmement variés selon la richesse de l'habitat. Les plus simples ont seulement un *caldarium* rectangulaire avec une baignoire chaude et une baignoire froide dans un local contigu. D'autres, plus élaborés, comportent en plus un *tepidarium*. Les plus complets, enfin, sont munis de toutes les salles qu'exige un rituel parfait. Les dispositions des pièces de bains varient également. Le plus souvent elles sont, soit groupées en un ensemble compact, soit disposées les unes derrière les autres. C'est ce dernier système avec pièces « en enfilade » qui est reproduit sur la planche I<sup>(28)</sup>.

Après une introduction historique, le présent travail est divisé en deux parties :

**1<sup>re</sup> partie : Description** : elle constitue la partie la plus importante et originale de ce travail. J'ai dit pourquoi ci-dessus.

**Méthode** : j'ai divisé l'appareil de chauffage (hypocauste) en ses parties essentielles que je décris les unes à la suite des autres, à savoir :

- 1) la chambre de chauffe,
- 2) le foyer et le canal de chauffe,
- 3) la chambre de chaleur
- 4) les murs creux, *tubuli* et cheminées.

Pour chaque partie :

- a. ouvrages généraux - Définitions - Descriptions sommaires - Etude des rapports de fouilles les plus nombreux possibles - Essai de synthèse et de classement.
- b. comparaison avec les sources écrites (auteurs latins)
- c. comparaison avec l'habitat privé pompéien
- d. comparaison avec les grands thermes.

**2<sup>e</sup> partie** : consacrée aux problèmes de fonctionnement des hypocaustes, elle comporte :

- a) deux relations d'expériences pratiques (Saalburg - Aula Palatina de Trèves)
- b) une étude critique des problèmes relatifs au fonctionnement des hypocaustes selon les auteurs.

---

(6) VITRUVÉ (V, 10), emploie les mots *Hypocaustis* et *hypocaustum*.

Le premier semble désigner le foyer tandis que le second désignerait plutôt la chambre de chaleur ; PLINÉ (*Ep.* II, 17, 11) et (V, 6, 25), *hypocauston* désigne une pièce chauffée ; il semble qu'on ait également nommé *hypocauston*, les *suspensurae* elles-mêmes : STATIUS (*Sil.* I, 5, 57) ; J. MARQUARDT, *Manuel des Antiquités romaines*, t. XIV, *La vie privée des romains*, Paris, 1892, p. 333 ; FABRICIUS, *Hypocaustum*, dans *P.W.*, *R-E*, t. IX, (1916), col. 333-336.

(7) Nécrologie de F. Kretzschmer dans *Archéologie*, (1966), I, p. 1.

(8) Voir II<sup>e</sup> partie : *L'expérience de Saalburg*.

(9) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai. Th.*

(10) En ce qui concerne la datation, il va de soi qu'il s'agit ici de la *datation de l'hypocauste en fonction de certains particularités de sa conformation* et non d'une méthode indirecte (céramique, etc...) dont nous reparlerons.

(11) Ou si l'on veut : au II<sup>e</sup> et III<sup>e</sup> siècles, la Belgica, les Germanies inférieures et supérieures.

(12) G. DE BOE, *Belgique romaine (1968-1970)*, dans *L'Ant. Class.*, t. XLIV, (1975), pp. 219-239.

(13) S.J. DE LAET, *La Gaule septentrionale à l'époque romaine à la lumière des fouilles, des recherches et des publications les plus récentes (1935-1950)*, dans *Bulletin de l'Institut Historique belge de Rome*, Fasc. XXV, Bruxelles, 1949.

(14) G. DE BOE, *De stand van het onderzoek der romeinse villa's in België*, dans *AFAHB, XL<sup>e</sup> congrès*, Malines, II, 1971, pp. 65-72.

(15) A titre d'exemples : basilique de Vandœuvre (Vienne-France), bâtiment de plus ou moins 25 x 12 m sur chauffage à canaux (*Gallia*, t. XXIX, fasc. 2, (1971), pp. 275-276 ; ibidem, t. XXXI, fasc. 2, (1973), pp. 391-392) ; basilique (?) dans le Vicus de Clavier-Vervoz (Vergivium) (dans *RC*, 5<sup>e</sup> an., n° 2, (1965) : « bâtiment de plan basilical avec abside, chauffé par hypocauste et pourvu de canalisations en terre cuite » (ne fait pas partie du complexe des bains) ; voir aussi J. WILLEMS et E. LAUWERIJS, *Le vicus belge-romain de Vervoz à Clavier*, dans *Hélinium*, t. XIII, (1973), pp. 155-174. etc...

- (16) Aula Palatina de Trèves (monument du début du IV<sup>e</sup> siècle en parfait état de conservation et chauffé par hypocauste. Ce monument, qui devait faire partie du palais de CONSTANTIN et qui connut divers avatars, fut restauré dans son aspect primitif par Guillaume IV en 1844. Ce dernier en fit don au culte protestant. En août 1944, ce prestigieux monument fut partiellement détruit par les bombes incendiaires. Il fut restauré une nouvelle fois après la guerre et rendu au culte. Fouillée en 1936-1938 par H. KOETHE. (H. KOETHE, *Trier. Zeit.*, XII, (1937), p. 151 ss. ; ibidem, XIII, (1938), 239 ss.). (Voir également II<sup>e</sup> partie consacrée au fonctionnement) (Nouvelles fouilles de 1949 à 1956).
- (17) Surtout en élévation, ce qui est exceptionnel. Par contre, les chambres de chauffe et de service ont disparu.
- (18) F. BENOIT, *Thermae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. V, (1909), pp. 214-219. A. GRENIER, *Manuel*, pp. 231-235.
- (19) Dans un magistral ouvrage consacré aux thermes impériaux de Trèves, KRENCKER et KRÜGER font de plus une analyse et une description très complète des grands thermes romains ainsi que la façon dont ils fonctionnaient (D. KRENCKER, E. KRÜGER, *Tr. Kai.Th.*, 1929).
- (20) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 355.
- (21) Sur le territoire actuel de la Belgique, qui était réparti entre quatre grandes cités, une seule, celle des « Tongres » (Atuatuca), se trouvait sur notre sol. Les *pagi*, chefs-lieux de canton, comme par exemple Tournai (Turnacum) et Arlon (Orolanum) étaient des bourgades de quelque importance. Les autres agglomérations (*vici*) étaient souvent de simples hameaux de quelques maisons qui se développaient au hasard des grands carrefours routiers, autour d'un relais, d'un castrum, à proximité de sources thermales, de carrières, etc... Les *vici*, sur le territoire de la Belgique actuelle, sont cependant beaucoup plus nombreux qu'on ne le croyait au début du siècle. Des fouilles plus ou moins importantes à Tournai, Liberchies, Elewijt, Tourinnes-St-Lambert, Yernawe, Hollain-Bléharies, Amay, Braives, Tirlemont, Assche-Kalkoven, Blicquy, Kontich, Velzeke, Wervik, Grobbendonck, Vervoz, Etaple, Fontaine-Valmont, Destelbergen, Saint-Mard, etc... nous ont permis de mieux connaître leur économie et ont souvent confirmé, sauf exceptions, que le mode de vie des habitants, vu l'extrême simplicité des plans d'habitats, n'avait rien de comparable avec celui des riches propriétaires des *fundi*. Un exemple significatif nous en est donné à Saint-Mard\* (Vieux-Virton).
- (22) F. CUMONT, *Comment la Belgique fut romanisée*, 2<sup>e</sup> éd., dans *ASA Br.*, t. XXVIII, (1914), p. 81.
- (23) Parmi les exceptions, citons le cas de Bavai\*, capitale des Nerviens, où on a retrouvé pas moins de 17 hypocaustes. Voir également Liberchies\* (B), p. 22 : « les murs de certaines pièces étaient peints et le chauffage par hypocauste était chose courante ».
- (24) Qu'il s'agisse de *villa urbana* ou de *villa agraria*, nous donnerons ici, pour plus de commodité, au mot villa, le sens général d'habitat rural (voir *Cartes archéologiques de la Belgique*, 3, *L'habitat rural à l'Epoque romaine*, SNF, Bruxelles, 1972).
- (25) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 356, appelle ces deux types d'hypocaustes : « *Innere praefurnium* » et « *Ausseres praefurnium* ».
- (26) E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), pp. 653-654 ; voir encore R. CAGNAT, V. CHAPOT, *Manuel*, pp. 209-210 ; A. GRENIER, *Manuel*, pp. 231-235 ; J. CARCOPINO, *La vie quotidienne à Rome à l'apogée de l'Empire*, Paris, 1939.
- (27) Pour des raisons évidentes d'économie, on ne retrouve presque jamais, dans les bains privés, de *laconicum* isolé. C'est la partie en abside (lorsque celle-ci existe) du *caldarium*, avec son *labrum* (grand vase sur pied pour les ablutions du visage et du haut du corps), qui devait vraisemblablement faire office de *laconicum*. Le *laconicum* et le *caldarium* étaient, dans ce cas, confondus en une même pièce.
- (28) La planche I comporte un anachronisme voulu : le *testudo alvei* (II<sup>e</sup> phase) y est représenté en même temps que la « tubulature » (III<sup>e</sup> phase) (voir Historique, p. 23).

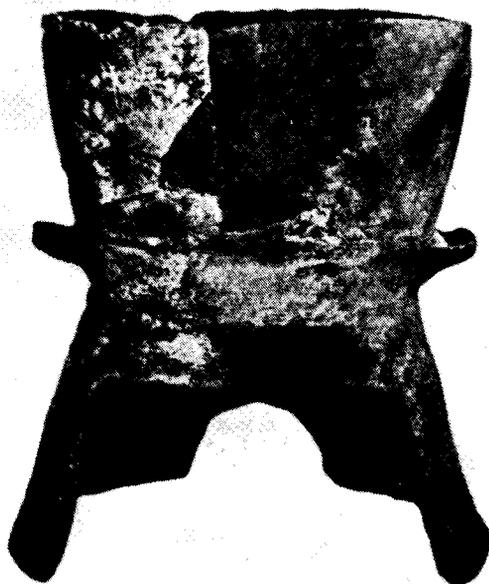


Fig. 2 : Brasero (civilisation apennine)

# HISTORIQUE

L'histoire du chauffage se confond avec celle du feu ; mais le caractère universel du feu nous oblige à restreindre le champ de nos recherches au seul monde classique.

D'autre part, il nous apparaît que l'origine et l'histoire du chauffage par hypocauste sont intimement liées à l'histoire et à l'évolution des bains<sup>(29)</sup> dans l'Antiquité.

Mais voyons d'abord succinctement quels étaient les modes de chauffage avant l'invention de l'hypocauste.

## I. LE CHAUFFAGE DOMESTIQUE (et la cuisson des aliments)

Le plus ancien mode de chauffage, qui est presque aussi vieux que l'humanité elle-même, est assurément le feu ouvert.

C'était tout d'abord une aire de terre battue, située au milieu de la pièce principale de l'habitation<sup>(30)</sup> et entourée de pierres pour empêcher la propagation du feu. Ce foyer, qui est surtout un moyen de cuisson pour les aliments, subsiste encore de nos jours chez tous les peuples primitifs. Déjà dans le monde grec<sup>(31)</sup>, l'agrandissement des habitations et la multiplication du nombre de pièces entraînent des perfectionnements techniques. Il aurait été fastidieux de construire un feu ouvert dans chaque pièce de l'habitation pour se chauffer pendant la période froide, qui est d'ailleurs toute relative dans beaucoup de régions du monde méditerranéen.

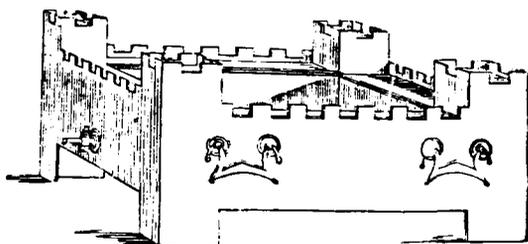


Fig. 1 : Braseiro (Pompéi)



Fig. 3 : Braseiro - « Thermes du Forum » - Pompéi.

On imagina dès lors les *braseros portatifs* (fig. 1 et 2), sorte de récipients d'abord en terre cuite (fig. 2), ensuite en métal (fig. 1) qu'on remplissait de cendres brûlantes.

On pouvait ainsi se déplacer d'une chambre à l'autre avec son chauffage individuel. Ils étaient de toutes dimensions, certains trop grands cependant pour être transportés. Ces braseros, dont on a retrouvé quelques magnifiques exemplaires à Pompéi, étaient décorés avec un raffinement à la mesure du génie inventif des Romains. Qu'ils fussent grands ou petits, luxueux ou communs, ils pouvaient servir, non seulement d'appareils de chauffage, mais aussi de réchauds pour les aliments, voire de chaudière à eau chaude dont un robinet fixé au bas de l'appareil permettait la vidange.

Certains de ces foyers portatifs avaient une forme cylindrique et servaient à chauffer de l'eau. On appelait ce type *milliarium*<sup>(32)</sup> parce qu'ils ressemblaient aux bornes milliaires que l'on plaçait le long des routes romaines. La partie supérieure était le réservoir d'eau et la partie inférieure, contenant les cendres brûlantes, pouvait être ouverte par une petite porte qui servait au chargement du foyer. On y utilisait comme combustible un bois préparé qui ne donnait pas de fumée, appelé *Ligna acapna*<sup>(33)</sup>. Des braseros ont également servi à chauffer certaines salles de Thermes, particulièrement lorsque celles-ci n'étaient pas construites sur hypocauste. Témoin ce magnifique brasero en bronze (fig. 3) que l'on a retrouvé en place dans les Thermes du Forum (« Anciens Thermes ») à Pompéi et qui chauffait le *Tépidarium* qui n'était pas construit sur hypocauste (fig. 4).

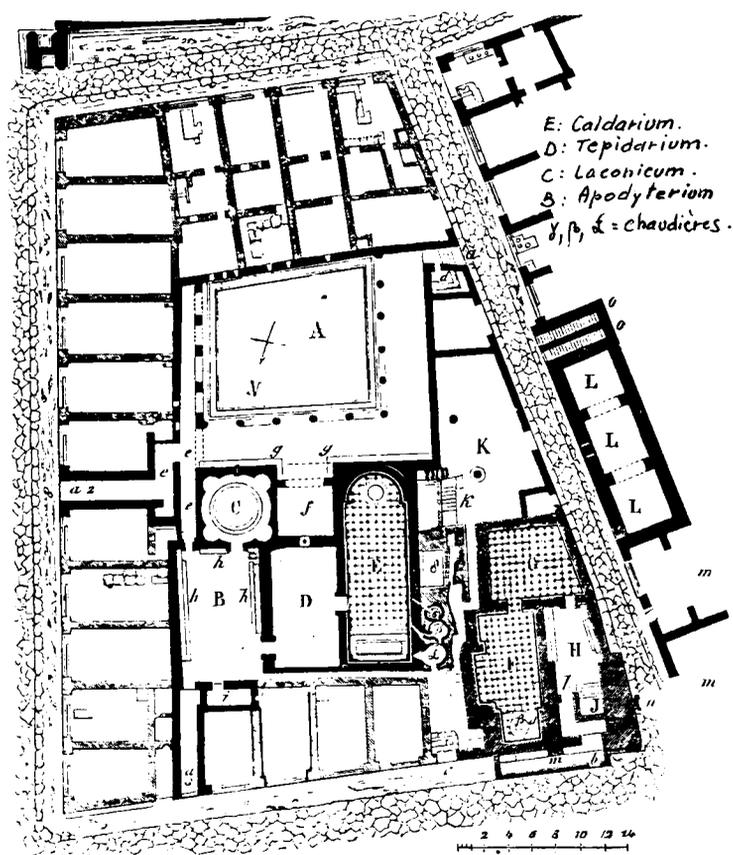


Fig. 4 : « Thermes du Forum » (Pompéi)

Le foyer fixe et ouvert<sup>(34)</sup> ou l'âtre<sup>(35)</sup> subsiste, on le sait, jusqu'à nos jours et ceci sans perfectionnements techniques spectaculaires ; sauf, peut-être pour l'agencement des cheminées et l'utilisation de la brique réfractaire employée dans les constructions romaines à partir du 1<sup>er</sup> siècle de notre ère<sup>(36)</sup>. La Gaule a livré de beaux exemples de cheminées : ainsi à Lussas-et-Nontronneau\* (F) (fig. 5) où l'on a retrouvé plusieurs cheminées (âtres) en hémicycle et en briques, le tout reposant sur une sorte de dallage et adossé à un mur. De même à Javols\* (F) où la cheminée est construite avec des fragments de *tegulae*, également en hémicycle et encastrée cette fois dans un mur. Cette cheminée de Javols est un remarquable exemple conservé sur près de un mètre de hauteur (fig. 7). Le sol semble, dans ce cas, être en terre battue. *Augusta Raurica* (l'antique Bâle\*) (CH)<sup>(37)</sup>, nous a également donné des vestiges de cheminées : dans l'Insula XVI, cheminée en hémicycle adossée à un mur, construite également en fragments de *tegulae* sur sol de grandes dalles ; dans l'Insula XXIII, on a retrouvé une cheminée à feu ouvert qui alimentait également un fumoir contigu (fig. 6 et 10).

Dans le domaine culinaire, la technique a également progressé. Le foyer primitif<sup>(38)</sup> s'est élevé et est devenu le fourneau de cuisine tel ceux que l'on a retrouvés à Pompéi. Ce fourneau pompéien est une construction en maçonnerie qui ressemble à un établi. L'aire de combustion se trouve ainsi à plus ou moins un mètre de hauteur : il est aisément accessible. En-dessous, on a aménagé un espace pour entreposer les combustibles. La figure 8 nous montre le fourneau de cuisine de la maison des Vetti. A noter que la combustion était activée par l'intermédiaire d'une grille sur laquelle on posait les charbons ou le bois ; sur le fourneau des Vetti, on peut encore voir une marmite posée sur son trépied et prête à fonctionner. La figure nous montre divers modèles de trépieds qui ont été employés dans un camp rhénan du Haut-Empire à Saalburg<sup>(39)</sup>.

Egalement à Ronchinne\* (B)<sup>(40)</sup>, A. Bequet nous apprend que la pièce d'habitat n° 31 possédait un fourneau très semblable, d'ailleurs, aux fourneaux pompéiens : « Au centre se voyaient les restes d'un foyer potager, A, disposé en rectangle et formé de trois petits murs de 35 à 40 centimètres de hauteur, construits en pierres et briques. Ils étaient surmontés primitivement, pensons-nous, de cases ou réchauds renfermant des braises, et sur lesquels on plaçait les casseroles dans lesquelles cuisaient les aliments.



Fig. 5 : Feu ouvert - Lussas-et-Nontronneau (F)



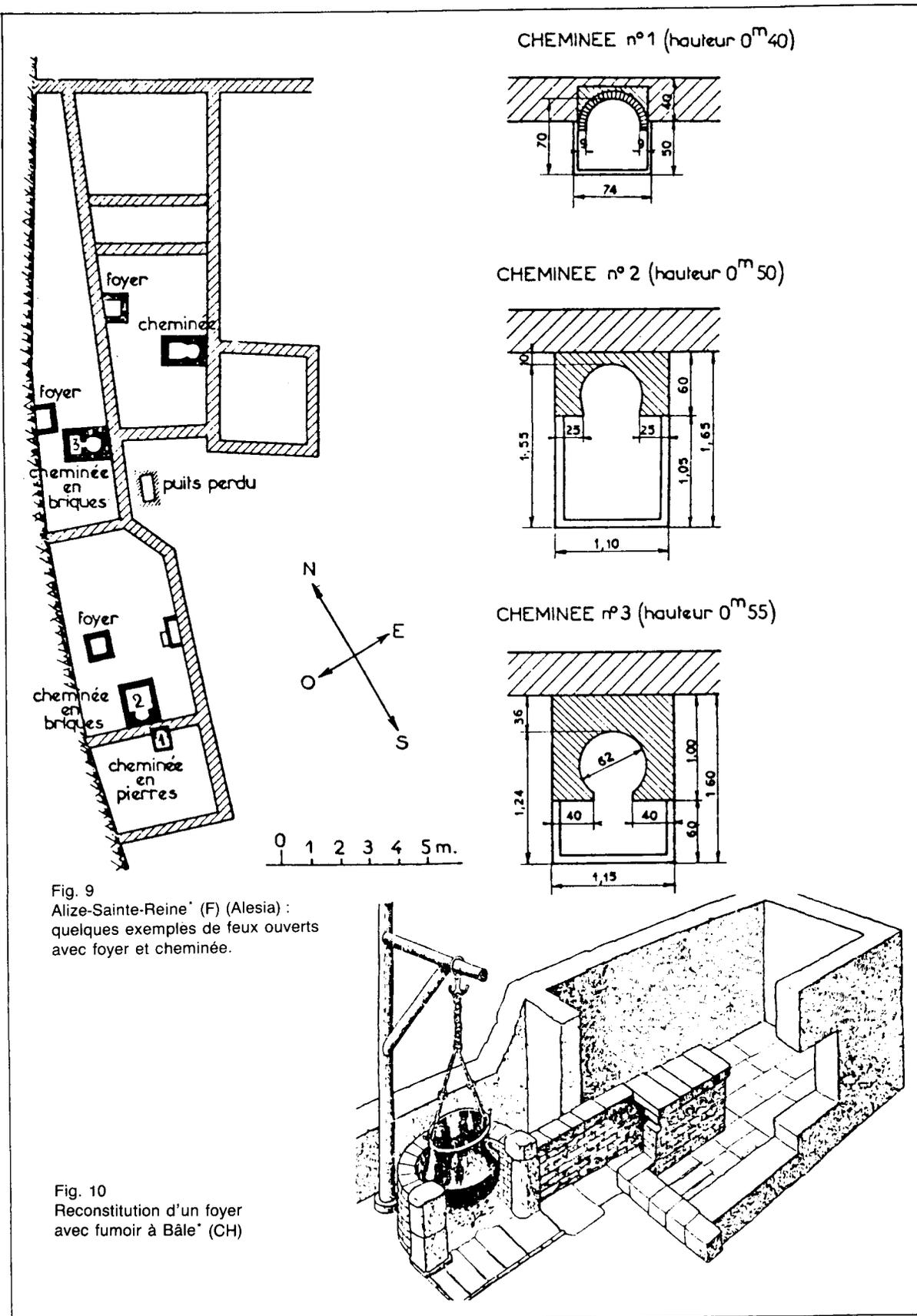
Fig. 6 : Feu ouvert - Augusta Raurica - Bâle\* (CH)



Fig. 7 : Feu ouvert - Javols\* (F)



Fig. 8 : Fourneau de cuisine (Pompéi)



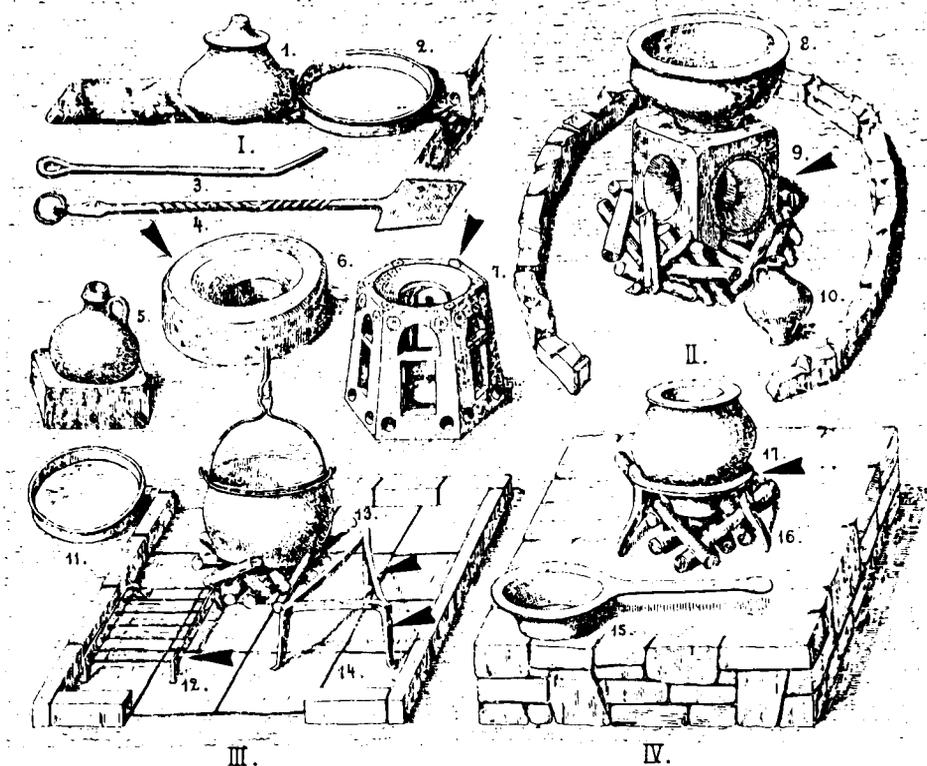


Fig. 11 : Divers modèles de supports de récipients pour la cuisson des aliments. Saalburg (D)

Par le côté du rectangle resté ouvert, le cuisinier pouvait surveiller la cuisson... En avant du potager existait encore un pavement B, fait en carreaux rouges posés sur de l'argile, et en briques sur champ. Enfin, sur le côté, un bac en maçonnerie, C, était destiné, sans doute, à recueillir les cendres et les résidus de la cuisine »<sup>(41)</sup>. Dans la même publication, A. Bequet signale que ce foyer (potager) était encore d'un usage général dans nos Ardennes avant l'introduction, dans cette région, de la houille et des poêles. Hélas, A. Bequet ne nous a laissé aucun dessin, aucune photo de ce fourneau. La seule représentation d'un fourneau de cuisine que nous connaissions dans nos régions, se trouve sur le Mausolée d'Igel<sup>(42)</sup> (face est), dans une petite frise représentant une scène de cuisine (fig. 12). On voit dans la partie de droite un fourneau en pierres (?) sur lequel un domestique a posé une grande casserole. Dans la partie inférieure du fourneau, il y a une ouverture voûtée (réserve de combustible ?) comme dans le fourneau de la maison des Vetti à Pompéi (fig. 6).



Fig. 12 : Frise du mausolée d'Igel (D).

## II. LE CHAUFFAGE DES BAINS<sup>(43)</sup>

Le bain individuel chaud, chez les Grecs, était d'un usage très courant et très ancien. Cette mode du bain chaud venue d'Ionie, Homère déjà la décrit avec précision : on allumait un feu sous un trépied sur lequel se trouvait un vase d'airain contenant l'eau à chauffer. Ensuite on versait cette eau, mêlée à de la froide, dans une cuve de grandeur d'homme, en bois, en marbre, voire en argent, où se trouvait le baigneur<sup>(44)</sup> (fig. 8).

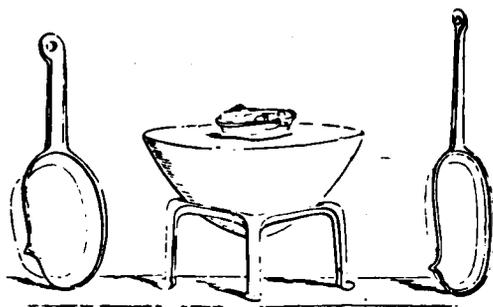


Fig. 13 : Trépied pour chauffe-eau (Pompéi)

En ce qui concerne les bains collectifs (rattachés à la palestra), de la Grèce classique, il semble qu'ils aient également une origine très ancienne. E. Saglio<sup>(45)</sup>, dans son dictionnaire, nous rapporte qu'il y avait plusieurs manières de prendre un bain chaud : soit qu'on se plongeait dans l'eau chaude, soit qu'on provoquait la sueur en se tenant dans une étuve sèche, dont l'air était sec et chaud<sup>(46)</sup>, soit encore qu'on prenait un bain de vapeur, véritable sauna, en aspergeant des pierres, des galets ou des morceaux de métal incandescent avec de l'eau<sup>(47)</sup>. Cette méthode (bains de vapeur), nous dit Hérodote<sup>(48)</sup>, était courante au V<sup>e</sup> siècle.

Pour E. Saglio, se basant sur les commentateurs anciens eux-mêmes, cela demeure douteux<sup>(49)</sup> ; il se demande surtout s'ils avaient un local : il suppose d'ailleurs que les Grecs n'ont connu que tard le *laconicum* et la *concamerata sudatio* des Romains. Ceci est également l'avis de J. Delorme<sup>(50)</sup> qui analyse un passage de Vitruve (V, II, 2), où sont décrits la palestra grecque et ses bains. J. Delorme constate que la palestra décrite n'est pas *purement* grecque et que « si certains de ses membres (de la palestra) se retrouvent dans les inscriptions ou les monuments découverts à travers le monde hellénique, d'autres au contraire, et c'est le cas particulièrement pour le bain chaud, y sont inconnus »<sup>(51)</sup>. Quoi qu'il en soit, origine grecque ou non, c'est là où se trouvent les vestiges archéologiques que nous devons les étudier. Cela nous ramène dans le monde italique et plus particulièrement dans le sud de l'Italie dont le mode de vie était fort influencé par les colonies grecques (nous y reviendrons). Il semble d'ailleurs que ce soit de ces colonies que les Romains aient emprunté le *ritus laconicus* (ou étuve sèche)<sup>(52)</sup> que Vitruve nous décrit comme une habitude grecque sans que cela puisse être vérifié d'une façon certaine. L'origine du mot est d'ailleurs impropre car les Lacédémoniens considéraient l'usage des bains chauds, ou bains de vapeur, comme un signe de mollesse<sup>(53)</sup>. Il n'empêche que le *Laconicum* devint bientôt, pour les Romains, synonyme d'étuve (sèche ou humide).

Les Romains des premiers siècles faisaient peu d'usage des bains<sup>(54)</sup>. Pendant très longtemps, la toilette se limite à quelques ablutions<sup>(55)</sup> au voisinage de la cuisine, dans un endroit appelé *lavatrina* — ce voisinage avec la cuisine et son foyer était pratique pour l'obtention de l'eau chaude nécessaire. Ce n'est qu'à la fin du III<sup>e</sup> siècle et au début du II<sup>e</sup> qu'apparaissent soit des bains publics, soit, à l'intérieur des habitations, des pièces spécialement réservées aux bains, avec baignoires. Ces installations étaient encore primitives, étroites et sombres, l'eau y était souvent trouble et boueuse car il n'y avait pas encore d'eau courante<sup>(56)</sup>. Les bains publics seront appelés dorénavant, comme nous l'avons déjà vu, *Balneae* (ou *balneum*, *balnearia*, *balneum*, *balneolum*, *balnea*), mot d'origine grecque. Ces *balneae* devaient être très simples au début : « nous pouvons nous les figurer (fig. 14) commençant par la réunion de deux salles au moins, l'une pour les hommes et l'autre pour les femmes, séparées par un fourneau commun »<sup>(57)</sup>.

C'est à Pompéi, ville romaine d'Italie méridionale, située aux confins de la Grande Grèce, que se concrétise, pour l'archéologue, la rencontre des bains à la mode grecque (*laconicum*, palestra) et les habitudes romaines (baignoires, eaux chaudes). Les Thermes dits de Stabies, dont la partie la plus ancienne (II<sup>e</sup> siècle avant notre ère) est conservée sous une forme qui doit ressembler très fort à ce qu'était le bain privé de Scipion, ont été restaurés au commencement du I<sup>er</sup> siècle avant J.-C.<sup>(58)</sup> ; on y a notamment construit un *laconicum* sur hypocauste.

Cette date du 1<sup>er</sup> siècle est importante car elle correspond à la date de l'invention du chauffage par hypocauste. Nous aurions donc à faire dans les thermes de Stabies à une des plus anciennes constructions sur hypocauste.

F. Kretschmer, dans une remarquable étude sur les types de chauffages antiques<sup>(59)</sup>, distingue quatre phases dans l'évolution de ces techniques de chauffage. Il considère que chacune de ces phases est introduite par la découverte d'une nouvelle technique dont la date nous est bien connue et qui marque un progrès par rapport à la phase précédente. Ainsi donc, tout ce qui a été dit sur les bains et le chauffage en général dans les pages qui précèdent est considéré par F. Kretschmer comme faisant partie d'une première phase qu'il appelle l'époque du *feu ouvert*.

La *deuxième phase* correspond à l'invention de l'hypocauste. Le bain antique n'était pas uniquement un bain de « nettoyage »<sup>(60)</sup> mais aussi et surtout un bain sanitaire qui nécessitait une cure de transpiration à des températures très élevées. Ceci ne pouvait être atteint qu'à l'aide d'une installation de chauffage techniquement évoluée. L'hypocauste répondit bientôt à ces exigences. Nous devons son invention à un certain *Caius Sergius Orata*<sup>(61)</sup>, contemporain de Cicéron<sup>(62)</sup> qui eut l'idée de chauffer ses piscines (dans lesquelles il élevait des poissons comestibles d'origine tropicale) au moyen d'un foyer placé en dessous<sup>(63)</sup>. Ce très ingénieux Caius Sergius Orata, à partir de cette découverte et par esprit de lucre, équipa de la sorte des bains de villas qu'il revendait aussitôt<sup>(64)</sup>. Les bains privés de riches particuliers furent chauffés de cette manière<sup>(65)</sup>, ainsi que les baignoires de pierre des Thermes, que cet ingénieur procéda permettait d'agrandir. De là, à chauffer le sol de salles entières il n'y eut qu'un pas. Les Anciens appelaient également ce système *suspensura(e)*<sup>(66)</sup> ou *balneae pensiles*<sup>(67)</sup>. Il permit le développement des bains publics (*Thermes*). Et ce fut le point de départ de constructions gigantesques dont Rome et l'Empire, un peu plus tard, allaient se couvrir à partir de l'époque des Flaviens. Cependant, avant d'atteindre ce stade, de nouvelles découvertes techniques furent nécessaires.

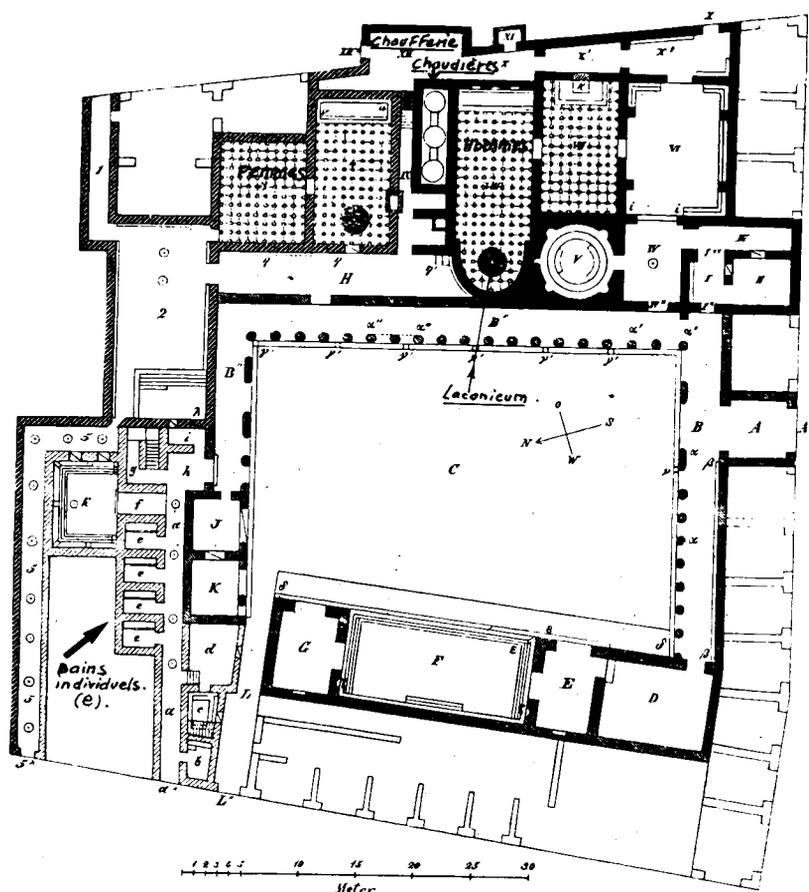


Fig. 14 : « Thermes de Stabies » (Pompéi) : e (flèche) : bains individuels.

Les bains de cette « *seconde phase* » qui étaient surtout des bains de sudation n'atteignaient pas encore des températures très élevées. Probablement 28 à 32 degrés Celsius, selon F. Kretzschmer<sup>(68)</sup>. Cette température est inférieure à celle du corps et, pour obtenir une sudation acceptable, on était obligé de recourir soit à un procédé archaïque en ajoutant de l'eau bouillante au bain sous-chauffé — cette eau était chauffée dans des chaudières qui se trouvaient à l'extérieur de la salle de bains —, soit à un procédé nouveau appelé *Testudo alvei* tel qu'on en voit encore dans les thermes de Stabies à Pompéi (Pl. I).

On pourrait décrire le *Testudo alvei* comme étant un prolongement de la baignoire (en bronze) jusqu'au dessus du foyer (*praefurnium*) qui se trouvait non loin de là, de l'autre côté du mur de la pièce. Dans la planche I, on peut voir un *testudo alvei* dont l'agencement est inspiré de celui qu'on peut encore voir aujourd'hui dans le *caldarium* des femmes des thermes de Stabies à Pompéi.

J'ai dit plus haut (p. 21) que la rencontre des modes grecques et romaines se concrétise aux thermes « de Stabies ». Une inscription<sup>(69)</sup> datant des aménagements du début du 1<sup>er</sup> siècle avant J.-C. nous apprend que l'on a ajouté aux bains existant un *destrictarium* et un *laconicum*. De cette époque date aussi probablement l'installation des chambres chaudes (*caldarium*, *concamerata sudatio*)<sup>(70)</sup> sur hypocauste.

Cette réunion d'installations grecques et romaines se trouve fréquemment au cours de la « *seconde phase* ». Néanmoins, les palestres et les laconica ont toujours été considérés comme un usage étranger et ils finiront par disparaître au cours de la *III<sup>e</sup> phase*<sup>(71)</sup>. L'usage romain des bains, pendant la II<sup>e</sup> phase, comprenait essentiellement un *caldarium* (piscine chaude et sudation par hypocauste (Pl. I), où il régnait une température douce. Cette pièce permettait la transition entre le bain chaud et l'extérieur. On ajoutait également un vestiaire (*Apodyterium*). L'usage du bain froid (*frigidarium*), n'étant qu'une imitation grecque, n'était pas encore indispensable. L'usage du *frigidarium* (fig. 15) couvert à la façon romaine n'est devenu courant que pendant la *III<sup>e</sup> phase*.

La technique du sol chauffé seul s'est maintenue jusqu'à la fin du 1<sup>er</sup> siècle après J.-C. Mais déjà au début de ce siècle apparaissent trois nouvelles inventions qui vont permettre d'amener la découverte de Caius Sergius Orata à son plus haut niveau d'efficacité. Ce fut tout d'abord la découverte du verre, non du verre comme tel — connu depuis longtemps — mais du verre à vitre<sup>(72)</sup> ; ensuite celle des matériaux résistant au feu (réfractaires) et, enfin, l'invention du principe de la « *tubulature* »<sup>(73)</sup> qui faisait circuler l'air chaud non seulement sous le sol des pièces à chauffer mais aussi dans leurs murs creux<sup>(74)</sup>.

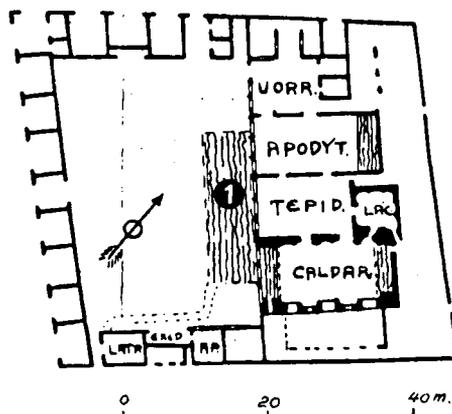


Fig. 15 : « Thermes du centre » (Pompéi)

C'est ce dernier système, très habile, qui inaugure le règne du chauffage à air chaud ou ce que F. Kretzschmer appelle la *III<sup>e</sup> phase* (celle des hautes températures). En effet, le verre à vitre permet d'isoler, tout en les éclairant, les pièces à chauffer. Les matériaux réfractaires permirent des foyers plus importants en raison de leur grande résistance aux hautes températures. Enfin, les murs creux chauffés (« tubulés ») facilitèrent une meilleure répartition de la chaleur produite par le foyer<sup>(75)</sup>. L'in-

roduction de ces trois nouveautés allait voir une très forte augmentation des températures produites dans les foyers, la pièce de bain et les piscines<sup>(76)</sup>. On put produire une température de l'ordre de 40 degrés dans les piscines des *caldaria* et les maintenir à cette température facilement. Cette époque voit disparaître aussi le *testudo alvei* qui devient superflu ; par contre, la (ou les) chaudières deviennent très importantes. On voit également réapparaître les locaux de sudation au moyen d'air chaud (*assa sudatio*). Ceci est particulièrement vrai dans les grands thermes de Rome et de l'Empire, où le *laconicum* n'apparaît plus sous sa forme primitive (c'est-à-dire ronde)<sup>(77)</sup> car, avec le nouveau système de « tubulation », on n'a plus besoin de l'irradiation de la chaleur du poêle central qui est supprimé. Les chambres de sudation sèche peuvent donc être quadrangulaires (ce qui pose moins de problèmes architecturaux), et on y verra les températures monter jusqu'à 55 degrés Celsius<sup>(78)</sup>. C'est donc au cours de cette *III<sup>e</sup> phase*<sup>(79)</sup> que vont apparaître les grands bains de luxe avec grandes fenêtres et chauffage adéquat. Le principe des thermes impériaux avec leurs salles immenses verra le jour à Rome, tout d'abord ; ensuite en Afrique du Nord et dans tout l'Empire ; enfin, à Trèves où les thermes impériaux datent du IV<sup>e</sup> siècle.

Dans les dernières années du I<sup>er</sup> siècle après J.-C., s'étend sur tout l'Empire la grande « Paix romaine » qui allait durer près de deux siècles. La fin du I<sup>er</sup> siècle voit, non seulement la construction des camps fortifiés du Limes Rhénan qui s'achèvera au II<sup>e</sup> siècle<sup>(80)</sup> mais aussi l'établissement solide et définitif de la colonisation romaine au nord des Alpes et dans notre région en particulier.

Il semble<sup>(81)</sup> que, vu leur date de construction, l'établissement des camps fortifiés du Rhin aient joué un rôle dans l'histoire du chauffage par hypocauste dans nos régions. En effet, ces camps, pour la plupart, furent dotés de magnifiques établissements de bains<sup>(82)</sup> qui n'atteignirent pas, cependant, ni l'éclat, ni l'ampleur et la magnificence des thermes italiques. Leurs dimensions plus modestes, leur agencement plus simple a pu servir en quelque sorte de transition entre les grands thermes publics et les petits bains privés de nos régions. Les constructeurs indigènes romanisés<sup>(83)</sup> se sont certainement inspirés en partie de ces établissements militaires. Non seulement, ils ont imité la technique du chauffage de la *III<sup>e</sup> phase* pour les bains privés, mais ils ont aussi *innové* car ils ont adapté cette technique au chauffage des pièces d'habitat. Cette transposition n'est guère étonnante car on sait l'importance du chauffage dans les régions septentrionales<sup>(84)</sup>.

L'adaptation de cette technique au chauffage domestique a pris des formes extrêmement variées et nous aurons l'occasion d'y revenir au cours de ce travail. Toujours d'après F. Kretschmer, ce n'est donc qu'après que l'exemple des bains romains se soit répandu en Gaule, en Germanie et dans tous les pays au nord des Alpes, que l'on voit apparaître le chauffage domestique par hypocauste. C'est le début de la *IV<sup>e</sup> phase*, que Kretschmer situe aux environs de 150 après J.-C. Avant cela, dit-il, pas de chauffage domestique par hypocauste ! Ce qui doit être souligné également, c'est que le chauffage domestique par hypocauste apparaîtra surtout au nord des Alpes. Cette technique sera peu répandue en Italie pour le chauffage domestique<sup>(85)</sup>. On y connaît peu d'exemples de maisons chauffées. Et Pompéi, si bien conservée, n'en a pas livré une seule ! Par contre, dans les régions septentrionales, rares sont les habitations qui n'ont pas au moins une pièce chauffée par hypocauste.

Cette technique perdurera jusqu'à la fin de l'Empire sans perfectionnements notables. Dans les pays septentrionaux, elle se prolongera en certains endroits à travers le Moyen Age<sup>(86)</sup> pour disparaître ensuite et laisser la place une nouvelle fois à l'inextinguible feu ouvert. A partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, priorité sera donnée au chauffage par eau chaude (central). Au début du XX<sup>e</sup> siècle, cependant, réapparaîtra une technique de chauffage à air chaud indirect (avec bouches de chaleur s'ouvrant dans les pièces). Ce système, bien qu'étant moins onéreux, a le désavantage d'exiger, à cause de la dessiccation de l'air ambiant, le fonctionnement presque permanent d'un humidificateur. Ce qui n'était pas le cas dans les hypocaustes puisque, selon les dernières théories dont nous reparlerons, l'air chauffé directement par le foyer n'entraîne pas en contact avec les habitants. Une autre technique moderne peut se rattacher directement à la technique de l'hypocauste, c'est le chauffage par rayonnement (radiation) au moyen d'une résistance électrique placée dans le sol des pièces. Cette technique offre, tout comme l'hypocauste, l'avantage de ne pas dessécher l'air ambiant. Par contre, elle ne permet pas d'atteindre des températures très élevées, surtout par grands froids. Nous tenions à signaler ces innovations car, si l'on met à part les coûts de production de la chaleur — qui sont importants —, aucune technique moderne n'a encore dépassé en efficacité l'hypocauste des Romains.

Nous avons reproduit, ci-dessous, le tableau chronologique de F. Kretschmer qui synthétise les quatre phases chronologiques que nous venons de commenter (fig. 16 et 17).

	500		Av. J.-C.				0	Ap. J.-C.				Epoque contemp.
			400	300	200	100						
I <sup>re</sup> PHASE. Grèce : ritus laconicus. Rome : bains solitaires.			■	■	■	■						
II <sup>e</sup> PHASE. Hypocauste. Bains chauds. Quelques laconica.						■	■					
III <sup>e</sup> PHASE. Hypocaustes haues temp. Tubulatio - air chaud.							■	■	■	■	■	Bains turcs.
IV <sup>e</sup> PHASE. Chauffage domestique.								■	■	■		

Fig. 16

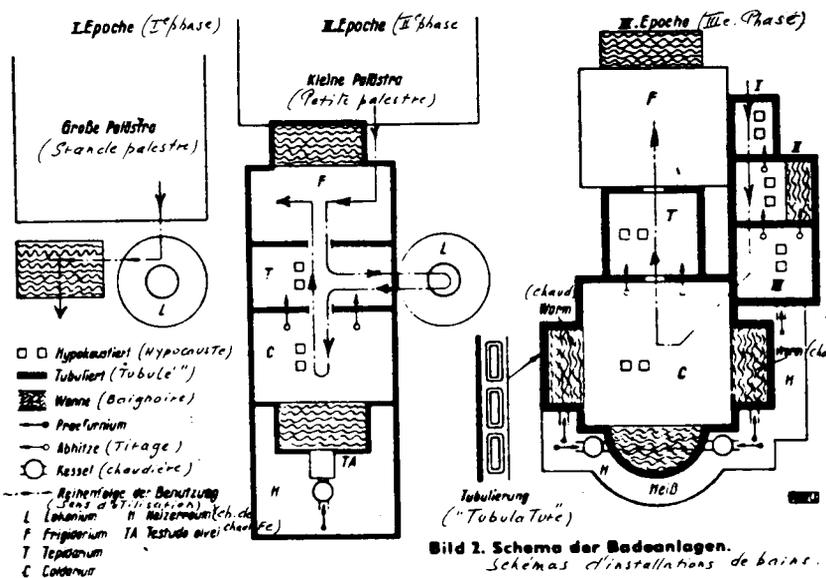


Fig. 17 : Schéma d'utilisation des bains aux 3 premières phases selon F. Kretschmer.

- (29) E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), pp. 648-664.
- (30) H. THEDENAT, *Pompéi*, 3<sup>e</sup> éd., Paris, 1927 (= Les villes d'Art célèbres).
- (31) On trouvera un excellent résumé des modes de chauffage dans l'Antiquité dans R.J. FORBES, *Studies in Ancient Technology*, VI, 1958, pp. 28-36 ; W.H.G., dans K. PAULY, 1975, p. 974.
- (32) PALLADIUS, I, 39, 3.
- (33) H. THEDENAT, *Pompéi*, Paris, 1906, pp. 146-147 ; MARTIAL, *Epigr.*, XIII, 15.
- (34) Le foyer est « l'espace aménagé dans les pièces d'une maison pour y faire du feu » (Petit Robert, 1973, p. 741).  
L'âtre : « partie dallée de la cheminée où l'on fait le feu, et par extension la cheminée elle-même » (Petit Robert, 1973, p. 110).
- (35) L'âtre des romains s'appelait *Caminus* (Horace, *Epist.*, I, II, 19) : « un feu ouvert voûté dont la fumée se répandait dans la pièce ; W.H. Gross, art. : *Heizung*, dans K. PAULY, 1975, col. 974 ; CICERON, *Ad Fam.*, 7, 10, 2 ; SUETONE, *Vitell.*, 8 ; PONTIUS Léontius, *Carm.*, XXXII (XIX), v. 187.
- (36) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, pp. 353, 354. A signaler toutefois qu'à Pompéi, les feux ouverts étaient surtout construits dans les cuisines ou lieux industriels. C'est donc surtout le brasier portatif (brasero) qui servait au chauffage (voir note 31) (FORBES, *op. cit.*, p. 31).
- (37) Bâle\* (Ch).
- (38) Ce que nous appelons le foyer primitif est une aire rectangulaire ou carrée, faite le plus souvent en dallage de terre cuite, entourée de briques sur champ. Trois foyers de ce type à Sarre-Union\* (Bas-Rhin).
- (39) L. JACOBI, *Saalburg*, 1897, p. 242.
- (40) A Ronchinne\* (B), il faut remarquer également le foyer qui se trouve en A ; voir description dans A. BEQUET, *op. cit.*, p. 17. La plupart des fourneaux retrouvés en Belgique (Rognée\*, Jemelle\*, etc...) sont de simples quadrilatères entourés d'une bordure de pierre ou de briques. Le sol en était souvent constitué de carreaux de terre cuite.
- (41) Ronchinne\* (B).
- (42) H. CÜPPERS, *Arbeiten und Beobachtungen an der Igeler Säule*, dans *Trier. Zeit.*, t. XXXI, (1968), p. 224.
- (43) E. SAGLIO, art. *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D.A.*, t. I., (1877), p. 651 : « Le mot latin *balneum* ou *balineum* vient du mot grec βαλναγειον et, comme lui, signifie tantôt bain chaud et artificiel par opposition au bain froid et naturel que de tous temps l'on prit dans l'eau de la mer, des sources et des rivières ». Nous emploierons quant à nous le mot bain plutôt dans un sens artificiel ; à propos du mot *balneum*, voir aussi VARRON, *De Lingua Latina*, IX, 68.
- (44) HOMERE, *Od.* X, 358 et ss., d'après E. SAGLIO, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 648.
- (45) E. SAGLIO, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 650.
- (46) C'est le *ritus laconicus* dont nous reparlerons plus loin.
- (47) Ce que VITRUVÉ décrira sous le nom de *laconicum* (V, II, 2).
- (48) D'après DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 650.
- (49) *Ibidem*.
- (50) J. DELORME, *Etude architecturale sur Vitruve*, (V, II, 2), dans *BCH*, LXXIII, (1949), Fasc. I, pp. 398-420.
- (51) J. DELORME, *op. cit.*, p. 399 ; il ajoute : « pourtant, il se pourrait que les récentes fouilles faites à Délos, à la palestres du lac, nous aient fait retrouver l'ancêtre (seul exemple connu) d'une *camerata sudatio* (*BCH*, LXXI-LXXII, 1947-1948, pp. 463-467). »
- (52) Texte de Vitruve (V. 10) : « Le *laconicum* et son étuve pour faire suer, doivent être auprès de la chambre tiède ; la largeur du *laconicum* doit égaler sa hauteur jusqu'à l'endroit où commence la convexité de sa voûte qui forme un hémisphère : au milieu de cette voûte, on doit laisser une ouverture pour y suspendre avec des chaînes un bouclier d'airain, par le moyen duquel en le baissant ou haussant, on pourra augmenter ou diminuer la chaleur qui fait transpirer. Il faut qu'il forme une rotonde pour que la vapeur chaude se répande également dans le milieu et tout autour » ; voir aussi J. MARQUARDT, *Manuel des Antiquités romaines*, t. XIV, *La vie privée des Romains*, Paris, 1892.
- (53) E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 648.
- (54) E. SAGLIO, *ibidem*, pp. 651-652.
- (55) SENEQUE, *Epist.*, XI, 86, 12.
- (56) SENEQUE, *op. cit.*, XI, 86, 9 ; XI, 4.
- (57) E. SAGLIO, *ibidem*, p. 652 ; SENEQUE, *op. cit.*, XI, 86, 11.
- (58) Voir à ce sujet Amédée MAIURI, *Pompéi*, Paris, s.d., p. 60. Il décrit les Thermes de Stabies (voir plan, fig. 14, p. 22) : « au fond de l'aile septentrionale du portique, s'ouvrent quatre petites chambres (e) obscures et étroites pour bains privés, dans lesquelles il est permis de reconnaître la partie la plus ancienne des Thermes, le type de bains simples et primitifs que Sénèque (voir notes 55 et 56) nous dit avoir vus dans la villa privée de Scipion l'Africain, près de Liternum. »
- (59) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, pp. 353-355.
- (60) TATCHER, *The open rooms of the Terme del Foro at Ostia*, dans *Memoirs of the American Academy in Rome*, vol. XXIII, Rome, 1955, p. 173 : « The use of water as a cleaning agent, therefore, had not the importance that it has today, and the hot pools of the *caldarium* were little used for washing, but more for an enjoyable soaking, after the bather had scraped himself. »
- (61) MACROBE, *Les Saturnales*, II, 11 ; PLINE, *Hist. nat.*, IX, 79 ; VAL. MAX., IX, I.
- (62) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 347.
- (63) Aux environs de l'an 89 avant J.-C., selon F. KRETZSCHMER (*Bauformen*, I, p. 354).
- (64) PLINE L'ANCIEN, *Hist. Nat.*, IX, 54.
- (65) C'est Mécène qui, selon DION CASSIUS (LV, 7) eut le premier sa piscine chauffée par hypocauste à Rome. (E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 653).
- (66) SENEQUE, *Epist.*, XC, 25 ; PALLADIUS, I, 39.
- (67) VITRUVÉ, V, 10.
- (68) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 354.

- (69) Thomas H. DYER, *Pompéi*, nouvelle éd., Londres, 1875, p. 175.
- (70) VITRUVÉ, *loc. cit.* (le *laconicum* doit être la partie ouest du *caldarium*) (voir fig. 14, p. 22).
- (71) Tout au moins sous la forme grecque.
- (72) SENEQUE, *Epist.*, XC, 25 : ...« Il en est, nous le savons, qui date tout juste de notre temps, tel l'agencement de ces carreaux de fenêtres dont la plaque diaphane transmet la lumière dans sa pureté ; tels les bains sur chambres de chauffe et les conduites 'de chaleur' aménagées dans les murs de manière à entretenir de bas en haut une température toujours égale ». Ce témoignage de Sénèque est ici *capital* si l'on sait qu'il écrit les lettres à Lucilius dans les dernières années de sa vie, peu avant 65 après J.-C., date de sa mort. Sénèque décrit cette technique comme une nouveauté tandis que Vitruve (*op. cit.*) n'en parle pas un demi-siècle plus tôt.
- (73) PLINE, *Epist.* II, 17, 9 ; FABRICIUS, *Hypocaustum*, dans *P-W, R.E.*, IX, (1916), col. 333-336 ; PROCULUS Dig., *De servit. praed. urban.*, VIII, 2, 13 ; SENEQUE, *Epist.*, XC, 25 (voir note 72).
- (74) A Pompéi, avant le tremblement de terre de l'an 64 de notre ère, les bains n'avaient pas encore de véritable « tubulature » mais un revêtement de murs en *tegulae mamatae*. On restaura alors les thermes de Stabies, en les dotant de *tubuli*. (Destruction totale en 79 PCN) (J. BREUER, *Chauff. Ant.*, p. 12).
- (75) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 354.
- (76) Ce système de bains s'est maintenu jusqu'à notre époque. Ces sont les « bains turcs ».
- (77) Le *laconicum* (version ancienne ou grecque) était une chambre ronde de trois à quatre mètres de diamètre ; dans son milieu, se trouvait un poêle ou réchaud en pierre. Sur ce dernier, on chauffait des pierres avec un feu de bois jusqu'à ce qu'elles soient rouges. La température que ces pièces irradiaient devait être énorme. Cette forme ronde de la pièce était judicieusement choisie. Le baigneur entrait dans la pièce déjà en transpiration à cause du sport qui avait précédé le bain. Tourné vers le poêle, le ventre devenait chaud et le dos, s'il s'était trouvé dans une pièce quadrangulaire, serait resté froid car ce dernier, mouillé, aurait donné sa chaleur aux murs froids (conséquences : rhumatismes et ennuis de toutes sortes). Dans une pièce ronde et voûtée en coupole, ces ennuis étaient évités car les murs renvoyaient la chaleur irradiante du poêle dans toutes les directions à cause, justement, de leur concavité, et le baigneur était chauffé par devant et par derrière en même temps. Si les méthodes de construction d'une pareille installation sont fort simples, la conception du principe de base en est extrêmement évoluée (cfr : F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 353). Exemples de *laconica* carrés : thermes de Ste-Barbe à Trèves (KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai.Th.*, p. 243, fig. 360), thermes de Caracalla à Rome (*ibidem*, p. 270, fig. 400), thermes de Dioclétien (*ibidem*, p. 278, fig. 412), etc... Il est à remarquer que certains thermes gardent des *laconica* ronds : petits thermes de Lambèse (KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai.Th.*, p. 207, fig. 280) ; thermes de Henschir-Thina (Thenae) en Tunisie (KRENCKER-KRÜGER, *ibidem*, p. 225, fig. 317) ; thermes de l'oued Athmenia en Algérie (*ibidem*, p. 224, fig. 316), etc...
- (78) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 354.
- (79) Au cours de la seconde phase, et sous l'édilité d'Agrippa (I<sup>er</sup> siècle), Rome comptait déjà 133 thermes ; il y en avait plus de 1.000 au IV<sup>e</sup> siècle. (Voir A. GRENIER, *Manuel*, IV, 1960, *Monuments des eaux*, p. 233 ; J. CARCOPINO, *La vie quotidienne à Rome*, Paris, 1939, p. 298).
- (80) J. BREUER, *Chauff. ant.*, p. 4, note 3 : « chaîne défensive de plus de 80 forts, achevée au II<sup>e</sup> siècle de notre ère, depuis le Rhin, un peu au nord d'Andernach, jusqu'au Danube, à Eining, à une trentaine de km au N-O de Ratisbonne ».
- (81) Ernst PFRETZSCHNER, *Die Grundrissentwicklung der Römischen Thermen*, Strasbourg, 1908, chap. V : *Die Kastellbäder*, pp. 36-42. Ces bains présentent d'ailleurs une grande variété de plans : « Reihenanordnung », « Blocksysteem », « Bäder mit Hof », « Kunsttyp ».
- (82) Certains étaient si somptueux que bien des fouilleurs du siècle dernier, les prirent pour des villas (L. JACOBI, *Saalburg*, 1897).
- (83) R. DE MAEYER, (1937), p. 301, paragraphe 4.
- (84) Nous en avons parlé dans l'introduction générale (p. 10).
- (85) On sait que Sénèque, par exemple (*De Providen.* V, 9) laisse apparaître clairement que le chauffage dans les maisons étaient des raretés (I<sup>er</sup> S. ap. J.-C.) : l'idée, cependant, était dans l'air puisque PALLADIUS (*De re rustica*, I, 39, 5), dans sa description de l'agencement des bains d'une villa, conseille « dans un souci de moindre dépense, (de) placer l'appartement d'hiver au-dessus des bains, ce qui présente le double intérêt de chauffer les pièces *par le sol* et de faire l'économie des fondations » ; PLINE LE JEUNE, *Epist.*, II, 17, 9.
- (86) A titre d'exemple : HERZ J., *Some examples of Medieval hypocausts in Denmark*, 7<sup>e</sup> Colloque de Chateau Gaillard, Blois, 1974. (Catalogue des hypocaustes rencontrés dans les monastères, châteaux et autres bâtiments du XII<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle) ; voir aussi A. DE CAUMONT, *Abécédaire ou rudiment d'archéologie, ère gallo-romaine*, 2<sup>e</sup> éd., Caen, 1870, p. 19 (un hypocauste romain fonctionnait encore à l'abbaye de St-Gall (Suisse) au IX<sup>e</sup> siècle. Il chauffait le réfectoire) ; voir également L. JACOBI, *Saalburg*, p. 249 (hypocauste du couvent de Maulbronn, à l'abbaye de Park, près de Löwen) ; R.J. FORBES, *Studies in Ancient Technology*, t. VI, Leiden, 1958 ; pp. 56-57.

I<sup>re</sup> PARTIE  
DESCRIPTION

# CHAPITRE I

## LA CHAMBRE DE CHAUFFE

La chambre de chauffe est le local où débouche le foyer. La dénomination latine de cette partie de l'habitation, dont on ne trouve que de très rares traces chez les auteurs latins<sup>(87)</sup>, n'est pas connue avec précision. Le *praefurnium* désigne-t-il le foyer proprement dit ou la chambre de chauffe ? On désigne généralement par *praefurnium*<sup>(88)</sup> le foyer proprement dit mais certains auteurs modernes ont confondu, et confondent encore chambre de chauffe et foyer. Pour H. Thedenat<sup>(89)</sup>, *fourneau*, *praefurnium* et *propnigeum* sont des synonymes et désignent le foyer : « le fourneau, *praefurnium*, *propnigeum*, était une chambre ronde ou rectangulaire, souvent précédée d'une cour ou d'une chambre de dépôt. » Ce passage montre bien qu'il distingue le foyer de la chambre de chauffe mais il ne prend pas position quant à leurs appellations respectives.

Voyons plus loin : H. Thedenat illustre ce texte avec la coupe et le plan d'une chambre de chauffe découverte à Bade<sup>(90)</sup> (fig. 18 et 19)

- a) fourneau, praefurnium, propnigeum
- b) ouverture pour allumer le feu
- c) canal destiné à conduire l'air chaud dans la chambre de chaleur.

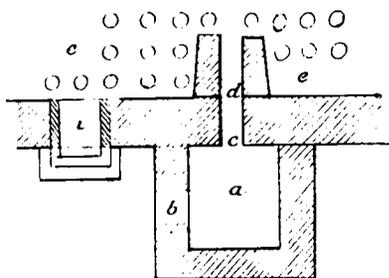


Fig. 18 : Bade (D).

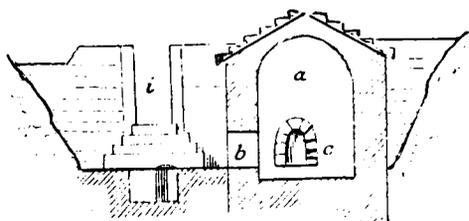


Fig. 19 : Bade (D).

Pour H. Thedenat, la salle a), voûtée et recouverte de tuiles (?) est le foyer proprement dit, là où l'on prépare le feu. C'est, à notre avis, une erreur d'interprétation des données archéologiques. En effet, c'est le canal c) qui est le foyer (où la braise repose) et la pièce a) est la chambre de chauffe. De plus, l'orifice b) ne sert pas à allumer le feu mais probablement à évacuer les cendres ou à introduire le combustible dans la chambre de chauffe. L'ouverture b) est apparemment trop étroite pour avoir livré passage à celui (le chauffeur) qui devait disposer le combustible, allumer et entretenir le feu. Ce fait pourrait être un argument en faveur de ceux qui, comme H. Thedenat, voient dans le local a) le foyer. Cependant, nous devons rappeler tout d'abord qu'aucune échelle n'est mentionnée sur les figures 18 et 19 et qu'ensuite il y avait peut-être une autre ouverture, non décelée par les fouilleurs, qui devait donner accès à la chambre de chauffe a) (par dessus ou par les côtés). On pourrait également essayer d'expliquer l'origine de cette confusion, entre les rôles respectifs de a) et de c), par le fait qu'on a souvent découvert, lors de fouilles dans les chambres de chauffe, devant et autour de la bouche du foyer, des couches épaisses de cendres et de charbon de bois. La présence de charbon de bois à cet endroit prouve à suffisance que la combustion n'était pas totalement terminée lorsqu'on retirait les « cendres » du foyer et qu'on les entreposait devant et à côté du *praefurnium* avant d'être enlevées définitivement. Les « cendres » continuaient de « brûler » pendant un certain

temps et cela suffisait probablement pour brûler la terre battue qui constituait le plus souvent le sol de la chambre de chauffe. De là, à croire que le foyer se trouvait sur le sol de ce local, il n'y a qu'un pas. Un exemple illustre assez bien ce que je tente de démontrer : en juillet 1977, au cours de la campagne de fouilles organisées sur la place St-Lambert à Liège<sup>(91)</sup>, on a découvert un *praefurnium* et une partie de sa chambre de chauffe (fig. 20). Devant l'embouchure du foyer, des coupes stratigraphiques (A-B et C-D) dans le sol de la chambre de chauffe, ont fait apparaître plusieurs couches de cendres et de charbon de bois alternant avec des couches de terre « brûlée ». De plus, et cela est important, la même terre « brûlée » se retrouve en surface, c.-à-d. au niveau de la sole du *praefurnium*, et sur une profondeur de plus de 10 cm au moins, au point b qui est manifestement à côté de l'embouchure du foyer. Il aurait été absurde de préparer un feu en cet endroit quand on sait que les gaz chauds et la fumée devaient être attirés par la bouche du foyer.

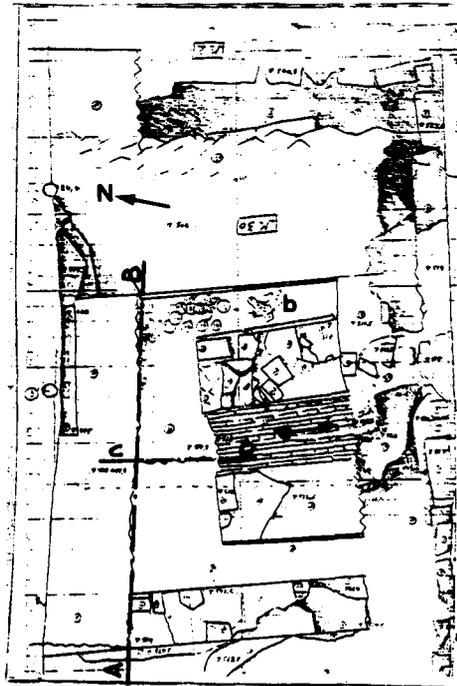


Fig. 20 : Place Saint-Lambert à Liège\* (1977) (B).

Revenons quelques instant à l'article de H. Thedenat. Quoi qu'il en soit et sans vouloir (ni pouvoir) trancher la question à propos de la chambre de chauffe des thermes de Bade, il est certain que cet exemple fut mal choisi pour illustrer un article de synthèse. En effet, ce mauvais choix et la confusion qui en a résulté ont eu, par la suite et vu l'importance du dictionnaire de Daremberg et Saglio, des conséquences néfastes, car bon nombre de publications ont présenté, par la suite, la même confusion. Sans doute, H. Thedenat a-t-il hérité cette erreur de ses prédécesseurs car, déjà en 1874, le général Morin<sup>(92)</sup>, dans un article resté célèbre, à propos du chauffage par hypocauste, confond foyer et chambre de chauffe. Par après, en 1931, l'abbé Balter<sup>(93)</sup>, à propos d'une étude sur les hypocaustes, émet des idées très claires sur le fonctionnement des cheminées et du tirage en général, mais devient très confus lorsqu'il s'agit de décrire chambre de chauffe et foyer (fig. 21). De même, dans un ouvrage de R. de Maeyer, qui reste aujourd'hui encore fondamental, on retrouve la même confusion<sup>(94)</sup>. De plus, il illustre ses propos avec la chambre de chauffe des thermes de Bade<sup>(95)</sup>. R.J. Forbes<sup>(96)</sup>, dans un autre ouvrage important, s'inspire manifestement dans sa description de la chambre de chauffe de l'article de H. Thedenat. E. Brödner<sup>(97)</sup>, dans un article consacré au chauffage des grands thermes d'Afrique du Nord, s'exprime avec la même ambiguïté. Multiplier les exemples à ce stade de notre démonstration serait sans intérêt<sup>(98)</sup> d'autant plus que nous savons maintenant, grâce aux expériences de Saalburg<sup>(99)</sup>, que ce système, tel que le décrivent, par exemple V. Balter et Thedenat, n'aurait pu fonctionner correctement parce que le tirage dans les hypocaustes, contrairement aux idées répandues, était extrêmement faible.

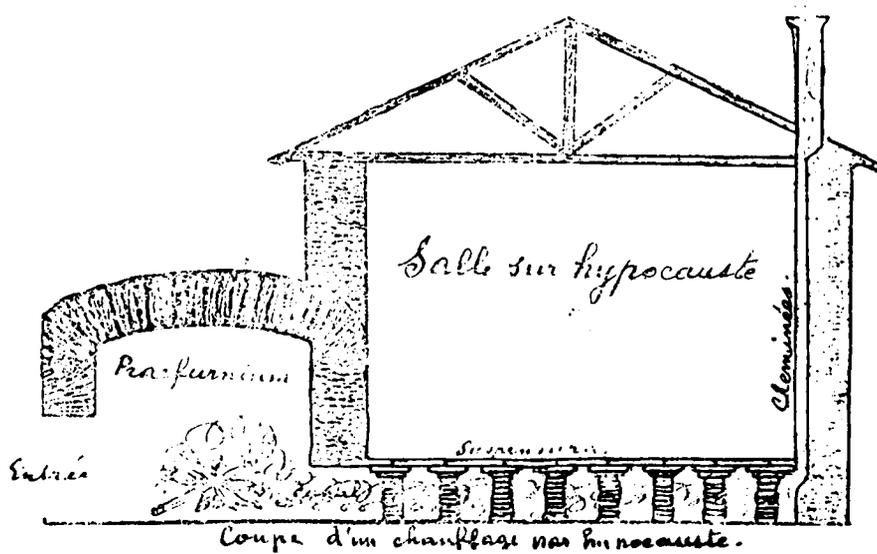


Fig. 21

J. Delorme<sup>(100)</sup>, à propos d'une très sérieuse étude architecturale sur Vitruve, tranche la question en désignant par *propnigeum*, « l'élément le plus extérieur de l'hypocauste » (c.-à-d. la chambre de chauffe) et par *praefurnium*, « l'ouverture par laquelle on charge le four ». Il établit donc une distinction très nette entre la chambre de chauffe et le *praefurnium*. Nous nous en tiendrons, pour notre part, à ces définitions bien qu'il semble que la question ne soit pas définitivement réglée.

Cette pièce de l'habitation, que nous continuerons d'appeler chambre de chauffe, peut présenter des aspects extrêmement variés. Il est évident que les chambres de chauffe des grands thermes ou autres monuments publics chauffés sont très différentes de celles de l'habitat privé. Il importe donc, dans notre description, de marquer cette distinction.

# 1. LES GRANDS THERMES

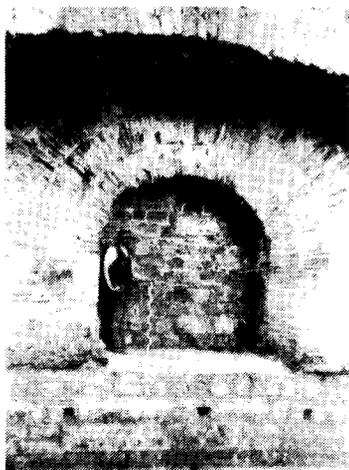


Fig. 22 : Ouverture de foyer aux « Thermes impériaux de Trèves »\* (D).

Dans les grands thermes, les chambres de chauffe (salles ou cours de services) pouvaient atteindre des dimensions considérables. Elles desservaient souvent plusieurs grands *praefurnia*. Les chaudières à eau chaude, tiède ou froide, qui s'y trouvaient, exigeaient également beaucoup de place<sup>(101)</sup>. Il fallait, de plus, y entreposer le matériel nécessaire à l'entretien et au nettoyage des feux ainsi que le combustible qui, à lui seul, pouvait atteindre un volume considérable. Dans certains de ces foyers immenses on brûlait des troncs d'arbres entiers<sup>(102)</sup> (fig. 22).

F. Kretzschmer a calculé que, pour amener la basilique de Trèves (Aula Palatina)<sup>(103)</sup> à une température intérieure de 15° (avec une température extérieure hivernale de + 4°, il fallait 48 heures de chauffage intensif et 129 à 133 kg de bois par heure. Les cinq *praefurnia* de ce monument consommaient donc en 48 heures 6.400 kg<sup>(104)</sup> de bois pour le transport duquel 13 chariots de 1,5 m<sup>3</sup> de capacité étaient nécessaires. Le chauffage utilisé en permanence exigeait 6 chariots de bois par jour. Il était donc important de disposer de très grandes chambres de chauffe ou cours de service dont on n'a pas, dans ce cas précis, retrouvé grand-chose, les terrains aux alentours étant trop perturbés. Toujours à propos de l'Aula Palatina, F. Kretzschmer conclut en ces termes : « ... Pour cela — entreposer le bois — une pièce se trouvant devant le *praefurnium* était nécessaire. Aussi nécessaire au *praefurnium* que le *praefurnium* l'était à l'hypocauste. On n'y pense pas toujours quand on fait des fouilles. » (fig. 23).

Les grands thermes exigeaient une installation de chauffage extrêmement complexe et conçue d'une façon rationnelle en raison des grandes dépenses que nécessitait leur construction. Le plan (fig. 24) des grands thermes impériaux de Trèves<sup>(105)</sup> illustre parfaitement cette conception. Les bâtiments à chauffer étaient concentrés en un bloc compact de manière à compenser les déperditions de chaleur (partie sombre, fig. 24). Les installations de service et chambres de chauffe (partie claire, fig. 24, voir flèches) étaient reliées entre elles par des couloirs couverts, parfois voûtés et disposés

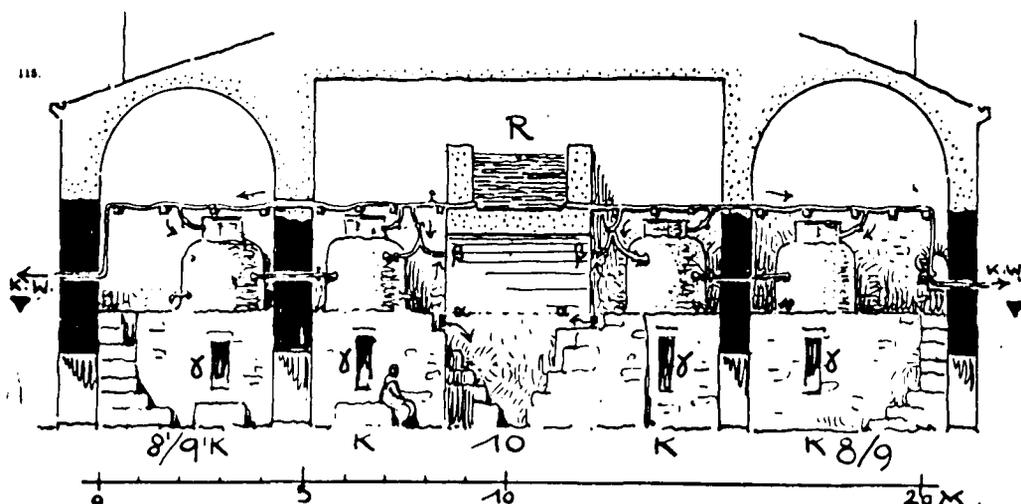


Fig. 23 : Chambre de chauffe des Thermes de Lambèse\* (DZ).

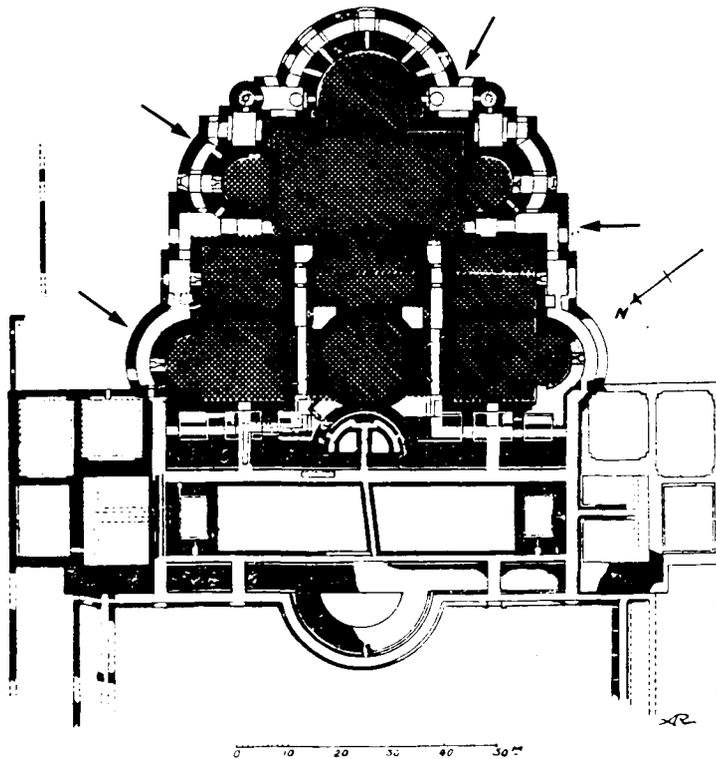


Fig. 24 : Thermes de Constantin. Plan du sous-sol. - Trèves\* (D).

en « fer à cheval » autour de ces pièces (fig. 26 et 27). On poussait même le raffinement jusqu'à ménager dans ces couloirs des chenaux remplis d'eau courante qui servaient à l'évacuation des cendres (fig. 25 et 28).

Dans certains cas, ces couloirs de service pouvaient comporter un étage, parfois voûté également (fig. 31). Il en est ainsi aux petits thermes de Lambèse<sup>(106)</sup> où, dans le couloir inférieur, débouchait le foyer (*prae-furnium*) surmonté d'une chaudière. Le couloir supérieur, le long duquel courait un aqueduc, servait de citerne. Les thermes du sud à Timgad (fig. 29), d'autre part, offrent un des rares exemples d'une salle de service, à moitié enterrée, hypostyle et voûtée (fig. 30), qui servait à entreposer le combustible (vraisemblablement du bois). Comme la plupart de ces couloirs étaient à moitié enfoncés dans le sol, les terrasses, qui souvent les recouvraient, ne devaient guère dépasser le niveau des salles de l'édifice (fig. 25). Les couloirs de service et chambre

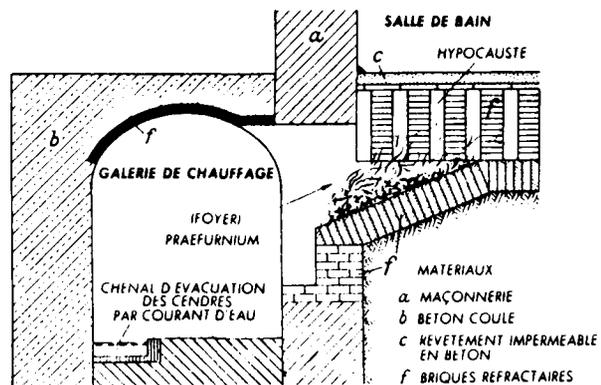


Fig. 25 : Thermes « de Ste-Barbe » - Trèves\* (D).

de chauffe, de par leur fonction, étaient nettement séparés des endroits fréquentés par le public et avaient leurs entrées propres. C'est le cas aux grands thermes de Lambèse où les huit *prae-furnia*, reliés par un couloir étaient regroupés à l'arrière du bâtiment. On pouvait ainsi coordonner plus facilement le fonctionnement de ces derniers et l'activité des chauffeurs, en évitant une trop grande dispersion des combustibles<sup>(107)</sup>.

Nous n'allons pas nous étendre plus longtemps sur l'agencement des chambres de chauffe dans les grands thermes car tel n'est pas notre propos<sup>(108)</sup>. Cependant, il n'était peut-être pas inutile d'en donner une courte description pour montrer qu'il n'existe pas de commune mesure entre ces installations gigantesques et l'appareil de chauffage de l'habitat privé.

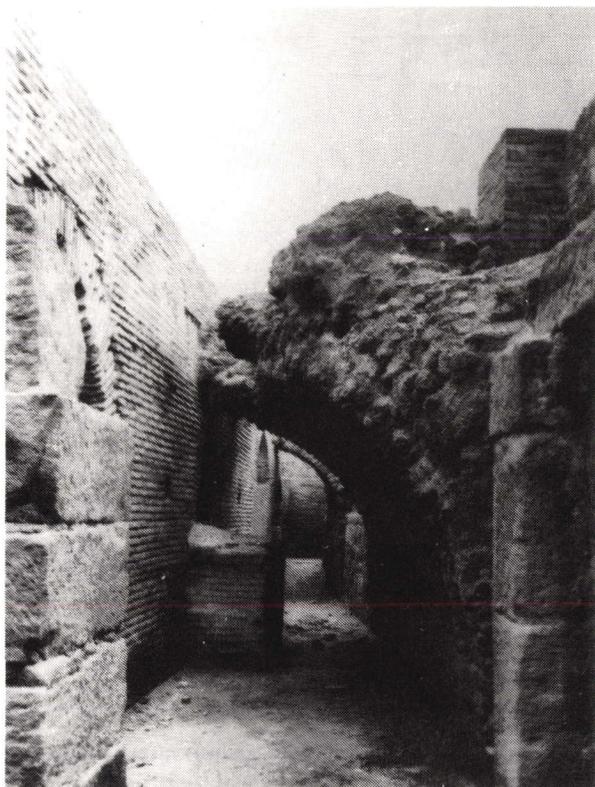


Fig. 26 : Couloir de service aux « grands thermes du nord » - Timgad\* (DZ).

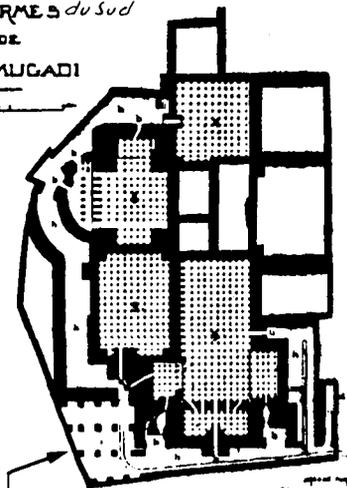


Fig. 28 : Couloir de service des « grands thermes du nord » - Timgad\* (DZ).



Fig. 27 : Couloir de service des thermes impériaux - Trèves\* (D).

THERMES du Sud  
DE  
THAMUGADI



- b
- d
- f
- k
- l

Fig. 29

Pl. XVIII. — Plan du sous-sol.

**Timgad**

Salle hypostyle

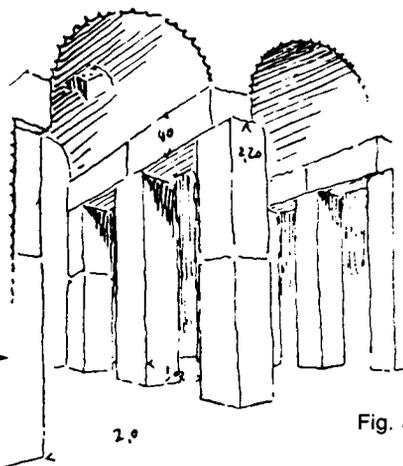


Fig. 30

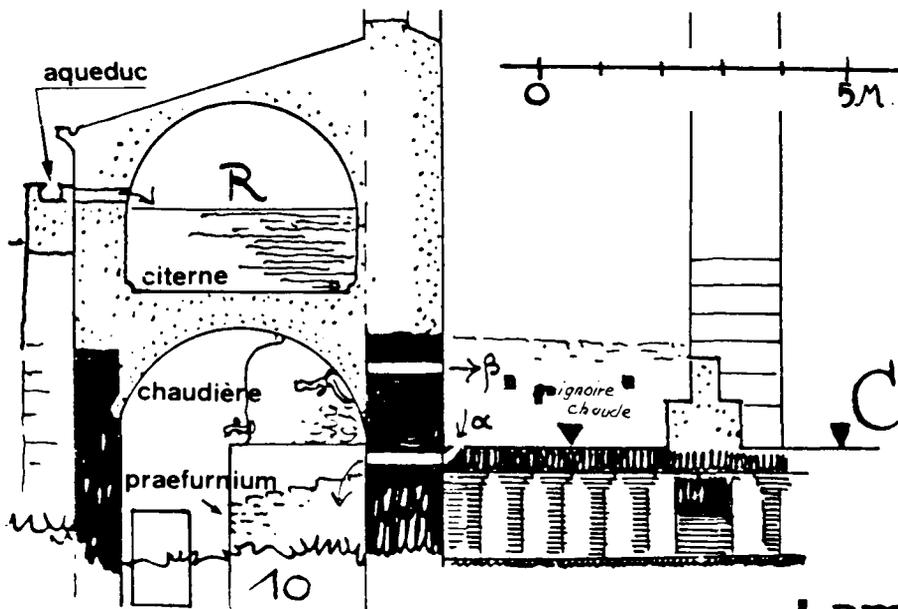


Fig. 31 : Lambèse\* (DZ).

**Lambèse**

## 2. L'HABITAT PRIVE

*Structure (plan), situation et importance (surface) des chambres de chauffe.*

Dans le cadre de notre recherche, il nous a paru utile de distinguer les *chambres de chauffe des bains* de celles du *chauffage domestique*. Les auteurs modernes ne font pas toujours cette distinction<sup>(109)</sup>.

### a. - Les bains

Très souvent, bien qu'il n'y ait pas de règle stricte<sup>(110)</sup>, nous avons à faire, à propos des bains privés, à un *hypocauste à foyer extérieur* (Pl. I). Ce dernier s'avance donc à l'intérieur de la chambre de chauffe. Cela prend de la place et, en général, les chambres de chauffe à foyer extérieur sont plus spacieuses.

#### 1) Les auteurs latins

Nous avons déjà signalé<sup>(111)</sup> que les renseignements à propos des chambres de chauffe y sont rares et peu clairs. Vitruve<sup>(112)</sup>, dans sa description de la palestre grecque, y décrit un local qu'il appelle *propnigeum*<sup>(113)</sup> et dont la situation et la destination sont mal définies mais que J. Delorme<sup>(114)</sup> croit reconnaître comme étant la chambre de chauffe.

#### 2) A Pompéi

L'habitat de Pompéi, dans son ensemble, n'est certes pas à comparer d'une manière aussi systématique que l'ont fait les fouilleurs de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec celui de nos régions. Cependant, il existe de grandes similitudes avec celui-ci dans l'agencement du chauffage des bains. A Pompéi, dans quelques riches maisons de particuliers, ce sont les bains qui, seuls, sont chauffés par hypocauste et la « tubulature » y est à peine connue lorsqu'intervient la destruction de la ville en 79 après J.-C. Si l'on adopte le système de F. Kretzschmer, on peut situer le chauffage privé pompéien dans la période de transition située entre la II<sup>e</sup> et la III<sup>e</sup> phase de sa chronologie.

Le foyer de l'hypocauste est presque toujours situé dans la cuisine ou dans un petit réduit qui lui est contigu. Dans le premier cas, la cuisine sert de chambre de chauffe. On peut comprendre cet agencement pour des raisons de facilité évidente<sup>(115)</sup> : c'est dans la cuisine qu'arrive l'eau nécessaire à la cuisson des aliments et à l'entretien de la maison. Cette eau va aussi, dans certains cas, alimenter une citerne en métal qui, elle-même, fournira l'eau nécessaire à la chaudière des bains. Près de Boscoréale, dans la villa de la Pisanella<sup>(116)</sup>, on a heureusement retrouvé le système de chauffage des bains de la maison dans un état remarquable de conservation (fig. 32 et 34). La figure 34 nous montre, en élévation la cuisine (H), la citerne alimentée par un tuyau débouchant du sous-sol (A), un petit local contigu qui est la chambre de chauffe des bains (L) avec son foyer (B), et la chaudière qui le surmonte (C). A remarquer également le système élaboré de plomberie avec vannes, système qui relie la chaudière, la citerne et les bains entre eux. La figure 32 nous montre la chambre de chauffe vue de la cuisine. Nous avons également reproduit le plan de la villa (fig. 33) dans le but de montrer la place que prennent la cuisine et la chambre de chauffe dans l'économie générale de la maison.

Dans les maisons dites « du cithariste »<sup>(117)</sup> et dans celle de « Diomède », l'agencement est légèrement différent : ici, plus de salle annexe (chambre de chauffe), le foyer des bains se trouve dans la cuisine (fig. 35 et 36). Dans la maison dite « de l'Empereur Joseph II », qui est à plusieurs niveaux parce qu'elle se trouve à flanc de colline, on trouve des bains beaucoup plus importants, qui occupent, avec une boulangerie, tout l'espace du rez-de-chaussée. On ne dit pas où se trouve le foyer des bains. Il doit déboucher vraisemblablement dans la boulangerie qui sert, en quelque sorte, de chambre de chauffe (fig. 37).

En résumé, à Pompéi l'emplacement des cuisines ou chambres de chauffe varie selon les habitations. Cependant, on constate qu'on les retrouve presque toujours dans des endroits retirés<sup>(118)</sup>.

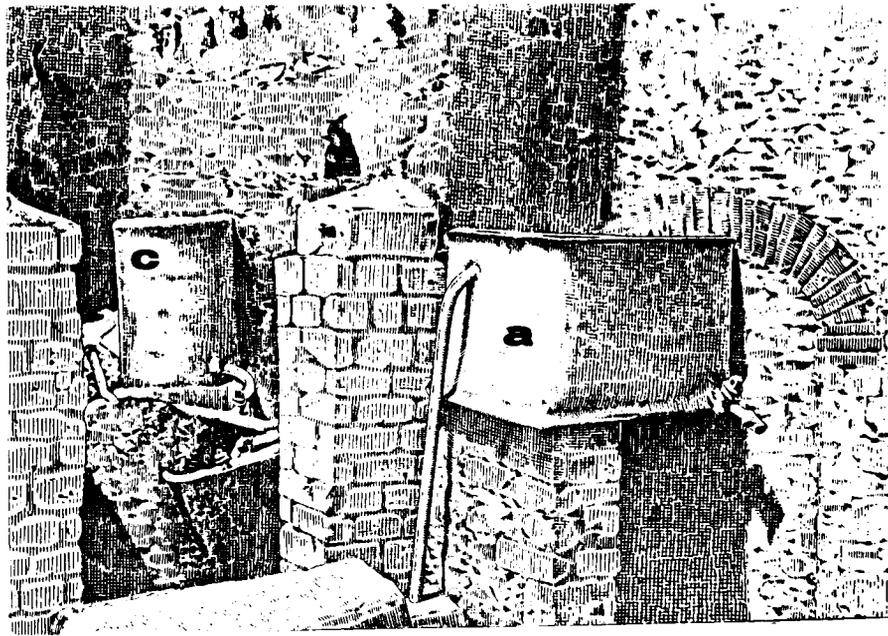


Fig. 32

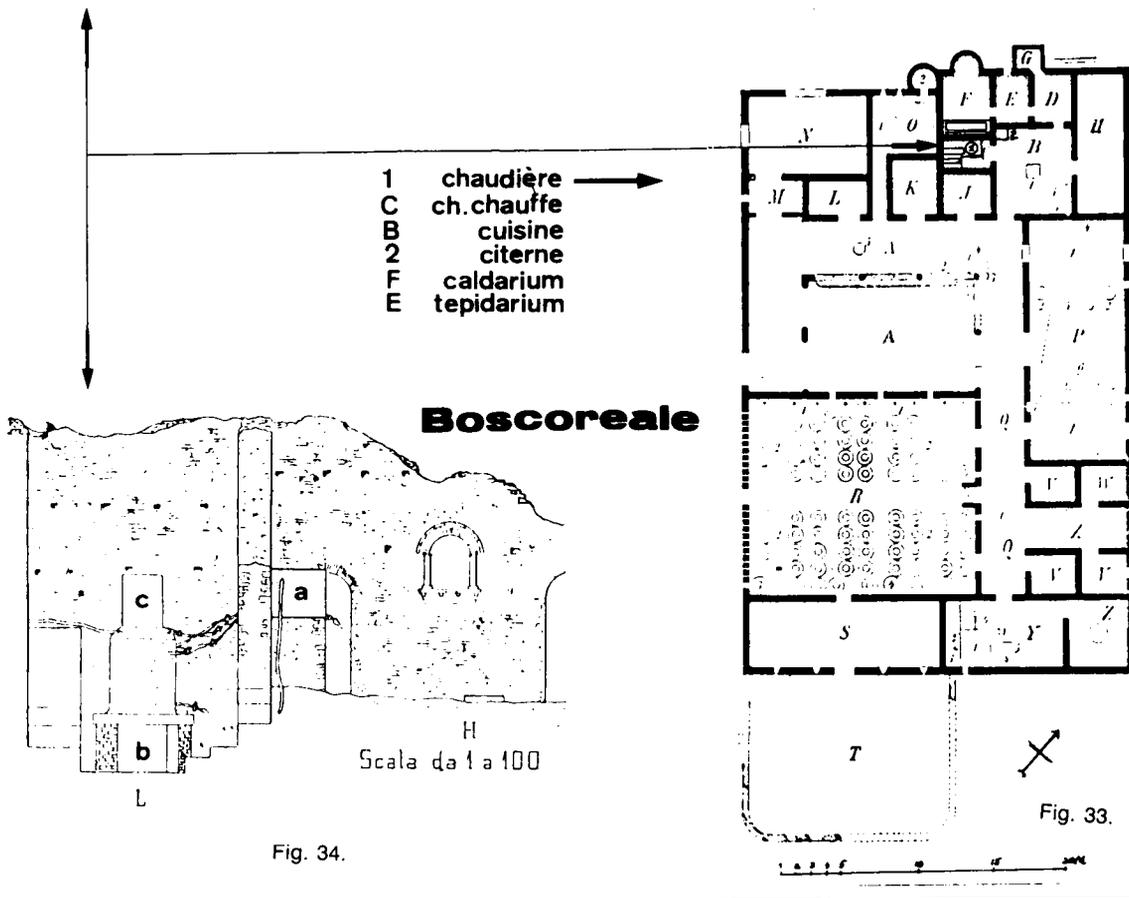


Fig. 34.

Fig. 35 : Maison « du Cithariste » (Pompéi).

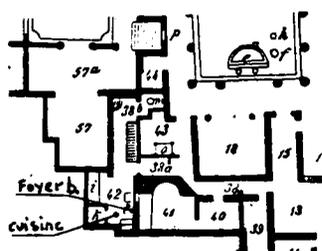
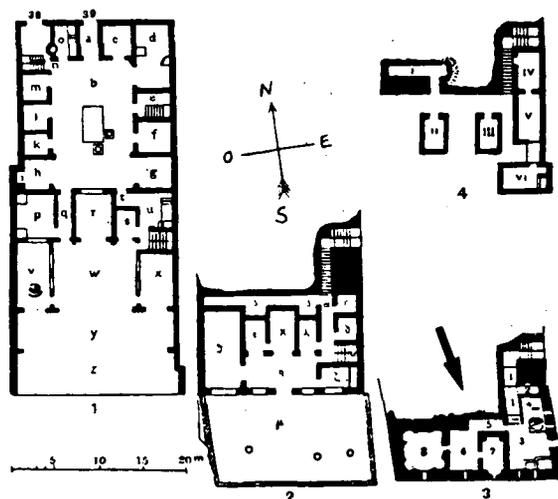
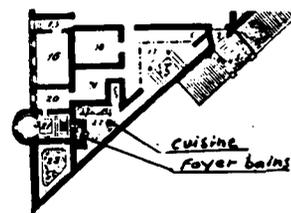


Fig. 36 : Maison « de Diomède » (Pompéi).



Grundriß des Hauses Kaiser Josephs II.

Fig. 37 : Maison « de l'Empereur Joseph II » (Pompéi).

### 3) En Gaule septentrionale

Dans nos régions, les méthodes d'approche pour l'étude des vestiges archéologiques sont différentes de celles de Pompéi. Les structures en place sont moins bien conservées. Bien qu'il soit déjà, et souvent, difficile de restituer le plan complet des villas exhumées, ce qui l'est bien davantage, c'est de donner une destination aux différentes pièces de celles-ci. Et cependant, les « antiquaires » du XIX<sup>e</sup> siècle ne s'en sont pas privés. Se basant sur les textes latins et le plan type de la « précieuse » maison pompéienne, cette façon de faire fut à l'origine, on s'en doute, de nombreuses erreurs d'interprétation qui nous ont beaucoup gêné dans cette étude. Par exemple, les chambres de chauffe se trouvent-elles ici, comme à Pompéi, dans les cuisines et/ou dans des locaux contigus ? Pour autant que l'on puisse reconnaître les emplacements des cuisines des habitations romaines dans nos régions, il nous semble que la coutume pompéienne n'est pas respectée. Voyons cela à travers quelques exemples seulement :

à Haccourt\* (B) :

dans le plan d'interprétation de la période V de la grande villa, les salles 27 et 29, qui semblent être des cuisines à cause de la présence de foyers, ne sont pas contiguës à des hypocaustes.

à Modave\* (B) :

la salle II, qui est considérée par les fouilleurs comme étant une cuisine (foyer de 85 x 65 cm — seule pièce de la maison avec un foyer) est contiguë à une salle construite sur hypocauste (I). Mais le foyer de l'hypocauste I se trouve dans la salle II.

à Villers-le-Bouillet\* (B) :

le fouilleur signale : « cour-cuisine avec traces de foyer ». Mais ce local n'a aucun rapport avec les hypocaustes.

à Basse-Wavre\* (B) :

la salle 3 est considérée comme une cuisine : elle contient les restes d'un âtre ou d'un fourneau. Ce local est contigu à la salle sur hypocauste 2 mais le foyer de cet hypocauste ne se trouve pas dans le local 3. De même, la « cuisine » 20 qui contient des restes de foyer en H, est contiguë à la salle sur hypocauste 14, le foyer de ce dernier se trouvant dans une autre pièce.

à Evelette\* (B) :

présence d'une « cuisine » centrale avec fourneau, non contiguë à la salle construite sur hypocauste.

à Ronchinne\* (B) :

la « cuisine » 31, qui contient un foyer au milieu de la pièce A, n'est pas contiguë à la salle 27 qui est construite sur hypocauste. Par contre, la « cuisine » 7, qui possède un fourneau en A contre le mur est, contient le foyer de l'hypocauste des salles 5 et 3.

à Martelange\* (B) :

le foyer des bains débouche dans « l'atrium-cuisine »<sup>(119)</sup>.

Attachons-nous maintenant à décrire plus particulièrement la *structure* et l'*importance* de la chambre de chauffe dans l'habitat. Dès le début de notre étude, il nous a semblé évident qu'il était impossible de décrire les chambres de chauffe d'une manière précise et complète à travers les rapports de fouilles que nous avons examinés. Les fouilles furent plus souvent partielles qu'exhaustives et, par conséquent, les plans complets, dans les rapports, sont rares. Ainsi, par exemple, telle chambre de chauffe qui paraît, sur un plan, être située à la périphérie de l'habitation, pourrait très bien se trouver dans une cour intérieure si on connaissait le plan complet de cette même habitation.

De plus, les chambres de chauffe construites à la périphérie du corps de logis sont souvent retrouvées « arrachées » ou détruites, de par leur position excentrique, sans doute, mais aussi parce qu'elles étaient parfois construites en matériaux légers (appentis) ou avec des murs en dur, moins épais. C'est une nouvelle source d'erreurs ou de confusions possibles. Lorsqu'au cours d'une campagne de fouilles, on découvre un pan de mur où débouche le foyer de l'hypocauste, on peut en déduire qu'il s'agit d'une chambre de chauffe construite sous appentis, alors qu'elle était peut-être construite en « dur » (structure fermée) et détruite par la suite pour les raisons que nous avons citées ci-dessus. Il importait donc, à propos des exemples que nous avons choisis, d'être prudent et d'éliminer les rapports de fouilles qui laissent place au doute. Sur plus de 250 rapports examinés au départ de cette étude, nous en avons retenu environ 80 en tenant compte des restrictions que nous avons énumérées ci-dessus, pour établir une série de comparaisons et tenter un classement. Tenant compte à la fois de la structure, de la situation et de l'importance des chambres de chauffe dans l'habitat, nous avons établi qu'il en existe *huit types* différents dont certains présentent des variantes. Pour la bonne compréhension du lecteur, nous présentons d'abord un tableau de synthèse qui classe et exprime le plus clairement possible les caractéristiques de chaque type (fig. 38). A la suite de ce tableau, nous avons illustré chaque type par des exemples choisis.

Fig. 38

<b>Chambres de chauffe des bains dans l'habitat privé</b>			
A LA PERIPHERIE DE L'HABITAT.	STRUCTURE FERMEE.	GRANDE. ( avec couloir de service. )	①
		PETITE. (±1m <sup>2</sup> ) sans couloir de service.	②
	STRUCTURE OUVERTE.	variantes infinies dues aux effets de la destruction. (structures arrachées)	④
	PAS DE CHAMBRE DE CHAUFFE	variantes: fosse avec ou sans escalier.	⑤
A L'INTERIEUR DE L'HABITAT.		GRANDE. ( variante rare: couloir de service. )	⑥
		PETITE. (±1m <sup>2</sup> )	⑦
	STRUCTURE OUVERTE.	pas de chambre de chauffe	⑧
		variantes: - fosse avec ou sans escalier. - aire de tuiles ou carreaux devant le foyer.	

## TYPE 1

Fig. 39 : Maillen (AL Sauvenière)\* (B)

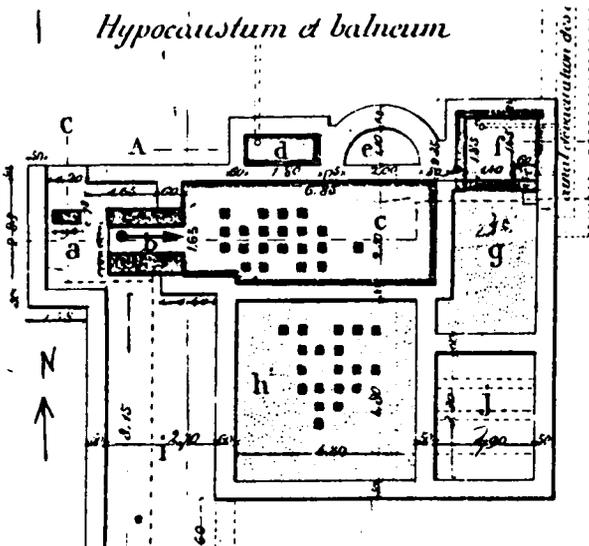


Fig. 40 : Sauvenière\* (B)

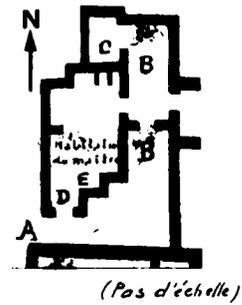


Fig. 41 : Nennig\* (D)

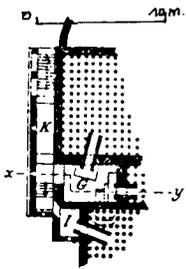
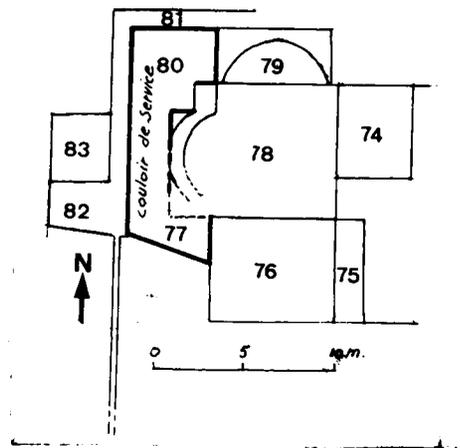


Fig. 42 : Anthée\* (B)



*Autres exemples* : Aiseau\* (B), Saint-Ulrich\* (F), Thallichtenberg\* (D), Weitersbach\* (D), Mersch\* (L), etc...

### Remarque

Parmi les exemples cités ci-dessus, six concernent les bains de grandes *villa urbana* (Anthée, Maillen, Aiseau, Mersch, St-Ulrich, Nennig). Il n'est donc pas étonnant de retrouver dans les grands bains privés des couloirs de service ayant la même destination que ceux des grands thermes mais de dimensions plus modestes. Ces constructions accessoires s'adaptent à la forme des bâtiments qu'elles desservent et dans les villas importantes, les couloirs de service semblent desservir également des locaux d'entrepôt pour le combustible (Mersch) et parfois aussi l'entrée des bains (Maillen et Sauvenière, fig. 39 et 40).

## TYPE 2

Fig. 43 : Haccourt\* (B)

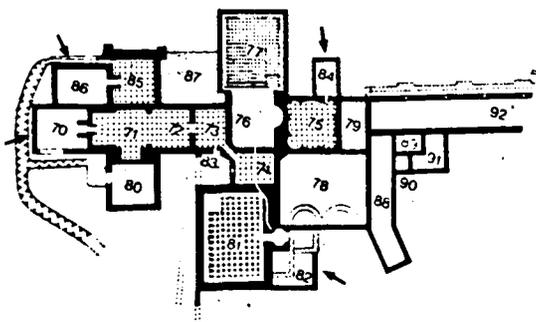


Fig. 44 : Mamer\* (L)

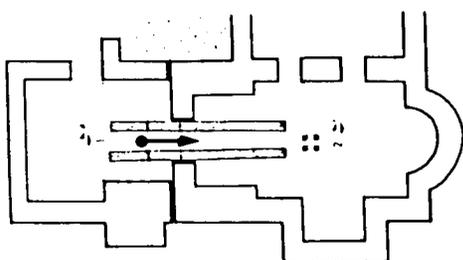
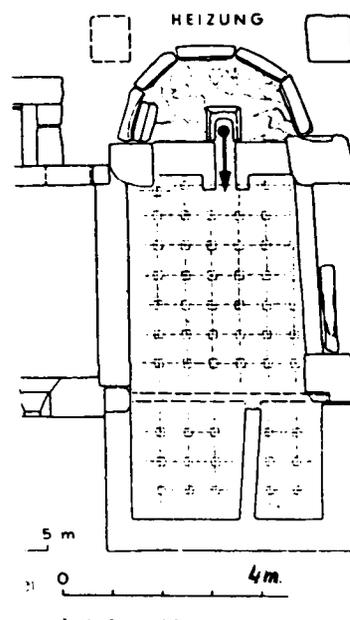


Fig. 45 : Saarbrücken\* (D)



*Autres exemples :* Ronchinne\* (B), Mettet\* (B), Miecret\* (B), Aiseau\* (B), Rognée\* (B), Haccourt\* (B), Modave\* (B), Villers-le-Bouillet\* (B), Attenhoven\* (B), Anthée\* (B), Chastres\* (B), Pompey\* (F), Chapelle-Vaupelteigne\* (F), Guiry-Gadancourt\* (F), St-Ulrich\* (F), Pforzheim\* (D), Wiesdorf\* (D), Horath\* (D), Leiwen\* (D), Echternach\* (L), Epternach\* (L), Andilly\* (F), Marchienne-au-Pont\* (B), etc...

### Remarques

- Les structures totalement fermées devaient bien sûr être munies d'une porte. Dans ce cas, on ne peut reconnaître son emplacement parce que le niveau d'arasement des substructions est trop bas (fig. 43).
- La chambre de chauffe de Saarbrücken est d'un modèle rare. Elle fait partie des bains privés d'une maison de vicus (fig. 45).
- Les grands bains de Haccourt (fig. 43) révèlent au moins deux périodes de construction. Il est probable que les chambres de chauffe aient suivi la même évolution. Période IV : deux chambres de chauffe (70, 74) ; période V : quatre chambres de chauffe (70, 86, 82, 84), la salle 74 fut réemployée comme hypocauste et desservie désormais par la chambre de chauffe 82, la salle 75 desservie, elle, par une nouvelle chambre de chauffe construite en saillie.

**TYPE 3 ( $\pm 1 \text{ m}^2$ )**

Fig. 46 : Graux\* (B)

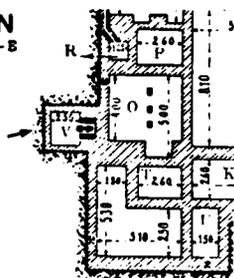


Fig. 47 : Aiseau\* (B)

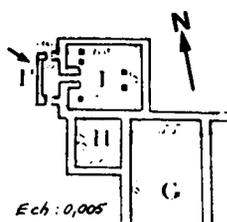


Fig. 48 : Gerpennes\* (B)

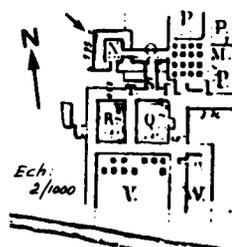


Fig. 49 : Gunstett\* (F)

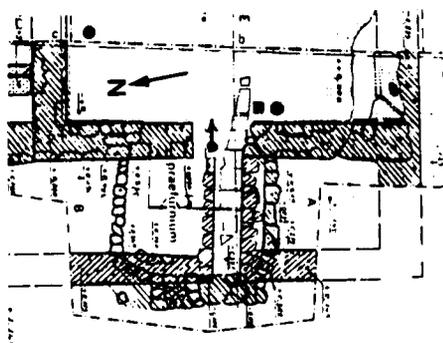
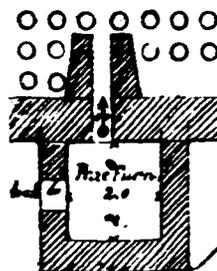


Fig. 50 : Bade\* (D)



*Autres exemples* : Leiwien\* (D), Mamer\* (L), Saalburg\* (D), Weitersbach\* (D), Saint-Mard (Vieux-Virton)\* (B), Treignes\* (B),...

*Remarques* :

- Les ouvertures pratiquées dans les murs de la chambre de chauffe à Aiseau (fig. 47) ne devaient probablement pas correspondre à des portes parce que trop étroites (30 cm) ; ces ouvertures étaient peut-être destinées à évacuer les cendres. Le niveau d'arasement des murs est vraisemblablement situé plus bas que le seuil de la porte (idem à Gerpennes, fig. 48).
- La chambre de chauffe de Saalburg (fig. 96, p. 66) est nettement séparée de l'hypocauste mais le foyer souterrain de plus de trois mètres les met en communication (voir aussi fig. 198, p. 119). On rencontre le même agencement à Gerpennes (fig. 48) où la chambre de chauffe est également éloignée des hypocaustes. Cette chambre de chauffe dessert un foyer qui envoie l'air chaud dans deux canaux perpendiculaires qui aboutissent chacun à deux hypocaustes différents.

## TYPE 4

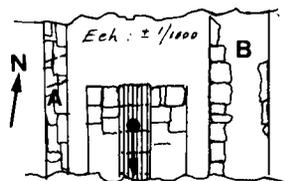


Fig. 51 : Liège\* (B)

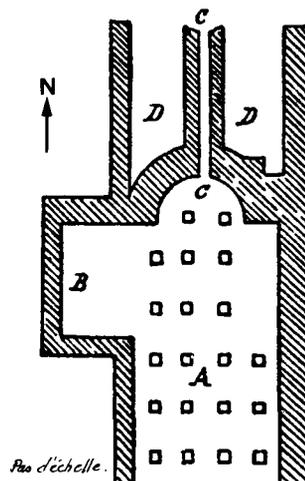


Fig. 52 : Furfooz\* (B)

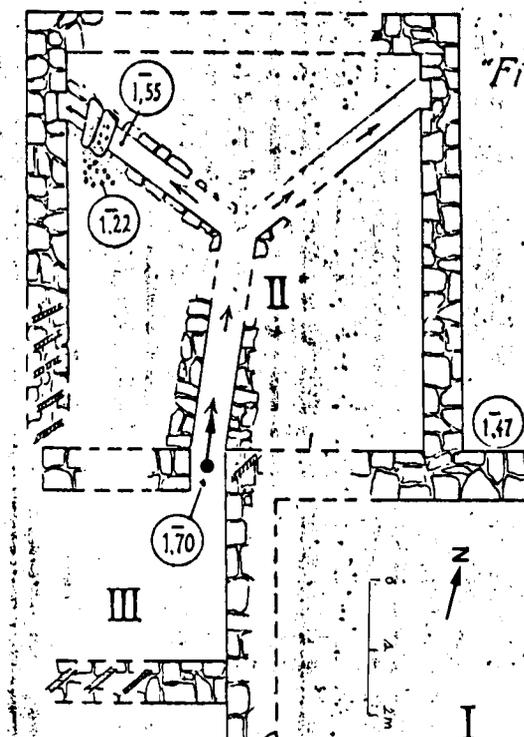


Fig. 53 : Mont-lez-Houffalize\* (B)

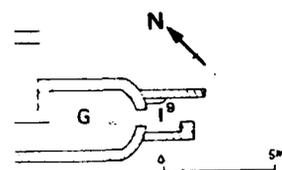


Fig. 54 : St-Jean Geest\* (B)

*Autres exemples* : Aiseau\* (B), Miécret\* (B), Modave\* (B), Fontaines-Salées\* (F), Jemelle\* (B)

### Remarques :

- Ici les exemples sont peu nombreux. Lorsqu'on examine les plans des rapports de fouilles, les chambres de chauffe « incomplètes » (ou qui semblent « arrachées ») sont parfois uniquement le fait de l'arrêt de la fouille à cet endroit. Il est parfois aussi très difficile de se rendre compte, à propos des chambres de chauffe, si on se trouve à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.
- Place St-Lambert à Liège\* (1977) (fig. 51), il semble qu'il s'agisse dans ce cas d'un appentis car le mur A est peu épais ( $\pm 1$  pied) et ses fondations peu profondes. Le mur B, par contre, qui a une épaisseur de trois pieds ( $\pm 90$  cm), était un des murs de l'habitation. Un retour de parement, à la limite nord de B laisse supposer une porte qui donnait, de l'intérieur du bâtiment, accès au foyer. Le mur A soutenait donc, selon toute vraisemblance, un appentis qui s'appuyait sur le mur B.
- Ces structures « ouvertes » l'étaient-elles réellement avant la destruction de l'habitation ? Nous avons de bonnes raisons de croire que ce type devait exister parce que, tout d'abord, et à propos des quelques exemples que nous avons cités, on ne signale jamais de traces de prolongements

de ces murs (fût-ce en « négatif »), ensuite, parce que s'il existait des *praefurnia* débouchant à l'air libre sans aucune trace de chambre de chauffe (fermée ou sous forme d'appentis), il devait en exister aussi sous appentis ouvert.

**TYPE 5**

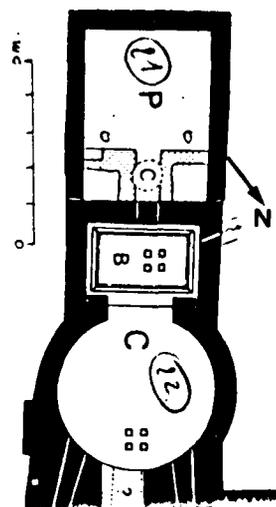
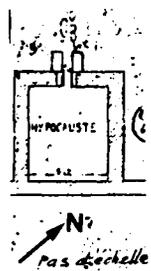
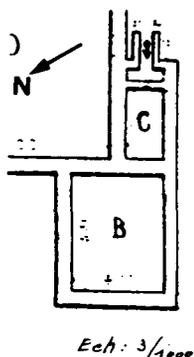


Fig. 55 : Landen\* (B)

Fig. 56 : Miècret\* (B)

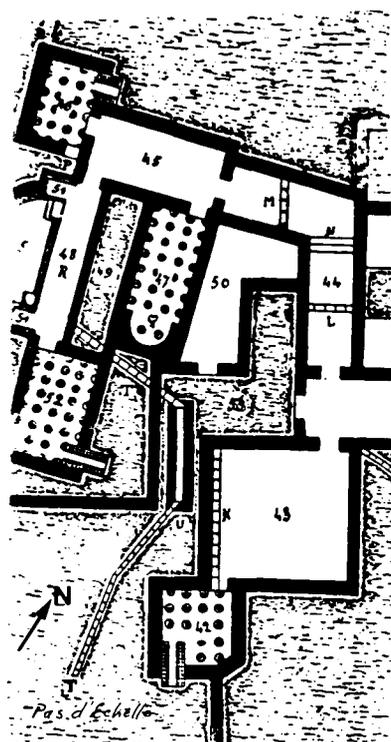


Fig. 58 : Basse-Wavre\* (B)

*Remarques*

- Ce type est peu courant, peut-être pour les mêmes raisons que celles exprimées à propos de l'étude des chambres de chauffe de type 4.
- La villa de Basse-Wavre (fig. 58) est une exception. On n'y rencontre pas moins de trois *praefurnia* débouchant à ciel ouvert. Ces foyers étaient probablement, comme nous l'avons écrit plus haut, protégés par des appentis en bois.
- A Haccourt (fig. 57), le plan de la chambre de chauffe des bains D (3<sup>e</sup> période) nous montre, dessiné en gris, son état primitif avec emplacement de deux trous de pieux pour appentis, avant la construction de la structure fermée 21.

TYPE 6

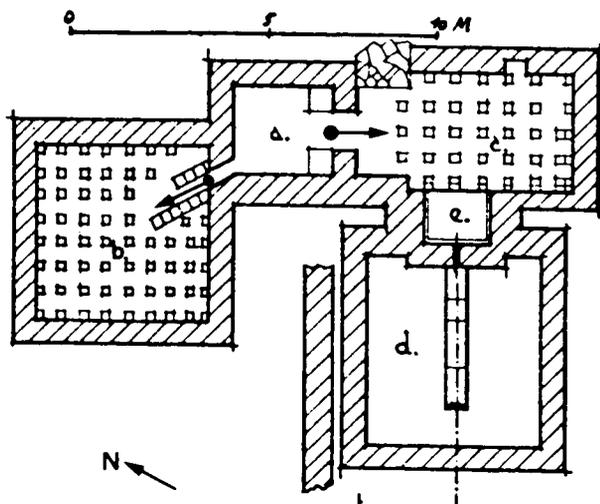


Fig. 59 : Boussu-lez-Walcourt\* (B)

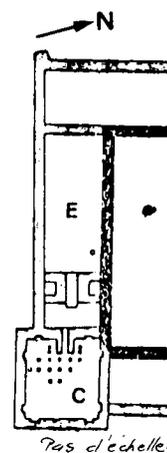


Fig. 60 : Vesqueville\* (B)

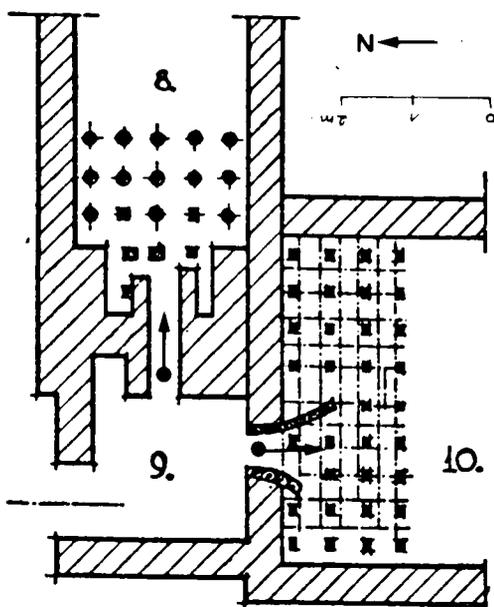


Fig. 61 : Anlier\* (B)

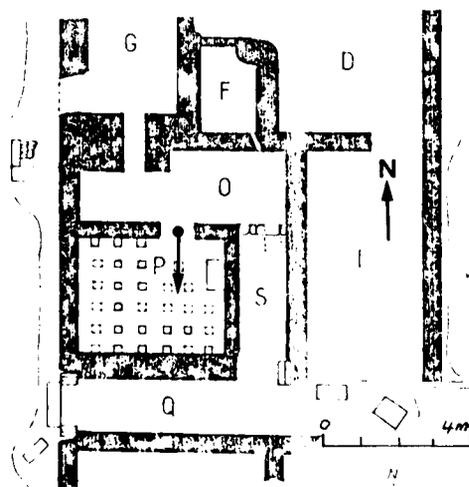


Fig. 62 : Colmier-le-Bas\* (F)

*Autres exemples* : Ronchinne\* (B), Erneuville\* (B), Froyennes\* (B), Villards-d'Héria\* (F), Pannessières\* (F), St-Ulrich\* (F), Sotzweiler\* (D), Brötzingen\* (D), Fontaine-Valmont\* (B), Hamois\* (B), ...

*Remarques*

- Il faut signaler à propos de la villa de Vesqueville (fig. 60) que les chambres de chauffe desservaient à la fois les bains et une pièce d'habitation (foyer extérieur pour les bains et foyer intérieur pour la pièce d'habitation).
- A Anlier (fig. 61), la porte de la chambre de chauffe s'ouvre vers l'extérieur du bâtiment.

## TYPE 7

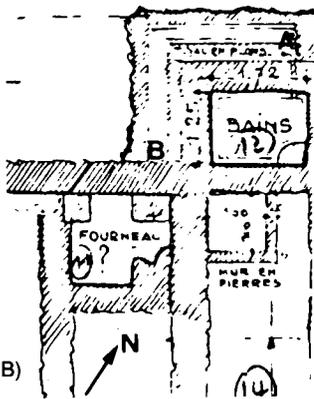


Fig. 63 : Evelette\* (B)

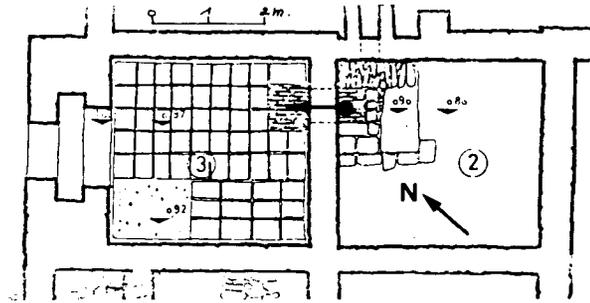


Fig. 64 : Goebingen-Nospelt\* (L)

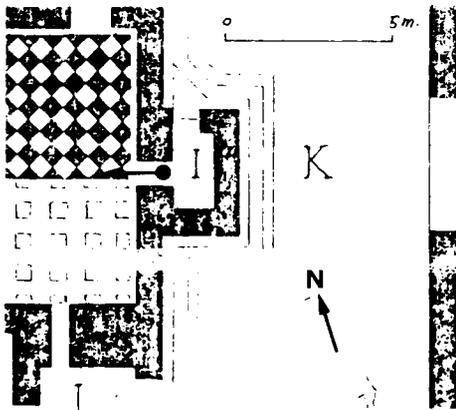


Fig. 65 : Fanum-Martis\* (F)

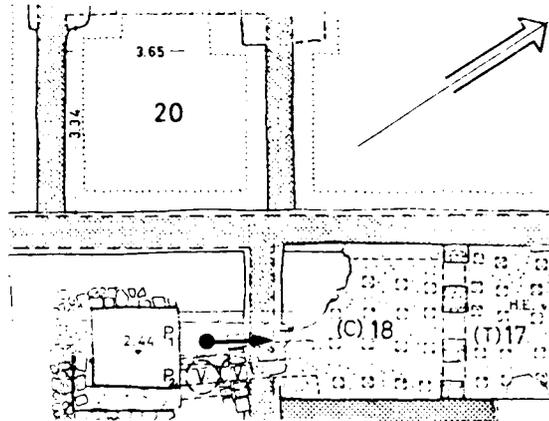


Fig. 66 : Newel\* (D)

*Autres exemples* : St-Ulrich\* (F), Paris\* (F), Sotzweiler\* (D), Irrel\* (D), Sarreinsming\* (F).

### Remarques

- Il est difficile de déterminer dans quelles mesures ces petites chambres de chauffe formaient des structures réellement fermées. Quoiqu'il en soit, sur les plans des rapports de fouilles, ce type se distingue nettement de celui des foyers débouchant à l'intérieur de l'habitation et sans chambre de chauffe (type 8).
- Fanum Martis est ici une exception car il s'agit de petits thermes. Dans ce cas, nous croyons que le foyer était certainement isolé dans une structure fermée car les baigneurs devaient nécessairement passer par la grande salle dans laquelle il se trouve. Il aurait été, en effet, malencontreux de mettre les baigneurs en contact avec les poussières et les résidus de combustion que l'on trouve habituellement dans de tels endroits.

## TYPE 8

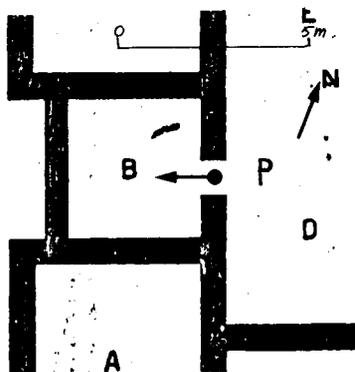


Fig. 67 : Bourcy\* (B)

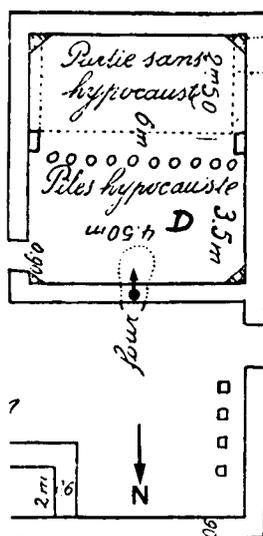


Fig. 68 : Boulaide\* (B)

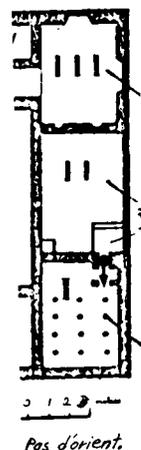


Fig. 69 : Modave\* (B)

*Autres exemples* : Newel\* (D), Weitersbach\* (D), Waiblingen\* (D), Sotzweiler\* (D), Wiesdorf\* (D), Altstatt\* (D), Petit-Failly\* (F), etc...

### Remarque

Dans la salle II de Modave (fig. 69), on a trouvé, devant le *praefurnium*, une fosse avec une marche. De même que dans la villa de la Marlerie à Petit-Failly\* (F).

### b. - Le chauffage domestique

A l'exception de quelques luxueuses villas, le chauffage domestique ne s'est guère rencontré dans les fouilles de la péninsule italienne. Nous n'avons trouvé que deux auteurs latins qui y font allusion. Le premier est Pline le Jeune décrivant une villa<sup>(121)</sup> : « A côté se trouve une pièce où l'on peut coucher, séparée de la précédente par un passage surélevé et traversé de conduits qui recueillent la chaleur et, en la réglant, la dirigent et la distribuent en divers endroits ». Le second est Palladius<sup>(120)</sup> : « Nous pouvons également, dans un souci de moindre dépense, placer l'appartement d'hiver au-dessus des bains, ce qui présente le double intérêt de chauffer les pièces par le sol et de faire l'économie des fondations ». A la suite de ces témoignages, nous remarquons tout d'abord que le chauffage domestique dans nos régions, comme nous l'avons écrit dans l'introduction de cet ouvrage, n'est pas à proprement parlé une invention indigène. L'innovation a consisté à adapter l'hypocauste prévu pour le chauffage des bains au chauffage des pièces de séjour. Il est d'ailleurs intéressant de constater que le chauffage domestique dont parlent Pline et Palladius n'est qu'un « détournement » du chauffage des bains et non un chauffage indépendant. Ce qui semble confirmer que ce dernier système devait être très rare en Italie. Cependant, même dans nos régions, le chauffage domestique est plus rare que le chauffage des bains. Sur les 250 sites, dont nous avons étudié les rapports de fouilles, 32 seulement nous ont permis de tenter un classement comme pour les chambres de chauffe des bains. On peut les rattacher d'ailleurs aux mêmes types. Que remarque-t-on ?

- 1) On pourrait croire, à première vue, que les chambres de chauffe du chauffage domestique sont plus petites que celles des bains car elles nécessitent un appareillage moins sophistiqué. Il n'en est rien : on y retrouve autant de grandes chambres de chauffe que de petites. Nous pensons que cela pouvait dépendre, entre autres, de l'importance et du nombre de pièces à chauffer simultanément.
- 2) Ce sont les types 6, 7 et 8 (à l'intérieur de l'habitat) (total : 78%) qui sont les plus nombreux. Cela n'est pas étonnant si l'on se rappelle que les bains avaient une nette tendance à s'installer à la périphérie de l'habitat. Le chauffage domestique, par contre, pouvait se rencontrer à n'importe quel endroit de l'habitation, tout au moins dans celles de plan relativement complexe. Dans les villas de plan simple, à galerie-façade par exemple, on pouvait trouver des pièces chauffées à la périphérie comme pour les bains<sup>(122)</sup>.
- (3) La relative simplicité de l'installation du foyer pour chauffage domestique explique que l'on ait retrouvé également de nombreux exemples du type 8 (37%). Les foyers pour chauffage domestique sans chambre de chauffe se réduisaient souvent à une simple ouverture dans la base du mur de la pièce à chauffer avec, quelquefois, devant le foyer, une aire de dalles en terre cuite ou une simple fosse (parfois avec escalier).

### Quelques exemples

#### TYPE 1 et 2

Nous n'avons retrouvé aucun exemple de ces types.

#### TYPE 3

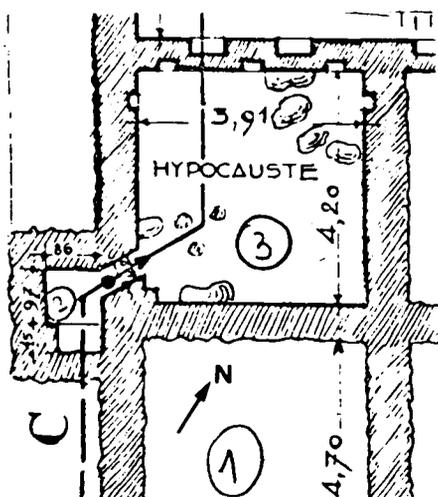


Fig. 70 : Evelette (B)

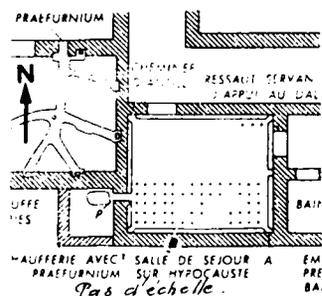


Fig. 71 : Weisterback (D)

**TYPE 4**

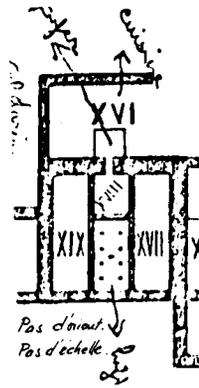


Fig. 72 : Modave\* (B)



Fig. 73 : Villers-le-Bouillet\* (B)

**TYPE 5**

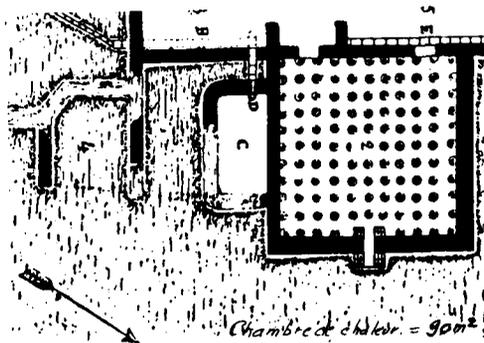


Fig. 74 : Basse-Wavre\* (B)

**TYPE 6**

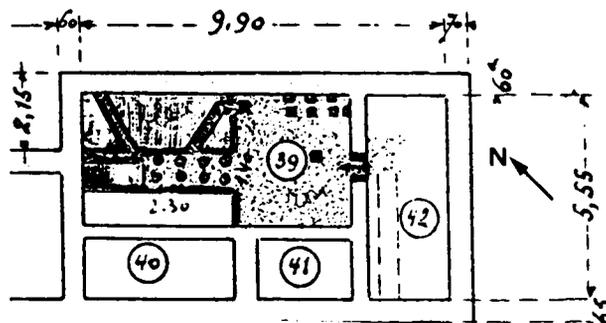


Fig. 75 : Mettet\* (B)

*Autres exemples* : Haccourt\* (B), Basse-Wavre\* (B), Ronchinne\* (B), Vesqueville\* (B), Konz\* (D), Maubeuge\* (F).

## TYPE 7

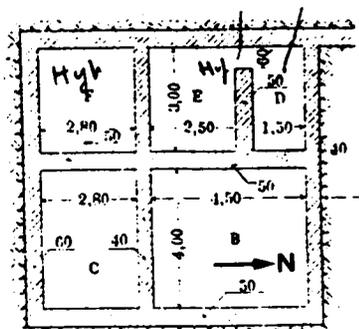


Fig. 76 : Genimont\* (B)

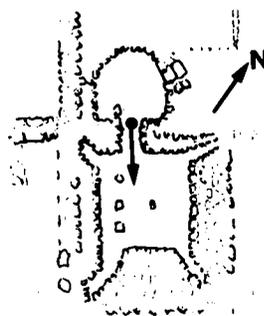


Fig. 77 : Grand\* (F)

*Autre exemple* : Gerpennes\* (B)

## TYPE 8

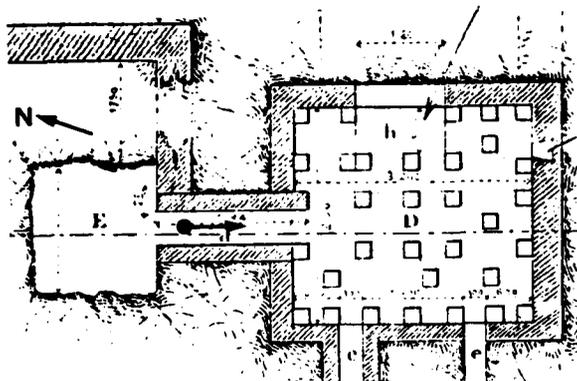


Fig. 78 : Chastres-lez-Walcourt\* (B)

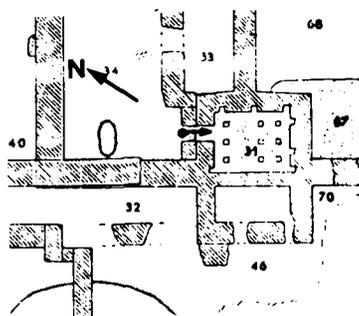


Fig. 79 : Guiry-Gadancourt\* (F)

*Autres exemples* : Basse-Wavre\* (B), Anlier\* (B), Berthelming\* (D), Sarre-Union\* (F), Altstadt\* (B), Weitersbach\* (D), Goeblingen-Nospelt\* (L), Thallichtenberg\* (D), Sotzweiler\* (D).

### c. - Sols, murs et couvertures

En ce qui concerne les chambres de chauffe, on a peu de renseignements à propos de leurs couvertures. A Pompéi, les foyers débouchent le plus souvent dans la cuisine ou dans une pièce annexe et non à la périphérie de l'habitat, ce qui ne nous aide guère. Les grands manuels ou dictionnaires de l'Antiquité sont laconiques ou confus : H. Thédenat<sup>(123)</sup>, se basant toujours sur l'exemple de Bade, entretient la confusion ; en parlant du fourneau, *prae-furnium*, *propnigeum*, il écrit qu'« il était recouvert de tuiles... ». Cela ne rend pas les choses plus simples car, s'il s'agit du *prae-furnium*, il était en effet souvent voûté mais nous ne savons s'il était souvent recouvert de tuiles : les exemples conservés sont trop rares. Si, au contraire, il s'agit du *propnigeum*, il était souvent couvert de tuiles mais

rarement voûté. R. De Maeyer<sup>(124)</sup> « n'ose pas supposer » que les chambres de chauffe étaient couvertes car, écrit-il, la chaleur eut été insupportable pour les chauffeurs d'autant plus que la plupart des chambres de chauffe n'avaient pas plus de 2 m<sup>2</sup>. Par les nouvelles découvertes, nous savons maintenant qu'il n'en est rien parce que les chambres de chauffe étaient souvent plus grandes. De plus, vu les dimensions des foyers dans l'habitat privé, la chaleur ne devait pas être supérieure à celle dégagée par nos feux ouverts contemporains et donc parfaitement supportables dans un local fermé<sup>(125)</sup>.

Il nous reste donc à interroger le sol, mais ce dernier, et pour cause, nous livre rarement des renseignements précis quant aux couvertures. Il existe cependant quelques vestiges de chambres de chauffe voûtées dans les grands thermes (le plus souvent des couloirs de service)<sup>(126)</sup>. Ces couloirs étaient voûtés parce qu'ils étaient à moitié enterrés et que leur couverture servait souvent de terrasse.

Abandonnons les grands thermes car, sans commune mesure avec l'habitat privé, ils ne nous sont pas d'une grande utilité pour l'étude des couvertures des chambres de chauffe de nos villas. L'abbé Balter<sup>(127)</sup> invente une voûte à ce qu'il appelle le *praefurnium* (et qui est manifestement la chambre de chauffe) (voir p. 33, fig. 21). D'après son raisonnement, cela est tout à fait logique puisque c'est dans la chambre de chauffe que, selon lui, on fait le feu. Cette voûte vient à point car elle évite les déperditions de chaleur et les dangers d'incendie. L'abbé Balter, pour la reconstitution de son *praefurnium*, se base sur les résultats de ses fouilles à Anlier\* (B) : « La voûte a dû être faite de longues pierres schisteuses car nous en avons trouvé de grandes quantités dans les décombres ». Il nous semble peu probable qu'il y ait eu une voûte à Anlier. Ces « longues pierres schisteuses » ne sont-elles pas simplement celles des murs effondrés ? De plus, ces murs, en cas de voûte, ne devaient-ils pas être renforcés par des contreforts ou élargis ? Lorsqu'on examine le plan du rapport de fouilles, cela ne semble pas être le cas. L'abbé Balter est le seul, parmi ceux dont nous avons consulté les travaux<sup>(128)</sup>, qui suppose une voûte au-dessus de la chambre de chauffe dans l'habitat privé. La plupart des auteurs, par ailleurs, supposent une couverture légère en tuiles ou en ardoises<sup>(129)</sup> ou négligent d'en parler. En résumé<sup>(130)</sup>, lorsqu'il n'y a pas de vestiges de chambre de chauffe, ni de substructions en dur, on peut supposer l'existence d'un appentis en bois, par exemple, avec couverture légère (type 5). Lorsqu'il y a des substructions en dur, rien ne nous empêche d'imaginer une couverture du même type que celle de l'ensemble de l'habitat (tuiles ou ardoises) (fig. 80). Cependant lorsque les substructions en dur présentent une épaisseur anormale, c.-à-d. supérieure à celle des murs de l'habitat en général, alors dans ce cas seulement on peut imaginer que la chambre de chauffe était couverte par une voûte, comme par exemple à la villa de Graux (fig. 81). Dans ce cas, les murs

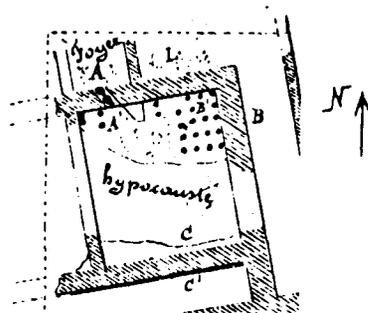


Fig. 80 : Liège\* - Place Saint-Lambert, 1907 (B).

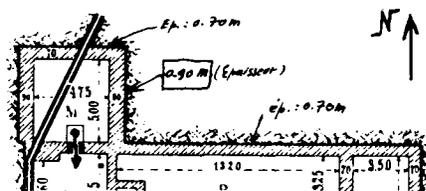


Fig. 81 : Graux\* (B)

de la chambre de chauffe mesurent 90, 90 et 70 cm d'épaisseur. Les murs des bâtiments adjacents ne mesurent que 70 cm d'épaisseur. Peut-on supposer qu'il y a eu une voûte dans ce cas ? Dans l'affirmative, elle aurait été construite en berceau et serait retombée sur les murs est et ouest de la chambre de chauffe. On pourrait également supposer que les murs de cette chambre de chauffe construite complètement en saillie étaient plus épais parce qu'exposés au nord. Mais alors pourquoi, dans ce cas, les autres murs exposés au nord n'avaient-ils que 70 cm d'épaisseur ? Nous laissons cette question en suspens, d'autant plus que le rapport de fouilles ne nous apprend rien à ce sujet. A Liège\*, dans

l'hypocauste découvert en 1907, les murs de la chambre de chaleur mesurent 95 cm d'épaisseur ( $\pm 3$  pieds) et le mur de la chambre de chauffe (entre A et L) mesure 35 cm d'épaisseur ( $\pm 1$  pied) (fig. 80). A remarquer également le peu de profondeur des fondements de ce mur : il ne devait pas soutenir une toiture bien lourde.

Les murs des chambres de chauffe sont le plus souvent de construction fruste ; ils sont très rarement recouverts d'enduit ou de béton. Nous n'en n'avons, pour notre part, retrouvé aucun exemple.

En résumé, la chambre de chauffe, par rapport à l'ensemble de l'habitat, n'était pas considérée comme une pièce importante mais plutôt comme une annexe et était, à ce titre, souvent construite à la périphérie de la villa ou dans des endroits « retirés ». Elle était souvent construite en appareil grossier (nous l'avons vu) et le sol, dans la majorité des cas, était en *terre battue* sans revêtement. Il existe cependant des exceptions :

Lieu	•	Sol
Modave* (B)	1	Tuiles à rebords posées à plat
Warfée* (B)	5	{ Béton (chaux + sable + gravier + terre cuite concassée).
Anlier* (B)	8	
Anthée* (B)	80	« Aire de tuiles et de pierres concassées »
Jemelle* (B)	—	Pavé de grosses pierres (+ mortier de chaux)
Rognée* (B)	20	« Gros carreaux de terre cuite »
Anlier* (B)	2	Dallage { Tégulae à bords rabattus (24 x 32 x 2,5) Briques rectangulaires

- Repérage de la situation de la chambre de chauffe sur le plan de la publication originale (voir bibliographie en fin de volume).

#### Remarque

Nous avons vu, page 35, que dans certaines chambres de chauffe des grands thermes, on avait prévu une évacuation des cendres par courant d'eau (fig. 25 et 28). Intéressé par ce détail ingénieux, notre attention fut éveillée par des analogies assez frappantes existant entre ce que nous savions de cette technique et ce que nous pouvions voir sur certains plans de rapports de fouilles. Nous nous sommes dès lors demandé si dans certaines villas on n'avait pas utilisé le même système en se servant, par exemple, soit du « trop plein » de l'aqueduc amenant l'eau aux chaudières de bain, soit du canal d'évacuation des eaux usées de ces mêmes bains.

Pendant la 1<sup>re</sup> campagne de fouilles en 1977, place St-Lambert à Liège\*, notre attention avait déjà été attirée par un détail de construction de la chambre de chauffe que l'on venait de découvrir<sup>(131)</sup>. Dans le mur occidental de cette chambre, au bas du mur et à la limite de ses fondations, se trouvait une ouverture laissant le passage à un chenal (fig. 82). Ce dernier qui semble bien avoir été un aqueduc, descendait en effet du nord (colline du Publémont) vers le sud en pente douce. Si l'on sait qu'à plus ou moins cinquante mètres au nord de la villa romaine passait la Légia, petite rivière affluent de la Meuse, il est légitime de supposer que ce canal amenait l'eau de la Légia à la villa et plus particulièrement à un des *praefurnia* des installations de bains vers lequel d'ailleurs il se dirige. Ensuite, le chenal passe dans la chambre de chauffe à proximité du foyer, amorce un brusque virage vers le sud-ouest et passe sous le mur ouest de la chambre de chauffe. Cet aqueduc amenait vraisemblablement l'eau froide nécessaire au fonctionnement des chaudières. On peut également supposer que le surplus d'eau passant dans le canal et s'écoulant vers le sud-ouest emportait avec lui les déchets de combustion du foyer.

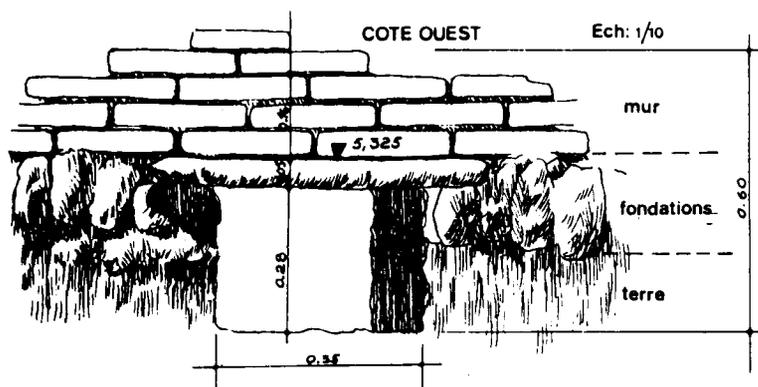


Fig. 82 : Liège\* - Place Saint-Lambert (1977) (B).

On a retrouvé également l'amorce du canal de vidange d'une baignoire froide qui prend son départ en direction du nord-est à plus ou moins dix mètres du praefurnium. Ce canal rejoignait-il le premier dont nous avons parlé ci-dessus ou allait-il dans une autre direction ? Cela est pour l'instant impossible à préciser d'autant plus que les dénivellations sont difficiles à calculer à cause des faibles différences d'altitudes entre ces différents points et l'état de dégradation des structures<sup>(132)</sup>.

Un autre élément qui vient renforcer notre supposition est la comparaison que l'on ne peut manquer de faire entre cette installation et celle de la villa de Graux\* (B). En effet, le canal de décharge<sup>(133)</sup> de la baignoire R (fig. 83) s'amorce vers le nord-ouest ; ensuite, il suit le mur ouest du local N (*caldarium*) dans lequel il est imbriqué, et se dirige vers le nord ; enfin, il débouche obliquement dans le coin sud-ouest de la chambre de chauffe qu'il traverse en diagonale, passant près de l'embouchure du foyer. Pourquoi ce canal passerait-il au milieu de la chambre de chauffe, en posant des problèmes de construction et d'encombrement, si on ne lui avait donné une destination supplémentaire c.-à-d., comme nous le supposons, l'évacuation de déchets de combustion ? Il eut été plus facile, dans le cas contraire, de le faire sortir des bâtiments au niveau R et de lui faire contourner ces derniers. Ajoutons que dans ce cas, contrairement à ce que nous trouvons place St-Lambert, il s'agit d'une décharge et non d'un aqueduc ce qui rend encore plus vraisemblable sa fonction supposée d'évacuation des déchets du foyer.

Citons à présent *quelques exemples supplémentaires* qui pourraient étayer cette thèse :

A Anthée\* (B),

dans le couloir 81, passe un canal formé de deux murets (côtés) et de tuiles posées à plat (fond). Ce canal a 30 cm de largeur. Notons que ce dernier, qui sert de décharge pour les eaux usées des salles 78 et 79, longe la chambre de chauffe (voir fig. 42, p. 43).

A Evelette\* (B),

le parcours du canal de décharge est encore plus intéressant dans ce cas (voir fig. 63, p. 49). Ce canal devrait s'amorcer au point A (vidange du bain 12) et couler vers le nord-est, direction qui correspond au sens du courant. Pourquoi, dès lors, contourne-t-il le bâtiment des bains vers le sud-ouest, ensuite vers le sud-est) pour aboutir au mur extérieur de la chambre

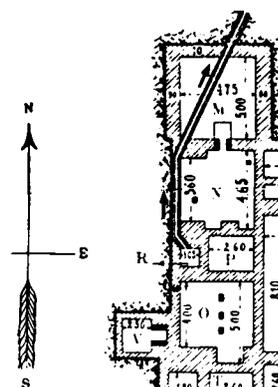


Fig. 83 : Graux\* (B)

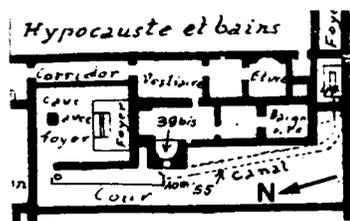


Fig. 84 : Jemelle\* (B)

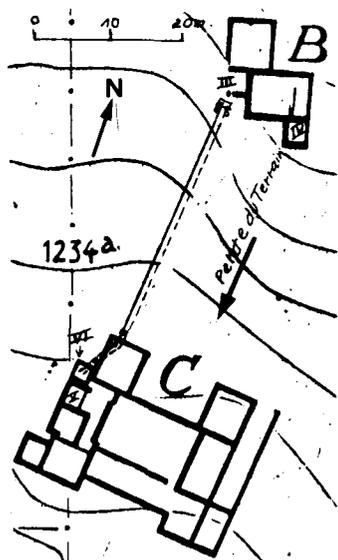


Fig. 85 : Mont-lez-Houffalize\* (B)

de chauffe en B, s'il n'avait servi également à l'usage que nous lui supposons ? Le rapport de fouilles ne dit pas s'il traversait le mur, mais nous pouvons imaginer l'existence d'une porte à cet endroit qui mettait la chambre de chauffe en communication avec l'arrière du bâtiment.

A Jemelle\* (B),

la baignoire chaude 39 bis déversait ses eaux dans le canal 55 qui, contournant les bâtiments des bains, obliquait brusquement vers l'est pour aboutir à la pièce 47 qui était contiguë au foyer. Le simple bon sens, dans ce cas, nous permet de supposer que ce canal de décharge continuait sa course vers l'est en traversant la chambre de chauffe.

A Mettet\* (B),

un canal (aqueduc), traversant la salle 44, aboutissait directement au foyer de la chambre de chauffe 42 (évacuation ou adduction ?) (voir fig. 75 p. 52).

A Mont-lez-Houffalize\* (B) (fig. 85),

la pièce VI (profonde) qui servait de bassin de vidange pour le bain V (bâtiment C) contenait un dépôt de 10 cm d'épaisseur constitué de granules de terre cuite, d'argile sableuse et de cendres. Or, aboutissait également dans ce bassin un canal de décharge venant directement, non du bain IV comme on pourrait le supposer à priori, mais de la chambre de chauffe III du bâtiment B.

A Aiseau\* (B),

les bains sont isolés de la villa. Laissons ici la parole au fouilleur : « A deux mètres du foyer de la chaufferie E, sortait de terre un canal formé d'*imbrex* mis l'une contre l'autre et les joints recouverts encore de deux autres *imbrex*... » (adduction d'eau fraîche pour les chaudières ou vidange des eaux sales ?)(134)

Autres rapports de fouilles à consulter :

Corseul\* (F), Famars\* (F), Pompey\* (F).

(87) VITRUVÉ, V, 11 ; PLINÉ, *Epist.*, II, 17, 11.

(88) On emploie aussi les mots *fornax* ou *hypocaustis* (voir chapitre consacré aux foyers et aux canaux de chauffe, p.61).

(89) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 346 ; E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, *ibidem*, t. I, (1877), p. 655.

(90) H. THEDENAT, *idem, ibidem*, t. III, (1900), p. 346, fig. 3938 et 3939.

(91) Campagne de fouilles organisée par le Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège (CIRA) sous la direction de Mademoiselle H. Danthine, sur le site de l'ancienne cathédrale St-Lambert. Le site comporte notamment une station néolithique omalienne, un site d'habitat gallo-romain et plusieurs niveaux d'occupation médiévale dont les fondements de la cathédrale St-Lambert détruite à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle.

Bibliographie :

- H. DANTHINE, *La Cathédrale St-Lambert à Liège. Les Fouilles récentes*, Liège, 1980.

- H. DANTHINE, M. OTTE, *Rapport préliminaire sur les Fouilles de l'Université, Place St-Lambert à Liège*, dans, *le vieux Liège*, n° 210-211, t IX, juil.-déc. 1980.

- M. OTTE, J.-M. DEGBOMONT, *Les fouilles de la Place St Lambert en 1982*, dans, *le vieux Liège*, n° 221-222, t. X, 1983.

- M. OTTE (édit.), *Les Fouilles de la Place St-Lambert à Liège. Vol. I : la Zone orientale*, dans, E.R.A.U.L., n° 18, 1984.

- *Les Fouilles de la Place St-Lambert, Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques (C.I.R.A.)*, Liège, 1983.

(92) Général MORIN, *Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les Romains pour les thermes à air chaud*, dans *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France*, première série, t. VIII, Paris, (1874), p. 351.

(93) V. BALTER, *Le fonctionnement des Hypocaustes*, dans *AIA Lux*, t. LXII, (1931), pp. 170, 179-180.

- (94) R. DE MAEYER (1937), p. 172 : « De ruimte voor het stookkanaal, aan de buitenzijde van het hypocaustumvertrek werd als stookplaats of praefurnium ingericht... In de meeste gevallen is de stookplaats op den plattegrond van het gebouw afgeteekend als een kleine ommuurde ruimte... ».
- (95) R. DE MAEYER, *ibidem*, fig. 54, p. 171.
- (96) R. J. FORBES, *Studies in Ancient Technology*, vol. VI, Leiden, 1958.
- (97) E. BRÖDNER, *Untersuchungen an den Heizungsanlagen der römischen Thermen in Nordafrika*, dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), p. 109.
- (98) Voir Index Bibliographique des sites fouillés (= Gerpennes\* (B))
- (99) F. KRETZCHMER, *Hypokausten* ; voir plus loin le chapitre consacré au fonctionnement (II<sup>e</sup> partie).
- (100) J. DELORME, *Etude architecturale sur Vitruve, V, II, 2*, dans *Bulletin de Correspondance Hellénique*, LXXIII, (1949), I, pp. 398-420.
- (101) Les thermes de Stabies à Pompéi sont intéressants à ce point de vue. La cour de service (chaufferie) se trouve dans un bon état de conservation et nous permet de nous rendre compte de l'importance d'une telle installation. Voir fig. 14, p. 22.
- (102) F. KRETZSCHMER, *Aula Palatina*, p. 208.
- (103) *Aula Palatina de Trèves*, basilique romaine construite au début du IV<sup>e</sup> siècle, chauffée par hypocauste et actuellement temple protestant. Fouillée en 1936-38 par H. KOETHE (H. KOETHE, *Trier. Zeit.*, XII, (1937), p. 151 ss ; *ibidem*, XIII, (1938), p. 239 ss.
- (104) Ou 128 Ztr : unité de poids exprimée en allemand (1 Ztr = 1 Zeutner = 50 kg).
- (105) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai, Th.* : voir plan hors-texte en fin de volume.
- (106) Lambèse : (Lambaesis), ville de garnison et camp fortifié de la III<sup>e</sup> légion Augusta en Algérie. Thermes construits vers 150 après J.-C. et utilisés jusqu'à la fin du III<sup>e</sup> siècle.
- (107) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai, Th.* : Thermes de Lambèse, fig. 295, p. 213, Leptis Magna, fig. 301, p. 216 ; thermes du sud à Timgad, fig. 327 a, p. 228 ; grands thermes du nord à Timgad, fig. 337, p. 232 ; Badenweiler, fig. 355, p. 238 ; thermes de Ste-Barbe à Trèves, fig. 360, p. 243, etc...
- (108) Ce problème a été magistralement traité par KRENCKER, *Tr. Kai, Th, op. cit.* dans l'ouvrage qu'il a consacré aux grands thermes impériaux de Trèves et de l'Empire ; voir aussi à ce sujet : Ernst PFRETZSCHNER, *Die Grundrissentwicklung der Römischen Thermen*, Strasbourg, 1908.
- (109) R. DE MAEYER (1937), pp. 171-172, confond dans une même description l'appareil de chauffage des bains et celui des pièces d'habitat. Sa description, pour être assez sommaire, n'en est pas moins intéressante. Aujourd'hui, grâce aux nouvelles découvertes, elle serait insuffisante.
- (110) VITRUVÉ, V, 10, recommande de placer les chaudières dans la chambre de chauffe.
- (111) Voir note 87.
- (112) VITRUVÉ, V, II, 2.
- (113) Voir p.
- (114) J. DELORME, *op. cit.*, p. 403.
- (115) H. THEDENAT, *Pompéi, Histoire - Vie privée*, Paris, 1927, p. 102.
- (116) *La villa pompeiana della Pisanella presso Boscoreale*, dans *Reale accademia dei Lincei, Monumenti Antichi*, vol VII, (1897), col. 441-456.
- (117) Pour la description des maisons du « cithariste », de « Diomède » et de « l'empereur Joseph II », voir A. MAU, *Pompeji in Leben und Kunst*, 2<sup>e</sup> éd., Leipzig, 1908, pp. 373-375, 377-381, 363-366.
- (118) PALLADIUS (I, 39, 1) : « On en aménagera donc une (salle de bain) dans la partie de la maison où se trouvera la source de chaleur... ».
- (119) A « Verchères de Chaintry »\* (Mornay, Saône-et-Loire), nous avons trouvé un autre exemple de « cuisine où débouche un foyer chauffant les salles de bains contiguës ».
- (120) PALLADIUS, I, 39, 5.
- (121) PLINE-LE-JEUNE, *Epist.*, II, 17, 9.
- (122) Le chauffage domestique excentrique, dans ce cas, n'est pas étonnant, puisque ces villas sont construites le plus souvent autour d'une grande salle centrale que les auteurs modernes affublent des noms les plus divers comme : atrium, cuisine, grange, cour intérieure, etc... ; voir Paul VAN GANSBEKE, *Quelques types de fermes en Belgique romaine*, dans *BSBEG*, t. XXII, (1953), n<sup>o</sup> 1, p. 127.
- (123) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D.A.*, t. III, (1900), p. 346.
- (124) R. DE MAEYER, (1937), p. 172.
- (125) Nous verrons plus loin, dans le chapitre consacré au fonctionnement des hypocaustes que, une fois allumé, le feu était mis à « couvrir » et qu'il ne dégageait donc plus une très forte chaleur.
- (126) Voir chambre de chauffe des thermes de Lambèse (p. 34, fig. 23) ; voir aussi chambre de chauffe des thermes de Ste-Barbe à Trèves (p. 35, fig. 25), etc...
- (127) V. BALTER, *Le fonctionnement des hypocaustes*, dans *AIA Lux*, t. LXII, (1931), pp. 166-186.
- (128) Nous faisons allusion ici aux auteurs des rapports de fouilles et non aux dictionnaires, encyclopédies ou manuels.
- (129) A propos de l'utilisation des ardoises, voir : HIVES\* (B) ; BOURCY\* (B) ; L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XX ; V. BALTER, *op. cit.*, p. 5.
- (130) Nous ne nous préoccupons ici que des chambres de chauffe construites à la périphérie de l'habitat. Les chambres de chauffe incluses dans les bâtiments ne devaient guère différer des autres pièces, du moins en ce qui concerne les couvertures.
- (131) Voir fig. 20.

- (132) Au delà de ce mur, ce canal a été arraché par l'énorme radier médiéval qui servait de fondement à l'une des « tours de sable » de la cathédrale St-Lambert et par les fondations d'un mur plus ancien reposant directement sur les structures romaines appartenant aux bains.
- (133) Canal constitué de tuiles « faîtières » (*imbrices*). On a peut-être utilisé le même système pour la vidange du bain froid de la place St-Lambert. Le canal d'écoulement est actuellement un béton en creux dans lequel une *imbrex* pourrait facilement s'adapter.
- (134) La chambre de chauffe du grand local E de la villa de Konz\* (D), fig. 230, p. 128, mérite une mention spéciale parce qu'elle est souterraine.

# CHAPITRE II

## LE FOYER ET LE CANAL DE CHAUFFE

Le foyer (*hypocaustis*, *fornax balneariorum*<sup>(135)</sup>, *praefurnium*<sup>(136)</sup>) est le centre vital du système de chauffage par hypocauste. Dans l'introduction du 1<sup>er</sup> chapitre, consacré à la description des chambres de chauffe, nous avons mis en évidence le peu de précisions contenues dans les textes des auteurs latins et la confusion qui en a résulté (entre le foyer et la chambre de chauffe). Citons un autre exemple extrait du texte de H. Thédenat consacré aux hypocaustes<sup>(137)</sup> : « Dans une des parois du fourneau et pas toujours en face de son ouverture, prenait jour un canal destiné à conduire l'air chaud dans la chambre de chaleur ». Une portion de ce canal, nous le savons maintenant, est en fait le foyer. De plus : « le sol de ce canal était formé de briques posées verticalement, profondément striées, avec les joints soigneusement recouverts de terre glaise ». Pourquoi aurait-on pris tant de précautions dans la construction de ce canal (briques posées sur champ) si celui-ci n'avait servi qu'à véhiculer de l'air chaud ?

Le foyer et le canal de chauffe ne forment qu'un seul et même appareil, bien que le foyer ait varié considérablement en dimensions et en matériaux selon l'endroit où il se trouvait et sa destination. Sa conception et sa forme de base a toujours été la même et a très peu varié au cours des différentes phases de son histoire. Une fois de plus, nous devons ici, pour être clair, distinguer le foyer des bains de celui du chauffage domestique. Si la conception initiale est la même, les deux systèmes, cependant, diffèrent notablement dans les phases finales de leurs agencements respectifs. Ils acquièrent un aspect différent parce qu'ils n'ont pas tout à fait la même fonction. La planche IV nous montre, en perspective, un foyer pour chauffage domestique du type le plus courant. Par contre, la planche III nous montre un exemple de foyer pour chauffage de bains également d'un type courant. Ces dessins montrent comment le système « primitif » (couloir voûté) s'est transformé en chauffage pour bains par adduction de chaudière(s) et aménagement d'un support pour baignoire.

### 1. LE FOYER POUR CHAUFFAGE DOMESTIQUE (= FCD)<sup>(138)</sup>

Le foyer est un simple couloir, souvent voûté, qui prend jour dans la chambre de chauffe ou à l'air libre, traverse le mur de la chambre de chaleur et aboutit dans cette dernière. Le FCD fonctionne sans grille, le bois y est entassé simplement comme dans nos âtres actuels (Nous verrons plus loin, dans la deuxième partie, quelles sont les conséquences de l'emploi de cette technique). Le canal de chauffe est le prolongement de ce couloir dans la chambre de chaleur. Ce système est appelé par F. Kretschmer<sup>(139)</sup> système à foyer intérieur (*Inneres praefurnium*) (pl. II et IV) par opposition au foyer pour chauffage des bains qu'il appelle système à foyer extérieur (*Äusseres Praefurnium*) (pl. I et III). Intérieur et extérieur par rapport, bien sûr, à la chambre de chaleur. L'expression de F.K. peut induire en erreur car, en réalité, rares sont les FCD qui se trouvent à l'intérieur de la chambre de chaleur. La plupart des FCD voient leur feu attisé dans l'épaisseur même du mur de la chambre de chaleur et quelque fois même à l'extérieur comme pour le chauffage des bains<sup>(140)</sup>.

a. - Plans

Voyons tout d'abord, à travers l'étude des plans contenus dans les rapports de fouilles, quels sont les *différents types* de FCD (implantations par rapport au mur de la chambre de chaleur).

*Pour le chauffage domestique, on rencontre essentiellement quatre types de foyers (fig. 86) :*

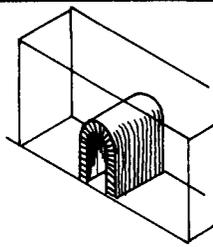
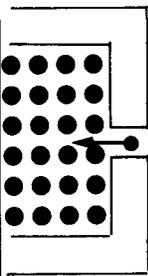
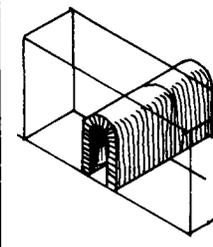
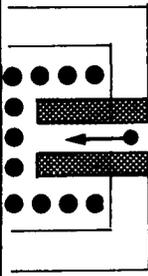
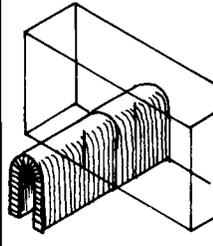
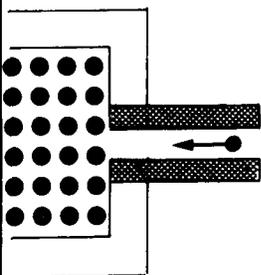
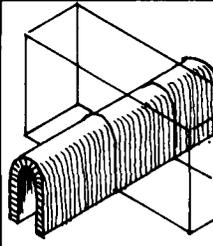
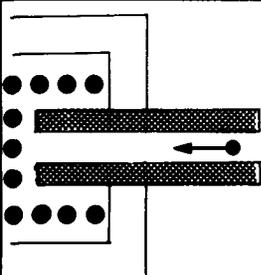
Type	Perspective	Plan	Définition	61 Foyers = 100%
I			Le feu est attisé dans le mur de la chambre de chaleur (pas de canal de chauffe)	57.3%
II			Foyer dans le mur de la chambre de chaleur avec canal de chauffe intérieur.	27.8%
III			Foyer extérieur sans canal de chauffe intérieur.	4.9%
IV			Foyer à l'extérieur de la chambre de chaleur + canal de chauffe intérieur.	8.1%

Fig. 86

Dans le tableau ci-dessus, les types I et II sont les plus nombreux. Cela est parfaitement logique si l'on admet qu'un foyer extérieur engendre une grosse perte de chaleur et qu'il n'a donc aucune raison d'être s'il ne sert pas à un autre usage comme, par exemple, le chauffage des chaudières dans les bains ou, comme c'est souvent le cas pour les FCD du type III, lorsque la chambre de chauffe de l'hypocauste est éloignée de celui-ci (voir pages suivantes).

## TYPE I

Le foyer est ici une simple ouverture dans le mur de la chambre de chaleur.

Exemples :

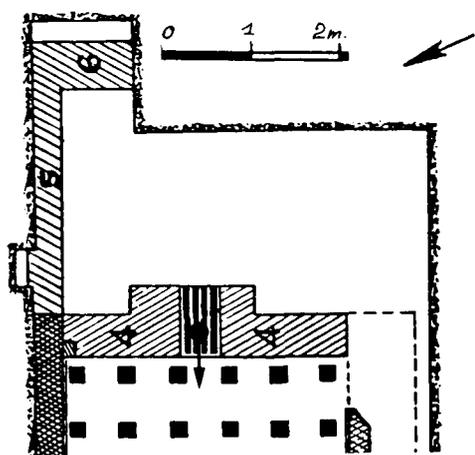


Fig. 87 : Bavai\* (F)

Fig. 88 : Paris\* (Parvis Notre-Dame) (F)

*Autres exemples :* Haccourt\* (B), salle 53 ; Evelette\* (B) ; Genimont\* (B) ; Mettet\* (B), salle 39 ; Ronchinne\* (B), salle 27, salle 5, foyer B ; Aiseau\* (B), salle N ; Fontaine-Valmont\* (B), Hotellerie ; Gerpennes\* (B), salles V et Z ; Anlier\* (B), salle 2 ; Boulaide\* (B), salle D ; Bourcy\* (B), salle B ; Hives\* (B) avec aire intérieur, ce qui est rare pour le type I ; Mont-lez-Houffalize\* (B) ; Modave\* (B), salle XVI ; Colmier-le-Bas\* (F), Guiry-Gadancourt\* (F) ; Grand\* (F) ; Gunstett\* (F) ; Pannessières\* (F) ; Paris\* (F) (Parvis Notre-Dame) ; St-Ulrich\* (F), villa n° 6 ; Goeblingen-Nospelt\* (L) ; Saalburg\* (D), pl. VIII, GI, H, W. ; Altstatt\* (D), planche II, fig. 7 ; Irrel\* (D) ; Thalichtenberg\* (D) ; Konz\* (D) ; Weitersbach\* (D) ; Waiblingen\* (D) ; Sarreinsming\* (F), Portbail\* (F), etc...

## TYPE II

Le foyer est dans le mur de la chambre de chaleur et se prolonge dans l'hypocauste par un canal de chauffe qui peut avoir un ou deux murets.

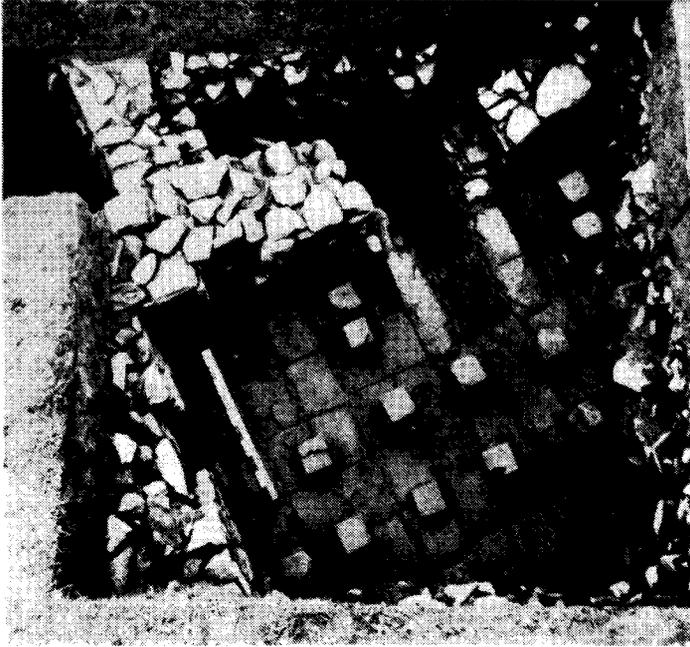


Fig. 89 : Vesqueville\* (B)

*Exemples*

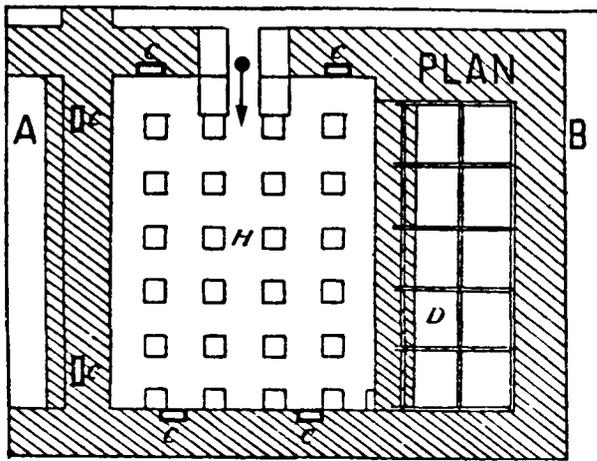


Fig. 90 : Vellereille-le-Brayeux\* (B)

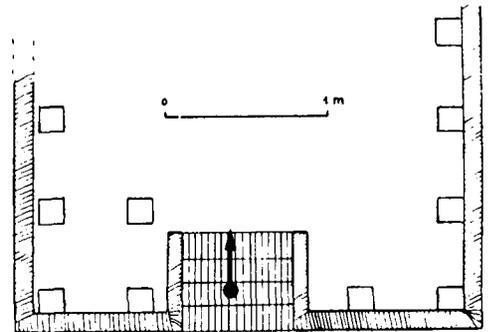


Fig. 91 : Sarrebourg\* (F)

*Autres exemples* : Haccourt\* (B), salles 18, 22, 24 ; Modave\* (B), salle 1 ; Villers-le-Bouillet\* (B), salle 5 ; Jodoigne\* (B) ; Aiseau\* (B), salle 1 ; Boussu-lez-Walcourt\* (B), salle b ; Vesqueville\* (B), salle C ; Berthelming\* (F) ; Saalburg\* (D) ; Sotzweiler\* (D) ; Trèves\* (D) (Oelewiger Str.) ; Maubeuge\* (F), etc...

*Remarque*

A Anlier\* (B), on a découvert un FCD de type II dont les murets intérieurs s'évasent (voir fig. 97).

### TYPE III

Le foyer est extérieur et il n'y a pas de canal de chauffe intérieur.

Exemples :

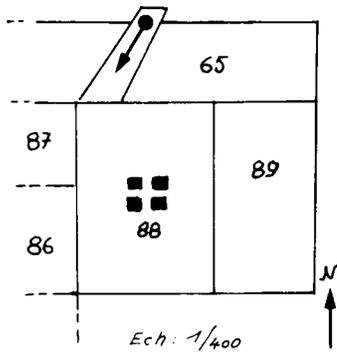


Fig. 92 : Anthée\* (B)

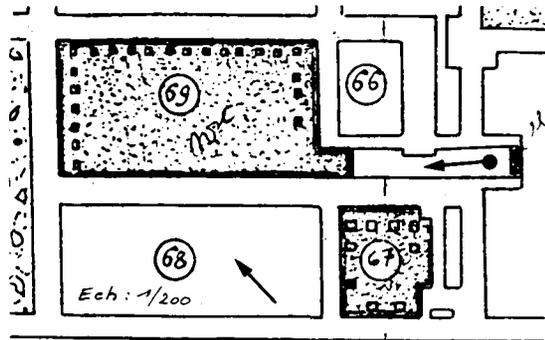


Fig. 93 : Mettet\* (B)

*Autres exemples* : Chastrez-lez-Walcourt\* (B) ; Ronchinne\* (B), salle 14 chauffée par la chambre de chauffe 20 ; Anderlecht\* (B), salle 88 ; Newel\* (D) ; Lyon\* (F), etc...

Remarque

A la villa de Mettet, le foyer de la salle 69 débouchait probablement dans une cour intérieure. Le canal de chauffe était exceptionnellement long parce qu'il devait longer les salles 66 et 67 avant d'entrer dans l'hypocauste 69. A noter que la salle 67 est également chauffée par le même foyer (fig. 93).

### TYPE IV

Le foyer extérieur se prolonge par un canal de chauffe intérieur. Ce type est très proche de celui des bains.

Exemples :

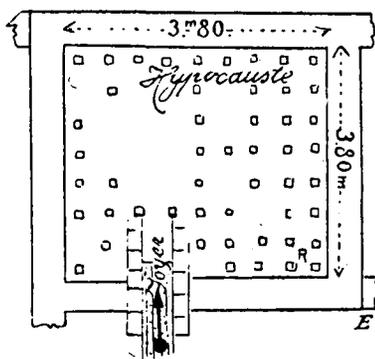


Fig. 94 : Rulles\* (B)

*Autre exemple :* Basse-Wavre\* (B) (Il est à remarquer qu'à Basse-Wavre, la plupart des foyers sont de ce type).

## CAS PARTICULIERS

- 1) Lorsqu'il s'agit de foyer avec canal de chauffe intérieur (type II, plus rarement type IV), il arrive parfois qu'un des deux murets du canal de chauffe n'existe pas (ex. : Liège\* (1907) (fig. 95) ; Sarre-Union\* (F).
- 2) Il arrive également que les foyers et leur canal de chauffe ne pénètrent pas toujours perpendiculairement dans la chambre de chaleur. Certains sont construits en oblique par rapport au mur comme le montre la figure 95,

*Autres exemples :* Liège\* (B), Anthée\* (B), Evelette\* (B), Boussu-lez-Walcourt\* (B), Villers-le-Bouillet\* (B), etc...

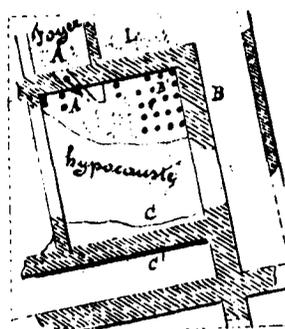


Fig. 95 : Liège\*, Place St-Lambert, (1907) (B)

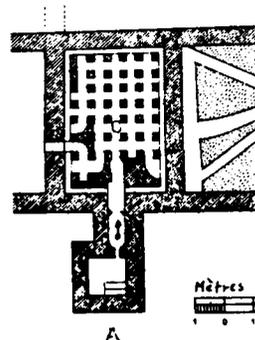


Fig. 96 : Saalburg\* (D).

- 3) A Saalburg\* (F) (fig. 96),  
on a retrouvé dans une maison particulière et en excellent état de conservation, un hypocauste qui possédait, entre autres particularités, une bouche de foyer en fer forgé. Autre détail intéressant : le foyer et le canal de chauffe (type IV) comportaient deux étranglements qui divisaient la longueur du canal en deux compartiments « elliptiques ». L'un d'eux se trouvait en dehors du bâtiment et était recouvert par des pierres de basalte et de la terre.
- 4) A Gerpennes\* (B),  
on trouve une chambre de chauffe et un foyer de type III, avec un canal de chauffe secondaire qui est construit perpendiculairement au premier et qui alimente en chaleur une pièce de bains située vers le sud.
- 5) A Tourinnes-Saint-Lambert\* (B),  
et à Anlier (B), les foyers sont en forme de trapèze (étranglement) (fig. 97, p. 67).
- 6) A Anlier\* (B),  
dans le foyer de la chambre de chaleur 10, les murets du canal de chauffe s'évasent (fig. 97).

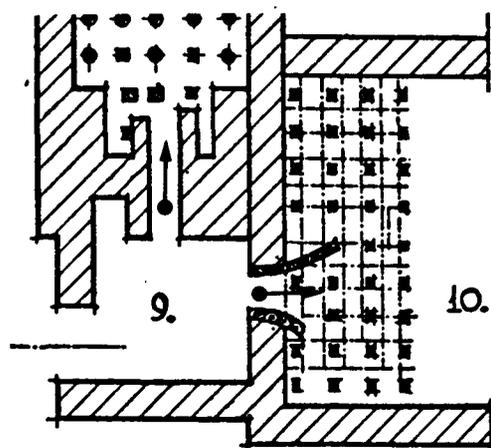


Fig. 97 : Anlier\* (B)

## b. - Murets et voûtes

Dans la plupart des rapports de fouilles, que ce soit à propos de FCD ou de FCB (foyer pour chauffage des bains), on trouve mention de murets, voûtes et soles (pl. III, 1, 2, 3) en matériaux réfractaires, c'est-à-dire en terres cuites à haute température. Souvent, il s'agit de briques plates ( $\pm 4,5$  cm d'épaisseur) et carrées (25 à 30 cm de côté) assemblées au mortier ou à l'argile<sup>(141)</sup>. Il ne faut pas croire cependant, que tous les *praefurnia* ont été construits de la sorte. F. Kretzschmer, fidèle en cela à sa théorie<sup>(142)</sup>, voit à travers les différents matériaux utilisés une évolution chronologique : au cours de la deuxième phase, où on n'atteignait pas encore des températures de 500°, on se servait de briques de réemploi ou de pierres trouvées sur place ; cela suffisait. On procédait de même, nous dit-il, au cours de la quatrième phase pour les FCD qui ne demandaient pas des températures très élevées. Pendant la troisième phase, par contre, et dans les *praefurnia* des grands thermes, on a pu produire des températures de 700 à 800°, ce qui nécessitait l'emploi de matériaux hautement réfractaires. On ne sait, cependant, si c'est le besoin de très hautes températures dans les thermes qui a suscité l'invention des matériaux réfractaires ou si c'est l'invention de ces derniers qui a permis d'atteindre de très hautes températures. Toujours est-il qu'avant cette invention, on constate, à travers les descriptions des vestiges exhumés, bien des hésitations et tâtonnements dans le choix des matériaux. On voit, par exemple, dans les thermes de Glanum\* (F), qui sont construits sur un modèle ancien et qui datent des dernières années de la République ou du début du règne d'Auguste, que, après les transformations effectuées à la fin du premier siècle de notre ère, on a voulu faire fonctionner les *praefurnia* anciens à de très hautes températures conformément aux exigences des nouvelles techniques de bains de ce temps (III<sup>e</sup> phase). Ces *praefurnia* étaient construits en « pierres de sable »<sup>(143)</sup> qui sont des pierres tendres. Cela a eu pour conséquence que les murets et la sole des *praefurnia* ont été abîmés sur une profondeur de 20 à 40 cm pendant une utilisation d'environ une centaine d'années. Les pilettes, par contre, étaient en briques réfractaires et n'ont pas subi d'altérations. On a pu faire la même observation dans les bains privés d'Oschelbronn près de Pforzheim\* (D). L'embouchure du *praefurnium* était construite en grès ; plus loin, dans le canal de chauffe, on trouvait des matériaux réfractaires. Le grès avait été fendillé plusieurs fois par la chaleur tandis que les terres cuites avaient résisté.

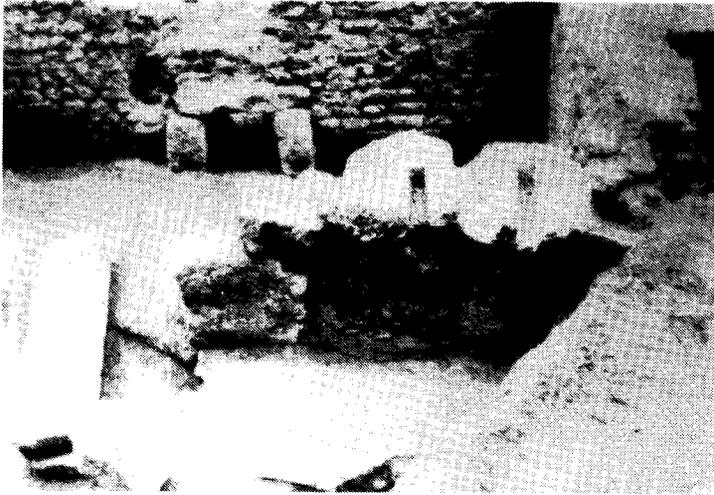


Fig. 98 : Pont-Croix\* (F).

Le chauffage domestique (FCD) ne demandait pas de hautes températures ; c'est pourquoi l'on retrouve souvent les foyers, construits en matériaux divers (souvent la pierre de l'endroit où l'on se trouve) (fig. 98). Cependant, l'usage des terres réfractaires se généralise à partir du 1<sup>er</sup> siècle après J.-C., aussi n'est-il pas surprenant que nos régions ne connaissent pratiquement que des *praefurnia* construits en terres réfractaires aussi bien pour les bains que pour les chauffages domestiques. Ces matériaux « réfractaires » ne sont pas toujours d'une excellente qualité. Ce sont souvent des briques ou des tuiles de réemploi qui n'étaient pas destinées à cet usage (cuisson insuffisante), d'où les nombreuses dégradations que l'on constate dans

les appareils de chauffage<sup>(145)</sup>. Dégradations que l'on attribue souvent à une longue utilisation alors qu'elles sont simplement dues à l'emploi de matériaux inadéquats.

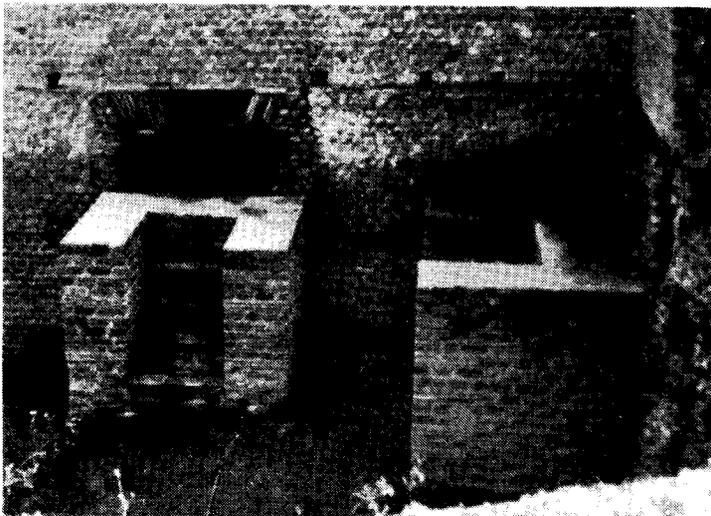


Fig. 99 : Chassenon\* (F).

Il n'est pas sans intérêt de signaler également que, lors de la construction des *praefurnia*, on devait réserver dans le mur de la chambre de chaleur une ouverture beaucoup plus grande que l'espace prévu pour le foyer proprement dit. L'espace ainsi réservé devait permettre la construction des murets et des voûtes en matériaux réfractaires (fig. 99). Les rapports de fouilles contiennent peu d'indications précises sur les dimensions des foyers à l'exception cependant des largeurs, qui sont souvent mentionnées (voir Soles, p. 73). Quoi qu'il en soit, et d'après les quelques exemples dont nous avons eu connaissance, il semble que les foyers étaient (en coupe verticale) plus hauts que larges, mais guère plus.

**Exemples** : Arquennes\* (B) : largeur 30, hauteur : 40 ; Anlier\* (B) : larg. 33, haut. 38 ; Boulaides\* (B) : larg. 40, haut. 50 ; Martelange\* (B) : larg. 45, haut. 50 ; Modave\* (B) : larg. 40, haut. 40.

J'ai signalé plus haut que la grande majorité des *praefurnia* retrouvés sont construits très souvent en « briques plates ». Par conséquent, j'ai cru utile de proposer ci-dessous des exemples de *praefurnia* comportant des détails de construction ou des matériaux inhabituels.

- Haccourt\* (B),
  - bains B : les murets sont en tuiles liées à l'argile,
  - bains D : les murets sont en « fragments de tuiles et carreaux d'hypocauste ».
  - salle 22 : ouverture du foyer chaînée de tuiles.

- Evelette\* (B) :  
à l'entrée du foyer des bains se trouvent deux grosses pierres transformées en chaux par la chaleur.
- Furfooz\* (B) :  
deux gros moellons de tuf à l'entrée du foyer.
- Chastres\* (B) :  
la voûte du foyer est en pierres de tuf et en briques.
- Tournai\* (Marché aux Jambons) (B) :  
la voûte du foyer est surbaissée.
- Saalburg\* (D) :  
à propos de l'hypocauste d'une maison particulière. Foyer : 36 x 20 cm. Les côtés de l'entrée du foyer et la couverture sont en fer forgé, la sole est une plaque de basalte. Blocs de fer : 37, 45 et 50 cm de longueur sur ± 25 cm d'épaisseur. Ces blocs sont fendus par l'effet de la chaleur « à cause d'un mauvais assemblage ». Le fouilleur suppose qu'ils proviennent de plus grands blocs de fer, probablement de morceaux d'enclumes hors d'usage (fig. 100).

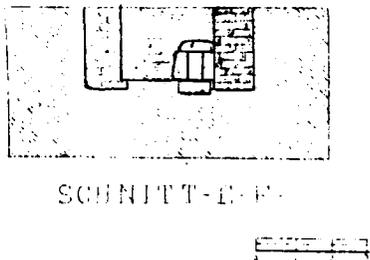


Fig. 100 : Saalburg\* (D)

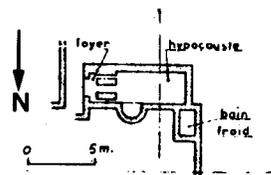


Fig. 101 : Liverdun\* (F)

- Irrel\* (D) :  
murets en tuiles et voûtes en pierres (fig. 102)
- Liverdun\* (F) :  
présence d'évents parallèles au canal de chauffe (fig. 101).

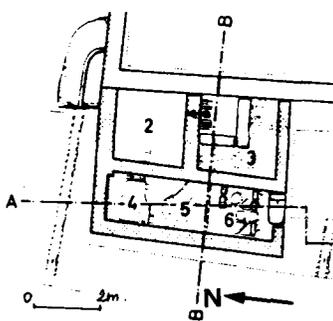
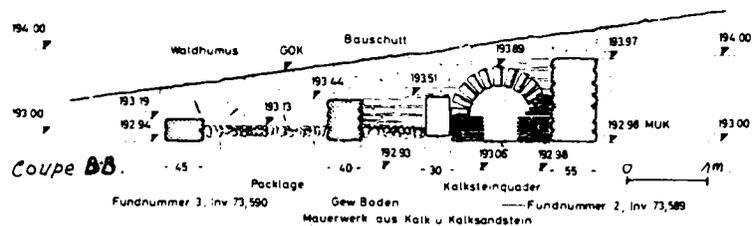


Fig. 102 : Irrel\* (D)



- Basse-Wavre\* (B) :  
on a retrouvé un remarquable foyer de type III dont les murets étaient faits de briques plates et qui comportaient des événements latéraux. Le foyer n'était pas voûté mais recouvert de dalles (fig. 106 et 107).
- A Anlier\* (B) :  
le foyer de la chambre de chaleur 8 comportait également des événements : ouvertures carrées (18 x 18 cm) traversant les murets du canal de chauffe de part en part (ce détail n'apparaît pas très clairement sur le plan accompagnant la publication).
- Saalburg (D) :  
*dans l'hypocauste qui a servi aux expériences de F. Kretzschmer, le foyer était construit en pierres de basalte (voir fig. 103).*

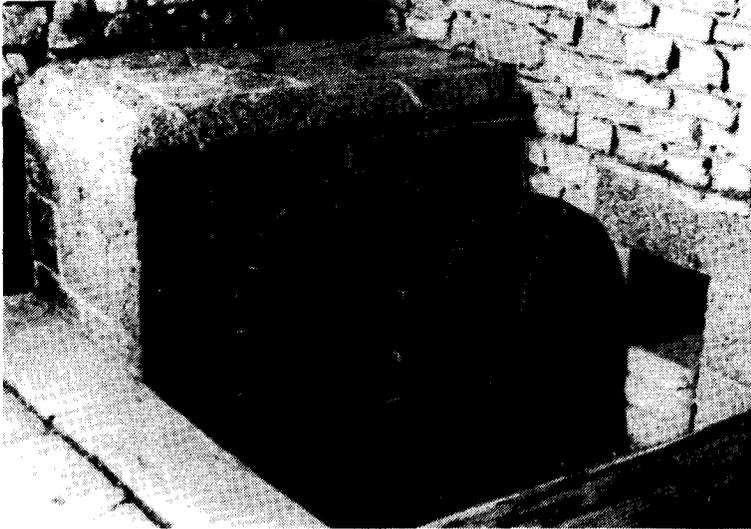


Fig. 103 : Saalburg\* (D)

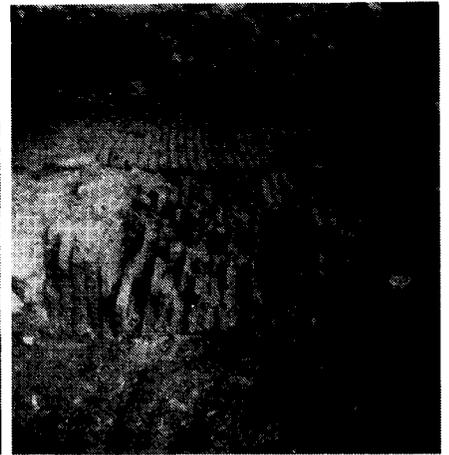


Fig. 104 : Villards d'Héria\* (F)

### c. - Soles et aires

Dans nos régions, la sole des *praefurnia* se caractérise le plus souvent par des rangées parallèles de briques plates ou de tuiles posées sur champ (fig. 104). Il n'est pas étonnant que ce procédé se soit généralisé car il s'avère le plus efficace pour résister à la chaleur. La sole est, en effet, l'endroit où repose le feu. Elle est donc, par ce fait, soumise à de très fortes variations de température dans un temps relativement court. La brique posée sur champ offre une plus petite surface à l'action du feu et résiste donc mieux aux dégradations (fig. 105).

Ce que nous appelons l'*aire* était une surface, souvent rectangulaire, aménagée devant la bouche du foyer et qui devait servir en quelque sorte de plan de travail (préparation des combustibles, élimination des cendres, etc...). Tous les foyers n'étaient pas précédés d'une aire mais, lorsqu'on en retrouve, elles sont souvent construites avec les mêmes matériaux que ceux employés pour les foyers.

Comme nous l'avons fait dans le paragraphe précédent, consacré aux murets et aux voûtes, nous avons cru également utile de signaler à l'attention du lecteur un certain nombre de soles et d'aires construites en dehors des normes habituelles et avec des matériaux différents :

- Fexhe-le-Haut-Clocher\* (B) :  
sole en béton.

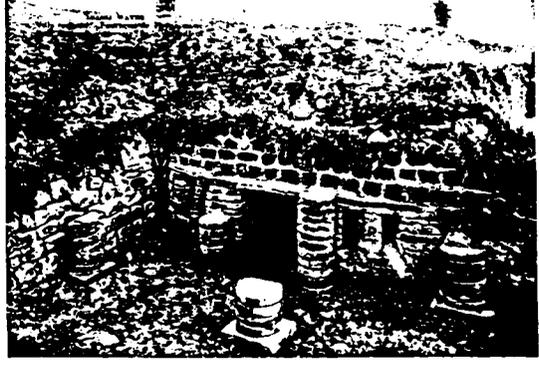
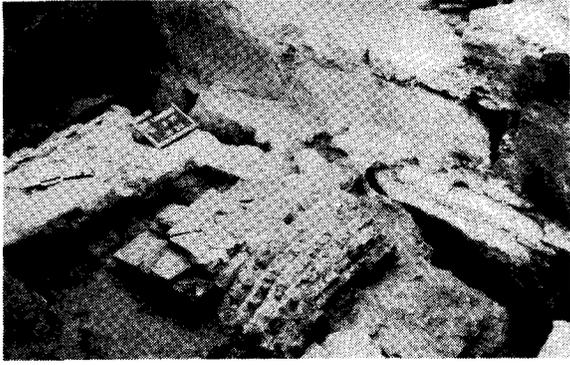


Fig. 105 : Place St-Lambert, Liège\* (1977) (B).

Fig. 107 : Basse-Wavre\* (B).

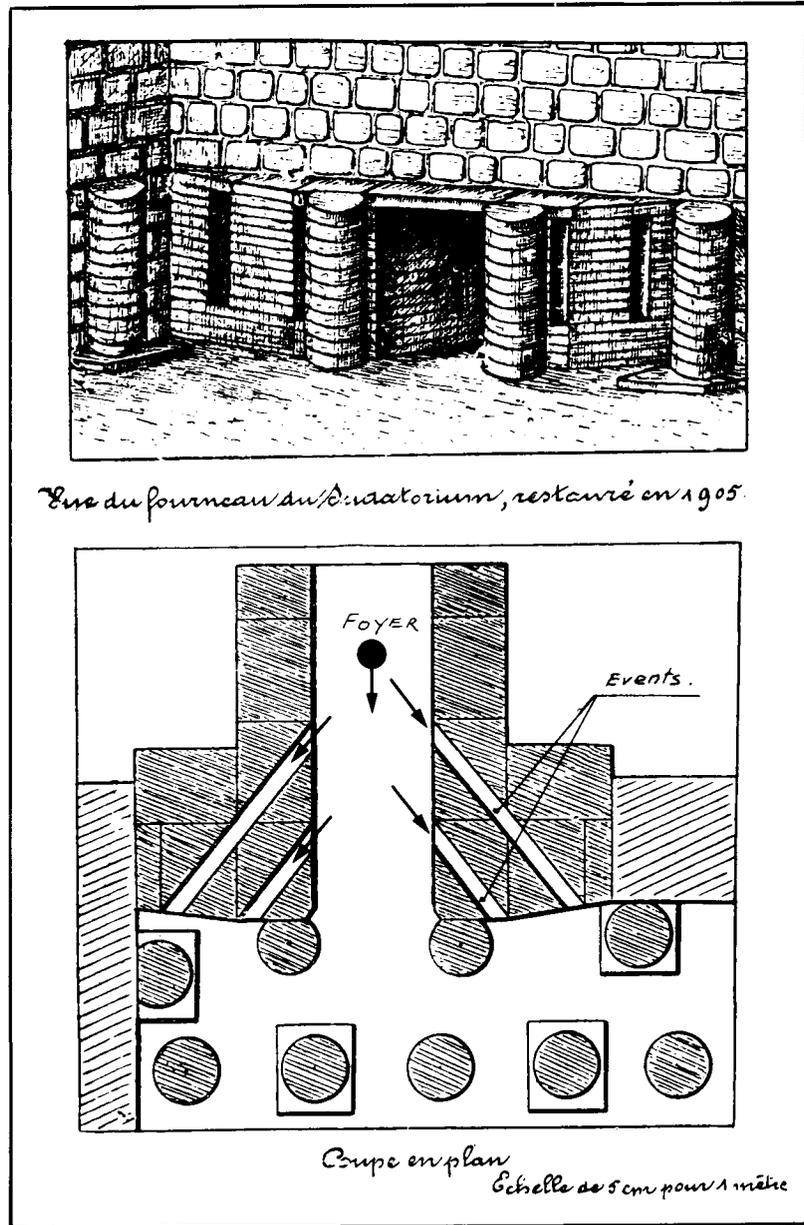


Fig. 106 : Basse-Wavre\* (B).

- Anderlecht\* (B) :  
sole en briques plates et carrées posées à plat, avec une aire construite de la même façon et avec les mêmes matériaux (l'aire étant, ici, un prolongement de la sole) (fig. 108).

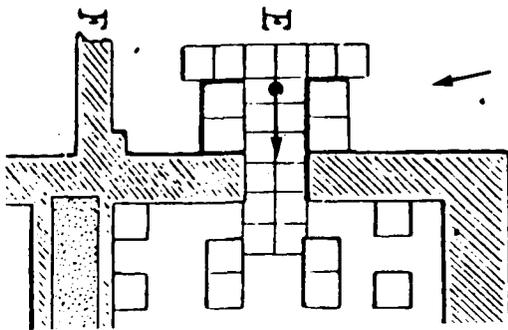


Fig. 108 : Anderlecht\* (B)

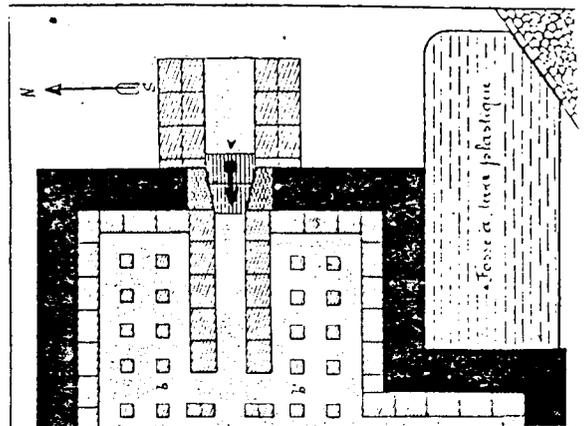


Fig. 109 : Tourinnes-Saint-Lambert\* (B)

- Haccourt\* (B) :  
bains B : aire construite en tuiles posées à plat et recouverte d'argile. La sole était en pente (côté le plus haut vers la chambre de chaleur).
- Saint-Jean-Geest\* (B) :  
sole en pierres de Lincent « rougies et calcinées ».
- Tourinnes-Saint-Lambert\* (B) :  
sole en briques sur champ et aire en béton (fig. 109).
- Anthée\* (B) :  
salle 109 : l'aire devant le foyer est un espace fait d'un mince lit de pierres brutes recouvert d'un autre lit de briques sur champ.
- Chastres\* (B) :  
aire constituée de grands carreaux de « briques rouges ».
- Maillen\* (B) (« Al Sauvenière ») :  
sole en « carreaux d'hypocauste sur champ reliés au mortier ou à la chaux ».
- Mettet\* (B) :  
dalle en pierre devant l'entrée du foyer.
- Vellereille-le-Brayeux\* (B) :  
sole en plan incliné (on ne dit pas dans quel sens).
- Sarre-Union\* (F) :  
on y a retrouvé un foyer dont la sole était constituée de briques posées sur champ. Détail important : on a retrouvé, en-dessous de cette sole, une sole plus ancienne constituée de briques posées à plat. L'aire de ce foyer (1,20 x 0,90 m) était en briques posées à plat et entourées d'un cordon de briques sur champ.
- Weitersbach\* (D) :  
sole en briques carrées posées à plat.
- Saalburg\* (D) :  
sole constituée d'une plaque de basalte.
- Saarbrücken\* (D) :  
devant l'entrée du foyer, une grosse pierre creusée, comme on le voit sur la figure (fig. 110 et 111).

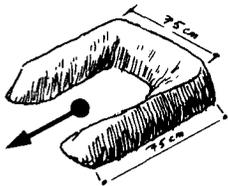


Fig. 110 : Saarbrücken\* (D)



Fig. 111 : Saarbrücken\* (D)

— Anlier\* (B) :

hypocauste n° 2, l'aire devant le foyer était en briques plates (1,45 x 1,45 m).

La largeur des soles est, elle aussi, très variable. Elle doit être, en toute logique, fonction de la capacité de chauffe demandée au foyer. Nous nous sommes demandé, en raison de cette exigence, s'il existait un rapport constant entre les largeurs des foyers et les surfaces des chambres de chaleur. Malheureusement, trop de rapports de fouilles ne donnent que des dimensions imprécises ou omettent de les mentionner, surtout à propos des chambres de chaleur. Lorsqu'on connaît, par exemple, les dimensions de la chambre de chaleur, on omet de donner celles du foyer et vice versa. Ces lacunes nous ont empêché momentanément de mener à bien ces calculs. Nous pouvons toutefois signaler (tableau ci-dessous) les largeurs moyennes les plus courantes pour les soles et leur fréquence (pour les FCD et les FCB réunis) :

<i>Largeur</i>	<i>Nombre</i>	<i>%</i>
de 30 à 39 cm	8	17,3
de 40 à 49 cm	19	41,3
de 50 à 59 cm	6	13
de 60 à 69 cm	5	11
de 70 à 79 cm	3	6,5
de 80 à 89 cm	1	2,2
de 90 à 99 cm	0	0
de 100 cm	3	6,5
de 180 cm	1	2,2
<i>Totaux</i>	46	100

**d. - Portes de fermeture des foyers**

Selon F. Kretzschmer<sup>(146)</sup>, une porte de fermeture du foyer avec trou d'aération était absolument indispensable pour que le système fonctionne parfaitement. Les portes des foyers devaient être construites en matériaux résistant à la chaleur (pierre, terre cuite ou métal). Une fois de plus, les rapports de fouilles, hélas, à de rares exceptions près, ne mentionnent jamais ce genre de trouvailles. Peut-

être ces fermetures étaient-elles le plus souvent en métal, matière précieuse à l'époque et vite récupérée pour d'autres usages lorsque la maison était détruite ou abandonnée.

Voici deux trouvailles dont nous avons eu connaissance :

- Rulles\* (B) :  
découverte d'une grande dalle en terre cuite (55 x 48 x 6 cm) que le fouilleur considère d'ailleurs comme étant une dalle de *suspensura*. Cette dalle est percée de quatre petits trous aux quatre coins. A côté gisait « un fer recourbé en œillet et sous forme de crochet). *Elle fut trouvée près du foyer et était encore noircie d'un côté* ». Quoiqu'il en soit, nous signalons tout de même que cette dalle convenait parfaitement pour obturer le foyer en largeur (40 cm).
- Arquennes\* (B) :  
découverte, à proximité d'un « fourneau », d'une ouverture de 30 x 40 cm, au bas d'un mur, et fermée par « une tuile placée verticalement et portant un bouton ». Il est impossible toutefois de savoir s'il s'agit d'une ouverture de foyer, évent, prise d'air ou autre chose, tant le texte est peu clair à ce sujet.

## 2. LE FOYER POUR CHAUFFAGE DES BAINS (= FCB)

Nous avons vu, page , que malgré des conceptions de base identiques, les foyers pour chauffage des bains (FCB) différaient des FCD dans leur aspect final. En effet, on demandait aux FCB un service supplémentaire et important : *chauffer l'eau des bains*. Le chauffage de cette eau se faisait par chauffage direct, au moyen d'un *testudo alvei*<sup>(147)</sup> et/ou par chauffage indirect en utilisant des *chaudières*. Ces dernières étaient toujours placées en dehors de la salle de bains, c.-à-d. dans la chambre de chauffe. C'est pourquoi le foyer était presque toujours construit à l'extérieur de la chambre de chaleur (*ausseres Praefurnium*) (voir p. 61) (fig. 112) puisqu'il devait chauffer d'abord l'eau contenue dans les chaudières avant d'envoyer l'air chaud dans la chambre de chaleur par le canal de chauffe qui, dans ce cas, était relativement plus long que ceux que l'on trouve habituellement dans les vestiges des FCD.



Fig. 112

## a. - Les bains de Pompéi

(foyers, chaudières et canaux de chauffe)

L'étude des bains privés de Pompéi est intéressante à plus d'un titre. Mais c'est surtout parce que certains d'entre eux ont gardé, soit leur(s) chaudière(s) intacte(s), soit, à défaut, l'emplacement de celles-ci, que nous allons les décrire. D'autre part, les auteurs anciens nous ont laissé des renseignements un peu plus complets concernant l'agencement des chaudières des bains, tant publics que privés.

Vitruve nous a transmis des indications précises à ce sujet<sup>(148)</sup> : « On mettra sur le fourneau trois vases d'airain : l'un sera pour l'eau chaude, l'autre pour l'eau tiède et le troisième pour l'eau froide ; il faut placer et disposer ces vases de manière que de celui qui contient l'eau tiède, il aille dans le vase qui contient l'eau chaude, autant d'eau qu'on en aura tiré de chaude ; et qu'il entre la même quantité du vase qui contient la froide, dans celui qui contient la tiède. Par là le même feu échauffera tous les fourneaux ».

Dans ce texte, il ne dit pas si ces chaudières sont *juxtaposées* ou *superposées*. Dans les bains publics, dits « du Forum » (ou anciens bains)<sup>(149)</sup>, on voit nettement que les chaudières, au nombre de trois, étaient juxtaposées et enfermées dans d'épais massifs de maçonnerie séparant le *caldarium* des hommes de celui des femmes. Le foyer se trouvait en  $\alpha$  et avait un diamètre de 2,20 m (ce qui était considérable). On voit également sur le plan de Overbeck le canal de chauffe qui prolonge le foyer. Directement sur le foyer se trouvait une chaudière (*athenum*)<sup>(150)</sup> circulaire qui devait être, si l'on s'en réfère à Vitruve, le réservoir d'eau bouillante. Ensuite, il y avait une deuxième chaudière, un peu plus loin, construite sur un canal de chauffe secondaire et donc moins directement en contact avec le feu, chaudière qui devait être celle à eau tiède ( $\beta$ ). Une troisième chaudière était construite encore plus loin du foyer ( $\gamma$ ) qui, elle, devait contenir de l'eau à peine tiède. Enfin, en  $\delta$ , un réservoir d'eau froide. L'eau passait successivement de ce réservoir dans les chaudières en commençant par la plus froide de manière à remplacer, sans la refroidir brutalement, l'eau chaude ou tiède qui s'écoulait pour le service des bains<sup>(151)</sup>.

Dans l'habitat privé, les fouilles de la villa de Boscoreale<sup>(152)</sup> nous ont restitué une installation de bains quasiment complète et remarquablement bien conservée (fig. 113 et 114).

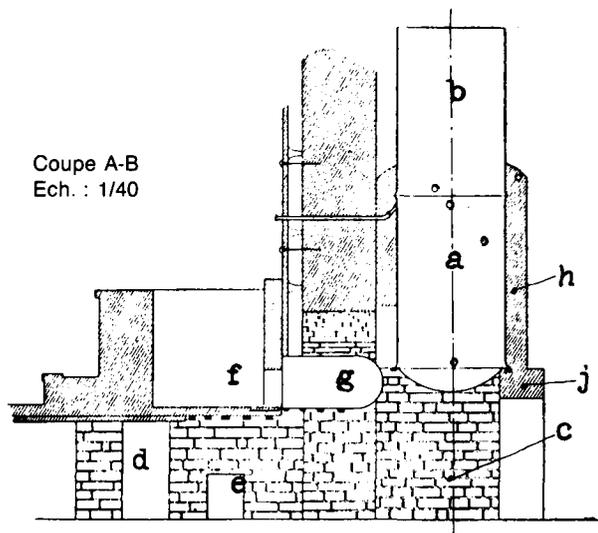


Fig. 113 : Boscoreale (I).

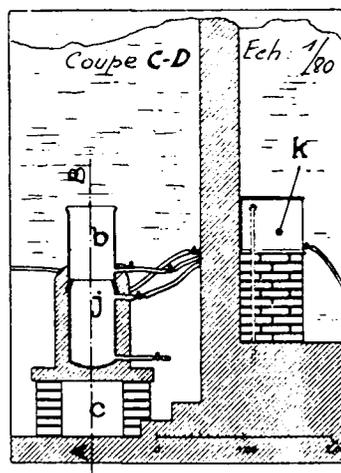


Fig. 114 : Boscoreale (I).

Coupe C-D  
Ech. : 1/80

Deux des chaudières sont, dans ce cas, superposées (a, b) et le réservoir de l'eau froide (troisième récipient) se trouve à peu de distance, dans la cuisine (fig. 114, k). Le foyer (c) — largeur : 70 cm, hauteur : 80 cm — n'est pas voûté. La voûte est remplacée par une dalle qui soutient la chaudière (j). Le canal de chauffe (d) avec évents (e) est surmonté d'un *testudo alvei* (g) ; il se prolonge de 1,20 m dans la chambre de chaleur pour y amener l'air chaud et soutenir la baignoire chaude du *caldarium* (f). Remarquons également que la chaudière à eau chaude est entourée d'une maçonnerie qui empêche la déperdition de chaleur (h).

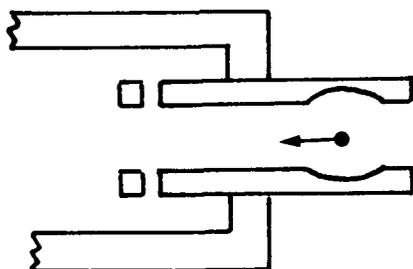


Fig 116

La maison « de Diomède » à Pompéi<sup>(153)</sup>, dont les bains sont également bien conservés (fig. 115), nous montre à peu près le même agencement : deux chaudières superposées et communiquant entre elles (a, b), le foyer (c), le canal de chauffe (d) avec évents (e) et supportant la baignoire chaude (f). Notons cependant l'absence, dans ce cas, de *testudo alvei*. On voit également qu'en mélangeant l'eau chaude et l'eau froide, on pouvait se préparer un bain à température désirée. Si on imagine une coupe (fig. 116) horizontale au niveau de la chambre de chaleur (villa de Boscoreale), cela donne, en plan, une figure très caractéristique où l'emplacement de la chaudière se marque très nettement. Nous aurons l'occasion d'y revenir lorsque nous étudierons les installations de bains en Gaule septentrionale.

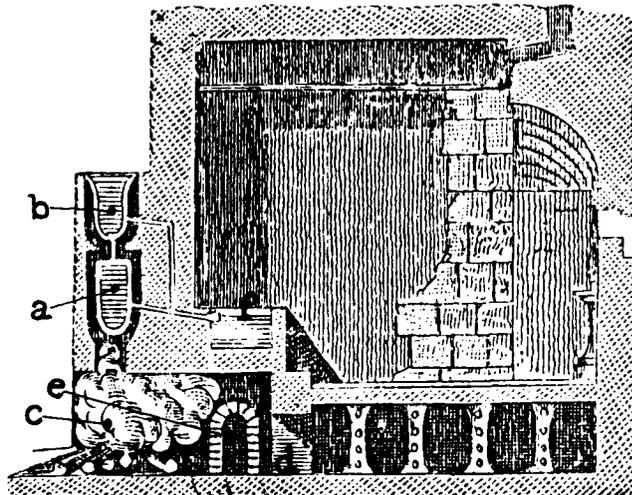


Fig. 115 : Maison « de Diomède » - Pompéi.

En effet, si d'une part les bains de Pompéi nous sont très précieux quant à la conformation des chaudières, des *testudines alvei*, des foyers et de la plomberie en général, ils ne nous sont plus très utiles, d'autre part, lorsqu'il s'agit d'interpréter correctement les données archéologiques de nos régions où le niveau d'arasement des murs est tel qu'il est souvent très difficile de reconstituer les ensembles thermaux, tant publics que privés, dans tous leurs détails. Tout au plus, peut-on essayer de donner aux fondations une destination approximative en se servant du plan d'ensemble fourni par les substructions. Nous avons déjà procédé de cette façon pour les chambres de chauffe des FCD.

b. - Les grands thermes



Fig. 117 : Thermes « de Ste-Barbe » - Trèves\* (D).

Les dispositions des foyers dans certains grands thermes nous sont bien connues. Vu l'ampleur des constructions, certaines substructions, semble-t-il, se sont mieux conservées. C'est le cas aux thermes de Trèves dont Krencker<sup>(154)</sup> nous a restitué quelques détails qui pourront nous aider, par la suite, lorsque nous aborderons l'étude des foyers et canaux de chauffe dans les bains privés. Tout comme les chambres de chauffe, les foyers des grands thermes sont sans commune mesure avec ceux des bains privés et du chauffage domestique (fig. 22). Cependant, il existe entre ces derniers et les précédents des similitudes. La figure 118 nous montre l'agencement d'un *praefurnium* « d'appoint » (voir aussi fig. 117) (sans chaudière(s)) aux thermes de Sainte Barbe, restitué par H. Lehmann<sup>(155)</sup>. Nous voyons, dans la partie de gauche, une vue en perspective qui montre l'ouverture du *praefurnium*, la voûte de ce dernier (a), l'aire en contre-bas (b) et la sole (c), construite en briques plates posées sur champ.

Détail intéressant : étant donné que la chambre de chauffe se trouve nettement en contre-bas, la sole offre une pente assez forte vers l'embouchure du *praefurnium*<sup>(156)</sup>. La vue en plan dans la partie droite de la figure nous montre ce même *praefurnium* avec son canal de chauffe, qui a le même aspect qu'un FCD de type II.

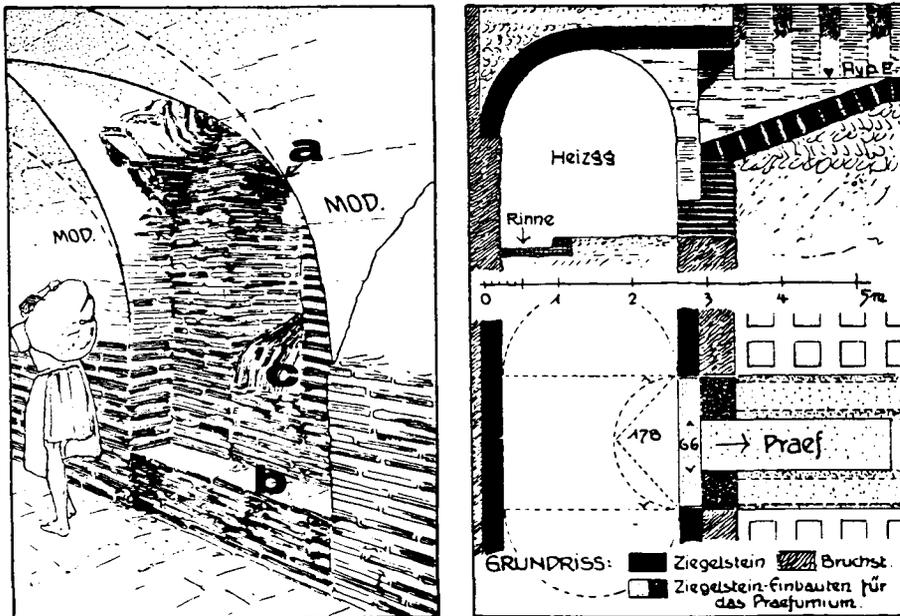


Fig. 118 : Thermes « de Ste-Barbe » - Trèves\* (D).

Les chaudières (*miliarium*)<sup>(157)</sup>, dans les thermes, étaient des cuves (de section cylindrique ou carrée) (fig. 119 et 120) en bronze, ouvertes par dessus. Il en existait aussi en plomb<sup>(158)</sup> avec un fond en bronze<sup>(159)</sup> ou bien entièrement en plomb (Boscoréale et Pompéi)<sup>(160)</sup>. La figure 122 nous montre une protection pour *testudo alvei* qui se trouve au musée de Djémila en Algérie. La chaudière<sup>(161)</sup> se trouvait au-dessus d'une « enflure » du foyer, le plus souvent circulaire ou elliptique (voir pl. III et IV et fig. 121). Souvent protégée par un soutien en fer<sup>(162)</sup>, toute la surface inférieure de la chaudière était ainsi en contact avec le feu. La surface latérale était enveloppée d'une maçonnerie qui empêchait les déperditions de chaleur<sup>(163)</sup>. F. Kretschmer<sup>(164)</sup> nous apprend que la plus grande chaudière qu'on a pu construire semble avoir eu un diamètre de 2 mètres ; elle produisait 20.000 Kcal/h. On comprend, dans ce cas, que les capacités des baignoires chaudes qui en dépendaient n'étaient guère limitées. La figure 23 p. 34 nous montre un essai de reconstitution d'une installation de ce genre dans les thermes militaires de Lambèse. Un réservoir d'eau froide (R) distribuait

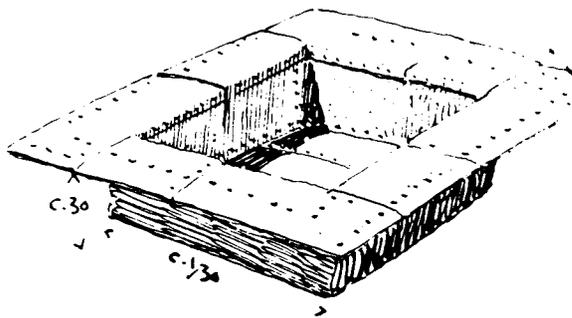


Fig. 119 : Cuve en bronze - Thermes de Tebessa (DZ).

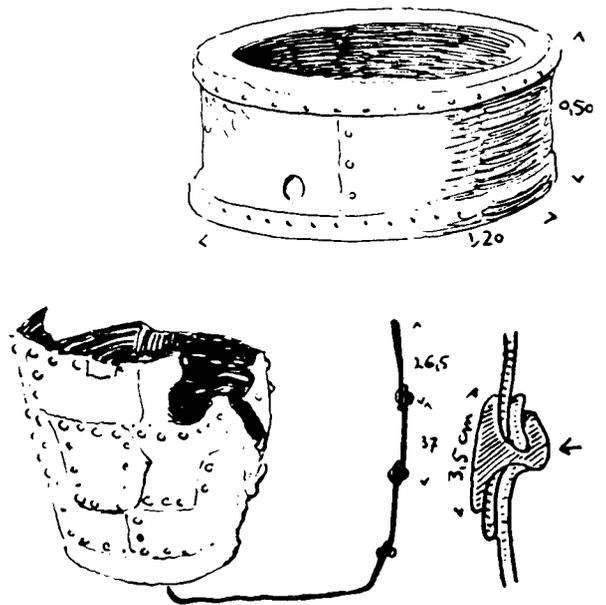


Fig. 120 : Morceaux de chaudières en bronze.

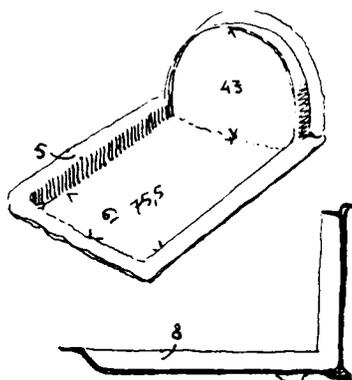


Fig. 122 : Protection pour *testudo alvei* - Djemila\* (DZ).

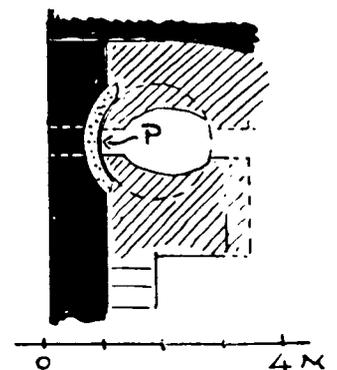


Fig. 121 : Coupe horizontale dans un *praeefurnium* aux « Petits thermes » de Lambèze\* (DZ).

l'eau aux quatre chaudières au moyen d'une tuyauterie. La tuyauterie ( $\beta$ ) alimentait la piscine du *caldarium* en eau chaude. Les ouvertures ( $\alpha$ ) servaient à l'écoulement des eaux usées. Remarquons les ouvertures étroites des *praefurnia* ( $\gamma$ ). Les escaliers que l'on voit aux extrémités et au centre donnaient accès aux mélangeurs. On peut voir ce genre d'escaliers bien conservé dans la Maison de « Julia Felix » à Pompéi (fig. 123). Cette reconstitution s'est faite sur base de substructions telles que celles de la figure 121 : en hachuré, les constructions propres au *praefurnium* ; en noir, les murs du bâtiment (en l'occurrence le *tepidarium*). L'empreinte « négative » de la chaudière est dans ce cas elliptique.



Fig. 123 : Maison de « Julia Felix » (Pompéi).

Pour les raisons que nous avons citées plus haut, les traces en « négatif » des chaudières se retrouvent plus fréquemment dans les substructions des grands thermes que dans celle des bains privés. Nous avons vu également (fig. 116, p. 76), en pratiquant une coupe fictive horizontale au niveau de l'hypocauste et du foyer des bains de la villa de Boscoréale, à quoi peut ressembler la trace en « négatif » d'une chaudière. Ces traces sont nombreuses dans les vestiges des grands thermes, c'est pourquoi nous n'en citerons que quelques exemples.

Les thermes de Timgad sont parmi les plus intéressants à étudier parce qu'ils sont bien conservés au niveau des sous-sols. La figure 124, p. 80 restitue le plan du *caldarium* et des chambres de chauffe des grands thermes du nord à Timgad. On voit en (K) les deux emplacements de chaudières dans les substructions des murs des *praefurnia* (hachuré). La figure 127 est un

agrandissement d'une des deux installations (K). Remarquons que l'ouverture pratiquée dans le mur du *caldarium* est ici de deux mètres (en noir). Comme l'écrit Krencker<sup>(165)</sup>, ce fait peut induire les fouilleurs en erreur lorsque les substructions du *praefurnium* (réfractaires = hachuré) n'existent plus. Il a rencontré de telles difficultés lors des fouilles des thermes impériaux de Trèves. En effet, on pourrait croire, dans le cas présent (fig. 127) que l'ouverture du *praefurnium* mesure deux mètres. Il en est de même pour le canal de chauffe : si les murets de ce canal ont disparu, on peut croire, dès lors, que le canal de chauffe mesurait 1,20 m en largeur alors qu'en réalité, il mesurait seulement 38 cm. La figure 126 est une représentation en perspective de l'installation (K) (a = entrée du foyer ; b = emplacement de la chaudière ; c = canal de chauffe). La figure 125 montre une vue en perspective du *praefurnium* sans chaudière, situé en Hg sur la figure 124. La partie (a) qui, dans ce cas est murée, est parfois retrouvée ouverte. C'est alors, pour E. Brödner<sup>(166)</sup> l'emplacement réservé au *testuo alvei* (fig. 128).

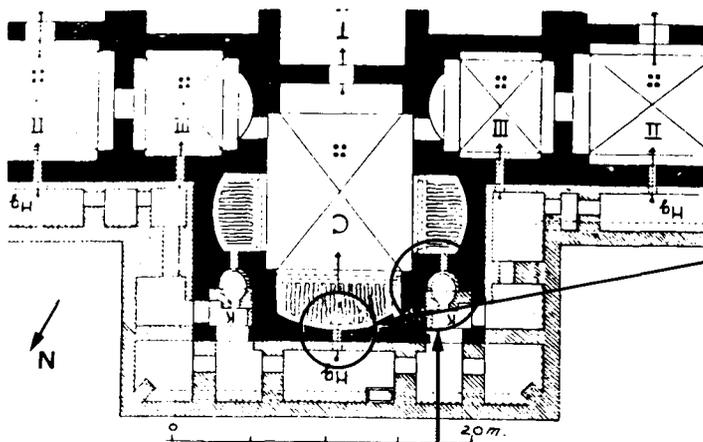


Fig. 124

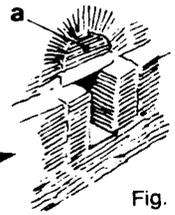


Fig. 125

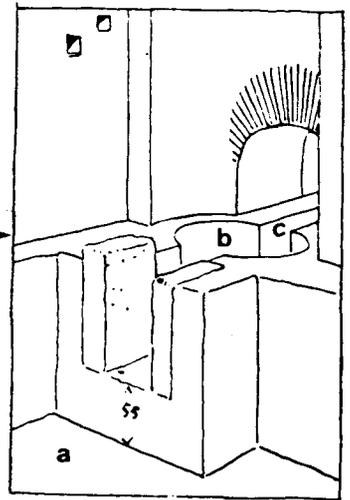


Fig. 126

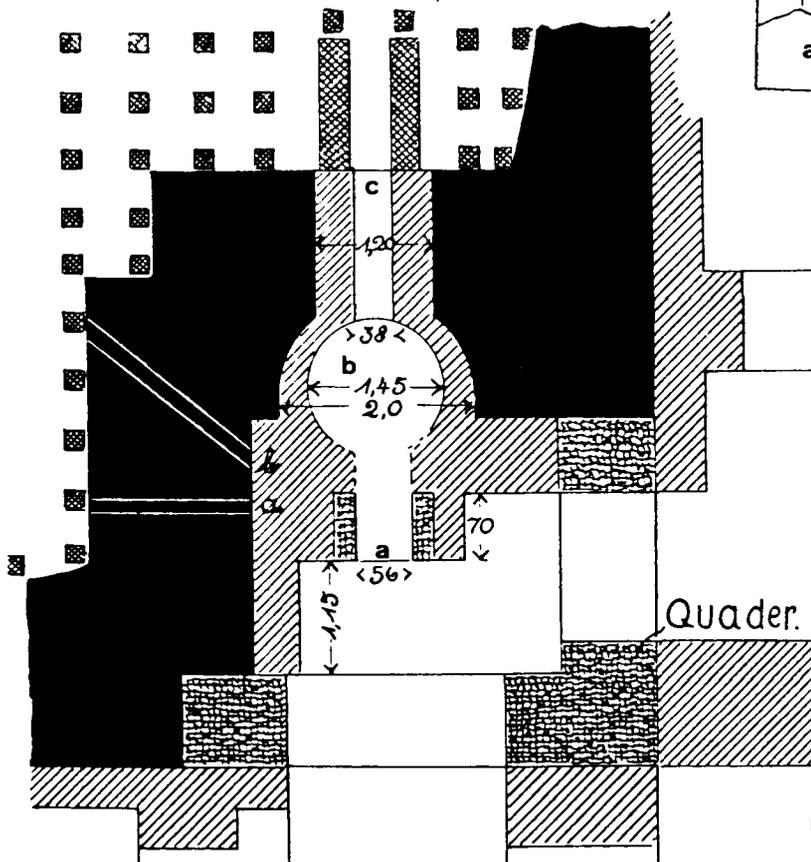


Fig. 127 **Timgad.**

Les grands thermes du sud à Timgad<sup>(167)</sup> présentent à peu près le même agencement.

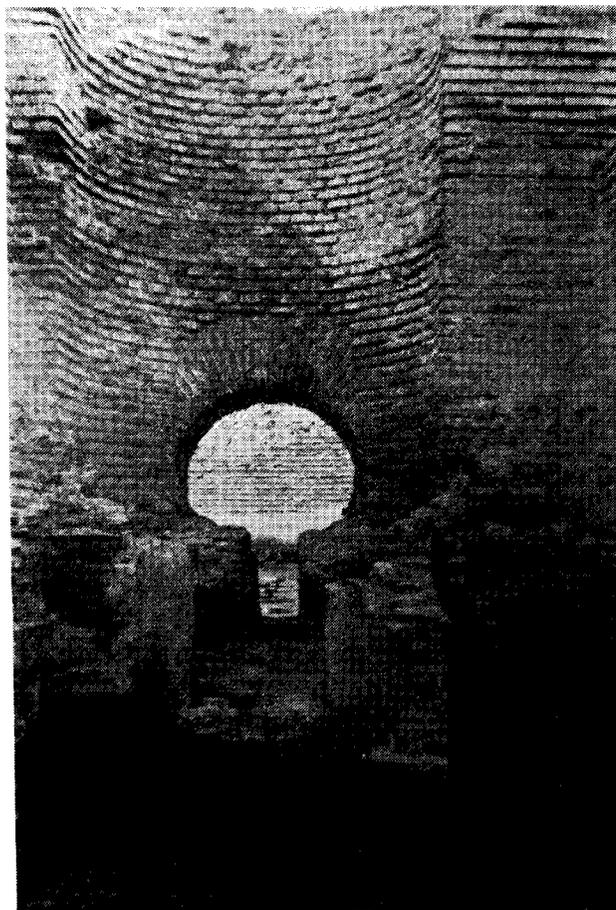


Fig. 128 : Foyer - « Grands Thermes du Nord »  
- Timgad\* (DZ).

Sur la figure 129, on remarque l'emplacement des chambres de chauffe 7 et 9 avec foyers et emplacements des chaudières. Les chaudières devaient avoir, dans ce cas,  $\pm 2,20$  m de hauteur parce qu'on a retrouvé dans le mur de la chambre de chauffe (fig. 130) les traces d'un sol supérieur (ou plafond ?) en béton de 10 cm d'épaisseur qui devait passer par-dessus les chaudières (a). On a également retrouvé les traces d'un escalier qui devait donner accès aux mélangeurs (fig. 132). A noter (fig. 131) l'étréitesse du canal de chauffe (40 cm). La figure 133 est une vue en plan de la figure 130.

THERMES  
DE  
THAMUGADI

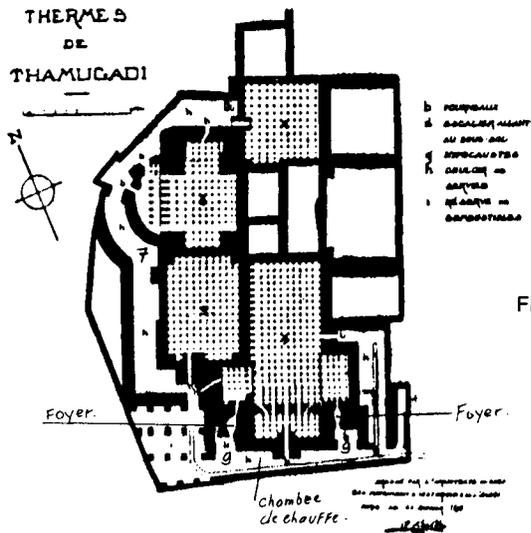


Fig. 129

Pl. XVIII. — Plan du sous-sol.

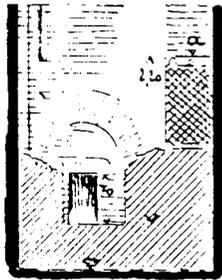


Fig. 131

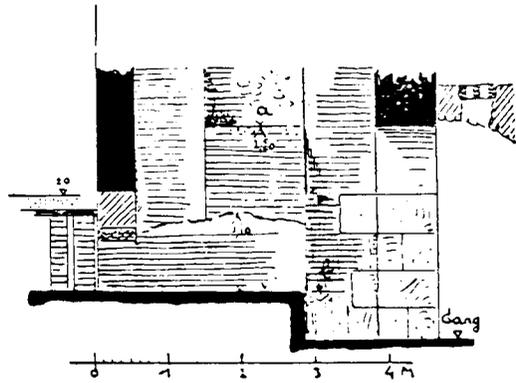


Fig. 130

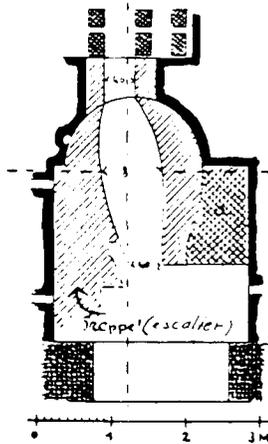


Fig. 132

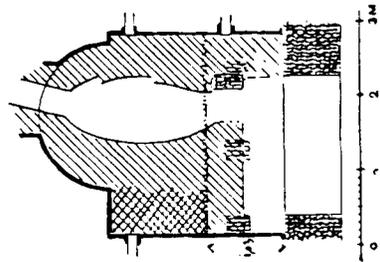
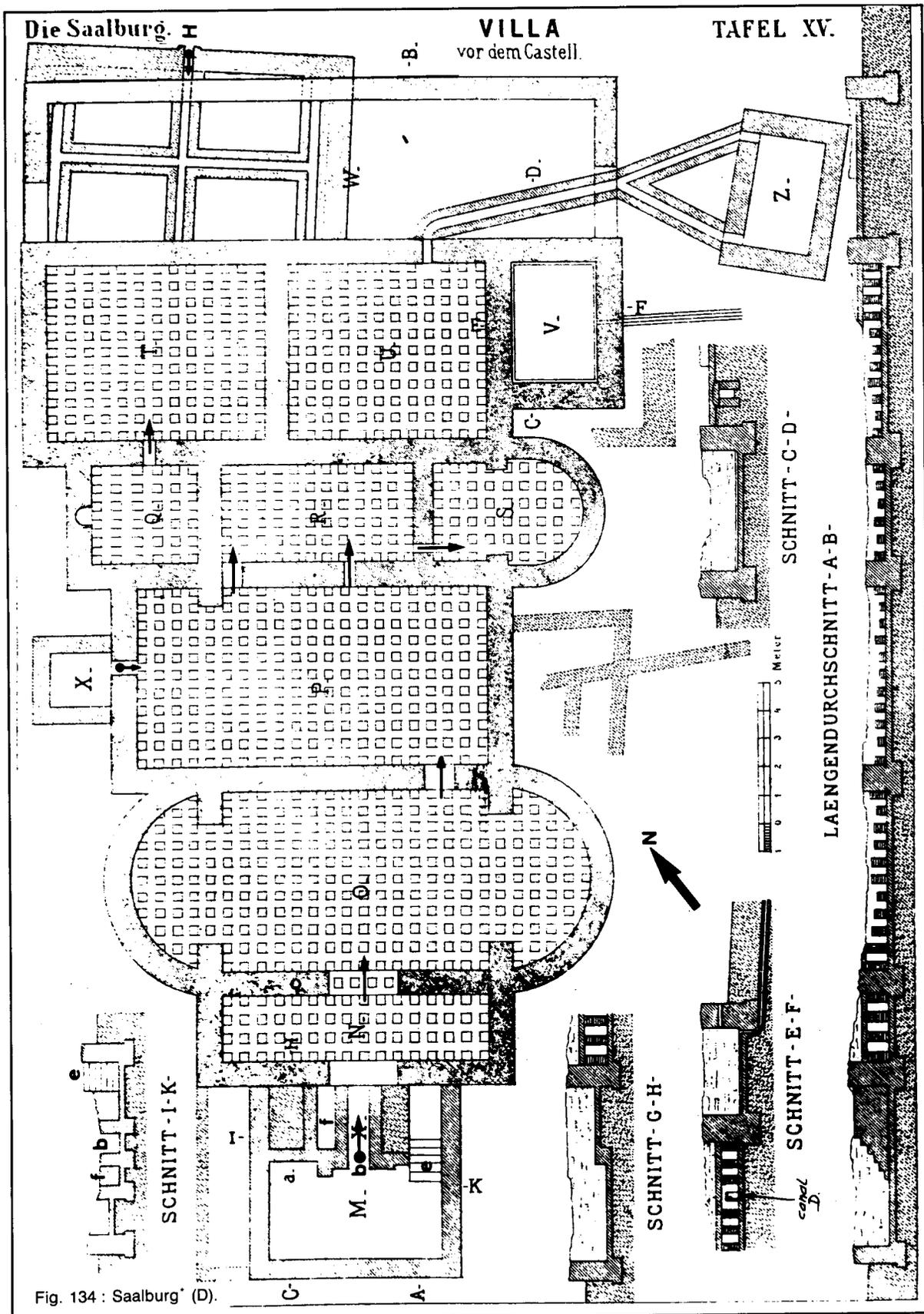


Fig. 133

Timgad.



Les bains militaires du Limes rhénan<sup>(168)</sup> sont intéressants pour nous parce qu'ils sont de proportions plus modestes et nous offrent, pour cette raison, une excellente transition entre les grands thermes et les bains privés. Les installations de chauffage de ces bains militaires présentent d'ailleurs de nombreuses similitudes avec les bains privés. Voyons, par exemple, l'installation de chauffage de la « villa » de Saalburg<sup>(169)</sup> (fig. 134). La chambre de chauffe principale est de type II. En b, le foyer, qui apparemment ne se prolonge pas par un canal de chauffe dans le *caldarium* O<sup>(170)</sup> ; en e, un escalier qui permet d'accéder, comme nous l'avons déjà vu pour les bains de Timgad, aux mélangeurs qui sortaient de la chaudière. L'absence de traces en « négatif » de cette dernière ne nous permet pas de situer son emplacement avec certitude. F. Kretschmer la situe en b ou en f : « au nord à côté du foyer ou au-dessus, en forme de *testudo* « vitruvien »<sup>(171)</sup>. Si l'on regarde la coupe I-K, on s'aperçoit que les cavités f et b ont des murs d'égalles épaisseurs qui devaient forcément soutenir « quelque chose ». Notre avis est que nous voyons plutôt en f le soutènement de la cuve d'eau froide et, en b, la ou les chaudière(s) chaude(s). Dans le cas présent, il nous est impossible de dire avec certitude si les chaudières étaient juxtaposées ou superposées. Certains ont voulu voir, au-dessus des canaux de chauffe extérieurs particulièrement longs, des chaudières juxtaposées. J. Breuer<sup>(172)</sup>, aux thermes de Furfooz, nous propose une reconstitution où il place les chaudières de cette façon (fig. 135). Il devait en être de même aux thermes de Heerlen\* (NL) : l'installation du *praefurnium* tardif nous montre des murets de foyer longs et épais s'avancant dans la chambre de chauffe (*ausseres praefurnium*).

### BAINS DE FURFOOZ.

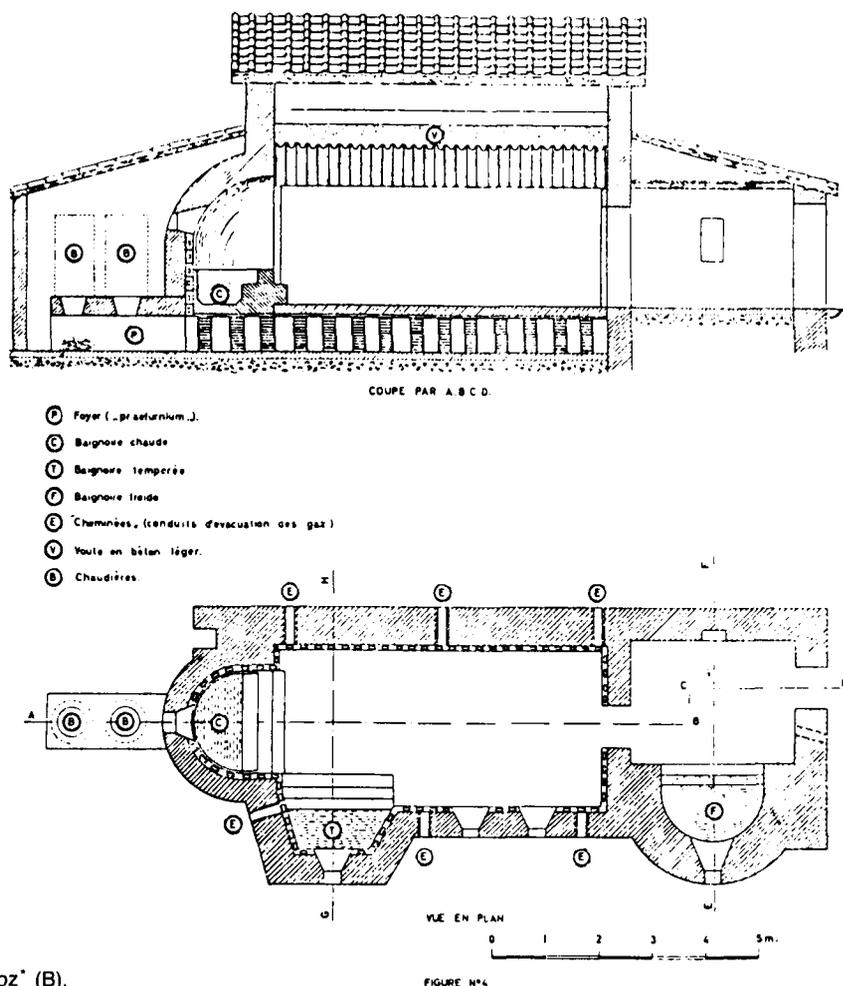


Fig. 135 : Furfooz\* (B).

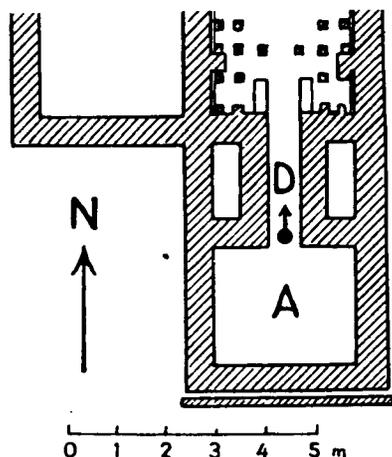


Fig. 136 : Gennes (F).

Par ce qui précède, nous pouvons donc nous imaginer trois systèmes d'implantation de chaudières : la figure 137 représente un foyer extérieur avec un canal de chauffe long sur lequel se trouve une chaudière allongée en forme de *testudo* comme le suggère F. Kretzschmer à Saalburg<sup>(173)</sup> ; la figure 138 représente toujours un foyer extérieur avec un canal de chauffe long ; les chaudières sont, dans ce cas, juxtaposées (Bains du Forum à Pompéi)<sup>(174)</sup> et reconstitution proposée par J. Breuer<sup>(175)</sup> ; la figure 139 représente enfin le seul système dont l'existence est attestée par de nombreux exemples (Boscoréale<sup>(176)</sup>, « Maison de Diomède » à Pompéi<sup>(177)</sup>, Timgad : grands thermes du nord et du sud<sup>(178)</sup>).

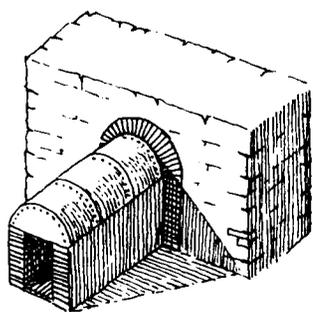


Fig. 137

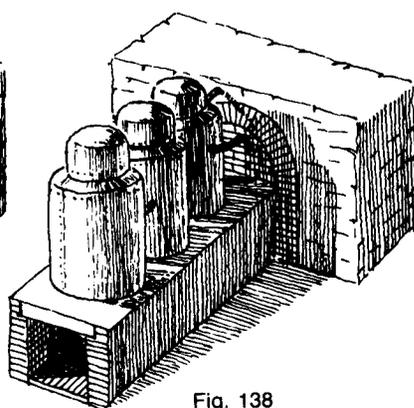


Fig. 138

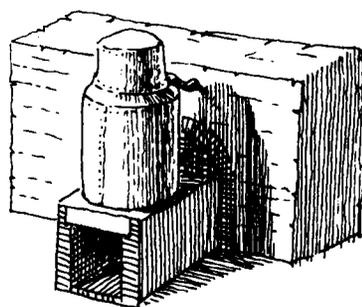


Fig. 139

### c. - Le chauffage des bains privés en Gaule septentrionale

Nous avons écrit<sup>(179)</sup> et expliqué pourquoi seuls les points 6, 7 et 8, pl. IV seraient repris dans l'étude des FCB. Autrement dit, nous ne nous préoccupons, dans ce chapitre, que des plans présentant des *appareils de chauffage caractéristiques des bains* (empreintes de chaudières, canaux de chauffe extérieurs = supports de chaudières ; canaux de chauffe intérieurs = supports de baignoires, etc...).

Le lecteur s'étonnera peut-être du fait que beaucoup de sites mentionnés précédemment seront passés sous silence. En voici les raisons :

- quand les traces des installations de chauffe des bains (et surtout des supports de chaudières) y ont totalement disparu,
- quand les auteurs ne font aucune allusion au système de chauffage,
- quand on y fait allusion, mais que le rapport de fouille est douteux ou peu clair,

Ainsi, par exemple, il est hors de doute qu'ont existé, dans l'immense et luxueuse villa de Basse-Wavre\* (B), des installations de chauffage pour bains avec chaudières. Cependant, l'auteur, dans son rapport de fouille, n'y fait pas allusion et les nombreux foyers décrits, parce qu'ils se ressemblent trop<sup>(180)</sup>, nous deviennent suspects.

Pour la Gaule septentrionale et après enquête, nous retrouvons des installations de chauffage de bains (foyer + chaudière + canaux de chauffe) qui appartiennent presque toujours à un des trois types reproduits ci-dessous :

#### TYPE I (fig. 140)

Canal de chauffe extérieur exceptionnellement long sans trace d'implantation de chaudière en « négatif ».

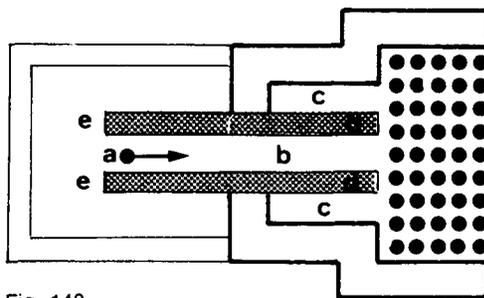


Fig. 140

- a = foyer
- b = canal de chauffe
- c = très souvent emplacement d'une baignoire chaude
- d = les murets du canal de chauffe qui dépassent rarement, en longueur, la cavité réservée au bain, servaient (souvent) de soutien à la baignoire chaude<sup>(181)</sup>
- e = on peut supposer que les murets extérieurs ont soutenu une ou plusieurs chaudières, ce qui expliquerait leur longueur exceptionnelle.

**TYPE II** (fig. 141)

Canal de chauffe extérieur long, avec murets de refend sans trace d'implantation de chaudière en « négatif » (voir aussi fig. 136).

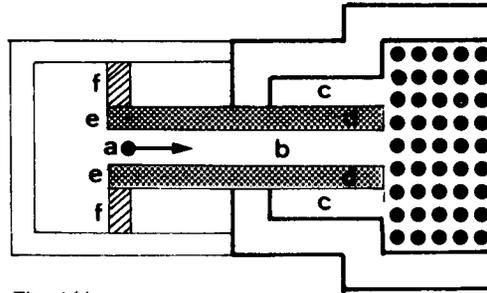


Fig. 141

- a = foyer
- b = canal de chauffe
- c = idem que type I
- d = idem que type I
- e = les murets extérieurs du canal de chauffe sont moins longs.
- f = murets de refend dont la présence s'explique si on leur attribue un rôle de soutien, soit des chaudières, soit d'une cuve contenant la réserve d'eau froide.

**TYPE III** (fig. 142)

Canal de chauffe extérieur long avec empreinte en « négatif » dans les murets extérieurs du foyer.

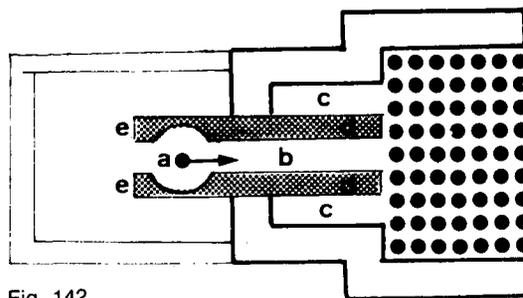


Fig. 142

- a = foyer
- b = canal de chauffe
- c = idem que types I et II
- d = idem que types I et II
- e = murets du foyer, empreintes (circulaires) ou elliptiques

### Remarque

Il faut attirer l'attention sur le fait que ces trois types peuvent, dans les rapports de fouilles, présenter de nombreuses variantes<sup>(182)</sup>.

Voyons à présent quelques exemples de chaque type :

### TYPE I

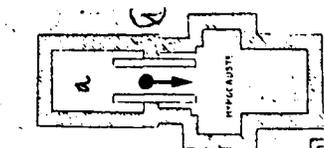


Fig. 143 : Miécrot\* (B)

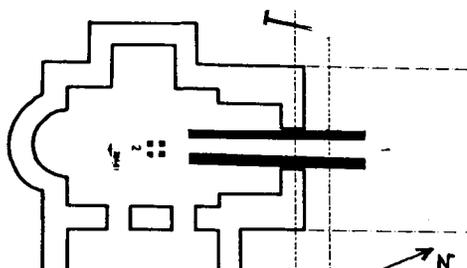


Fig. 144 : Mamer\* (L)

*Autres exemples :* Amay\* (B), Liège\* (B) (1977), Landen\* (B), Tourinnes-St-Lambert\* (B), Chastres-lez-Walcourt\* (B), Furfooz\* (B), Aiseau\* (B), Boussu-lez-Walcourt\* (B), Liverdun (F), Epternach (L), Newel\* (D), Villers-le-Bouillet\* (B), Maillen (Al Sauvenière)\* (B).

### Remarques

A Villers-le-Bouillet\* (B),

les murets du foyer (extérieurs) sont renforcés par rapport à ceux du canal de chauffe intérieur (supports).

Les foyers de type I sont les plus fréquents dans nos régions.

A Anlier\* (B),

on peut considérer que le foyer de l'hypocauste 8 est de type I. Cependant, un des murets extérieurs du foyer a été épaissi pour servir vraisemblablement de support. De même à Epternach\* (L).

### TYPE II

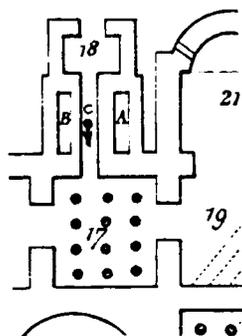


Fig. 145 : Ronchinne\* (B)

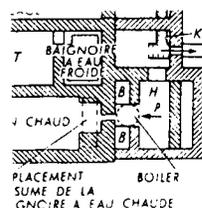


Fig. 146 : Weitersbach\* (D)

Ronchinne\* :  
 A et B = supports  
 18 = chambre de chauffe  
 c = canal de chauffe extérieur long (3,50 m)

Weitersbach\* (D) :  
 H = chambre de chauffe  
 B = supports

*Autres exemples* : Haccourt\* (B), Boussu-lez-Walcourt\* (B), Vesqueville\* (B), Guiry-Gadancourt\* (F), Saint Merd-les-Oussines\* (F), Brötzingen\* (D), Pforzheim (D), Vieil-Evreux\* (F), St-Mard (Vieux-Virton)\* (B).

*Remarques*

A Ronchinne\* (B), (fig. 145, salle 18), nous citons à titre d'exemple le texte de A. Bequet décrivant la salle de chauffe n° 18 : « Le fourneau du calorifère de cette salle d'attente occupait le n° 18, les chaudières dans lesquelles chauffait l'eau du bain n° 19 étaient placées en A contre le fourneau ; on réfugiait en B, de l'autre côté, les instruments nécessaires à l'esclave chargé de l'entretien du feu ».

A Weitersbach\* (D), (fig. 146), F. Kretschmer a dessiné l'emplacement supposé de la chaudière.

**TYPE III**

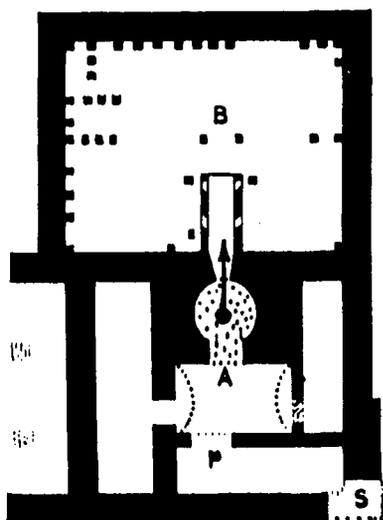


Fig. 147 : Mersch\* (L)

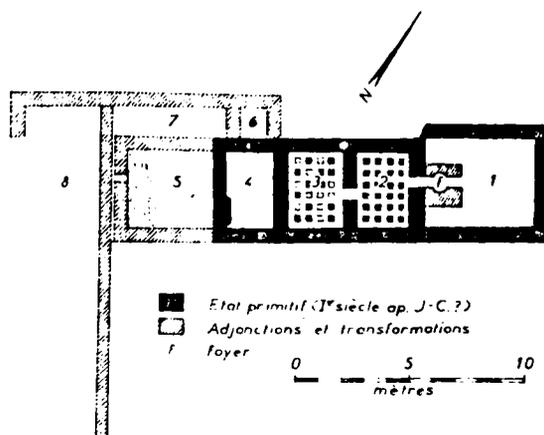


Fig. 148 : Cadrieu\* (F)

*Autre exemple* : Haccourt\* (B), local 82.

*Remarques*

A Martelange\* (B) (fig. 149), l'appareil de chauffage présente une forme particulière et peu courante. L'emplacement supposé de la chaudière est elliptique.

A Pannessières\* (F) (fig. 150),

l'emplacement de la chaudière est marqué par un élargissement du foyer qui est de section carrée (*praefurnium* I). Dans cette figure, on voit très nettement la différence entre un *praefurnium* principal (I) et un *praefurnium* d'appoint (II)<sup>(183)</sup>.

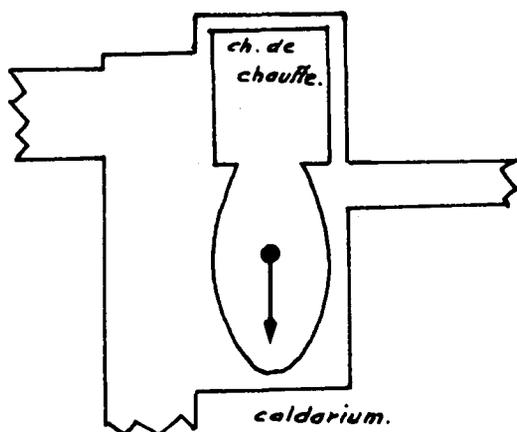


Fig. 149 : Martelange\* (B)

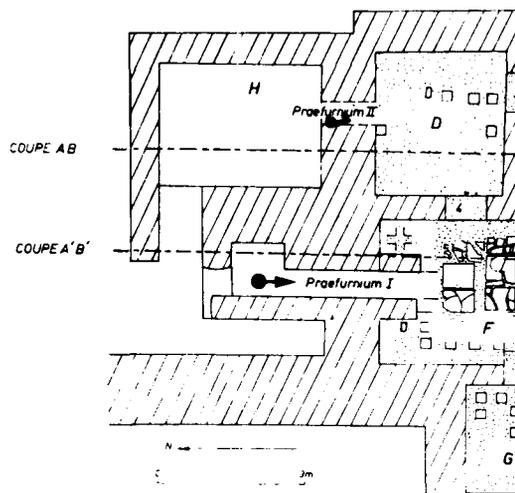


Fig. 150 : Pannessières\* (F)

### 3. ORIENTATION DE LA BOUCHE DES FOYERS

Nous savons depuis longtemps, par les agronomes latins<sup>(184)</sup> et par les résultats des fouilles, que la plupart des villas romaines avaient leur façade orientée vers l'est, le sud-est ou le sud qui sont les orientations les plus favorables dans nos régions. L'arrière des bâtiments, qui comportait vraisemblablement moins d'ouvertures, était ainsi orienté en partie à l'ouest (pluies) et au nord (vents froids). La façade était exposée aux vents d'est secs et à l'ensoleillement maximum accompagné des vents chauds du sud.

La plupart des villas comportaient des bains, soit inclus dans la construction initiale, soit ajoutés à une époque ultérieure. Ces bains étaient le plus souvent construits à la périphérie du bâtiment. On trouvait parfois deux ou plusieurs installations de bains pour un même bâtiment (Anthée\* (B), Ronchinne\* (B), Mettet\* (B), Haccourt\* (B), etc...)<sup>(185)</sup>. Il en était de même, vraisemblablement, pour les bains que pour les appartements : ceux d'hiver et ceux d'été. Vitruve<sup>(186)</sup>, parlant des bains, est, à ce propos, explicite : « Il faut, avant tout, choisir la situation la plus chaude possible, c'est-à-dire, qui ne soit exposée *ni au nord, ni au nord-est* ». Au vu de ce texte, nous pouvons procéder par élimination. Pour des raisons évidentes d'esthétique, Vitruve préconisait de construire les bains sur le côté sud-ouest de la villa<sup>(187)</sup>.

Palladius<sup>(188)</sup> est moins clair ; parlant de la nécessité de construire une salle de bains, il écrit : « On munira celle-ci (salle de bains) de fenêtres *au midi et au couchant d'hiver*, de manière qu'elle soit éclairée et agrémentée tout le long du jour par les rayons du soleil ». Si l'on sait que le couchant d'hiver est le sud-ouest, ses prescriptions semblent rejoindre celles de Vitruve.

En ce qui concerne l'orientation des bains et, en particulier, des bouches de foyers (FCB et FCD), nous avons pensé qu'il serait intéressant d'une part de comparer les prescriptions des auteurs latins avec les résultats des fouilles et, d'autre part, de confirmer ou infirmer une légende, credo de beaucoup de fouilleurs modernes, qui suppose l'orientation des bouches de foyers selon les vents dominants.

## Méthode

1) Nous avons eu la curiosité de vérifier l'orientation de la façade principale de toutes les villas dont nous avons étudié le système de chauffage parce que nous avons cru qu'il serait intéressant de comparer, par la suite, l'orientation générale des villas à celles des foyers. Notre enquête, hélas, s'est heurtée à deux difficultés importantes :

- les plans publiés dans les rapports de fouilles ne comportent pas tous une orientation<sup>(189)</sup>,
- dans le cas de fouilles partielles, la façade principale est difficile à déterminer.

Ces difficultés, on s'en doute, ont réduit considérablement le nombre des habitations rurales pour lesquelles nous avons des données sûres. Le petit tableau ci-dessous synthétise les résultats de cette recherche :

ORIENTATION DES FAÇADES DES HABITATS RURAUX			
SITES ELIMINES	<ul style="list-style-type: none"> <li>— fouilles partielles dont la façade est impossible à déterminer</li> <li>— fouilles publiées avec plan sans orientation</li> <li>— fouilles publiées sans plan et sans orientation</li> </ul>		<b>74</b>
SITES A ORIENTATION CERTAINE	Orientations diverses :		<b>56</b>
	— Est : <b>6</b>	<b>28</b>	
— Nord-Est : <b>5</b>			
— Sud : <b>10</b>			
— Sud-Ouest : <b>5</b>			
— Nord-Ouest : <b>2</b>			
	Orientation sud-est :		<b>28</b>
TOTAL			<b>130</b>

Au vu de ce tableau, nous constatons que la majorité des sites à orientation certaine, s'orientent au sud-est, à l'est et au sud avec une préférence nette pour le *sud-est*, ce qui est conforme aux préceptes des auteurs latins... et au bon sens.

2) Ensuite, nous avons vérifié l'orientation des bouches des foyers sans distinguer les FCD des FCB. A partir de là, deux méthodes d'investigation étaient possibles :

### Première méthode

Considérer *globalement* et sans aucune restriction tous les foyers, dresser un bilan graphique des orientations, et le comparer à la direction générale des vents dominants (= sud-ouest). Nous avons noté l'orientation de 205 foyers répartis à peu près régulièrement sur tout le territoire que nous avons circonscrit dans l'introduction de ce travail, et nous en avons consigné les résultats au moyen d'un graphique à coordonnées polaires (fig. 151) dont les chiffres expriment un pourcentage.

Au vu de ce tableau, nous constatons que les bouches des foyers sont orientées dans toutes les directions et réparties dans des proportions plus ou moins égales entre le nord-ouest, l'ouest, le sud-ouest, le sud-est et l'est.

Les plus nombreuses sont les bouches de foyers orientées *au nord*. Les moins nombreuses sont celles orientées *au sud* et *au nord-est*.

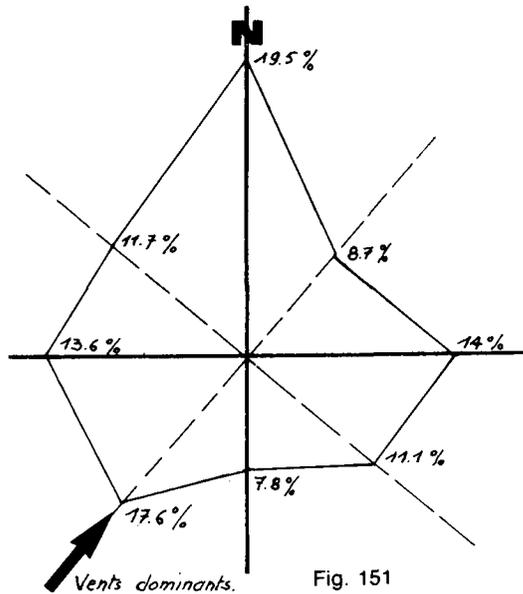


Fig. 151

### Deuxième méthode

Dans la première méthode, nous n'avons pas tenu compte de l'influence des micro-climats locaux sur la direction des vents dominants. Ces influences peuvent varier fortement sur de courtes distances<sup>(190)</sup>. Pour aborder la deuxième méthode, nous avons considéré un territoire plus restreint où les micro-climats ont peu d'importance sur la direction des vents dominants dont l'orientation varie très peu sur une année. De plus, nous avons également tenu compte de l'emplacement des FCD-FCB par rapport au corps de logis<sup>(191)</sup>, en retenant uniquement ceux qui se trouvent construits à la périphérie.

La deuxième méthode est donc plus sélective, concerne un territoire plus restreint et par conséquent un plus petit nombre d'habitats et de FCD-FCB.

Nous avons choisi la région du Brabant wallon, de la Hesbaye et une partie du Hainaut, c'est-à-dire, toute la moyenne Belgique se situant au nord du sillon Sambre-et-Meuse. Cette région de la Moyenne Belgique au relief peu accidenté, est soumise à un régime de vents dominants de direction sud-ouest qui ne varie guère (fig. 152 et 153).

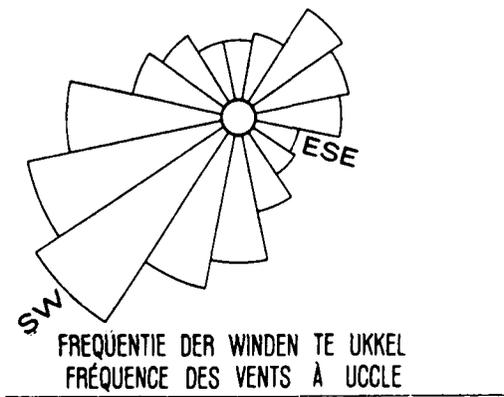


Fig. 152

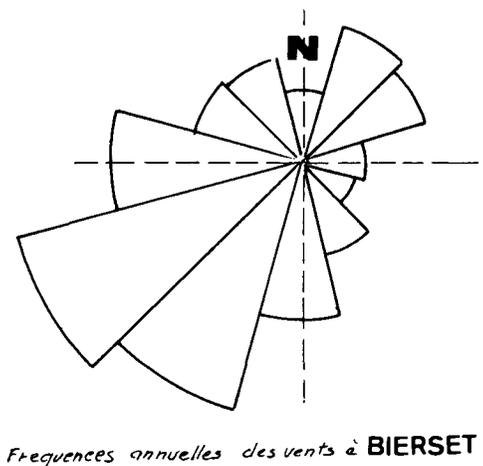


Fig. 153

Nous n'avons pu sélectionner que 11 sites seulement, comptant 17 foyers construits à la périphérie de l'habitat. Cela donne en pourcentage et en coordonnées polaires les résultats que nous observons sur la figure 154.

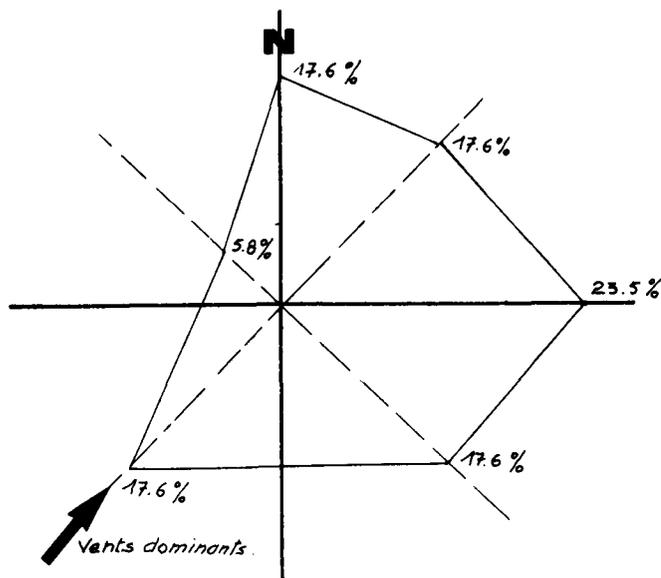
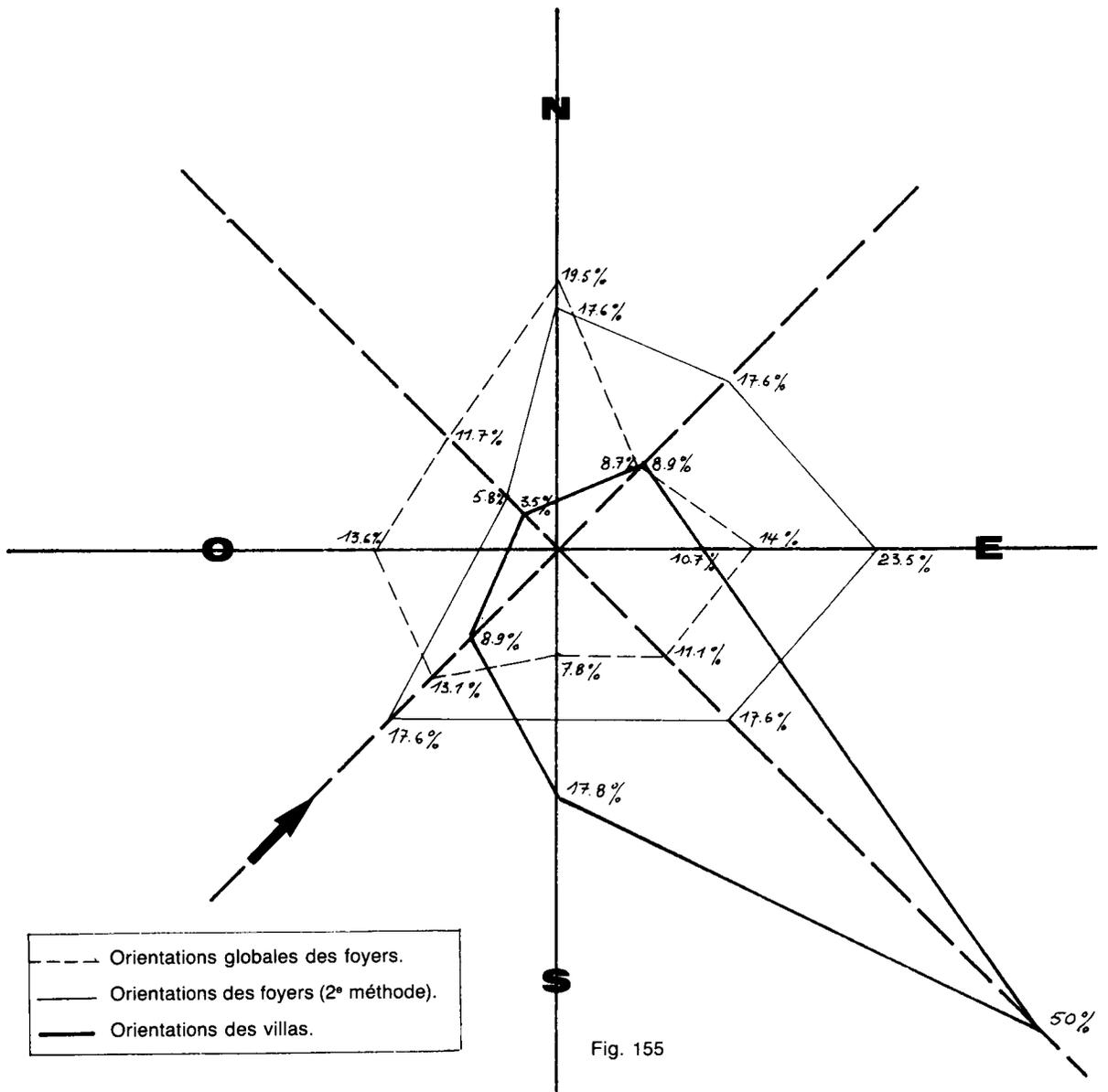


Fig. 154

Au vu de ce tableau, nous pouvons constater que les vents dominants n'ont apparemment aucune influence sur l'orientation des foyers.

Nous avons cru intéressant de superposer, pour les comparer, les résultats obtenus concernant l'orientation des foyers (première et deuxième méthode) et l'orientation des façades des villas (fig. 155).

La superposition des trois graphiques confirme une nouvelle fois que les vents dominants ne semblent guère jouer de rôle dans l'orientation des bouches de foyer. La plupart de ces foyers sont d'ailleurs orientés au nord (première méthode) et à l'est (deuxième méthode), ce qui est presque à l'opposé des vents dominants. Nous nous en sommes étonné et nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas un lien entre l'orientation du foyer et la théorie de F. Kretschmer qui suppose un tirage nécessairement très faible dans l'hypocauste<sup>(192)</sup>. Les vents dominants auraient joué dans ce cas un rôle « négatif », à l'opposé de ce que certains croient et, par conséquent, les constructeurs auraient essayé le plus possible d'abriter les bouches de foyer d'un « tirage » trop intense. Je laisse cette question en suspens car elle mérite une étude beaucoup plus approfondie qui « serrerait » de plus près les nombreux facteurs qui ont influencé nos résultats.



#### 4. NOTE

Dans la majorité des chambres de chauffe et des foyers, on a retrouvé surtout des *cendres* et du *charbon de bois*<sup>(193)</sup>. Exceptionnellement, dans certains sites, comme à Liège en 1907<sup>(194)</sup>, on a retrouvé « de la houille et du coke ». De même qu'à Saarbrücken\* (D) où, dans une cave, on a retrouvé une réserve de charbon de terre.

Les chauffeurs (*fornacatores*)<sup>(195)</sup>, qui étaient chargés de l'entretien des feux, devaient probablement se servir de ceux-ci pour préparer leurs repas. On a retrouvé, dans les cendres de certains foyers, des déchets de cuisine de toutes sortes :

- à Graux\* (B), dans le foyer N : écailles d'huîtres,
- à Jemelle\* (B), dans le foyer 36 : « ossements d'animaux »,
- à Arquennes\* (B), dans le foyer E : os de volailles, écailles de moules et d'huîtres,
- à Basse-Wavre\* (B), dans les sept foyers retrouvés : os et écailles d'huîtres, etc...

- (135) VITRUVÉ, V, 10.
- (136) J. MARQUARDT, *Manuel des Antiquités Romaines*, t. XIV, *La vie privée des Romains*, Paris, 1892, p. 333.
- (137) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III (1900), p. 346.
- (138) A l'inverse de ce que nous avons fait dans le chapitre précédent concernant la chambre de chauffe, nous commençons ici par le chauffage domestique et non par les bains. L'agencement du FCD étant plus simple, il sera plus aisé au lecteur, par la suite, de comprendre l'agencement des FCB (foyers pour chauffage des bains). Les constructions de base sont *les mêmes pour* les deux systèmes, le deuxième étant seulement plus sophistiqué que le premier. Certains foyers d'appoint pour les bains ont la même fonction que ceux destinés au chauffage domestique. Ils sont donc repris dans les FCD.
- (139) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, I, p. 356, fig. 4 et 6.
- (140) Contrairement à l'habitude prise (voir chambre de chauffe), nous ne comparons pas cette fois avec Pompéi puisque le chauffage domestique par hypocauste n'y existe pas. De plus, dans la description du FCD qui va suivre, les points 1 à 5 (pl. III) concernant les murets, la voûte, la sole, la porte et l'aire du FCD, *ne seront pas repris dans la description du FCB* car ils sont identiques. Seuls seront repris les points 6, 7 et 8 (pl. IV).
- (141) Jodoigne \* (B), (St-Jean - Geest) : assises de dalles plates de 42 x 29 x 3 cm. Il se pourrait que le fouilleur ait confondu avec des tuiles ; Basse-Wavre \* (B) : carreaux de 44 x 34 cm ; Mettet \* (B) : briques de 55 cm de largeur (muret) ; Trèves \* (D), Oelewiger strasse : briques de 25 cm de largeur.
- (142) Voir tableau p. 25.
- (143) « Pierre de sable » = tuffeau ou tuffeau : « craie micacée ou sableuse, qui s'est déposée près des massifs cristallins » (Petit Larousse, 1961).
- (144) Oschelbronn \* (D).
- (145) Voir à ce propos la fig. 105 qui montre des détails du *praefurnium* (1977) de la place St-Lambert à Liège\* et les dégradations dues à la chaleur.
- (146) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 29.
- (147) Nous avons déjà décrit le *testudo alvei*, voir p. 23
- (148) VITRUVÉ, V, 10 : (trad. De Bioul, 1816).
- (149) Voir fig. 4, p. 16.
- (150) ou *milliarium* (PALLADIUS, I, XXXIX, 3).
- (151) E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 660.
- (152) *La villa pompeiana della Pisanella, presso Boscoreale*, dans *Monumenti antichi, Reale Accademia dei Lincei*, vol. VII, (1897), col. 439 et ss.
- (153) E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 655.
- (154) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai. Th.*
- (155) *Idem*, p. 224, fig. 364 a et b.
- (156) Nous ne nous expliquons guère la forte pente de la sole. Comment les combustibles pouvaient-ils y tenir sans glisser ? Peut-être y avait-il une grille en contre-bas et devant la bouche du foyer qui retenait le combustible et laissait passer les cendres, comme dans nos poêles à charbon modernes.
- (157) PALLADIUS, I, 40, 3.
- (158) August MAU, *op. cit.*, p. 383.
- (159) PALLADIUS, *ibidem*.
- (160) F. KRETZSCHMER, *Bauformen* I, p. 356. Dans une traduction déjà ancienne de Vitruve, De Bioul nous apprend qu'il a vu des « vases » (chaudières) provenant des grands thermes romains, dans la cour du Monastère des Bénédictines près de la basilique St-Paul-hors-les-Murs et dans les jardins de la villa Borghèse : « on avait ajouté à ceux-ci des pieds et des pedestaux, pour en faire de très beaux vases qui décoraient avec d'autres ornements le tour d'une des belles fontaines de ce jardin. Ces vases ont au moins six pieds de diamètre ; ils contenaient autant d'eau tiède et d'eau chaude qu'il en faut pour un très grand bain » (DE BIOUL, *L'architecture de Vitruve*, Bruxelles, 1816, p. 242).
- (161) = système de Boscoreale, voir p. 75-76 ; le système de la chaudière unique à compartiments superposés est plus fréquent dans les grands thermes que celui des trois chaudières juxtaposées de Vitruve (thermes du forum et de Stabies à Pompéi).
- (162) PALLADIUS, *ibidem*.
- (163) Voir installation de Boscoreale, p. 75-76.
- (164) Voir note 160.
- (165) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai. Th.*, p. 233.
- (166) E. BRÖDNER, *Untersuchungen*, pl. 12.
- (167) KRENCKER-KRÜGER, *Th. Kai. Th.*, pp. 228-231.
- (168) Voir note 80.
- (169) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 254 (Jacobi n'a pas pressenti, ainsi que son prédécesseur Habel, que ce bâtiment qu'ils ont pris pour une habitation privée, était en réalité un établissement thermal).
- (170) Nous avons toutes les raisons de croire que ce canal de chauffe existait car les thermes furent fouillées en 1856 par Habel qui les avait trouvés très détériorés. La répartition des pilettes, dans ce plan, est une reconstitution. De plus, au point (N) devait se trouver probablement une baignoire chaude, les contreforts c et d semblent le confirmer.
- (171) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 16.
- (172) J. BREUER, *Chauf. Ant.*, fig. 4, p. 9.
- (173) Voir note 321 ; PALLADIUS, I, XXXIX, 3 : « Un réservoir de forme allongée, en plomb, situé au-dessus du foyer et reposant sur un plateau de cuivre, viendra extérieurement à celui-ci passer entre les baignoires ; un tuyau amènera l'eau froide dans ce réservoir, qui sera relié à chaque baignoire par un autre tuyau de même calibre, pouvant y déverser autant d'eau chaude que le premier aura amené d'eau froide dans le réservoir ».

- (174) Voir Historique, fig. 4, p. 16 ; Vitruve, V, 10, 1.
- (175) Voir note 172.
- (176) Voir p. 75, fig. 113 et 114.
- (177) *Ibidem*, voir p. 76, fig. 115.
- (178) Voir p. 80, fig. 125, 126 et 127.
- (179) Voir note 140.
- (180) Voir p. 47.
- (181) A. GRENIER, *Manuel*, p. 327.
- (182) Le type II n'est pas sans rappeler l'installation de chauffe des thermes du camp de Saalburg. Voir p. 83, fig. 134.
- (183) A titre de comparaison, nous retrouvons ce genre d'installation dans quelques thermes : *Champlieu* (A. GRENIER, *Manuel*, fig. 107, p. 335) ; *Niederbieder* (KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai. Th.*, fig. 354, p. 236) *Lillebonne* (DE CAUMONT, *Abécédaire*, p. 145) ; etc...
- (184) SIDOINE APOLLINAIRE, *Epist.*, II, 2 (voir GRENIER, *Manuel*, p. 876) : « La villa s'allonge entre ses deux façades qui regardent le nord et le midi » ; voir aussi DE CAUMONT, *Abécédaire*, p. 376.
- (185) Cela peut être dû au fait que ces installations ont été construites à des époques différentes. A Haccourt, par exemple, les bains les plus anciens sont les plus modestes. Plutôt que d'agrandir et moderniser les bains anciens, il a semblé préférable (moins onéreux) aux habitants de construire de nouveaux bains plus grands et plus luxueux, ce qui explique la présence de plusieurs installations de bains dans les fouilles.
- (186) VITRUVÉ, V, 10.
- (187) SIDOINE APOLLINAIRE, *ibidem*, signale dans sa lettre que les bains de sa villa étaient construits au sud-ouest (du corps de logis).
- (188) PALLADIUS, I, 39, 1.
- (189) Dans le cas d'une publication sans plan, on ne donne pas toujours l'orientation des bâtiments.
- (190) Renseignements concernant l'influence des micro-climats obtenus grâce à l'obligeance de Mr A. OZER, chef de Travaux (Service du Professeur A. PISSART, Géomorphologie et Géologie du Quaternaire - ULG) ; voir aussi : A. HUFTY, *Les climats locaux dans la région liégeoise*, ULG, 1966 ; Michel LAHAYE, *Les vents dans la région liégeoise*, Mémoire de Licence, 1977-1978.
- (191) Les FCD, par exemple, sont souvent construits à l'intérieur même de l'habitation (cour ou local fermé ?). Ceci exclut l'orientation de ces foyers en fonction des vents dominants qui, dans ce cas, n'auraient pas d'influence.
- (192) Voir II<sup>e</sup> partie consacrée au fonctionnement.
- (193) S'agit-il toujours de charbon de bois ou de bois à moitié consommé ?
- (194) Liège (1907), voir DE MAEYER, 1937, p. 168.
- (195) E. SAGLIO, *Balneum, Balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 661, note 203.

## CHAPITRE III

# LA CHAMBRE DE CHALEUR

Nous avons adopté les termes *chambre de chaleur* tout d'abord parce qu'ils sont utilisés par la plupart des auteurs importants, tels que H. Thédénat<sup>(196)</sup>, L. Bonnard<sup>(197)</sup>, etc... ; ensuite parce qu'ils nous ont semblé les plus adéquats vu le rôle de ce local, et enfin parce qu'il n'existe pas d'équivalent latin pour désigner cette pièce. La chambre de chaleur était, en effet, un sous-sol<sup>(198)</sup> dans lequel débouchait le canal de chauffe prolongeant le foyer. Cette chambre était de formes et de dimensions variables suivant celles des pièces de bains ou appartements qu'elle devait chauffer et auxquels elle correspondait en sous-sol<sup>(199)</sup>. Les *chambres de chaleur à pilettes*, destinées au chauffage domestique, étaient souvent carrées ou rectangulaires suivant l'usage adopté pour presque toutes les pièces d'habitation romaines (on construisait orthogonalement). Les chambres de chaleur destinées au chauffage des pièces de bains épousaient presque toujours les formes de celles-ci. C'est pourquoi, on voit souvent dans les plans des chambres de chaleur, et plus particulièrement dans les murs des grands côtés, des « excroissances » en forme de rectangle ou d'abside. Ces alvéoles épousaient les formes des baignoires suspendues ou des étuves qui se trouvaient au rez-de-chaussée. Cette façon de faire était d'ailleurs conforme aux préceptes de Palladius<sup>(200)</sup> : « Quant aux loges, elles ne doivent pas être carrées mais mesurer, par exemple, quinze pieds de long sur dix de large (4,5 x 3 m) car, dans un lieu étroit, il y aura moins de déperdition de chaleur ». Les chambres de chaleur à pilettes étaient d'ailleurs rarement rondes. Un des rares exemples dont nous avons eu connaissance se trouve

aux Fontaines-Salées (F)<sup>(201)</sup> ; elle faisait partie de petits thermes accolés à un sanctuaire. La baignoire chaude (*calida piscina*) des bains des femmes est ici distincte du *caldarium* proprement dit. Elle se trouve au centre de la rotonde Q et est construite sur une vaste chambre de chaleur contenant 80 pilettes de briques carrées. C'est un ensemble qui est remarquablement conservé avec la totalité de sa *suspensura*. Cette partie des thermes date du II<sup>e</sup> siècle après J.-C. (fig. 156).

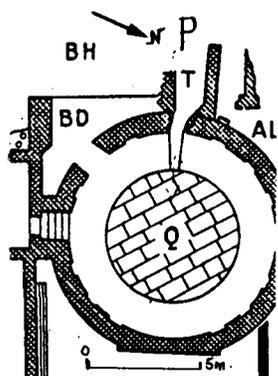


Fig. 156 : Fontaines-Salées\* (F).

Le sol de la chambre de chaleur (*area*)<sup>(202)</sup> était fait simplement de béton ou recouvert de briques plates ou de tuiles. Sur l'*area*, on construisait le plus souvent des pilettes (*piliae*)<sup>(203)</sup> rondes ou carrées, composées de disques ou de carreaux en matériaux réfractaires. Ces pilettes avaient pour rôle de soutenir le sol de la pièce à chauffer qui se trouvait ainsi suspendu (*suspensura*)<sup>(204)</sup>. Les *murs de la chambre de chaleur* étaient revêtus ou non d'enduit ou de briques plates. On aménageait parfois ces murs en *banquette* pour faciliter le départ des tuyaux verticaux en terre cuite (*tubuli*)<sup>(205)</sup> qui revêtaient parfois les murs de la pièce à chauffer et que nous étudierons plus loin.

Les murs de la chambre de chaleur présentaient parfois à leur base des débouchés de cheminées et d'autres ouvertures qui permettaient à l'air chaud de chauffer une autre chambre de chaleur (pl. I, 13).

Cette description sommaire de la chambre de chaleur à pilettes était, nous semble-t-il, nécessaire pour mieux comprendre la description plus détaillée que nous allons aborder. Avant cela, il n'est pas inutile de rappeler, comme nous l'avons vu dans l'introduction générale, que l'on a parfois confondu chambre de chaleur et hypocauste. Confusion due à l'ambiguïté des textes latins eux-mêmes à propos du mot hypocauste<sup>(206)</sup>. Cependant cela n'empêche pas ces textes d'être beaucoup plus complets et précis<sup>(207)</sup> à propos de l'aménagement intérieur des chambres de chaleur. Voici le texte de Vitruve : « Les radiers de l'hypocauste<sup>(208)</sup> doivent être faits de telle sorte que le sol, carrelé de

briques d'un pied et demi, soit incliné vers le foyer souterrain si bien que si on lance une boule, elle revienne d'elle-même vers le foyer, ainsi la flamme circulera plus facilement sous le radier suspendu de la salle à chauffer. Par-dessus le carrelage des grandes briques, de petits briques de deux tiers de pied (environ 0,20 m de côté) seront maçonnées pour constituer des pilettes disposées de telle sorte qu'on puisse leur superposer des tuiles de deux pieds (0,60 m). Les piles auront deux pieds et demi de haut (0,75 m), elles seront maçonnées d'argile pétrie avec de la bourre. Les tuiles de deux pieds placées par-dessus porteront l'air de la salle. »

Le témoignage de Palladius<sup>(209)</sup> concorde pour l'essentiel avec celui de Vitruve duquel il s'est visiblement inspiré<sup>(210)</sup> : « Voici comment doit être conçue l'infrastructure des loges à bains : on revêt leur surface de dalles ayant deux pieds de large ; ce dallage doit former un plan incliné descendant vers la chaudière de manière que, si l'on y pose une balle, elle ne reste pas sur place, mais roule jusqu'à la chaudière : cela aura pour effet que la flamme, en montant vers le haut, chauffera davantage les loges. Sur le dallage, on montera des petits piliers faits de briquettes liées entre elles par un mortier d'argile et de crin, situés à un pied et demi l'un de l'autre et mesurant deux pieds et demi de haut. A leur sommet, on placera l'une sur l'autre deux briques plates de deux pieds de large, que l'on recouvrira d'un carrelage de briques, lui-même revêtu de marbre, si l'on en a suffisamment. »

Les textes de ces deux auteurs, relatifs au chauffage par hypocauste, ne sont pas uniques mais ils sont certainement les plus importants. Nous verrons plus loin dans quelles mesures les constructeurs antiques ont tenu compte de ces prescriptions.

Toutes les chambres de chaleur n'étaient pas construites avec pilettes. Il existait une autre technique qui consistait, soit à creuser des canaux plus ou moins larges et profonds dans le sous-sol de la pièce à chauffer, soit à élever des murs dans la chambre de chaleur, ce qui revient pratiquement au même<sup>(211)</sup>. Nous avons appelé ces chambres de chaleur particulières : *chambres de chaleur à canaux*.

Dans la description qui va suivre, nous décrirons tout d'abord les éléments d'une chambre de chaleur à pilettes.

## 1. LES PILETTES



Fig. 157 : « Grands thermes du sud » - Timgad\* (DZ).

Le rôle des pilettes était de soutenir la *suspensura* tout en prenant appui sur l'*area* qui constituait le sol de la chambre de chaleur. Il est vraisemblable qu'au début du chauffage par hypocauste on ait employé exclusivement des pilettes en terre cuite constituées de disques ou de carreaux superposés et reliés à l'argile<sup>(212)</sup>. Ces pilettes « classiques »<sup>(213)</sup>, qui formaient ainsi de véritables petites colonnes, étaient disposées d'une façon plus ou moins régulière, en rangées parallèles et presque toujours à la même distance l'une de l'autre (fig. 157). Lorsque ces pilettes recouvraient toute la surface de la chambre de chaleur, cette dernière ressemblait à une petite salle hypostyle. Sur les pilettes, on déposait de grandes dalles, également en terre cuite, disposées de telle sorte que chacune d'elles reposait sur quatre pilettes. (Nous y reviendrons plus loin).

A l'époque où Vitruve écrit son traité d'architecture, le chauffage par hypocauste, nous l'avons vu<sup>(214)</sup>, était déjà très répandu, et en particulier dans les grands thermes (III<sup>e</sup> phase) où il s'agissait de produire de hautes températures. C'est pourquoi, lors de fouilles, on n'y trouve pratiquement que des pilettes « classiques » en matériaux réfractaires, conformes aux préceptes de Vitruve et capables de résister à de très fortes chaleurs. Plus tard, à partir du II<sup>e</sup> siècle après J.-C., les progrès de la technique et du confort ont vu se répandre l'usage de l'hypocauste dans l'habitat privé où les températures de chauffage demandées n'excédaient pas 100°. A partir de ce moment, il n'était donc plus absolument indispensable d'employer, dans les constructions de chambres de chaleur, des matériaux très résistants à la chaleur. Ceci explique en partie que l'on retrouva par la suite, dans les chambres de chaleur de l'habitat privé, des pilettes construites en *matériaux de toutes sortes*. Cette solution de facilité, et cela est étonnant, n'a pas pour autant arrêté la construction de nombreuses chambres de chaleur avec des pilettes « classiques » dont la technique a perduré jusqu'à la fin de l'Empire. Malgré son coût élevé, on la retrouvera tellement souvent dans les fouilles que nous osons écrire, en ce qui concerne la Gaule septentrionale, qu'elle est la plus courante et que l'emploi de la pilette en matériaux divers constitue l'exception.

Les pilettes « classiques » des thermes ne se distinguent de celles de l'habitat privé que par leurs dimensions (plus grandes). Il devient donc inutile de les distinguer dans la description qui va suivre. Nous établirons plutôt une distinction entre les *pilettes « classiques »* et *celles en matériaux divers*.

#### a. - Les pilettes « classiques »

Les prescriptions de Vitruve pour les pilettes « classiques » sont les suivantes :

largeur des carreaux : 2/3 de pied (environ 20 cm)  
hauteur des pilettes : 2 pieds et demi (environ 75 cm).

En réalité, la pilette « classique » a, elle aussi, beaucoup varié en formes et en dimensions comme le montrent les exemples ci-dessous :

*Pilette cylindrique ou de section carrée* (Vitruve) (fig. 158) (fig. 159A).

*Pilette cylindrique avec base carrée et chapiteau carré :*

- à Spoonley Wood\* (G-B) (fig. 159B)
- à Basse-Wavre\* (B), salle 46
- à Ronchinne\* (B), salles 5 et 3
- à Tongres\* (B).

*Pilette carrée avec base carrée et chapiteau carré :*

- à Saalburg\* (D) (fig. 159C)
- à Nouvelles\* (B)
- à Jonvelle\* (F)
- à Moissac\* (F), hauteur : 1,15 m.

*Pilettes mixtes* (alternance de briques carrées et cylindriques) :

- à Amay\* (B) (fig. 159D).

*Pilette cylindrique avec comme base deux carreaux de dimensions différentes :*

- à St Jean-Geest\* (B) (fig. 159F).



Fig. 158 : Aquincum (H).

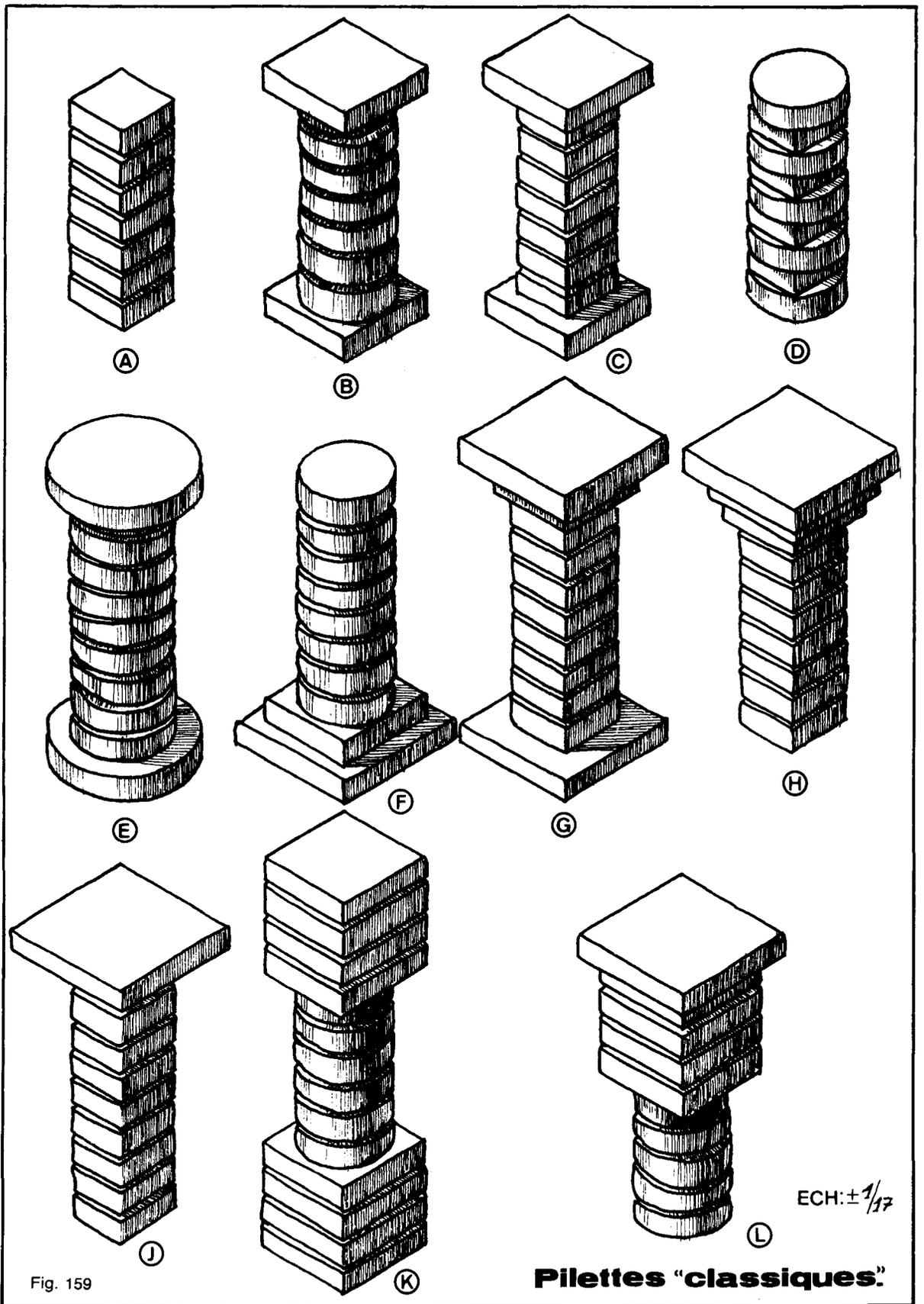


Fig. 159

ECH:  $\pm \frac{1}{17}$

**Pilettes "classiques."**

*Pilette carrée avec comme base un carreau plus grand et comme chapiteau deux carreaux plus grands de dimensions différentes :*

- à Champion\* (B) (fig. 159G)
- à Erneuville\* (B)
- à Tongres\* (B)

*Pilette carrée sans base, avec chapiteau formé de trois carreaux qui vont en s'élargissant. Le carreau supérieur remplace la dalle de *suspensura* :*

- à Trèves (D)\* (fig. 159H)
- à Paris\* (F), parvis de Notre-Dame.

*Pilette carrée sans base, avec une dalle carrée plus grande formant chapiteau :*

- à Nouvelles\* (B) (fig. 159J).

*Pilette ronde avec, comme base, quatre carreaux et comme chapiteau, quatre carreaux également :*

- à Argos\* (G) (fig. 159K).

*Pilette ronde sans base avec comme chapiteau quatre carreaux :*

- à Gièvres\* (F) (fig. 159L).

*Pilette octogonale en forme de pyramide tronquée s'évasant vers le haut :*

- à Sainte-Marie-Chevigny\* (B).

*Pilette cylindrique avec comme base et chapiteau un disque plus grand :*

- à Haccourt\* (B) (fig. 159E)
- à Visé\* (B)
- à Namur\* (B).

#### *Remarque*

On voit qu'il est inutile de multiplier les exemples car toutes les combinaisons sont possibles. Le fait que, souvent, la pilette comporte des dalles plus larges à son sommet (chapiteau) répond bien à sa fonction architectonique qui est de supporter les grandes dalles de la *suspensura* qui y reposent chacune par un coin.

#### *1) Mesures*

Il serait fastidieux de livrer en vrac au lecteur la somme de renseignements que nous avons recueillis concernant les dimensions des carreaux de pilettes, les dimensions des disques de pilettes, les hauteurs des pilettes, les distances des pilettes entre elles et d'axe en axe, etc... Nous nous sommes donc limité. Tout d'abord, nous avons choisi les hypocaustes de Belgique uniquement parce que, étant donné que la grande majorité d'entre eux sont construits avec des pilettes « classiques », ils constituent, dans ce cas, un champ de recherche suffisamment vaste. Nous avons ensuite, et en quelque sorte, « synthétisé » le résultat de cette recherche dans le petit tableau ci-dessous (fig. 160). Nous y donnons les mesures limites, c.-à-d. des plus petites aux plus grandes :

Fig. 160

Carreaux	de 16 x 16	à	40 x 40 cm
Disques	Ø 12	à	Ø 23 cm
Hauteur des pilettes	30	à	90 cm
Distances entre les pilettes	20	à	137 cm
Epaisseur des disques et carreaux	2,5	à	6,5 cm

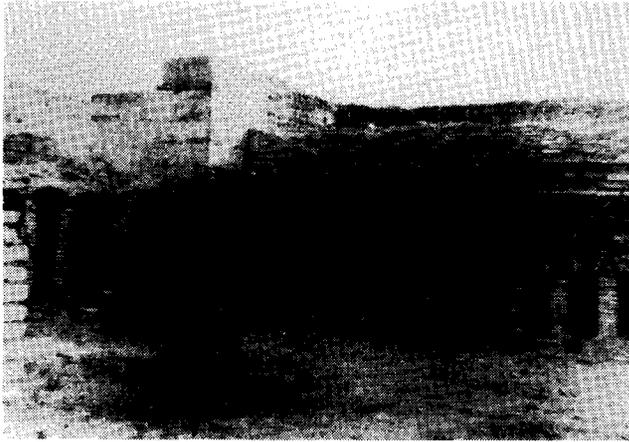


Fig. 161 : Thermes de Lambèse\* (DZ).

Dans les rapports de fouilles, et en ce qui concerne les dimensions des carreaux, il est parfois difficile de distinguer celles des carreaux de la pilette proprement dite, de celles des carreaux de chapiteau ou de base.

Dans les grands thermes, on a parfois construit des pilettes très hautes. L. Jacobi<sup>(215)</sup> nous rapporte qu'elles pouvaient avoir jusqu'à 1,15 m de hauteur (fig. 161).

La plupart des comptes-rendus de fouilles donnent les distances entre les pilettes sans préciser s'il s'agit ou non de distance d'axe en axe.

Les hauteurs des pilettes n'étaient pas toujours égales dans une même chambre de chaleur. Dans les bains, par exemple, les

baignoirs chaudes reposaient ou bien sur la *suspensura* (fig. 162) renforcée parfois par des pilettes ou des piliers plus massifs, ou bien étaient encastrées dans la chambre de chaleur, ce qui réduisait fortement la hauteur de celle-ci et, par conséquent, celle des pilettes (fig. 163), murets ou voûtes qui soutenaient la baignoire (fig. 169).

*Exemples* : Lambèse\* (DZ), Leiuwen\* (D) (fig. 162), Boussu-lez-Walcourt\* (B) (fig. 163), etc...

## 2) Liants

La grande majorité des pilettes avaient leurs carreaux ou diques reliés à l'argile non cuite, ce qui leur donnait une souplesse certaine pour résister aux grandes variations de température. L'argile que l'on retrouve actuellement entre les disques ou carreaux de pilettes est souvent réduite en poussière, ce qui lui donne l'aspect du sable. C'est probablement la raison pour laquelle certains comptes-rendus renseignent la présence de « sable » entre les carreaux ou disques de pilettes :

à Arquennes\* (B) : « légère couche de sable »

à Tournai\* (B) : « sable ».

Dans certains sites, on signale du ciment entre les carreaux et disques :

à Evelette\* (B) : ciment entre les carreaux et disques

à Maillen\* (B) (Al' Sauvenière) : « de l'argile et du mortier »

à Hives\* (B) : du « mortier rose ».

*Remarque* : Il est étonnant qu'aucun fouilleur ne signale la présence de bourre<sup>(216)</sup> mêlée à l'argile (pourtant conseillée par Vitruve)<sup>(217)</sup>.

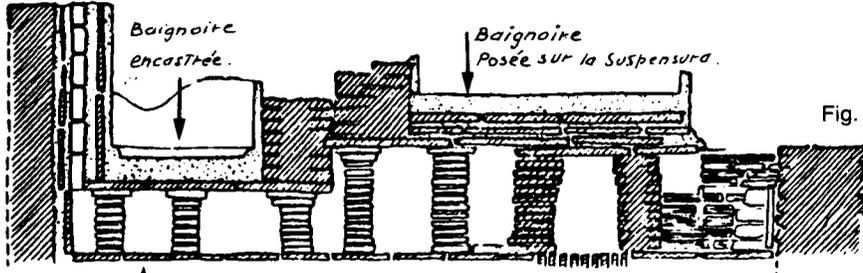
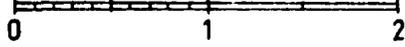
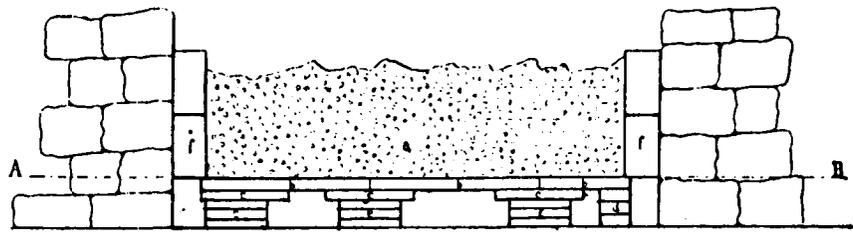


Fig. 162 : Newel\* (D).

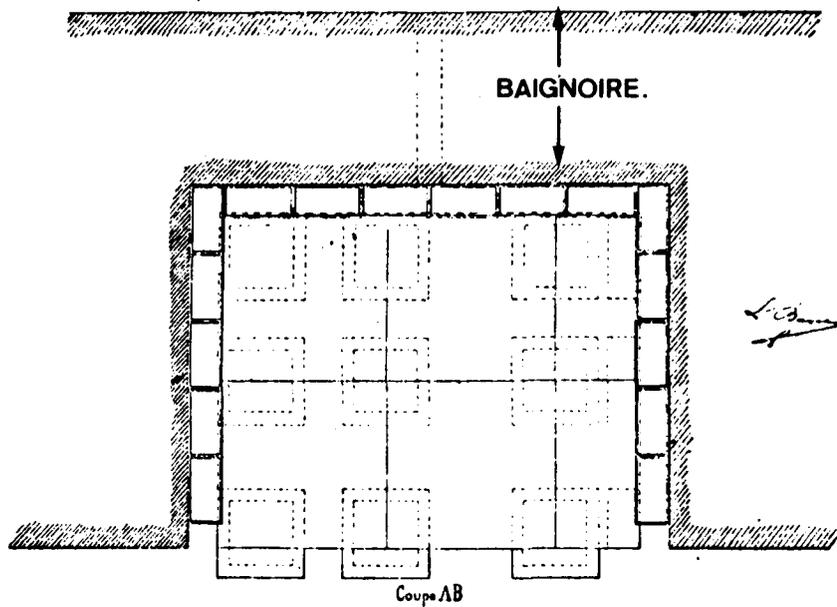


D.



coupe baignoire.

coupe suspensura.



Echelle

1 Metre

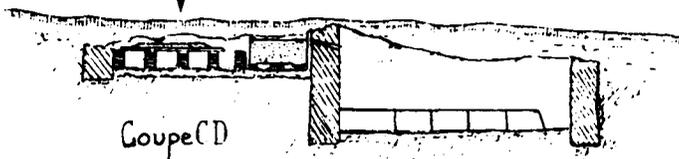


Fig. 163 : Hypocauste de Boussu-lez-Walcourt\* (B)

(construction en terrain accidenté)

### 3) Marques

Contrairement à celles que l'on trouve d'habitude sur les tuiles (*tegulae* et *imbrices*), les marques ou sigles de fabricants sont rares sur les disques ou carreaux de pilettes, tout au moins en Belgique. Personnellement, nous en connaissons trois exemples :

Boussu-lez-Walcourt\* (B) : un carreau de pilette portait la marque T R P S

à Nouvelles\* (B) : certains carreaux de pilettes portaient le signe X sur la tranche

à Meeffe\* (B) : le fouilleur signale des carreaux avec « marque du fabricant ».

Signalons toutefois qu'Y. Graff<sup>(218)</sup> donne une liste de sigles qui ont été trouvés sur d'autres matériaux que sur la tuile, par exemple sur des éléments de « pilastres ou de carreaux d'hypocauste » :

à Liberchies\* (Bons Villers) (B) : F V ou N S S

à Jemelle\* (B) : C V S (ou C U S)

à Anlier\* (B) : C X X

à Morlanwez\* (B) : I S F P ou A T I F ou N S S

à Rognée\* (B) : L C V

à Monceau-sur-Sambre\* (B) : N P S (incomplet)

à Thuillies\* (B) : T R P S

à Elouges\* (B) : X X V

à Boussu-lez-Walcourt\* (B) : T R P S

#### b. - « Pilettes » en matériaux divers

Les matériaux ainsi que les formes de ces pilettes sont très divers. En raison de cela nous ne pouvons les étudier d'une façon systématique. Essayons plutôt d'en dégager les principaux types à travers une série d'exemples :

##### — Pilettes en *tubuli*

à *Saalburg*\* (D)<sup>(219)</sup> : cet hypocauste, retrouvé dans un bon état de conservation et dont nous avons déjà étudié la chambre de chauffe et le *praefurnium*, mérite une attention particulière. La plus grande partie de la chambre de chaleur est aménagée avec des pilettes « classiques ». Dans la partie restante, on a dressé des pilettes construites en *tubuli*. Chaque pilette était construite comme suit : une plaque en terre cuite carrée servait de base : sur cette base, on avait disposé quatre *tubuli* dressés verticalement et disposés en carré, avec un petit espace entre eux ; sur les quatre premiers, on avait dressé quatre nouveaux *tubuli* ; ensuite, comme l'espace entre la *suspensura* et le dernier niveau de *tubuli* était trop étroit pour en recevoir une nouvelle rangée, on avait comblé cet espace au moyen de dalles carrées de plus en plus larges qui formaient ainsi un chapiteau soutenant la *suspensura*. Selon L. Jacobi, on aurait ainsi remplacé des pilettes « classiques » détruites, par des matériaux dont on avait certaines quantités en surplus. Il signale, entre autres, que les *tubuli* étaient remplis avec des morceaux de briques et de mortier (fig. 165).

F. Kretzschmer<sup>(220)</sup> nous rapporte que certains auteurs ont pensé que, vu leur nombre, on fabriquait des *tubuli* spécialement pour les pilettes. F. K. n'y croit pas : les carreaux massifs étaient lourds, leur transport de la briqueterie au lieu de construction était long et pénible. C'est la raison pour laquelle il croit qu'on les remplaçait simplement par des matériaux plus légers. Pour calculer le nombre de *tubuli* nécessaires à la construction, on en prévoyait plus qu'il n'en fallait, par sécurité (cela se fait encore actuellement) ; une fois la construction des murs terminée, les *tubuli* superflus devenaient disponibles pour les pilettes. C'est pourquoi, conclut-il, les ruines dans lesquelles on trouve des pilettes faites avec des *tubuli* ont certainement possédé des murs creux.

Pour notre part, nous pensons comme L. Jacobi, que l'hétérogénéité des « pilettes », dans cette chambre de chaleur, est plutôt due à un remaniement ou une réfection faite avec les éléments de construction que l'on avait sous la main.

Les chambres de chaleur de certains hypocaustes, comme à Paris<sup>(221)</sup> (fig. 168), étaient construites entièrement avec des « pilettes » en *tubuli*, chaque pilette comportant deux *tubuli* superposés. On ne peut plus, dans ce cas, parler de matériaux de réemploi ou de réparation. L'agencement de ces hypocaustes avaient manifestement été prévus de cette manière d'autant plus que les *tubuli* employés ne correspondaient pas à ceux des murs qui étaient beaucoup plus grands.

à *Spoonley Wood*<sup>\*</sup> (G-B), on a trouvé des pilettes construites avec un seul *tubulus* surmonté d'un carreau plus large (fig. 166). La chambre de chaleur, dans ce cas, avait à peine un pied de hauteur ( $\pm 30$  cm).

#### — Pilettes monolithes

Piliers quadrangulaires à bases carrées ou rectangulaires, ou en forme de colonne ou de balustré : à Miécret<sup>\*</sup> (B), *Spoonley Wood*<sup>\*</sup> (G-B) (fig. 167), *Gorsium*<sup>\*</sup> (H).

tronçons de colonnes en granit égalisés entre eux par l'adjonction de briques : *Wroxeter*<sup>\*</sup> (G-B) pilettes en calcaire, en tuf, en basalte, en grès<sup>(222)</sup> : *Magdalensberg*<sup>\*</sup> (F)<sup>(223)</sup>, *Bonsin*<sup>\*</sup> (B), *Poiseulles-Saulx*<sup>\*</sup> (F).

pilettes appareillées en matériaux divers :

en têtes de roche calcaire : *Evelette*<sup>\*</sup> (B),

pilettes construites avec trois grosses pierres : *Modave*<sup>\*</sup> (B) (salle XVIII),

avec des chapiteaux de colonnes : *Enns*<sup>\*</sup> (A)<sup>(224)</sup>,

pilettes en « pierres carrées posées les unes sur les autres »<sup>(225)</sup>,

pilettes en « *tegulae* carrées » ou entières : *Tournai*<sup>\*</sup> (B) (Marché aux Jambons), *Guiry-Gadancourt*<sup>\*</sup> (F),

pilettes en *imbrices* : *Yvoir*<sup>\*</sup> (B),

pilettes creuses :

pilettes creuses à parois épaisses<sup>(226)</sup>,

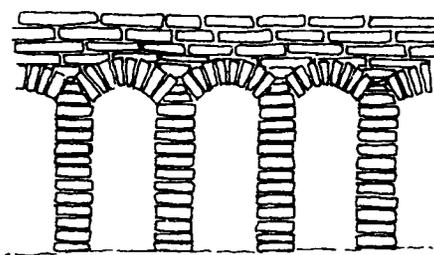
pilettes en briques creuses ou cylindriques<sup>(227)</sup>, *Visoul*<sup>\*</sup> (B), *Baden-Baden*<sup>\*</sup> (D)<sup>(228)</sup>, *Gross-Pöcklar*<sup>\*</sup> (229),

pilettes en briques creuses percées de trous (fig. 164),

pilettes creuses en terre cuite avec base et chapiteau<sup>(230)</sup>.

#### Remarque

Les pilettes servant de support aux baignoires étaient soit plus épaisses (en devenant parfois de véritables murets), soit reliées entre elles par des voûtes tuées des mêmes carreaux. Cela formait un support homogène et solide pour des baignoires qui étaient souvent très lourdes (fig. 169 et 161). Certains constructeurs ont développé cette technique et ont remplacé les pilettes par des arcs en maçonnerie comme, par exemple, à *Lienz* (D)<sup>(231)</sup>. On peut considérer cette façon de construire comme un système intermédiaire entre les chambres de chaleur à pilettes et les chambres de chaleur à canaux.



Ech: 1/57

Fig. 169 : *Lambèse*<sup>\*</sup> (DZ).



Fig. 164 : Trèves\* (D).

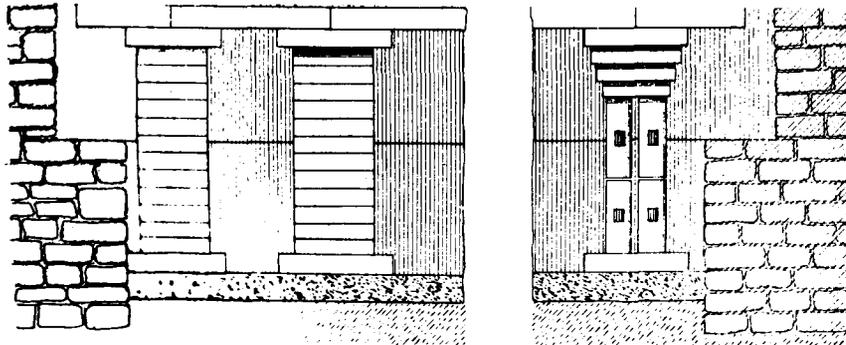


Fig. 165 : Saalburg\* (D).

FLUE-TILES USED AS PILLARS

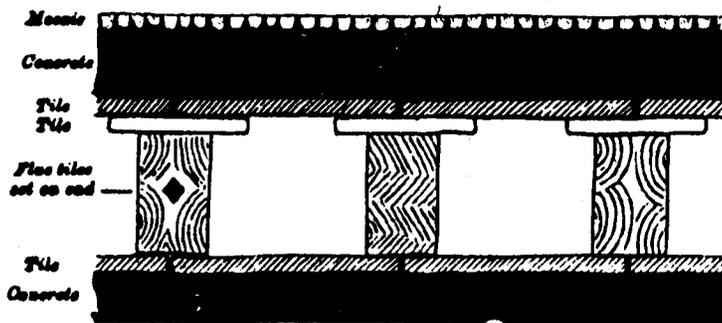


Fig. 166 : Spoonley Wood\* (GB).

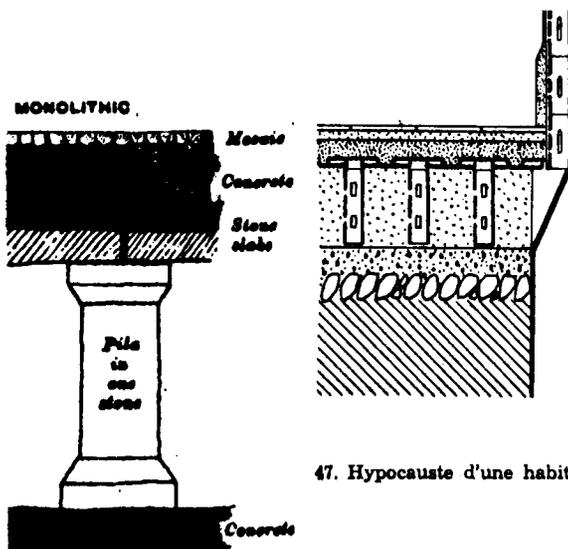


Fig. 167 : Spoonley Wood\* (GB).

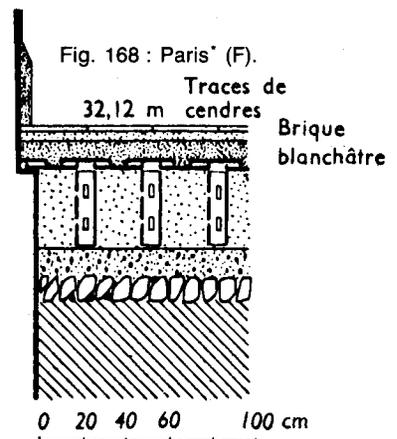


Fig. 168 : Paris\* (F).

47. Hypocauste d'une habitation dans l'Ile de la Cité, rue de Lutèce. Coupe.

**Pilettes diverses.**

## 2. LES SOLS D'HYPOCAUSTE (AREAE)

Le sol de la chambre de chaleur, appelé aussi sol d'hypocauste, radier d'hypocauste<sup>(232)</sup> ou *area*<sup>(233)</sup>, supportait les pilettes. Il est, une fois de plus, inutile de distinguer dans ce cas, les chauffages domestiques de ceux des bains. L'agencement est identique pour les deux appareils.

Voyons tout d'abord, selon l'usage adopté, les prescriptions des auteurs latins. Nous avons, dans l'introduction de ce chapitre, reproduit un texte de Vitruve consacré à la chambre de chaleur<sup>(234)</sup>. Nous y relevons deux données importantes concernant le sol de la chambre de chaleur :

- a) les sols d'hypocauste doivent être carrelés de briques d'un pied et demi ( $\pm 45$  cm)
- b) les sols d'hypocaustes doivent être inclinés vers le foyer : « ... ainsi la flamme circulera plus facilement sous le radier suspendu... ».

Le texte de Palladius, que nous avons reproduit ensuite, préconise les mêmes dispositions avec une légère variante (briques de deux pieds =  $\pm 60$  cm).

En ce qui concerne le point a), il semble que, dans les grands thermes, les sols d'hypocauste aient toujours été carrelés avec des matériaux réfractaires (le plus souvent de grandes dalles en terre cuite). C'est en tout cas ce dispositif que Vitruve eut sous les yeux lorsqu'il écrivit son traité d'architecture (début de la III<sup>e</sup> phase)<sup>(235)</sup>.

E. Brödner<sup>(236)</sup> confirme que dans les grands ensembles thermaux, où toutes les « surfaces » étaient soumises à de fortes dilatations, on devait, dans les chambres de chaleur, recouvrir *tout* avec des matériaux réfractaires. Elle cite en exemple les grands et petits thermes de Lambèse où les fondations en tuf étaient recouvertes d'une couche de carreaux en terre cuite.

Dans les bains privés et chauffages domestiques en Gaule septentrionale, par contre, les recouvrements des sols d'hypocauste se partageaient entre les grands carreaux en terre cuite (ou briques plates), les tuiles (arasées ou non) et le béton. Et ceci pour les mêmes raisons que celles invoquées plus haut à propos des pilettes. Dans ces hypocaustes privés où les températures n'étaient pas très élevées par rapport aux grands thermes, on pouvait se permettre d'employer des matériaux divers qu'on pouvait se procurer sur place et qui, du reste, étaient moins coûteux (comme le béton par exemple).

Pour illustrer notre exposé, pratiquons, en la schématisant, une coupe fictive à travers un sol d'hypocauste. Nous retrouvons presque toujours la même structure de base, malgré certaines variantes que nous constatons à propos de l'agencement et des matériaux employés : on posait sur la terre vierge des pierres (plates le plus souvent) que l'on dressait sur champ ; les pierres sur champ offrant l'avantage d'opposer une plus grande résistance à la poussée verticale ; on égalisait ensuite le sommet de ce radier en y déversant des pierres plus petites qui se glissaient entre les grosses ; sur le

radier ainsi préparé, on coulait un béton grossier constitué souvent de tuileaux (terre cuite concassée), de sable, de chaux et de gravier ; à ce stade du travail, on pouvait envisager deux solutions pour le revêtement final :

- 1) revêtement en terre cuite réfractaire. Ces terres cuites pouvaient être de *grands carreaux plats* de dimensions variables (fig. 170), des *tegulae retournés* (fig. 174), dont les bords saillants étaient enchassés dans le béton brut (fig. 172) ou des *tegulae* non retournées dont on avait arasé les bords (fig. 171).
- 2) Revêtement en béton fin lissé (fig. 173), constitué de chaux et de tuileaux finement concassés qui lui donnait ce bel aspect rouge si caractéristique du « stuc » romain.

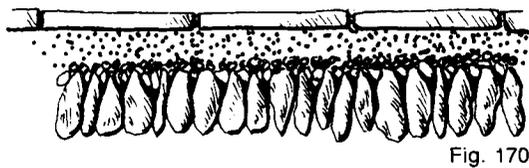


Fig. 170

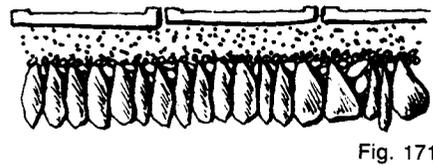


Fig. 171

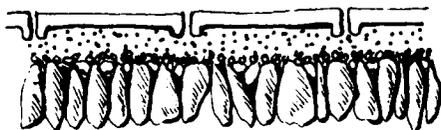


Fig. 172

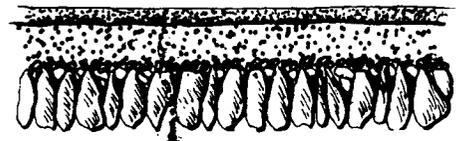


Fig. 173



Fig. 174 : Mamer' (L).

Comme nous l'avons expliqué pour les pilettes, nous avons également cru utile de « synthétiser » le résultat de nos recherches à propos des sols d'hypocauste de Belgique (fig. 175). Nos recherches s'étendent à 69 sols de chambres de chaleur à propos desquels nous avons recueilli des renseignements suffisamment précis.

	Nature	Nombre	%	Epaisseurs
Revêtements 69 = 100%	béton	53	76,8	de 4 à 30 cm
	dalles tegulae	16	23,2	Moyenne : 12,5 cm
Fondations	Invariables 100% (pierres sur champ)			de 7,5 à 30 cm Moyenne : 18 cm

Fig. 175

Nous avons cru qu'il serait également intéressant de savoir dans quelles proportions les bétons et les dalles de revêtement étaient répartis entre les sols des chauffages domestiques et ceux des chauffages des bains. Une fois de plus, hélas, nous avons dû soustraire à notre analyse un nombre important de sites : dans beaucoup de rapports de fouilles, la destination des hypocaustes n'est pas mentionnée (chauffage de bains ou chauffage domestique ?). Nous avons donc gardé, pour notre enquête, 57 sols de chambres de chaleur dont la destination est certaine. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant (fig. 176).

Dans ce tableau, les dalles de terre cuite et les *tegulae* arasées ou non sont regroupées dans une même rubrique parce qu'il nous a semblé que les auteurs, dans leurs comptes rendus de fouilles, ne distinguent pas toujours les dalles des *tegulae*. Certaines dalles ou carreaux sont parfois mentionnés avec des dimensions qui, manifestement, sont très proches de celles des *tegulae* courantes.

Exemples : à Landen\* (B) : carreaux de terre cuite de 1 pied sur 1 pied 1/2 ( $\pm 30 \times \pm 45$  cm) » à Hives\* (B) : « dalles en terre cuite » de 42 x 32 x 2,7 cm.

Nature sols	Matériaux	Nombre
Bains	dalles	7
	béton	34
Domestiques	dalles	4
	béton	12

Fig. 176

Au vu de ce tableau, nous constatons que 83% des revêtements de sols sont en béton alors que 17% seulement ont un revêtement en dalles de terre cuite (ou *tegulae*). Nous trouvons à peu près la même proportion pour les sols du chauffage domestique (béton : 75%, dalles : 25%). Ce résultat n'est guère étonnant et confirme par les faits ce que nous avons écrit plus haut (p. 107) à propos des sols de l'habitat privé.

#### Note : Inclinaison des sols d'hypocauste

A ce propos, il faut, au préalable, signaler que certains ouvrages français importants<sup>(237)</sup> se contentent, sans plus, de citer ou de mentionner le texte de Vitruve concernant l'agencement des chambres de chaleur. A la lecture de ces ouvrages, le lecteur non averti pourrait croire que toutes les chambres de chaleur avaient leur sol incliné vers le foyer comme le préconisait Vitruve et plus tard Palladius<sup>(238)</sup>. Il n'en est rien car un très petit nombre de chambres de chaleur ont été retrouvées avec leur sol incliné. Il est possible, comme l'écrit F. Kretzschmer<sup>(239)</sup> que, aux environs de la naissance du Christ, on procédait de la sorte mais les sols d'hypocauste de l'Empire sont, la plupart du temps, horizontaux. Il ajoute d'ailleurs, que du point de vue technique, cela était dépourvu de sens. A. Grenier<sup>(240)</sup> constate, lui aussi, que cette façon de faire est vaine et que « ... plus d'expérience paraît avoir fait assez rapidement abandonner... ».

Nous donnons, ci-dessous, quelques exemples d'habitations gallo-romaines dont les sols d'hypocauste étaient inclinés ou qui présentaient des aménagements dignes d'être signalés :

Amay\* (B) :

« différents niveaux » dans la chambre de chaleur

Anthée\* (B) :

inclinaison du sol de la chambre de chaleur du local 76 en direction du nord-ouest qui est la direction du *praefurnium* du local 78 qui lui est contigu.

Maillen\* (Al' Sauvenière) (B) :

inclinaison du sol du local c vers le foyer b ; le plan de A. Mahieu étant relativement précis, nous

pouvons, en nous servant de l'échelle, calculer que la pente du sol est de 1,75% (12 cm de dénivellation sur 6,80 m de longueur). On aménage actuellement des pentes de 2% pour l'écoulement des eaux sur les terrasses et les trottoirs.

Mettet\* (B) :

salle 24, le sol de l'hypocauste n'a pas d'inclinaison mais se trouve à un niveau plus bas que celui de la sole du foyer ;

salle 21, le sol de l'hypocauste est en pente douce montant vers l'est alors que le foyer, d'après le rapport de fouilles, se trouve au nord-est.

Anlier\* (B) :

salle 10, au centre de l'*area*, on avait pratiqué un trou de 8 cm de profondeur sur 32 de large. Deux « petits tuyaux » étaient placés dans cette excavation et dépassaient le niveau du sol.

Neerharen-Reckheim\* (B) :

salle 5, une couche de graviers monte du « premier pilier nord » jusqu'au dernier « pilier sud ». Cette pente servait, selon l'auteur du rapport de fouilles, à attiser le feu (?).

Certains auteurs « modernes », comme le général Morin<sup>(241)</sup>, ont pensé que la pente donnée aux sols des hypocaustes ne servait pas, comme le préconisait Vitruve, à faciliter la circulation des flammes mais bien à évacuer l'eau résultant de la condensation des vapeurs au contact des parois de la chambre de chaleur. Cette disposition était, selon lui, indispensable car, sans elle, la « fondation des pilettes construites simplement en argile mêlée de bourre » (?) aurait été minée peu à peu par l'humidité. Ce qu'il oublie de dire, par contre, c'est que cette eau devait en principe revenir au foyer et probablement l'éteindre si des aménagements spéciaux n'avaient pas été prévus pour l'évacuer avant cela.

Nous connaissons peu d'aménagements de cette sorte et qui *pourraient* avoir été construits dans ce but :

Hollain-Bléharies\* (B) :

le sol de l'hypocauste est en pente dans la direction du *praefurnium* ; il y a, de plus, un trou circulaire dans le sol, aménagé comme un puisard de cave.

Tournai\* (B) (Marché aux Jambons) :

une canalisation passait en-dessous du sol de la chambre de chaleur. L'auteur ne dit pas si cette canalisation était en communication avec le sol de la chambre de chaleur (regard).

Steenbosch\* (B) :

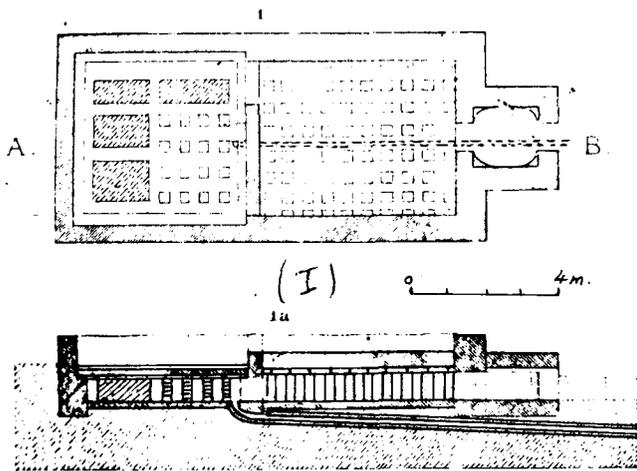
des canalisations prenaient jour dans chacun des hypocaustes (au niveau du sol de la chambre de chaleur) et reliaient ces derniers à un même puits (n° 41).

Saalburg\* (D)<sup>(242)</sup> :

à l'extérieur des bains de Saalburg (= « villa », voir fig. 134, p. 83) se trouvait, encastrée dans le sol, une cuve rectangulaire Z dans laquelle aboutissaient deux canalisations. Ces canalisations se rejoignaient en D et n'en formaient plus qu'une seule qui débouchait finalement dans la chambre de chaleur U au niveau du sol (coupe E-F). Ces canaux, qui furent souvent décrits comme étant des évacuations d'eau, furent considérés par L. Jacobi, comme des ouvertures d'aération et de ventilation. Le dessin en coupe d'un autre hypocauste de Saalburg (fig. 177), montre une canalisation souterraine qui prend jour dans la chambre de chaleur la plus éloignée du *praefurnium*, exactement dans l'axe médian de celui-ci, et qui se dirige vers l'extérieur en passant sous la première chambre de chaleur et sous le *praefurnium*.

Qu'il ait existé des aménagements pour évacuer les *eaux de condensation* dans certains hypocaustes, nous semble hors de doute. Les sols des chambres de chaleur étaient, la plupart du temps, situés en-dessous du niveau du sol. Nous pouvons, dès lors, imaginer également que ces aménagements servaient aussi à évacuer les *eaux d'infiltration*. Citons, pour mémoire et à l'appui de cette argumentation, qu'il existait, dans de nombreuses caves romaines des chenaux de drainage pour les eaux d'infiltration :

*Exemples* : Newel\* (D) (fig. 178), Weitersbach\* (D), Waiblingen\* (D), Marcinelle\* (B), etc...



SCHNITT A-B

Fig. 177 : Saalburg (D)

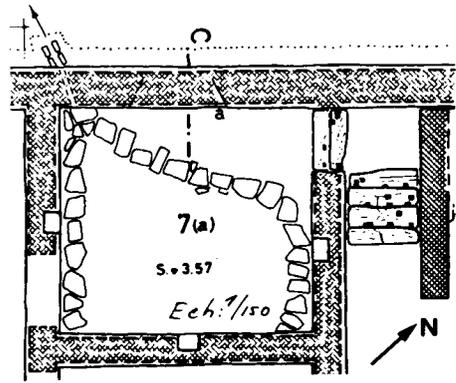


Fig. 178 : Newel (D)

### 3. LES MURS DES CHAMBRES DE CHALEUR

L'étude des murs des chambres de chaleur serait pour nous de peu d'intérêt s'ils ne présentaient trois aménagements intéressants:

c'est dans les murs de la chambre de chaleur ou contre ceux-ci que débouchaient les cheminées et la « tubulature »<sup>(243)</sup>,

ils étaient parfois aménagés en *banquette* dont la présence était souvent liée à l'existence ou non de la « tubulature » et des cheminées,

ils présentaient souvent un revêtement.

Nous reviendrons sur l'étude des deux premiers aménagements dans le chapitre consacré à l'étude de la « tubulature » et aux cheminées. Pour l'instant, voyons de quoi étaient faits les revêtements.

Dans les grands thermes, les murs des chambres de chaleur étaient, comme les pilettes et les sols, recouverts de matériaux réfractaires. Pour illustrer ceci, nous choisissons un seul exemple parmi les nombreuses et excellentes reconstitutions qu'a proposées H. Lehmann aux thermes impériaux de Trèves<sup>(243)</sup>. La figure 179 nous montre une vue de la chambre III' qui est chauffée. On y a pratiqué une coupe fictive dans la chambre de chaleur.

L'étude des murs des chambres de chaleur de l'habitat privé étant d'un intérêt plus limité, nous nous sommes borné une fois de plus, à circonscrire notre enquête au seul territoire de la Belgique. Dans les rapports de fouilles, les renseignements sont rares et souvent sommaires. Vingt-sept sites seulement sur les quatre-vingts que nous avons étudiés, nous ont fourni des renseignements sur les murs des chambres de chaleur. Ceci nous incite à croire que beaucoup d'entre eux étaient sans revêtement et que, si les fouilleurs n'en ont pas parlé, c'est qu'ils ont été repris dans les descriptions générales des murs. Les fouilleurs, bien logiquement, ne décrivent les murs que lorsqu'ils présentent des particularités dignes d'être mentionnées comme, par exemple, les revêtements. A ce propos imaginons, comme pour les sols, des coupes fictives pratiquées à travers les murs des chambres de chaleur. Les figures 180 et 181 représentent les types les plus courants de revêtements, soit le *mur enduit ou bétonné*, soit le *mur à revêtement réfractaire* (dalles ou *tegulae*).

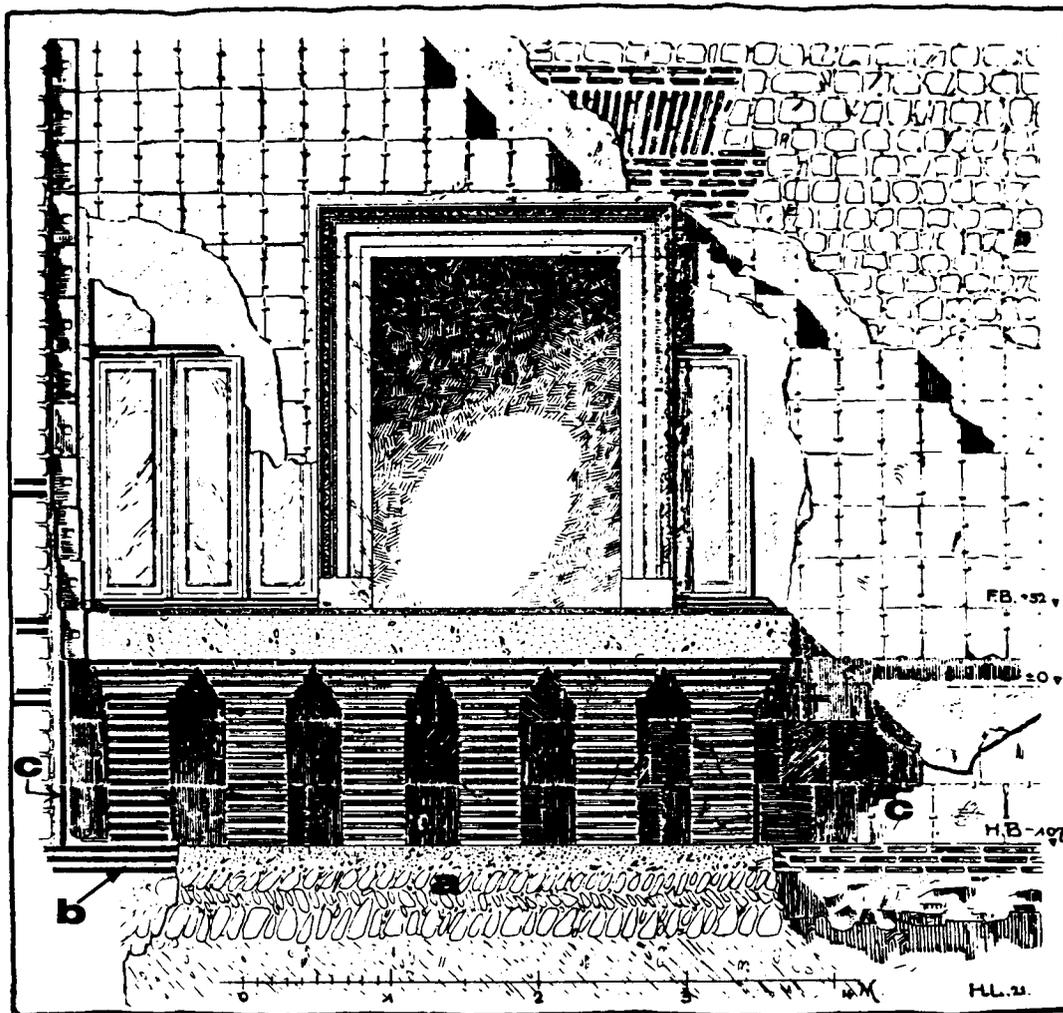


Fig. 179 : Thermes Impériaux de Trèves\* (D).

- b = banquette située au niveau du sol et revêtue de matériaux réfractaires (en noir) : trois couches superposées de dalles en terre cuite.
- c = revêtement de mur : grandes dalles en terre cuite enchâssées dans du mortier et fixées par des crampons (?).

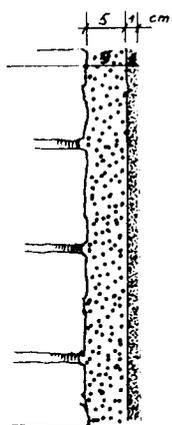


Fig. 180

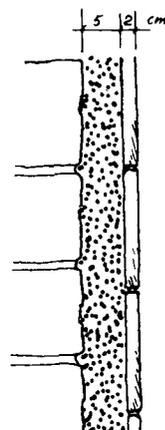


Fig. 181

Sur 27 chambres de chaleur étudiées, 18 avaient des murs enduits ou bétonnés ; 9 avaient des murs à revêtement réfractaire, une seule présentait un revêtement en argile de 10 cm d'épaisseur (Vesqueville\* (B)).



Fig. 182 : Place St-Lambert - Liège\* (1907) (B).

Dans la plupart des chambres de chaleur avec revêtement en béton, il y avait homogénéité entre les revêtements des murs et des sols (16 étaient homogènes, 2 ne l'étaient pas). Autrement dit dans la plupart des cas, lorsque le constructeur avait recouvert le sol de béton, il procédait de même pour les murs et ceci, vraisemblablement, par souci d'économie (fig. 182).

Il en était tout autrement, par contre, lorsqu'il s'agissait de revêtements en matériaux réfractaires. Etant donné que ces matériaux devaient être plus chers, on donnait la préférence aux murs parce qu'il y avait certainement un plus grand danger de déperdition de chaleur par les murs que par le sol. Sur 9 chambres de chaleur avec revêtement de murs en matériaux réfractaires, 4 présentaient des revêtements de sol en

béton, 3 étaient homogènes et 2 avaient un sol dont le revêtement n'est pas signalé.

#### Quelques cas particuliers

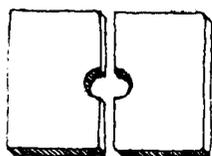


Fig. 183 : Berlacomines\* (B).

Haccourt\* (B) :

salle 53 : parements avec fragments de tuiles.

Berlacomines\* (B) :

salle G : revêtements de murs probablement en *tegulae* (43 x 30 cm). Nombreux carreaux en terre cuite sur le sol de l'hypocauste. Ils étaient « échancrés en demi-cercle d'un côté de manière que deux de ces carreaux rapprochés laissaient entre eux une ouverture circulaire d'environ 4 cm de diamètre » (fig. 183).

Anlier\* (B) :

salle 10 : revêtement en briques de 60 x 46 cm.

Martelange\* (B) :

grandes dalles (orthostates) le long des murs, « supportant la *suspensura* ».

Vesqueville\* (B) :

les murs sont revêtus d'argile et le revêtement du sol est constitué de tuiles à rebords brisés (arasées).

Hives\* (B) :

les murs (a) étaient recouverts d'une couche de « mortier blanc » (b) (2 à 5 cm d'épaisseur), ensuite d'une couche de « mortier rose » (c) (2 cm d'épaisseur) et enfin de « briques plates » (d) » (fig. 184).

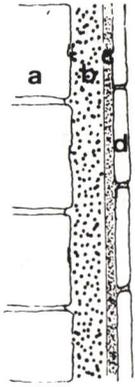


Fig. 184 : Hives\* (B).

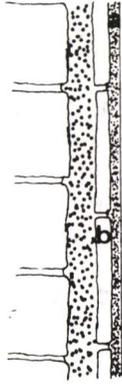


Fig. 185 : Tournai\* - Marché aux jambons (B).

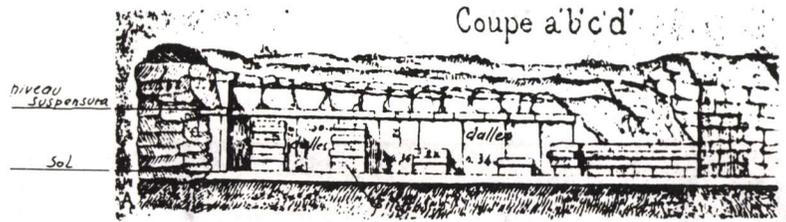


Fig. 186 : Arquennes\* (B).

Tournai\* (B) (« Marché aux Jambons ») :

« enduit vermillon » (a) appliqué sur une « couche de morceaux de *tegulae* (b) et de carreaux striés comme des *tubuli* » (fig. 185).

Arquennes\* (B) :

les murs semblent recouverts de grands carreaux qui ont tous la même hauteur que les pilettes et, par conséquent, de la chambre elle-même (fig. 186).

#### 4. LA SUSPENSURA<sup>(245)</sup>

A propos de la *suspensura* sur chambre de chaleur à pilettes, il est étonnant de constater, à travers les nombreux vestiges exhumés (qu'il s'agisse de grands thermes ou d'habitat privé) combien les constructeurs ont été respectueux des préceptes architecturaux des auteurs latins. Le principe de base de la construction d'une *suspensura* n'a jamais été abandonné, mis à part quelques exceptions dont nous reparlerons. Il existe, bien sûr, des variantes dues aux circonstances locales, à la richesse ou à la fantaisie des constructeurs. Voyons maintenant sa constitution dans le détail.

Sur les pilettes, on devait établir le sol de la pièce à chauffer. Ce sol ainsi « suspendu » était appelé par les auteurs latins *suspensura*<sup>(246)</sup>. C'est pour cette raison que les bains établis de cette façon s'appelaient *balneae pensiles*<sup>(247)</sup>. Sur les pilettes, on établissait de grandes dalles carrées, parfois rectangulaires, le plus souvent en terre cuite, de deux pieds de côté ( $\pm$  60 cm), et de 5 à 6 cm d'épaisseur.

Les dalles étaient soit posées par les quatre coins sur quatre pilettes (fig. 187 et 158), soit posées par leur milieu sur une seule pilette (fig. 188 et 190). Dans ce dernier cas, le chapiteau de pilette était souvent constitué de deux ou trois dalles qui allaient en s'élargissant et cela, pour mieux stabiliser la dalle de *suspensura*. Sur les dalles de *suspensura*, on coulait une couche de « béton romain » (chaux + gravier + sable + tuileaux concassés)<sup>(248)</sup> de 10 à 15 cm d'épaisseur, résistant bien à la chaleur et qui devait former le gros-œuvre de la *suspensura* (fig. 189) tout en assurant son étanchéité<sup>(249)</sup>. Sur cette couche de béton venait le revêtement final qui était fait, soit d'une mince couche d'un ciment plus fin ou poli (ou stuqué), soit d'un revêtement en dalles de marbre ou de calcaire<sup>(250)</sup>, soit encore d'une mosaïque (fig. 191).

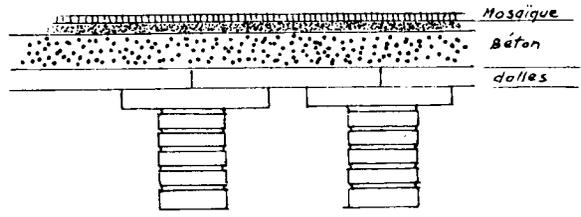
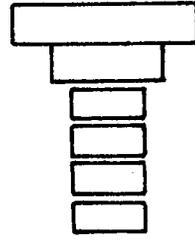
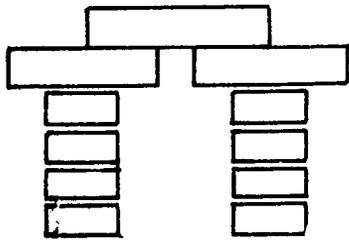
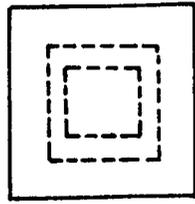
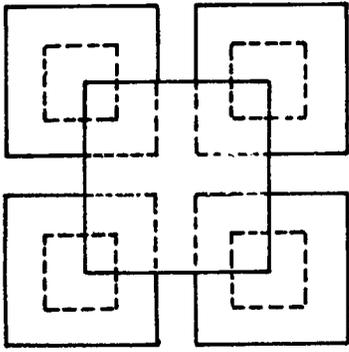


Fig. 187

Fig. 188

Fig. 189

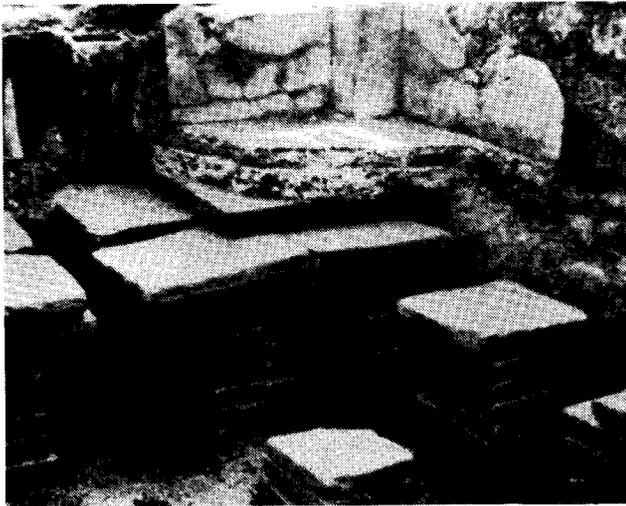


Fig. 190 : Liestal\* (CH).



Fig. 191 : Bavilliers\* (F).

Les dalles de *suspensura* pouvaient avoir un double usage. Dans les grands thermes où l'on atteignait de hautes températures, elles servaient à la fois de support pour la *suspensura* et de protection contre la chaleur trop intensive<sup>(251)</sup>. Dans les hypocaustes privés à basses températures, les dalles, vraisemblablement, n'étaient destinées qu'à supporter la *suspensura*. Signalons cependant un cas assez particulier : à Marchienne-au-Pont\*, les dalles de *suspensura* étaient percées de trous coniques sur la face inférieure. Peut-être cela servait-il à une meilleure diffusion de la chaleur dans l'épaisseur de la *suspensura* ?

La façon dont la *suspensura* était reliée aux murs des chambres de chaleur ou aux murs de la pièce à chauffer (cela revient au même), dépendait de la présence ou de l'absence de « tubulature »<sup>(252)</sup>.

Compte tenu de ce qui vient d'être dit, trois cas pouvaient se présenter :

— pas de « tubulature »

- 1) la *suspensura* s'appuyait contre le mur et la jonction était simplement enduite d'un mortier étanche
- 2) la *suspensura* s'encastrait dans le mur mais cette façon de faire était rare parce que, sur le plan architectural, il était souhaitable que la *suspensura* restât indépendante des murs pour résister plus facilement, sans se fissurer, aux effets de la dilatation<sup>(253)</sup>.

— avec « tubulature » (fig. 192)

- 3) la *suspensura*, dans ce cas, était séparée du mur par les rangées verticales de *tubuli*. Les derniers *tubuli* de chaque rangée débouchaient ainsi dans la chambre de chaleur entre la *suspensura* et le mur. Les jointures étaient recouvertes de stuc ou de ciment pour les rendre étanches à l'eau et aux fumées. Ce n'est qu'ainsi que l'on peut expliquer l'utilisation de la *suspensura* comme sol étanche dans les bains et le bon état de conservation des mosaïques qui la recouvraient parfois.

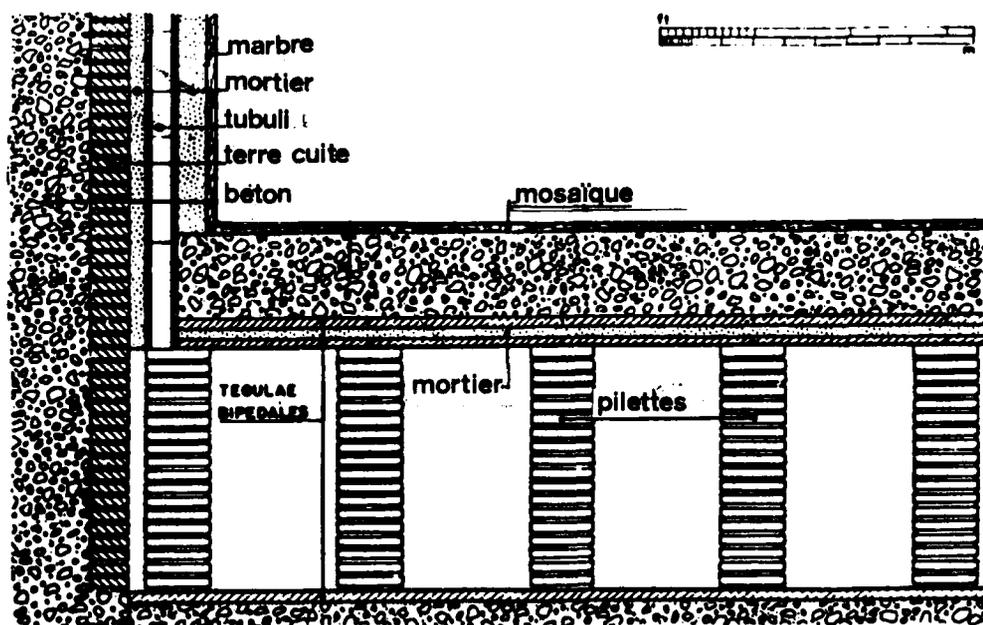


Fig. 192

Certaines *suspensura* étaient montées d'une façon différente : elles comportaient deux épaisseurs de dalles disposées comme le montre la figure 193.

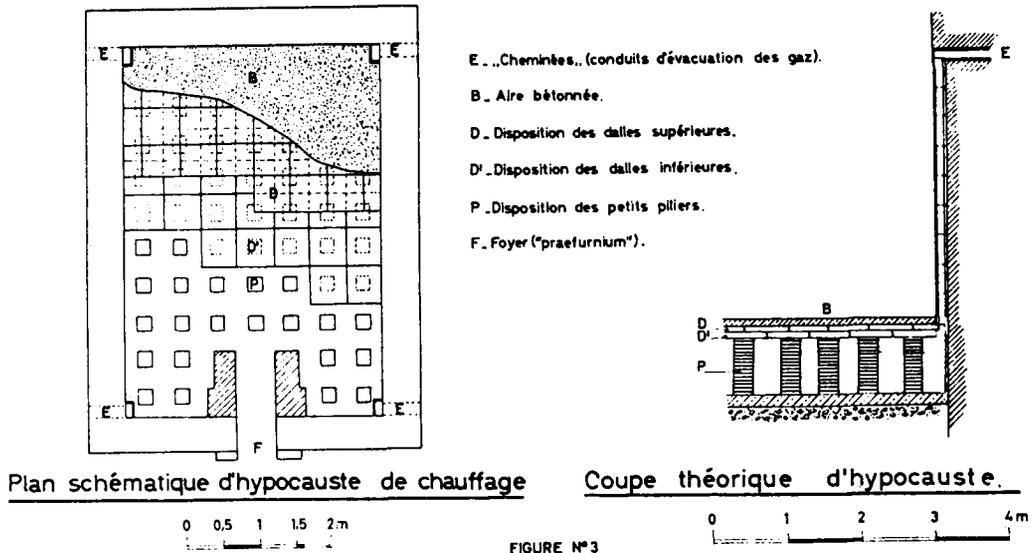


FIGURE N°3

Fig. 193

Les dalles inférieures (D') reposaient sur les pilettes par leur milieu. Les dalles supérieures (D) reposaient par leurs quatre coins sur les milieux des dalles inférieures. Ce système, destiné à donner une plus grande solidité et une meilleure étanchéité à la *suspensura*, était en fait la combinaison des deux autres systèmes cités ci-dessus<sup>(254)</sup> (fig. 190).

#### Quelques cas particuliers

Les revêtements des *suspensura* en mosaïque (fig. 191) et en béton étant les plus nombreux, il nous a semblé utile ici de mentionner seulement les revêtements inhabituels.

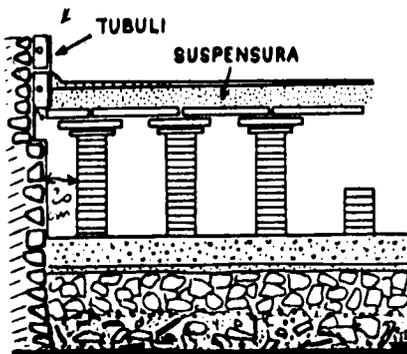


Fig. 194 : Tongres\* (B).

#### Latinne\* (B) :

le revêtement de la *suspensura* était composé de dalles de marbre blanc et rouge, disposées en damier.

#### Boussu-lez-Walcourt\* (B) :

la *suspensura* était recouverte par un damier de carreaux de marbre blanc et noir.

#### Vellereille-le-Brayeux\* (B) :

*suspensura* recouverte de plaques de marbre combinées avec une mosaïque en verre.

#### Tongres\* (St-Truidenstraat) (B) :

la jointure du revêtement supérieur de la *suspensura* était recouverte par un quart de rond en ciment (pour améliorer l'étanchéité entre la pièce à chauffer et la chambre de chaleur (fig. 194)

## 5. LES CHAMBRES DE CHALEUR MIXTES ET A CANAUX

A propos de la chambre de chaleur, nous avons dit plus haut qu'il existait une autre technique de construction qui consistait soit à creuser des canaux plus ou moins larges et profonds dans le sous-sol de la pièce à chauffer, soit à élever des blocs de maçonnerie dans la chambre de chaleur, l'air chaud circulant entre ces blocs comme dans les canaux creusés.

Nous avons appelé ce système *chambre de chaleur à canaux*. Il existait aussi, et parallèlement, un système intermédiaire qui consistait à élargir certains canaux en les transformant en petites chambres de chaleur secondaires contenant des pilettes. Nous l'avons appelé *chambre de chaleur mixte*.

Il a donc existé trois types de chambre de chaleur (fig. 195 et 196 et 197 (page suivante : fig. 198, 199, 200)).

à pilettes

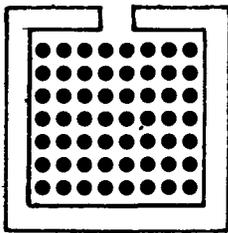


Fig. 195

à canaux

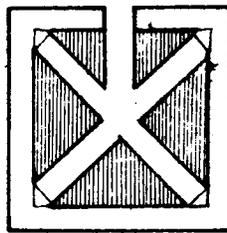


Fig. 196

mixtes

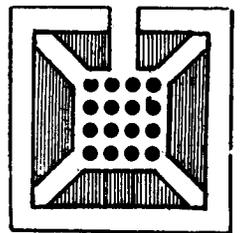
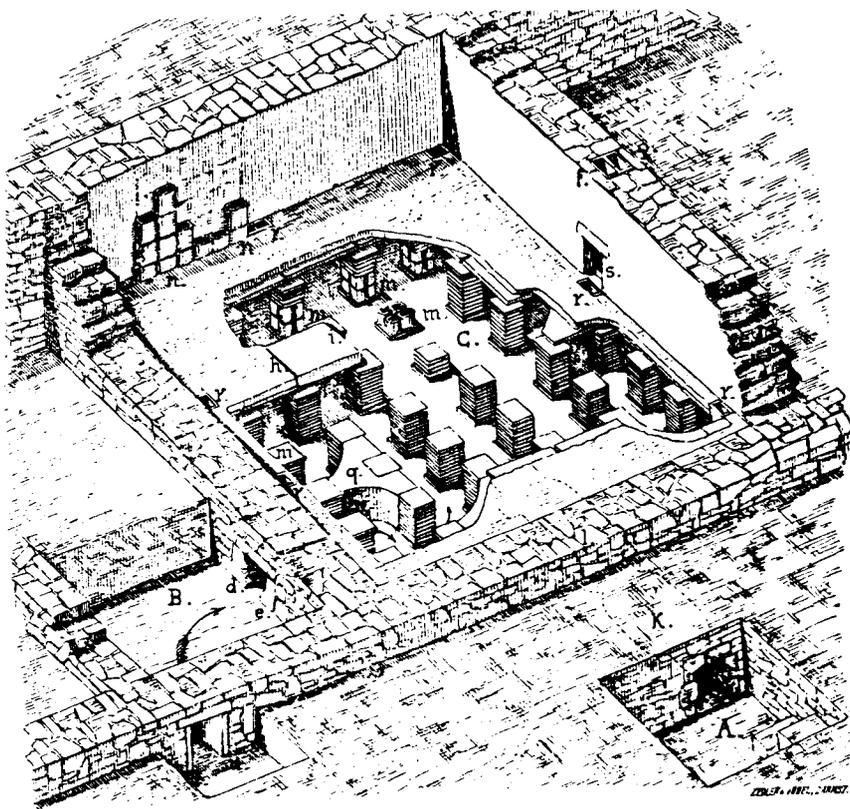


Fig. 197

Il semble que la chambre de chaleur à pilettes soit, sans conteste, la plus ancienne et la plus courante puisque des auteurs tels que Vitruve et Palladius ne décrivent et ne semblent connaître que celle-là. Cependant, ce système ne resta pas très longtemps le seul car, dès le 1<sup>er</sup> siècle après J.-C., Pline le Jeune nous raconte que dans sa villa du Laurentin<sup>(255)</sup> existait un couloir (passage) : ... « surélevé et traversé de conduits qui recueillent la chaleur et, en la réglant, la dirigent et la distribuent en divers endroits ». S'agit-il dans ce cas de tubuli ou de canaux dans le sol ? Quoiqu'il en soit, il semble qu'en Gaule le système à canaux ou mixte soit nettement plus récent<sup>(256)</sup>. On le retrouve très souvent dans les constructions privées du Bas-Empire où il peut coexister, d'ailleurs, dans un même bâtiment, avec un système à pilettes. Le système à canaux apparaît surtout comme solution de remplacement des hypocaustes à pilettes plus onéreux et techniquement plus difficiles à réaliser à cette époque troublée du Bas-Empire.

F. Kretschmer<sup>(257)</sup> a constaté, grâce à l'expérience de Saalburg que, pour chauffer une salle de façon satisfaisante, la chambre de chaleur n'a pas besoin d'être aussi grande que la surface du sol à chauffer. Après calcul, il a constaté que la surface chauffante superflue était de  $\pm 25\%$ . Mais il rappelle, en outre, que selon l'usage, les cheminées « avancées » (les plus nombreuses) chauffaient également (pl. II).

On pouvait donc retirer plus de 25% de la surface chauffante et avoir encore une température suffisante dans la pièce. C'est probablement ce qui explique pourquoi on trouvait des chambres de chaleur à pilettes combinées avec des canaux (mixtes). Ce qui diminuait, dans la proportion voulue, la surface chauffante. L'étroitesse de la chambre mixte pouvait être compensée par des cheminées supplémentaires qui apportaient un excédent de chaleur (exemple : Boulaide\* (B)).



à pilettes.

Fig. 198 : Saalburg\* (D).

mixte

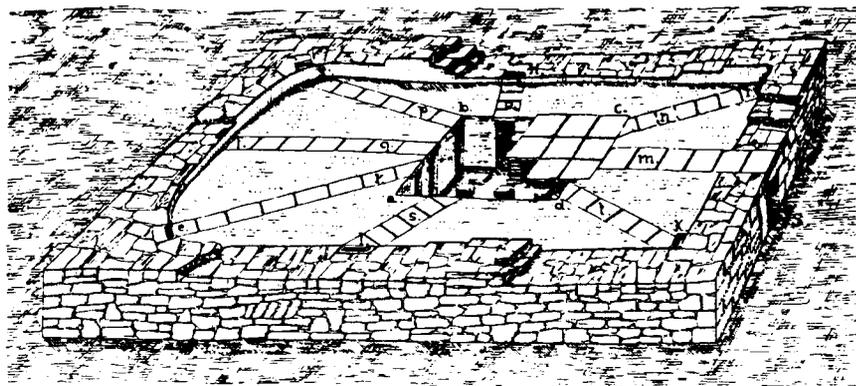
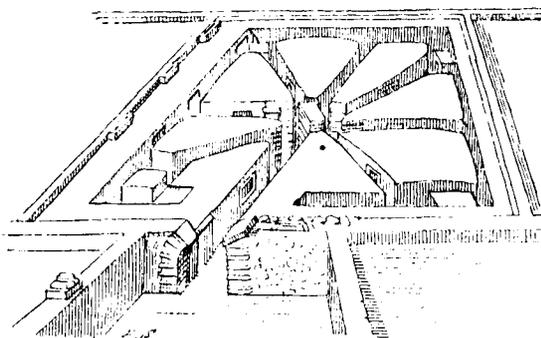


Fig. 199 : Silchester\* (GB).



à canaux.

Fig. 200 : Saalburg\* (D).

## **Chambres de chaleur**

Il apparaît, à la lecture des travaux de F. Kretschmer, que les hypocaustes à canaux et mixtes étaient des solutions techniques plus rentables parce que moins onéreuses. Ce système est donc le fruit d'une évolution technique et, par conséquent, certainement plus récent que le système à pilettes.

Pour H. Cüppers<sup>(258)</sup>, le système à canaux dérive directement des techniques du four de cuisson (four à briques, à pain, fumoir, séchoir, four de potier).

Pour d'autres, comme L. Jacobi<sup>(259)</sup>, le système à canaux était surtout employé pour les ateliers ou locaux de service. Cela semble être le cas de Ronchinne\* (B) où on a retrouvé un des rares exemples de chambre de chaleur mixte sur le territoire national, destinée, selon A. Bequet, à une brasserie (séchage du grain par touraille).

Lorsque les canaux étaient creusés dans le sol de la pièce à chauffer, les fonds et les parois étaient souvent revêtus de matériaux divers, tels que briques (tuiles)<sup>(260)</sup>, plaques d'ardoises et pierres<sup>(261)</sup>. Les parois intérieures des canaux étaient, en outre, souvent recouvertes de ciment. Les couvertures des conduits pouvaient être fait en tuiles (*tegulae* ou *imbrices*)<sup>(262)</sup>, en plaques de terre cuite<sup>(263)</sup>, en ardoise<sup>(264)</sup>, en grès ou en pierres appareillées en encorbellement. Très souvent, on retrouve sur ces couvertures, une couche plus ou moins épaisse de béton, destinée très certainement à diffuser la chaleur concentrée dans les canaux de chauffage sur toute la surface du sol à chauffer. A Mont-lez-Houffalize\* (B) (fig. 201), on a retrouvé un hypocauste à canaux dont le sol de la pièce à chauffer était agencé d'une manière ingénieuse. Les canaux en forme de Y étaient appareillés en pierres et, partant du canal de chauffe, se divisaient en deux branches allant chacune vers les murs latéraux où se trouvaient des cheminées encastrées. Les canaux étaient recouverts de dalles de schiste qui les fermaient par dessus. Au-dessus de ces dalles, on avait répandu une couche de galets de petit calibre (1 à 2,5 cm). On peut admettre, comme le prétend le fouilleur, que « cette couche de galets, interposée entre le conduit et le dallage supérieur (disparu), avait pour effet de faciliter la dispersion de la chaleur véhiculée par les conduits pour chauffer ainsi une plus grande surface du pavement tout en diminuant l'intensité de chaleur au-dessus des conduits eux-mêmes. »

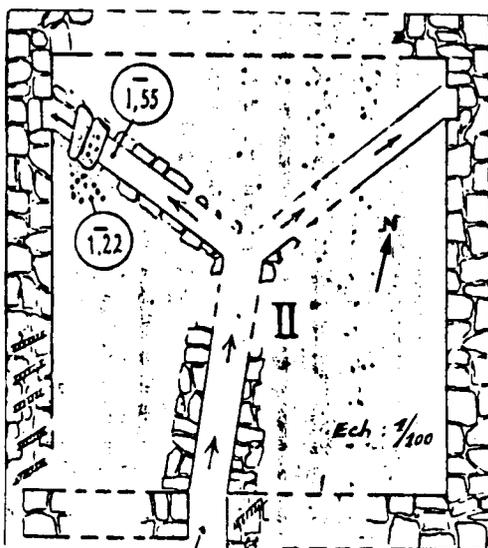


Fig. 201 : Mont-lez-Houffalize\* (B)

Ces chambres de chaleur à canaux et mixtes ont présenté une grande variété de formes et d'agencements, fruit de l'ingéniosité des constructeurs latinisés de nos régions. Cette variété est telle qu'il est quasiment impossible d'en faire un recensement exhaustif dans le cadre de ce travail. Nous allons néanmoins essayer d'en répertorier les principaux types.

### a. - Chambres de chaleur à canaux

#### 1) Les canaux couraient le long des murs de la pièce à chauffer

Un très bel exemple de ce type a été décrit par L. Jacobi<sup>(265)</sup> à Saalburg (fig. 202). Cet hypocauste se trouvait en-dessous des substructions des bains<sup>(266)</sup> et légèrement désaxé par rapport au plan de ceux-ci. Il était donc antérieur aux bains. Le système de chauffage de cet hypocauste ne correspondait d'ailleurs pas tout à fait à ce que l'on trouve habituellement car il possédait une double canalisation de chauffage parallèle aux murs. Une des canalisations courait le long des murs et l'autre était parallèle à cette dernière. Il y avait, de plus, deux canaux supplémentaires disposés selon les médianes de la pièce à chauffer qui était rectangulaire.

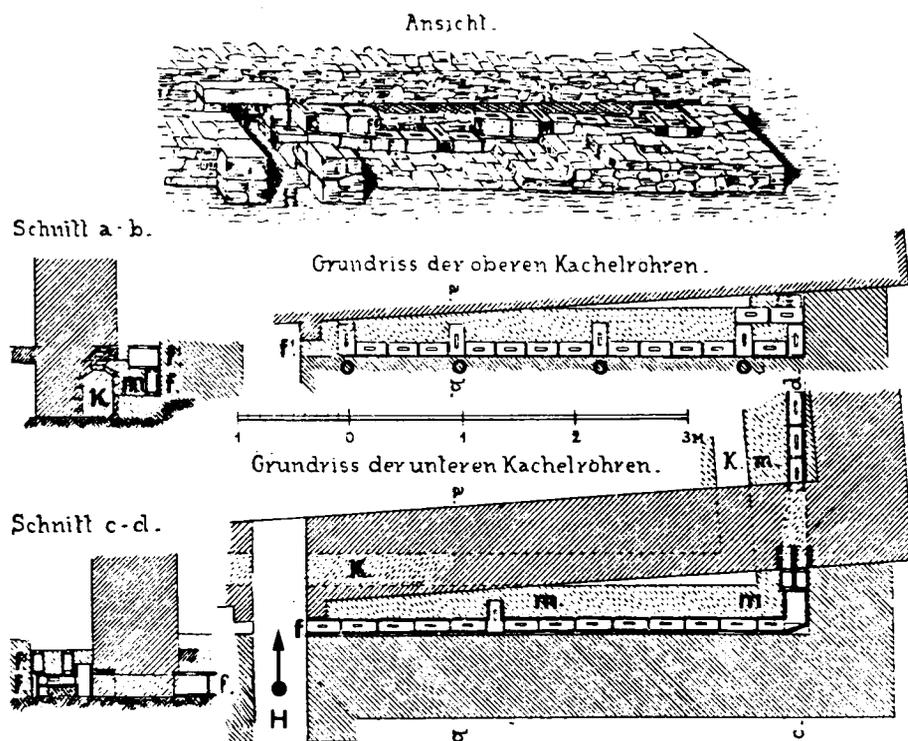


Fig. 202 : Saalburg\* (D)

Le foyer était allumé en H et l'air chaud se répandait en K, dans les canaux parallèles aux murs et dans ceux qui suivaient les médianes (section des canaux : 28 x 40 cm). A 25 cm derrière ces canaux (K), dans le mur m, il y avait deux rangées de *tubuli* disposées l'une sur l'autre (f<sub>1</sub> et f, coupe a-b). Ces rangées étaient composées de *tubuli* de dimensions différentes (12 x 12 x 30 cm) et (13 x 13 x 28 cm). La rangée inférieure était ouverte sur le foyer H en f, de telle sorte qu'elle recevait directement de l'air chaud qui se répandait par cette canalisation tout autour de la pièce à chauffer. La rangée supérieure (f') n'était en communication ni avec le foyer H, ni avec la rangée inférieure.

De plus, ces *tubuli* ne formaient pas un conduit continu puisque certains d'entre eux étaient couchés dans un sens différent (O). Cette rangée supérieure de *tubuli*, nous dit L. Jacobi, ne peut avoir eu qu'un rôle de chauffage indirect. Elle était d'ailleurs recouverte d'une fine couche de carrelage par laquelle on pouvait atteindre un échauffement rapide du sol. Cela présentait l'avantage d'obtenir une température plus régulière dans la pièce à chauffer et surtout au niveau du sol. On évitait, par ce moyen, les concentrations de chaleur trop intensive au-dessus des canaux<sup>(267)</sup>.

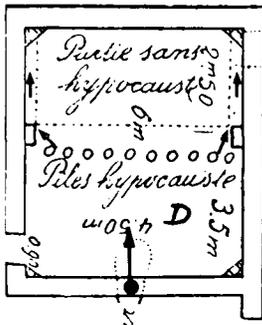


Fig. 203 : Boulaide\* (B).

Autre exemple :

Boulaide\* (B) (fig. 203)

Une partie de la pièce à chauffer est construite sur chambre de chaleur à pilettes : l'autre partie comporte deux canaux prenant l'air chaud dans la chambre de chaleur à pilettes et aboutissant, en courant le long des murs, à deux cheminées « avancées » obliques (pl. II).

2) Les canaux couraient le long des murs de la pièce à chauffer et étaient reliés à d'autres canaux traversant le sous-sol de la pièce suivant une ou deux diagonales

Exemples :

Newel\* (D) :

canaux courant le long de trois murs et reliés à un canal traversant la pièce à chauffer en diagonale (fig. 204).

Goeblingen-Nospelt\* (L) :

on y retrouve le même système avec un perfectionnement technique appréciable : le canal en diagonale était ramifié en une série de petits canaux secondaires formés de *tubuli* couchés et placés bout à bout. Ces *tubuli* devaient être recouverts par des *imbrices* car on en a retrouvé en place (fig. 205). Ce système permettait donc une meilleure diffusion de la chaleur dans le sous-sol de la pièce.

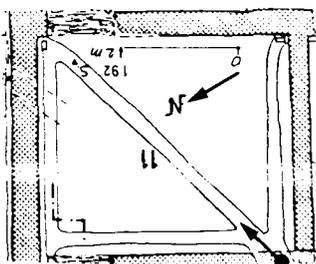


Fig. 204 : Newel\* (D).

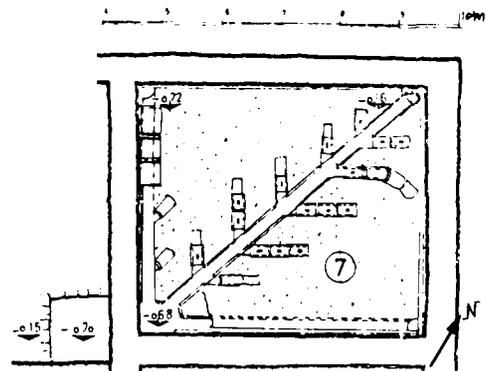


Fig. 205 : Goeblingen-Nospelt\* (L).

3) Les canaux couraient le long des murs de la pièce à chauffer et étaient reliés à d'autres canaux traversant la pièce selon une ou deux médianes

Exemples :

Saalburg\* (D)<sup>(268)</sup> :

il s'agit ici de deux chambres de chaleur à canaux, combinées adroitement. Dans ce cas, c'est la chambre de gauche qui nous intéresse. Les piliers de maçonnerie massifs, écrit L. Jacobi, avaient pour rôle non seulement de soutenir le sol mais aussi de maintenir plus longtemps la chaleur (fig. 207). Voir aussi la fig. 206 qui représente également un hypocauste de Saalburg.

Northleigh\* (G-B) :

deux chambres de chaleur contiguës (idem que fig. 207, E).

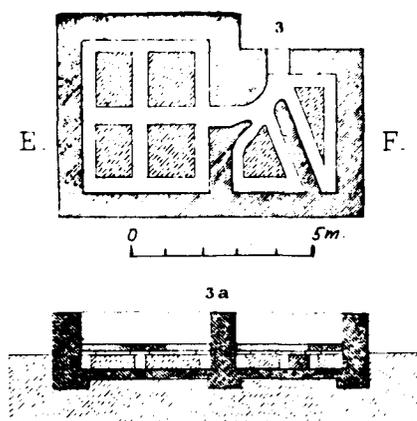


Fig. 206 : Saalburg\* (D)

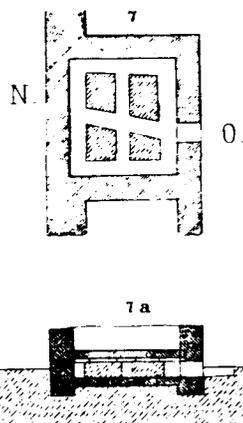


Fig. 207 : Saalburg\* (D)

Variantes

Saalburg\* (D)<sup>(269)</sup> :

bel exemple de chambre de chaleur à pilettes combinées avec des canaux (fig. 208). Les massifs de maçonnerie devaient probablement soutenir une superstructure plus lourde qui se trouvait dans la pièce à chauffer (peut-être une baignoire). Cela expliquerait l'asymétrie de l'agencement.

Sanxay\* (F) :

l'espace central a été agrandi et on y a ajouté des murets supplémentaires (fig. 209).

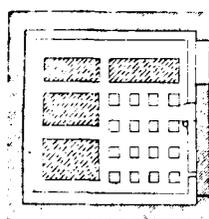


Fig. 208 : Saalburg\* (D)

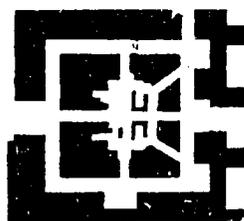


Fig. 209 : Sanxay\* (F)

#### 4) Chambre de chaleur à canaux rayonnants

Dans ce cas, l'air chaud venant du *praefurnium* était amené par un canal (canal de chauffe) au centre du sous-sol de la pièce à chauffer et, de là, était réparti au moyen de canaux rayonnants vers les murs où il était aspiré par des cheminées.

##### Exemples

Vesqueville\* (B) :

l'agencement de la chambre de chaleur représente assurément le système le plus simple parmi les chambres de chaleur à canaux rayonnants. L'air chaud était amené vers le centre par un canal de chauffe qui se divisait ensuite en deux branches se dirigeant chacune vers les murs latéraux et aboutissant à deux cheminées encastrées.

Saalburg\* (D)<sup>(270)</sup> :

ce système est semblable à celui de Vesqueville. On y trouve deux canaux supplémentaires qui se dirigent vers les deux autres coins de la pièce (fig. 210).

Saalburg\* (D)<sup>(271)</sup> :

dans ce cas, on trouve, pour des besoins spécifiques, semble-t-il, une petite chambre de chaleur au centre (fig. 211).

Weiersbach\* (D) :

les canaux étaient disposés suivant les diagonales de la pièce à chauffer. Le *praefurnium*, dans ce cas, était aménagé dans un angle de la pièce (fig. 212).

Saalburg\* (D)<sup>(272)</sup> :

on peut rattacher ce système à celui de la figure 210. Ici, la répartition des canaux est irrégulière (fig. 213).

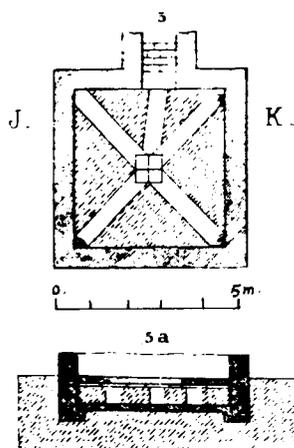


Fig. 210 : Saalburg\* (D)

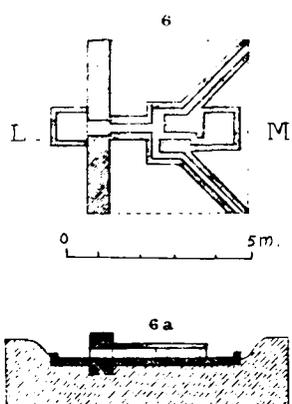


Fig. 211 : Saalburg\* (D)

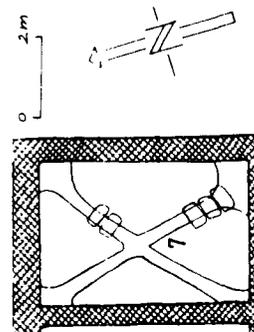


Fig. 212 : Weiersbach\* (D)

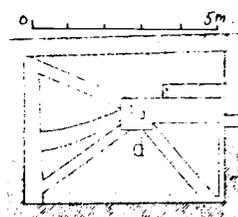


Fig. 213 : Saalburg\* (D)

Dans un chauffage à canaux rayonnants, on pouvait, pour augmenter le rendement calorifique, augmenter le nombre de canaux et obtenir en sus une meilleure répartition de la chaleur dans le sous-sol.

### Exemples

Lalonquette\* (F) :

canaux suivant les médianes et les diagonales de la pièce à chauffer (fig. 214 et 218).

Vendeuvre\* (F) :

deux *prae furnia*, construits dans les murs opposés de la chambre de chaleur, se partageaient le chauffage. L'air chaud était amené à une chambre centrale circulaire qui le répartissait entre les différents canaux. A noter que certains canaux n'aboutissaient pas à des cheminées et se terminaient en cul-de-sac (fig. 215).

Ordan-Larroque\* (F) :

l'air chaud étant amené à un espace central rectangulaire qui le redistribuait dans les canaux secondaires (fig. 216).

Weitersbach\* (D) :

le canal de chauffe partant du *prae furnium* se divise en plusieurs branches et d'une façon irrégulière (fig. 217) comme un rameau d'arbre.

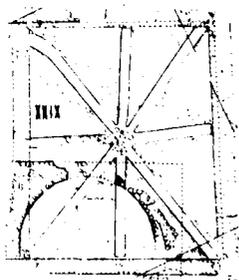


Fig. 214 : Lalonquette\* (F)

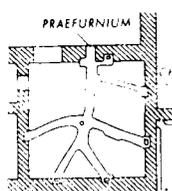


Fig. 217 : Weitersbach\* (D)

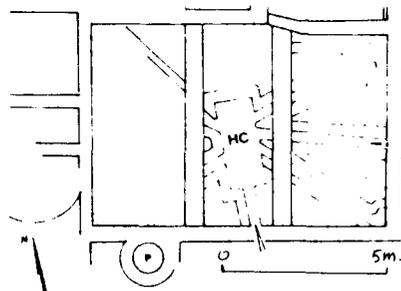


Fig. 216 : Ordan-Larroque\* (F)

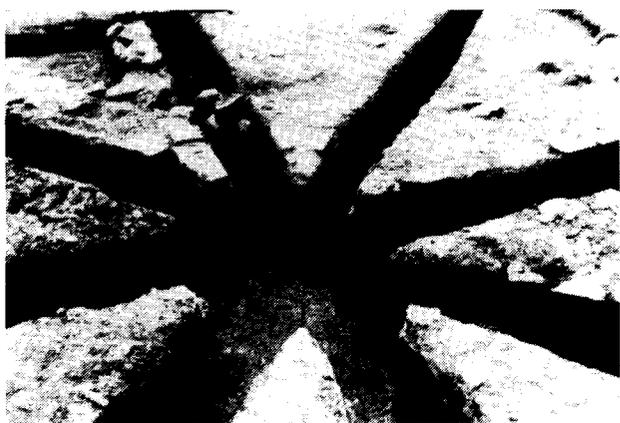


Fig. 218 : Lalonquette\* (F)

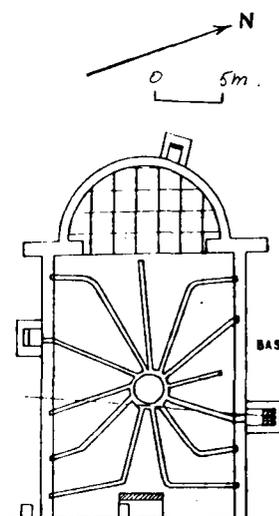
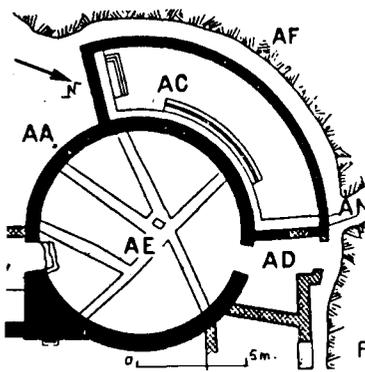


Fig. 215 : Vendeuvre\* (F)

Variantes



Fontaines-Salées\* (F) (fig. 219) :

l'originalité de cet hypocauste provient de la rotondité de la chambre de chaleur. Peut-être pourrait-on s'expliquer la façon irrationnelle dont sont répartis les canaux, si l'on connaissait les superstructures du bâtiment et surtout ce qu'il y avait au-dessus de ces canaux au niveau de la *suspensura*.

Fig. 219 : Fontaines-Salées\* (F).

Lalouquette\* (F) :

un même *praefurnium* (a) chauffait, par un réseau de canaux se ramifiant sans ordre apparent, plus de six salles. Cet exemple est significatif, et montre la complexité que pouvait atteindre un réseau de galeries de chauffage (fig. 220).

Bonn\* (D) :

nous avons à faire ici à une chambre de chaleur très spéciale et rare. La chambre a été creusée sur toute sa surface. Ensuite, on a élevé en son centre un bloc de maçonnerie dont les assises ont été disposées en encorbellement de telle sorte que, au niveau inférieur de la *suspensura*, ces assises avaient quasi rejoint les murs de la chambre de chaleur. Cela donne, en coupe, le dessin d'une espèce de cave comportant deux demi-voutes opposées (fig. 221).

Lullingstone\* (G-B) :

la chambre de chaleur est divisée en une série de canaux parallèles. Le plan publié est, dans ce cas, trop peu explicite. Signalons cependant que le cas de Lullingstone n'est pas unique (fig. 222 et 223).

Northleigh\* (G-B) :

dans la chambre de chaleur (18), série de canaux parallèles qui se croisent à angle droit avec un autre série (damier).

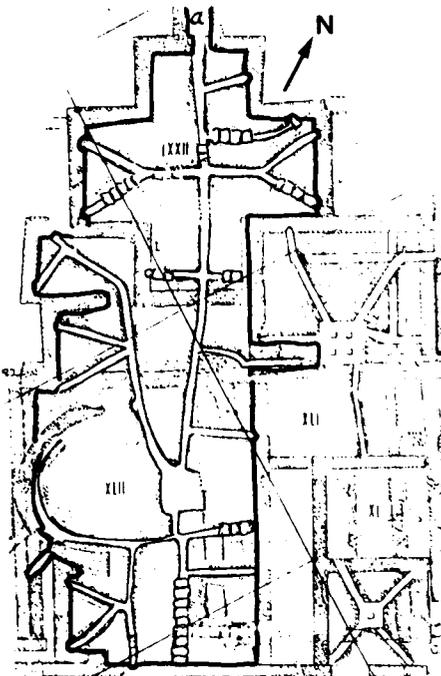


Fig. 220 : Lalouquette\* (F)

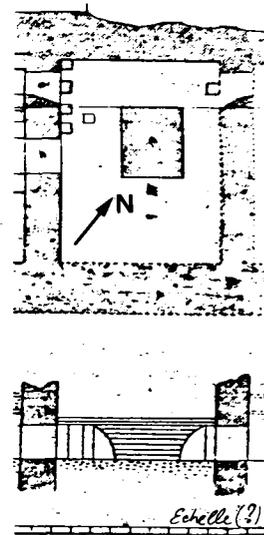


Fig. 221 : Bonn\* (D)

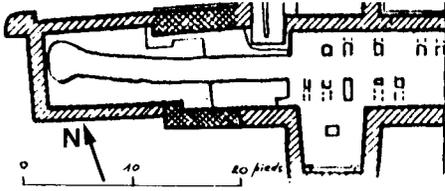


Fig. 222 : Lullingstone\* (G-B)



Fig. 223 : Lullingstone\* (G-B)

Mansfield Woodhouse\* (G-B) :  
hypocaustes à canaux du même type que ceux de Lalouquette (fig. 220).

## b. - Chambres de chaleur mixtes

Le classement des chambres de chaleur mixtes est plus simple. Il se répartit entre deux types seulement.

### 1) *Chambres de chaleur mixtes à canaux rayonnants*

Comme dans le système à canaux, l'air chaud était amené au centre de la chambre de chaleur et redistribué dans des canaux secondaires qui aboutissaient aux murs (cheminées). Dans ce cas, le canal de chauffe est élargi et garni de pilettes.

#### *Exemples*

Montmaurin\* (F) (fig. 224)

Valentine\* (F) (fig. 225) :

dans ce cas, deux systèmes mixtes à canaux rayonnants sont combinés en un seul.

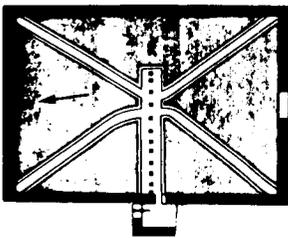


Fig. 224 : Montmaurin\* (F)

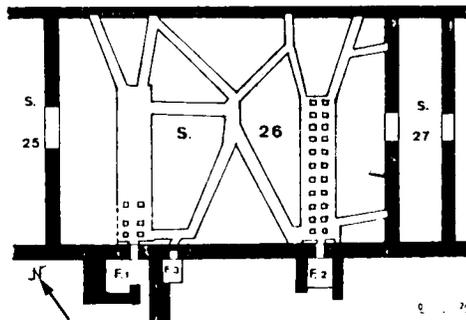


Fig. 225 : Valentine\* (F)

## 2) Chambres de chaleur mixtes avec chambre centrale et canaux rayonnants

Dans ce cas, l'air chaud était amené par un canal de chauffe au centre de la chambre de chaleur qui était élargie en une petite chambre secondaire et garnie de pilettes. L'espace central de la chambre de chaleur était donc plus fortement chauffé que sa périphérie.

### Exemples

Lalonquette\* (F) :

on a ici une chambre centrale garnie de pilettes avec une ramification de canaux partant de cette chambre (fig. 226, 227 et 228) ; dans la salle XXII (fig. 226), les pilettes que l'on aperçoit entre les canaux proviennent d'un état antérieur de l'hypocauste.

Saalburg\* (D)<sup>(273)</sup> (fig. 229) :

idem.

Konz\* (D) :

dans ce cas, les canaux secondaires étaient également garnis de pilettes, ce qui augmentait la capacité calorifique de l'ensemble (fig. 230).

Ronchinne\* (B) :

très bel exemple de chambre de chaleur mixte à canaux rayonnants (fig. 232). Cette « touraille » que le fouilleur considère comme faisant partie d'une brasserie, fut découverte dans un bâtiment isolé. Il existait à Ronchinne une autre chambre de chaleur mixte à canaux, dans le local 27 (fig. 231).

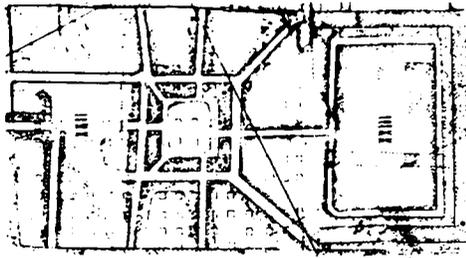


Fig. 226 : Lalonquette\* (F)

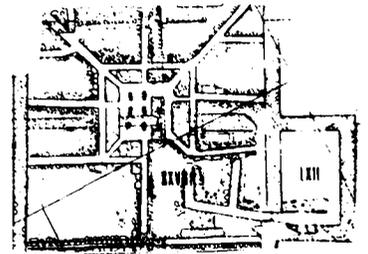


Fig. 227 : Lalonquette\* (F)

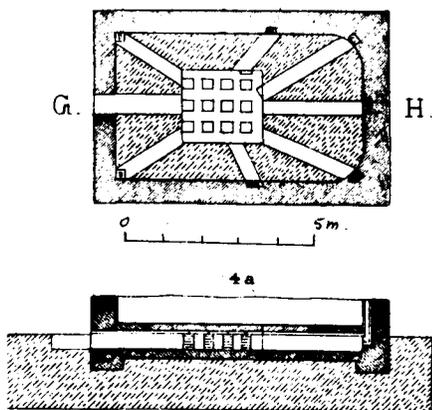


Fig. 229 : Saalburg\* (D)

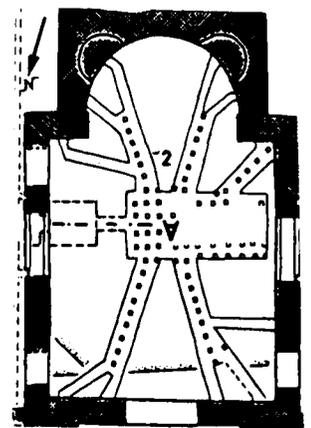


Fig. 230 : Konz\* (D)

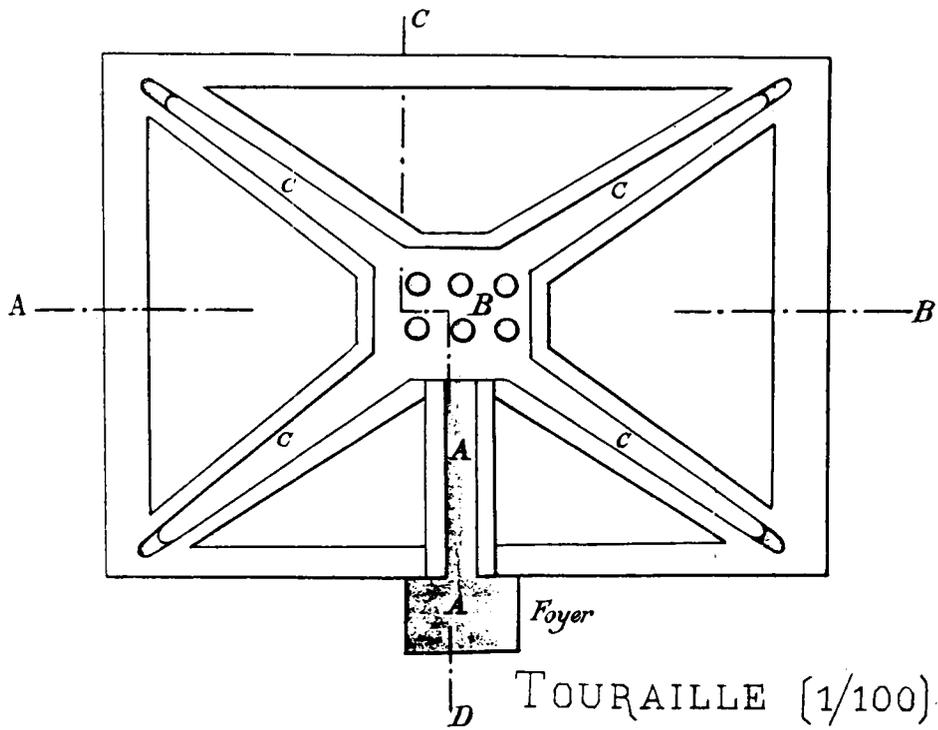
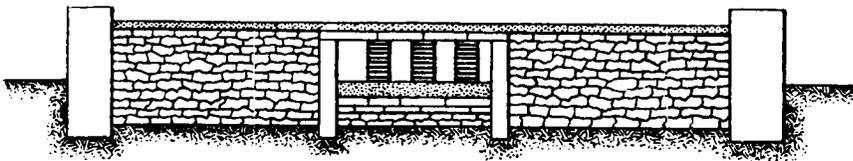
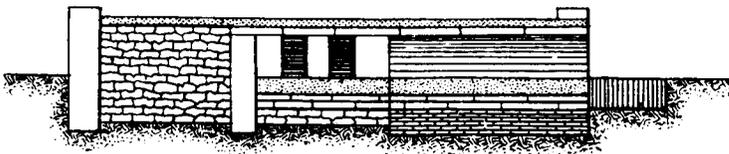


Fig. 232

*Coupe A B de la touraille (1/100)*



*Coupe C D de la touraille (1/100)*



**Ronchinne**

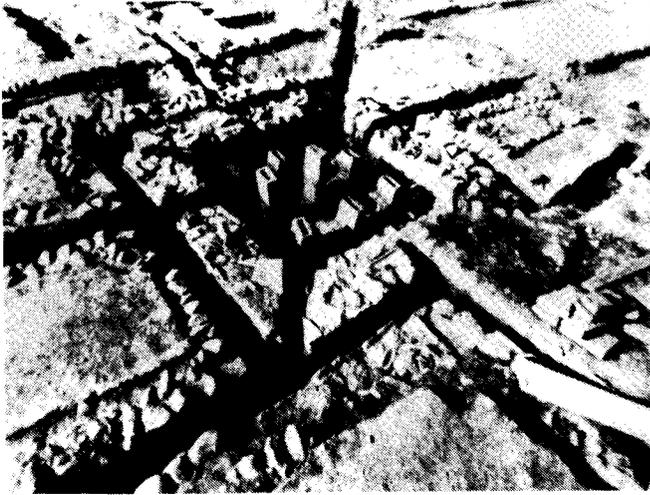


Fig. 228 : Lalouette\* (F)

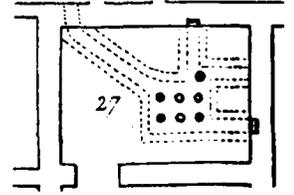


Fig. 231 : Ronchinne\* (B)

*Autres exemples* : Neerharen-Rekem\* (B), Silchester\* (G-B).

#### *Variantes*

##### Sens\* (F) :

dans ce cas, tous les canaux de chauffage sont garnis de pilettes constituées de *tubuli* bourrés de mortier. Cela permettait sans doute de construire des canaux plus larges (fig. 232).

##### Larroque\* (F) :

l'espace central de la chambre de chaleur est aménagé avec des pilettes, tandis que le pourtour de la chambre est parcouru par un canal de chauffage (fig. 234).

##### Grand\* (F) :

cet hypocauste pourrait être considéré comme la transition entre la chambre de chaleur à pilettes et la chambre mixte. Il semble que, dans ce cas, l'on ait épaissi les murs pour réduire l'espace central (fig. 235).

##### Paris\* (F) :

il s'agit ici d'une chambre de chaleur circulaire dans laquelle on a élevé des blocs de maçonnerie qui s'appuyaient sur les murs de la chambre. Ces blocs délimitent une série de canaux rayonnants. Le centre de la chambre était garni de pilettes. Ces blocs de maçonnerie devaient probablement soutenir les marches d'un *pluteus* (fig. 236).

##### Uriage\* (F) :

le « chauffoir » d'Uriage chauffait vraisemblablement une baignoire ronde à trois gradins. La chambre centrale était à pilettes et les canaux rayonnants passaient sous les gradins (voir légende de la figure 237).

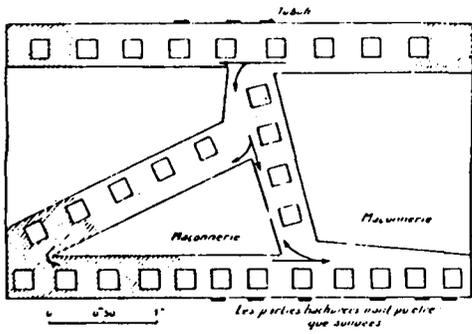


Fig. 233 : Sens\* (F)

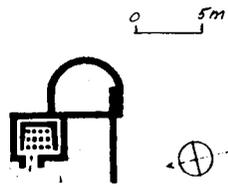


Fig. 234 : Larroque\* (F)

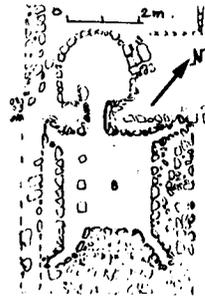


Fig. 235 : Grand\* (F)

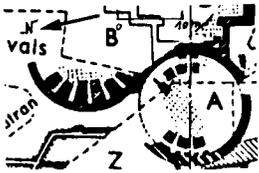


Fig. 236 : Paris\* (Thermes de l'est)

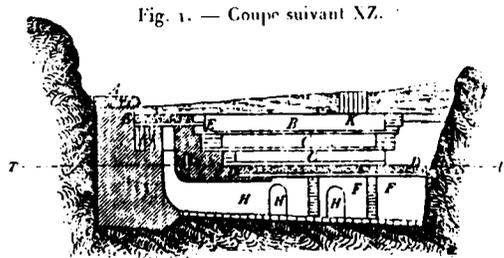


Fig. 1. — Coupe suivant NZ.

Chaufour romain découvert à Uriage en 1844.

Fig. 2.

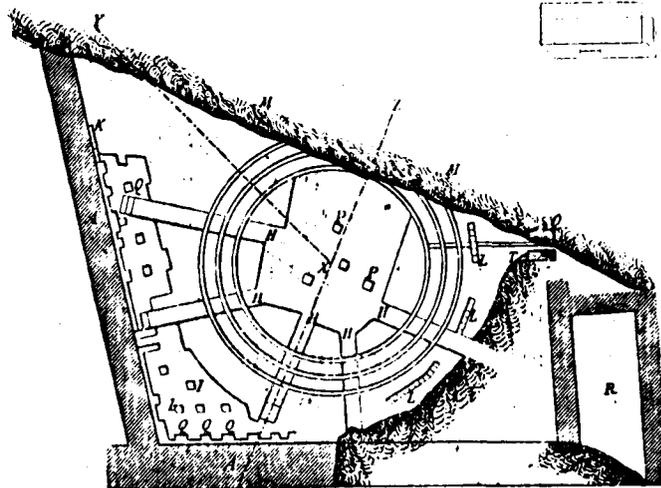


Fig. 237 : Uriage (F).

## Note

Nous avons vu, dans un aménagement de chambres de chaleur à la villa de Lalouette (fig. 220) que les canaux de chauffage pouvaient passer d'une chambre à une autre. Un même *praefurnium* chauffait ainsi plusieurs hypocaustes. Ce système semble avoir été généralisé à la villa de Spoonley Wood\* (G-B) où on en trouve plusieurs exemples. Nous en avons choisi un particulièrement significatif, vu la distance considérable qui sépare deux chambres de chaleur chauffées par un même *praefurnium* (fig. 238). Ce dernier chauffait la salle 18 (mosaïque). Ensuite, un canal de chauffe, passant sous le seuil de la porte d'entrée, partait dans le sous-sol en direction d'une autre salle — 24 — où il amenait l'air chaud en passant également sous le seuil de cette dernière. Notons que les deux chambres de chaleur étaient distantes de plus de 60 pieds (environ 20 m). De plus, rappelons qu'à Basse-Wavre\* (B), on a trouvé des canaux (M et L) en matériaux réfractaires (carreaux de 44 x 33 x 4 cm) qui traversaient et chauffaient le couloir d'accès aux bains. Sur le plan de Dens et Poils, on n'indique malheureusement pas l'origine et l'aboutissement de ces canaux (fig. 58).

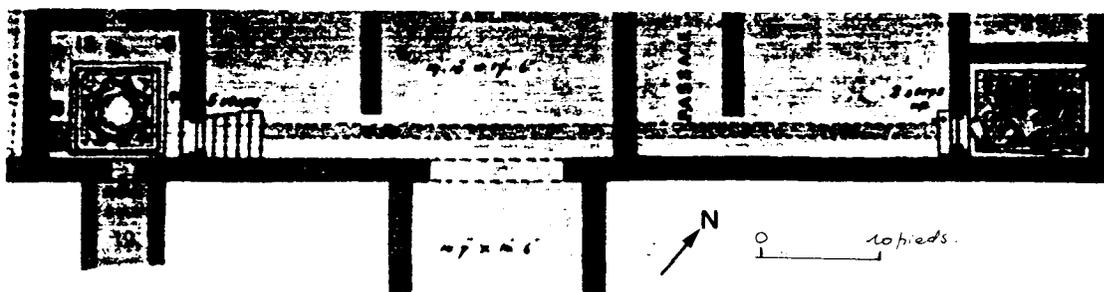


Fig. 238 : Spoonley Wood\* (G-B)

- (196) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III (1900), p. 347.  
 (197) L. BONNARD, *La Gaule thermale*, Paris, 1908, p. 5.  
 (198) R. CAGNAT, V. CHAPOT, *Manuel*, p. 219.  
 (199) Cela pourrait correspondre à nos « vides ventilés » modernes.  
 (200) PALLADIUS, I, 39, 3.  
 (201) Fontaines-Salées\* (F) (Yonne).  
 (202) H. THEDENAT, *op. cit.*, p. 347 ; appelé aussi sol d'hypocauste.  
 (203) *Ibidem*, p. 347.  
 (204) *Ibidem*.  
 (205) *Ibidem*, p. 348.  
 (206) Rappelons, une fois de plus, que, pour nous, le mot *hypocauste* signifie dans ce travail l'ensemble de l'appareil de chauffage. Signalons toutefois que cet usage de désigner la chambre de chaleur par le mot hypocauste est fort répandu, et adopté par beaucoup d'auteurs aujourd'hui.  
 (207) VITRUVÉ, V, 10.  
 (208) *Ibidem* (traduction de A. Choisy, 1909) : Choisy emploie ici le mot hypocauste pour désigner la chambre de chaleur. Dans une traduction plus ancienne de Vitruve (DE BIOUL, 1816, p. 293), on trouve, pour la même désignation : « pavé des étuves ».  
 (209) PALLADIUS, I, 39, 2.  
 (210) VITRUVÉ, I<sup>er</sup> siècle av. J.-C., PALLADIUS, IV<sup>e</sup> s. après J.-C. (PALLADIUS RUTILIUS TAURUS AEMILIANUS, vraisemblablement romain de naissance, vivait dans le quatrième siècle de l'ère chrétienne, est l'auteur d'un ouvrage en quatorze livres sur l'agriculture - Dr Gill. FREUND, *Grand dictionnaire de la langue latine*, Paris, 1862).  
 (211) H. THEDENAT, *op. cit.*, p. 349.  
 (212) C'est le cas aux thermes de Stabies à Pompéi qui sont parmi les plus anciens thermes romains connus à ce jour.  
 (213) Nous employons ce terme pour distinguer ces pilettes de celles construites en matériaux divers.  
 (214) Voir Historique, pp. 23-24.  
 (215) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 249 ; également à Moissac\* (Tarn-et-Garonne).  
 (216) *Bourre* : du latin *burra* : « laine grossière ». Amas de poils détachés avant le tannage de la peau de certains animaux à poils ras et servant à garnir les harnais des bâts... » (Petit Robert, 1973). A la bourre, PALLADIUS substitue le *crin* (du latin *crinis* : « cheveu »). « Poil long et rude qui pousse au cou et à la queue de certains animaux, spécialement des chevaux » (*ibidem*).

- (217) L. JACOBI (*Saalburg*, p. 251) qui écrit, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, signale que ce procédé (bourre + argile) est encore employé de son temps dans les terres réfractaires des âtres et de certains fours car, écrit-il, l'adjonction de poils de vaches empêche les plaques de terre cuite de se briser à la chaleur.
- (218) Y. GRAFF, *Index de sigles (marques) de tuiliers gallo-romains trouvés en Belgique*, 2<sup>e</sup> éd., dans *R-C*, 8<sup>e</sup> an., (1968), III-IV, pp. 3-18.
- (219) Saalburg\* (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250, pl. XIV et XIX, fig. 37. Cet hypocauste fait partie d'un bâtiment qui se trouve près de la « Porta decumana ».
- (220) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 17.
- (221) Paris (rue de Lutèce), P. DUVAL, *Paris Antique*, s. d., fig. 46.
- (222) Voir Gorsium\* (H).
- (223) K. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 16.
- (224) H. THEDENAT, *op. cit.*, p. 347.
- (225) H. THEDENAT, *ibidem*.
- (226) H. CUPPERS, *op. cit.*, p. 114.
- (227) H. THEDENAT, *op. cit.*, p. 347.
- (228) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 249.
- (229) *idem, ibidem*.
- (230) H. THEDENAT, *op. cit.*, p. 347.
- (231) *idem, ibidem*.
- (232) Termes employés par A. CHOISY dans sa traduction de Vitruve.
- (233) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum* dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III (1900), p. 347.
- (234) Voir pages 97 et 98.
- (235) Voir historique pp. 23-24.
- (236) Erika BRÖDNER, *Untersuchungen*, p. 111.
- (237) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III (1900), p. 347 ; CAGNAT-CHAPOT, *Manuel*, p. 219 ; de même en néerlandais pour R. DE MAEYER, 1937, pp. 166-167 ; L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250, constate que le sol de la chambre de chaleur décrite pl. XIV est en pente. Il affirme même qu'ils le sont tous : ... « Dans la chambre de chaleur, le sol monte du foyer vers les cheminées situées à l'opposé. Cela est commun à tous les canaux ou chambres de chaleur... ».
- (238) VITRUVÉ, V, 10 ; PALLADIUS, I, 39, 2 ; pour être plus précis et selon ces deux auteurs, le sol de l'*area* était d'abord incliné vers le centre et ensuite vers le foyer.
- (239) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 16.
- (240) A. GRENIER, *Manuel*, p. 237.
- (241) Général MORIN, Note, p. 355.
- (242) Saalburg (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 255 et pl. XV.
- (243) Le terme *tubulature* (ou tubulation) est un mot inventé pour les « besoins de la cause » mais que nous adoptons parce qu'il est employé par de nombreux auteurs et aussi parce qu'il n'existe aucun autre terme pour désigner l'ensemble des murs creux composés de *tubuli*.  
Nous n'employons pas non plus le mot *tubulure* parce qu'il désigne tout autre chose : « ouverture cylindrique d'un récipient destiné à recevoir un bouchon percé d'un trou par lequel passe un tube » ou « tube métallique d'un ensemble tubulaire (conduits, pièces de construction) » (Petit Robert, 1973).
- (244) KRENCKER-KRÜGER, *Tr. Kai. Th.*, p. 107, fig. 123.
- (245) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III (1900), p. 347.
- (246) SENEQUE, (*Epist.*, XC, 25) ; PALLADIUS, (I, 40).
- (247) VITRUVÉ, V, 10.
- (248) Certains auteurs signalent que l'on étendait d'abord sur les dalles de *suspensura*, une couche de terre glaise pour assurer l'étanchéité des joints. Dans les rapports de fouilles que nous avons étudié, nous n'avons nulle part trouvé mention de cette façon de faire (J. BREUER, *Chauf. Ant.*, p. 6, note 8 ; H. THEDENAT, *Hypocauste, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 347 ; L. BONNARD, *La Gaule thermale*, 1908, p. 5).
- (249) Général MORIN, *op. cit.*, p. 355.
- (250) Voir Pannessières\* (F) ; Besançon\* (F) (Doubs).
- (251) E. BRÖDNER, *Untersuchungen*, p. 113.
- (252) « Tubulature », voir note 243.
- (253) E. BRÖDNER, *Untersuchungen*, p. 113.
- (254) Les dimensions des dalles de *suspensura* se situaient presque invariablement entre 55 x 55 x 5 à 6 cm et 60 x 60 x 5 à 6 cm.
- (255) PLINE LE JEUNE, *Epist.*, II, 17, 9. Mais s'agit-il de *tubuli* comme le pense F. KRETZSCHMER (*Hypokausten*), ou de canaux dans le sol ?
- (256) H. CUPPERS, *op. cit.*, p. 118.
- (257) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 34.
- (258) H. CUPPERS, *ibidem*.
- (259) L. JACOBI, *Saalburg*.
- (260) A la villa de Boulaide\* (B), les canaux de chauffage qui se trouvaient le long des murs étaient construits en briques strigilées de 50 x 50 x 5 cm, pour les parois et en briques de 55 x 55 x 5 cm pour le recouvrement supérieur. Le tout était encore recouvert par une couche de béton au moment de la découverte.
- (261) Mont-lez-Houffalize\* (B).
- (262) Goeblingen-Nospelt\* (L).
- (263) Saalburg\* (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 258.

- (264) Weiersbach \* (D).  
(265) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 256.  
(266) Fig. 134, chap. II : Substructions marquées par la lettre W et situées dans le coin supérieur gauche de la figure.  
(267) Voir ci-dessus, p. 120, le système imaginé à Mont-lez-Houffalize \* (B).  
(268) Saalburg (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 259.  
(269) Saalburg (D), *ibidem*.  
(270) Saalburg (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 258.  
(271) Saalburg (D), *ibidem*.  
(272) Saalburg (D), *ibidem*.  
(273) Saalburg (D), L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII.

## CHAPITRE IV

# MURS CREUX, TUBULI ET CHEMINÉES

Lorsque l'air chaud venu du foyer avait « livré » ses calories à la *suspensura*, il était, avec les fumées de combustion, aspiré à l'intérieur de « murs creux » soit par des cheminées, soit par des *tubuli*.

Cette introduction sommaire est nécessaire pour mieux comprendre la description détaillée qui va suivre. Car, on s'en doute, si les principes de base en ce qui concerne l'évacuation des gaz ne changèrent pas, les variantes, dues à l'imagination et aux progrès techniques, furent nombreuses.

A propos de progrès techniques, Vitruve, qui, rappelons-le, écrit au 1<sup>er</sup> siècle avant notre ère, ne semble pas avoir connu la « tubulature » dans les murs des pièces à chauffer. Il connaissait, cependant, les murs creux, et notamment la *tegula mammata*<sup>(274)</sup> destinée à protéger les murs intérieurs d'une pièce contre l'humidité. Il n'en parle pas comme d'un moyen de chauffage.

Les murs « tubulés » apparaissent au cours de la III<sup>e</sup> phase de Kretzschmer<sup>(275)</sup>, c'est-à-dire aux environs de la première moitié du 1<sup>er</sup> siècle après J.-C. Kretzschmer se base en cela sur un texte important de Sénèque, où celui-ci prétend qu'il s'agit d'une invention récente<sup>(276)</sup>.

Pour rendre les choses plus claires, notons tout de suite qu'il y avait trois façons de fabriquer des murs creux :

- 1) au moyen de la *tegula mammata* (ou techniques semblables),
- 2) au moyen de *tubuli* (tubes creux en terre cuite de section carrée ou rectangulaire),
- 3) au moyen de cheminées (encastrées, emmurées, « avancées »).

Nous allons décrire en détail ces trois techniques, mais, avant de continuer, deux autres remarques s'imposent :

— La première — et le lecteur en conviendra facilement — est la grande difficulté rencontrée par les fouilleurs pour reconstituer et imaginer les murs en élévation des nombreuses habitations dont les traces sont enfouies dans notre sol. Nous avons écrit plus haut que le niveau d'arasement des murs est parfois tel qu'il est souvent difficile de reconnaître l'emplacement d'un seuil de porte. Que dire, dans ce cas, de la « tubulature » et des cheminées ! Lorsque, avec un peu de chance, la *suspensura* est conservée en tout ou en partie, on découvre souvent la base de la « tubulature », ce qui permet de voir comment elle s'imbriquait dans la chambre de chaleur. Les bases de cheminées d'autre part sont plus ou moins bien conservées selon qu'elles étaient encastrées ou « avancées ». Quoi qu'il en soit, on ne découvre pratiquement jamais, et pour cause, de « tubulatures » et de cheminées entières avec leurs extrémités supérieures. Quelques exemples intacts, heureusement, ont échappé aux ravages du temps et des hommes. Des murs creux, par exemple, en *tegulae mammatae* et en *tubuli* ont été conservés sur des hauteurs appréciables. Et dans certains cas, on a même retrouvé des sorties de cheminées. Malheureusement, comme le fait remarquer F. Kretzschmer<sup>(277)</sup>, certains auteurs ont établi une règle générale en se basant sur ces modèles rares. Le peu de vestiges conservés en élévation ont en effet laissé la voie libre à toutes sortes de conjectures et de supputations qui ont fait couler beaucoup d'encre. L'imagination des auteurs n'a eu d'égale que la rareté des témoignages tangibles ; nous y reviendrons dans la partie de ce travail consacrée au fonctionnement des hypocaustes.

Un exemple de « tubulature » entièrement conservée et que nous ne pouvons passer sous silence est celle de la Basilique de Trèves (Aula Palatina)<sup>(278)</sup>. Nous y reviendrons également.

— La deuxième remarque concerne les *tubuli* et les cheminées qu'il est facile de confondre, car les uns et les autres peuvent remplir les mêmes rôles. En effet, les *tubuli* semblent, dans certains cas,

avoir servi de cheminée (rangées verticales) autant que de tuyaux de chauffage ; et les cheminées qui ont souvent été construites avec des *tubuli* semblent également avoir servi de surfaces chauffantes. C'est la raison pour laquelle il est parfois difficile, au cours de fouilles où les vestiges sont fort dégradés, de distinguer la « tubulature » chauffante des cheminées.

## 1. LES TEGULAE MAMMATAE<sup>(279)</sup>

La *tegula mammata* consiste en une brique plate en terre cuite pourvue sur une des grandes faces, de quatre mamelons ou saillies, disposés près des quatre coins. Les mamelons étaient appuyés contre le mur à recouvrir. Ces plaques disposées les unes à côté des autres formaient entre elles et le mur un espace creux dans lequel pouvait circuler l'air chaud. Elles étaient fixées au moyen de



Fig. 239 : Djémila\* (DZ).

crampons dont les dimensions et les formes ont beaucoup varié selon les endroits. Sur la face plane de la *tegula mammata* et avant la cuisson, on passait une espèce de peigne qui striait cette face de façon à rendre la couche de plâtre ou de stuc, qui la recouvrait, plus adhérente. Ce stuc servait à cacher les crampons et les joints entre les plaques. Il servait également à assurer l'étanchéité entre le mur creux et la salle à chauffer et à recevoir une décoration éventuelle.

La paroi en *tegulae mammatae* est probablement la plus ancienne technique de construction des murs creux (fig. 239). Nous avons écrit plus haut que Vitruve connaissait cette technique. Pline le Jeune écrit, trois quarts de siècle plus tard, qu'elles sont employées dans les constructions thermales et même consacrées à cet usage<sup>(280)</sup>. M. Labrousse<sup>(281)</sup> suppose qu'en Italie leur emploi n'a peut-être pas dépassé la fin du 1<sup>er</sup> siècle de notre ère car, vers cette date, elles sont souvent remplacées par des *tubuli*. Les *tegulae mammatae* retrouvées un peu partout dans le monde romain témoignent d'une grande variété de formes. Voyons quelques exemples :

La figure 241 montre un modèle de *tegula mammata* retrouvée à Saalburg<sup>(282)</sup>. La figure 240 montre comment étaient fixées les *tegulae mammatae* sur les murs de la salle à chauffer :

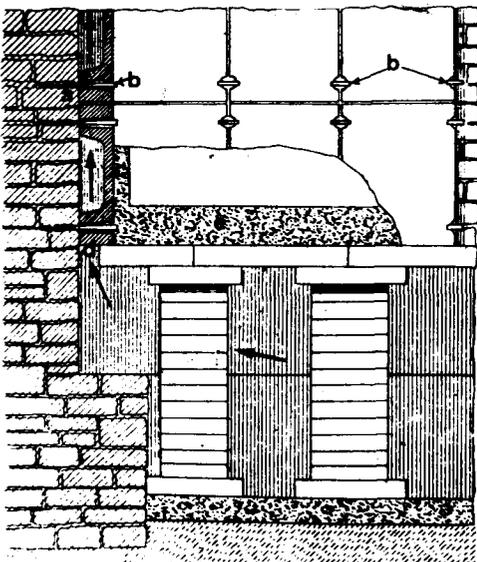


Fig. 240 : Saalburg\* (D)

- a) vue en coupe du mur avec les *tegulae mammatae* appliquées contre ce dernier ;
- b) crampons (que l'on glissait dans l'encoche circulaire formée par la juxtaposition de deux mamelons) qui pouvaient prendre des formes très variées ;
- c) enduit de recouvrement et d'isolation (+ décoration) ;
- d) espace entre la *suspensura* et le mur pour le passage de l'air chaud (->) ;
- e) *suspensura*.

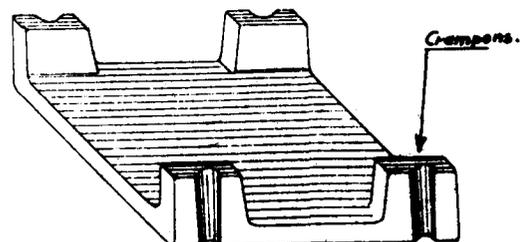


Fig. 241 : Saalburg\* (D)

A Pompéi, la *tegula mammata* est courante ; on en a retrouvé dans les maisons dites « du Faune », « de Diomède », « du Labyrinthe », « du Cithariste », « de M. Caesius Blandus », etc...(283). Le type pompéin le plus courant est une brique rectangulaire en terre cuite avec, à chaque coin, quatre protubérances en forme de « pieds ». La brique est liée au mur par de longs clous de fer qui passent au travers de trous aménagés dans son épaisseur (fig. 242).

La figure 243 nous montre une coupe horizontale dans le *caldarium* des bains de la maison de Diomède à Pompéi. On voit nettement les *tegulae mammatae* (flèches) et les espaces qu'elles réservent entre elles et le mur(284) (fig. 246).

En Afrique, plus particulièrement à Timgad(285), on trouve un type différent. Les briques étaient plates et sans saillies, mais chaque angle était entaillé en quart de cercle et quatre briques plates assemblées déterminaient ainsi un trou circulaire. Le trou servait à relier la plaque au mur tout en la maintenant éloignée de ce dernier, au moyen d'une pointe de terre cuite, pleine ou creuse, longue d'une vingtaine de centimètres, dont une extrémité venait se loger par une gorge dans le trou circulaire et l'autre se fichait dans le mur comme un clou (fig. 244 et 245).

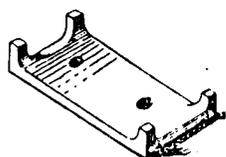


Fig. 242 : Pompéi (I)

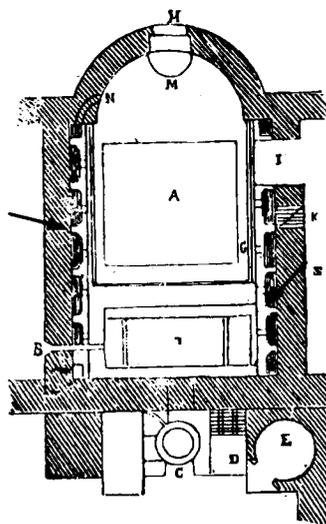


Fig. 243 : Pompéi (I)

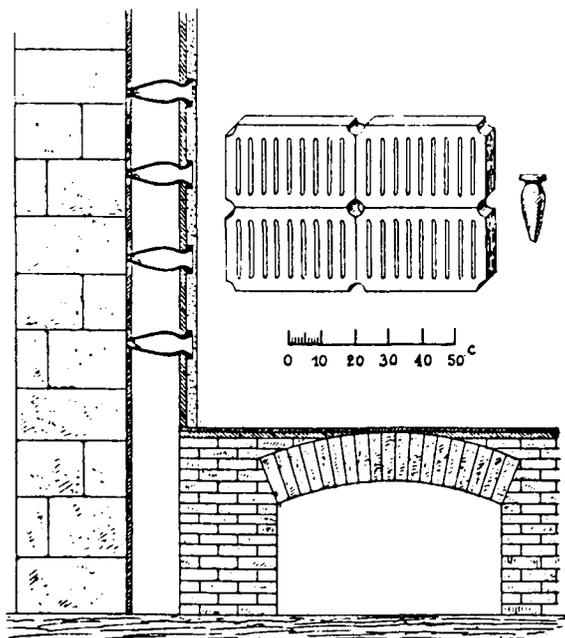


Fig. 244 : Timgad' (DZ).

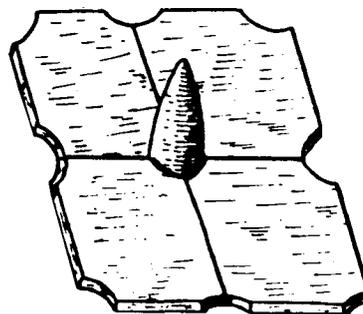
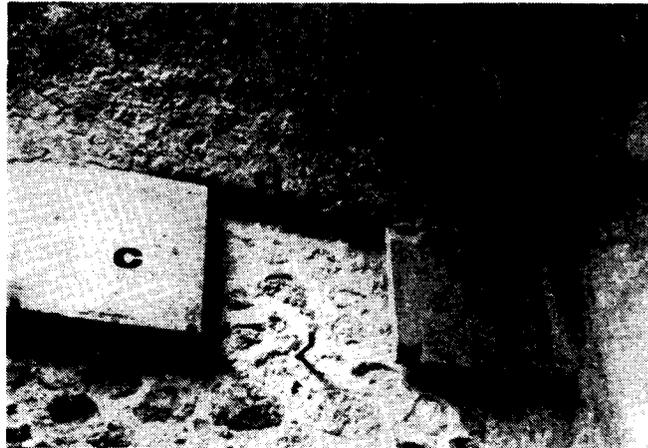


Fig. 245 : Timgad' (DZ).

Fig. 246 : Pompéi (I)



A Montoulieu\* (F)<sup>(286)</sup>

ont été trouvées des briques très voisines de celles du type pompéien. Les mamelons étaient soit en forme de pyramide tronquée, soit en forme de cône (fig. 247).

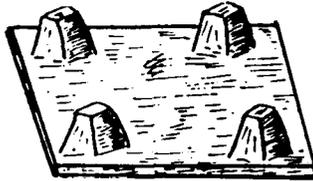


Fig. 247 : Montoulieu\* (F)

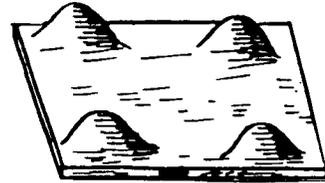


Fig. 248 : Puysegur\* (F)

A Puysegur\* (F),

les ruines d'un hypocauste ont fourni des briques plates portant, aux quatre extrémités d'une des grandes faces, des mamelons arrondis et grossièrement modelés à la main (fig. 248).

Aux thermes de Cahors\* (F),

les *tegulae mammatae* ne comportaient qu'un seul mamelon au centre (fig. 249). Le mamelon jouait le même rôle qu'en Afrique ou à Champlieu et c'est lui qui, en s'enfonçant dans le mur, garantissait à la fois l'écartement et la liaison avec la cloison.

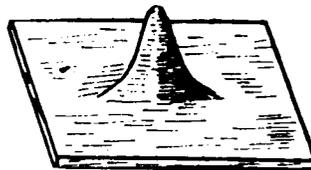


Fig. 249 : Cahors\* (F)

A Mamer\* (L),

on a retrouvé des *tegulae mammatae* d'un autre type encore. La figure 250 nous montre la façon dont elles étaient fixées sur le mur. A remarquer que ces *tegulae* étaient strigilées et fixées par des crampons en T.

Un autre système, que l'on peut rattacher à la technique de la *tegula mammata*, consistait à se servir de briques plates en terre cuite dans lesquelles on avait ménagé des trous. On plaçait, entre ces plaques et le mur, des tampons en terre cuite en forme de bobine creuse. Pour fixer le tout, on enfonçait un clou dans le mur à travers le trou de la plaque et celui de la bobine qui devait se trouver en regard (fig. 251). Le tout était recouvert également d'un enduit qui cachait la construction. Ce système fut retrouvé entre autres à Champlieu\* (F) et à Mamer\* (L) (fig. 252).

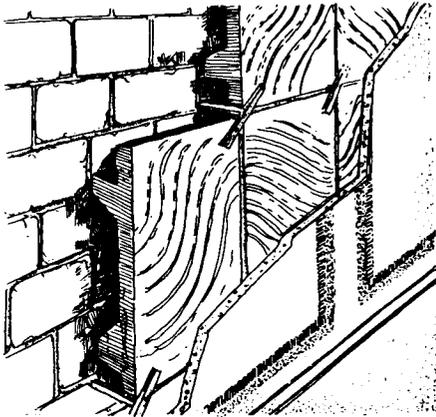


Fig. 250 : Mamer\* (L)

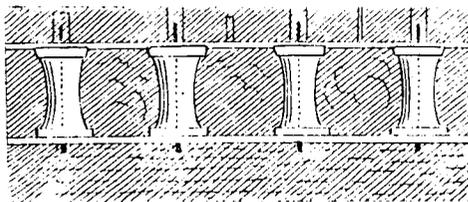


Fig. 251 : Champlieu\* (F)

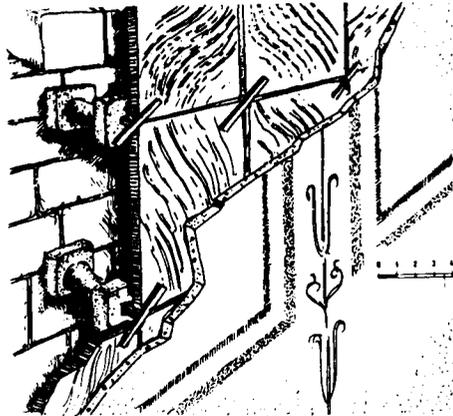


Fig. 252 : Mamer\* (L)

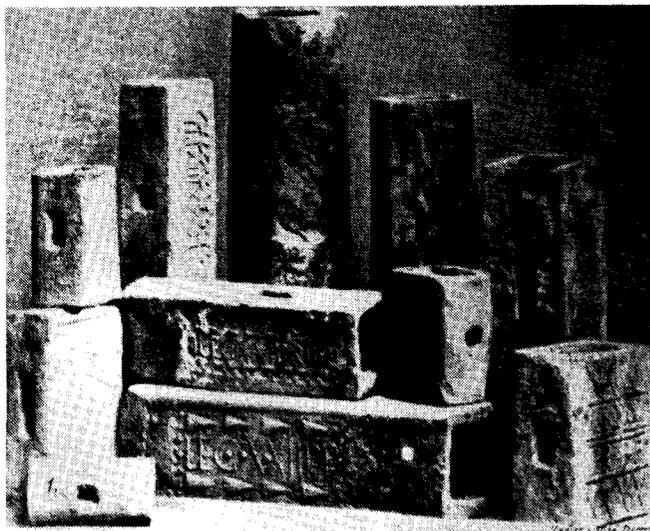


Fig. 253 : Saalburg\* (D)

## 2. LES TUBULI (fig. 253)

Le procédé assurément le plus perfectionné et qui devint rapidement le plus courant à partir du 1<sup>er</sup> siècle de notre ère fut la construction des murs creux en *tubuli*<sup>(287)</sup>. Rappelons que Sénèque en parle comme d'une construction récente. Il les appelle *impressi parietibus tubi*<sup>(288)</sup>. Mais d'autres les appellent *cuniculi* ou *tubuli*<sup>(289)</sup>. La forme des *tubuli*, contrairement aux *tegulae mammatae*, n'a pratiquement pas varié au cours du temps, ce sont les dimensions qui, dans ce cas, sont très variables. Un *tubulus* se présentait sous la forme d'un parallépipède rectangle creux, de section carrée ou rectangulaire. Sur deux faces, on aménageait, dans la majorité des cas, deux ouvertures carrées, rectangulaires ou circulaires. Ces ouvertures se trouvaient presque toujours sur deux faces opposées (fig. 254, 255 et 256). Ces briques creuses étant entassées les unes sur les autres de manière à former un canal vertical courant sur toute la hauteur du mur que l'on devait traiter. On installait ainsi autant de « séries » verticales qu'on le désirait, les unes à côté des autres, de telle sorte que les ouvertures latérales des *tubuli* communiquaient entre elles d'une « série » à l'autre<sup>(290)</sup> (fig. 257). La figure 255 donne également un aperçu des dimensions les plus courantes.

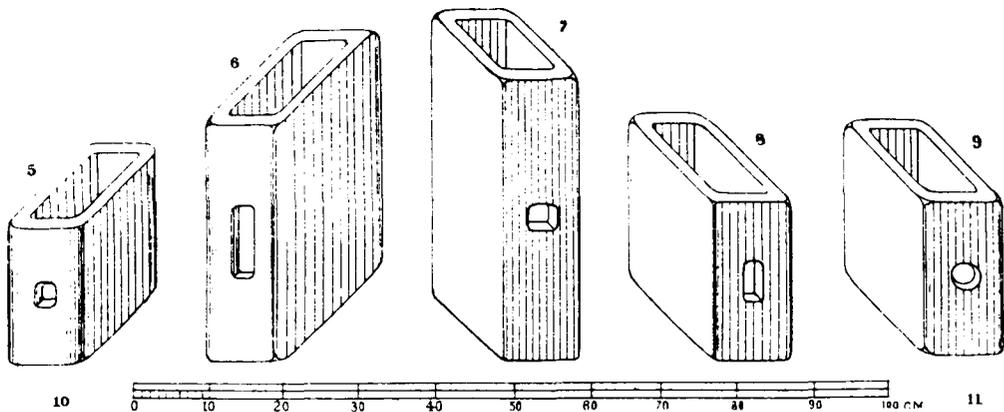


Fig. 254 : Saalburg\* (D).

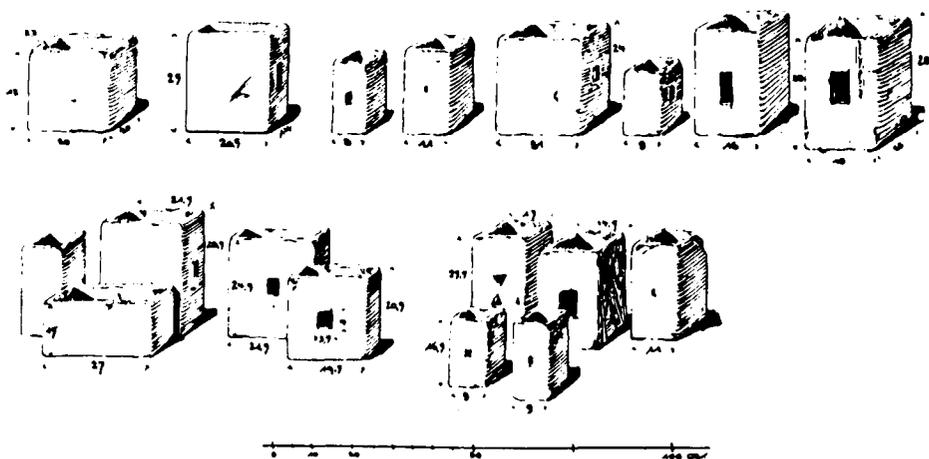


Fig. 255 : Trèves\* (D).

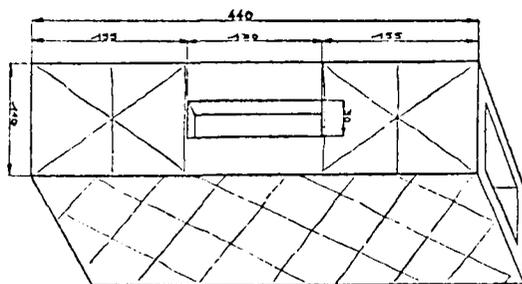


Fig. 256 : Nouvelles\* (B)

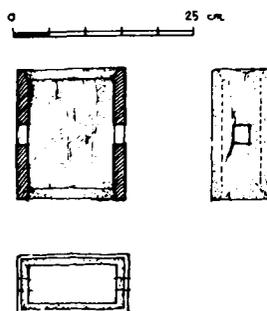
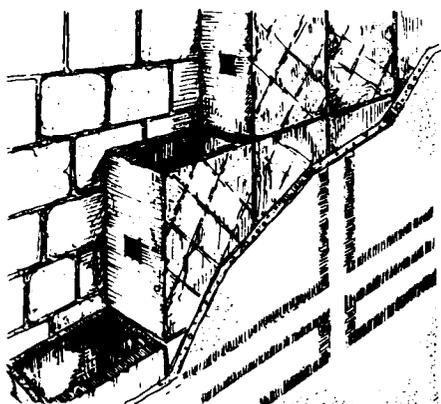


Fig. 257 : Mamer\* (L)

Les *tubuli* (fig. 257) étaient souvent striés sur les grandes faces pour adhérer plus facilement au mur sur lequel ils étaient fixés et à la couche de plâtre, stuc ou mortier qui les recouvrait (fig. 258).

Certains *tubuli* portaient des marques. A Saalburg, par exemple, ils portaient le sigle identifiant la XXII<sup>e</sup> légion stationnée dans ce camp (fig. 253).

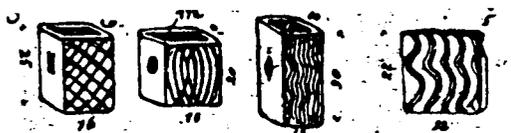


Fig. 258 : Rhénanie.

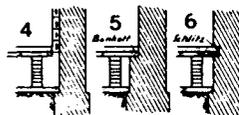


Fig. 259

Les « séries » verticales de *tubuli* prenaient leur départ au niveau de la *suspensura*, entre celle-ci et le mur, de telle sorte que les « séries » étaient en communication avec la chambre de chaleur d'où elles « aspiraient » l'air chaud (comme pour les *tegulae mammatae*). Les *tubuli* situés à la base de chaque « série » étaient placés et soutenus au moyen de différents procédés qui ne différaient que par des détails<sup>(291)</sup>.

Puisque, dans la plupart des fouilles, les structures sont détruites à partir du niveau de la *suspensura*, F. Kretzschmer<sup>(292)</sup> prétend que l'on peut reconnaître un mur *tubulé* par la seule étude de la disposition de la *suspensura* et des pilettes extérieures, c'est-à-dire les plus proches du mur. Il suppose en effet trois aménagements possibles en ce qui concerne la *suspensura* par rapport au mur (fig. 259) :

- a) une banquette pratiquée dans le mur de la chambre de chaleur ; la *suspensura* reposait directement sur cette banquette (fig. 259<sup>5</sup>) ;
- b) la *suspensura* était engagée dans le mur de la chambre de chaleur. Dans certaines fouilles, on voit encore, sous forme de rainure, sa trace dans le mur de la chambre de chaleur (fig. 259<sup>6</sup>).
- c) le mur de la chambre de chaleur est entièrement lisse et la *suspensura* n'y aboutit pas (fig. 259<sup>4</sup>). L'aménagement que nous montre la figure 259<sup>4</sup> est le seul, selon F. Kretzschmer, qui permette une « tubulature » du mur. En général, dans ce cas, les *tubuli* les plus bas s'appuyaient en partie sur un ressaut de la dalle de la *suspensura* la plus proche du mur. De même les pilettes extérieures (c.-à-d. les plus proches du mur dans la figure 259, 4, 5 et 6) ne le touchent pas (fig. 260). C'est une deuxième condition nécessaire, toujours selon F. Kretzschmer, pour qu'on puisse déceler une « tubulation » disparue. A propos de l'expérience de Saalburg<sup>(293)</sup>, il signale que les pilettes extérieures étaient placées contre les murs « tubulés », mais il ajoute que l'hypocauste qui a servi aux expériences est une reconstitution fautive, car, avec ce système, poursuit-il, la moitié des *tubuli* inférieurs étaient fermés par les pilettes situées contre le mur (fig. 261 et 262).

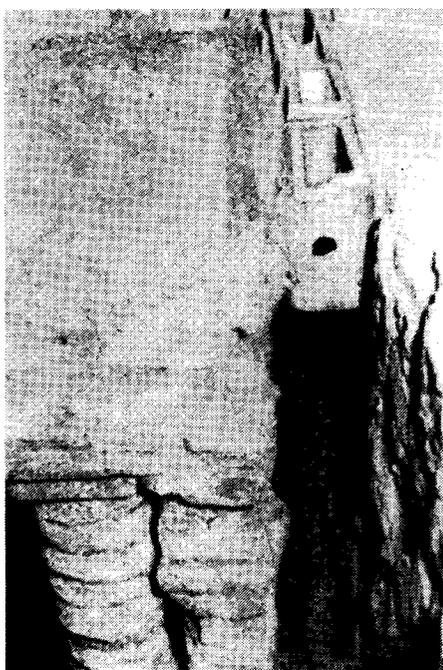


Fig. 260 : Zulpich' (D).

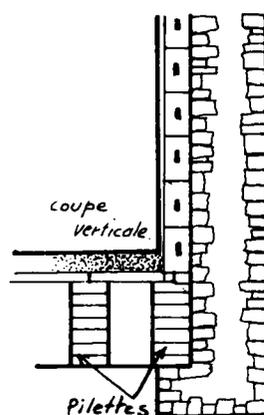


Fig. 261

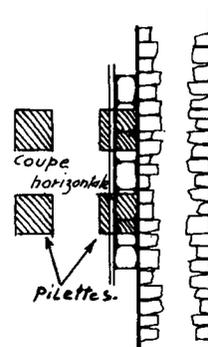


Fig. 262

Résumons la pensée de F. Kretzschmer :

- 1) Seuls les *murs lisses* peuvent avoir supporté une « tubulature ».
- 2) Les *murs à banquettes* n'ont pas supporté de « tubulature ».
- 3) Les *murs « rainurés »* n'ont pas supporté de « tubulature ».
- 4) Les pilettes, placées contre les murs, ont empêché la « tubulature » normale.

En ce qui concerne les points 1) et 2), il semble que cela ne soit pas toujours vrai, car nous connaissons des exemples où des murs à banquettes ont « supporté » une « tubulature »<sup>(294)</sup>. A Saalburg, par exemple, la chambre de chaleur décrite p. 250 par L. Jacobi<sup>(295)</sup>, bien qu'étant partiellement « tubulée », possédait une banquette sur tout son pourtour (fig. 263). J. Naehrer, décrivant des villas de Rhénanie, nous montre un dessin d'une coupe<sup>(296)</sup> verticale de chambre de chaleur dans laquelle on voit le dernier *tubulus* s'appuyer sur un ressaut du mur (banquette) (fig. 264). En ce qui

concerne le point 4), l'hypocauste qui a servi à l'expérience de Saalburg, avec ses pilettes contre les murs « tubulés » et qui était une reconstitution, a néanmoins prouvé que cet aménagement pouvait fonctionner puisque, selon F. Kretzschmer lui-même, l'expérience a parfaitement réussi.

A Trèves\* également (Oelewiger Straße) (D) (fig. 265),  
on trouve une banquette en contre-bas de la « tubulature ».

A Tongres\* (B),  
la « tubulation » coexiste avec une banquette.

Il faut cependant, pour être tout à fait objectif, concéder à F. Kretzschmer que, lorsque coexistent une « tubulature » et une banquette, cette dernière est souvent nettement en contre-bas de la *suspensura* (fig. 263 et 265). Edwin D. Thatcher<sup>(297)</sup> nous montre également une coupe verticale à travers une chambre de chauffe des thermes du Forum à Ostie. Dans ce cas, contrairement à ce qu'affirme F. Kretzschmer, le dernier *tubulus* repose sur une pilette (fig. 192, p. 116) qui ne se trouve pas tout à fait contre le mur. F. Kretzschmer affirme également que les pièces d'habitat chauffées n'avaient pas de « tubulature » et que cette dernière était réservée uniquement aux bains. Il est extrêmement difficile de vérifier cette thèse. Dans les rapports de fouilles, s'il est vrai que, dans les pièces de bains chauds, on trouve presque toujours des vestiges de *tubuli*, on en trouve parfois également dans les pièces à chauffage domestique. Mais comment savoir s'il s'agit de débris d'une véritable « tubulature » ou de ceux d'une cheminée, car nous avons dit plus haut qu'on employait parfois des *tubuli* pour construire les cheminées ? Certains *tubuli*, il est vrai, ne présentaient pas de trous latéraux et avaient parfois de plus grandes dimensions que les *tubuli* de cheminée. Il faut dire aussi que les *tubuli* muraux ne portaient presque jamais de traces de suie à l'intérieur (ou très peu) et que les *tubuli* de cheminées devaient, en toute logique, porter beaucoup plus de suie. Hélas, les fouilleurs en général ne font guère la différence et se contentent de signaler sans plus de vestiges ou traces de *tubuli*. C'est pourquoi, nous l'avons dit, l'étude théorique des murs en élévation est si difficile. Il en est de même pour la disposition des pilettes à l'intérieur d'une chambre de chaleur : très souvent, les fouilleurs se contentent soit d'indiquer la présence de pilettes par un signe symbolique, soit de couvrir toute la surface de chambre de chauffe avec des pilettes dont on ne sait si elles ont réellement existé. Comment étudier sérieusement, dans ce cas, la disposition des pilettes extérieures ?

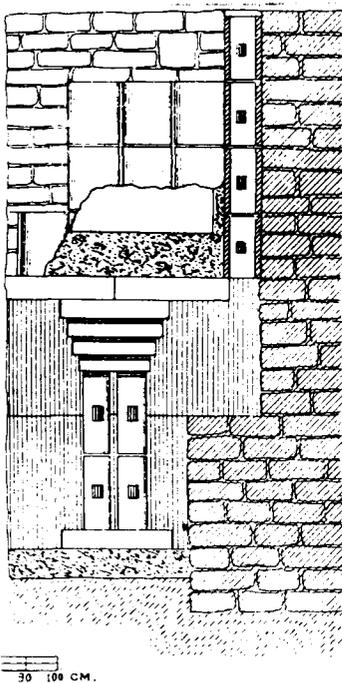


Fig. 263 : Saalburg\* (D)

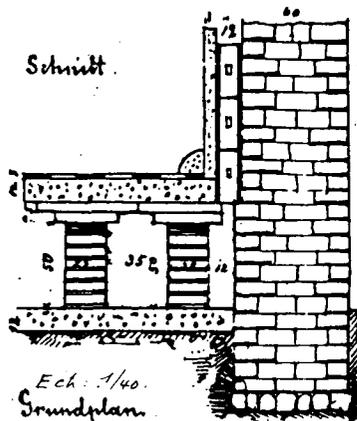


Fig. 264 : Rhénanie

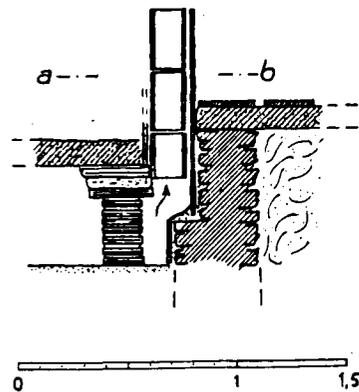


Fig. 265 : Trèves\* (D)

Si le problème est pratiquement insoluble pour le chauffage domestique, la « tubulature » des bains, par contre, est un peu mieux connue, surtout à cause des traces laissées par les *tubuli* au niveau des *suspensurae* et des baignoires chaudes. Souvent, dans les fouilles de bains privés ou de petits thermes, on découvre « en place » les derniers *tubuli*, c'est-à-dire ceux qui se trouvaient à la base du mur « tubulé », coincés, en quelque sorte, entre la *suspensura* et ce mur. Grâce à cela, nous savons, par exemple, que les salles de bains n'étaient pas toutes « tubulées » entièrement (c'est-à-dire que toute la surface murale n'était pas recouverte par des *tubuli*). Cette « tubulation », qui devait coûter relativement cher, s'établissait probablement en fonction du besoin de chaleur. Il faut ajouter à cela que, lorsque l'existence de cheminées n'est pas évidente, il est fort probable que certaines « séries » de *tubuli* verticaux ont pu servir comme telles (c'est-à-dire s'ouvrir sur l'extérieur) fig. 266 et 268).

#### Exemples :

à Bar-sur-Aube\* (F) (bains) (fig. 267),

la « tubulature » dans ce cas est assez réduite (en T1 et T2, les *tubuli* de base étaient en place ; en T3, ils avaient disparu). La « tubulature » partielle de cet hypocauste devait, en même temps, faire office de cheminée dont une seule, en C, est nettement reconnaissable. A remarquer également que la « tubulature » était établie au-dessus des banquettes, ce qui permettait d'élever les pilettes contre les murs (F. Kretschmer l'appelle « tubulature » encastrée).

à Saalburg\* (D)<sup>(298)</sup> (fig. 279),

« tubulature » partielle sur la paroi (n) opposée au *praefurnium* ; ces *tubuli* ne devaient pas faire office de cheminée, car ces dernières (r, f, g), au nombre de huit, devaient suffire.

à Trèves\* (Oelewiger Straße) (D) (fig. 266),

seule la paroi se trouvant en face du *praefurnium* est constituée de *tubuli* recouverts de chaque côté par un enduit mural ; la minceur de cette paroi permet le chauffage simultanément de deux locaux, car le deuxième local C n'était pas construit sur hypocauste (voir également fig. 265).

à Wiesdorf\* (D) (fig. 269),

la salle chaude (*caldarium*) est de petite dimension. Elle est entièrement « tubulée ». Double emploi possible, également, pour les *tubuli*. Certaines « séries » devaient être des cheminées.

à Chaintry\* (F) (fig. 268),

« tubulature » partielle dans chaque salle.

à Boussu-lez-Walcourt\* (B),

la « tubulature » entoure complètement la baignoire sur trois côtés (voir fig. 163 et 272).

à La Vineuse\* (F) (fig. 270),

bel exemple de bains dont les murs sont entièrement « tubulés »<sup>(299)</sup>.

à Anlier\* (B),

dans le *caldarium* 8, on a trouvé le même système qu'à Bar-sur-Aube. Les parois étaient partiellement « tubulées » et les *tubuli* étaient encastrés (fig. 271). Les deux *tubuli* extérieurs étaient en place (même système sur le mur sud).

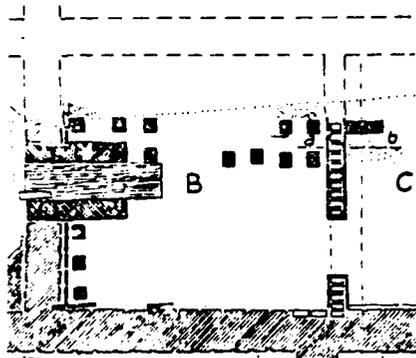


Fig. 266 : Trèves\* (D)

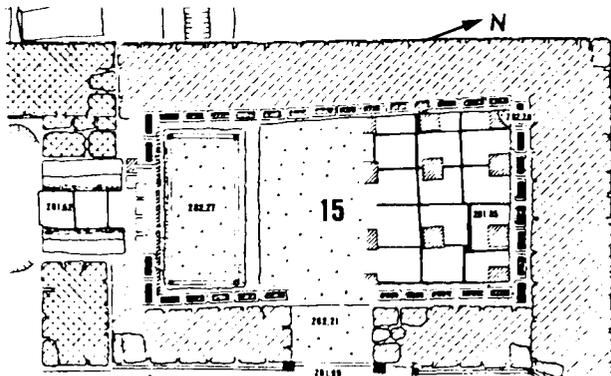


Fig. 269 : Wiesdorf\* (D)

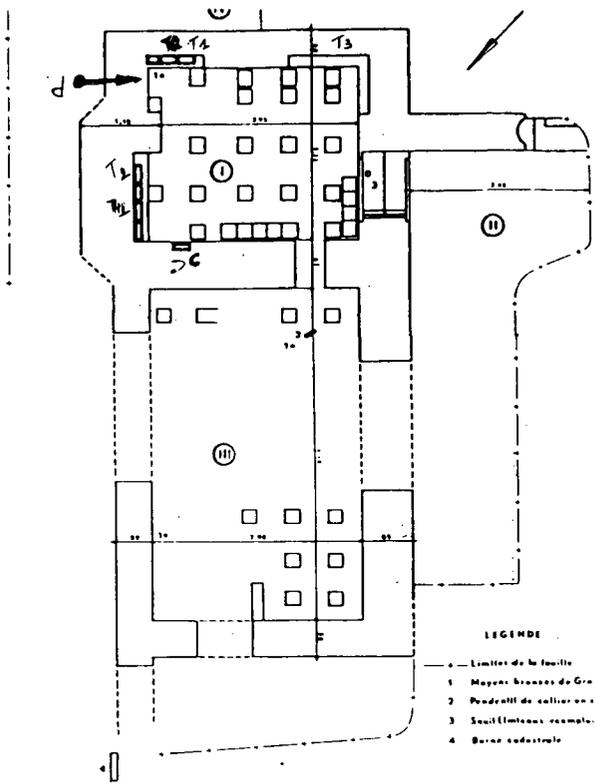


Fig. 267 : Bar-sur-Aube\* (F)

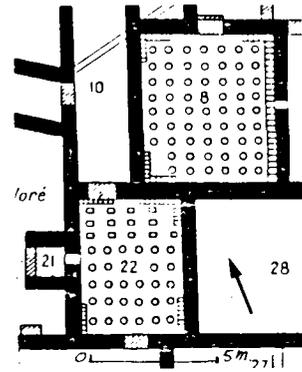


Fig. 268 : Chaintry\* (F)

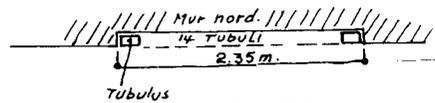


Fig. 271

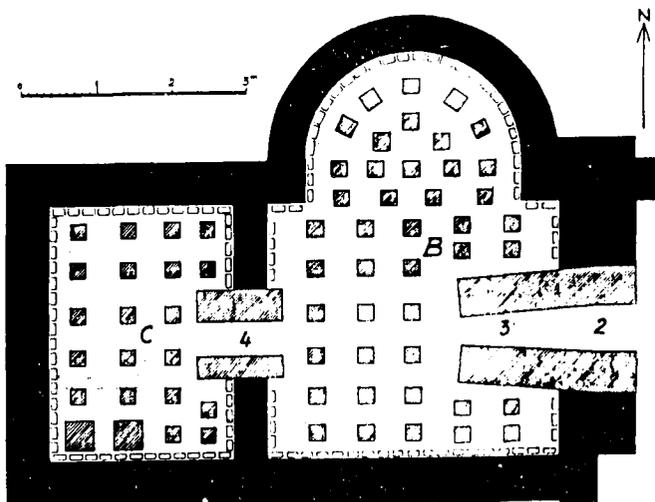


Fig. 270 : La Vineuse\* (F)

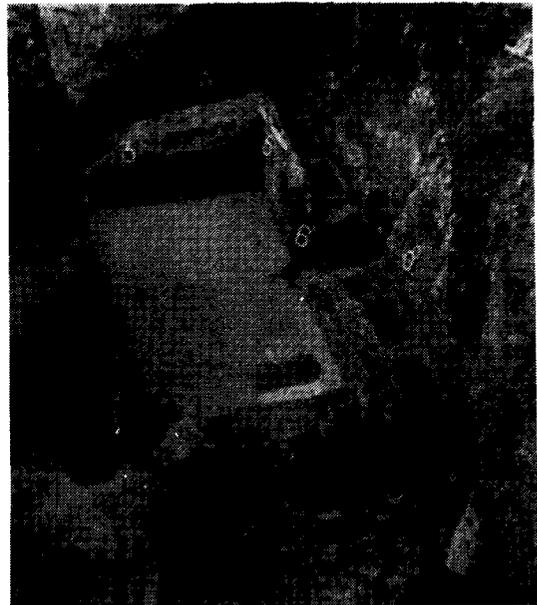


Fig. 272 : Cadillac\* (F)

Nous savons bien sûr peu de choses sur la façon dont se terminaient ces rangées (séries) verticales de *tubuli*. Vers le haut, nous apprend F. Kretzschmer<sup>(300)</sup>, les « tubulatures » allaient jusqu'au plafond intermédiaire dans les pièces voûtées (c'est-à-dire entre la voûte et le toit). A cet endroit, les tuyaux étaient fermés par une saillie de mur (fermeture étanche). C'est ce système qui est employé dans les bains de la maison dite de Diomède à Pompéi (fig. 273 et 246). Il s'agit dans ce cas de *tegulae mammatae*, mais on peut imaginer la même chose pour la « tubulature ». C'est à partir de cette constatation que F. Kretzschmer bâtit sa théorie<sup>(301)</sup> sur le « non-chauffage » des « tubulatures » ; nous aurons l'occasion d'y revenir. F. Kretzschmer signale également<sup>(302)</sup> qu'au sommet de la voûte des thermes de Stabies à Pompéi, les *tubuli* étaient réunis avec ceux du mur opposé. Nous avons donc de bonnes raisons de croire, malgré la rareté des vestiges, que la « tubulature », contrairement aux cheminées, se terminait presque toujours en cul-de-sac.



Fig. 273

### 3. LES CHEMINÉES

Dans les vestiges des bâtiments exhumés, on retrouve beaucoup plus facilement les traces des cheminées que celles de la « tubulature ». Ceci pour deux raisons : la plupart des cheminées étaient encastrées ou emmurées (donc mieux protégées) ; ensuite, les bouches inférieures se situaient souvent à un niveau plus bas que les dernières rangées de *tubuli*, c'est-à-dire qu'elles s'ouvraient dans le mur de la chambre qui avait beaucoup plus de chance d'être conservé que le reste des substructions. Ces deux raisons expliquent pourquoi, d'une part, la présence de cheminées a rarement échappé à l'attention des fouilleurs, et, d'autre part, pourquoi l'étude de leur disposition est beaucoup plus facile que celle des *tubuli*. Ce qui ne rend pas plus facile pour autant l'étude des sorties de cheminées. Nous rencontrons là les mêmes difficultés que pour les *tubuli*.

Ce qui est important, c'est que, contrairement aux installations modernes, les cheminées antiques n'étaient pas seulement destinées à véhiculer la fumée, mais servaient aussi de tuyaux de chauffage. F. Kretzschmer prétend à juste titre<sup>(303)</sup> qu'aucun hypocauste (à pilettes ou à canaux) ne peut être desservi par une seule cheminée. Nous savions déjà par les résultats des fouilles que la cheminée unique est inexistante mais cette constatation est confirmée par les preuves techniques apportées par l'expérience de Saalburg<sup>(304)</sup>. Le nombre de cheminées, pour des raisons fonctionnelles et de construction, dans une pièce rectangulaire ou carrée, devait être de quatre unités minimum. Le plus souvent, elles se trouvaient dans les coins, mais il n'est pas rare d'en trouver au milieu des murs. Les tuyaux de cheminées étaient le plus souvent formés de boisseaux, et plus rarement de briques maçonnées. Le boisseau de cheminée de dimensions nettement plus grandes que celles des *tubuli* de chauffage (fig. 274) n'a évidemment pas besoin d'ouvertures latérales. Cependant, dans les fouilles, on retrouve très peu de boisseaux de cheminée. Il semble qu'on ait utilisé beaucoup plus à cet effet le *tubulus* emmuré à ouvertures latérales (ces dernières étant obturées). Il faut cependant constater que, du point de vue technique, l'utilisation des *tubuli* à ouvertures latérales est à déconseiller, car de section trop petite. Un boisseau de cheminée actuel a une section de 25 x 25 cm, soit 625 cm<sup>2</sup>. Par contre, quatre *tubuli* accolés ne font que 600 cm<sup>2</sup> de section. C'est probablement la raison pour laquelle, soit on multipliait les cheminées de petite section dans les hypocaustes, soit on accolait plusieurs *tubuli*.

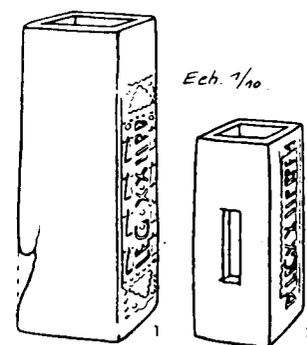


Fig. 274 : Saalburg\* (D) :  
à g. : boisseau de cheminée ;  
à dr. : tubulus.

Les cheminées d'un hypocauste peuvent se classer en trois catégories :

- 1) Les cheminées emmurées — verticales
  - horizontales (conduit horizontal puis vertical)

2) Les cheminées encastrées

3) Les cheminées « avancées » — parallèles au mur  
— obliques

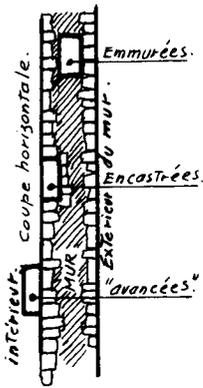


Fig. 275

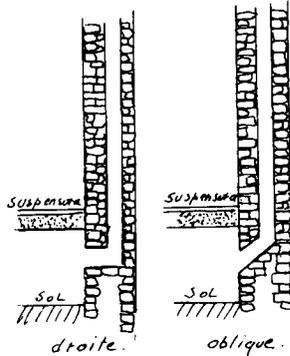


Fig. 276

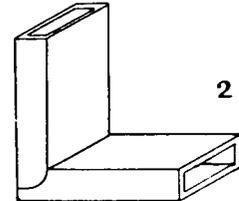


Fig. 277 : Arnsburg (D)

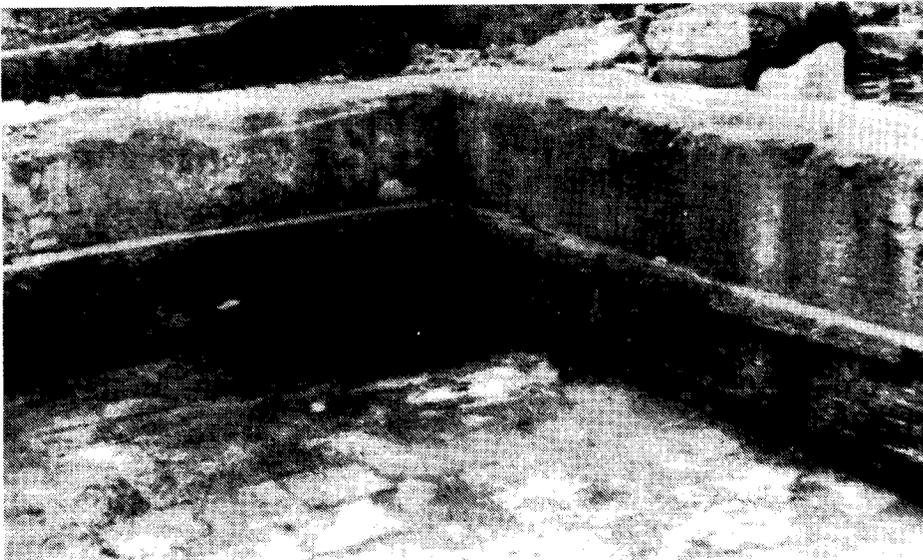


Fig. 278 : Annaba (Bône) (DZ)

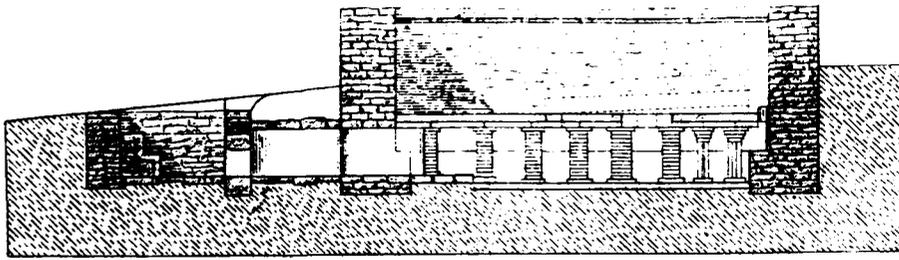
a. - Les cheminées emmurées

Les cheminées emmurées sont des cheminées qui sont placées dans l'épaisseur même du mur de la pièce à chauffer. Elles débouchent, nous l'avons vu, dans la chambre de chaleur par un conduit horizontal ou par un conduit oblique<sup>(305)</sup> (fig. 276, 277 et 278). On découvre rarement de telles cheminées et on a souvent hésité quant à savoir si c'étaient réellement des cheminées (dans ce cas, elles ne servaient pas à chauffer) ou s'il s'agissait de creux destinés à un autre usage, comme par exemple l'écoulement des eaux du toit, ou l'aération, c'est-à-dire l'apport d'air frais dans un local surchauffé, comme cela semble être le cas à Saalburg dans l'hypocauste décrit par L. Jacobi (fig. 198 et fig. 279)<sup>(306)</sup>. Dans cet hypocauste, dont il a déjà été question, les conduits en *tubuli* f et g, conservés sur plus de 1 m de hauteur *dans le mur*, se terminaient brusquement au niveau de la face

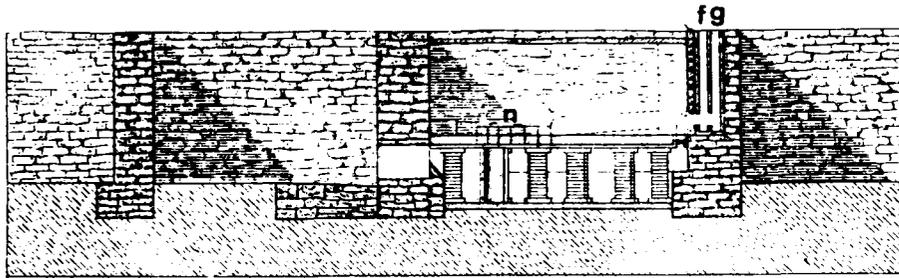
supérieure de la *suspensura*, et par un coude à angle droit, débouchaient dans la pièce à chauffer (voir coupe CD). Dans le cas présent, il se peut que L. Jacobi a eu raison de prétendre que cette cheminée servait à l'« aération ». Cependant, où ses déductions semblent plus douteuses, c'est lorsqu'il déclare que les véritables cheminées se trouvaient en n, c'est-à-dire les sept *tubuli* accolés au mur. Cela aurait pu paraître vraisemblable si les véritables cheminées ne s'étaient trouvées aux points r, c'est-à-dire dans les quatre coins et le long des murs. Ce qui dérouta L. Jacobi, c'est que, lors de la découverte, les cheminées r, qui en fait étaient des cheminées avancées, étaient détruites au niveau supérieur de la *suspensura*. L. Jacobi en a déduit qu'il s'agissait de prises de chaleur directes d'air chaud dans la chambre de chaleur, air chaud qui se répandait, selon lui, dans la pièce à chauffer. A la villa de Villers-le-Bouillet\* (B), A. Geubel relève, dans le mur nord du grand hypocauste 5, deux trous carrés verticaux, de 25 cm de côté et situés à deux mètres l'un de l'autre, le fond de ces creux, dont il ne dit pas s'ils communiquaient avec la pièce à chauffer, étaient garnis chacun d'une grande dalle bleue<sup>(307)</sup>. La disposition des cheminées découvertes dans l'hypocauste H de la villa de Vellereille-le-Brayeux\* (B)<sup>(308)</sup> (fig. 280) est plus intéressante. Cet hypocauste possède quatre cheminées encastrées, deux sur le mur du *praefurnium* et deux sur le mur situé en face de ce dernier. Mais, fait remarquable, cet hypocauste possède en outre deux cheminées emmurées garnies de *tubuli* qui s'ouvrent dans la chambre de chaleur sur une banquette oblique. Ces *tubuli* traversent l'épaisseur du mur toujours en oblique et remontent en longeant la face extérieure du mur de la pièce à chauffer, où ces cheminées emmurées au départ deviennent des cheminées encastrées dans le mur du local contigu. Elles avaient probablement un rôle de chauffage partiel dans ce dernier local. Cela nous semble l'explication la plus logique d'un tel agencement<sup>(309)</sup>.

Nous terminerons ce court passage consacré aux cheminées emmurées en parlant d'un type particulier qui avait déjà été signalé par le général Morin<sup>(310)</sup> à propos des thermes de la Carrière du Roi (près de St-Jean) [fouilles par M. de Roucy (fig. 282)]. Laissons-lui la parole : « Mais, examinant, avec soin, sur les lieux, l'hypocauste de la Carrière du Roi, avec M. de Roucy, nous y avons trouvé, le 12 mai 1871, dans le mur de refend de l'avant-dernière pièce, deux orifices a et a, prolongés par deux petits conduits de 0,20 m sur 0,20 m environ, aboutissant à deux tuyaux verticaux semi-cylindriques, b b, fig. 2, 3 et 5, ménagés dans l'épaisseur du dernier mur, et dont l'un, encore très suffisamment conservé dans toute sa paroi, ne permet d'avoir aucun doute sur l'existence d'un tuyau d'évacuation des gaz chauds produits de la combustion. »

En fait, ces deux cheminées, dont les extrémités horizontales s'étranglent pour accélérer le tirage, ressemblent très fort à un chauffage à canaux, chauffant le local E et aboutissant à deux cheminées encastrées verticales b b. On trouve une disposition semblable à Chastres-lez-Walcourt\* (B), à la seule différence que les canaux (cheminées e) qui montent obliquement et qui sont creusés dans la roche ne chauffent pas un autre local (fig. 283). Autre cheminée encastrée, en F. Voir aussi Paris\* (F) (Thermes de l'Est) (fig. 281).



SCHNITT-A-B-



SCHNITT-C-D-

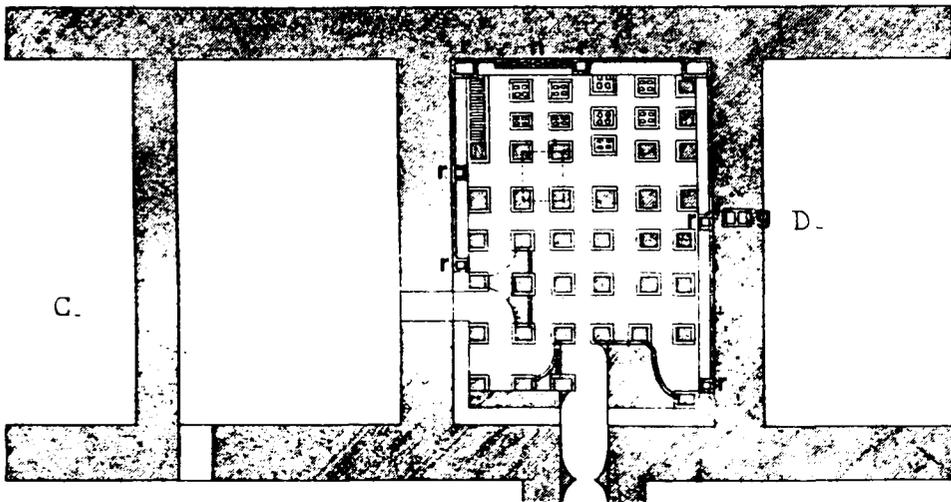


Fig. 279 : Saalburg\* (D)

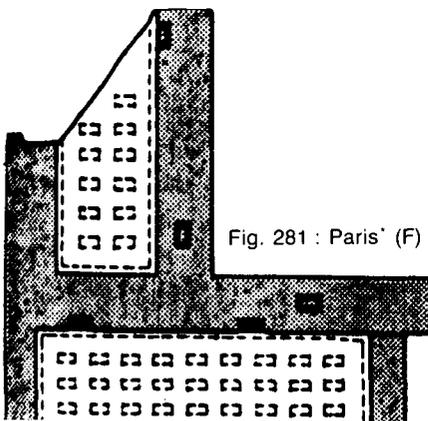


Fig. 281 : Paris\* (F)

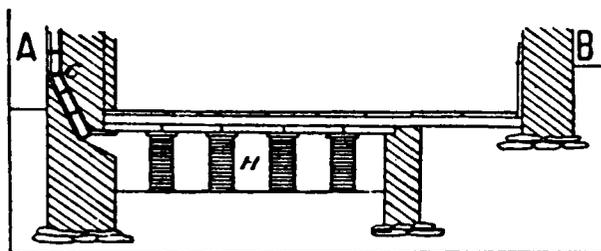


Fig. 280 : Vellerville-le-Brayeux\* (B)

Coupe longitudinale Fig. 1

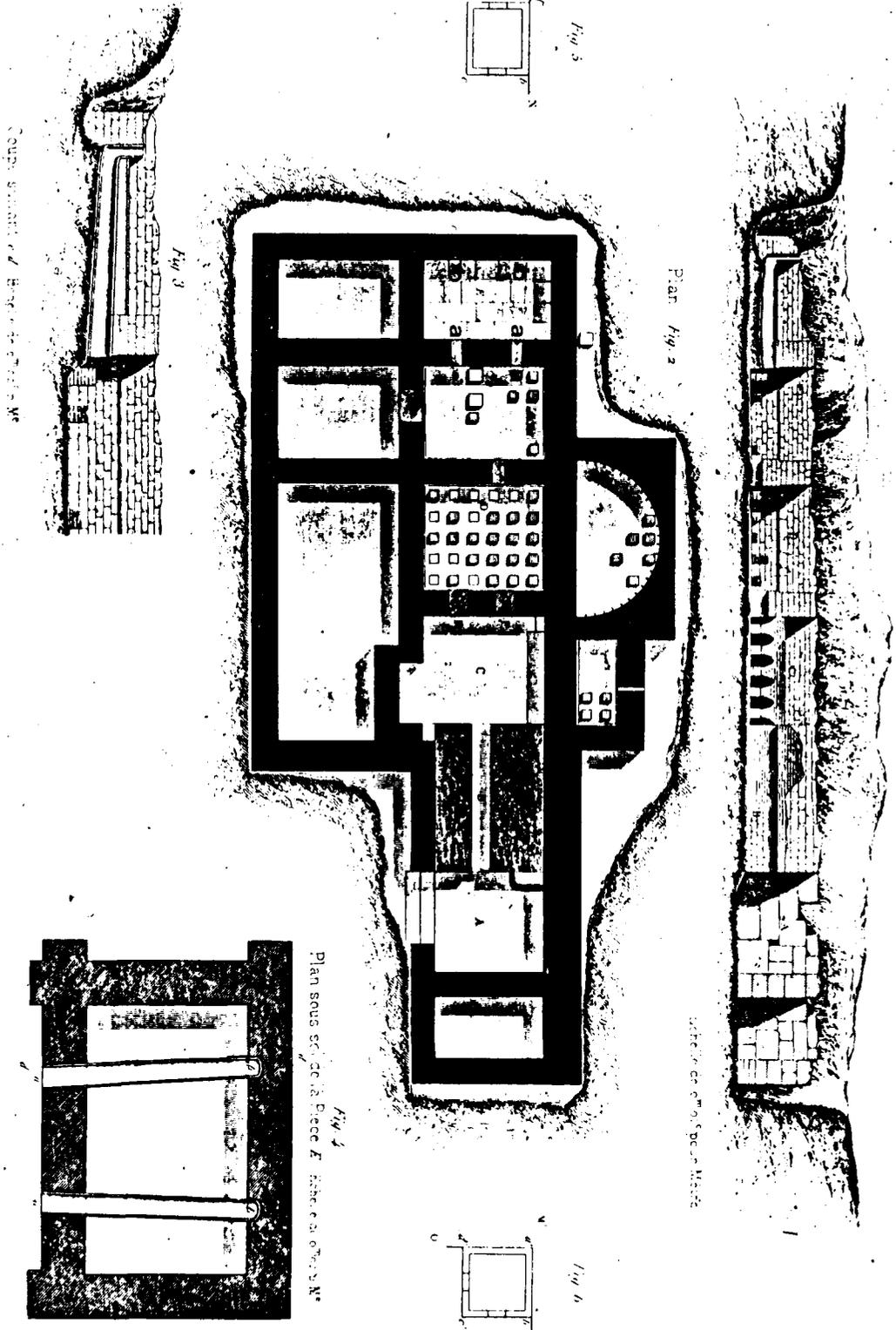


Fig. 282

**"La Carrière du Roi."**

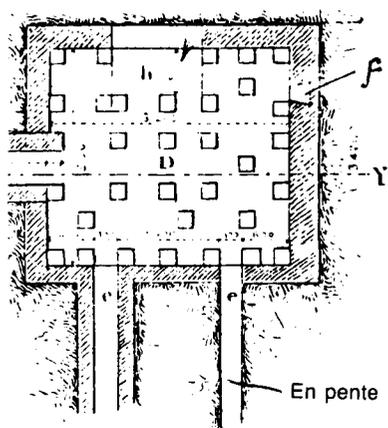


Fig. 283 : Chastres-lez-Walcourt\* (B)

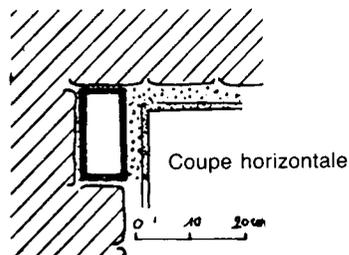
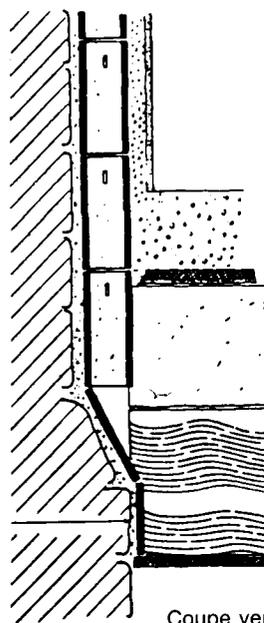


Fig. 285 : Trèves\* (D)

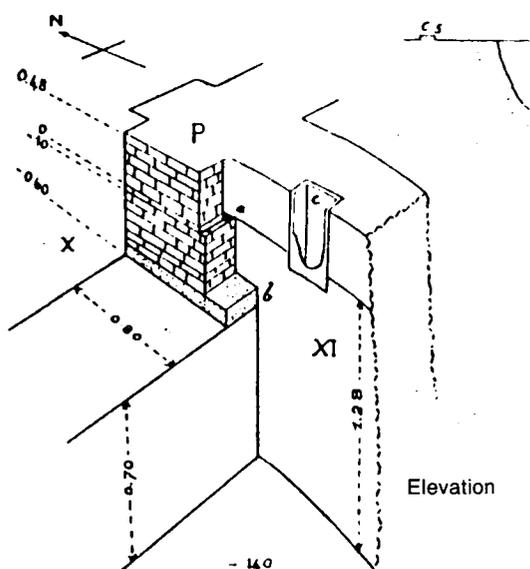


Fig. 284 : Moncaret\* (F)

### b. - Les cheminées encastées (fig. 286)

Les cheminées encastées étaient construites dans un renforcement du mur aménagé à cet effet. Elles prenaient jour dans la chambre de chaleur par un coude oblique [Trèves\* (D), Meerkatz 3-5] (fig. 285) ou droit [Moncaret\* (F)] (fig. 284).

Les cheminées encastées affleuraient par une face à la surface du mur dans lequel elles se trouvaient. Cette face était souvent recouverte d'une mince couche d'enduit mural, ce qui lui permettait encore de jouer un rôle de chauffage non négligeable. Elles pouvaient être encastées dans les coins (fig. 285 et 287) ou au milieu des murs (fig. 288). Les cheminées encastées sont peut-être celles dont on a retrouvé le plus de traces, parce que, d'une part, les cheminées emmurées étaient rares, nous l'avons vu, et, d'autre part, parce que les cheminées « avancées », qui étaient nombreuses, n'ont laissé que peu de traces étant donné qu'elles étaient construites en avant des murs et donc fragiles.



Fig. 286 : Annaba\* (Bône) (DZ)



Fig. 287 : Pompéi\*

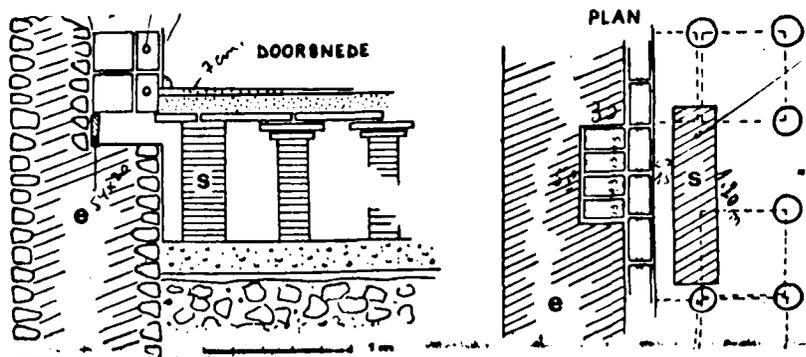


Fig. 288 : Tongres\* (B)

On a trouvé à Tongres\* (B) (fig. 288) un très bel exemple de cheminée encastée constituée de quatre *tubuli* placés côte à côte, avec ouvertures latérales obturées. Cette cheminée encastée est recouverte par une épaisseur de *tubuli* qui devaient probablement garnir tout le mur concerné. Devant l'ouverture à coude droit de cette cheminée, dans la chambre de chaleur, on avait construit un muret de 1,20 m de long et de même hauteur que les pilettes (S), qui empêchait probablement l'air chaud d'être attiré trop vite dans ce conduit et qui l'obligeait en quelque sorte à le contourner pour être ensuite aspiré par la cheminée (chicane).

**Autres exemples :**

- Evelette\* (B)
- Guiry-Gadancourt\* (F)
- Graux\* (B)
- Marcinelle\* (B) (fig. 289) : cheminées encastées dans les coins et sur un côté
- Haccourt\* (B)
- Fontaine-Valmont\* (B)
- Mont-lez-Houffalize\* (B)
- Thallichtenberg\* (D) (fig. 290)
- Joigny\* (F)
- Vendeuvre\* (F)
- Weitersbach\* (D)
- Lalouquette\* (F)
- Toulouse\* (F)

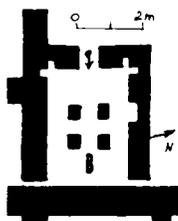


Fig. 289 : Marcinelle\* (B)

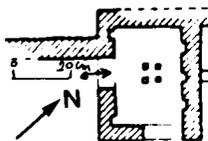


Fig. 290 : Thallichtenberg\* (D)

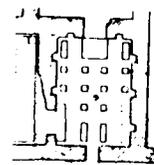


Fig. 291 : Joigny\* (F)

### c. - Les cheminées avancées

Les cheminées « avancées » étaient des cheminées construites contre la face intérieure des murs des pièces à chauffer. Elles étaient souvent composées de *tubuli* placés les uns sur les autres et adhérant par une seule face au mur. Elles débouchaient par le bas dans la chambre de chaleur et se retrouvaient « coincées » comme la « tubulature » entre la *suspensura* et le mur. Ensuite, les *tubuli* étaient enduits du même revêtement que les murs de la pièce à chauffer, revêtement mince qui n'enlevait rien à la grande capacité de chauffage de telles cheminées. Ces cheminées avaient l'inconvénient de rompre l'uniformité du mur devant lequel elles se trouvaient. Cet inconvénient, cependant, n'a pas empêché la construction d'un tel type en grande quantité. Ce type, nous l'avons dit ci-dessus, correspondait certainement à la manière la plus courante de construire des cheminées dans un hypocauste romain. Malheureusement, ces cheminées sont rarement identifiables dans les vestiges d'une chambre de chaleur, car elles n'étaient pas englobées dans le mur et de plus étaient très fragiles. Elles étaient, par conséquent, parmi les premiers éléments soumis aux dégradations et à la destruction. Les quelques rares traces que l'on peut en observer se situent presque toujours au niveau de la *suspensura* lorsque celle-ci est encore partiellement en place (le dernier *tubulus* débouchant dans la chambre de chaleur est resté coincé entre la *suspensura* et le mur qui, d'une certaine manière, l'a protégé)<sup>(311)</sup>.

#### Quelques exemples :

- Saalburg (D)<sup>(312)</sup>,  
dans l'hypocauste décrit pp. 147 et 148, nous avons trois cheminées « avancées » au milieu des murs et trois cheminées « avancées » de coin (fig. 279).
- Sallburg (D)<sup>(313)</sup>,  
dans l'hypocauste 5 (fig. 210), nous voyons deux cheminées « avancées » de coin.
- Newel\* (D),  
deux cheminées avancées de coin.

Les cheminées avancées pouvaient être construites dans un coin de la pièce à chauffer, soit encastées dans ce coin, soit en oblique par rapport aux deux murs. Nous les avons appelées *cheminées « avancées » obliques*.

**Exemples :** Boulaide\*(B)  
Saalburg\*(D)<sup>(314)</sup>

### d. - Sorties de cheminées

#### 1. Cheminées isolées

Nous avons déjà écrit plus haut que la façon dont étaient construites les sorties de cheminées et dont on ne connaît presque rien a fait couler beaucoup d'encre, tant les avis (divergents) sont nombreux. Pour F. Kretschmer, que l'on ne peut soupçonner de fantaisie, ces cheminées devaient sortir par les côtés des murs de la pièce chauffée et non par le toit. En effet, pour lui<sup>(315)</sup>, la nécessité de tirage dans un hypocauste est minime et une cheminée de 1,50 m de hauteur suffisait à cela. En réalité, les cheminées antiques avaient de 2 à 2,50 m de hauteur et elles traversaient perpendiculairement le mur de la pièce chauffée en-dessous du niveau du plafond, soit horizontalement, soit obliquement, pour déboucher à l'extérieur (sous la corniche ?) (fig. 292). Le trou creusé dans le mur était souvent parachevé d'un tuyau creux en terre cuite. C'est l'agencement que l'on retrouve dans de nombreux bains privés de Pompéi. Ce sont, toujours selon F. Kretschmer, uniquement les cheminées des bâtiments monumentaux qui étaient plus hautes : dans l'Aula Palatina de Trèves, qui a 29 m de haut, les cheminées débouchent à l'air libre à 8 m de hauteur et se voient encore aujourd'hui. Pour L. Jacobi<sup>(316)</sup> et G. Schween<sup>(317)</sup>, la cheminée intacte découverte dans la maison dite de Sal-

luste à Pompéi, qui, paraît-il, débouchait verticalement, est l'exemple par excellence. Malheureusement, il ne s'agit pas d'un chauffage mais d'un four.

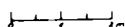
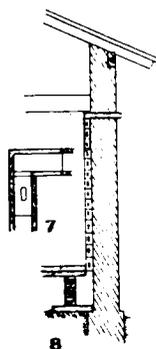


Fig. 292 : Saalburg\* (D).

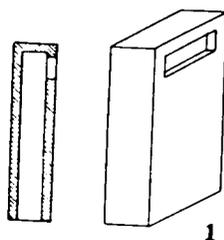


Fig. 293 : Arnsburg (D)

Selon F. Kretzschmer<sup>(318)</sup>, il y a cinq points de repères qui nous permettent d'approcher la vérité :

- 1° les reproductions antiques des maisons ne sont pas rares et aucune ne nous montre une cheminée se poursuivant au-dessus du toit ;
- 2° l'isolation d'une cheminée en briques par rapport au toit est difficile aujourd'hui encore. On peut douter que les anciens maîtrisaient déjà cette technique, d'autant plus qu'il y avait au moins quatre fois plus de cheminées ;
- 3° le mur occidental de la basilique de Trèves est conservé jusqu'au niveau du toit. Les cheminées perçaient le mur à 8 m de hauteur à 45° et s'arrêtaient au niveau du parement extérieur ;
- 4° il en va de même au *caldarium* des hommes des Thermes de Stabies à Pompéi ; les cheminées percent le mur dans l'espace intermédiaire situé entre la voûte et le toit, horizontalement (comme sur les fig. 292 et 294) ;
- 5° le chauffage antique fonctionnait avec un tirage très faible. Tout hypocauste, à l'exception des grands thermes, fonctionnait sur ce principe, et ce n'est qu'ainsi, d'ailleurs, qu'il pouvait fonctionner. Pour le plus fort tirage que l'on puisse y désirer, une hauteur de cheminée de 3 à 4 m était amplement suffisante et ne pouvait se prolonger plus haut. Il était donc facile, dès lors, de placer la cheminée jusqu'à une certaine hauteur et ensuite, par un simple trou dans le mur, de la faire déboucher à l'air libre, peut-être en-dessous de la corniche, pour protéger son ouverture des intempéries. La conception selon laquelle la cheminée doit se terminer verticalement n'est que le résultat de notre mode de représentation habituel. Du point de vue physique, cela n'a guère d'importance.

On peut dès lors imaginer la sortie d'une cheminée au moyen d'un *tubulus* spécial en forme de L, comme on le voit sur la figure 277 ou la figure 293, qui est un exemple de *tubulus* en L trouvé à Arnsburg. Il y a cependant une objection importante à l'emploi de ce système : c'est que ces cheminées n'étaient permises que dans les murs extérieurs de l'habitation ; de plus, les sorties devaient être dirigées vers le haut et être protégées de la pression du vent par un abri (protection). Malheureusement, nous n'en connaissons aucun exemple qui se soit conservé depuis l'Antiquité. La figure 293 nous montre peut-être une tuile de protection, du moins pourrait-elle avoir servi à cet usage. Cette trouvaille unique, nous dit F. Kretzschmer, pourrait avoir alors une signification éminente. Ce *tubulus* doit se placer, dans ce cas, avec la fente vers le dessus.

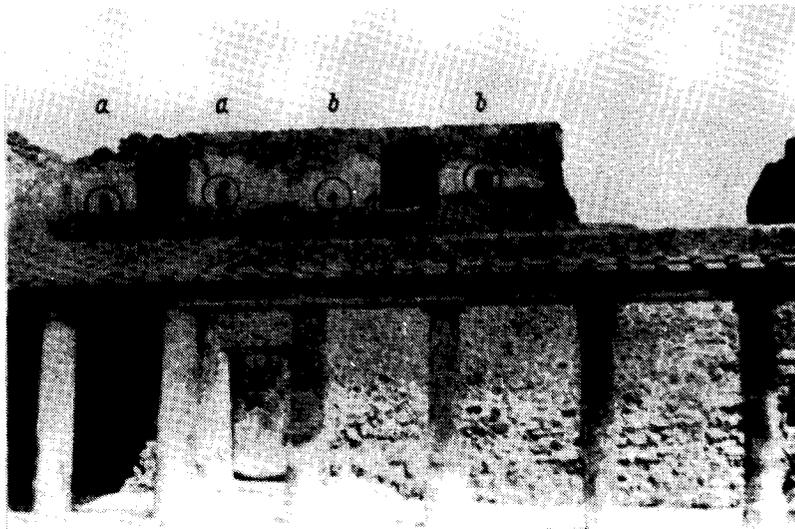


Fig. 294 : Pompéi.

## 2. Cheminées de murs « tubulés »

Tout ce qui précède concerne les cheminées isolées. Essayons maintenant de découvrir à quoi pouvaient ressembler les cheminées des murs « tubulés » (bains entre autres). Nous sommes à peu près certains aujourd'hui que la « tubulature », nous l'avons vu, était fermée par le dessus. A partir de cette constatation, F. Kretzschmer considère qu'il y a deux possibilités tout à fait opposées en ce qui concerne les sorties :

- a) Les cheminées n'avaient rien à voir avec les murs « tubulés ». Ou bien elles étaient emmurées ou bien elles étaient construites devant les murs « tubulés » (avancées). Dans ce cas, la fumée ne se répandait pas dans la « tubulature » qui se terminait en cul-de-sac ; elle était aspirée directement par la cheminée. F. Kretzschmer pense que cette façon de faire était plus courante que ne le laissent supposer les trouvailles. Hélas, les cheminées « avancées » ont été les premières à disparaître, vu leur fragilité. Malheureusement, F. Kretzschmer ne cite qu'un ou deux exemples [notamment à Klothen (CH)<sup>(319)</sup>]. Lorsqu'il s'agissait de *tegulae mammatae*, par exemple, on peut imaginer qu'il existait une cheminée isolée construite à l'intérieur du mur creux et qui était reliée au-dessus à une sortie horizontale. C'est le système qui fut employé à Saalburg dans l'hypocauste qui servit à l'expérience.
- b) Autre possibilité : tous les orifices supérieurs des *tubuli* verticaux étaient reliés entre eux par un tuyau horizontal et l'ensemble formait ainsi une espèce de registre fonctionnant comme un radiateur d'appartement moderne. Le tuyau horizontal aboutissait, par un angle droit, dans la sortie horizontale de la cheminée qui arrivait à l'air libre. Ce système semble avoir existé puisqu'on a retrouvé un pareil tuyau horizontal dans une salle de bains du site de Bluelisacker<sup>(320)</sup>. Le rapport de fouilles décrit ce tuyau comme étant beaucoup plus grand que le tuyau formé par les *tubuli* verticaux des murs. Ces derniers ne montaient pas très haut et n'atteignaient que la hauteur de la baignoire. C'est pourquoi il est douteux, dans ce cas, que le tuyau horizontal ait servi de cheminée pour la fumée ; cependant, il faut admettre qu'on en connaissait le principe.

Un autre exemple, plus probant et rapporté par F. Kretzschmer<sup>(321)</sup>, est la découverte faite à Enns\* (A) d'un hypocauste sans chambre de chaleur ni pilettes. Un canal de chauffe amenait l'air chaud du foyer jusqu'en dessous d'un *mur creux composé uniquement de tubuli* (+ revêtement). Dans ce cas, les *tubuli* étaient chauffants et véhiculaient la fumée et l'air chaud. Il fallait donc que les fumées soient recueillies au-dessus par un tuyau collecteur horizontal coiffant chaque *tubuli* et débouchant ensuite à l'air libre. On n'a pas retrouvé ce collecteur mais, sans ce dernier, le système ne pouvait fonctionner (installation tardive : 180 après J.-C.).

- (274) VITRUVÉ, VII, 4.
- (275) Voir Historique, pp. 23-24.
- (276) SENEQUE, *Epist.*, XC, 25.
- (277) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 19.
- (278) Basilique de Trèves, voir note 16, p. 13.
- (279) VITRUVÉ, VII, 4 : A. GRENIER, *Manuel*, IV, I, 1960, pp. 240-241 ; BLÜMMER, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, II, Leipzig, 1879, p. 29 ; E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, 1877, p. 655 ; EBERT, *Tegula*, dans *P-W, R-E*, 2, 1934, col. 123.
- (280) PLINE LE JEUNE, II, XXXV, 157.
- (281) Cahors\* (F).
- (282) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 251.
- (283) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, 1900, p. 348.
- (284) E. SABLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, 1877, p. 655, fig. 754.
- (285) CAGNAT-CHAPOT, *Manuel*, t. I, 1916, pp. 219-221.
- (286) Montoulieu\* (F), p. 225, note 12 : « Ces briques ont été soigneusement mesurées par M. Jean BOUBE. Elles devaient avoir une longueur de 40 cm et leur épaisseur moyenne est de 2,3 et 2,5 cm. Les « pyramides » ont un côté de 6,5 à 8 cm à la base et une hauteur de 7 cm, les « cônes » un diamètre de base et une hauteur de 7 cm. L'écartement ménagé entre le mur et la contre-cloison était donc de 6 à 7 cm. »
- (287) En latin, *tubulus* signifie entre autres, petit tuyau ou petit conduit.
- (288) SENEQUE, *Epist.*, XC, 25.
- (289) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, 1900, p. 348, notes 6 et 8 ; J. MARQUARDT, *Manuel des antiquités romaines*, t. XIV, *La vie privée des romains*, t. I, Paris, 1892, p. 334, note 3 ; AUSONE, *Mosella*, V, 337-340.
- (290) « Tubulature », voir note 243.
- (291) On trouvera les dimensions de quelques *tubuli* retrouvés en Belgique dans DE MAEYER, 1937, p. 269, note I ; à Hives\* (B), on a retrouvé des *tubuli* en deux parties s'appliquant l'une sur l'autre dans le sens de la hauteur (nous n'avons pas d'autres détails).
- (292) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, pp. 20-21.
- (293) *Idem, ibidem*.
- (294) Il faut évidemment reconnaître que la plupart de ces banquettes étaient situées bien en-dessous du dernier tubulus et ne le supportaient donc pas.
- (295) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250. Il est étonnant que F. Kretzschmer n'en parle pas à ce propos.
- (296) J. NAEHER, *op. cit.*, Table II, fig. 12.
- (297) E.D. THATCHER, *op. cit.*, p. 260, fig. 5.
- (298) Saalburg\* (D), L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250 et planche XVII.
- (299) Voir également la reconstitution des bains de Furfooz (entièrement « tubulés » + emplacement de cheminées), voir p. 84, fig. 135.
- (300) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, II, p. 3.
- (301) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, II, pp. 3-4 ; voir également chapitre VI consacré à l'expérience de Saalburg.
- (302) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 20.
- (303) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 18.
- (304) *Ibidem*, chapitre 11.
- (305) La figure 232 nous montre une curieuse pièce en terre cuite trouvée dans une maison d'habitation du Kastell de Arnsburg\* (D). La partie horizontale de ce conduit coudé devait servir à l'aspiration des gaz dans la chambre de chaleur tandis que la partie verticale constituait l'amorce de la cheminée. F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 20.
- (306) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250.
- (307) A. GEUBEL (*ibidem*) croyait que ces trous servaient d'assises à des madriers en bois soutenant les superstructures de l'habitation (voir Villers-le-Bouillet\* (B)).
- (308) Vellereille-le-Brayeux\* (B).
- (309) Voir aussi le rapport de fouilles du site de Glanum (St-Remy-de-Provence\*) (F) où l'on signale également des cheminées encastrées.
- (310) Général MORIN, *op. cit.*, pp. 352-353.
- (311) Dans les hypocaustes à canaux, les cheminées « avancées » et encastrées s'amorçaient toujours aux extrémités des canaux.
- (312) JACOBI, *Saalburg*, pl. XVII.
- (313) *Ibidem*, pl. VIII.
- (314) Saalburg (D), voir fig. 173, p. 134.
- (315) F. KRETZSCHMER, *Bauformen*, II, p. 5.
- (316) DUHN und L. JACOBI, *Der griechische Tempel in Pompeji*, Berlin, 1890, p. 33 ss.
- (317) G. SCHWEEN, *Die Beheizungsanlagen der Stabianer Thermen in Pompeji*, Diss. TH., Dresden, 1937.
- (318) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, pp. 19-20.
- (319) Klothen\* (CH).
- (320) Bluelisacker\* (D).
- (321) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 39.

## CHAPITRE V

### NIVELLEMENT DES HYPOCAUSTES<sup>(322)</sup>

En règle générale, dans l'habitat privé de nos régions, on creusait le sol pour établir un hypocauste. La chambre de chaleur était édifée selon les mêmes principes qu'une cave. Elle était, cependant, creusée moins profondément ( $\pm 100$  cm). Lorsque, fait rarissime<sup>(323)</sup>, le sol de la chambre de chaleur était construit en pente, celle-ci était peu importante et le point le plus bas de l'hypocauste était en général la sole du *praefurnium*. Dans l'habitat privé, contrairement aux grands thermes<sup>(324)</sup>, le sol de la chambre de chauffe était souvent au même niveau que la sole du *praefurnium* (à quelques centimètres près).

Les sols des chambres de chauffe, *praefurnia* et chambres de chaleur se trouvaient donc souvent, pour un même hypocauste, au même niveau. On procédait de la sorte lorsqu'on construisait en *terrain plat en pente légère*. Cela permettait d'établir les *suspensurae* au même niveau que les autres salles de l'habitation.

#### Exemples :

- Evelette\* (B) (fig. 295) :  
le foyer (a), le bain froid (b) et le sol de la chambre de chaleur du *caldarium* (c) sont au même niveau. On peut établir une comparaison utile avec la cave (d). Le niveau d'occupation principal de cette habitation se trouve en (e).
- Maillen\* (Al'Sauvinière) (B) (fig. 296) :  
le sol de la chambre de chaleur, dans ce cas, est légèrement incliné vers le *praefurnium*. La *suspensura* correspond au niveau principal d'occupation.
- Bourcy\* (B) (fig. 297) :  
le sol de B est le sol de l'hypocauste. On voit sur la coupe K-L l'embouchure du *praefurnium*. Les sols de C et A correspondent au niveau principal d'occupation, A étant légèrement en contrebas (très légère pente du terrain vers le sud-ouest, c.-à-d. de C vers A).
- Chastres-lez-Walcourt\* (B) (fig. 298) :  
chambre de chauffe E, *praefurnium* (d) et chambre de chaleur (D) au même niveau, cave en F.

Dans certaines fouilles de villas, on a retrouvé des sols de chambre de chauffe situés à un niveau nettement inférieur à celui des soles des *praefurnia*. C'est le cas de Liège\* (1977) (B). Nous avons relaté p. 32 que les coupes (AB-CD) pratiquées dans le sol devant le *praefurnium* avaient révélé plusieurs couches de cendres alternant avec des couches de « terre brûlée » sur une profondeur de plus de 50 cm par rapport à la sole du *praefurnium*. Le sol d'occupation de cette chambre de chauffe se serait donc trouvé nettement plus bas que le niveau de la sole du *praefurnium*. Cependant, les dépôts de combustion n'ayant pas toujours été évacués, le sol de cette chambre de chauffe serait remonté avec le temps pour arriver finalement au niveau de la sole du *praefurnium* (fig. 20).

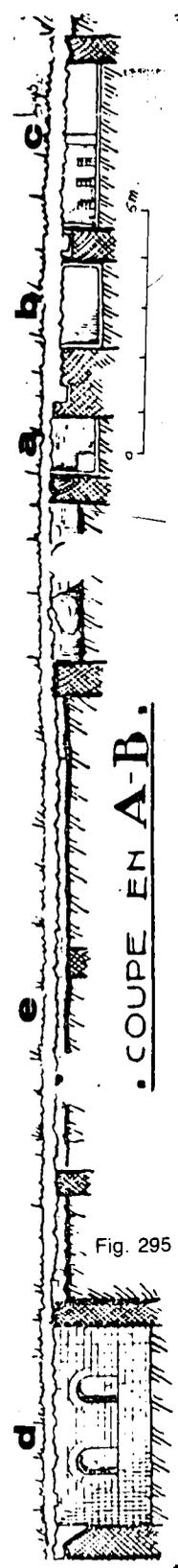


Fig. 295

**Evelette.**

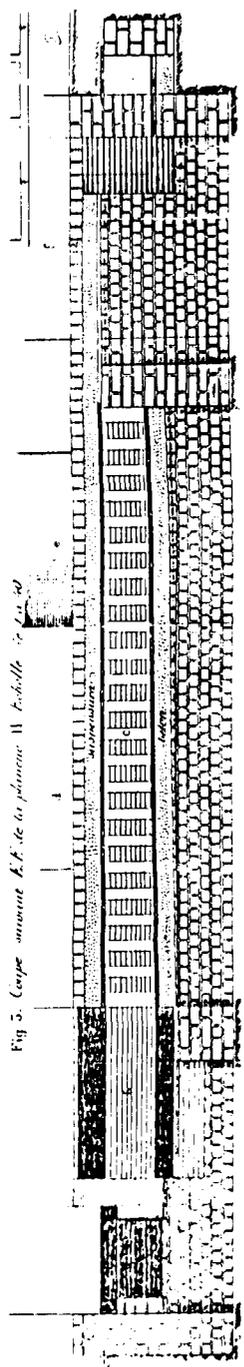


Fig. 3. Coupe suivant A.F. de la planche II. Echelle 1/2000.

Fig. 296

**Mailen.**



Fig. 297

**Bourcy. Chas. I. Walcourt.**



Fig. 298

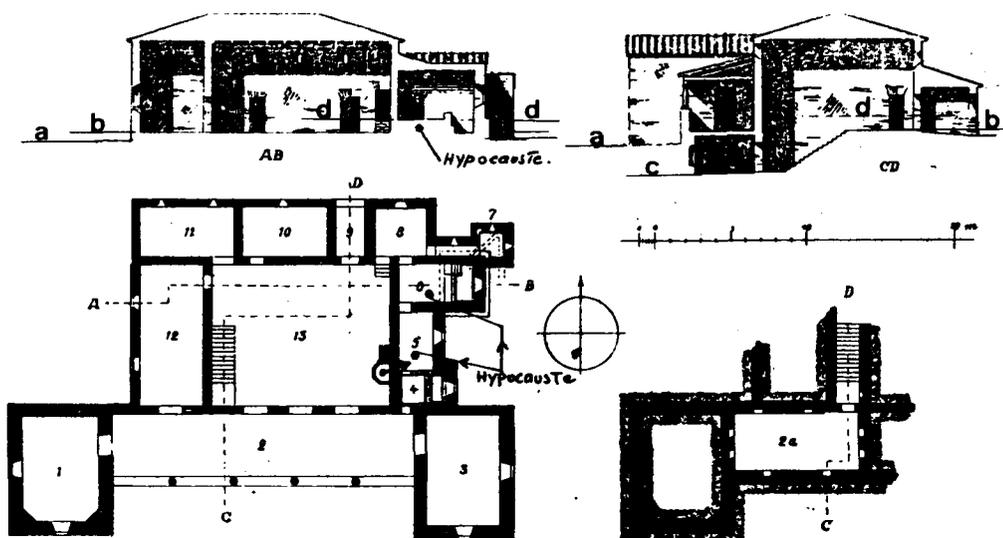


Fig. 299 : Stahl\* (D) ; 4, 5, 6 : hypocauste.

Un autre exemple intéressant est celui de la villa de Stahl\* (D). Construite sur un terrain légèrement en pente, elle présente trois niveaux de sols différents, dont aucun ne correspond au sol naturel (fig. 299). Le niveau du sol de la grande pièce 13 (b) est nettement supérieur à celui du sol naturel (a). La sole du *prae-furnium* se trouve donc au niveau du sol de la grande salle 13. Les bains, dans ce cas, n'ont pas d'hypocauste creusé mais bien *construit en élévation* (d) et le sol de la chambre de chaleur se trouve exactement au niveau de celui de la grande salle 13 qui est le niveau d'occupation principal de la villa<sup>(325)</sup>.

Lorsqu'on construisait en terrain accidenté, les niveaux des chambres de chaleur que comportait une villa pouvaient être différents. C'est le principe de la construction en terrasse dont les Romains étaient friands<sup>(326)</sup>.

La villa de Bossu-lez-Walcourt\* (B) (fig. 300) fut construite selon ce principe : les sols des trois pièces b, c et d se trouvaient à des niveaux différents. Les coupes AB et CD montrent bien les différents niveaux. Les chambres de chaleur b et c étaient desservies par une même chambre de chauffe. Le sol de cette dernière est au même niveau que le sol de c. Par contre, le sol (a) est nettement inférieur au niveau du sol (b).

A propos de la villa de Basse-Wavre\* (B) (pente sud-ouest), voici ce qu'écrivent Dens et Poils à propos de la salle 2 : « En raison de la pente du terrain et pour mettre le plancher de ce local au niveau des autres appartements, le pavement inférieur de son hypocauste se trouvait au sud-ouest presque à fleur de terre, tandis que, dans la partie opposée, il est à 0,65 m de profondeur ; très probablement des talus artificiels établis le long des murailles empêchaient la déperdition de chaleur »<sup>(327)</sup>.

Nous ne pouvions achever ce chapitre sans dire un mot au sujet de ce curieux foyer découvert à Basse-Wavre\* (b) par A. Mahieu. Il s'agit du foyer de la salle 69 qui prend jour dans le local 63. Voici comment il le décrit : « Le n° 63 est une cour dans laquelle se trouvait l'entrée d'un foyer de 1 m de largeur, dont la sole de 3,97 m de longueur descendait en pente jusqu'à 0,80 m en contrebas des locaux voisins 56, 58, 61, 62, 64. L'entrée du foyer était garnie d'une dalle en pierre qui arrêtaient les terres de la cour. L'extrémité était fermée par un mur de 0,60 m d'épaisseur, dont le dessus, nivelé et enduit de mortier comme les parois du foyer, se trouvait à 0,32 m en contrehaut de la sole du foyer et à 0,10 m en dessous du pavement de l'*hypocaustis*<sup>(328)</sup> du n° 69. Nous basant sur le texte de A. Mahieu, nous avons *essayé* de reconstituer (en coupe verticale) ce curieux *prae-furnium* dont la sole serait plus élevée dans ce cas que le sol de l'hypocauste n° 69. Si nous appliquons, à la lettre, les mesures que donne A. Mahieu, il ne reste que 0,38 m de hauteur disponible pour les pilettes et la *suspensura*. Cet agencement nous a semblé peu cohérent, et c'est pourquoi nous avons reproduit intégralement le texte de A. Mahieu. Si nous admettons une hauteur, pour la chambre de chaleur,

de 20 cm (38 cm moins 15 cm pour la *suspensura*), une explication admissible, cette fois, consisterait à supposer que le foyer était sur le mur (a) (type I), la « sole » dans ce cas n'aurait été qu'un couloir d'accès (non couvert ?) (fig. 301).

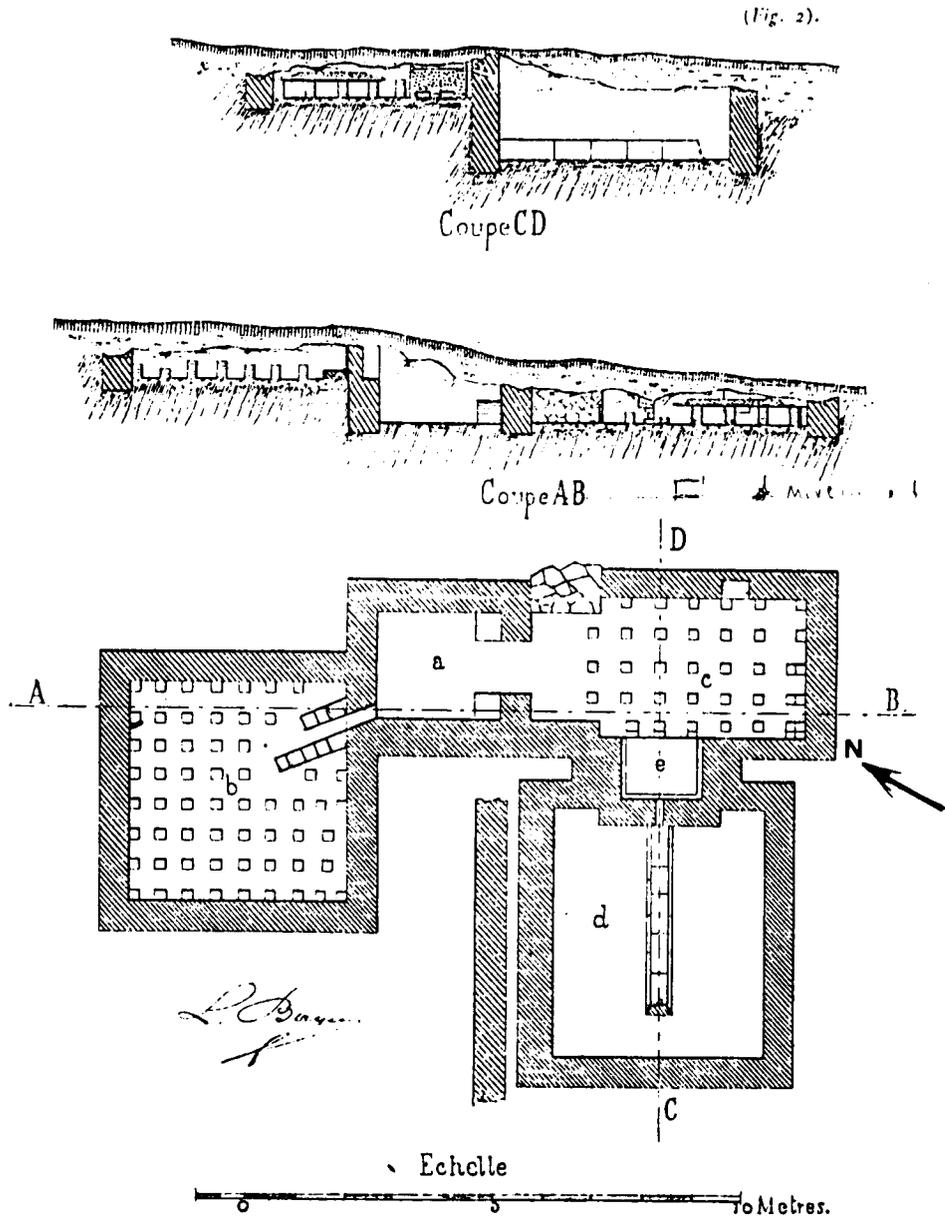


Fig. 300 : Boussu-lez-Walcourt' (B).

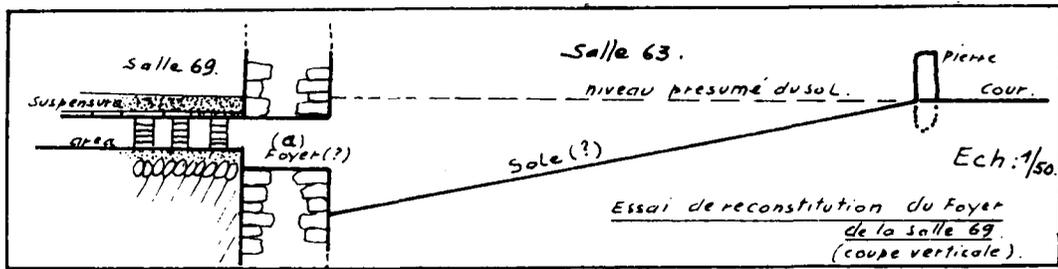


Fig. 301 : Basse-Wavre\* (B)

### Note

Les fouilles archéologiques réservent parfois quelques surprises. Nous avons dit que les chambres de chaleur des hypocaustes étaient, en règle générale, creusées dans le sol ; quelquefois sur le sol. Mais elles pouvaient être aussi construites à l'étage, telle la maison des Vestales au Forum romain<sup>(329)</sup> (fig. 302), dont l'hypocauste se trouvait au premier étage et séparé de la pièce inférieure par l'espace vide d'une chambre de chaleur sans pilettes. Une telle construction est exceptionnelle. Cependant, on a découvert d'autres hypocaustes « suspendus », mais d'une manière un peu différente :

Escolives\* (F) (fig. 303) :

les fouilles des thermes ont mis au jour un hypocauste construit sur « vide sanitaire ». Cet hypocauste, qui forme le deuxième étage d'un ensemble de deux couches de substructions superposées, s'agençait de la façon suivante : tout d'abord, un hérisson léger de petites pierres sur lequel avait été coulé un sol bétonné ; il supportait des pilettes réduites, faites de plaques de terre cuite inégales qui soutenaient un deuxième sol bétonné formant le sol de la chambre de chaleur ; là venaient les pilettes supportant la *suspendura* de la salle à chauffer. Le fouilleur suppose que ce vide ménagé sous l'hypocauste servait à éviter les infiltrations d'eau causées par un ruisseau tout proche.

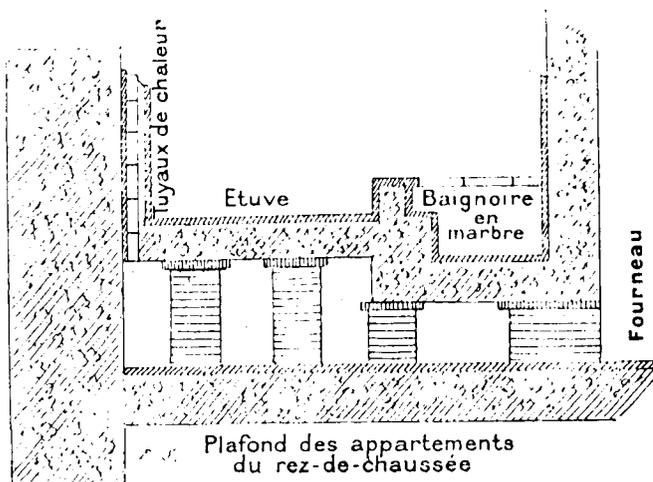


Fig. 302 : Rome (I)

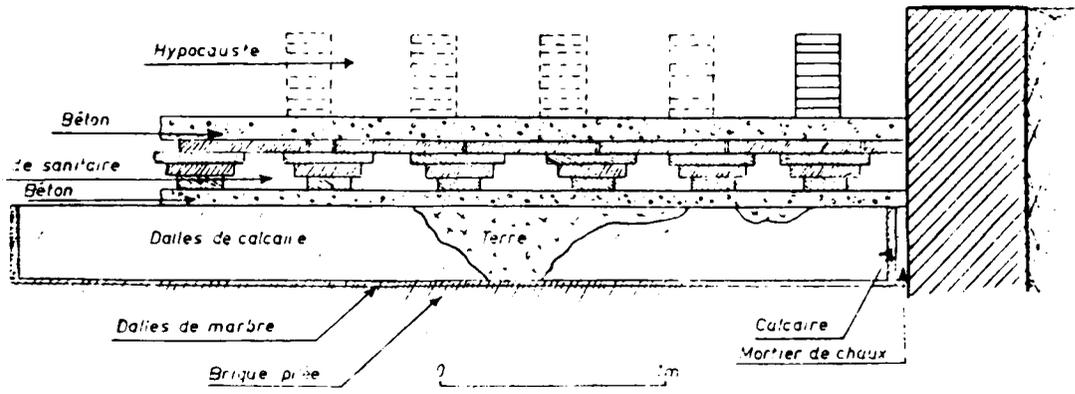


Fig. 303 : Escolives\* (F)

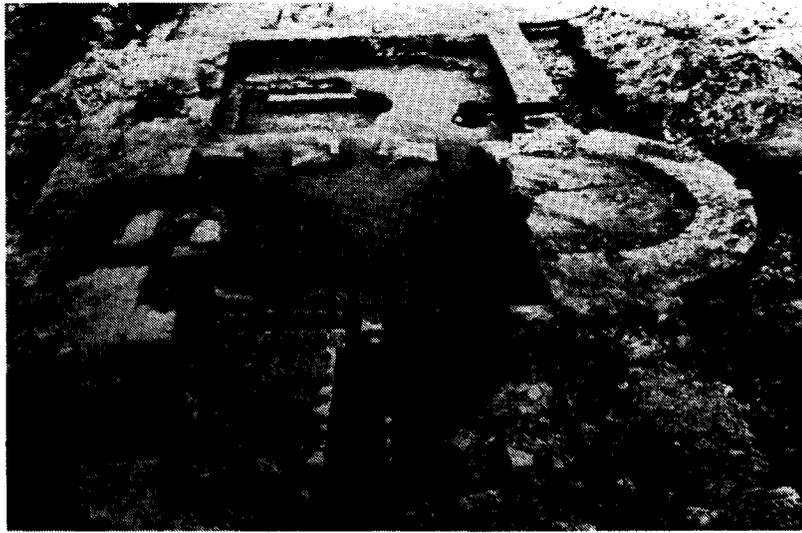


Fig. 304 : Thoraise\* (F)

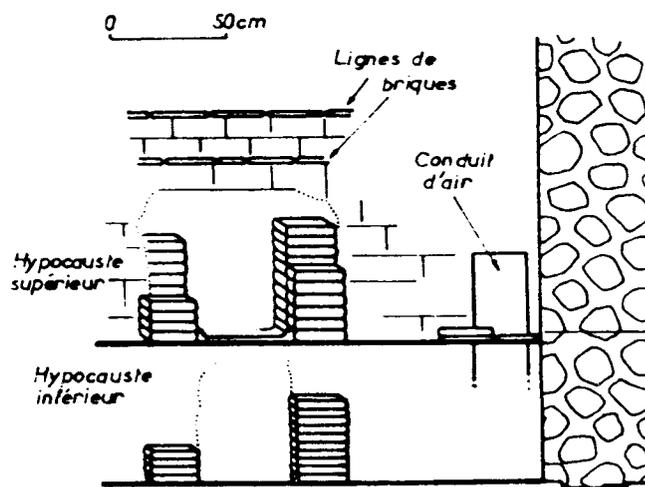


Fig. 305 : Agen\* (F)

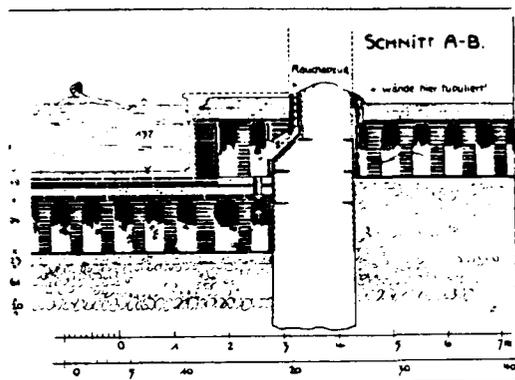


Fig. 306 : Trèves, Ste-Barbe\* (D)



Fig. 307 : Trèves, Ste-Barbe\* (D)

Aux thermes de Chassenon\* (F),

certaines chambres de chaleur sont suspendues au-dessus des galeries souterraines voûtées qui devaient servir, selon les fouilleurs, au drainage des eaux souterraines et à l'alimentation d'un aqueduc.

On retrouve parfois également des chambres de chaleur superposées (fig. 304). Dans l'habitat privé, ce fait est souvent le résultat de remaniements ou de reconstructions à des époques différentes, tels les deux hypocaustes superposés d'Agen\* (F) (fig. 305).

Dans les grands thermes, l'agencement étant plus complexe, toutes les chambres de chaleur n'étaient pas toujours au même niveau. Le passage d'un niveau à l'autre (avec échange d'air chaud) pouvait se faire en superposant partiellement les deux chambres de chaleur (fig. 306) ou en se servant d'un plan incliné qui rattrapait la différence de niveau entre les deux chambres de chaleur (fig. 307).

#### Note

La figure 308 présente un résumé graphique du nivellement des hypocaustes :

- Type I : en *terrain plat ou en pente légère* : chambre de chauffe et sol de chambre de chaleur au même niveau ; tous deux enterrés.
- Type II : en *terrain plat ou en pente légère* : chambre de chauffe plus basse que le sol de la chambre de chaleur ; tous deux enterrés.
- Type III : en *terrain plat ou en pente légère* : chambre de chauffe et sol de la chambre de chaleur au même niveau ; tous deux en superstructure.
- Type IV : en *terrain accidenté* : chambre de chauffe et sol de la chambre de chaleur au même niveau ; plus un autre hypocauste à un niveau différent ; tous trois enterrés.
- Type V : en *terrain accidenté* : chambre de chauffe et sol de la chambre de chaleur au même niveau ; tous deux enterrés.

(322) Il est à déplorer que les plans des villas soient rarement publiés avec des coupes et que les nivellements des différentes parties de l'habitation soient encore plus rares, sauf peut-être pour les rapports de fouilles des dernières décennies. C'est pour ces raisons que les exemples, dans ce chapitre, seront peu nombreux.

(323) Voir p. 109 ss.

(324) Dans les grands thermes, la sole du praefurnium est souvent plus élevée que le sol de la chambre de chauffe. Cela provient du fait que les couloirs de service étaient souvent enterrés.

(325) A Sarre-Union\* (Bas-Rhin), le sol de la chambre de chaleur se trouve au même niveau que le niveau principal d'occupation de la villa. L'hypocauste dans ce cas étaient également construit en superstructure.

(326) Revoir le plan de la maison de « l'empereur Joseph II » à Pompéi, p. 40, fig. 37.

(327) Voir également Mont-lez-Houffalize\* (B).

(328) Ce que A. Mahieu appelle l'*hypocaustis* est en réalité la chambre de chaleur.

(329) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), pp. 348-349 ; F. SQUASSI, *L'arte Idro-Sanitaria degli Antichi, Epoche preromana et romana*, Tolentino, 1954.

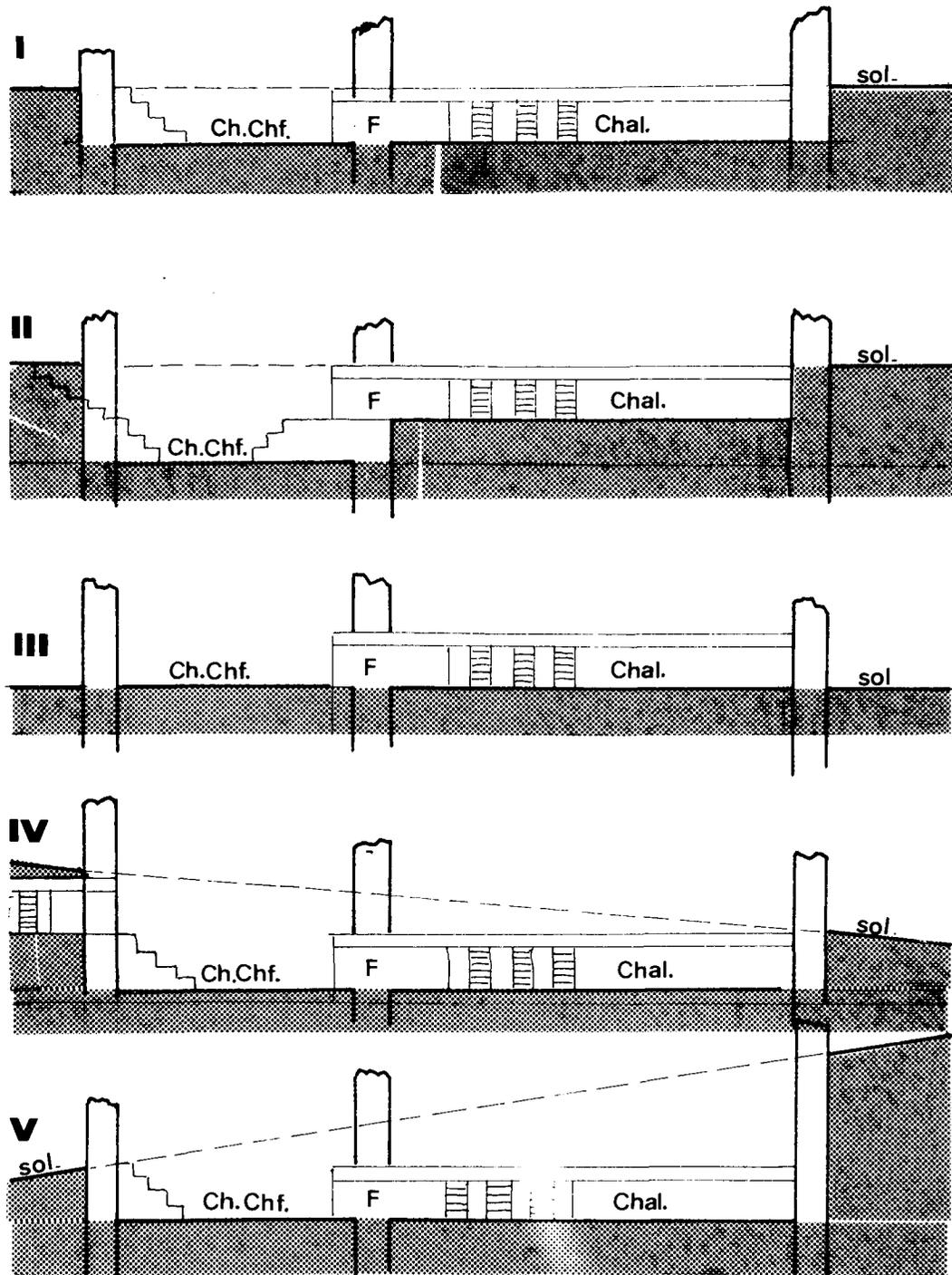


Fig. 308

**Nivellement.**

II<sup>e</sup> PARTIE  
FONCTIONNEMENT<sup>(330)</sup>

« ... Si nous connaissons les détails de la construction d'un hypocauste, la partie la plus intéressante, la manière dont il fonctionnait, est encore à étudier »<sup>(331)</sup>.

Depuis l'époque où H. Thédénat concluait cet article, et même avant lui, le fonctionnement des hypocaustes a fait couler beaucoup d'encre, parfois à bon escient, parfois inutilement. Les auteurs du XIX<sup>e</sup> siècle se sont trop attachés à la maigre littérature (latine) concernant les hypocaustes. Ils se sont égarés aussi parce qu'ils ont accordé trop peu d'importance au fait que les ingénieurs romains étaient passés maîtres dans l'adaptation d'un principe aux conditions locales, en fonction de l'endroit où ils se trouvaient et des matériaux dont ils disposaient. Dès lors, on perdit beaucoup de temps en discussions stériles sur l'hypocauste idéal et universel qui, en fait, n'a jamais existé. La technique du chauffage par hypocauste est une technique disparue et dont on ne trouve, nous l'avons dit, quasiment pas de traces dans les textes latins. Nous ne disposons que du matériel archéologique que l'on retrouve souvent en très mauvais état. Il n'est pas étonnant, dans ce cas, que, depuis l'époque de Winckelmann où l'archéologie acquit ses titres de noblesse, cette technique excita la curiosité à la fois des archéologues et des ingénieurs. De vives disputes ont parfois opposé les uns et les autres, quelquefois sur les principes généraux, mais surtout à propos des détails de fonctionnement, comme par exemple, celui des cheminées.

C'est au général Morin<sup>(332)</sup> que revient le mérite d'avoir relancé l'intérêt pour les techniques de chauffages antiques. C'est en effet à partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle que la théorie sur la chaleur et la thermodynamique a fourni aux ingénieurs des méthodes fondamentales de comparaison entre les systèmes de chauffage<sup>(333)</sup>. Nourri probablement de ces découvertes, le général Morin présenta, le 17 novembre 1871, à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, un mémoire qui allait être le point de départ d'une longue série d'études dont le point culminant allait être, en 1951, les expériences de F. Kretschmer réalisées dans une reconstitution d'hypocauste au camp romain de Saalburg (Homburg von der Hohe) appartenant au Limes Rhénan.

Dans cette deuxième partie, nous allons décrire tout d'abord, en la résumant, l'expérience de Saalburg qui concerne le *fonctionnement général d'un hypocauste* en nous attardant à certains détails tels que le *feu*, les *cheminées*, les *prae-furnia d'appoint*, les *passages de chaleur*, etc...

Ensuite, nous résumerons également une autre étude de F. Kretschmer sur le chauffage de l'Aula Palatina de Trèves, monument qui présente le grand intérêt d'être conservé quasi intégralement<sup>(334)</sup>.

Enfin, nous donnerons un rapide résumé des différentes thèses relatives au chauffage des hypocaustes qui se sont succédées et parfois opposées depuis l'époque du général Morin jusqu'à nos jours.

# CHAPITRE VI

## L'EXPÉRIENCE DE SAALBURG<sup>(335)</sup>

On a procédé à d'excellentes reconstitutions de certains bâtiments de Saalburg après la grande fouille de Jacobi et Cohausen. Le bâtiment qui a servi à l'expérience est également une reconstitution (chauffage domestique) qui fut achevée en 1902. Cette même année, on procéda à certains essais en présence de l'empereur d'Allemagne. Ce dernier écrivit d'ailleurs une carte postale à Th. Mommsen le 22 août 1902 où il lui fait part de la bonne marche de l'expérience et où l'on aperçoit qu'il avait déjà saisi le principe de base du système de mise à feu, c'est-à-dire le feu sans grille avec un grand afflux d'air par-dessus.

En 1910, lors de la reconstruction générale de Saalburg, une firme avait installé ses bureaux dans cette même pièce chauffée par hypocauste, et cela marchait...

### 1. ÉQUIPEMENT D'ESSAI

— *Le local* (fig. 309)

La « tubulature » de la chambre était amenée jusque sous le plafond et fermée. Sauf pour les colonnes de *tubuli* (séries) représentées sur la figure 309 avec des chiffres entourés d'un cercle (ex. : ⑦ ou par des 0. Ces séries de *tubuli* ouvertes débouchaient par un coude droit, à l'extérieur, juste sous le toit (fig. 310). Il y avait huit cheminées (chiffres dans cercles). F. Kretzschmer trouvait que c'était trop. C'est pour cette raison que l'on s'est servi uniquement de quatre cheminées (1, 3, 7, 8), les autres ont été fermées par-dessus et sont représentées par des 0 entourés d'un cercle. Le 6 était aveugle car il reposait sur un des murets du canal de chauffe.

— *Nombreux thermomètres d'essais* : — enregistreurs  
— thermomètres médicaux pour les surfaces

— La température a été mesurée au pied des cheminées numérotées : dans les *tubuli* du bas, on a pratiqué une ouverture à peu près à 10 cm au-dessus de la *suspensura* et on y a introduit un thermomètre à résistance (désigné par le signe m.u.). Pour mesurer la température des fumées à la sortie des cheminées, on y a introduit (dans 1, 3, 7, 8) un thermomètre à 30 cm en-dessous du sommet de la « tubulature » (et représenté, fig. 309, par le signe Ob.m.)<sup>(336)</sup>.

— La mesure de la température derrière le foyer (c'est-à-dire à la sortie du canal de chauffe) était particulièrement importante. On y avait mis un thermomètre électrique en pratiquant un trou dans le sol de la *suspensura*. La partie « sensible » était suspendue à 4 cm en-dessous de la *suspensura* dans la chambre de chaleur. Toutes les températures ont été enregistrées. Le thermomètre électrique est noté m. 16.

— Les températures extérieures et intérieures étaient également importantes : température extérieure : prise à 6 m du bâtiment et à 2 m de hauteur ; température intérieure : au milieu de la pièce par un thermomètre suspendu.

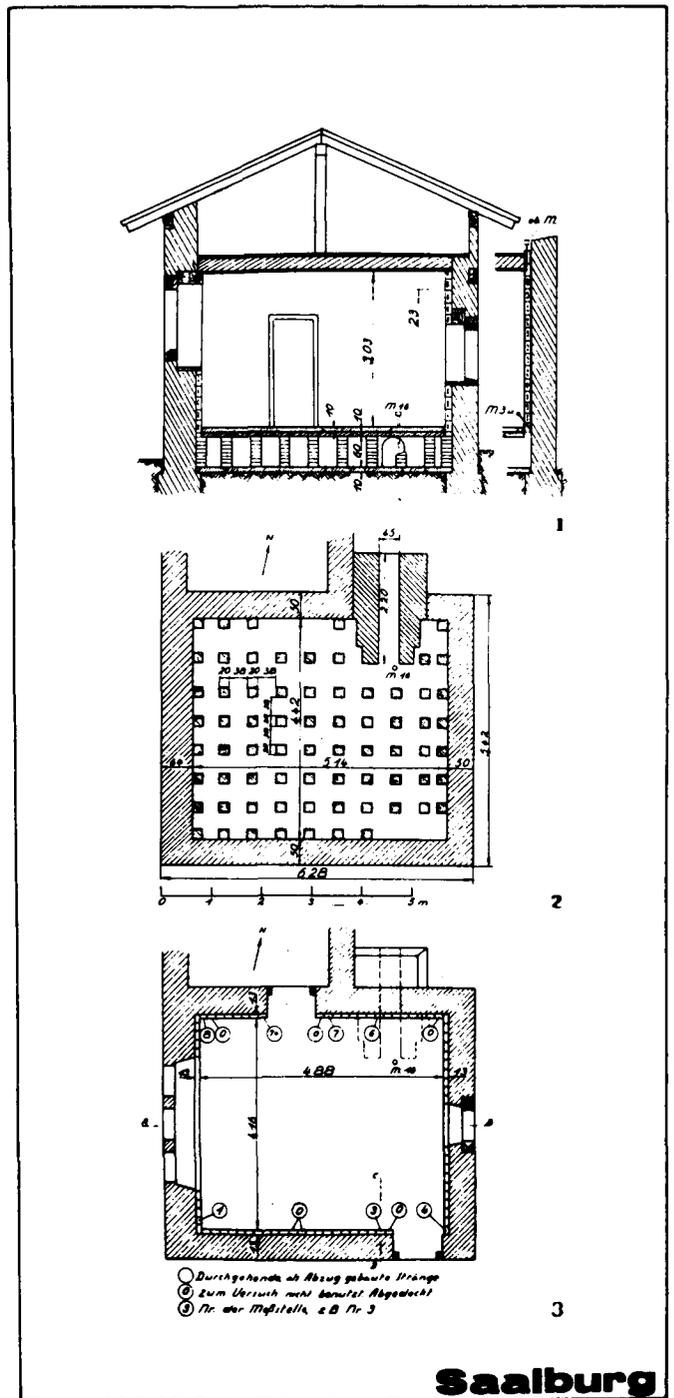


Fig. 309

- On a mesuré également la température du sol au milieu de la pièce (fig. 313). Cette température est désignée dans les graphiques par le signe 9b (voir plus loin).
- On peut voir les variations de température de ces différents endroits dans les graphiques représentés à titre documentaire (fig. 314, 315, 316, 317, 318 : graphiques).
- Pour lire ces graphiques, il faut savoir que :*
- le n° 16 est la température particulièrement importante qui est mesurée juste à la sortie du foyer (canal de chauffe) (fig. 311) ;

- le n° 9b est la température du sol au milieu de la pièce (*suspensura*) (fig. 312) ;
- Ex représente la courbe de température extérieure pendant toute la durée de l'expérience ;
- en traits interrompus (salle) est représentée la température ambiante de la pièce ;
- toutes les autres courbes représentent les variations des températures des cheminées (1ob, 3ob, 7ob, 8ob, ou 1U, 3U, 7U, 8U).  
(chiffres + ob = mesures au-dessus de la cheminée)  
(chiffre + U = mesures au bas de la cheminée)

Ensuite, F. Kretzschmer explique qu'il a procédé à des mesures concernant la composition des gaz circulant dans l'hypocauste (ce qui est moins important pour nous) ainsi que le tirage à certains moments et certains endroits (ces dernières mesures sont marquées dans les graphiques de température par des X). Il nous rapporte que, bien que disposant d'un appareillage très sophistiqué pouvant mesurer des courants d'air extrêmement faibles jusqu'à 1/100 mm WS avec une exactitude de lecture de 1/10 mm WS, il n'a pu mesurer ce « courant » tant il était faible. Il a donc constaté que le courant ne peut en aucun cas avoir dépassé 0,1 mm WS, ce qui est extrêmement faible (WS = Wasser Saüle = colonne d'eau ; mesure de pression exprimée en allemand, ex. : 1 mm WS = pression exercée par 1 colonne d'eau de 1 mm de hauteur).

— Les températures à la surface supérieure de la *suspensura* et des murs intérieurs sont représentés par des chiffres sur la figure 313. Les lignes des températures sont des *lignes isothermes*. Cette figure 313 doit être comprise comme représentant un rabattement de trois des quatre murs de la pièce autour de la *suspensura* qui se trouve au centre. Le quatrième mur n'a pas été étudié parce qu'il n'était « tubulé » que partiellement et avait, de ce fait, une température inférieure à celle de la pièce.

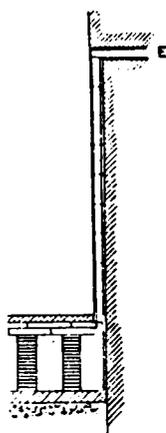


Fig. 310 : Sortie de cheminée (système de Saalburg)

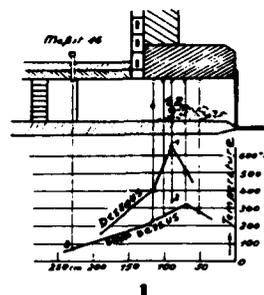
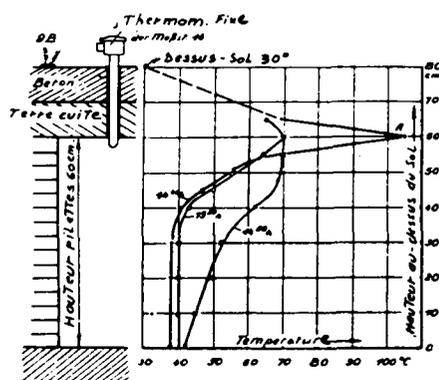


Fig. 311 : Courbe dessus : courbe de temp. (par rayonnement) au-dessus du foyer (voûte) ; courbe dessous : temp. dans le foyer (1,2). Températures dans et au-dessus du feu le 30/12/51 de 14 h 30 à 16 h.



2

Fig. 312 : Température en dessous du thermomètre 16 le 29/12 de 14 h 30 à 15 h 05, à trois moments différents. Le graphique montre que les températures étaient plus élevées au-dessus qu'en dessous. Le point A marque une brusque élévation de la température au moment où la porte du foyer fut ouverte pour une mesure (appel d'air frais).

## 2. DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIENCE<sup>(337)</sup>

F. Kretzschmer rappelle que la reconstitution de la pièce où se déroula l'expérience est fautive parce que, dans l'Antiquité, elle n'était pas « tubulée ». Il se réjouit de cette erreur qui va lui permettre de démontrer par l'expérience le bien-fondé de sa théorie qu'il appelle *Règle-H* :

- les bains sont toujours « tubulés » (hypocauste à pilettes avec murs creux) ;
- les chauffages domestiques ne le sont jamais (hypocaustes à pilettes sans murs creux)<sup>(338)</sup>.

Cette règle est le résultat de nombreuses années d'observations et de réflexions, écrit-il. Il faut distinguer les deux systèmes parce qu'on comprend à présent facilement qu'un sol avec une température de 25° à sa surface représente une surface de chauffe suffisante pour le volume de la pièce à chauffer, tenant compte de la perte de chaleur occasionnée par les murs. Cela est évident, écrit-il, sinon on n'aurait pas retrouvé d'hypocaustes à pilettes sans « tubulature » dans des endroits si nombreux. Lorsqu'un chauffage par le sol suffit, ce serait un non sens technique et économique de l'élargir par une surface de chauffe quatre fois plus grande et qui devait être, de plus, très coûteuse. F. Kretzschmer déduit donc de ces observations que, lorsque le chauffage mural existait, il devait avoir un but différent.

Pour expérimenter la *Règle-H*, on devait mesurer la température des murs creux aux deux extrémités, c'est-à-dire une fois lorsqu'ils étaient entièrement parcourus par les fumées, et une fois lorsqu'ils formaient un cul-de-sac pour les fumées (sans issues). De plus, dans cette expérience, on devait tenir compte également du texte de Pline le Jeune<sup>(339)</sup> où il est dit qu'on pouvait régler l'apport de chaleur qui parcourait la « tubulature ». F. Kretzschmer admet cependant que ce texte est difficile à interpréter correctement.

Pour les deux raisons invoquées ci-dessus, pendant les deux premiers jours de l'expérience, on a amené le principal courant de fumée à travers la « tubulature » du mur sud, où les cheminées 1, 3 et 4 étaient ouvertes. Dans le mur nord, il n'y avait que la cheminée 8 qui fonctionnait (fig. 309). Le 29 décembre, à 15 h 40, le système fut inversé. On utilisa les cheminées 7, 7a et 8 dans le mur nord et, dans le mur sud, uniquement la cheminée 3, toutes les autres étant fermées avec des couvercles métalliques. La température du sol fut mesurée le 28 et le 29 décembre, celle des murs le 30 et le 31 décembre. Les conditions de mesure au sol n'étaient pas unitaires. Malgré cela, en raison

de la très grande réserve de calories qu'il contenait, on a pu calculer les valeurs moyennes de la figure 5 avec une exactitude qui ne dépasse pas 1 ou 2% d'erreur.

L'essai débuta le 27 décembre à 8 h du matin. On fit d'abord un feu de bois (bois de caisse haché fin). Cela brûla tout de suite sans refouler et provoqua un courant vers l'intérieur assez faible mais efficace. Après quelques minutes, on rechargea avec du charbon de bois. Pendant tout ce temps, la porte du foyer était restée ouverte. On la ferma à 10 h 20. L'air ne rentrait plus que par un trou (dans la porte) de la grandeur d'une pièce de monnaie et par les fentes existant entre la porte et les murets. La surface totale des ouvertures peut se chiffrer à 8 cm<sup>2</sup>. Dans ces conditions, la flamme visible disparaît et le feu se met à *couver* (comme un feu de coke). F. Kretzschmer cite alors un texte de Status<sup>(340)</sup> où il est question d'un feu qui couve. Le feu va couvrir jusqu'à la fin de l'expérience, c'est-à-dire quatre jours plus tard. La porte du foyer restera toujours fermée et ne sera ouverte que pour les mesures effectuées dans le foyer et le rechargement (fig. 3). Le trou accessoire d'aération restera fermé également.

Après l'allumage, les cheminées se remplirent d'une fumée épaisse qui se répandit dans l'espace sous le toit (?). On pouvait entrer dans la pièce, mais on ne pouvait s'y tenir. Ce phénomène a duré deux heures et une intense odeur de « goudron de bois » s'est maintenue toute la journée et elle n'a jamais totalement disparu pendant toute la durée de l'expérience.

Le feu était examiné deux à trois fois par jour. Le moment et l'heure ainsi que la quantité de combustible ajouté se voient sur les figures 314, 315, 316, 317 et 318. La dernière observation se faisait le soir et le feu ensuite couvrait toute la nuit. Il ne s'éteignit jamais. Son entretien était facile. L'analyse élémentaire du charbon de bois a donné un résidu de 1,4% de cendres. Le charbon de terre en a jusqu'à 10 et 20%. Il n'y avait pas de cendres dans le *praefurnium* au début de l'expérience. Le feu ne fut ni nettoyé, ni débarrassé de ses cendres pendant les cinq jours de l'expérience. Le sixième jour, lorsqu'il fut éteint, il restait trois à quatre poignées de cendres. Le chauffeur antique, conclut F. Kretzschmer, pouvait en prendre à son aise<sup>(341)</sup>.

Qui a vu le feu de Saalburg, poursuit F. Kretzschmer, est étonné de l'exactitude de la description de Status. Le poète dit : « *Languidus ignis inerrat aedibus* » et le technicien traduit le « *Ignis languidus* » par « traîne » sans courant ni direction apparente et sort à la vitesse minimum de l'hypocauste.

Nous avons vu que le tirage était tellement faible qu'il était immensurable. Il provoqua, par ce fait, très peu de cendres et de suie dans l'ensemble de l'hypocauste et on n'en trouva aucune trace sur les instruments de mesure. F. Kretzschmer s'explique ainsi pourquoi les ouvertures de nettoyage sont rares dans les hypocaustes<sup>(342)</sup>.

L'expérience se termina le 31 décembre à 8 h du matin où on chargea le feu pour la dernière fois. F. Kretzschmer continua cependant l'enregistrement des températures jusqu'au 3 janvier 1952 (fig. 316).

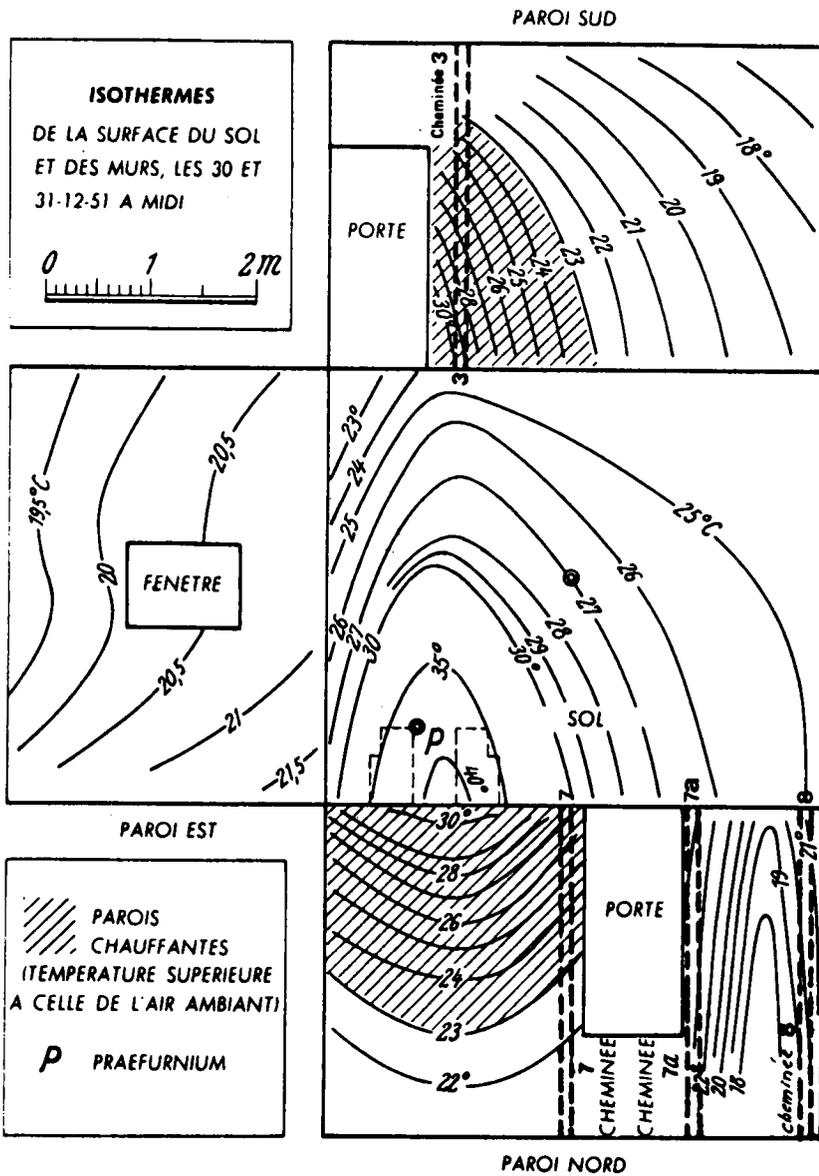


Fig. 313 : Saalburg (D).

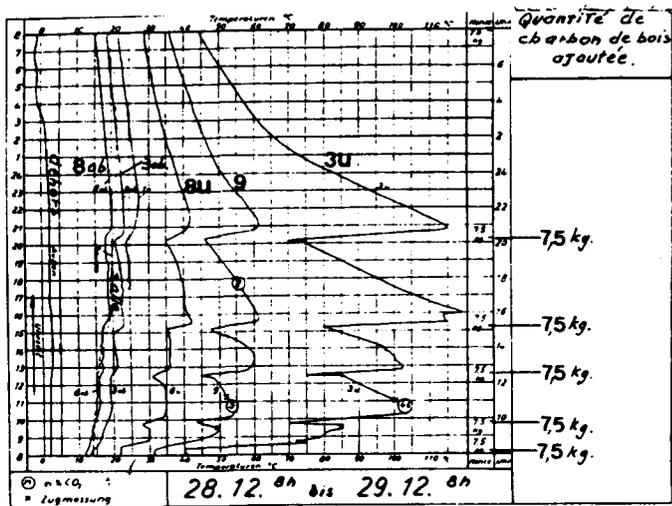


Fig. 314 : Temp. enregistrées du 28 au 29/12/51

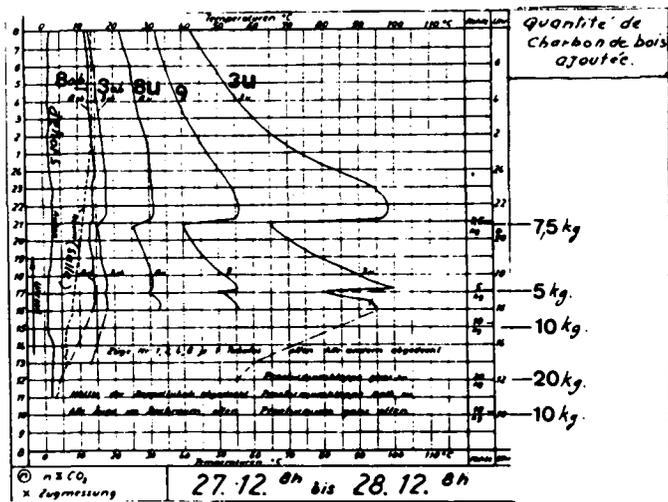


Fig. 315 : Temp. enregistrées du 27 au 28/12/51

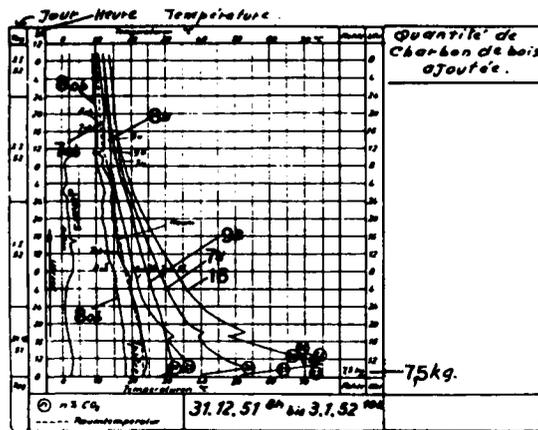


Fig. 316 : Temp. enregistrées à la fin de l'expérience, du 31/12/51 au 31/1/52.

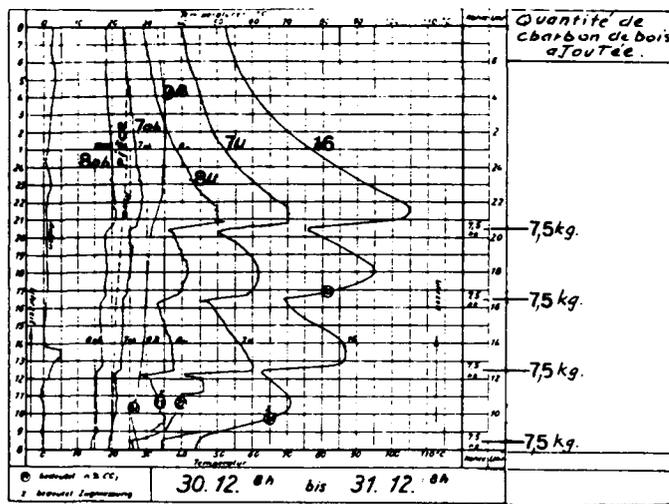


Fig. 317 : Temp. enregistrées du 30 au 31/12/51

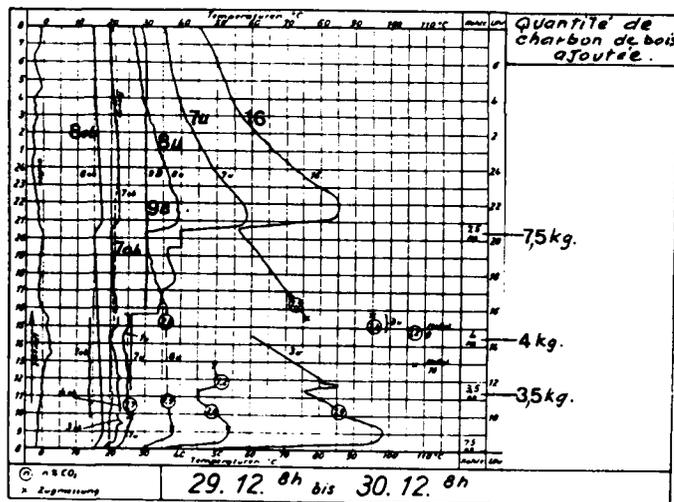


Fig. 318 : Temp. enregistrées du 29 au 30/12/51

### 3. LE FEU (« *IGNIS LANGUIDUS* »)

Un feu, pour brûler, a besoin de l'oxygène de l'air. L'air se compose de 79 parties d'azote (N<sub>2</sub>) et de 21 parties d'oxygène (O<sub>2</sub>). 1% d'oxygène se transforme donc, en brûlant, en 1% d'oxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Un kilo de charbon de bois nécessite, pour brûler, de 9,4 Nm<sup>3</sup> (Nm<sup>3</sup> = mètres-cubes d'air à 0° et à pression atmosphérique de 760 mm). Par ce processus, tout l'oxygène serait transformé en CO<sub>2</sub>. Donc la fumée se composerait théoriquement de 79% de N<sub>2</sub> et de 21% de CO<sub>2</sub>, ce qui serait théoriquement le maximum de CO<sub>2</sub>. Mais aucun feu ne brûle véritablement de cette manière : pour le maintenir allumé, il faut un afflux supplémentaire d'air. Si on lui donne trois fois plus d'air, par exemple, on dira qu'il a 3 unités de supplément, etc... et il n'y aura que 1/3 de l'air qui se transformera en CO<sub>2</sub>. Dans ce cas, la fumée ne se compose plus que de 7% de CO<sub>2</sub>, 14% de O<sub>2</sub> et 79% de N<sub>2</sub> inerte. A partir de la quantité de CO<sub>2</sub> produite, on a pu calculer ce qu'il a fallu comme superflu d'air ; c'était, dit F. Kretzschmer, un des buts de l'expérience de Saalburg.

Le superflu d'air *régit la température* et ne participe pas au brûlage (il ne produit pas de chaleur), mais doit être chauffé par le feu. Avec un kilo de charbon de bois (5.570 calories), on peut porter l'air nécessaire (9,4 m<sup>3</sup>) à une température maximale déterminée. Le double de la quantité d'air ne peut être chauffé qu'à la moitié de cette température maximale (10 x plus d'air = 1/10 de la température maximale, etc.). Donc, *plus grand est l'apport d'air, plus basse est la température des fumées*. Cela va nous aider à comprendre la suite.

Aujourd'hui, dans nos poêles, le feu est alimenté en air par une grille sur lequel il repose. L'air traverse le lit du feu. Le charbon et l'air se confondent intimement et tout l'air « brûle ». Le *praefurnium*, par contre, ne connaît pas la grille, il ne marche que par l'air qui passe au-dessus, et il ne se consomme d'air que la quantité qui est en contact avec la surface du foyer. Donc tout l'air qui passe par-dessus ce foyer ne se transforme pas chimiquement et est entraîné plus loin avec les fumées.

Ensuite, F. Kretzschmer résume :

- 1) *Feu avec grille* (air passant à travers le foyer) : *l'élément de « brûlage » primaire est l'air* et il brûle autant de charbon qu'il y a d'air.
- 2) *Feu sans grille* (air passant par-dessus le foyer) : *l'élément primaire de brûlage est le charbon*, il ne brûle pas autant d'air qu'il y a de charbon, le contact entre les deux éléments est mauvais.

*Cette idée, pense F. Kretzschmer, est la clef du mystère de la construction et du fonctionnement de l'hypocauste :*

Les poêles modernes (grilles) montrent un écoulement régulier de la température des fumées. Dans les figures 314 à 318, ce qui saute directement aux yeux, ce sont les formes des courbes de températures (cheminées) en « dents de scie » et tout à fait irrégulières parce que, dès qu'on ajoutait du charbon, les températures montaient brusquement. Ensuite, elles redescendaient, d'abord rapidement, puis peu à peu. Cela ne veut pas dire que la consommation du charbon de bois était aussi rapide que la descente de la courbe de chaleur des fumées. Les courbes descendantes prouvent, au contraire, que le feu pouvait brûler des nuits entières. En voici l'explication : la surface du charbon « frais » est très « réactive », elle utilise momentanément, pour la combustion, beaucoup de la quantité d'air frais en superflu qui passe par-dessus, d'où une augmentation intense de la chaleur. Avec la combustion, le charbon se recouvre ensuite d'une couche de dépôts et de résidus et la surface de « réaction » diminue, la combustion devient plus lente. Le feu, peu à peu, utilise de moins en moins de la quantité d'air disponible qui passe au-dessus. Lorsqu'on approche un courant d'air régulier, les quantités d'air superflu descendent rapidement pour remonter directement après.

F. Kretzschmer donne ensuite un tableau (fig. 320) où il a consigné une série de mesures prises au-dessus du foyer à des moments différents (col. 1). En colonne 2, il donne la quantité de CO inversement proportionnelle à la quantité d'air superflu (col. 3) et directement proportionnelle aux températures du foyer (col. 4).

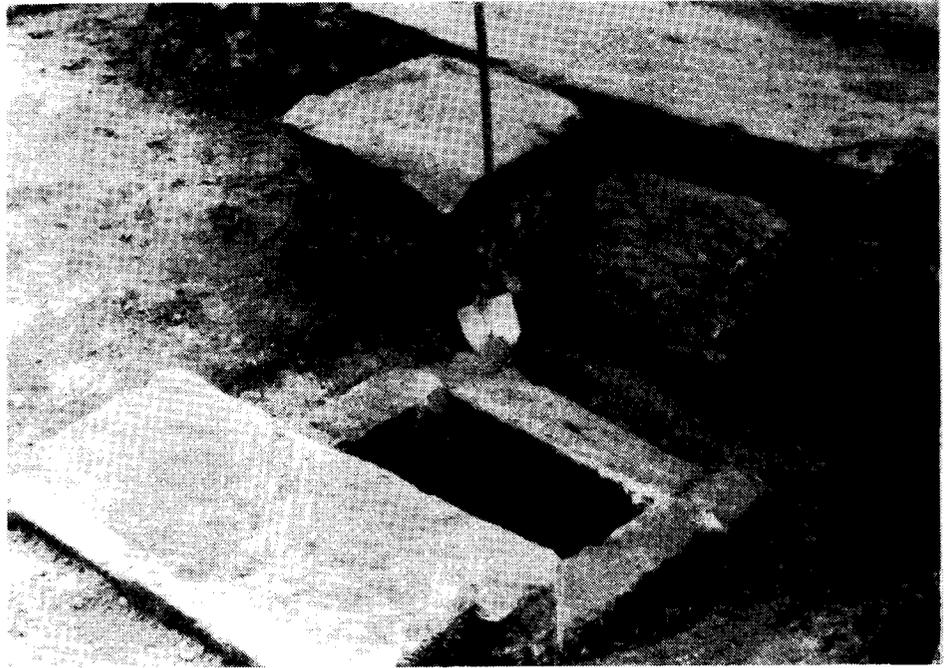


Fig. 319 : Saarbrücken\* (D)

**Note**

Contrairement au bois et au charbon de bois, il semble que le charbon de terre fut rarement employé. Cela provient du fait que, s'il était déjà connu dans l'Antiquité, il ne connaissait pas une extraction systématique. Bien que, à Saarbrücken et dans plusieurs autres endroits en Sarre, il semble que cette extraction ait eu lieu, puisque, dans certaines caves du *vicus*, on a retrouvé des réserves de houilles et qu'il existait aux alentours de ce même *vicus* des galeries d'extraction<sup>(343)</sup> (fig. 319). Le second endroit que nous connaissons et où il est fait mention de trouvailles de charbon de terre dans le canal de chauffe est le site gallo-romain de la place St-Lambert<sup>(344)</sup>. Cependant, l'emploi systématique de la houille ne devait pas être d'un grand intérêt, puisque, nous l'avons vu, son emploi nécessite un tirage conséquent avec un système à grille, ce qui n'était pas le cas dans les hypocaustes.

1	2	3	4
Temps écoulé après l'allumage	Quantité de CO <sub>2</sub>	Quantité d'air (unités)	Température de brûlage
Heure	%	n	C°
0	6	3,2	725
0,33	5,3	3,6	650
0,66	4,7	4	580
1	4,1	4,6	520
1,5	3,4	5,8	490
2	2,6	7,4	320
3	1,9	10	245
4	0,9	22	115
5	0,6	30	78

Fig. 320

## 4. LES CHEMINÉES

Après un calcul très précis, dont nous faisons grâce des détails au lecteur, F. Kretzschmer en a déduit que le besoin d'énergie (courant d'air), pour entretenir un feu sans grille, est extrêmement faible. *La vitesse de l'air dans le volume total de la chambre de chaleur est infiniment petite*. Si l'on sait que l'énergie nécessaire descend, d'après la loi de Bernouilli, avec le carré de la vitesse, on ne sera pas étonné de constater que le besoin d'énergie est de l'ordre de 1/10 mm WS, ce qui est proche de 0.

F. Kretzschmer calcule ensuite que le besoin d'énergie (tirage) de l'air chaud (0,2 mm WS) plus le besoin d'énergie des fumées (0,04 mm WS) nécessitent une hauteur théorique de cheminée de 1,60 m (pour une moyenne de température de 40° dans les cheminées — ce qui est donné par les graphiques : fig. 314, 315, 316, 317, 318 — et une température extérieure de 0°).

Cependant, en tenant compte d'une température extérieure plus chaude, des températures de cheminées plus basses, de l'incertitude de la mesure du courant de l'air qui passe par la porte du *praefurnium*, on portera, écrit F. Kretzschmer, par sécurité, la hauteur des cheminées au double. Cela donne 3,20 m et correspond à peu près à la hauteur des cheminées de Saalburg (3,50 m). La cheminée ne peut pas être plus haute pour une installation d'habitation parce que le « *Ignis Languidus* » s'embraserait et se transformerait en un déluge de flammes. Les courbes en « dents de scie » des températures (graphiques) deviendraient des lignes droites ascendantes atteignant très vite les valeurs maxima.

C'est sur cette constatation que F. Kretzschmer base sa conviction que les cheminées n'allaient pas au-dessus du toit. Ce qui explique également, pour lui, l'installation de la Basilique de Trèves. Pourquoi les cheminées n'avaient-elles que 8 m de hauteur pour un bâtiment de 30 m ? Parce qu'elles ne pouvaient pas être plus hautes, répond F. Kretzschmer.

Cependant, il faut reconnaître que, dans les chauffages des grands ensembles, on travaillait avec des températures plus élevées et donc avec un tirage plus important que dans les petits hypocaustes privés. La Basilique de Trèves nous donne une mesure pratique : pour une hauteur de cheminée de 8 m, on calcule plus ou moins une force de tirage de 1,5 mm WS.

C'est donc avec une toute autre disposition d'esprit que l'on doit aborder le chauffage dans les grands thermes. Le « *Ignis Languidus* » de Statius brûlait probablement sous la salle d'un jeu de balle, appartenant sans doute à une installation privée ou un petit bain de luxe. Nous ne pouvons nous imaginer que cette description soit valable pour les *praefurnia* géants comme ceux du *caldarium* des thermes impériaux de Trèves. On y mettait des arbres entiers. Ausone parle de tas impressionnants et de flammes sauvages<sup>(345)</sup>. Pour une fois, Ausone n'exagère pas. Il faut se représenter le besoin immense de chaleur que requéraient ces grands bâtiments qui, autrement, n'auraient pu chauffer des *caldaria*, *tepidaria* et *sudatoria* aussi grands que ceux dont on peut voir les vestiges aux thermes impériaux de Trèves, par exemple. La montée de la température dans les thermes est justement ce qu'a exprimé le progrès technique. Sénèque<sup>(346)</sup> comme *Laudator temporis acti* se plaint que la nouvelle mode des bains emploie une eau tellement chaude qu'on pourrait y exécuter un esclave condamné en le coulant dans l'eau : une température beaucoup plus haute que les 40 à 70° de la figure 313. « Il est 11 h, l'heure du bain, les thermes de Néron fument considérablement... »<sup>(347)</sup>. Tout ceci ne correspond plus à l'image de Statius : « *Ignis Languidus* ».

Pour les installations à grande capacité de chauffage, on avait besoin de cheminées plus hautes. On ne sait si elles montaient jusqu'au-dessus du toit ; ce n'était pas le cas aux thermes de Stabies à Pompéi.

## 5. LES ÉCHANGES DE CHALEUR

Ce qui suit ne peut s'expliquer et se comprendre que si, au départ, on utilise un foyer sans grille. Les fumées, nous l'avons vu, se répandent à très petite vitesse à travers la « grande chambre de chaleur ». Elles prennent le chemin de la plus courte résistance, c'est-à-dire la distance (liaison) la plus courte entre le *praefurnium* et la cheminée. C'est sur ce trajet que se fait la plus grande perte de chaleur (transfert), le reste est « espace mort ». Pour confirmer ceci du point de vue expérimental, F. Kretzschmer a fait fonctionner l'installation avec une seule cheminée et il a renouvelé cette expérience plusieurs fois. Le résultat a confirmé ce qu'il croyait. La figure 313 montre comment, sur une ligne qui va de P à la cheminée 3, se pressent les maxima de température. A la suite de cet essai, la répartition des températures au sol est mauvaise et elle aurait été meilleure si on avait ouvert toutes les cheminées en même temps. Le chauffeur antique le faisait certainement. L'expérience prouve également que le nombre élevé de cheminées n'était pas un choix délibéré mais une nécessité : avec une ou deux cheminées, cela ne fonctionnait pas d'une manière satisfaisante, et là, où on n'a retrouvé qu'une ou deux cheminées encastrées, on doit supposer que les autres étaient « avancées ».

Le passage de chaleur à travers un mur suit cette loi : la quantité de chaleur (Q) qui traverse un mur est égale à la surface chauffée (S) multipliée par la chute de température ( $\Delta t$ ) et la capacité conductrice (c) :

$$Q = S \times \Delta t \times c$$

Q est le besoin de chaleur de la pièce (d'une grandeur donnée). Si  $\Delta t$  et c sont grands, S peut être petit, ce qui est le cas pour les feux à grille : la différence de température entre le feu et la pièce est de plusieurs centaines de degrés. La surface chauffante d'un poêle en métal est, pour cette raison, de l'ordre de 1 m<sup>2</sup>.

Le chauffage antique fonctionne en processus contraire. La température dans la chambre de chaleur est minime, de même que la température de passage c dans la *suspensura* de plus ou moins 20 cm d'épaisseur. Par conséquent, la surface chauffante est grande.

F. Kretzschmer vérifie ensuite ces considérations par les chiffres ; c'est pourquoi il pose comme exigence de base une température moyenne, dans la pièce d'expérience, de 21°.

Pour les bâtiments modernes à murs fins, on calcule un besoin de chaleur de 30 à 40 Kcal./m<sup>3</sup>/h. Pour les murs épais comme ceux de la pièce d'expérience, on peut compter que, pour un froid d'hiver moyen (température extérieure), une quantité de chaleur de 25 Kcal./m<sup>3</sup>/h est nécessaire. La pièce ayant 60 m<sup>3</sup>, son besoin de chaleur est donc porté à :

$$25 \times 60 = 1.500 \text{ Kcal./heure}$$

F. Kretzschmer calcule ensuite l'apport de chaleur. Pour cela, il faut connaître la température moyenne régnant dans la chambre de chaleur. Comme point de repère, il y a les courbes de température de la cheminée 3u dans la figure 7 et les courbes 16 (thermom. foyer), 7u et 8u dans la figure 8. La valeur moyenne de la température de la chambre de chaleur ne saurait être déterminée avec certitude, mais F. Kretzschmer l'estime de 60 à 63°. Si on considère que la température moyenne de la pièce est de 21°, on aura alors, après l'échange de chaleur, une chute  $\Delta t = 40^\circ$ . Il manque néanmoins des mesures exactes pour déterminer c (= conductibilité de la *suspensura*), mais, en analogie avec les matériaux de construction modernes, F. Kretzschmer l'estime au minimum à c = 2,2. La quantité de chaleur donnée par le sol et par heure pourra donc se calculer ainsi :

$$Q = S \times \Delta t \times c = 20 \times 40 \times 2,2 = 1.760 \text{ Kcal./h.}$$

De plus, écrit F. Kretzschmer, il n'y a qu'un tiers de la chaleur qui est transmise par *convection*, la plus grande partie l'est par *rayonnement* (ceci fut prouvé par des calculs plus compliqués que nous ne rapportons pas ici). Mais ce qui est important, c'est que l'apport de chaleur avec 1.760 Kcal./h est supérieur au besoin de chaleur qui est de 1.500 Kcal./h. Ce calcul, prétend F. Kretzschmer, est valable pour tous les hypocaustes et il en déduit une règle générale :

*Un hypocauste doit donner une capacité de chaleur plus grande que celle qu'exige la pièce à chauffer qui se trouve au-dessus, avec une surface égale de sol et hauteur habituelle (3 m) pour une température de pièce normale..*

On peut également calculer la perte de chaleur des cheminées à partir de la chaleur de la fumée par rapport à la capacité de chauffage du charbon. Cependant, les possibilités d'erreurs dans les « bilans de chaleur » sont très grandes. On n'arrive pas à exprimer ce calcul avec une très grande précision et on se cantonne dans un certain ordre de grandeur. Cela permet tout de même à F. Kretzschmer d'exprimer une nouvelle règle :

*Après le chauffage de l'hypocauste, il y a encore une partie importante de chaleur disponible à utiliser.*

Cette chaleur peut être du même ordre de grandeur que celle absorbée par la *suspensura*. Cette chaleur supplémentaire peut servir à trois usages :

- 1) pour un nombre plus élevé de cheminées,
- 2) pour chauffer plusieurs chambres de chaleur,
- 3) pour les murs creux (« tubulés »).

A propos de 1) : la surface de chauffage des cheminées est naturellement petite mais les parois en terre cuite des cheminées sont de bonnes conductrices de chaleur et le recouvrement n'a que trois à quatre cm d'épaisseur. Tenant compte de cela, le chiffre de transfert de chaleur moyen est à peu près 15 fois plus grand que celui de la *suspensura*. On peut donc en déduire que les cheminées non-emmurées arrivent à produire une chaleur considérable. Cela explique également pourquoi le type de cheminée « avancée » fut le plus courant.

A propos de 2 : voir plus loin, pp. 187-188.

A propos de 3 : la valeur moyenne des températures de cheminées était de 20°.

Si, dans les figures 314, 315, 316, 317 et 318, nous considérons séparément les courbes de température de chaque cheminée (au-dessus = sortie), on s'aperçoit que 3ob, 7ob et 8ob descendaient parfois en-dessous de la température de la pièce. Comment cela s'explique-t-il ?

Comme tous les murs, les *tubuli* donnent de la chaleur non seulement vers l'extérieur (pièce), mais aussi vers l'intérieur (mur). Cependant, à l'extérieur, il fait beaucoup plus froid qu'à l'intérieur et  $\Delta t$  (perte de chaleur) est beaucoup plus grand vers l'extérieur que vers l'intérieur. C'est pourquoi, malgré les murs épais, la température des cheminées peut descendre en-dessous de la température de la pièce. Aujourd'hui, nous laissons passer l'air chaud du poêle (courant de chaleur) directement dans l'atmosphère de la pièce. Le profane pense que le chauffage sert à compenser la perte de chaleur des murs. Exprimons cela autrement : la chaleur fournie par le poêle équivaut à la perte de chaleur des murs. L'air des *tubuli* de Saalburg ne faisait pas le détour par l'intérieur de la pièce mais couvrait directement une partie de la perte de chaleur des murs. De cette façon, cet air chaud se laissait utiliser jusqu'au-dessous de la température de la pièce. C'est un système qui améliore l'économie de l'ensemble et les pertes des cheminées tombent de 10 à 7%. La perte des poêles modernes se situe aux environs de 12% et au-delà.

## 6. LE « MYSTÈRE » DES *TUBULI*

Les isothermes nous apprennent, dit F. Kretzschmer, que la répartition des températures au sol n'est en aucun cas homogène. Les courbes des températures les plus élevées se situent sur la plus courte distance entre le foyer et la cheminée 3. Les cheminées 7 et 8, apparemment moins efficaces, prennent alors tout le champ des températures et des courants de chaleur d'une façon asymétrique vers le coin nord-ouest de la pièce.

F. Kretzschmer passe ensuite à l'étude de ce qui se passe dans la « tubulature ». Ici aussi, écrit-il, le courant des gaz chauds suit le chemin de la moindre résistance et on peut déjà supposer, sans expérience, que les étroites fentes murales entre des *tubuli* voisins ont une résistance telle qu'elles ne jouent pratiquement aucun rôle en tant que passage. L'expérience le confirme. Le chemin de la moindre résistance est le tuyau lui-même et c'est ce dernier qui prend la plus grande partie du tirage, alors que les deux ou trois tuyaux verticaux voisins peuvent provoquer un petit tirage secondaire. Cela se reflète clairement dans la figure 313. Les hautes températures murales se concentrent devant les cheminées. A côté, elles tombent rapidement et, plus loin, la température de la surface descend en-dessous de la température de la pièce.

Dans le cas des *tegulae mammatae*, cela peut être graduellement différent mais non dans le principe. Dans la figure 313, les températures des murs qui se trouvent au-dessus de 23° se trouvent dans la zone hachurée et seule cette dernière donne de la chaleur (elle se trouve en grande partie devant les cheminées). F. Kretzschmer prétend que si, à côté des cheminées, il n'y avait pas de « tubulature », la figure 313 ne serait pas fondamentalement différente. De plus, si on tient compte de la « tubulature », on s'aperçoit que la zone hachurée n'a aucune signification (graphique) par rapport à toute la surface du mur (le mur ouest se comportant à peu près de la même façon que le mur est). Il faut encore ajouter à tout cela que toutes les surfaces non-hachurées, non seulement ne donnent pas de chaleur, mais en plus, en absorbent.

Après avoir rassemblé tous les arguments, issus de ses observations, F. Kretzschmer en arrive à émettre une remarque intéressante qui sera à l'origine d'une polémique importante qui survint entre lui et certains de ses collègues : *les murs « tubulés » ne chauffent pas ! Ils sont sous-chauffés et ne fonctionnent donc pas comme une surface chauffante.*

Il apporte ensuite une autre preuve, dans le chapitre où, notamment, il explique pourquoi on a trouvé un si grand nombre de chambres de chaleur mises les unes à la suite des autres, communiquant entre elles par des passages dans les murs et souvent chauffées par un seul foyer. Par exemple, la chambre de chaleur du *caldarium* envoyait souvent un surplus de chaleur, par des passages muraux (pl. 1, n° 13), dans le *tépidarium* qui exigeait moins de chaleur. Si la « tubulature » avait été chauffante, elle aurait été parcourue par l'air chaud et les fumées, dans la première pièce (*caldarium*), pour s'échapper ensuite à l'air libre, et la chambre contiguë n'aurait rien récolté. Or, dit F. Kretzschmer, *la dispersion très grande de ce système de chauffage (pièces en enfilade) force à la conclusion que les gaz ne circulaient pas dans les tubuli mais y stagnaient, la « tubulature » n'était donc pas chauffante*<sup>(348)</sup>.

F. Kretzschmer se demande ensuite à quoi elle pouvait servir. Voici son explication : rappelons-nous, dit-il, la *Règle-H* = seuls les *bains* sont « tubulés ». Donc, l'usage des murs creux doit être en rapport d'une quelconque façon avec les installations de bains. Dans ces derniers, les remous d'eau (baignoires, *labrum*, bassins individuels, etc...) étaient fréquents. L'eau devait se répandre sur le sol. Là où se trouvait la plinthe, il devait y avoir une gorge creuse qui faisait le tour de la pièce et qui était étanche<sup>(349)</sup>. Cette eau, qui se déversait sur le sol chauffé par dessous, s'évaporait et déjà, avant qu'on invente les murs « tubulés », se déposait sur les murs froids. Ceux-ci ruisselaient d'humidité, les peintures murales en souffraient et les constructions en bois des voûtes pourrissaient (*concameratio*). Vitruve<sup>(350)</sup> conseille de les protéger par un vide. Avec la mode et le développement des techniques de l'hypocauste et les passages de chaleur dans les vides ventilés, les températures des bains avaient augmenté. Des courants de vapeur très dense traversaient la pièce. Peut-être doit-on interpréter dans ce sens le passage de Martial<sup>(351)</sup> lorsqu'il parle des thermes pleins de vapeur. Ces thermes qui devaient, selon F. Kretzschmer, ressembler à une buanderie.

Actuellement, pour éviter les dépôts de vapeur et la condensation sur les murs, la solution est l'isolement des murs à la chaleur par une couche d'air. Les *tubuli* et *tegulae mammatae*, selon F. Kretzschmer, obéissaient au même principe (couche d'air isolante), mais d'une façon infiniment plus efficace, car ils étaient reliés à l'hypocauste et il y avait donc, dans le mur creux, un apport constant de fumées chaudes, que ce soit par diffusion ou par un véritable courant aérodynamique, même s'il était très faible. Il n'y avait pas production efficace de chauffage, mais la température des murs était suffisamment élevée pour empêcher la condensation de vapeur et par conséquent l'écoulement de l'eau le long de ceux-ci.

F. Kretzschmer fait remarquer, en outre, que les zones hachurées (fig. 313) pouvaient entraîner une post-vaporisation de l'eau qui aurait pu se répandre sur le mur à ces endroits. Le mal était donc évité, dit-il, les murs décorés restaient secs et l'atmosphère de la salle restait claire.

## 7. LE CLIMAT DE LA PIÈCE

Un jour et demi après le début de l'expérience, la pièce avait atteint la température de 23°. Cette température s'est maintenue presque inchangée pendant toute la durée de l'expérience. Aucune observation ne fut plus satisfaisante que cette régularité.

Près d'un tiers de la chaleur était transmise des surfaces chauffantes par convection<sup>(352)</sup>. Le reste, la plus grande partie, par rayonnement. Le rayonnement ne provoque pas de courant d'air, et, grand avantage, il se fait sentir sans se faire remarquer. La porte d'entrée conduisait directement dans le froid hivernal. Si on l'ouvrait, on ne le sentait pas dans le centre de la pièce.

Les chauffages à eau chaude modernes « travaillent » avec des températures de surface qui vont de 60 à 80°. Cette température est suffisamment élevée pour soulever les poussières ambiantes et notamment les particules organiques. Ces particules sèches « retombées » irritent la respiration et donnent cette impression de sécheresse de l'air. On essaie de lutter contre ce phénomène (d'ailleurs sans résultats appréciables) par des récipients remplis d'eau qu'on accroche aux radiateurs. Notre « *Ignis Languidus* », constate F. Kretzschmer, évitait ce désagrément et le climat de la pièce restait toujours subjectivement agréable parce que ressenti comme de l'air frais chauffé.

F. Kretzschmer achève ce passage en rappelant que l'entretien du feu était extrêmement commode. On devait l'attiser souvent au début ; ensuite, le soir et le matin. Le feu aurait pu tenir ainsi tout un hiver.

## 8. UTILISATION DE LA CHALEUR EXCÉDENTAIRE ET *PRAEFURNIUM* D'APPOINT

F. Kretzschmer rappelle tout d'abord qu'à la sortie de l'hypocauste, il y a encore une grande partie de la chaleur qui est disponible et utilisable (surtout dans les bains, voir plus haut). La technique romaine en a tenu compte. Dans les grands bâtiments, cela était devenu une règle (et n'était pas rare dans les bâtiments plus modestes). Cette technique du chauffage simultané de plusieurs pièces contiguës par un seul *praefurnium* nous amène à traiter du problème du réglage du chauffage. Sur la fig. 133, nous voyons deux *praefurnia*, l'un au sud-ouest (b), à côté duquel se trouvait (pour F. Kretzschmer) le « foyer de transition », et un autre plus petit au nord-ouest (x) devant le *tepidarium* (P). F. Kretzschmer se demande s'il s'agit de deux installations séparées. Les passages que l'on a trouvés, allant du *caldarium* (Q) jusque dans les pièces du nord-est, s'opposent à cette idée (dans la mesure où le plan est dessiné correctement). F. Kretzschmer pense que le foyer (b) est le foyer principal. Si on considère les hautes températures passant sous le *caldarium*, celles-ci devaient suffire, par climat tempéré, pour chauffer toutes les pièces jusqu'au nord-est. Cependant, dit-il, ce système n'était pas suffisant en hiver et on mettait alors le petit *praefurnium* (x) en action. C'est pourquoi il appelle ce dernier *praefurnium* d'appoint. Peut-être y en avait-il encore un de plus au nord-est, mais cela est incertain.

Pour les techniciens du chauffage, poursuit F. Kretzschmer, cela est plus qu'une nécessité. Une installation aussi grande doit pouvoir se régler dans des limites variant de 10 à 100%. C'est pourquoi, actuellement, et dans les grands bâtiments, on place deux chaudières de chauffage central, une petite et une grande. Lorsque les températures extérieures sont tempérées, la petite chaudière suffit. Quand il fait froid, c'est la grande qui prend le relais. Cela marchait de même pour les chambres de chaleur qui étaient connectées entre elles, les unes à la suite des autres.

Il existait, d'autre part, un deuxième processus de réglage. Lorsqu'il faisait trop froid, l'utilisation de la chaleur excédentaire n'était pas utilisée pour d'autres pièces. Les gaz chauds étaient dirigés (aspirés) vers les *tubuli* (ou cheminées) de la pièce à chauffer principale. Donc la surface de chauffe supplémentaire était, par ce procédé, plus efficace et la pièce directement connectée restait sans chauffage<sup>(353)</sup>.

Pour isoler la chambre de chaleur principale d'une chambre contiguë qui lui était connectée, on pouvait utiliser des fermetures à glissières (on en a retrouvées au Kastell de Weissenbourg<sup>(354)</sup> où des fentes pour de telles glissières ont été conservées). Ces dernières pouvaient servir également à fermer les *praefurnia*<sup>(355)</sup>. On peut imaginer aisément que les premières fermetures aient été en terre cuite. C'est pourquoi, pense F. Kretzschmer, on en a retrouvé si peu.

Ce que l'on retrouve également souvent, ce sont des chambres de chaleur contiguës de conceptions différentes (une à poêlons, l'autre à canaux), le tout avec un foyer unique. Les fouilleurs les ont souvent considérées comme des installations autonomes. Pourquoi alors trouve-t-on toujours les deux différents systèmes juxtaposés ? F. Kretzschmer suppose, dans ce cas, que ces installations étaient couplées par une ouverture (passage de chaleur) à glissière. Habituellement, les glissières étaient fermées et les deux chambres de chaleur fonctionnaient parallèlement. Mais, par temps doux, un seul *praefurnium* était allumé et on ouvrait la glissière entre les deux chambres qui fonctionnaient alors avec un seul *praefurnium*. F. Kretzschmer est persuadé que l'utilisation de la chaleur en surplus jouait, dans l'Antiquité, un très grand rôle.

Le site des thermes de Glanum\* (1<sup>er</sup> état) illustre parfaitement ce que nous venons d'écrire à propos des hypocaustes contigus, des passages d'air chaud et des *praefurnia* d'appoint (fig. 321). En 1 se trouve le *Caldarium* avec son exèdre K et son *praefurnium* M. En H, le *tepidarium* avec son *praefurnium* d'appoint L. Il existait entre le *caldarium* et le *tepidarium* trois passages d'air chaud (1, 2 et 3) indiqués par des flèches. On peut supposer qu'il a existé entre I et H des fermetures réglables<sup>(356)</sup>, auquel cas on pouvait allumer l'un ou l'autre *praefurnium*, ou les deux à la fois selon le degré de chaleur souhaité et en fonction de la température extérieure. En c, les cheminées.

---

(330) Les chapitres consacrés à l'expérience de Saalburg et au chauffage de la Basilique de Trèves ne sont pas, de notre part, des travaux originaux. Ils sont les résumés d'articles que F. Kretzschmer a écrit à la suite de cette expérience. Si nous avons cru utile d'en reproduire certaines parties, c'est parce que cette littérature, qui n'est pas connue en langue française, complète utilement la partie descriptive de ce travail.

(331) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 350.

(332) Général MORIN, *Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les romains pour les thermes à air chaud*, dans *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France*, 1<sup>re</sup> série, t. VIII, Paris, 1874.

(333) R.J. FORBES, *Studies in Ancient Technology*, vol. VI, Leiden, 1958.

(334) *Aula Palatina* (Trèves), voir note 103.

(335) Nous allons, dans ce chapitre, résumer l'article de F. Kretzschmer, *Hypocausten*, pp. 8-41 (voir abréviations).

(336) Ob = oben = dessus ; m. = messung = mesure.

(337) Il faut, dans ce chapitre, se référer constamment aux figures.

(338) Il admet cependant des exceptions à cette règle.

(339) PLINE LE JEUNE (Epist., II, 17, 9).

(340) STATIUS (*Silvae*, I, 5, 58).

(341) Signalons que beaucoup de *praefurnia* furent retrouvés remplis de cendres (voir exemples p. 94).

(342) Cela explique aussi, peut-être, les grandes différences d'encrassement dans les hypocaustes : certains ne portent aucune trace de cendre ou de suie, d'autres sont remplis de couches épaisses. Cela dépendait probablement du combustible employé. Il faut cependant admettre que les dépôts dans les cheminées et la « tubulature » sont plus rares que dans les chambres de chaleur.

(343) A. KÖLLING, *Über den Gebrauch der Steinkohle im Bereich des Saarkohlenbeckens in römischer Zeit*, dans *Germania*, 37, 1959, pp. 246-250.

(344) Liège\* (B) (1907)

(345) AUSONE, *Mosella* (v. 337).

- (346) SENEQUE (*Epist.*, XI, 86, 10).
- (347) Traduction libre de MARTIAL (*Epigr.*, X, 48).
- (348) Ce qui nous paraît étonnant, c'est que F. Kretzschmer utilise quatre séries de *tubuli* verticaux faisant office de cheminées. Etant donné que les « séries » sont nombreuses dans l'hypocauste de Saalburg (fig. 309), cela nous paraît fort peu. Si plusieurs cheminées supplémentaires avaient été ouvertes, la surface murale aurait présenté des isothermes beaucoup plus réguliers et la zone hachurée se serait étendue et, peut-être, dans ce cas, les murs seraient-ils devenus chauffants ? D'autre part, la multiplication des cheminées aurait augmenté le tirage et par conséquent la consommation de combustible.
- (349) F. Kretzschmer prétend que ces gorges *creuses*, dans les bains, sont tellement courantes le long de la jointure des murs avec la surface supérieure de la *suspensura* que leur seule présence peut, dans les fouilles, servir de preuve à l'existence d'un bain (il cite ensuite deux exemples seulement). Cela nous étonne, car nous n'avons rencontré aucune gorge creuse de ce genre dans nos recherches. Ce qui, par contre, est très courant, ce sont les joints étanches en quart et rond qui garnissaient les jointures des murs perpendiculaires dans les fonds de baignoires ou sur les *suspensura*.  
Exemples : — Tongres\* (B),  
— Liège\* (1907) (B), etc...
- (350) VITRUVÉ, V, 10 : « Il convient qu'au-dessus des bains chauds, il y ait une double voûte pour que la vapeur qui pénètre se dissipe dans l'intervalle qui les sépare et ne pourrisse pas aussi vite la charpente » (Trad. : De Bioul).
- (351) MARTIAL (*Epigr.*, VI, 42).
- (352) *Convection* : mouvement d'un fluide dû à une variation de la température (dans ce cas : air chaud) (Petit Robert, 1973).  
*Rayonnement* : émission et propagation d'un ensemble de radiations avec transport d'énergie et émission de corpuscules (Petit Robert, 1973).  
*Conduction* : transmission de la chaleur dans un corps conducteur (Petit Robert, 1973).
- (353) Rappelons-nous le passage de PLINE LE JEUNE : « Huc illuc digerit » (*Epist.*, II, 17, 9). Cette expression semble trouver, selon F. Kretzschmer, dans ce processus de réglage, sa signification la plus plausible, notamment lorsqu'on pense à l'hiver italien.
- (354) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 35.
- (355) Voir *praeurnium* de Rulles\* (B).
- (356) Le rapport de fouilles n'en parle pas.

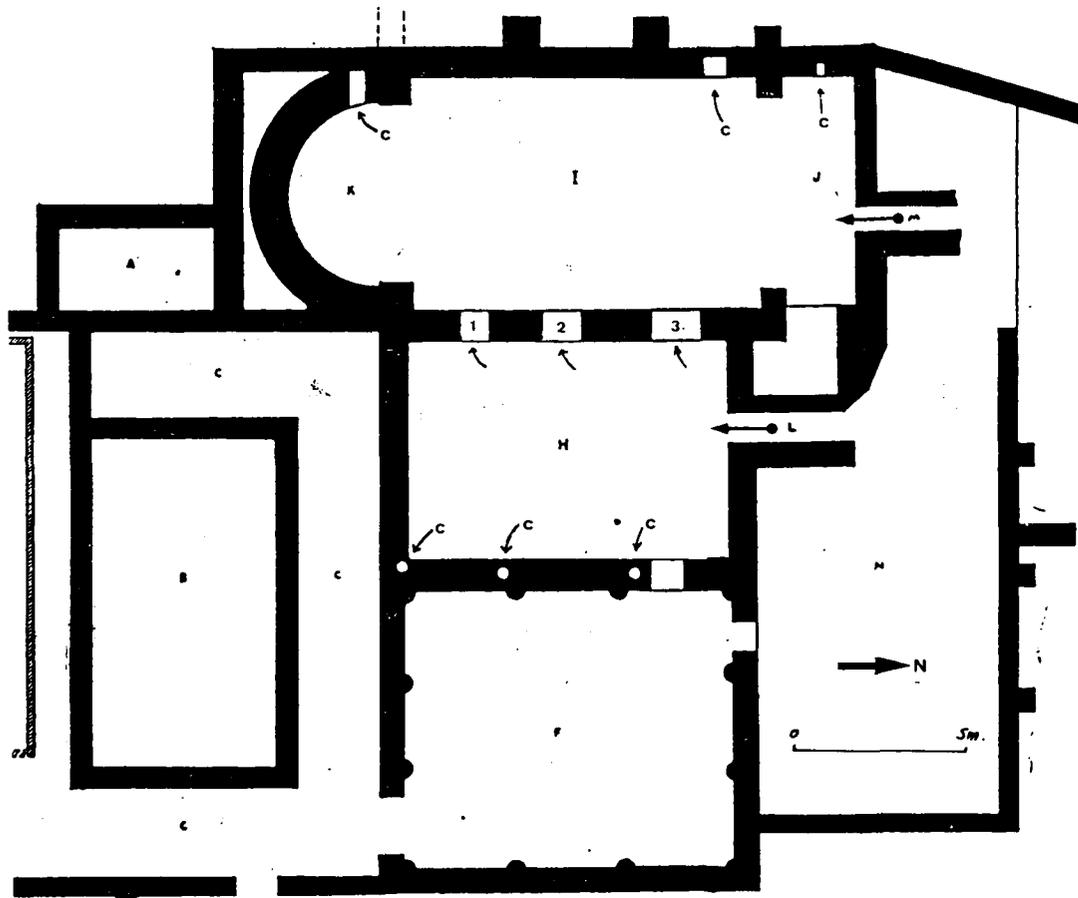


Fig. 321 : Glanum\* (F)

## CHAPITRE VII

# LE CHAUFFAGE DE L'AULA PALATINA DE TREVES<sup>(357)</sup>

Ce chapitre est la relation d'une autre étude de F. Kretzschmer<sup>(358)</sup> sur le chauffage de l'Aula Palatina de Trèves (fig. 322). Nous avons cru utile de la résumer également dans les quelques pages qui suivent.

Peu de temps après l'expérience de Saalburg, on découvrit, en 1952, lors de travaux de rénovation, que l'Aula Palatina de Trèves conservait encore sur une hauteur de 8 m (mur occidental) des traces de « tubulature ». Ce fait intriga fort F. Kretzschmer car cela semblait contredire les conclusions qu'il avait tirées de l'expérience de Saalburg, à savoir, d'une part, que les murs « tubulés » ne chauffaient pas et servaient uniquement à empêcher les condensations de vapeur sur les murs et, d'autre part, qu'on ne retrouve de « tubulature » que dans les bains. Or, dans ce cas, manifestement il ne s'agissait pas de bains et la « tubulature » y avait été placée pour chauffer, sinon à quoi eut-elle pu servir ?

N'ayant pas de réponse de nature archéologique, F. Kretzschmer entreprit alors, par le calcul, de rechercher dans quelle mesure l'apport du chauffage mural était nécessaire pour maintenir la température de l'Aula Palatina dans des limites acceptables en fonction, bien sûr, des variations de la température extérieure.

Au point de départ de ses calculs, il considère que la « tubulature » murale était réellement chauffante. Pour cela, elle devait être traversée régulièrement et partout par les gaz chauds, contrairement à la « tubulature » de Saalburg. Cela n'était possible que si la « tubulature » fonctionnait comme un radiateur, c'est-à-dire que les derniers *tubuli* des rangées verticales (séries) devaient être reliés entre eux par une tuyauterie horizontale<sup>(359)</sup>.

### Méthode :

La figure 323 montre un schéma où on a rangé de gauche à droite le parcours des gaz chauds (en abscisses = quantités de chaleur). En ordonnées, les températures de ces gaz. La température d'entrée des gaz chauds est  $t_e$ . Une quantité  $Q_1$  de chaleur passe à travers la *suspensura* et entre dans la salle par le sol. Il y a une chute de température des gaz pendant le passage des gaz dans la chambre de chaleur, jusqu'au  $t_{\dot{u}}$ .  $t_{\dot{u}}$  est la température des gaz chauds lorsqu'ils passent de l'hypocauste dans la « tubulature ». La température n'est évidemment pas partout égale dans la chambre de chaleur ; on la désigne par la quantité  $t_{mh}$  qui est obtenue comme le montre la figure 323 ( $t_{mh} = 1/2(t_e - t_{\dot{u}})$ ). A partir de là, les gaz entrent dans les murs creux, ils donnent une quantité de chaleur  $Q_2$  et leur température tombe de  $t_{\dot{u}}$  à  $t_a$ . C'est au point  $t_a$  que débute les cheminées obliques qui traversent le mur pour déboucher à l'air libre (fig. 323). A cet endroit le schéma montre une température  $Q_3$ .

Toute cela doit ensuite être traduit en chiffres. Malheureusement, si les dimensions et les matériaux sont connus, il reste encore deux inconnues : la quantité de chaleur fournie au départ et le rapport entre  $Q_1$  et  $Q_2$ .

On ne sait exactement comment fonctionnait le feu dans l'Antiquité, à porte fermée ou ouverte ? Cela influençait considérablement les températures des gaz chauds à l'entrée de la chambre de chaleur. Ne pouvant répondre à cette question, F. Kretzschmer, pour résoudre son équation à deux inconnues, préfère donner une valeur théorique au rapport :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \varphi$$

De là, il entreprend tous ses calculs en donnant à C toutes les possibilités de valeurs qui se trouvent entre  $\varphi = 0$  et  $\varphi = 1$ .

$\varphi = 0$  est une valeur limite où il n'y a que le sol qui chauffe.

$\varphi = 1$  : le sol et les murs participent au chauffage de la même façon.

C'est entre ces deux valeurs, propose F. Kretschmer, qu'a dû se trouver la réalité.

F. Kretschmer nous livre ensuite les résultats de ses calculs (voir fig. 324, 325, 326 et 328) : toutes ces figures montrent les mesures faites dans le domaine des possibilités théoriquement admissibles entre le rapport  $\varphi = 0$  et  $\varphi = 1$ . Le domaine de la réalité (théoriquement admissible) est, dans chaque figure, représenté par une zone hachurée qui seule nous intéresse.

Il a fallu également choisir une date (en hiver) pour fixer les conditions de départ des températures extérieures (+ 4°) et intérieures (+ 15°) qui allaient être prises en considération pour les calculs.

Dans ces conditions, on a besoin d'une quantité de chaleur dans le bâtiment de  $Q = 580.000$  Kcal/h.

Dimensions de la surface à chauffer (fig. 327) :

— surface du sol de l'abside :	286 m <sup>2</sup>
— surface de la nef longitudinale :	<u>1.530</u>
	1.816 m <sup>2</sup>
On enlève 10% pour les pilettes d'hypocauste	— <u>180</u>
— Surface du sol chauffant efficacement	1.636 m <sup>2</sup>
— Partie tubulée du mur ouest	450
— Partie tubulée du mur est	450
— Mur sud chauffé par l'extérieur	215
— Mur nord de l'abside laissé hors de considération	<u>0</u>
Toute la surface murale chauffée :	1.115 m <sup>2</sup>

La pièce a 29 m de hauteur ; volume total :  $J = 52.700$  m<sup>3</sup>. Pour les figures 324, 325, 326 et 328, les signes des formules sont chaque fois expliqués.

Il faut ajouter :  $V_B$  = température de la surface du sol

$V_W$  = température de la surface chauffante du mur.

$QO = Q_1 + Q_2 + Q_3$  = chaleur totale dégagée par le feu en Kcal/h.

$H = 4.700$  Kcal/kg = capacité de chauffage du bois de chêne brûlé.

Pour évaluer le résultat de ses calculs, F. Kretschmer doit trouver une valeur de  $\varphi$  entre les limites  $\varphi = 0$  et  $\varphi = 1$  et correspondant à la façon dont on faisait le feu dans l'Antiquité. Ceci ne peut se faire que si une ou plusieurs données déterminantes desquelles dépend  $\varphi$  sont connues, soit *par expérimentation*, soit *par les écrits antiques*.

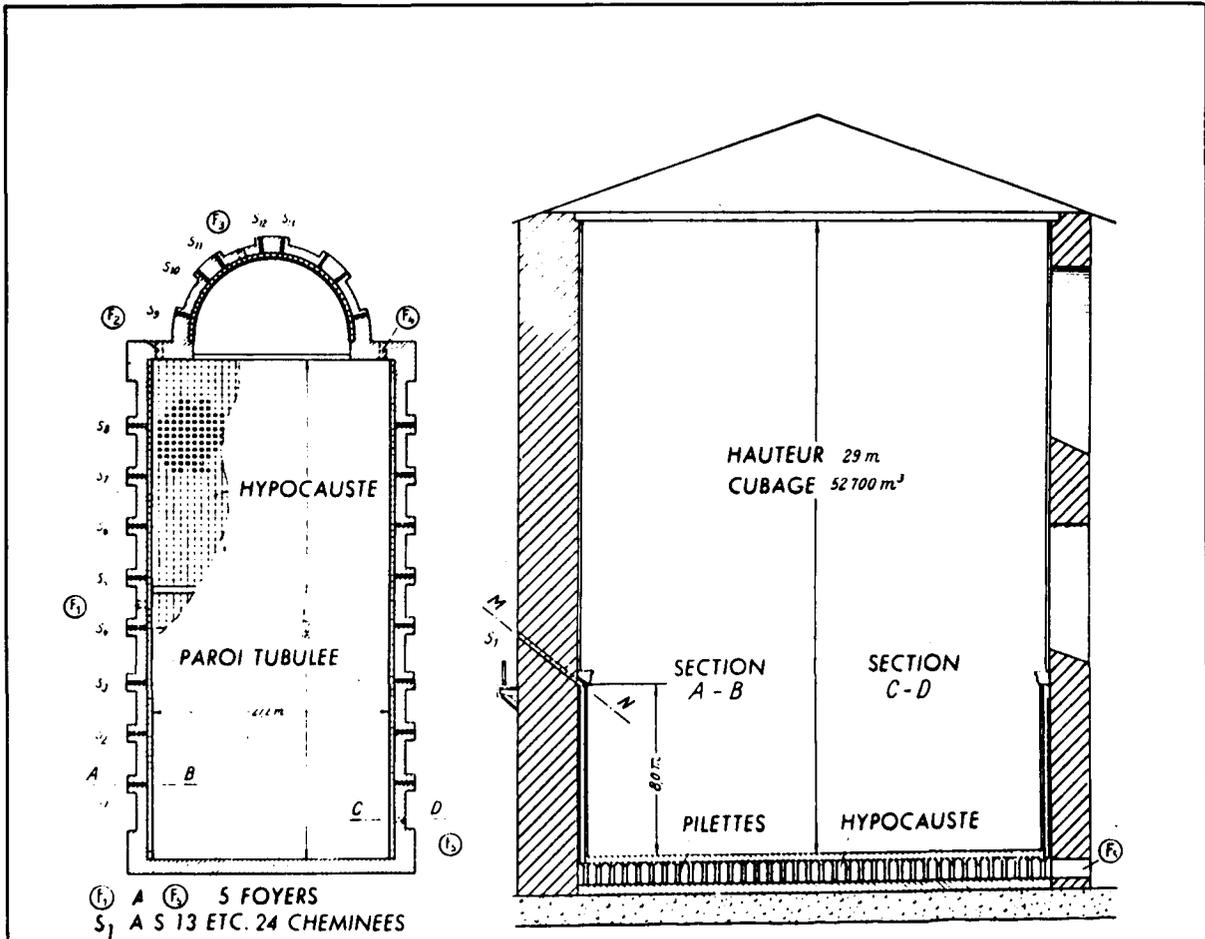


Fig. 322 : Aula Palatina - Trèves\* (D).

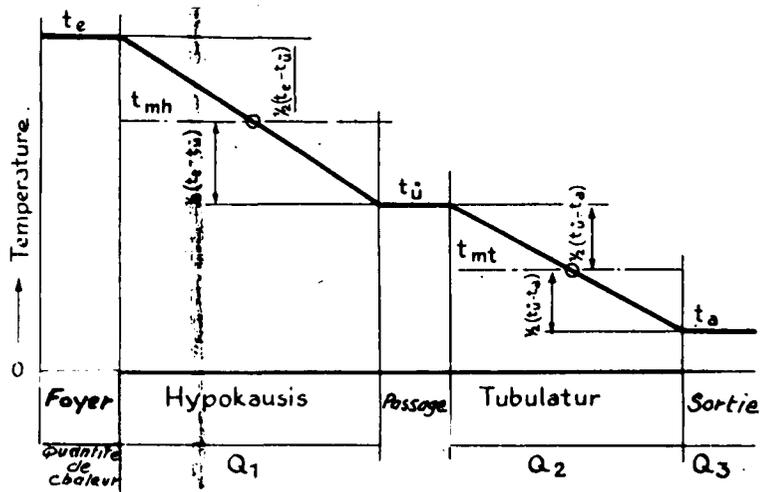


Fig. 323 : Aula Palatina - Trèves\* (D).

**Aula Palatina**

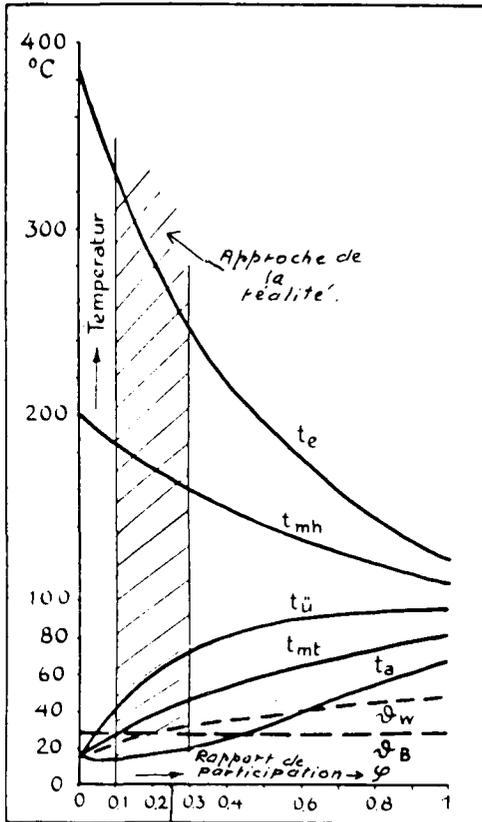


Fig. 324 : Les températures.

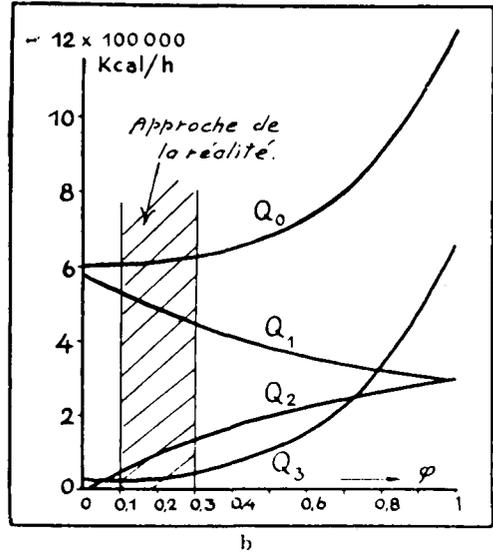


Fig. 325 : Les mélanges de chaleur.

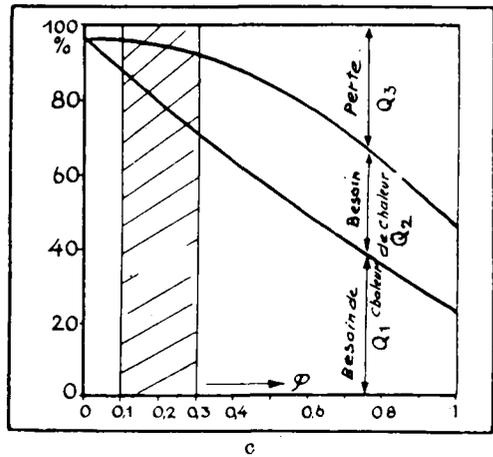


Fig. 326 : Bilan de chaleur.

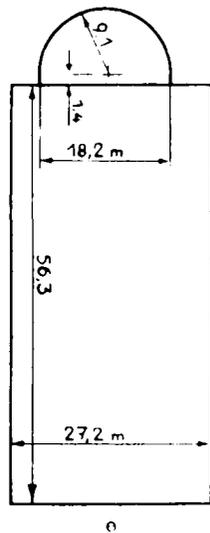


Fig. 327 : Dimensions du monument.

**Aula Palatina**

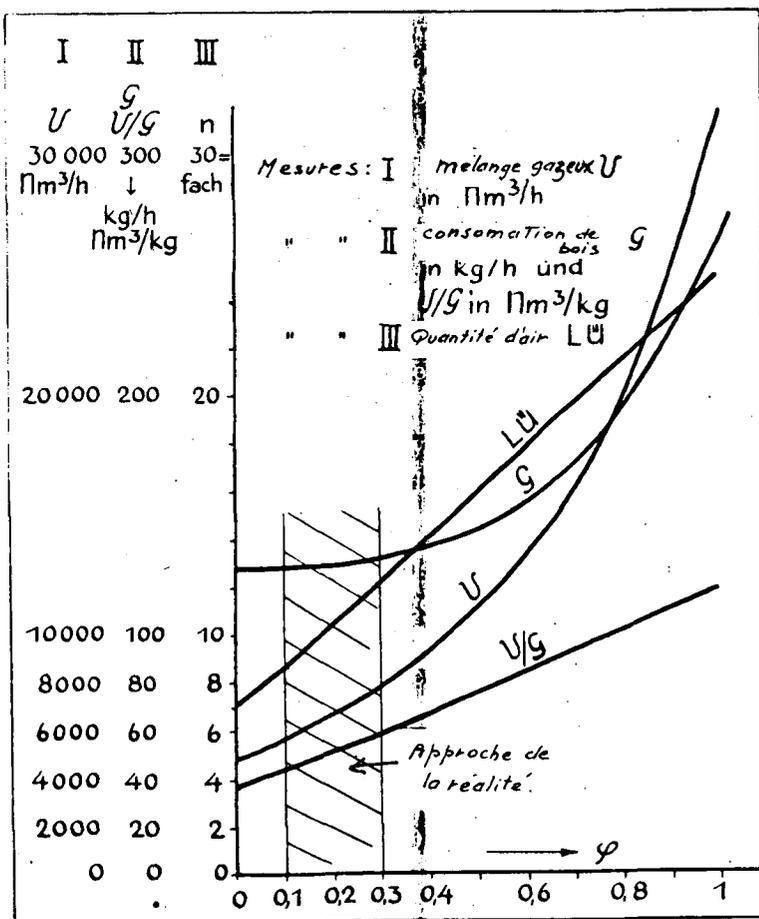


Fig. 328

Heureusement, dit-il, nous pouvons puiser aux deux sources. Tout d'abord, il se base sur un *texte de Statius*<sup>(360)</sup> qui décrit la façon dont on fait un feu sous le sol d'une salle de jeu de balle. Ce dernier préconise peu de tirage et une quantité pas trop excessive de fumées (voir figure 328) avec une température de cheminée (ta, fig. 323) basse. Ces conditions se retrouvent plus dans la partie gauche que droite des figures 324 et 328.

Il reprend ensuite un texte de *Martia*<sup>(361)</sup> où on chauffe un sol de marbre par un feu modéré.

L'autre source à laquelle se réfère F. Kretzschmer, est l'*expérience de Saalburg*. Si l'on compare les mesures des figures 324 et 328 avec celles de Saalburg, on remarque une équivalence dans la région graphique qui va de  $\varphi = 0,1$  à  $\varphi = 0,3$ .

Pour établir cette comparaison, c'est la quantité de CO<sub>2</sub> et la quantité d'air qui ont été particulièrement déterminantes.

La figure 329 (tableau) nous montre les chiffres de comparaison entre Saalburg et l'Aula Palatina.

Nature de la mesure		Saalburg	Aula Palatina calculé pour C = 0,1... 0,3
quantité de CO <sub>2</sub> dans la fumée		2,6... 1,4%	2... 1,5%
quantité d'air en surplus		7,4... 16 u.	8,6... 12 u.
Degré d'efficacité		90%	96... 92%
Perte de chaleur des fumées	Q <sub>3</sub>	10%	4... 8%
Température dans le praefurnium	te	320°... 220°	348°... 248°
Temp. moyenne dans la ch. de chaleur	t <sub>mh</sub>	120°... 90°	184°... 159°
Température de passage de la chambre de chal. vers les « tubulatures »	t <sub>ü</sub>	40°... 60°	40°... 61°
Température à la sortie des cheminées	ta	15°... 22°	13°... 19°
Température murale	V <sub>W</sub>	19°... 30°	21°... 32°
Température des sols	V <sub>B</sub>	25°... 35°	27°

Fig. 329

Il est à remarquer que les calculs donnent pour l'Aula Palatina des températures, dans la chambre de chaleur, plus élevées que celles relevées à Saalburg. Cela est normal si on tient compte du fait que, dans l'Aula, la surface du sol à chauffer est beaucoup plus grande.

A la suite de ce qui précède (témoignages et expérience), F. Kretzschmer considère qu'il faut admettre comme vraisemblable le rapport :

$$\varphi = 0,1 \text{ à } 0,3$$

ce qui veut dire, en d'autres termes, que de toute la capacité de chauffage, le sol reprend 10/11° à 10/13° ou 91 à 77% du chauffage, les murs reprennent 1/11° à 3/13° ou 9 à 23% du même chauffage.

La participation des murs « tubulés » au chauffage n'est pas vraiment considérable mais les calculs montrent qu'on ne peut vraiment s'en passer. Ils ont une capacité de chauffe de 9 à 23% de l'ensemble.

Pour une fonction moyenne de  $\varphi = 0,2$  (fig. 325), on a une capacité de chaleur du sol de 480.000 Kcal/h. Le sol a 1.636 m<sup>2</sup> de surface, ce qui veut dire que l'hypocauste fournit par m<sup>2</sup> :

$$Q_1 = \frac{480.000}{1.636} = 294 \text{ Kcal/m}^2$$

Le besoin de chaleur moyenne d'un tel bâtiment doit se situer aux environs de 18 Kcal/m<sup>3</sup>. dans ce cas, 1 m<sup>2</sup> de surface du sol peut chauffer un volume en m<sup>3</sup> de 294 : 18 = 16 m<sup>3</sup> ou une colonne d'air de 16 m de hauteur sur 1 m<sup>2</sup> de base, cette hauteur est la hauteur limite. Cette hauteur limite peut varier en fonction d'autres composantes. Si l'on n'en tient pas compte, trois possibilités se présentent :

- 1) si un bâtiment est plus bas que cette hauteur limite, la capacité de chauffe du sol dépasse le besoin de chaleur. On doit donc, dans ce cas, ou chauffer parcimonieusement, ou obtenir une chaleur excédentaire qui peut être utilisée pour des pièces annexes.
- 2) si la hauteur du bâtiment est égale à cette hauteur limite, on n'a pas de chaleur excédentaire.
- 3) si la hauteur du bâtiment dépasse cette hauteur limite, il faut ajouter un chauffage mural supplémentaire.

Cette notion de hauteur limite pour un chauffage par le sol est importante. Et des bâtiments chauffés sur une telle hauteur n'existent pas (ou plus ?) en dehors de l'Aula Palatina de Trèves. C'est pourquoi, elle apparaît comme un cas unique.

Malgré sa hauteur de 30 m, l'Aula, d'après la figure 326, n'exigeait pas un chauffage mural ne dépassant guère, en moyenne 15%. Cela semble peu mais il ne faut pas oublier qu'il y avait 1.115 m<sup>2</sup> de surface murale chauffante. La grande surface compensait le peu de chaleur émise.

C'est pour cela qu'il paraît inexplicable, à première vue, que l'on ait « tubulé » les murs sur une hauteur de 8 m seulement, contrairement aux thermes où toute la surface murale était « tubulée » et même, dans certains cas, les voûtes.

Cette dernière constatation renforce F. Kretzschmer dans son opinion, à savoir que la « tubulature » des thermes ne chauffait pas, sinon, dans bien des cas, elle eut apporté une quantité de chaleur excédentaire<sup>(362)</sup>.

### Les cheminées

L'Aula Palatina de Trèves est, dans le nord de l'Empire, le seul bâtiment conservé jusqu'à hauteur des cheminées (entre 8 et 10 m). On ne sut, pendant très longtemps, si les cheminées se prolongeaient jusqu'au toit (29 m) ou si elles sortaient à cet endroit à l'air libre. L'expérience de Saalburg, selon F. Kretzschmer, a tranché la question. Selon lui, les cheminées traversaient obliquement le mur et débouchaient à l'air libre à 10 m au-dessus du sol (fig. 322 - coupe verticale). En effet, elles fournissaient à cet endroit, une température  $t_a = 13$  à  $19^\circ$  (fig. 324) par rapport à une température extérieure de  $+ 4^\circ$  Celsius et un tirage de 1 mm WS<sup>(363)</sup>. Ce qui est plus que n'exige un feu de bois antique sans grille et avec passage d'air par-dessus.

F. Kretzschmer suppose que ces cheminées ne se terminaient pas de la façon dont on les trouve dans leur état actuel, par un simple trou, mais par une structure qui protégeait contre le vent. Parce qu'un vent d'une force moyenne de 1,5 mm/sec qui vient obliquement contre le mur, provoque déjà une pression de 1,5 mm WS et élève le tirage dans la cheminée de 1 mm WS.

L'Aula Palatina est un monument remarquable, les surfaces murales et les surfaces fenestrées sont séparées par de fins « piliers ». Ce qui est exceptionnel, c'est que cette élégance dans la construction ne descend pas jusqu'à la base mais commence seulement au tiers de la hauteur totale à cause de la « tubulature ». Ici se répète une caractéristique que l'on retrouve souvent. Aux thermes impériaux de Trèves, par exemple, les bains chauds, y compris le *caldarium*, montrent une surface de murs larges et fermés avec, à l'exception de l'abside centrale, des fenêtres hautes. Ces murs aveugles étaient nécessaires à l'installation des « tubulatures ». Les parties « tubulées » du bâtiment sont donc peu en relief et montrent à l'extérieur un aspect sombre et morne : il suffit de se référer aux palais de Constantin à Arles ou à la laideur des thermes de Pompéi.

\* \* \*

### NOTE

Impressionné par les quantités énormes de bois nécessaires pour chauffer l'Aula Palatina, nous avons demandé à une firme de chauffage à air chaud de calculer quelle devrait être la capacité d'un générateur à air chaud pour chauffer un tel bâtiment et quelle en serait la consommation (fuel) pour y maintenir une température intérieure de  $15^\circ$  Celsius avec une température extérieure de  $+ 4^\circ$ .

*Calcul du nombre de Kcal (1 Kcal = 1.000 calories) nécessaires pour compenser les pertes de chaleur dues aux murs, aux fenêtres, etc...*

$\Delta t = 11^\circ$  (différence entre la température intérieure et la température extérieure)

k = coefficient spécifique de conductibilité de chaque élément de construction (ex. : k = 6 pour les vitres).

Pour arriver à une température intérieure de  $15^\circ$ , il faut :

$$k \times \Delta t$$

Exemple : vitres : k = 6 ; donc  $6 \times 11 = 66$  (coefficient de perte calorique par  $m^2$  pour les vitres).

Pertes à compenser : vitres	: 1122 $m^2$ x 66 =	74.052 Kcal
murs	: 1318 x 5 =	6.950
	88 x 4 =	352
sol	: 1686 x 21 =	35.406
plafond	: 1686 x 31 =	<u>52.266</u>
		188.906 Kcal.

Volume du local :  $1686 \times 29 = 48.894 m^3$ .

Kcal nécessaires pour amener le volume d'air à une température de  $+ 15^\circ$  :

$$48.894 \times k(0,306) \times \Delta t = 164.577 \text{ Kcal.}$$

Il faut donc pour amener le local à une température de  $+ 15^\circ$ , en compensant les pertes caloriques :

$$188.906 + 164.577 = 353.483 \text{ Kcal/heure.}$$

Il faut encore multiplier ce nombre par un coefficient de perte calorique qui est dû à l'appareil de chauffage lui-même et qui est de 1,25 :

$$353.483 \times 1,25 = 441.854 \text{ Kcal/h.}$$

Ce chiffre est, à peu de chose près, celui auquel a abouti F. Kretzschmer dans ses calculs. Pour chauffer l'Aula Palatina avec des moyens modernes, il faudrait employer un générateur d'une capacité de 500.000 Kcal/h. Cependant, cet appareil ne peut renouveler le volume total d'air du local qu'une fois par heure, ce qui, selon le technicien consulté, est insuffisant pour une température de  $15^\circ$ . Il faut, dans ce cas, employer un générateur de 1.000.000 de Kcal/h. Pour arriver à la température voulue ( $+ 15^\circ$ ), il faudrait mettre cet appareil en marche 8 à 10 heures à l'avance en fonctionnant la moitié du temps. Ensuite, lorsque le local serait à la température voulue et grâce au thermostat, il devrait fonctionner un quart d'heure environ par heure.

Consommation en fuel : un appareil de 1.000.000 Kcal consomme 142 litres de fuel à l'heure (capacité maximum) ce qui donne, au taux actuel : ( $\pm 15$  F l litre de fuel de chauffage) (janvi. 84).

$$142 \times \pm 15 = 2.130 \text{ francs à l'heure}$$

### Générateur à bois

Cela est intéressant puisqu'il s'agit du même combustible que celui employé dans l'Antiquité. Cependant, il faut tenir compte du fait que les moyens modernes de chauffage utilisent d'une façon très différente les kilocalories produites par le bois (isolation, etc...)

1 kg de bois donne 4.000 Kcal/h.

A l'Aula Palatina, un générateur d'un million de kilocalories exige :

- a) pour le préchauffage : 250 kg de bois par heure
- b) pour maintenir le local à la température voulue, il est important, pour cet appareil, contrairement aux générateurs à mazout, d'être en fonctionnement continu. Cependant, la consommation peut être estimée raisonnablement en la situant aux environs de 125 kg de bois par heure (c.-à-d. la moitié de ce qu'il faut pour le préchauffage). Nous sommes loin du « *Ignis languidus* » de Staius !

- (357) *Aula Palatina*, *op. cit.*, voir note 103.
- (358) F. KRETZSCHMER, *Die Heizung der Aula Palatina in Trier, Ein Versuch ihrer Deutung und der Aufklärung ihrer Betriebsweise*, dans *Germania*, 33<sup>e</sup> an., (1955), heft 3, pp. 200-210.
- (359) Cette liaison horizontale n'est pas, semble-t-il, une supposition ; elle aurait été retrouvée à plusieurs reprises au cours de fouilles. A *Carnuntum* (Altenbourg\*, Autriche), par exemple, ville pour laquelle nous citons la référence de F. Kretzschmer, dans *RLIO*, 6, (1905), pp. 87-88 ; &, (1907), 33 p. (voir aussi fig. 272).
- (360) STATIUS (*Silvae*, I, 5, 58) : « ... ubi languidus ignis inerrat aedibus et tenuum volvunt hypocausta vaporem ».
- (361) MARTIAL (*Epigr.*, VI, 42, 15) : « ... Et flamma tenui calentophitae ».
- (362) Après ce passage, F. Kretzschmer a calculé la consommation de bois des cinq *praefurnia* de l'aula. Voir à ce sujet, p. 34.
- (363) 1 mm WS = voir page 175.

## CHAPITRE VIII

# ÉTUDE CRITIQUE DES PROBLÈMES RELATIFS AU FONCTIONNEMENT DES HYPOCAUSTES SELON LES AUTEURS

Nous avons dit, en commençant cette deuxième partie consacrée au fonctionnement des hypocaustes, que ces derniers avaient fait couler beaucoup d'encre. Pour cette raison, nous n'allons pas nous livrer à une étude critique minutieuse de chaque article ou monographie consacrée à ce sujet. Cela déborderait, d'ailleurs, grandement le cadre de ce travail. Nous avons essayé, au contraire, et pour la bonne compréhension du lecteur, d'extraire de cette littérature volumineuse les auteurs les plus marquants et de résumer, en quelque sorte, leurs théories tout en respectant leur pensée.

L'histoire de l'étude du chauffage est centrée principalement autour de deux grands thèmes qui ont été, chacun, à l'origine de polémiques. L'un, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, est basé sur la croyance qu'avaient certains auteurs qu'il existait une communication directe, permanente ou alternative, entre la chambre de chaleur et la pièce à chauffer. L'autre, plus proche de nous et lancé par F. Kretzschmer, est basé sur le fait que le chauffage mural dans les bains ne chauffait pas. Affirmation qui fut longuement critiquée.

En tout bien tout honneur, nous devons d'abord relater l'opinion de J.J. Winckelmann<sup>(364)</sup> à propos des hypocaustes.

Winckelmann pensait que les hypocaustes existaient bien avant la destruction de Pompéi et décrit le système employé dans la villa de Tusculana (Herculanum). Il y décrit une chambre de chaleur qui alimentait également en air chaud un étage supérieur de la villa, dans les chambres duquel des tuyaux débouchaient. Les extrémités de ces tuyaux en argile étaient décorées par des têtes de lion et pouvaient être fermées par des « bouchons ». Donc, dans ce système, l'air chauffé directement par le foyer débouchait (avec les fumées ?) dans la pièce à chauffer. Ce texte de Winckelmann influencera par la suite bon nombre d'archéologues.

*Général Morin (1874)*<sup>(365)</sup>

Nous avons dit plus haut que l'intérêt pour le chauffage par hypocauste fut renouvelé à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par les découvertes concernant les théories sur la chaleur et la thermodynamique. Ce fut le cas pour le général Morin. La seule solution pour chauffer les baignoires, écrit-il, est de conduire les gaz de combustion au-dessous de celles-ci. De plus, il observe que les feux n'étaient pas allumés « sous le sol des salles mais dans un foyer particulier » et il insiste sur la bonne étanchéité nécessaire de la *suspensura* pour éviter « aux gaz plus ou moins délétères » de pénétrer dans la pièce à chauffer. Nous avons vu, en outre, ce qu'il écrit au sujet de la chambre de chauffe et du foyer dans le chapitre qui leur a été consacré. Le général Morin n'a pas de certitude quant au rôle des *tubuli* et il leur attribue une fonction de ventilation et de renouvellement de l'air, car il ne savait pas qu'ils étaient en communication directe avec la chambre de chaleur. Il réfute d'ailleurs énergiquement cette hypothèse : « Je ferai d'abord remarquer que la partie inférieure et verticale de ces tuyaux ne pouvait, comme le disent quelques auteurs, plonger et déboucher dans l'hypocauste rempli de fumée puisqu'alors ils auraient, par les orifices qu'ils présentaient, introduit dans les salles cette fumée, qui en aurait rendu le séjour intolérable »<sup>(366)</sup>.

M.A. de Caumont (1870)<sup>(367)</sup>

Les affirmations du général Morin concordent avec les écrits de M.A. de Caumont<sup>(368)</sup> qui supposait que l'air chauffé directement par le foyer entrerait dans la pièce à chauffer par les ouvertures de la « tubulature ».

Le général Morin base sa théorie sur une lettre de Sénèque<sup>(369)</sup> disant : « Sous le sol du *laconicum* se trouve une pièce voûtée dans laquelle le feu est maintenu sur tous les côtés, le long des murs et sur la partie inférieure de la voûte, des conduits faits de différentes pièces de poterie jointes (bout à bout) ou des *tubuli* transmettent la chaleur produite par la flamme et les vapeurs... ». Le général Morin croyait donc que ces *tubuli* transportaient un air chauffé *indirectement*. En cela, il se référait à un système trouvé dans le *laconicum* (actuellement sacristie) de l'église Ste-Cécile à Rome, là où des conduits horizontaux le long de la partie inférieure de la *suspensura* étaient chauffés par les gaz de combustion. Cet air chaud était conduit dans des *tubuli* verticaux à travers les murs de l'église où il avait un rôle de chauffage par rayonnement (fig. 330).

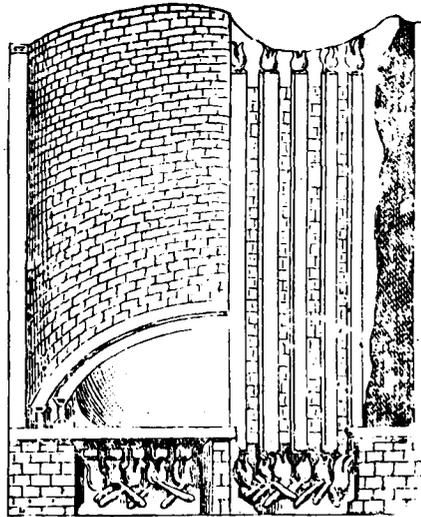


Fig. 330 : Ste-Cécile (Rome)

J. Overbeck (1884)<sup>(370)</sup>

Les différentes descriptions de Pompéi, datant de la fin du siècle, contribuèrent également à soutenir l'intérêt des archéologues pour le chauffage par hypocauste, notamment celle de J. Overbeck.

L. Jacobi (1897)<sup>(371)</sup>

Il étudie les hypocaustes du Kastell de Saalburg d'une façon très approfondie et exprime, sur les constructions et le tirage des cheminées, des idées qui, d'une façon générale, rejoignent celles de F. Kretschmer (voir plus haut). Ensuite, L. Jacobi expose la théorie qui sera le point de départ de la première querelle opposant les partisans du chauffage par air chaud direct (théorie de Jacobi) et ceux du chauffage à air chaud indirect.

Jacobi admet que les *tubuli* peuvent chauffer par air indirect (rayonnement) l'atmosphère de la pièce, mais il fait coexister avec ceci un autre système. On trouve, dit-il<sup>(372)</sup>, dans certains cas, des tuyaux dans les coins des pièces (voir figure 198, p. 119) qui ne montent pas le long des murs mais s'arrêtent au niveau du sol (*suspensura*) et s'ouvrent dans les pièces. Ces « sorties » pouvaient être fermées avec une plaque de terre ou d'argile, et cela aussi longtemps que le feu marchait. Lorsque tout le sous-sol et les pilettes étaient bien chauffées et que le feu, dans le *praefurnium*, était éteint, on laissait entrer (par le sous-sol) de l'air frais qui s'échauffait rapidement et entrerait par les ouvertures

de la pièce. Pour affermir sa conviction, L. Jacobi se base sur une installation médiévale qui fonctionnait au château des chevaliers allemands à Marienburg. Le feu chauffait d'abord, dans une pièce souterraine, une masse de blocs de granit légèrement en encorbellement. Après chauffage de ces derniers, on laissait le feu s'éteindre, on fermait l'ouverture de cheminée et on laissait l'air froid entrer et circuler dans la pièce souterraine chaude, de même que dans les canaux muraux (*tubuli*) et dans la pièce à chauffer par des *ouvertures réglables*. Cette chaleur pouvait, comme les essais l'ont confirmé, écrit Jacobi, se maintenir pendant des semaines sans nécessiter un nouveau feu. Jacobi croit que cela a dû se passer de la même façon pour les hypocaustes romains. En effet, écrit-il, lorsqu'on considère la construction et la grosse épaisseur du sol (*suspensura*) qui repose sur les piliers, on s'aperçoit que la chaleur emmagasinée pouvait être considérable.

Nous devons signaler ici un système de régulation semblable qui a été trouvé en Belgique, à la villa de Ronchinne (voir figure 232, p. 129), dans l'hypocauste mixte de la « touraille ». « Ces conduits s'élevaient en pente douce pour déboucher aux angles où une tuile faîtière, *imbrex*, destinée à régler le tirage se trouvait encore sur l'ouverture des cheminées au moment de la découverte »<sup>(373)</sup>. A. Bequet considère qu'il s'agit de cheminées ; peut-être restait-il en place un reste de construction au-dessus du niveau des *imbrices* ? S'il n'y avait rien au-dessus, on pouvait croire, comme le fit probablement Jacobi à Saalburg, que les canaux débouchaient dans la pièce à chauffer et étaient régis par des ouvertures réglables.

Nous verrons plus loin que la théorie de Jacobi a été, c'est le moins qu'on puisse dire, discutée abondamment et surtout par F. Kretschmer.

#### O. Krell (1901)<sup>(374)</sup>

Un peu plus tard, O. Krell introduit une théorie nouvelle. Il soutient que *les hypocaustes n'étaient pas toujours des systèmes de chauffage*. Il admet qu'ils fonctionnaient comme appareil de chauffage, uniquement pour chauffer de petites pièces et, pour chacune des pièces à chauffer, il fallait un hypocauste. La *suspensura* ne transmettait pas de chaleur, cette dernière étant amenée dans la pièce par l'intermédiaire de *tubuli*. Dans ces conditions, les foyers étaient allumés uniquement avec du charbon de bois.

Sa thèse principale était que les pilettes étaient construites de pierres à chaux et de plâtre (?) et n'étaient pas du tout ignifuges ; les sols étaient d'une telle épaisseur qu'ils étaient impénétrables par un feu allumé dessous qui les aurait d'ailleurs craquelés et abîmés dans le cas contraire. Il soutient qu'il n'y avait pas non plus de traces de suie et de cendres dans les espaces dits de chauffage. C'est pour toutes ces raisons que Krell affirme que ces aménagements en hypocauste ont simplement servi à sécher les bâtiments après qu'ils aient été construits. Le réel chauffage, écrit-il, était le brasero que Krell a bien étudié mais dont il surestime l'importance. Il insiste d'ailleurs sur le fait que les thermes de Stabies à Pompéi ont été chauffés uniquement avec des braseros pendant plus d'un siècle, avant l'invention de l'hypocauste, et qu'aucun bain de Pompéi n'a été chauffé par hypocauste.

Il conclut en soutenant que, à la fois, *les appartements et les bains, dans l'Antiquité, étaient chauffés par des braseros* qui ne produisaient aucune suie, aucune fumée et n'étaient pas dangereux pour la santé. Les murs creux et les sous-sols, dans les bains de Pompéi, servaient uniquement à sécher le bâtiment comme le dit Vitruve.

Les théories de Krell, on s'en doute, furent vivement critiquées.

#### G. Fusch (1910)<sup>(375)</sup>

Fusch apporta de nombreux arguments nouveaux. Il constate, parlant des idées de Krell, qu'il est erroné de baser des conclusions sur les bains de Stabies à Pompéi et ceux de Caracalla à Rome qui sont justement les plus anciennes constructions sur hypocauste connues.

Il reconnaît que, dans certains cas, ces hypocaustes pouvaient servir à sécher les bâtiments mais rappelle que Vitruve n'a jamais parlé de *suspensura* dans ce sens. Il signale également que les auteurs romains sont d'accord pour mentionner qu'il y avait différentes sortes d'hypocaustes : le chauffage des sols, le chauffage des murs et des sols ensemble et un système à air chaud direct. Et que les

« *Fenestrae angustae* », dont parle Pline dans sa villa de Laurentin, qui admettaient l'air chaud directement dans la pièce à chauffer, étaient peut-être plus répandus qu'on ne l'a cru antérieurement.

Fusch, contrairement à Krell, était d'accord avec Overbeck, Mau, Niessen et Jacobi pour prétendre que les bains des femmes aux thermes de Stabies étaient chauffés par hypocauste et note que l'absence de suie dans l'hypocauste romain est une de ses caractéristiques, même dans le nord de l'Empire. Winckelmann se trompait, dit-il, lorsqu'il croyait qu'il y avait des entrées séparées pour les gaz de combustion et pour l'air frais dans les bains de la villa de Diomède à Pompéi. Le système romain est très différent. Il note de plus que les murs creux en *tegulae mammatae* ne sont pas toujours, en fait rarement, en communication avec la pièce à chauffer. Ils sont là surtout, dit-il, dans un but d'isolation.

L. Bonnard (1908)<sup>(376)</sup>

L'influence du général Morin se fit encore sentir dans les travaux de L. Bonnard, qui admet avec lui que les *tubuli* servaient au chauffage par air indirect et au renouvellement de l'air vicié dans les pièces à chauffer. Son avis diffère cependant à propos des cheminées qu'il ne croit pas être la réunion d'un faisceau de *tubuli* mais bien des *tubuli* distincts répartis dans les coins de la pièce, sans ouvertures latérales, et n'ayant rien à voir avec les *tubuli* pariétaux.

Vetter (1911)<sup>(377)</sup>

Vetter rencontre l'opinion de Fusch, il considère, comme lui, que les *tubuli* et les *tegulae mammatae* sont des éléments de chauffage.

Il croit, de plus, que, dans peu de cas seulement, l'air chaud était admis directement dans la pièce au moyen de trous dans la *suspensura* qui étaient fermés par des pierres<sup>(378)</sup> et qui pouvaient être ouverts quand le charbon avait cessé de rougeoier.

Badermann (1916)<sup>(379)</sup>

Vetter est d'accord avec Badermann qui prétendait que des cheminées étaient nécessaires pour aspirer les gaz de combustion circulant dans la *suspensura*. Dans les maisons des pauvres et dans les grands immeubles, ces conduits pouvaient être également utilisés pour la ventilation. Dans les maisons luxueuses, il semble que ce problème reçut une solution correcte. Badermann suppose un système de conduits chauffants consistant en une série de conduits entre le foyer et la cheminée, distribuant la chaleur aux murs et au sol. Ce système doit avoir été développé à partir des hypocaustes où il n'était pas nécessaire de chauffer tout le sol, particulièrement dans les pièces de séjour (chauffage domestique) qui n'exigeaient pas les hautes températures des *caldaria*.

V. Balter (1931)<sup>(380)</sup>

V. Balter, quelques années plus tard, intrigué, semble-t-il, par les aménagements des hypocaustes de la villa d'Anlier (province du Luxembourg), aborde le problème. Il constate tout d'abord la carence de ceux qui l'ont précédé dans cette étude et qui, imbus de l'idée que la cheminée des hypocaustes devait être monumentale, « n'ont même pas songé que ces tubes (*tubuli*) puissent être des éléments de cheminée ». Il entreprend ensuite de détruire la théorie des partisans du « tube-chaleur » (*tubuli*) qui répand l'air chaud dans la pièce par ses ouvertures latérales (air chaud direct). Pour V. Balter, « les ouvertures latérales n'ont jamais servi, ni pu servir à répandre la matière véhiculée dans l'intérieur de la salle à chauffer ». Les Romains, dit-il, plus intelligents que nous sous ce rapport, « construisaient des cheminées petites mais nombreuses qui leur rendaient le même service qu'une grande et qui avaient sur celles-ci l'immense avantage de récupérer une bonne partie de la chaleur entraînée par les fumées ». Les théories de V. Balter, on le voit, préfigurent les idées de F. Kretzschmer sur ce sujet mais il ne pousse pas à fond sa recherche en passant, par exemple, à l'expérimentation. En parlant des « *tubuli-cheminées* », il ajoute : ... « Elles étaient en outre parfaitement juxtaposées de telle sorte que les ouvertures latérales d'une rangée verticale correspondaient exactement avec celles de la rangée voisine. De cette façon, toutes les cheminées communiquaient entre elles et formaient un véritable réseau, par lequel la chaleur et la fumée pouvaient se répandre partout avec uniformité. »

V. Balter procède, dans ce cas, à une analyse très lucide. Malheureusement, il est moins crédible lorsqu'il décrit la chambre de chauffe, le foyer et les sorties de cheminées (voir fig. 21, p. 33). Nous avons écrit, au début du chapitre concernant les chambres de chauffe, ce que, à notre avis, il fallait en penser.

F. Kretzschmer (1951)<sup>(381)</sup>

Il faudra attendre l'année 1951 pour voir enfin quelqu'un entreprendre, par une série de calculs et d'expériences scientifiques, une étude sérieuse sur le fonctionnement des hypocaustes. Nous avons étudié et décrit ci-dessus l'expérience de Saalburg dirigée par F. Kretzschmer et nous rappelons brièvement les conclusions auxquelles il est arrivé. A savoir que, *dans le chauffage par hypocauste, la « tubulature » n'a pas une fonction de chauffage mais qu'elle sert à éviter les condensations de vapeur sur les murs des salles de bains et que ce système de chauffage est essentiellement un chauffage par rayonnement.* Il rejette d'ailleurs fermement ce qu'il appelle le chauffage alternatif, en tout cas dans nos régions septentrionales. Le chauffage alternatif n'est autre que la théorie de Jacobi (et autres...) qui supposait l'admission d'air chaud directement dans la pièce à chauffer. Voyons ce qu'il écrit à ce sujet ; F. Kretzschmer décrit d'abord le système à air chaud direct : L'hypocauste était chauffé, les fumées partaient par les cheminées. Si les pilettes étaient très chaudes (si elles avaient emmagasiné beaucoup de chaleur), on fermait les cheminées et une force mystérieuse tirait l'air extérieur à travers le *praefurnium*, la chambre de chaleur et les trous dans la *suspensura* qui était fait pour cela. L'air chaud s'échauffait au contact des pilettes chaudes. On transpirait. Avec la perte progressive de chaleur des pilettes, il faisait froid à nouveau dans la pièce. On gelait. Alors on fermait une nouvelle fois les orifices dans la *suspensura* et on ouvrait les cheminées. On rallumait le feu et le jeu alternatif recommençait.

Des savants tels que Jacobi, écrit F. Kretzschmer, ont adopté cette théorie. De même qu'un homme aussi critique et objectif que Fusch. Cohausen et Jacobi pensaient même que, dans les pièces chauffées par air chaud direct, les habitants furent insensibles au CO, en pensant naturellement au CO<sub>2</sub> (car le CO, monoxyde de carbone, est un poison mortel), et que les fenêtres, s'il y en avait, devaient être ouvertes. On laissait donc simplement tirer la « fumée » de l'hypocauste dans la pièce. On se demande pourquoi, écrit F. Kretzschmer, on aurait, dans ce cas, pris la peine de mettre sur pied une installation aussi coûteuse en étanchéité.

Ensuite, F. Kretzschmer rapporte qu'il a essayé d'analyser cette théorie du chauffage à air chaud direct. Il semble y avoir, pour cela, dit-il, deux points de repère. Le premier est un rapport de fouilles de Winckelmann<sup>(382)</sup> (dont nous avons donné le contenu ci-dessus, p. 201). L'autre est la fameuse remarque de Pline le Jeune<sup>(383)</sup> où il parle de « *Angustae fenestras* » et où Jacobi voyait la sortie d'air chaud. F. Kretzschmer rappelle qu'à propos des « *Angustae fenestras* », Pline a donné une autre définition, c'est-à-dire des ouvertures réglables entre différentes chambres de chaleur pour influencer les répartitions de chaleur.

Se basant sur Pline le Jeune, Cohausen et Jacobi bâtissent très tôt (1882) cette théorie du processus à air chaud à fonctionnement alternatif. Cependant, on ne trouve pas une seule référence à ce procédé dans les sources antiques. C'est surtout la notoriété d'un maître tel que Jacobi qui a contribué à répandre cette théorie dans toutes les études scientifiques sur l'Antiquité. Cela est curieux, constate F. Kretzschmer, car, au nord des Alpes, on n'a pas encore trouvé une seule fouille qui en donne une preuve formelle. Ce qui fut néfaste, pour certains savants, c'est d'avoir transposé systématiquement les descriptions des écrivains antiques vers nos climats nordiques. En Italie, où les températures sont plus clémentes, le chauffage à pilettes n'était pas une nécessité mais un luxe. N'oublions pas que les villas de Pline étaient des résidences de luxe et, dans celles-là, un chauffage d'appoint alternatif peut avoir suffi. Il n'était d'ailleurs efficace que quelques heures. C'est la raison pour laquelle on ne doit pas mettre totalement en doute la théorie de Cohausen et Jacobi pour l'Italie. Mais un hiver germanique est tout à fait différent d'un janvier italien. Autre climat, autre système. C'est pourquoi, pense F. Kretzschmer, les progrès techniques au nord des Alpes, ont suivi leur propre voie et ont atteint un point culminant de perfectionnement. Et ce point culminant peut être très différent des sources qui sont à l'origine de ce progrès.

Le système à chauffage alternatif était un non-sens en Gaule du Nord où l'on employait le chauffage par hypocauste, continu. On a démontré ses avantages : une chaleur régulière, un air frais dépourvu de fumées, suies et cendres, son utilisation simple et commode, un feu qui pouvait brûler pendant des semaines et des mois, qu'on n'avait ni besoin d'éteindre ni de rallumer. Il est impensable, achève enfin F. Kretzschmer, de s'imaginer que des ingénieurs arrivés à un tel niveau technique aient construit une installation où le feu s'éteignait au bout de quelques heures, où on devait ensuite le rallumer, et avec lequel on gelait et on transpirait à la fois, avec en prime les odeurs désagréables des fumées et la suie.

En 1955, F. Kretzschmer se livre à une étude sur le chauffage d'Aula Palatina de Trèves que nous avons relatée dans les pages qui précèdent. Cette fois, F. Kretzschmer est forcé d'admettre que la « tubulature » contribue au chauffage de l'immense bâtiment car le sol seul n'y suffirait pas (loi de la hauteur-limite, voir expérience de Saalburg, chap. VI). Il étaye son raisonnement en rappelant que, dans certains thermes, on « tubulait » toute la surface des murs et même les voûtes, ce qui, selon sa théorie, prouve que les *tubuli* n'avaient pas, généralement, une fonction de chauffage, sinon ce dernier eut été excessif dans les thermes.

F. Kretzschmer conclut cette idée en affirmant que, selon son opinion, le rôle des *tubuli* en tant que surface chauffante dans l'Aula Palatina est exceptionnel.

*Brödner* (1956)<sup>(384)</sup>

E. Brödner publie, en 1956, une étude critique à propos de l'article de F. Kretzschmer concernant le chauffage de l'Aula Palatina. Contrairement à ce prétend F. Kretzschmer, elle fait remarquer que l'Aula Palatina n'est pas un cas unique (Lepsis Magna, Palais de Constantin à Arles, etc.). Ensuite, elle constate que la théorie de F. Kretzschmer, selon laquelle les murs chauffés ne servaient qu'à éviter la condensation de l'eau, est contredite par les vestiges africains. Pour E. Brödner, *le fait que les tubuli étaient en relation directe avec l'hypocauste prouve qu'ils servaient au chauffage, parce que, sans cela, des murs creux sans relation directe avec l'hypocauste auraient suffi.*

Le calcul a montré, dit-elle, que le sol ne suffisait pas à chauffer l'Aula et qu'il fallait l'apport du chauffage des murs, même lorsque les températures extérieures étaient favorables. C'est à ce moment qu'intervient la loi de F. Kretzschmer concernant la *hauteur-limite* de la « tubulature », hauteur qu'il considère comme exceptionnelle à l'Aula Palatina de Trèves puisqu'elle a presque 8 m.

E. Brödner n'est pas d'accord :

« Ce n'est pas le type de bâtiment qui décide de la grandeur de la surface chauffante mais les conditions qui doivent être remplies pour maintenir les pièces aux températures souhaitées », c'est-à-dire :

- 1) la façon d'utiliser le chauffage (continu ou occasionnel),
- 2) la grandeur du bâtiment, le volume et les hauteurs des murs et des pièces à chauffer,
- 3) la température souhaitée (différente s'il s'agit d'un endroit de réunion ou de bains),
- 4) le climat du pays.

Toutes ces conditions déterminent, écrit E. Brödner, la quantité de chaleur nécessaire. Le chauffage du sol ne pouvait dépasser 27 à 30° pour des raisons physiologiques, donc il fallait l'apport de chaleur des murs.

Dans les petites pièces (domestiques ou bains), les sols « hypocaustés » sans « tubulature » suffisaient. Les murs creux de la villa dite de Diomède à Pompéi n'ont été construits, dans ce cas, que pour éviter la condensation puisqu'il n'y a pas de sortie par-dessus. Cependant, elle signale qu'aux grands thermes du sud à Lepsis Magna, la « tubulature » est arrêtée et *fermée* par une corniche intérieure longeant le dessus des murs juste en-dessous du départ de la voûte. Dans certains endroits, cependant, la corniche est interrompue pour laisser passer des *tubuli* (cheminées ?).

E. Brödner conclut en constatant *qu'il n'y a pas de schémas bien fixes et qu'une « tubulature » peut aussi bien servir au chauffage mural qu'à l'empêchement de la condensation.*

*E.D. Thatcher* (1957)<sup>(385)</sup>

E.D. Thatcher, un peu plus tard, à propos d'une étude sur la conformation des bains d'Ostie<sup>(386)</sup>

et de son appareil de chauffage, arrive à la conclusion que le chauffage par rayonnement, dans les bains, est de loin le plus important et il rejoint en cela l'opinion de F. Kretzschmer.

Les bains d'Ostie sont controversés car ils présentent un problème particulier de chauffage. Il existe de grandes ouvertures (fenêtres ?) dans tous les murs des cinq pièces chauffées du côté sud des bains. Cependant, on n'a retrouvé aucune preuve de fenestration et de verre à vitre dans les fouilles. Ceci est contradictoire, surtout dans ces endroits qui exigeaient de très hautes températures. Il fallait donc trouver si le potentiel chaleur produit par les murs chauffants pouvait compenser les pertes dues aux fenêtres sans vitres. Cela pouvait se faire en évitant au corps humain chauffé par radiation des murs, de perdre, par convection, au contact de l'air froid entrant, moins de calories que celles emmagasinées.

Or, les calculs de potentiel de chaleur ont montré que toutes les salles, sauf une, étaient capables de fournir, avec les fenêtres sans vitres, des conditions que l'on pouvait s'attendre à trouver dans des bains romains. Dans deux de ces salles (*caldaria*), le potentiel était assez élevé que pour avoir fait transpirer les baigneurs, d'autant plus que les cinq grandes salles de ces thermes étaient toutes orientées pour recevoir le maximum de radiations solaires<sup>(387)</sup>.

Pour autant que les calculs de E.D. Thatcher soient exacts, la théorie de F., Kretzschmer, à propos de la « tubulature », devient caduque, car il est évident que, dans ce cas, la « tubulature » murale dans les thermes d'Ostie devaient jouer un rôle important dans l'apport de calories par rayonnement. D'autant plus que, comme le dit Thatcher, la température limite du sol ne pouvait dépasser ce qui est supportable pour les pieds nus, c'est-à-dire  $\pm 100^\circ$  Fahr (=  $\pm 37^\circ$  Celsius), ce qui eut été nettement insuffisant pour mettre les baigneurs en transpiration, si les murs n'avaient suppléé au sol (surtout dans un local ouvert).

Si la théorie du « chauffage alternatif » semble être définitivement rejetée par la plupart des chercheurs, la controverse qui a vu le jour à propos de la « tubulature » ne semble pas près de s'essouffler car, à ce jour, ni les sources, ni les chercheurs n'ont apporté des éléments définitifs et indiscutables en faveur de l'une ou l'autre théorie.

Sans vouloir prendre position, l'opinion de E. Brödner à ce sujet nous semble, dans l'état actuel de la question, la plus rationnelle :

*Il n'y a pas de schéma bien fixe, une « tubulature » peut tout aussi bien servir au chauffage mural qu'à l'empêchement de la condensation par isolation.*

(364) J.J. WINCKELMANN, *Anmerkungen über die Baukunst des Alten*, 1762, p. 49.

(365) Général MORIN, *op. cit.*

(366) Idem, *ibidem*, p. 363.

(367) M.A. DE CAUMONT, *Abécédaire ou rudiment d'archéologie, Ere gallo-romaine*, 2<sup>e</sup> éd., Caen, 1870.

(368) M.A. DE CAUMONT, *ibidem*, p. 69.

(369) SENEQUE (*Epist.*, XC, 25).

(370) J. OVERBECK, *Pompeii in seinen Gebäuden, Altertümern und Kunstwerken*, Leipzig, 1884.

(371) L. JACOBI, *Saalburg, op. cit.*, pp. 248-249. Revoir également la figure 198.

(372) L. JACOBI, *Saalburg*, pp. 248-249.

(373) Voir Ronchinne\* (B)

(374) O. KRELL, *Altrömische Heizungen*, Nürnberg, 1901.

(375) G. FUSCH, *Über Hypokausten, Heizungen und Mittelalterliche Heizungsanlagen*, Hannover, 1910.

(376) L. BONNARD, *op. cit.*, pp. 5-10.

(377) H. VETTER, *Zur Geschichte der Zentralheizung*, dans *Beitr. Gesch. Technik Industrie*, vol. III, (1911), pp. 276-347.

(378) Voir fig. 198.

(379) W. BADERMANN, *Die Schornsteinheizungen der alten Römer*, dans *Prometheus*, t. XXVII, (1916), pp. 532-535.

(380) V. BALTER, *Le fonctionnement des hypocaustes*, *op. cit.*

(381) F. KRETZSCHMER, *Hypocausten*, pp. 1-40.

(382) WINCKELMANN, *op. cit.*

(383) PLINE LE JEUNE, *op. cit.*

(384) E. BRÖDNER, *Einige Bemerkungen zur Heizung der Aula Palatina in Trier*, dans *Germania*, Bd 34, (1956), pp. 277-278.

(385) EDWIN DAISLEY THATCHER, *Ancient Roman method of heating by Hypocaustum, in both its historical and technical aspects*, dans *The American Philosophical Society, Year Book 1957*, Philadelphie, 1958, pp. 388-391.

(386) E.D. THATCHER, *The open rooms of the Terme del Foro at Ostia*, dans *Mémoires of the American Academy in Rome*, 23, (1955), pp. 169-264.

(387) Ce que confirment les écrits de Vitruve (V, 10).

# CONCLUSION

Cet essai de description systématique n'a certainement pas apporté beaucoup de connaissances nouvelles. Cependant, cette méthode, aussi fastidieuse qu'elle paraisse, n'en est pas moins intéressante parce qu'elle m'a permis, en procédant à quelques essais de synthèses, de remettre certaines idées en place ; de contribuer à la disparition de « légendes » tenaces comme, par exemple, celles concernant l'orientation de la bouche des foyers selon les vents dominants ; de contribuer également à faire connaître un peu mieux la littérature allemande traitant de ce sujet car, il faut bien le dire, la production scientifique francophone, sous ce rapport, est pratiquement nulle.

J'espère aussi avoir été clair, car je sais combien la clarté et la concision sont nécessaires dans ce genre d'étude. C'est pour cette raison que, à propos de certaines parties de l'hypocauste, j'ai tenté un classement typologique sans ignorer, toutefois, les dangers de ce genre d'entreprise car, pour cela, deux choses m'ont fait défaut : le manque d'expérience et une documentation encore plus abondante.

De plus, peut-on entreprendre un classement typologique sans une étude chronologique ?

Je pense, en effet, que cela est possible mais, dans ce cas, le classement est incomplet et surtout stérile car il enlève à l'Archéologie une de ses dimensions, c.-à-d. la datation.

C'est pourtant ce que j'ai fait dans ce travail et je suis conscient de cette lacune. En voici les raisons.

En ce qui concerne la datation, il est évident que l'hypocauste fait partie d'un ensemble architectural auquel il est intimement lié. Cependant, il ne faut pas oublier que cet ensemble a très souvent subi des transformations (destructions, reconstructions, agrandissements, remaniements partiels, etc...) au cours des âges et que le destin de l'hypocauste, souvent tardif par rapport à l'ensemble de l'habitat, ne lui est pas toujours solidaire. On peut donc, tenant compte de ce qui vient d'être dit, dater un hypocauste de différentes manières :

- en fonction de la datation des différentes phases chronologiques de l'ensemble de l'habitat et en procédant par comparaison (de l'appareil employé, des enduits, des mortiers, des terres réfractaires, des marques, des remaniements, etc...),
- en fonction du matériel archéologique qui s'y trouve enfoui (stratigraphie),
- en procédant à des analyses archéo-magnétiques de la terre brûlée en place (dans les environs du foyer, par exemple), etc...

Ces procédés — j'en oublie peut-être — que j'appelle des procédés de *datation indirecte* sont importants, certes, et restent primordiaux mais ils ne répondent pas à la question que je me pose au terme de ce travail :

Peut-on dater un hypocauste en fonction de sa conformation et de l'agencement de ses différentes parties, autrement dit en fonction de son type ?

Dans l'état actuel des connaissances, il semble que cela soit impossible, et c'est pour cela que je n'ai pas abordé le problème de la datation.

Il serait, en effet, fastidieux, tout en puisant dans ce travail qui s'achève, de citer toutes les raisons qui m'incitent à le croire. En voici cependant quelques-unes :

- l'hypocauste à pilettes et à canaux, nous l'avons dit, coexistent très tôt mais si l'hypocauste à canaux se rencontre plus souvent à la fin de l'Empire, il n'est pas pour autant toujours le plus récent. A Thoraise\* (F), on a découvert deux chambres de chaleur superposées avec une chambre à canaux en dessous d'une chambre à pilettes, cette dernière étant donc plus récente (idem à Saalburg\* (D)<sup>(388)</sup> ;

- les pilettes « classiques » ont, de tous temps, coexisté avec les pilettes en matériaux divers. Il semble, d'autre part, que les pilettes « classiques » carrées (Vitruve) ont précédé les pilettes cylindriques, sans qu'il soit possible, pour autant, de préciser ;
- ce que d'aucuns appellent l'hypocauste « en croix » est considéré, par certains fouilleurs, comme étant d'époque tardive (Bas-Empire)<sup>(389)</sup>. Je n'ai trouvé nulle part la moindre preuve me permettant de vérifier cette assertion ;
- il est à peu près certain que le chauffage domestique, dans nos régions, est apparu après le chauffage pour bains (à partir de 150 après J.-C., selon F. Kretzschmer<sup>(390)</sup>). Si cette dernière affirmation est exacte, nous avons là un élément de datation appréciable mais combien fruste<sup>(391)</sup>.

A propos des soles de *praefurnia*, la brique posée sur champ est incontestablement un progrès technique par rapport à la brique posée à plat qui pourrait donc, vraisemblablement, être antérieure. Malheureusement, nous ne connaissons que très peu d'exemples où l'on retrouve des briques posées à plat dans les *praefurnia* : à Anderlecht\* (B), à Sarre-Union\* (F), où l'antériorité de la sole construite en briques posées à plat est incontestable puisque ce système a été retrouvé en dessous d'une sole construite en briques sur champ.

Les sols d'hypocauste en pente, selon F. Kretzschmer, auraient été construits au début de l'Empire seulement (comme le préconisait Vitruve), et ensuite rapidement abandonné. Cet élément de datation ne peut nous servir à grand chose puisqu'il est invérifiable sur le terrain en raison, tout d'abord, du très petit nombre de villas dont un hypocauste possède cette particularité<sup>(392)</sup> et, ensuite, parce que peu de villas sont datées avec précision. Signalons toutefois le cas de la villa de Maillen\* (Al Sauvenière) (B), dont le début de l'occupation daterait de la deuxième moitié du 1<sup>er</sup> siècle après J.-C.<sup>(393)</sup> et dont le sol d'hypocauste est en pente. Encore faudrait-il savoir si les bains sont contemporains du début de l'occupation !

J'ai choisi ces quelques exemples pour montrer combien ce problème est vaste et complexe. Ce qui explique à suffisance la raison pour laquelle je n'ai pas abordé l'étude de la chronologie dans le cadre de ce travail.

En terminant, j'émets le vœu que l'on me permette de considérer cette étude comme une base de départ valable pour des recherches ultérieures qui, avec les développements de l'Archéologie moderne et l'apport de plus en plus important des sciences auxiliaires, s'avèrent pleines de promesses.

---

(388) Voir, par exemple, l'hypocauste « en croix » de Villers-le-Bouillet\* (B).

(389) F. Kretzschmer, dans ce cas, ne cite pas ses sources.

(390) Voir villa de Haccourt\* (B), dans *Haccourt II*, interprétation : à la période IV (premier quart ou première moitié du II<sup>e</sup> siècle après J.-C.), apparition du chauffage domestique.

(391) Voir p. 109 (Inclinaison des sols d'hypocauste).

(392) S.J. DE LAET, *Note sur les thermes romains de Furfooz*, dans *Hélium*, VII, (1967), pp. 144-149.

# INDEX BIBLIOGRAPHIQUE DES SITES FOUILLES

(marqués d'un astérisque dans le texte)

- Agen (F) dans *Gallia*, t. XXIII, fasc. 2, 1965, pp. 429-432.
- Aiseau (B) N. KAISIN, *Notice historique sur la commune d'Aiseau et découverte de la villa*, dans *DRS Ch.*, t. IX, (1878), voir chap. I à VII, pp. 159-195.  
*Habitat rural*, p. 13.  
DE MAEYER, 1940, pp. 37-39.
- Altenbourg (A) dans *RLIO*, 6, (1905), pp. 87-88 ; 8 (1907), 33 p.
- Altstatt (D) J. NAEHER, *Die römischen Bauanlagen in den Zehntlanden badischen Antheiles*, dans, *Bon. Jahr.*, heft LXXIX, Bonn, 1885, pl. II, fig. 7.
- Amay (B) E. THIRION et M. DANDOY, *Quelques recherches aux environs de la Collégiale d'Amay*, dans *BCA H-C*, t. VI, (1966), pp. 35-45 ; *ibidem*, t. VII, (1967), pp. 73-75 ; J. WILLEMS, M. DANDOY, E. THIRION, *La villa gallo-romaine de la Collégiale d'Amay*, dans *BCA H-C*, t. IX, (1969), pp. 41-57.
- Anderlecht (B) *Fouilles d'Anderlecht. La villa belgo-romaine et le cimetière franc du champ Sainte-Anne, à Anderlecht*, dans *ASA Br.*, t. XX, (1906), pp. 236-256.  
*Habitat rural*, p. 14  
DE MAEYER, 1940, pp. 4-6.  
DESITERE, III, pp. 2-3.
- Andilly (F) ZEYER Thérèse, *Andilly, villa gallo-romaine du II<sup>e</sup> S.*, dans *Archéologia*, n° 178, mai 1983, pp. 16-23.
- Anlier (B) V. BALTER, *La villa romaine de la Corne du Bois des Pendus*, dans *AIA Lux*, t. LXII, (1931), pp. 1-35 ; *ibidem*, dans *BIA Lux*, (1928), pp. 100 ss.  
*Habitat rural*, p. 14.  
DE MAEYER, 1940, pp. 174-177.  
CORBIAU XI, pp. 22-24.  
M.-H. CORBIAU, *Etablissement romain à Anlier*, dans *Conspectus*, (Arch. Belg. n° 247), Brux., 1982, pp. 79-82.
- Annaba voir Bône.
- Anthée (B) E. DEL MARMOL, *Villa d'Anthée*, dans *ASAN*, t. XIV, (1877), pp. 165-194 ; *ibidem*, dans *ASAN*, t. XV, pp. 1-40 ; Paule SPITAEELS, *La villa gallo-romaine d'Anthée, Centre d'émaillerie légendaire*, dans *Hélinium*, t. X, (1970), pp. 211-241.  
*Habitat rural*, p. 14.  
KNAPEN-LESCRENIER IX, pp. 12-13.
- Argos (G) *Travaux de l'Ecole française*, dans *BCH*, LXXIX, (1955), p. 327, fig. 41.
- Arlon (B) F. LOES, *Découvertes romaines faites à Arlon en 1907*, dans *AIA Lux*, t. XLIV, (1909), pp. 330-332.  
DE MAEYER, 1940 pp. 173-177.  
CORBIAU XI, pp. 24-40.
- Arquennes (B) N. CLOQUET, *Rapport sur la découverte d'une villa belgo-romaine à Arquennes, province du Hainaut*, dans *DRSCh*, t. VI, (1873), pp. 69-129.  
*Habitat rural*, pp. 14-15.  
DE MAEYER, 1940, pp. 42-44.

- Attenhoven (B) LEFEVRE, *Villa de la Bruyère*, dans *BIAL*, t. XX, (1887), pp. 3-25.  
*Habitat rural*, p. 15.  
DE MAEYER, 1940, pp. 127-128.  
DEFIZE-LEJEUNE, p. 103.
- Baden-Baden (D) L. JACOBI, Saalbourg, p. 249.
- Bâle (C-H) (Augusta Raurica), dans, (R. LAUR-BELART), *Führer durch Augusta Raurica*, 3<sup>e</sup> éd., Basel, 1959, pp. 122-123 ; voir également Fritz FREMERSDORF, *Der Römische Gutshof in der Stolbergerstrasse zu Köln-Braunsfeld*, dans *Bon. Jahr.*, Heft 135, (1930), pp. 116-117.
- Barcenne (B) (Leignon) N. HAUZEUR, *Etablissement romain de Barcenne*, dans *ASAN*, t. V, (1857-1858), pp. 375-382.  
*Habitat rural*, (voir Ciney), p. 15.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, p. 42.
- Bar-Sur-Aube (F) dans *Gallia*, t. XXV, fasc. 2, (1967), p. 274 et fig. 8, p. 275 ; *ibidem*, t. XXXI, fasc. 2, (1973), pp. 402-404.
- Basse-Wavre (B) (Wavre) Ch. DENS, J. POILS, *L'Hostè, villa belgo-romaine à Basse-Wavre*, dans *ASA Br*, t. XIX, (1905), pp. 303-343 ; J. MARTIN, *La villa romaine de Basse-Wavre*, dans *Wavriensia*, t. XVIII, n° 1, (1969), pp. 135-151.  
*Habitat rural*, p. 50.  
DE MAEYER, 1940, pp. 29-34.  
DESITERRE III, pp. 161-162.
- Bavai (F) Voir H. BIEVELET dans *L'Ant. Class.*, t. XIX, (1950), pp. 81-92 (Publications régulières de rapports de fouilles par H. BIEVELET dans *Gallia*) ; voir également R. BRULET, *Liberchies\* gallo-romain, Rempart de la Romanité*, Gembloux, (1975), (= Wallonie, Art et Histoire).
- Bavilliers (F) dans *Gallia*, t. XXVIII, (1970), p. 346, fig. 1.
- Berlacomines (B) (Vedrin) E. DEL MARMOL, *Découvertes d'habitations gallo-romaines dans la plaine de Berlacomines*, dans *ASAN*, t. II, (1851), pp. 285-294.  
*Habitat rural*, p. 47.  
KNAPEN-LESCRENIER, pp. 266-267.
- Berthelming (F) dans *Gallia*, t. VIII, (1950), pp. 159-160.
- Besançon (F) dans *Gallia*, t. XXIV, (1966), fasc. 2, p. 356.
- Bluelisacker\* (D) dans *Mitt. der Antiqu. Ges.*, Zürich, Bd 15, p. 123.
- Böckweiler (D) dans *Germania*, 39<sup>e</sup> an., (1961), heft 3/4, Table 55, I).
- Bône (DZ) dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., 1958, Tafel 15, fig. 2 et 3.
- Bonn (D) BRAUN, *Römische Alterthümer in Bonn*, dans *Bon. Jahr.*, t. IV, (1844), pp. 115 ss (hypocaustes : pp. 119-120).
- Bonsin (B) J. BERNARD, *A Chardeneux (Bonsin), vestiges gallo-romains et découvertes de tombes mérovingiennes (?)*, dans *A et F*, 8<sup>e</sup> an., n° 4, (1965), pp. 192-196.  
*Habitat rural*, p. 17.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 27-28.
- Boulaide (B) R. et D. MALGET, *La villa gallo-romaine des Gisenvichterchen au lieu-dit: « In der Mecher », près de Boulaide*, dans *AIA Lux*, t. XLVIII, (1913), pp. 414-420.
- Bourcy (B) (Longvilly) H. ROOSENS, *Une villa romaine à Bourcy*, dans *Arch. Belg.*, n° 27, (1955).  
*Habitat rural*, p. 33.

- DE MAEYER, 1940, p. 204.  
CORBIAU, III, pp. 167-168.
- Boussu-lez-Walcourt (B) L. BAYET, *Villa belgo-romaine de Boussu-lez-Walcourt*, dans *DRSch*, t. XVIII, (1891), pp. 53-69.  
*Habitat rural*, p. 18.  
DE MAEYER, 1940, pp. 47-49.
- Brötzingen (D) J. NAEHER, *op. cit.*, table 2, fig. 9.
- Cadillac (F) dans *Gallia*, t. XXIX, (1971), fasc. I, p. 425.
- Cadrieu (F) dans *Gallia*, t. XXVII, fasc. 2, (1969), p. 423.
- Cahors (F) Michel LABROUSSE, *Les thermes romains de Cahors, Annexe, Tegulae mammatae*, dans *Gallia*, t. XXI, fasc. I, (1963), pp. 223-225.
- Champion (B)  
(Emptinne) HAUZEUR, *Champion (Emptinne)*, dans *ASAN*, t. IV, (1855-1856), pp. 384-386.  
*Habitat rural*, p. 22.  
DE MAEYER, 1940, p. 246.  
KNAPEN-LESCRENIER, p. 71.
- Champlieu (F) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 348 ; A. GRENIER, *Manuel*, fig. 107, p. 335.
- Chassenon (F) dans *Gallia*, t. XXIX, (1971), fasc. 1, p. 351, fig. 3 ; *ibidem*, t. XXIII, fasc. 2, 1965, pp. 349-353 ; *ibidem*, t. XXV, fasc. 2, 1967, p. 339 ss ; *ibidem*, t. XXXI, fasc. 2, 1973, pp. 379-380.
- Chastrès (B) A. BEQUET, *Bains publics à Chastrès (Namur)*, dans *ASAN*, t. XXIV, (1900), pp. 27-32.  
*Habitat rural*, p. 19.  
DE MAEYER, 1940, pp. 241-243.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, p. 37.
- Chastres-lez-Walcourt (B) A. MAHIEU, *Villa belgo-romaine du Gau à Chastres-lez-Walcourt*, dans *ASAN*, t. XXIV, (1900), pp. 121-128.  
*Habitat rural*, p. 19.  
DE MAEYER, 1940, pp. 241-243.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, p. 37.
- Colmier-le-Bas (F) dans *Gallia*, t. XXVII, fasc. 2, (1969), p. 306.
- Corseul (F) dans *Gallia*, t. XXXI, fasc. 2, (1973), pp. 362-365.
- Djemila (DZ) dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., 1958, Tafel 13, fig. 2.
- Echternach (L) Jeannot METZLER, Gérard THILL, Raymond WEILLER, Johnny ZIMMER, *Ausgrabungen in der Römervilla von Echternach-Schwarzuecht (Vorbericht)*, dans *Hémecht*, 28<sup>e</sup> an., heft I, (1976), pp. 491-513.
- Embresin (B) DE LOOZ, *Embresin*, dans *BCRAA*, t. XV, (1876), pp. 253-267.  
*Habitat rural*, p. 14.  
DE MAEYER, 1940, pp. 123-124.  
DEFIZE-LEJEUNE, p. 4.
- Ens (A) H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 347.
- Epternach (L) BRIMMEYR, *Rapport sur la recherche d'antiquités romaines*, dans *PSH*, VI, (1851), pp. 74-85) (1 planche) (C'est en réalité Echternach qui est renseignée sous ce nom).
- Erneuville (B) GEUBEL, *Notice sur les voies romaines du Nord de la province de Luxembourg*, dans *Annales de la Société pour la Conservation des Monuments*

- historiques et des Oeuvres d'Art dans la province de Luxembourg*, t. II, (1849-1850 et 1850-1851), Arlon, (1852), pp. 183-207.  
CORBIAU, XI, p. 89.
- Escolives (F) dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, 1966, p. 400.
- Evelette (B) J. WILLEMS, *Notes au sujet de la villa belgo-romaine d'Evelette*, dans *BCA H-C*, t. VI, (1966), pp. 15-28.  
*Habitat rural*, p. 22.  
KNAPEN-LESCRENIER, pp. 76-77.
- Famars (F) (Fanum Martis), G. BERSU et W. UNVERZAGT, *Le castellum de Fanum Martis*, dans *Gallia*, t. XIX, fasc. I, (1961), (*Les thermes* : pp. 179-186).
- Fexhe-le-Haut-Clocher (B) J. HERBILLON, *Toponymie de la Hesbaye liégeoise. VII. Kemexhe, Weteren*, 1937, pp. 209-211.  
*Habitat rural*, p. 23.  
DE MAEYER, 1940, p. 140.  
DEFIZE-LEJEUNE, p. 32.
- Fontaines-Salées (F) (communes de Saint-Père-sous-Vézelay et Foissy-lès-Vézelay, Yonne), René LOUIS, *Les fouilles des Fontaines-Salées en 1942*, dans *Gallia*, t. I, fasc. 2, (1943), pp. 27-70.
- Fontaine-Valmont (B) G. FAIDER-FEYTMANS, *Fouilles du Musée Royal de Mariémont. Le site des Castellains à Fontaine-Valmont*, dans *CM*, vol. VII, 1976, (1977), pp. 6-53.
- Furfooz (B) A. BEQUET, *La forteresse de Furfooz*, dans *ASAN*, t. XIV, (1877), pp. 399-417 ; S.J. DE LAET, *Note sur les thermes romains de Furfooz*, dans *Hélinium*, t. VII, (1967), pp. 144-149.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 102-109.
- Genimont (B) A. MAHIEU, dans *ASAN*, t. XXX, (1911), pp. 190-191.  
(Villers-sur-Lesse) *Habitat rural*, p. 48.  
KNAPEN-LESCRENIER, p. 273.
- Gerpennes (B) HENSEVAL-KAISIN, *Rapport sur la fouille de la villa belgo-romaine de Gerpennes*, dans *DRSch*, t. VIII, (1875), pp. CI-CXIV.  
*Habitat rural*, p. 24.  
DE MAEYER, 1940, pp. 62-65.
- Gièvres (F) dans *Gallia*, t. XVI, fasc. 2, (1958), p. 378, fig. 1.
- Goeblingen-Nospelt (L) Jeannot METZELER, G. THILL und R. WEILLER, *Ein Umwallter gallo-römischer Gutshof in « Miécher » bei Goeblingen*, dans *Hémecht*, 25<sup>e</sup> an., heft I, (1973), pp. 375-399 ; *ibidem*, t. XVIII, (1966), p. 483 ss.
- Gorsium (NL) H. CUPPERS, *Le chauffage chez les romains, foyers et hypocaustes*, dans *Les dossiers de l'Archéologie*, n° 25, nov. Idéc. (1977), p. 113.
- Grand (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 371.
- Graux (B) A. MAHIEU, *Ruines belgo-romaines mises à jour dans la province de Namur. I. Villa belgo-romaine de Graux*, dans *ASAN*, t. XXIX, (1910), pp. 137-144.  
*Habitat rural*, p. 25.  
DE MAEYER, 1940, pp. 255-256.  
KNAPEN-LESCRENIER, p. 121.
- Gross-Pöklar (A) L. JACOBI, Saalburg, p. 249.
- Guiry-Gadancourt (F) dans *Gallia*, t. XVIII, fasc. 2, (1959), pp. 274-276 ; *ibidem*, t. XXVIII, fasc. 1, (1960), pp. 164-170.

- Gunstett (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 414-417.
- Haccourt (B) G. DE BOE, *Une villa romaine à Haccourt (Liège), rapport provisoire des fouilles 1967-1970*, dans *Arch. Belg.*, n° 132, Bruxelles, 1971 ; G. DE BOE, *Haccourt I. Vestiges d'habitat pré-romain et premières périodes de la villa romaine*, dans *Arch. Belg.*, n° 168, Bruxelles, 1974 ; G. DE BOE, *Haccourt II. Le corps de logis de la grande villa*, dans *Arch. Belg.*, n° 174, Bruxelles, 1975.  
*Habitat rural*, p. 26.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 37.
- Hamois (B) P. VAN OSSEL, *La villa romaine « sur le Hody » à Hamois*, dans *Activités 79 du SOS Fouilles*, 1/1980, pp. 74-83.  
P. VAN OSSEL, *La villa romaine « sur le Hody » à Hamois*, dans *Activités 80 du SOS Fouilles*, 2/1981, pp. 117-135.
- Heerlen (NL) *De Romeinen in Nederland*, 2<sup>e</sup> éd., Bussum, (1972).
- Hives (B) A. DE RUETTE, *La villa romaine de Mémont à Hives*, dans *Arch. Belg.*, n° 52, Bruxelles, 1960.  
*Habitat rural*, p. 28.  
CORBIAU, XI, pp. 128-129.
- Hollain-Bléharies (B) H. DELERIVE, *Origines gallo-romaines du village de Bléharies*, dans *AFAHB, Annales du XLI<sup>e</sup> Congrès*, Malines, 3-6 IX-1970, II, pp. 58-64.  
*Habitat rural*, p. 29.
- Horath (D) Heinz CÜPPERS, *Gallo-römischer Bauernhof bei Horath*, dans *Trier. Zeit.*, 30<sup>e</sup> an., (1967), p. 117.
- Irrel (D) dans *Trier. Zeit.*, 37<sup>e</sup> an., (1974), pp. 281-282.
- Javols (F) dans *Gallia*, XXIX, (1971), p. 403.
- Jemelle (B) A. MAHIEU, *Villa romaine de Neufchâteau à Malagne (Jemelle)*, dans *ASAN*, t. XXI, (1895), p. 403 ss.  
*Habitat rural*, p. 30.  
DE MAEYER, 1940, pp. 258-263.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 150-151.
- Jodoigne (B) Voir St-Jean-Geest.
- Joigny (F) (Thermes balnéaires de « Haut-le-Pied » - Yonne), dans *Gallia*, t. VI, fasc. I, (1948), pp. 254-255.
- Jonvelle (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 423.
- Klothen\* (CH) dans *Mitt. der Antiqu. Ges.*, Zürich, Bd 15, Taf. I.
- Konz (D) Erich GOSE, *Die kaiserliche Sommerresidenz in Konz (Ldkr. Saarburg)*, dans *Germania*, 39<sup>e</sup> an., (1961), Heft 1/2, pp. 204-206.
- La Chapelle-Vaupelteigne (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 463-464.
- Lalonquette (F) J. LAUFFRAY, J. SCHREYECK, N. DUPRE, *Les établissements et les villas gallo-romaines de Lalonquette (Pyrénées-Atlantiques)*, dans *Gallia*, t. XXXI, (1973), fasc. I, pp. 123-156 ; *ibidem*, t. XIX, fasc. 2, (1961), pp. 396-398, *ibidem*, t. XXIX, fasc. 2, (1971), pp. 362-364 ; *ibidem*, t. XXI, fasc. 2, (1963), pp. 535-536.
- Lambèse (DZ) KRENCKER-KRUGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 208, fig. 283 ; p. 209, fig. 286.
- Landen (B) G. LEFEVRE, *Rapport sur les fouilles archéologiques faites dans le canton de Landen pendant les mois d'août, septembre et octobre 1871, par l'Institut archéologique liégeois*, dans *BIAL*, t. XI, (1872), pp. 107-121.  
*Habitat rural*, p. 32.

- DE MAEYER, 1940, p. 32.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 104.
- Larroque (F) dans *Gallia*, t. XVII, fasc. 2, (1959), pp. 421-422.
- Latinne (B) RENARD, *Exploration d'une villa belgo-romaine à Latinne*, dans *BIAL*, t. XXXIII, fasc. 1, (1903), pp. 89-94.  
*Habitat rural*, p. 32.  
DE MAEYER, 1940, pp. 147-148.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 51.
- La Vineuse (F) dans *Gallia*, t. XIV, (1956), fasc. 2, pp. 274-276.
- Leuwen (D) dans *Trier. Zeit.*, 24<sup>e</sup>-26<sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956-1958), p. 583 ss. (voir plan, fig. 151, p. 584).
- Le Roux-lez-Fosses (B) A. MAHIEU, *Ruines belgo-romaines mises à jour dans la province de Namur. 2. Habitations de Le Roux-lez-Fosses*, dans *ASAN*, t. XXIX, (1910), pp. 144-150.  
*Habitat rural*, p. 33.  
DE MAEYER, 1940, pp. 265-266.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, p. 154.
- Liège (Pl. St-Lambert) (1907) (B) P. LOHEST, *Fouilles de la place Saint-Lambert à Liège en 1907. Une villa belgo-romaine*, dans *AFAHB*, (1909), t. II, pp. 411-428, XXI<sup>e</sup> congrès, *Rapports et mémoires*, Liège, (1909).  
*Habitat rural*, p. 33.  
DE MAEYER, 1940, pp. 148-152.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 55.
- Liège (1977) (B) Voir note 91.
- Lienz (D) L. JACOBI, *Saalburg*, p. 347.
- Liestal (CH) *L'époque romaine en Suisse* (= Répertoire de préhistoire et d'archéologie de la Suisse), résumé du 21<sup>e</sup> Cours (Zurich, oct. 1958), Bâle, 1962, (pl. 12, fig. 8).
- Lillebonne (F) DECAUMONT, *Abécédaire ou rudiment d'archéologie, ère gallo-romaine*, 2<sup>e</sup> éd., Caen, 1870, p. 145.
- Liverdun (F) dans *Gallia*, t. XVIII, fasc. 2, (1970), p. 288.
- Lullingstone (GB) BRUCE-MITFORD, *Recent archaeological excavations in Britain* (The Lullingstone Roman Villa), 2<sup>e</sup> éd., 1957, pp. 87-111.
- Lussas-et-Nontronneau (F) dans *Gallia*, XXXI, fasc. 2, 1973, p. 163.
- Lyon (F) dans *Gallia*, t. XXVI, fasc. 2, (1968), pp. 572-573.
- Machelen (B) voir J. MERTENS, *Gallo-Romeins uit Vlaams-Brabant*, dans *Arch. Belg.*, n<sup>o</sup> 23, (1955), (plan p. 3).
- Magdalensberg (D) F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 17.
- Maillen (B) A. MAHIEU, *Villas belgo-romaines de Maillen*, dans *ASAN*, t. XIX, (1891), pp. 345-390.  
*Habitat rural*, p. 34.  
DE MAEYER, 1940, pp. 267-272.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 161-163.
- (Al Sauvenière)  
et  
« Arches »
- Mamer (L) Jeannot METZLER, *Ein gallo-römischer Vicus beim Tossenbergr (Mamer)*, dans *Hémecht*, 25<sup>e</sup> an., Heft I, (1973), pp. 485-501 ; Jeannot METZLER, Johny ZIMMER, *Öffentliche Bäderanlage und spätantike Baureste im gallo-römischen Vicus von Mamer*, dans *ibidem*, 27<sup>e</sup> an., (1975), Heft 1, pp. 429-487.

- Mansfield Woodhouse (GB) F. HAVERFIELD, *The Roman occupation of Britain*, Oxford, 1924, fig. 57.
- Marchienne-au-Pont (B) Eric DE WAELE, *Bains romains et caves médiévales à Marchienne-au-Pont*, dans *Activités 81 à 83 du S.O.S. Fouilles - 3/1984*, Ministère de la Communauté française / Administration du patrimoine culturel / Bruxelles, 1984, pp. 200-232,
- Marcinelle (B) B. LEJEUNE, *Découverte d'une villa romaine à Marcinelle*, dans *DRSCH*, t. LVI, (1972-1973), pp. 117-120.  
DE MAEYER, 1940, p. 79.
- Martelange (B) MALGET, *Villa de « Lavend »*, dans *AIA Lux*, t. XLVII, (1912), pp. 416-418.  
*Habitat rural*, p. 34.  
DE MAEYER, 1940, pp. 205-206.  
CORBIAU, XI, pp. 175-178.
- Maubeuge (F) F. OZEEL, *La villa gallo-romaine du Bois-Brûlé à Maubeuge (Nord)*, dans *Septentrion*, 3, 1973, pp. 17-22.
- Meeffe (B) Baron de LOË, *Belgique Ancienne. Catalogue descriptif et raisonné. III. La période romaine*, Bruxelles, 1937, p. 202.  
*Habitat rural*, p. 35.  
DE MAEYER, 1940, p. 152.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 60.
- Mersch (L) Gérard THILL, *Nouvelles découvertes autour d'une villa romaine à Mersch (lieu-dit « op Mies »)*, dans *Hémecht*, t. XIX, (1967), pp. 477-484.
- Mettet (B) A. MAHIEU, *La villa belgo-romaine de Bauselette à Mettet*, dans *ASAN*, t. XXXIII, (1919), pp. 49-189.  
*Habitat rural*, p. 36.  
DE MAEYER, 1940, pp. 273-280.  
KNAPEN-LESCRENIER, pp. 175-176.
- Miécret (B) D. MATERNE, *Notes au sujet de la villa belgo-romaine de Miécret (Namur)*, dans *BCA H-C*, t. IX, (1969), p. 79-82.  
*Habitat rural*, p. 36.  
DE MAEYER, p. 281.  
KNAPEN-LESCRENIER, p. 177.
- Modave (B) CAUMARTIN, *Villa belgo-romaine de Survillers*, dans *BIAL*, t. XXV, (1895), pp. 179-189.  
*Habitat rural*, p. 36.  
DE MAEYER, 1940, pp. 152-154.  
DEFIZE-LEJEUNE, pp. 61-62.
- Moissac (F) dans *Gallia*, t. 9, (1951), p. 437.
- Moncaret (F) dans *Gallia*, t. IX, (1951), pp. 114-119.
- Mont-lez-Houffalize (B) M. MEUNIER, *La villa belgo-romaine de « Fin-de-Ville » (commune de Mont-lez-Houffalize)*, dans *Arch. Belg.*, n° 78, Bruxelles, 1964.  
*Habitat rural*, p. 36.  
DE MAEYER, 1940, pp. 210-211.  
CORBIAU, XI, pp. 183-184.
- Montmaurin (F) G. FOUET, *Le sanctuaire des eaux de « La Hillière » à Montmaurin (Haute-Garonne)*, dans *Gallia*, t. XXX, fasc. I, (1972), pp. 83-124 ; G. FOUET et M. LABROUSSE, *ibidem*, t. VII, fasc. I, (1949), pp. 40-49 ; *ibidem*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), pp. 420-421.
- Montoulieu (F) M. LABROUSSE, dans *Gallia*, t. XVII, (1959), p. 426, fig. 20 ; M. LABROUSSE, dans *Gallia*, t. XXI, fasc. 1, (1963).

- Namur (B) (rue des Echasseurs) : E. LAUWERIJS, *Namur. Sauvetage archéologique en 1967-69*, dans *BCAH-C*, t. IX, (1969), pp. 67-74.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 188-200.  
(rue du Bailli) : F. COURTOY, *Vestiges romains à Namur*, dans *Namurcum*, 8<sup>e</sup> an., (1931), pp. 54-62.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 188-200.
- Neerhaeren-Reckheim (B) H. VAN NEUSS, J.-A. BAMPES, *Découverte d'une villa belgo-romaine sur la limite des communes de Neerhaeren et de Reckheim*, dans *BCRAA*, 27<sup>e</sup> an., (1888), pp. 325-374.  
*Habitat rural*, p. 37.  
DE MAEYER, 1940, pp. 111-116.  
BAUWENS-LESENNE, VIII, pp. 240-247.  
G. DE BOE, *Meer dan 1.500 jaar bouwoning rond de Romeinse villa te Neerhaeren-Rekem*, dans *Conspectus (Arch. Belg. n° 247)*, Brux., 1982, pp. 70-74.
- Nennig (D) Hermann MYLIUS, *Die Rekonstruktion der römischen Villen von Nennig und Fliessem*, dans *Bon. Jahrb.*, 129, (1924), pp. 109-129.
- Newel (D) Heinz CUPPERS und Adolf NEYSES, *Der römerzeitliche Gutshof mit Grabbezirk und Tempel bei Newel*, dans *Trier. Zeit.*, 34<sup>e</sup> an., (1971), pp. 143-225.
- Niederbieder (D) KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, fig. 354, p. 236.
- Northleigh (GB) F. HAVERFIELD, *The Roman occupation of Britain*, Oxford, 1924, fig. 51.
- Nouvelles (B) Ch. et Y. LEBLOIS, *Une pièce remarquable de la villa de Nouvelles (Hainaut)*, dans *Latomus*, t. XXV, (1966), pp. 805-823 ; *ibidem*, dans *Romana Contact*, 5<sup>e</sup> an., n° 2, juin/août, (1965) ; E. DE LA ROCHE DE MARCHIENNE, *La villa belgo-romaine de Nouvelles. Fouilles de 1890*, dans *ASABr*, t. V, (1891), pp. 299-302.  
*Habitat rural*, p. 38.  
DE MAEYER, 1940, pp. 89-90.
- Ordan-Larroque (F) dans *Gallia*, t. XXVIII, fasc. 2, (1970), pp. 420-422 ; *ibidem*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 496-497.
- Oschelbronn (D) STEMMERMANN, dans *Bad. Fundber.*, III, 1936, p. 321 (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 15, note 8).
- Pannessières (F) dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), p. 363 ; *ibidem*, t. XXVI, fasc. 2, (1968), pp. 465-466.
- Paris (F) Paul-Marie DUVAL, *Paris antique (des origines au III<sup>e</sup> siècle)*, s.d., p. 122 ; dans *Gallia*, t. XXV, fasc. 1, (1967), pp. 207 à 210 ; voir aussi note 125 ; *Archéologia*, n° 22, mai/juin, (1968), p. 63.
- Petit-Failly (F) dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), p. 278.
- Pforzheim (D) J. NAEHER, 2. *Die römischen Bauanlagen in den Zehntlanden badischen Antheiles*, dans *Bon. Jahrb.*, Heft LXXIX, (1885), pp. 26-104 (+ planche).
- Poiseul-les-Saulx (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 449-450.
- Pompey (F) dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), p. 279.
- Pont-Croix (F) dans *Gallia*, t. XXXI, fasc. 2, (1973), p. 372, fig. 24.
- Portbail (F) dans *Gallia*, XXXIV, 1976, fasc. 2, p. 348.
- Puysegur (F) M. LABROUSSE, dans *Gallia*, XII, (1954), pp. 222-223 ; *ibidem*, t. XIII, (1955), p. 213.

- Rognée (B) J. KAISIN, *Rapport de la commission chargée de la surveillance des fouilles faites au lieu-dit Peruwez à Rognée*, dans *DRSCh*, XXI, (1897), pp. 27-50 ; A. OGER, *La villa romaine du Peruwez à Rognée*, dans *Société d'Archéologie et de Paléontologie de Charleroi. Notice descriptive du musée - Conférences*, Charleroi, 1911, pp. 168-169.  
*Habitat rural*, p. 41.  
KNAPEN-LESCRENIER, p. 225.
- Ronchinne (Mailen) (B) A. BEQUET, *La villa romaine de Ronchinne et sa brasserie* (III<sup>e</sup> et IV<sup>e</sup> s.), dans *ASAN*, t. XXI, (1895), pp. 177-208.  
*Habitat rural*, p. 34.  
DE MAEYER, 1940, pp. 267-270.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, pp. 162-163.
- Rulles (B) F. LOES, *Fouilles au lieu-dit « Vieille Eglise », près de Rulles*, dans *AIA Lux*, t. XLVIII, (1913), pp. 438-441.  
*Habitat rural*, p. 42.  
DE MAEYER, 1940, pp. 214-215.  
CORBIAU, XI, pp. 210-211.
- Saalburg (D) L. JACOBI, *Saalburg* ; F. KRETZSCHMER, *La technique*.
- Saarbrücken (D) Alfons KOLLING, *Funde und Untersuchungen im Vicus Saarbrücken*, dans *Germania*, 39<sup>e</sup> an., fasc. 3/4, (1961), pp. 478-483, table 56, fig. 2.
- Sainte-Marie-Chevigny (B) Fr. B., *La villa romaine de Sainte-Marie-Chevigny*, dans *Ardenne et Famenne*, 8<sup>e</sup> an., n<sup>o</sup> 2, (1965), pp. 83-84 ; *Etablissement de Sainte-Marie*, dans *AIA Lux*, t. LXXXI, (1950), pp. 9-13.  
*Habitat rural*, p. 42.  
DE MAEYER, 1940, p. 216.  
CORBIAU, XI, pp. 212-215.
- Saint-Jean-Geest (B) H. REMY, *Les villas romaines de Jodoigne et de Saint-Jean-Geest (fouilles de J. BREUER en 1915-1916)*, dans *Arch. Belg.*, n<sup>o</sup> 195, Bruxelles, 1977.  
Saint-Jean-Geest : *Habitat rural*, p. 42.  
DE MAEYER, 1940, p. 15.  
DESITTERE, III, p. 127.  
Jodoigne : *Habitat rural*, p. 31.  
DE MAEYER, 1940, p. 23.  
DESITTERE, III, p. 73, 27.
- Saint-Mard (B) A. CAHEN-DELHAYE et J. MERTENS, *Fouilles dans le vicus romain de Vertunum*, (1961-1969), dans *Le Pays Gaumais*, t. XXXI, (1970), , pp. 23-196 ; Ch. DUBOIS, *Vieux-Virton romain, Le vicus romain de Vertunum*, 1<sup>re</sup> éd., Virton, 1938 ; S. MATHIEU, *L'agglomération romaine de Virton-St-Mard*, dans *Latomus*, t. XL, fasc. 2, avril/juin, (1981), (Bibliographie exhaustive) ; J. MERTENS, A. DESPY-MEYER, *La Belgique à l'époque romaine*, SNF, *Cartes archéolog. de la Belgique*, 1-2, s.d., annexe II ; P. DEFOSSE et S. MATHIEU, *L'édifice à hypocaustes du vicus de Vieux-Virton (jardin Henry)*, dans *Annales historiques et archéologiques*, II, 1980, pp. 139-144.
- Saint-Merd-les-Oussines (F) dans *Gallia*, t. XII, fasc. 2, (1954), pp. 360-367.
- St-Remy-de-Provence (F) H. ROLLAND, *Fouilles de Glanum*, dans *Supplément à Gallia*, 1946, (= Glanum) pp. 49-64 ; F. KRETZSCHMER, *Bauformen* I, p. 355.
- Saint-Ulrich (F) *Le domaine gallo-romain de Saint-Ulrich (Moselle) (I)*, dans *Gallia*, t. XXIX, fasc. 2, (1971), pp. 17-44 ; *Gallia*, t. XXIV, (1966), fasc. 2, pp. 284-285  
*Gallia*, t. XXX, fasc. I, (1972), pp. 41-44, 284 ; *Gallia*, t. XXVIII, fasc. 2, (1970), pp. 296-298.

- Sanxay (F) J. FORMIGE, *Le sanctuaire de Sanxay (Département de la Vienne)*, dans *Gallia*, t. II, (1944), p. 73 et ss. (*Les thermes*, pp. 75-83).
- Sarrebouurg (F) dans *Gallia*, t. XVI, (1958), fasc. 2, fig. 11, p. 329.
- Sarreinsming (F) dans *Gallia*, t. XXVI, 1968, p. 388-389 ; XXVIII, 1970, pp. 300-302 ; XXX, 1972, pp. 366-369 ; XXXII, 1974, pp. 359-360 ; LXXIV, fasc. 2, 1976, pp. 368-370.
- Sarre-Union (F)\* dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), p. 323 ; *Alise-Ste-Reine (Alesia)* ; dans *Gallia*, t. XIV, fasc. 2, (1956), p. 286 ; F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 15, note 8.
- Sauvènière (Gembloux) (B) A. BEQUET, *Ferme du II<sup>e</sup> siècle à Sauvènière (Namur)*, dans *ASAN*, t. XXIV, (1900), p. 1-20.  
*Habitat rural*, p. 24.  
KNAPEN-LESCRENIER, IX, p. 113.
- Sens (F) dans *Gallia*, t. VIII, (1950), pp. 178-180.
- Silchester (GB) F. HAVERFIELD, *The roman occupation of Britain*, Oxford, 1924.
- Sommerain (B) SCHAYES, *Histoire de l'architecture en Belgique*, t. I, s.d., pp. 163-167 ; C. DUBOIS, *La villa romaine de Sommerain (commune de Mont, canton de Houffalize)*, dans *BIA Lux*, 28<sup>e</sup> an., (1952), pp. 3-11.  
*Habitat rural*, pp. 36-37.  
DE MAEYER, 1940, pp. 210-211.  
CORBIAU, XI, pp. 184-185.
- Sotzweiler (D) Alfons KOLLING, *Die römische Villa von Sotzweiler*, dans *Germania*, 39<sup>e</sup> an., Heft 3/4, (1961), pp. 472-478.
- Spoonley Wood (GB) J. Henry MIDDLETON, *On a roman villa in Spoonley Wood, Gloucestershire, and on Romano-British houses generally*, dans *Archaeologia*, t. LII, 2, (1889), p. 651 ss. (illustr. et plan).
- Stahl (D) F. OELMANN, *Die villa rustica bei Stahl und Verwandtes*, dans *Germania*, 5<sup>e</sup> an., 1921, pp. 64-73.
- Steenbosch (B)  
(Fouron-le-Comte) H. DELVAUX, *La découverte du Steenbosch et l'origine de sa chapelle à Fouron-le-Comte*, Liège, 1851.  
*Habitat rural*, p. 43.  
DE MAEYER, 1940, pp. 160-162.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, pp. 111-112.
- Thallinchtènberg (D) dans *Trier. Zeit.*, 35<sup>e</sup> an., (1972), p. 324 ss ; *ibidem*, 33<sup>e</sup> an., (1970), pp. 272-273.
- Thoraïse (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 433, fig. 23.
- Timgad (DZ) E. BRÖDNER, *Untersuchungen*, dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), table 13, fig. 3 ; BALLU, *Les ruines de Timgad*, Paris, 1897, pl. XIX ; BALLU, *Les ruines de Timgad - Nouvelles découvertes*, Paris, 1903, p. 41, fig. 8.
- Tongres (B)  
(St-Truiderstraat) W. VANVINCKENROYE, *Het « hypocaustum » in de Sint-Truiderstraat te Tongeren*, dans *Limburg*, 50<sup>e</sup> an., (1971), pp. 193-203.  
*Habitat rural*, p. 46.  
DE MAEYER, 1940, pp. 119-120.
- Toulousè (F)  
(n<sup>o</sup> 11, rue du Languedoc) dans *Gallia*, t. LXXIV, (1976), fasc. 2, pp. 476-477.
- Tourinnes-St-Lambert (B) C. DENS, J. POILS, *Habitations et cimetièrè belgo-romains*, dans *ASA Br*, t. XXV, (1911), pp. 293-299 (pl. III).  
DE MAEYER, 1940, pp. 27-28.  
DESITTERE, III, pp. 150-151.

- Tournai (B) M. AMAND et I. EYKENS-DIERICKX, *Tournai romain*, Bruges, 1960 (= Dissertationes Archaeologicae Gaudenses).  
Rue du Marché aux jambons : M. AMAND, *Tournai, Substructions romaines du Marché-aux-Jambons*, dans *Ant. Class.*, 15<sup>e</sup> an., (1947), pp. 97-105.  
Rue des Orfèvres : M. AMAND, *Fouilles de Tournai (1941-1942)*, dans *Ant. Class.*, t. XII, (1943), fasc. 1, pp. 93-97.
- Treignes (B) J.-M. DOYEN, *Les thermes romains de Treignes (campagnes 1980-81) : rapport préliminaire*, dans *Amphora*, n° 26, déc. 1981, pp. 7-13.
- Trèves (D) KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 107, fig. 123 (cette figure est une reconstitution).  
Meerkatz 3-5 : dans *Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956/58), pp. 463-466.  
Oelewigerstrasse : dans *Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956/58), p. 467.
- Valentine (F) dans *Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 490-491.
- Vellereille-le-Brayeux (B) E. RAHIR, *Vingt-cinq années de recherches, de restaurations et de reconstitutions*, dans *Musées Royaux du Cinquantenaire*, Bruxelles, 1928. *Habitat rural*, p. 47.  
DE MAEYER, 1940, pp. 100-102.
- Verchères de Chaintry (F) dans *Gallia*, t. I, fasc. 2, (1943), pp. 263-266.
- Vesqueville (B) A. MATTHYS, *La villa romaine de Vesqueville*, dans *Arch. Belg.*, n° 159, 1974.  
*Habitat rural*, p. 47.  
DE MAEYER, 1940, p. 223.  
CORBIAU, XI, pp. 269-271.
- Vieil-Evreux (F) dans *Gallia*, t. XXXIV, 1976, fasc. 2, pp. 332-333.
- Villards d'Héria (F) dans *Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), pp. 365-371 ; *ibidem*, t. XXVI, fasc. 2, (1968), pp. 453-465.
- Villers-le-Bouillet (B) A. GEUBEL, *Notes sur la fouille d'une villa romaine à Villers-le-Bouillet*, dans *AFAHB*, XXXI<sup>e</sup> session, Congrès de Namur, 1938, fasc. 4, pp. 226-235.  
*Habitat rural*, p. 47.  
DE MAEYER, 1940, pp. 167-168.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 94.
- Visé (B) J. MASSIN, *Découvertes gallo-romaines à Visé. Trouvailles anciennes et recherches récentes*, dans *BSRV-L*, n° 135, t. VI, oct.-déc., (1961), pp. 87-88.  
*Habitat rural*, p. 48.  
DE MAEYER, 1940, p. 169.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 96.  
Le fouilleur qui a découvert de grandes dalles circulaires en terre cuite (diamètre 46 x 5,5 cm et 36 x 4,5 cm) pense qu'il s'agit de chapiteaux de pilettes. Il renvoie à H. DELVAUX, *Dictionnaire géographique de la province de Liège*, 2<sup>e</sup> éd., t. I, Liège, 1841, p. 169.
- Vissoul (Oteppe) (B) *Fouilles à Vissoul*, dans *ASABr*, t. XIV, (1900), pp. 81-83.  
*Habitat rural*, p. 48.  
DE MAEYER, 1940, pp. 169-170.  
DEFIZE-LEJEUNE, V, p. 97.
- Waiblingen (D) Eduard NEUFFER, *Zwei neue römische Gutshöfe von Waiblingen « Hochgericht » und Köngen (Kr. Esslingen) « Fuchsgrube »*, dans *Fund. Schwaben*, neue Folge 19, (1971), p. 230 ss.

Wallenborn (D)	W. BINSFELD, <i>Das Quellheiligtum Wallenborn bei Heckenmünster (Kr. Wittlich)</i> , dans <i>Trier. Zeit.</i> , 32 <sup>e</sup> an., 1969, p. 239 ss., fig. 20.
Weiersbach	dans <i>Trier. Zeit.</i> , 24-26 <sup>e</sup> an., Heft 2, (1956-58), pp. 560-561.
Weitersbach (D)	Erich GOSE, <i>Der römische Gutshof von Weitersbach</i> , dans <i>Arch. Belg.</i> , 61, ( <i>Miscellanea Archaeologica in honorem J. BREUER</i> ), Bruxelles, 1962 ; <i>ibidem</i> , dans <i>Trier. Zeit.</i> , 24-26 <sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956/58), fig. 113.
Wiersdorf (D)	dans <i>Trier. Zeit.</i> , 35 <sup>e</sup> an., (1972), pp. 327-329.
Wroxeter (GB)	H. THEDENAT, <i>Hypocaustis, hypocaustum</i> , dans DAREMBERG-SAGLIO, <i>D-A</i> , t. III, (1900), p. 347.
Yvoir (B)	P. VAN OSSEL, <i>Fouilles préliminaires d'un établissement gallo-romain à Yvoir</i> , dans <i>Activités 79 du SOS fouilles</i> , 1/1980, pp. 84-87.
Zulpich (D)	dans <i>Gesund. Ing.</i> , 79 <sup>e</sup> an., (1958), p. 3, fig. 18.

## LISTE DES FIGURES

- (1) Brasero. Pompéi, (DYER, *Pompéii*, 1875, p. 551, fig. 1).
- (2) Brasero. Civilisation apennine, (P. PUGLISI, *Civiltà appenninica*, planche 3, fig. 3).
- (3) Brasero en bronze. Pompéi, (E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 658, fig. 761).
- (4) Plan des « thermes du forum ». Pompéi, (OVERBECK, *Pompéji*, Leipzig, 1886, p. 189, fig. 138).
- (5) Cheminée-âtre à Lussas-et-Nontronneau, (*Gallia*, t. XXXI, (1973), p. 163, fig. 19).
- (6) Foyer de cheminée à Augst (CH), (*Führer durch Augusta Raurica (Augst)*, Basel, 1959, p. 123, fig. 83, Insula XVI).
- (7) Foyer de cheminée monté avec des fragments de *tegulae* ; hauteur : 1,30 m, largeur : 0,76 m, à Javols (F), (*Gallia*, t. XXIX, (1971), p. 403).
- (8) Le fourneau de la cuisine de la maison des Vettii, (H. THEDENAT, *Pompéi*, Paris, 1927, fig. 53).
- (9) Alize-Sainte-Reine (F), (*Gallia*, t. XIV, fasc. 2, (1956), p. 286, fig. 5).
- (10) Augst (CH), (*Führer durch Augusta Raurica*, 1959, p. 108, fig. 68).
- (11) Divers modèles de trépieds. Saalburg, (L. JACOBI, *Saalburg*, 1897, p. 242, fig. 36).
- (12) Frise du mausolée d'Igel, (*Trier. Zeit.*, t. XXXI, (1968), pl. hors-texte).
- (13) Trépied pour chauffe-eau, (DYER, *Pompéii*, 1875, p. 551).
- (14) Les thermes de Stabies à Pompéi, (OVERBECK, *Pompéji*, Leipzig, 1865, p. 207, fig. 146).
- (15) Thermes du centre à Pompéi, (E. PFRETZSCHNER, *Die Grundrissentwicklung der römischen Thermen*, table 3, fig. 2).
- (16) Tableau montrant les phases historiques de l'évolution des bains, (F. KRETZSCHMER, *Die Entwicklung der antiken Heizung*, dans *Heizung - Lüftung - Haustechnik*, t. VIII, (1957), n° 5, p. 123, fig. 1).
- (17) Schéma d'utilisation des bains au cours des trois premières phases de F. Kretzschmer, (*ibidem*, p. 123, fig. 2).
- (18) Chambre de chauffe de Bade, (H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 346, fig. 3939).
- (19) *Ibidem*, fig. 3938.
- (20) Praefurnium de la place St-Lambert, (Liège, 1977), (Dessin J.-M. D.).
- (21) Coupe d'un chauffage par hypocauste selon V. BALTER, (*AIA Lux*, t. LXII, (1931), p. 170).
- (22) Ouverture (murée) pour praefurnium aux thermes impériaux de Trèves, (KRENCKER-KRÜGER,

*Tr.Kai.Th.*, p. 104, fig. 117).

- (23) Couloir de la chaufferie des thermes du camp de Lambèse, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, fig. 290, p. 210).
- (24) Trèves, Thermes de Constantin, plan du sous-sol, (A. GRENIER, *Quatre villes romaines de Rhénanie*, Paris, 1925, p. 56).
- (25) Thermes de Ste-Barbe à Trèves, (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 69, fig. 117).
- (26) Couloir de services aux « grands thermes du nord » à Timgad, (BALLU, *Les ruines de Timgad*, Paris, 1897, pl. XIX).
- (27) Couloir de service des chambres de chauffe des thermes impériaux de Trèves, (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 69, fig. 116).
- (28) Couloir de service des grands thermes du nord à Timgad, (BALLU, *Les ruines de Timgad - Nouvelles découvertes*, Paris, 1903, p. 41, fig. 8).
- (29) Plan des thermes du sud à Timgad, (A. BALLU, *Les ruines de Timgad*, pl. XVIII, p. 172).
- (30) Salle hypostyle pour entrepôt de combustible aux « grands thermes du sud » à Timgad, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 230, fig. 332).
- (31) « Petits thermes de Lambèse », reconstitution d'un couloir de service. Coupe schématique, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, fig. 286, p. 209).
- (32) Ibidem fig. 34 (col. 455-456, fig. 46).
- (33) Plan de la villa de la Pisanella à Boscoreale, (MAU, *Pompeji*, 1908, p. 382).
- (34) Cuisine et chambre de chauffe de la villa Pompéiana della Pisanella, (*Reale Accademia dei Lincei, Monumenti Antichi*, col. 447-448, fig. 43).
- (35) Maison « du Cithariste » à Pompéi, (MAU, *Pompéi in Leben und Kunst*, Leipzig, 1908, p. 373, fig. 199).
- (36) Maison « de Diomède » à Pompéi, (MAU, *ibidem*, p. 377, fig. 202).
- (37) Maison « de l'empereur Joseph II », (MAU, *ibidem*, p. 364, fig. 194).
- (38) Tableau J.-M. D.
- (39) Maillen (Al Sauvenière) (B), (*ASAN*, t. XIX, (1891), pp. 345-390, hors-texte).
- (40) Sauvenière (B), (*Société d'Archéologie et de Paléontologie de Charleroi, Notice descriptive du musée, Conférences*, Charleroi, 1911, p. 171).
- (41) Nennig (D), (*Bon. Jahrb.*, Heft 129, (1924), p. 117, fig. 2).
- (42) Anthée (B), (*ASAN*, t. XIV, (1877), pp. 165-194, hors-texte).
- (43) Haccourt (B), (*Arch. Belg.*, 174, (1975), p. 41, fig. 17).
- (44) Mamer (L), (*Hémecht*, 27<sup>e</sup> an., (1975), P. 440).
- (45) Saarbrücken (D), (*Germania*, 39<sup>e</sup> an., (1961), p. 478, fig. 1).
- (46) Graux (B), (*ASAN*, t. XXIX, (1910)).
- (47) Aiseau (B), (*DRSCh*, t. IX, (1878)).
- (48) Gerpennes (B), (*DRSCh*, t. VIII, (1875)).
- (49) Gunstett (F), (*Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 414, fig. 41).
- (50) Baden (D), (*Bon. Jahrb.*, (1885), t. LXXIX, table II).
- (51) Liège, place St-Lambert, 1977 (schéma J.-M. D.).
- (52) Furfooz (B), (DE MAEYER, (1937), p. 177, fig. 56).
- (53) Mont-lez-Houffalize (B), (dans *Arch. Belg.*, 78, p. 159, fig. 4).
- (54) St-Jean-Geest (B), (*Arch. Belg.*, 195, 1977, p. 13, fig. 6).
- (55) Landen (B), (*BIAL*, t. XI, (1872), pl. II).
- (56) Miécrot (B), (*BCAH-C*, t. IX, (1969), pp. 79-82, hors-texte).
- (57) Haccourt (B), (*Arch. Belg.*, n° 168, 1974, p. 49, fig. 20).
- (58) Basse-Wavre (B), (*ASABr*, t. XIX, (1905), pl. XIII).
- (59) Boussu-lez-Walcourt (B), (DE MAEYER, 1937, p. 189, fig. 63).

- (60) Vesqueville (B), (*Arch. Belg.*, n° 159, 1974, p. 26, fig. 14).
- (61) Anlier (B), (DE MAEYER, 1937, p. 188, fig. 62).
- (62) Colmier-le-Bas (F), (*Gallia*, t. XXVII, fasc. 2, (1969), p. 306, fig. 25).
- (63) Evelette (B), (*BCAH-C*, t. VI, (1966), pp. 15-28, hors-texte).
- (64) Goeblingen-Nospelt (L), (*Hémecht*, 25<sup>e</sup> an., (1973), pp. 375-399, table 9).
- (65) Fanum Martis (F), (*Gallia*, t. XIX, fasc. I, (1961), pp. 179-186, hors-texte).
- (66) Newel (D), (*Trier. Zeit.*, 34<sup>e</sup> an., (1971), pp. 143-225, hors-texte).
- (67) Bourcy (B), (*Arch. Belg.*, n° 27, 1955, p. 13, fig. 10).
- (68) Boulaide (B), (*AIA Lux*, t. XLVIII, (1913), p. 415).
- (69) Modave (B), (*BIAL*, t. XXV, (1895), p. 181, fig. 1).
- (70) Evelette (B), voir fig. 63.
- (71) Weitersbach (D), (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 45, fig. 74).
- (72) Modave (B), voir figure 69.
- (73) Villers-le-Bouillet (B), (*AFAHB, XXXI<sup>e</sup> session, Congrès de Namur*, 1938, hors-texte).
- (74) Basse-Wavre (B), voir fig. 58.
- (75) Mettet (B), (*ASAN*, t. XXXIII, (1919), pp. 49-189, hors-texte).
- (76) Genimont (B), (*ASAN*, t. XXX, (1911), pp. 190-191, hors-texte).
- (77) Grand (F), (*Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 371, fig. 37).
- (78) Chastres-lez-Walcourt (B), (*ASAN*, t. XXIV, (1900), pp. 121-128, hors-texte).
- (79) Guiry-Gadancourt (F), (*Gallia*, t. XVIII, fasc. I, (1960), pp. 164-170, fig. 2).
- (80) Liège (place St-Lambert - 1907), (*AFAHB (XXI<sup>e</sup> congrès - 1909)*, pl. XIX).
- (81) Graux (B), voir fig. 46.
- (82) Liège, place St-Lambert, 1977 (dessin J.-M. D.).
- (83) Graux (B), voir fig. 46.
- (84) Jemelle (B), (*Société d'Archéologie et de Paléontologie de Charleroi, Notice descriptive du musée, Conférences*, Charleroi, 1911, p. 162).
- (85) Mont-lez-Houffalize (B), (*Arch. Belg.*, n° 78, 1964, p. 157, fig. 3).
- (86) Tableau montrant les différents types de foyers (FCD) (dessin J.-M. D.).
- (87) Bavai (F), (BIEVELET, *Ant. Class.*, t. XIX, (1950), pl. I, p. 84).
- (88) Praefurnium, Paris (Parvis Notre-Dame), (*Archéologie*, n° 22, mai/juin, (1968), p. 63).
- (89) Hypocauste à Vesqueville (B), (*Arch. Belg.*, n 159, 1974, p. 10, fig. 3).
- (90) Vellereille-le-Brayeux (B), (RAHIR, *Vingt-cinq années de recherches, de restaurations et de reconstitutions*, Bruxelles, 1928, p. 134, fig. 68).
- (91) Sarrebourg (F), (*Gallia*, t. XVI, (1958), p. 329, fig. II).
- (92) Anthée (B), (*ASAN*, t. XIV, (1877), pp. 165-194, hors-texte).
- (93) Mettet (B), (*ASAN*, t. XXXIII, (1919), planche hors-texte).
- (94) Rulles (B), (*AIA Lux*, t. XLVIII, (1913), p. 440).
- (95) Liège (1907), (LOHEST, *AFAHB, XXI<sup>e</sup> Congrès*, (1909), pl. XIX).
- (96) Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIV).
- (97) Anlier (B), (DE MAEYER, 1937, p. 188, fig. 62).
- (98) Praefurnium à Pont-Croix (F), (*Gallia*, t. XXXI, fasc. 2, (1973), p. 372, fig. 24).
- (99) Praefurnia de Chassenon (F), (*Gallia*, t. XXXI, fasc. 2, (1973), p. 380, fig. 2).
- (100) Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XVII).
- (101) Liverdun (F), (*Gallia*, t. XVIII, fasc. 2, (1970), p. 288, fig. 14).
- (102) Irrel (D), (*Trier. Zeit.*, 37<sup>e</sup> an., (1974), p. 282, fig. 8).
- (103) Praefurnium de l'hypocauste qui a servi à l'expérience de Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 57, fig. 55).

- (104) Sole de praefurnium à Villards d'Héria (F), (*Gallia*, t. XXVIII, (1970), p. 361, fig. 27).
- (105) Praefurnium de la pl. St-Lambert à Liège, 1977 (photo J.-M. D.).
- (106) Basse-Wavre (B), (*ASABr*, t. XIX, (1905), p. 317, pl. XIV, photo *Wavriensia*, t. XVIII, (1969), n° 1, p. 142).
- (107) Idem
- (108) Anderlecht (B), (*ASABr*, t. XX, (1906), p. 245, pl. VII).
- (109) Tourinnes-Saint-Lambert (B), (*ASABr*, t. XXV, (1911), p. 295, pl. III).
- (110) Sarrebrücken (D), voir fig. 45.
- (111) Hypocauste à Saarbrücken (D) avec chambre de chauffe et foyer (*Germania*, Heft 3/4, (1961), table 56, fig. 2).
- (112) Vue intérieure d'une chambre de chauffe avec praefurnium dans un bain turc encore en fonction en 1929, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 292, fig. 439).
- (113) Villa de Boscoreale, (*Accademia dei Lincei, Monumenti Antichi*, vol. VII, 1897, col. 447-448, fig. 44).
- (114) Villa de Boscoreale, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 304, fig. 451).
- (115) Bains de la villa « de Diomède » - Pompéi, (E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 655, fig. 753).
- (116) Coupe horizontale théorique dans la chambre de chaleur du *caldarium* des bains de la maison « de Diomède » à Pompéi (dessin J.-M. D.).
- (117) Praefurnium aux « grands thermes du nord » à Timgad, (E. BRÖDNER, *Untersuchungen, Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), table 13, fig. 3).
- (118) KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, fig., 364 a et b., p. 244.
- (119) Cuve en bronze des thermes de Tebessa (se trouve au musée de la même ville), KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 304, fig. 453 c).
- (120) Morceaux de chaudière en bronze, (KRENCKER-KRÜGER, *ibidem*, p. 304, fig. 453 a et b).
- (121) Coupe horizontale dans un *praefurnium* aux « petits thermes de Lambèse » (DZ), (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 209, fig. 287).
- (122) Protection pour *testudo alvei* (Musée de Djémila en Algérie), (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 304, fig. 450).
- (123) Foyer des bains de « la maison de Julia Félix » - Pompéi, avec escalier d'accès à la chaudière, (F. KRETZSCHMER, *Bauformen I*, p. 357, fig. 9).
- (124) *Caldarium* des « grands thermes du nord » à Timgad, (KRENCKER-KRÜGER, p. 232, fig. 337).
- (125) *Praefurnium* d'appoint aux grands thermes du nord à Timgad, (KRENCKER-KRÜGER, p. 234, fig. 345).
- (126) Reconstitution en perspective du *praefurnium* de la fig. 127, (KRENCKER-KRÜGER, p. 234, fig. 342).
- (127) Coupe horizontale dans un *praefurnium* du *caldarium* des « thermes du nord » à Timgad, (KRENCKER-KRÜGER, p. 234, fig. 341).
- (128) Praefurnium des « grands thermes du nord » à Timgad, (A. BALLU, *Les ruines de Timgad - Nouvelles découvertes*, Paris, 1903).
- (129) Grands thermes du sud à Timgad, (A. BALLU, *Les ruines de Timgad*, (1897), pl. XVIII, p. 172).
- (130) *Ibidem*, (KRENCKER-KRÜGER, p. 230, fig. 331 a).
- (131) *Ibidem*, (KRENCKER-KRÜGER, p. 230, fig. 330 a).
- (132) *Ibidem*, (KRENCKER-KRÜGER, p. 230, fig. 330 b).
- (133) *Ibidem*, (KRENCKER-KRÜGER, p. 230, fig. 331 b).
- (134) JACOBI, *Saalburg*, pl. XV.
- (135) Bains de Furfooz (B), (BREUER, *Chauf. ant.*, p.9, fig. 4).
- (136) Thermes de Gennes (F), (GRENIER, *Manuel*, p. 327, fig. 104).
- (137) Agencement de chaudière (dessin J.-M. D.).

- (138) *Idem.*
- (139) *Idem.*
- (140) Agencement de foyer dans les thermes ou bains privés (dessin J.-M. D.).
- (141) *Idem.*
- (142) *Idem.*
- (143) Miécrot (B), (*BCAH-C*, t. IX, (1969), p. 80).
- (144) Villers-le-Bouillet (B), (*AFAHB, Congrès de Namur 1938, XXXI<sup>e</sup> session*, fasc. 4, pp. 226-235).
- (145) Ronchinne (B), (*ASAN*, t. XXI, (1895), hors-texte).
- (146) Weitersbach (D), (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 45, fig. 74).
- (147) Mersch (L), (*Hélium*, VII, (1967), p. 141, fig. 19).
- (148) Cadrieu (F), (*Gallia*, t. XXVII, fasc. 2, (1969), p. 423, fig. 32).
- (149) Martelange (B), d'après MALGET, (*AIA Lux*, t. XLVII, (1912), p. 416).
- (150) Pannessières (F), (*Gallia*, t. XXIV, fasc. 2, (1966), p. 363, fig. 26).
- (151) Dessin J.-M. D.
- (152) Dessin transmis par A. OZER, chef de travaux, séminaire de géographie de Liège.
- (153) Dessin J.-M. D., d'après A. HUFTY, *Les climats locaux dans la région liégeoise*, ULg, 1966, p. 22, fig. 4.
- (154) Dessin J.-M. D.
- (155) Dessin J.-M. D.
- (156) Baignoire chaude des bains des femmes - Fontaines-Salées (F), (*Gallia*, t. I, fasc. 2, (1943), pp. 56-57).
- (157) Grand *caldarium* des « grands thermes du sud » à Timgad, (A. BALLU, *Les ruines de Timgad (Antique Thamugadi)*, Paris, 1897, planche XXIV).
- (158) Dalles de *suspensura* posées par les quatre coins à Aquincum, (Klara Sz. Poczy, *Aquincum*, fig. 21).
- (159) Exemples de pilettes « classiques » (dessins J.-M. D.).
- (160) Tableau récapitulatif des différentes dimensions des pilettes « classiques » retrouvées en Belgique.
- (161) Pilettes avec voûtes soutenant une baignoire aux thermes de Lambèse (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 208, fig. 283).
- (162) Newel (D), (*Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956-1958), p. 592, fig. 157).
- (163) Boussu-lez-Walcourt (B), (*DRSch*, t. XVIII, (1891), p. 57, fig. 2).
- (164) Pilettes d'hypocauste en briques creuses avec surface latérale percée de trous. Se trouvent au musée provincial de Trèves, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 29, fig. 33).
- (165) Hypocauste de Saalburg, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIX).
- (166) Pilettes en *tubuli*, (Spoonley Wood (GB), *Archaeologia*, t. LII, 2, (1889), pl. XX).
- (167) Pilette monolithe, (*ibidem*).
- (168) Paris (F), (P. DUVAL, *Paris antique*, s.d., fig. 46).
- (169) Pilettes avec voussettes soutenant une baignoire aux thermes de Lambèse. Dessin J.-M. D., (d'après KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 208, fig. 283).
- (170) Revêtement des sols d'hypocauste (dessin J.-M. D.).
- (171) *Idem.*
- (172) *Idem.*
- (173) *Idem.*
- (174) Sol d'hypocauste en matériaux réfractaires à Mamer (L), (*Hémecht*, 27<sup>e</sup> an., Heft I, (1975), p. 470, fig. 35).
- (175) Tableau de synthèse concernant les sols d'hypocauste en Belgique.

- (176) Tableau montrant la répartition des dalles réfractaires et du béton sur les sols d'hypocauste en Belgique.
- (177) Hypocauste de Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII).
- (178) Cave de la villa de Newel (D), (*Trier. Zeit.*, 34<sup>e</sup> an., (1971), pp. 143-225).
- (179) Reconstitution de la salle III, qui était chauffée. Vue en coupe de la chambre de chaleur, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 107, fig. 123).
- (180) Coupe dans un mur de chambre de chaleur (dessin J.-M. D.)
- (181) *Idem*.
- (182) Hypocauste de la villa romaine de la pl. St-Lambert à Liège (découvert en 1907). Photo : Centre interdisciplinaire de recherches archéologiques (ULG).
- (183) Carreaux en terre cuite trouvés à Berlaconnes (B) (dessin J.-M. D.).
- (184) Revêtement des murs de la chambre de chaleur à Hives (B) (dessin J.-M. D.).
- (185) Revêtement des murs de la chambre de chaleur à *Tournai* (Marché-aux-Jambons (B) (dessin J.-M. D.).
- (186) Hypocauste de Arquennes (B), (*DRSch*, t. VI, (1873), pl. III, fig. 1).
- (187) Dalle de *suspensura* reposant sur les quatre coins (dessin J.-M. D.).
- (188) Dalle de *suspensura* reposant par le centre (dessin J.-M. D.).
- (189) Coupe verticale dans une *suspensura* (dessin J.-M. D.).
- (190) *Suspensura* avec deux couches de dalles, (Epoque romaine en Suisse, dans *Répertoire de pré-histoire et d'archéologie de la Suisse*, 21<sup>e</sup> cours (résumé), Bâle, 1962, pl. 12, 8).
- (191) *Suspensura* avec mosaïque à Bavilliers (F), (*Gallia*, t. XXVIII, (1970), p. 346, fig. 1).
- (192) *Suspensura* avec « tubulature » (*Memoirs of the American Academy in Rome*, vol. XXIII, (1955), p. 260, fig. 5).
- (193) *Suspensura* avec deux épaisseurs de dalles, (*Bulletin de documentation d'études industrielles Fernand Courtoy*, (1957), p. 7, fig. 3).
- (194) Tongres (B), (*Limburg*, 50<sup>e</sup> an., (1971), p. 195).
- (195) Schéma de chambre de chaleur à pilettes (dessin J.-M. D.).
- (196) Schéma de chambre de chaleur à canaux (dessin J.-M. D.).
- (197) Schéma de chambre de chaleur mixte (dessin J.-M. D.).
- (198) Chambre de chaleur à pilettes à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, p. 250, fig. 37).
- (199) Chambre de chaleur à canaux, hypocauste de Silchester (GB), (H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, DAREMBERG-SABLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 349, fig. 3947).
- (200) Hypocauste mixte à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, p. 257, fig. 39).
- (201) Mont-lez-Houffalize (B), (*Arch. Belg.*, n° 78, 1964, p. 159, fig. 4).
- (202) Chambre de chaleur à canaux de Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, p. 255, fig. 38).
- (203) Boulaide (B), (*AIA Lux*, t. XLVIII, (1913), p. 415).
- (204) Newel (D), (*Trier. Zeit.*, 34<sup>e</sup> an., (1971), pp. 143-225).
- (205) Goebtingen-Nospelt (L), (*Hémecht*, 25<sup>e</sup> an., (1973), Heft I, pp. 375-390, table 7).
- (206) Chambre de chaleur à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII, (7, 7a)).
- (207) *Idem*, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII, (3, 3a)).
- (208) Chambre de chaleur à canaux et pilettes à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII, (I, Ia)).
- (209) Chambre de chaleur à canaux à Sanxay (F), (*Gallia*, t. II, (1944), p.79, fig. 24).
- (210) Chambre de chaleur à canaux rayonnants, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII, (5, 5a)).
- (211) Chambre de chaleur à canaux, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. VIII, (6, 6a)).
- (212) Chambre de chaleur à canaux rayonnants à Weitersbach (D), (*Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., (1956/58), p. 560).
- (213) Chambre de chaleur à canaux rayonnants à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIV, fig. I).
- (214) *Idem* à Lalouquette (F), (*Gallia*, t. XXXI, (1973), fasc. I, pp. 123-156, plan en hors-texte).

- (215) *Idem* à Vandœuvre (F), (*Gallia*, t. XXIX, fasc. 2, (1971), p. 277, fig. 40).
- (216) *Idem* à Ordan-Larroque (F), (*Gallia*, t. XXVIII, fasc. 2, (1970), p. 496, fig. 36).
- (217) *Idem* à Weitersbach (D), (KRETZSCHMER, *La technique*, p. 45, fig. 74).
- (218) Hypocauste à canaux rayonnants à Lalouquette (F), (*Gallia*, t. XXXI, (1973), p. 140, fig. 12).
- (219) Chambre de chaleur à canaux rayonnants à Fontaines-Salées (F), (*Gallia*, t. I, fasc. 2, (1943), pp. 56-57).
- (220) Chambre de chaleur à canaux, (variante), à Lalouquette (F), (*Gallia*, t. XXXI, (1973), fasc. 1, pp. 123-156, plan hors-texte).
- (221) Chambre de chaleur à canaux, (variante), à Bonn (D), (*Bon. Jahr.*, t. IV, (1844), pl. V et VI).
- (222) Chambre de chaleur à canaux parallèles à Lullingstone (G-B), (BRUCE-MITFORD, *Recent Archaeological Excavations, in Britain*, 2<sup>e</sup> éd., 1957, p. 90, fig. 34).
- (223) Chambre de chaleur à canaux parallèles à Izernore (F), (*Archeologia*, n° 22, mai/juin, (1968), p. 64).
- (224) Chambre de chaleur mixte à canaux rayonnants à Montmaurin (F), (*Gallia*, t. XXX, fasc. I, (1972), pp. 83-124, fig. 10).
- (225) *Idem* à Valentine (F), (*Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), pp. 490-491, fig. 28).
- (226) Chambre de chaleur mixte à canaux rayonnants à Lalouquette (F), (*Gallia*, t. XXXI, (1973), fasc. I, pp. 123-156, planche hors-texte).
- (227) *Idem*.
- (228) Chambre de chaleur mixte avec chambre centrale, canaux rayonnants et pilettes en *tubuli*, (*Gallia*, t. XXXI, (1973), fasc. 1, p. 145, fig. 21).
- (229) *Idem* que fig. 226, à Saalburg (D), (L. JACOBBI, *Saalburg*, pl. VIII, (4, 4a)).
- (230) *Idem* que fig. 226, à Konz (D), (*Germania*, 39<sup>e</sup> an., (1961), Heft 1/2, pp. 204-206, fig. 1).
- (231) *Idem* que fig. 226, à Ronchinne (B), (*ASAN*, t. XXI, (1895), plan hors-texte).
- (232) Ronchinne (B), (*ibidem*, plan hors-texte).
- (233) Chambre de chaleur mixte, (variante), à Sens (F), (*Gallia*, t. VIII, (1950), p. 179, fig. 15).
- (234) *Idem* à Larroque (F), (*Gallia*, t. XVII, fasc. 2, (1959), p. 422, fig. 14).
- (235) *Idem* à Grand (F), (*Gallia*, t. XXX, fasc. 2, (1972), p. 374, fig. 37).
- (236) *Idem* à Paris (Thermes de l'Est), (P.M. DUVAL, *Paris antique*, s.d.).
- (237) « Chauffoir » d'Uriage (F), (Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France, t. VIII, Paris, 1874, p. 358, fig. 1 et 2).
- (238) Chambres de chaleur à Spoonley Wood (GB), (*Archeologia*, t. LII, 12, (1889), pp. 651 ss, plan hors-texte).
- (239) Murs creux dans les grands thermes du sud à Djémila (DZ), (*Germania*, 36<sup>e</sup> an., 1958, Tafel 13, fig. 2).
- (240) Dessin montrant comment étaient appliquées les *tegulae mammatae* sur le mur, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIX, 10).
- (241) *Tegula mammata* de Saalburg, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIX, I).
- (242) *Tegula mammata*, (CAGNAT-CHAPOT, *Manuel*, t. I, 1916, p. 220, fig. 114).
- (243) Coupe horizontale dans le *caldarium* des bains de la maison « de Diomède » à Pompéi, (SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), p. 655, fig. 754).
- (244) Mur creux, (CAGNAT-CHAPOT, *Manuel*, t. I, 1916, p. 220, fig. 115).
- (245) *Tegula mammata*, (*Gallia*, t. XXI, fasc. I, (1963), p. 224, fig. I).
- (246) *Tegulae mammatae* (c) en place et ressaut de mur fermant le mur creux (d) dans les bains de la maison « de Diomède » à Pompéi, (*Gesund. Ing.*, 79<sup>e</sup> an., (1958), p. 3, fig. 18).
- (247) *Tegula mammata* à Montoulieu (F), (M. LABROUSSE, *Gallia*, t. XXI, fasc. I, (1963), p. 224, fig. I, 4).
- (248) *Idem* à Puysegur (F), (M. LABROUSSE, *ibidem*, fig. I, 2).
- (249) *Idem* à Cahors (F), (M. LABROUSSE, *ibidem*, fig. I, 5).

- (250) *Tegulae mammatae* de Mamer (L), (*Hémecht*, 27, Heft I, (1975), p. 442, fig. 13).
- (251) Hypocauste de Champliou (F), (H. THEDENAT, DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 348, fig. 3943).
- (252) Mur creux (à bobines) de Mamer (L), (*Hémecht*, 27, Heft I, (1975), p. 443, fig. 14).
- (253) *Tubuli* de mur et de cheminée à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, p. 200, fig. 26).
- (254) Différents modèles de *tubuli* avec échelle comparative retrouvés à Saalburg, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIX).
- (255) Quelques exemples de *tubuli* rassemblés au musée provincial de Trèves, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 29, fig. 33).
- (256) *Tubulus* de la villa de Nouvelles (B), (ACAFLC, t. IV, (1966), p. 65, fig. 3).
- (257) *Tubuli* de Mamer (L), (*Hémecht*, 27, Heft I, (1975), p. 441, fig. 12).
- (258) Quelques exemples de *tubuli* striés retrouvés en Rhénanie, (J. NAEHER, *Bon. Jahr.*, heft LXXIX, 1885, Taf. II, fig. 16 et 16 a).
- (259) Situations de la *suspensura* par rapport au mur, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 21, fig. 12 (4, 5, 6)).
- (260) *Tubuli* coincés entre la *suspensura* et le mur dans un *caldarium* à Zulpich (D), (*Gesund. Ing.*, 79<sup>e</sup> an., (1958), p. 3, fig. 18).
- (261) Dessin de J.-M. D., (d'après F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 21, fig. 12).
- (262) *Idem*.
- (263) Coupe dans une « tubulature » à Saalburg (D), (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XIX, II).
- (264) *Idem*, (J. NAEHER, *Bon. Jahr.*, heft LXXIX, 1885, Taf. II, fig. 16 et 16 a).
- (265) *Idem* à Trèves (D) (Oelewiger Strasse), (*Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., (1956-58), p. 468, fig. 74).
- (266) Pièces « tubulées » à Trèves (Oelewiger Strasse), (*Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., fasc. 2, (1956-58), p. 467, fig. 73).
- (267) Bains de Bar-sur-Aube (F), (*Gallia*, t. XXV, (1967), p. 275, fig. 8).
- (268) *Idem* que fig. 266, à Chaintry (F), (*Gallia*, t. I, (1943), fasc. 2, p. 264).
- (269) *Idem* que fig. 266, à Wiesdorf (D), (*Trier. Zeit.*, 35<sup>e</sup> an., (1972), p. 327, fig. 18).
- (270) *Idem* que fig. 266, à La Vineuse (F), (*Gallia*, t. XIV, (1956), fasc. 2, p. 276, fig. 11).
- (271) « Tubulature » à Anlier, (d'après V. BALTER, *AIA Lux*, t. LVII, (1931), dessin J.-M. D.).
- (272) Baignoire sur hypocauste avec *tubuli* en place (flèches) à Cadillac (F), (*Gallia*, t. XXIX, (1971), fasc. 1, p. 425).
- (273) « Tubulature » du *caldarium* des bains de la maison « de Diomède » à Pompéi (dessin J.-M. D.).
- (274) *Tubuli* provenant de Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 19, fig. 10).
- (275) Coupe horizontale dans un mur montrant les trois types de cheminées (dessin J.-M. D.).
- (276) Coupe verticale dans un mur montrant la façon dont débouchaient les cheminées emmurées dans la chambre de chaleur (dessin J.-M. D.).
- (277) « Tubulus » du Kastel de Arnsburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 20, fig. 22).
- (278) Ouvertures de cheminées dans une chambre de chaleur aux grands thermes de Bône (DZ), (*Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), Tafel 15, fig. 2). (Bône = Annaba).
- (279) Hypocauste de Saalburg, (L. JACOBI, *Saalburg*, pl. XVII).
- (280) Cheminées emmurées à Vellereille-le-Brayeux (DE MAEYER, 1937, p. 173, fig. 55).
- (281) Cheminées emmurées à Paris (Thermes de l'Est), (DUVAL, *Paris antique*, s.d., fig. 46).
- (282) Hypocauste de la « Carrière du Roi », (Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France, t. VIII, Paris, 1874, p. 358, fig. 1 à 6).
- (283) Cheminée emmurée à Chastres-lez-Walcourt (B), (*ASAN*, t. XXIV, (1900), hors-texte).
- (284) Cheminée encastrée à Montcaret (F), (*Gallia*, t. IX, (1951), pp. 114-119, fig. 3).
- (285) Cheminée encastrée à Trèves (D), (*Trier. Zeit.*, 24-26<sup>e</sup> an., (1956-58), fasc. 2, p. 465, fig. 72).

- (286) Cheminée encastrée (c) aux grands thermes de Bône (DZ), (*Germania*, 36<sup>e</sup> an., 1958, Tafel 15, fig. 3) (Bône = Annaba).
- (287) Cheminée encastrée de coin à Pompéi (photo R. Rousselle).
- (288) Cheminées encastrées à Tongres (B), (*Limburg*, 50<sup>e</sup> an., (1971), p. 195).
- (289) Cheminées encastrées à Marcinelle (B), (*DRSch*, t. LVI, (1972-1973), p. 118, fig. I).
- (290) *Idem* à Thallichtenberg (D), (*Trier. Zeit.*, 35<sup>e</sup> an., (1972), p. 273, fig. 23).
- (291) *Idem* à Joigny (F), (*Gallia*, t. VI, fasc. I, (1948), p. 254, fig. 10).
- (292) Cheminée et sortie de cheminée de l'hypocauste qui a servi à l'expérience de Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 21, fig. 12).
- (293) *Tubulus* coudé pour sortie de cheminée retrouvé à Arnsburg (D), (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 40, fig. 22).
- (294) Sorites de cheminées du *caldarium* et du *tepidarium* des hommes aux thermes de Stabies à Pompéi (aa, bb), (F. KRETZSCHMER, *Gesund. Ing.*, 79<sup>e</sup> an., (1958), p. 5, fig. 23).
- (295) Evelette (B), (*BCAH-C*, t. VI, (1966), planche hors-texte).
- (296) Maillen (Al Sauvenière) (B), (*ASAN*, t. XIX, (1891), planche hors-texte).
- (297) Bourcy (B), (*Arch. Belg.*, n<sup>o</sup> 27, (1955), p. 4, fig. 2).
- (298) Chastres-lez-Walcourt (B), (*ASAN*, t. XXIV, (1900), planche hors-texte).
- (299) Stahl (D), (*Germania*, 5<sup>e</sup> an., (1921), p. 65, fig. 8).
- (300) Boussu-lez-Walcourt (B), (*DRSch*, t. XVIII, (1891), p. 57).
- (301) Essai de reconstitution du foyer de la salle 69 de la villa de Basse-Wavre (dessin J.-M. D.).
- (302) Hypocauste de la Maison des Vestales (Forum romain), (H. THEDENAT, *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), p. 348, fig. 3946).
- (303) Hypocauste à Escolives (F), (*Gallia*, t. XXIV, (1966), p. 400, fig. 36).
- (304) Hypocaustes superposés à Thoraise (F), (*Gallia*, t. XXX, (1972), p. 433, fig. 23).
- (305) Chambres de chaleur superposées d'Agen (F), (*Gallia*, t. XXIII, (1965), fasc. 2, p. 430, fig. 32).
- (306) Thermes de Sainte-Barbe à Trèves, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 244, fig. 363).
- (307) Bains de la période « verte » faisant partie de l'ensemble monumental des thermes impériaux de Trèves, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, p. 14, fig. 18, reconstitution de H. LEHMANN).
- (308) Tableau montrant les cinq principaux types de nivellement que l'on rencontre à propos des hypocaustes (dessin J.-M. D.).
- (309) Hypocauste qui a servi aux expériences de Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 22, fig. 13).
- (310) Sortie de cheminée - système de Saalburg, (J. BREUER, *Chauff. ant.*, p. 7).
- (311) Températures dans et au-dessus du feu - Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 23, fig. 14.1).
- (312) Températures en-dessous du thermomètre 16, (*ibidem*, p. 23, fig. 14, 2).
- (313) Isothermes de la surface du sol et des murs (rabattus), (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 32, fig. 57).
- (314) Graphique représentant les températures enregistrées pendant l'expérience de Saalburg, (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 24, fig. 16).
- (315) *Idem*, (*ibidem*, p. 24, fig. 15).
- (316) *Idem*, (*ibidem*, p. 27, fig. 19).
- (317) *Idem*, (*ibidem*, p. 25, fig. 18).
- (318) *Idem*, (*ibidem*, p. 25, fig. 17).
- (319) Puits de mine (charbon) à Saarbrücken (D), (*Germania*, 39<sup>e</sup> an., Heft 3/4, (1961), table 57, I).
- (320) Tableau extrait de : (F. KRETZSCHMER, *Hypokausten*, p. 28, tableau 5).
- (321) Thermes de Glanum. Saint-Remy-de-Provence, (*supplément à Gallia*, 1946, pl. hors-texte).
- (322) Aula Palatina de Trèves, (F. KRETZSCHMER, *La technique*, p. 66, fig. III).

- (323) Schéma montrant les quantités de chaleur théoriques nécessaires pour le chauffage de l'Aula Palatina de Trèves, (F. KRETZSCHMER, *Aula Palatina*, p. 202, fig. 1).
- (324) Graphique extrait de : (F. KRETZSCHMER, *Aula Palatina*, p. 203, fig. 2).
- (325) *Idem*, (*ibidem*).
- (326) *Idem*, (*ibidem*).
- (327) Surface du sol de l'Aula Palatina de Trèves, (F. KRETZSCHMER, *Aula Palatina*, p. 205, fig. 3).
- (328) Graphique extrait de : (*ibidem*).
- (329) Tableau comparatif des différentes mesures effectuées à Saalburg et à l'Aula Palatina de Trèves, (*ibidem*, p. 206, tableau I).
- (330) *Laconicum* de l'église Sainte-Cécile à Rome, (E. SAGLIO, *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, 1877, p. 657, fig. 759).

## BIBLIOGRAPHIE

### AUTEURS ANCIENS

- AUSONNE *La Moselle*, trad. de H. de La Ville de Mirmont, (A. Lemerre), Paris, 1889.
- DION CASSIUS *Histoire romaine*, trad. anglaise de E. CARY, (The Loeb Classical Library), Londres, 1917.
- CICERON *Les lettres à ses amis*, trad. anglaise de G. WILLIAMS, (The Loeb Classical Library), Londres, s.d.
- MACROBE *Les saturnales*, trad. de M. NISARD, (Dubochet et Cie), Paris, 1845.
- MARTIAL *Epigrammes*, trad. de H.-J. IZAAC, (Les Belles Lettres), Paris, 1961.
- PALLADIUS *Traité d'agriculture*, trad. de R. MARTIN, (Les Belles Lettres), Paris, 1976.
- PLINE L'ANCIEN *Histoire naturelle*, trad. de E. de SAINT-DENIS, (Les Belles Lettres), Paris, 1955.
- PLINE LE JEUNE *Lettres*, trad. de A.-M. GUILLEMIN, (Les Belles Lettres), Paris, 1961.
- SENEQUE *Lettres à Lucilius*, trad. de H. NOBLOT, (Les Belles Lettres), Paris, 1962.
- STATIUS *Silvae*, trad. en allemand de VOLLMER, Leipzig, 1908, (KRENCKER-KRÜGER, *Tr.Kai.Th.*, 323).
- VARRON *De la langue latine*, trad. anglaise de R.-G. KENT, (The Loeb Classical Library), Londres, 1938.
- VITRUVÉ *L'architecture*, trad. de DE BIOUL, (A. Stapleaux), Bruxelles, 1816 ; trad. de A. CHOISY, 1909.

## OUVRAGES GÉNÉRAUX

### 1) Pompéi

- *La villa Pompeiana della Pisanella presso Boscoreale, Reale Accademia dei Lincei, Monumenti Antichi*, vol. VII, Milan, 1897, col. 439-464.
- DUHN und L. JACOBI, *Der griechische Tempel in Pompeii*, Heidelberg, Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, 1890, et Berlin, 1890.
- DYER Thomas H., *Pompeii, its History, Buildings and Antiquities*, nouvelle édition, London, 1875.
- G. FIORELLI, *Descrizione di Pompei*, Naples, 1875.
- MAIURI Amédée, *Pompéi*, Paris, (1938).
- MAU August, *Pompeji in Leben und Kunst*, 2<sup>e</sup> éd., Leipzig, 1908.
- NISSEN Heinrich, *Pompejanische Studien zur Städtekunde des Altertums*, Leipzig, 1877.
- OVERBECK Johannes Adolf, *Pompeji in seinen Gebäuden, Alterthümern und Kunstwerken für Kunst- und Alterthumsfreude*, 1<sup>re</sup> éd., Leipzig, 1866.
- THEDENAT Henry, *Pompéi*, Paris, 1906.
- THEDENAT Henry, *Pompéi, histoire - vie privée*, 3<sup>e</sup> éd. (= Les villes d'art célèbres), Paris, 1927.

### 2) Belgique

- AMAND M., *L'occupation du sol à Tournai et dans le Tournaisis, du 1<sup>er</sup> au IV<sup>e</sup> siècle de notre ère*, dans *Revue belge de Philologie et d'Histoire*, t. XXXIII, 1955, pp. 877-899.
- BAUDET J., *Archéologie préhistorique et romaine dans le sud du Tournaisis*, dans *Bulletin de la Société royale belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, LIII, (1938), pp. 141-174.
- BREUER Jacques, *Compte-rendu* (à propos de DE MAEYER, *De Romeinsche villa's in Belgie*, Anvers, 1937), dans *L'Antiquité Classique*, VII, 1, mai 1938, pp. 158-161.
- BREUER Jacques, *La Belgique romaine*, (La renaissance du livre), Bruxelles, (1946), (= col. Notre passé).
- CUMONT Franz, *Comment la Belgique fut romanisée*, dans *ASABr*, XXVIII, 1914, pp. 77-181.
- DE BOE G., *Belgique romaine 1968-1970*, dans *L'Antiquité Classique*, XLIV, 1975, pp. 219-240.
- DE BOE G., *De stand van het onderzoek der Romeinse villa's in België*, dans An. du XLI<sup>e</sup> Congrès (Malines, 1970), de la Féd. Arch. et Hist. de Belgique, (AFAHB), 1971, II, pp. 65-72. Voir aussi *Archéologia Belgica*, n<sup>o</sup> 132, pp. 5-14.
- BRULET Raymond, *Liberchies gallo-romain, Rempart de la Romanité*, (= Wallonie, Art et Histoire), Namur, 1975.
- DE LAET M.S.J., *La Gaule septentrionale à l'époque romaine*, dans *Bulletin de l'Institut historique belge de Rome*, XXVI, 1950-51, pp. 187-250.
- DE MAEYER R., *De overblijfselen der Romeinsche Villa's in België. De archeologische inventaris*, I, Antwerpen, 1940.
- DE MAEYER R., *De Romeinsche Villa's in België. Een archeologische studie*, Antwerpen, 1937.
- DEMARTEAU J.E. *L'Ardenne belgo-romaine. Etude d'Histoire et d'Archéologie*, Liège, 1904, ou dans *BIAL*, XXXIV, 1904.

- FAIDER-FEYTMANS Mme G., *L'occupation du sol à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Haine*, dans *Mélanges H.A. Kugener-Latomus*, V, 1946, pp. 47-56.
- DE LOË A., Belgique Ancienne. Catalogue descriptif et raisonné. III. *La période romaine*, Bruxelles, 1937. Voir pages 63, 157-158, 165, 195, 230, 268, 297-298, 304, 323.
- RAEPSAET-CHARLIER M.-T. et G., *Gallia Belgica et Germania Inferior. Vingt-cinq années de recherches historiques et archéologiques*, dans *Aufstieg und Niedergang der römischen Welt*, (Berlin, 1975), vol. 4, tome II, pp. 3-299.
- SCHAYES A.G.B., *Histoire de l'architecture en Belgique*, 2<sup>e</sup> éd., 1853, Bruxelles, (éd. A. Jamar).
- VAN GANSBEKE M.P., *Quelques types de fermes en Belgique romaine*, dans *Bulletin de la Société belge d'études géographiques*, 1953, n° 1, pp. 125-140.

### Répertoires bibliographiques

- BALTER V., DUBOIS Ch., *Contribution à la carte archéologique de la Belgique*, Aarlen, 1936, dans *AIA Lux*, 1936, LXVII, p. 201-330.
- BAUWENS-LESENNE M., *Bibliografisch repertorium van de oudheidkundige vondsten in Limburg, behoudens Tongeren-Koninksem (vanaf de vroegste tijden tot de aan de Noormannen)*, *Oudheidkundige Repertoria*, VIII, Brussel, 1968.
- CORBIAU M.-H., *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Luxembourg*, *Répertoires Archéologiques XI*, Bruxelles, 1978.
- DEFIZE-LEJEUNE Mme A.M., *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Liège (depuis l'âge de bronze jusqu'aux Normands)*, *Répertoires Archéologiques V*, Bruxelles, 1964.
- DESITTERE M., *Bibliografisch repertorium der oudheidkundige vondsten in Brabant (vanaf de bronztijd tot aan de Noormannen)*, *Oudheidkundige repertoria III*, Brussel, 1963.
- KNAPEN-LESCRENIER, *Répertoire bibliographique des trouvailles archéologiques de la province de Namur*, *Répertoires Archéologiques IX*, Bruxelles, 1970.
- LAURENT R. et CALLEBAUT D., ROOSSENS H., *L'habitat rural à l'époque romaine. Cartes archéologiques de la Belgique*, 3, Bruxelles, 1972.
- VAN DESSEL C., *Topographie des voies romaines de la Belgique. Statistique archéologique et bibliographique*, Bruxelles, 1877.
- WANKENNE A., *La Belgique à l'époque romaine. Sites urbains, villageois, religieux et militaires*, *Répertoires Archéologiques*, (série C), Bruxelles, 1972.

### 3) Divers

- *A guide of the exhibition illustrating Greek and Roman Life (Guide du British Museum)*, 2<sup>e</sup> éd., Londres, 1920.
- ANDERSON W.J. et SPIERS Phené R., *Die Architektur von Griechenland und Rom*, Leipzig, 1905, pp. 248-271.
- BALLU A., *Guide illustré de Timgad, (Antique Thamugadi)*, Paris, s.d.
- BONNARD L., *La Gaule thermale, sources et stations thermales et minérales de la Gaule à l'époque gallo-romaine*, Paris, Plon, 1908, pp. 1-18.
- CAGNAT R., *Carthage, Timgad, Tébessa et les villes antiques de l'Afrique du Nord*, Paris, 2<sup>e</sup> éd., 1912.
- CARCOPINO J., *La vie quotidienne à Rome à l'apogée de l'Empire*, Paris, 1939.
- De CAUMONT A., *Abécédaire ou rudiment d'archéologie, ère gallo-romaine*, 2<sup>e</sup> éd., Caen, 1870.

- *Die römische Epoche*, dans *Ur- und frühgeschichtliche Archäologie der Schweiz*, Bâle, 1976, pp. 49-72.
- *L'époque romaine en Suisse, Répertoire de préhistoire et d'archéologie de la Suisse, Résumé du 21<sup>e</sup> cours*, (Zürich, oct. 1958).
- *Fouilles de Délos, Bulletin de Correspondance Hellénique*, 71-72, 1947-1948, p. 463 et pl. LXX.
- GINOUVES R., *Gortys d'Arcadie*, (Extrait), (*Travaux de l'Ecole française d'Athènes*), dans *BCH*, t. LXXIX, (1955), pp. 331-334, pl. XVIII.
- GINOUVES R., *Thermes romains (Argos). Travaux de l'Ecole française - Chronique des fouilles en 1954*, dans *BCH*, t. LXXIX, (1955), p. 323 ss.
- GRENIER A., *Quatre villes romaines de Rhénanie, Trèves - Mayence - Bonn - Cologne*, Paris, 1925.
- HAVERFIELD F., *The Roman Occupation of Britain*, Oxford, 1924.
- HERTZ J., *Some Examples of medieval Hypocausts in Denmark*, Château Gaillard, 7<sup>e</sup> colloque, Blois, 1974.
- HOMO L., *Rome impériale et l'urbanisme dans l'Antiquité*, (= Evolution de l'Humanité), Paris, 2<sup>e</sup> éd., 1971.
- JANSSENS E., *Histoire ancienne de la Mer du Nord*, Bruxelles, 1943, (= Col. Lebègue).
- KUBITSCHKEK W. und FRANKFURTER S., *Fürher durch Carnuntum*, 6<sup>e</sup> éd., Vienne, 1923.
- LAUR-BELART R., *Fürher durch Augusta Raurica*, Basel, 1959.
- LEEMANS C., *Romeinsche oudheden te Maestricht*, Leyde, 1843.
- LINDEN R., *Habitats romains du Grand-Duché*, dans *Bulletin archéologique du Luxembourg*, n<sup>o</sup> 6, (1975), pp. 31-53.
- MANSUELLI G., *Le ville del mondo romano*, Milan, Pleion, 1958.
- MARQUARDT J., *Manuel des Antiquités romaines*, t. XIV, *La vie privée des Romains*, t. I, Paris, 1892.
- MIDDLETON, *The Remains of ancient Rome*, t. II, London and Edimbourg, 1892.
- POCZY K. Sz., *Aquincum*, s.d.
- *Recent Archaeological Excavations in Britain, (Selected Excavations 1939-1955)*, Londres, 1957.
- REUSCH, *Die Ausgrabungen im Westteil der Trierer Kaiserthermen*, 1960-66, dans *Ausgrabungen in Deutschland, (Römisch-Germanisches Zentralmuseum zu Mainz. Monographien 1. 1)*, Mainz, 1975, pp. 461-469.
- RIVET A.L.F., *The roman Villa in Britain, (Studies in ancient History and Archaeology)*, London, Routledge and Kegan Paul, 1969.
- TERNES Ch.-M., *Les villas romaines du Grand-Duché de Luxembourg*, dans *Hélium*, VII, (1967), p. 121.
- TERNES Ch.-M., *Villas romaines*, dans *Bulletin archéologique luxembourgeois*, n<sup>o</sup> 5, (1974), pp. 133-151.
- TERNES Ch.-M., *La vie quotidienne en Rhénanie à l'époque romaine (1<sup>er</sup> au IV<sup>e</sup> siècle)*, Paris, (Hachette), [1972].
- TERNES Ch.-M., *Das römische Luxembourg*, Zürich, (1973).
- TERNES Ch.-M., *Recherches récentes concernant le Grand-Duché de Luxembourg à l'époque romaine*, dans *Apulum*, XII, 1974, pp. 193-239.
- VAN DE WEERD H., *Inleiding tot de Gallo-Romeinsche archeologie der Nederlanden*, Anvers, 1944.
- VAN ES W.A., *De romeinen in Nederland*, 2<sup>e</sup> éd., Bussum, (1972).
- VON PETRIKOVITS H., *Das römische Rheinland*, dans *Archäologische Forschungen seit 1945*, Cologne, 1960.
- WAGNER F., *Die Römer in Bayern*, München, 1924.

## OUVRAGES ET ARTICLES TRAITANT PLUS SPÉCIALEMENT DU CHAUFFAGE PAR HYPOCAUSTE

- ANDERSON W.J., SPIERS R.P., *Die Architektur von Griechenland und Rom, Eine Skizze ihrer Historischen Entwicklung*, Leipzig, 1905, pp. 249-271.
- BADERMANN W., *Die Schornsteinheizungen der alten Römer*, dans *Prometheus*, vol. 27, 1916, pp. 532-535.
- BALLU A., *Les ruines de Timgad, (Antique Thamugadi), Nouvelles découvertes*, Paris, 1903.
- BALLU A., *Les ruines de Timgad, (Antique Thamugadi)*, Paris, 1897.
- BALTER V., *Le fonctionnement des hypocaustes*, dans *AIA Lux*, LXII, 1931, pp. 166-186.
- BENOIT F., *Thermae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. V, (1909), pp. 214-219.
- BERGER J., *Moderne und antike Heizungs- und Ventilation Methoden*, Berlin, 1870.
- BIEVELET H., *L'exploration archéologique de Bavai, Notes sur les hypocaustes de Bavai*, dans *Ant. class.*, vol. XIX, 1950, pp. 81-92.
- BLÜMNER, *Technologie und Terminologie der Gewerbe und Künste bei Griechen und Römern*, II, Leipzig, 1879, p. 29.
- BREUER J., *Les bains romains de Furfooz et le chauffage dans l'Antiquité*, dans *Bulletin de documentation du bureau d'études industrielles Fernand Courtoy*, (1957), pp. 3-13.
- BRÖDNER E., *Einige Bemerkungen zur Heizung der Aula Palatina in Trier*, dans *Germania*, Bd 34, (1956), pp. 277-278.
- BRÖDNER E., *Untersuchungen an den Heizungsanlagen der römischen Thermen in Nordafrika*, dans *Germania*, 36<sup>e</sup> an., (1958), pp. 103-113.
- CAGNAT et CHAPOT V., *Manuel d'archéologie romaine*, t. I. *Les monuments. Décoration des monuments. Sculpture*, Paris, 1916, pp. 208-225.
- CHOISY A., *L'art de bâtir chez les Romains*, Paris, 1873.
- COHAUSEN, JACOBI, *Römische Bauwerke*, dans *Annalen des Vereins für Nassauische Alterthums-kunde*, t. XVII, 1882, p. 116 et ss.
- CÜPPERS H., *Le chauffage chez les Romains. Foyers et hypocaustes*, dans *Les dossiers de l'Archéologie*, n° 25, nov.-déc., 1977, pp. 113-120.
- DEGBOMONT J.-M., *Le chauffage par hypocauste*, dans *Bulletin de l'Association Scientifique liégeoise pour la Recherche Archéologique*, t. XVI, (1983), pp. 15-36.
- DE LAET S.J., *Note sur les thermes romains de Furfooz*, dans *Hélinium*, VII, 1967, pp. 144-149.
- DELORME J., *Etude architecturale sur Vitruve*, V, 11, 2, dans *Bulletin de Correspondance Hellénique*, t. LXXIII, (1949), 1, pp. 399-420.
- FABRICIUS, *Hypocaustum*, dans *Paulys Real-Encyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft*, Neunter Band, Stuttgart, (1916), col. 333-336.
- FORBES R.J., *Studies in ancient Technology*, (1955), VI, pp. 1 à 100.
- FUSH, *Über H.-Heizungen und mittelalterliche Heizungsanlagen*, Diss. Hannover, 1910.
- GRENIER A., *Manuel d'Archéologie Gallo-romaine, quatrième partie, Les Monuments des eaux, Aqueducs, Thermes*, Paris, 1960, pp. 231-384.

- HERMANN R., *Das Laconicum der Römischen Thermen*, dans *Röm. Mitteilungen*, XXXV, (1920), pp. 152-159.
- JACOBI L., *Das Römerkastell Saalburg bei Homburg von der Höhe*, (deux vol.), Homburg von der Höhe, 1897.
- KÖRTING J., *Aus der Geschichte der Zentralheizung zur Gegenwart*, (*Technik geschichte*, vol. 26, 1937, pp. 115-129).
- KRELL O., *Altrömische Heizungen*, München, 1901.
- KRENCKER D., KRÜGER E., LEHMANN H., WACHTLER H., *Die Trierer Kaiserthermen*, Augsburg, 1929.
- KÄHLER H., Terme, dans *Enciclopedia dell'Arte Antiqua classica e orientale*, Rome, pp. 715-719.
- KRETZSCHMER F., *La Technique romaine*, trad. de Jacques Breuer et Florent Ullrich, Bruxelles, La Renaissance du Livre, 1966.
- KRETZSCHMER F., *Die Heizung der Aula Palatina in Trier*, dans *Germania*, Jahr. 33, heft 3, (1955), pp. 200-210 ; *Ein Versuch ihrer Deutung und der Aufklärung ihrer Betriebsweise*.
- KRETZSCHMER F., *Bauformen und Wirkungsweise antiker Heizungen , II*, dans *Gesundheits Ingenieur*, 79 jahrg., heft I, (1958), pp. 1-32.
- KRETZSCHMER F., *Die Entwicklungsgeschichte des antiken Bades und das Bad auf dem Magdalensberg*, dans *Beiträge zur Technikgeschichte*, Düsseldorf, 1961.
- KRETZSCHMER F., *Die entwicklung der antiken Heizung*, dans *Heizung, Lüftung-Haustechnik*, 8° an., (1957), n° 5, pp. 123-129.
- KRETZSCHMER F., *Bauformen und Wirkungsweise antiker Heizungen, I*, dans *Gesundheits Ingenieur*, 78 jahrg., heft 23/24, (1957), pp. 353-384.
- KRETZSCHMER F., *La technique romaine. Documents graphiques et commentés*, Bruxelles, 1966, (trad. J. BREUER et F. ULRICH).
- KRETZSCHMER F., *Hypokausten*, dans *Saalburg Jahrbuch*, Bd XII, 1953, pp. 8-41.
- LAROUSSE M., *Les Thermes romains de Cahors, annexe : Tegulae mammatae*, dans *Gallia*, t. XXI, fasc. 1, (1963), pp. 223-225.
- LAFAYE G., *Villa*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. V, (1909), pp. 870-891.
- MAU A., *Pompeji in Leben und Kunst*, 2° éd., Leipzig, 1912.
- MORIN Général, *Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les romains pour les thermes à air chaud*, dans *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France*, t. VIII, Paris, 1874.
- NASH E., *Bilderlexikon zur Topographie des Antiken Rom*, II, pp. 469-471, (Thermes de Titus).
- PARET O., *Die römische Hypokaustheizung, Württemberg*, vol. VI, 1934, pp. 72-74.
- PFRETZSCHNER E., *Die Grundriessentwicklung der römischen Thermen*, Strasbourg, 1909.
- ROLLAND H., *Fouilles de Glanum (Saint-Remy-de-Provence)*, dans *Supplément à Gallia*, Paris, (1946), pp. 49-160.
- SAGLIO E., *Balneum, balneae*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. I, (1877), pp. 648-664.
- SCHWEEN G., *Die beheizungsanlagen der Stabianer Thermen in Pompei*, Diss. T. H. Dresden, 1937.
- SQUASSI F., *L'Arte idrosanitaria degli Antichi*, Tolentino, 1954.
- THATCHER E., *The open rooms of the Terme del Foro at Ostia*, dans *Memoirs of American Academy in Rome*, 24, 1956, p. 170.

- THATCHER E., *Ancient Roman method of heating by hypocaustum, in both its historical and technical aspects*, dans *The American Philosophical Society, Year book 1957*, Philadelphie, 1958, pp. 388-391.
- THEDENAT H., *Hypocaustis, hypocaustum*, dans DAREMBERG-SAGLIO, *D-A*, t. III, (1900), pp. 345-350.
- VAN BUREN A.W., *Villa*, dans *Paulys Real-Encyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft*, Achter band, Stuttgart, (1958), col. 2139-2159.
- VAN BUREN A.W., *Vicus et Villa*, dans *Real-Encyclopädie der Classischen Altertumswissenschaft*, t. VIII A 2, (1958).
- WRIGHT L., *Home Fires burning. The history of domestic heating and cooking*, London, (1964).
- W.H.G., *Heizung*, dans *Der kleine Pauly*, funfter band, (1975), col. 973-974.

# TABLE DES MATIÈRES

PREFACE .....	4
REMERCIEMENTS - ABREVIATIONS - AVERTISSEMENT .....	5
INTRODUCTION .....	9
HISTORIQUE	
1. Le chauffage domestique .....	15
2. Le chauffage des bains .....	20
Notes .....	25
1 <sup>re</sup> PARTIE (DESCRIPTION) .....	29
Chapitre I : La chambre de chauffe .....	31
1. Les grands thermes .....	34
2. L'habitat privé :	
a. Les bains .....	38
— Les auteurs latins .....	38
— A Pompéi .....	38
— En Gaule septentrionale .....	40
b. Le chauffage domestique .....	50
c. Sols, murs et couvertures .....	53
Notes .....	57
Chapitre II : Le foyer et le canal de chauffe .....	61
1. Le foyer pour chauffage domestique (= FCD) .....	61
a. Plans .....	62
b. Murets et voûtes .....	67
c. Soles et aires .....	70
d. Portes de fermeture des foyers .....	73
2. Le foyer pour chauffage des bains (= FCB) .....	74
a. Les bains de Pompéi .....	75
b. Les grands thermes .....	77
c. Le chauffage des bains privés en Gaule septentrionale .....	86
3. Orientation de la bouche des foyer .....	90
Notes .....	95
Chapitre III : La chambre de chaleur .....	97
1. Les pilettes .....	98
a. Les pilettes classiques .....	99
b. « Pilettes » en matériaux divers .....	104
2. Les sols d'hypocauste (areae) .....	107
Note : inclinaison des sols d'hypocauste .....	109
3. Les murs des chambre de chaleur .....	111
4. La suspensura .....	114

5. Les chambres de chaleur mixtes et à canaux .....	118
a) Chambres de chaleur à canaux .....	121
b) Chambres de chaleur mixtes .....	127
Notes .....	132
Chapitre IV : Murs creux, tubuli et cheminées .....	135
1. Les Tegulae mammatae .....	136
2. Les Tubuli .....	140
3. Les cheminées .....	146
a) Les cheminées emmurées .....	147
b) Les cheminées encastrées .....	151
c) Les cheminées avancées .....	154
d) Sorties de cheminées .....	154
Notes .....	157
Chapitre V : Le nivellement des hypocaustes .....	159
Notes .....	165
2° PARTIE (FONCTIONNEMENT) .....	169
Chapitre VI : L'expérience de Saalburg .....	173
1. Equipement d'essai .....	173
2. Déroulement de l'expérience .....	176
3. Le feu (« Ignis Languidus ») .....	181
4. Les cheminées .....	183
5. Les échanges de chaleur .....	184
6. Le « mystère » des Tubuli .....	185
7. Le climat de la pièce .....	187
8. Utilisation de la chaleur exédentaire et praefurnium d'appoint .....	187
Notes .....	190
Chapitre VII : Le chauffage de l'Aula Palatina de Trèves .....	191
Notes .....	199
Chapitre VIII : Etude critique des problèmes relatifs au fonctionnement des hypocaustes selon les auteurs .....	201
Notes .....	207
CONCLUSION .....	209
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE DES SITES FOUILLES (cités dans cette étude) .....	211
LISTE DES FIGURES .....	222
BIBLIOGRAPHIE .....	231
TABLE DES MATIERES .....	239
PLANS HORS-TEXTE	

### Liste des publications parues

- N° 1 M. Dewez, *Mésolithique ou Epipaléolithique ?*, 1973, 12 p. (épuisé).
- N° 2 M. Otte, *Les pointes à retouches plates du paléolithique supérieur initial en Belgique*, 1974, 24 p., 12 pl. (épuisé).
- N° 3 A. Gob, *Analyse morphologique de l'outillage en silex du gisement inférieur de la Roche-aux-Faucons (Plaineveaux)*, 1976, 42 p., 13 pl. (épuisé).
- N° 4 M. Ulrix-Closset (édit.), *Les industries à quartzites du bassin de la Moselle*, 1976, 21 p., 10 pl. (épuisé).
- N° 5 A. Gob et L. Pirnay, *Utilisation des galets et plaquettes dans le Mésolithique du Bassin de l'Ourthe*, 1980, 17 p., 13 pl. (50 F).
- N° 6 C. Dedave, *Céramique omalienne des collections d'Archéologie préhistorique de l'Université de Liège*, 1978, 19 p., 11 pl. (épuisé).
- N° 7 P. Hoffsummer, *Découverte archéologique en Féronstrée*, Liège, 1981, 5 p., 4 pl. (25 F).
- N° 8 M. Otte, M. Callut et L. Engen, *Rapport préliminaire sur les fouilles au château de Saive (campagne 1976)*, 1978, 15 p., 7 pl. (50 F).
- N° 9 R. Rousselle, *La conservation du bois gorgé d'eau. Problèmes et traitements*, 1980, 35 p. (100 F).
- N° 10 M. Otte, J.-M. Degbomont, P. Hoffsummer, J. de Coninck et A. Gauthier, *Sondages à Marches-Dames, Grotte de la « Princesse »*, 1981, 49 p., 11 pl. (100 F).
- N° 11 M. Ulrix-Closset, M. Otte et A. Gob, *Paléolithique et Mésolithique au Kemmelberg (Flandre occidentale)*, (1981), 22 p., 14 pl. (125 F).
- N° 12 P. Hoffsummer, *Etude archéologique et historique du château de Franchimont à Theux*, 1982, 106 p., 62 fig., 2 dépliants (450 F).
- N° 13 M. Otte (édit.), *Actes des réunions de la X<sup>e</sup> Commission « aurignacien et gravettien » UISPP*, (1976-1981), 1982, vol. 1, 321 p. (400 F), vol. 2, 378 p. (400 F) et vol. 3, 83 p. (200 F).
- N° 15 M. Otte (édit.), *Rapport préliminaire sur les Fouilles effectuées sur la Grand-Place à Sclayn en 1982*, 1983, 54 p., 21 pl. (250 F).
- N° 16 A. Hauzeur, *La Préhistoire dans le Bassin de la Berwinne*, 1983, 43 p., 23 pl., 1 tabl. (200 F).
- N° 17 J.-M. Degbomont, *Le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé. De la place Saint-Lambert à Liège à l'Aula Palatina de Trèves*, 1984, 240 p., 330 fig., 4 hors textes (600 F).
- N° 18 M. Otte (dir.), *Les fouilles de la place Saint-Lambert, I*, 1984, 323 p., 186 fig., 10 hors texte (800 F).
- N° 19 L. Molitor, *Le groupe de Blicquy*, 1984, 60 p., 13 pl. (200 F).
- N° 20 P. Van Ossel et J.-P. Lensen, *Le Pré Wigy à Herstal - Recherches sur l'occupation humaine d'un site mosan*, Liège, 1984.
- Hors-série H. Danthine, *La cathédrale Saint-Lambert à Liège, les fouilles récentes*, 1980, 4 p. 3 pl. (50 F).
- Hors-série H. Danthine et M. Otte, *Rapport préliminaire sur les fouilles de l'Université, place Saint-Lambert à Liège*, 1982, 12 p., 7 fig. (50 F).
- Hors-série M. Otte et J.-M. Degbomont, *Les Fouilles de la place Saint-Lambert à Liège*, 1983, 41 p., 28 pl. (100 F).

### BULLETIN DE COMMANDE

Nom : .....

Adresse : .....

Commande des numéros : .....

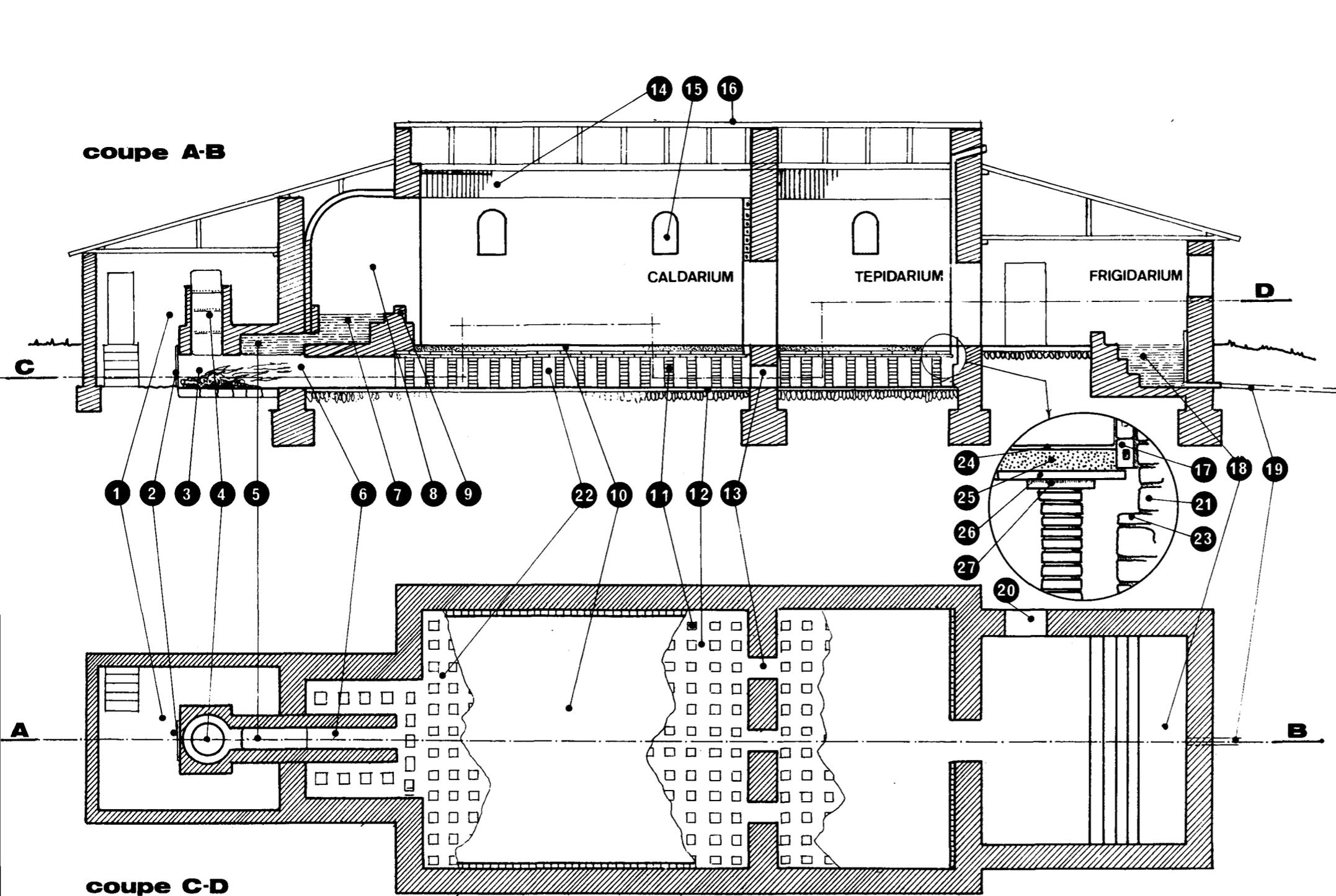
Prix global : .....

Mode de paiement : .....

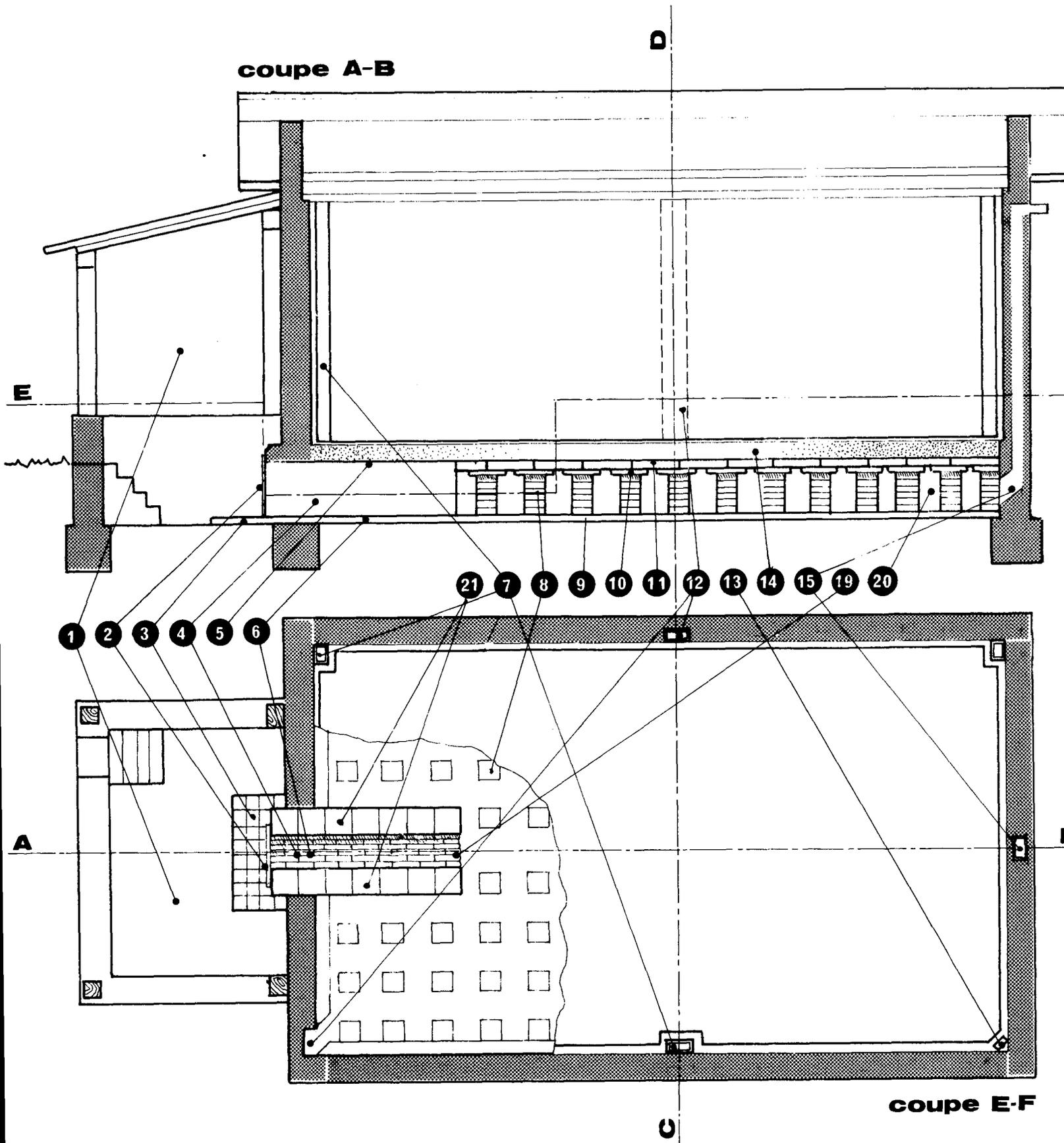
Date et signature : .....

Les commandes doivent être adressées à M. Otte, C.I.R.A., Université de Liège 7, place du XX-Août, B-4000 Liège (Belgique) - C.C.P. 000-0059787-35 en faveur du compte 1466/P01.

# PLANCHE 1



- 1 chambre de chauffe.
- 2 porte du foyer.
- 3 foyer (praefurnium).
- 4 chaudière (miliarium, ahenum).
- 5 testudo alvei.
- 6 canal de chauffe.
- 7 baignoire chaude.
- 8 alveus.
- 9 pluteus.
- 10 suspensura.
- 11 pilette.
- 12 sol d'hypocauste. (area).
- 13 passage d'air chaud.
- 14 voûte.
- 15 fenêtre.
- 16 charpente et toit.
- 17 tubulus.
- 18 baignoire froide.
- 19 évacuation des eaux usées.
- 20 entrée des bains.
- 21 mur de la chambre de chaleur.
- 22 chambre de chaleur.
- 23 banquette.
- 24 béton fin (ou dallage, tegulae, mosaïque).
- 25 béton grossier.
- 26 dalle de suspensura.
- 27 chapiteau de pilette.

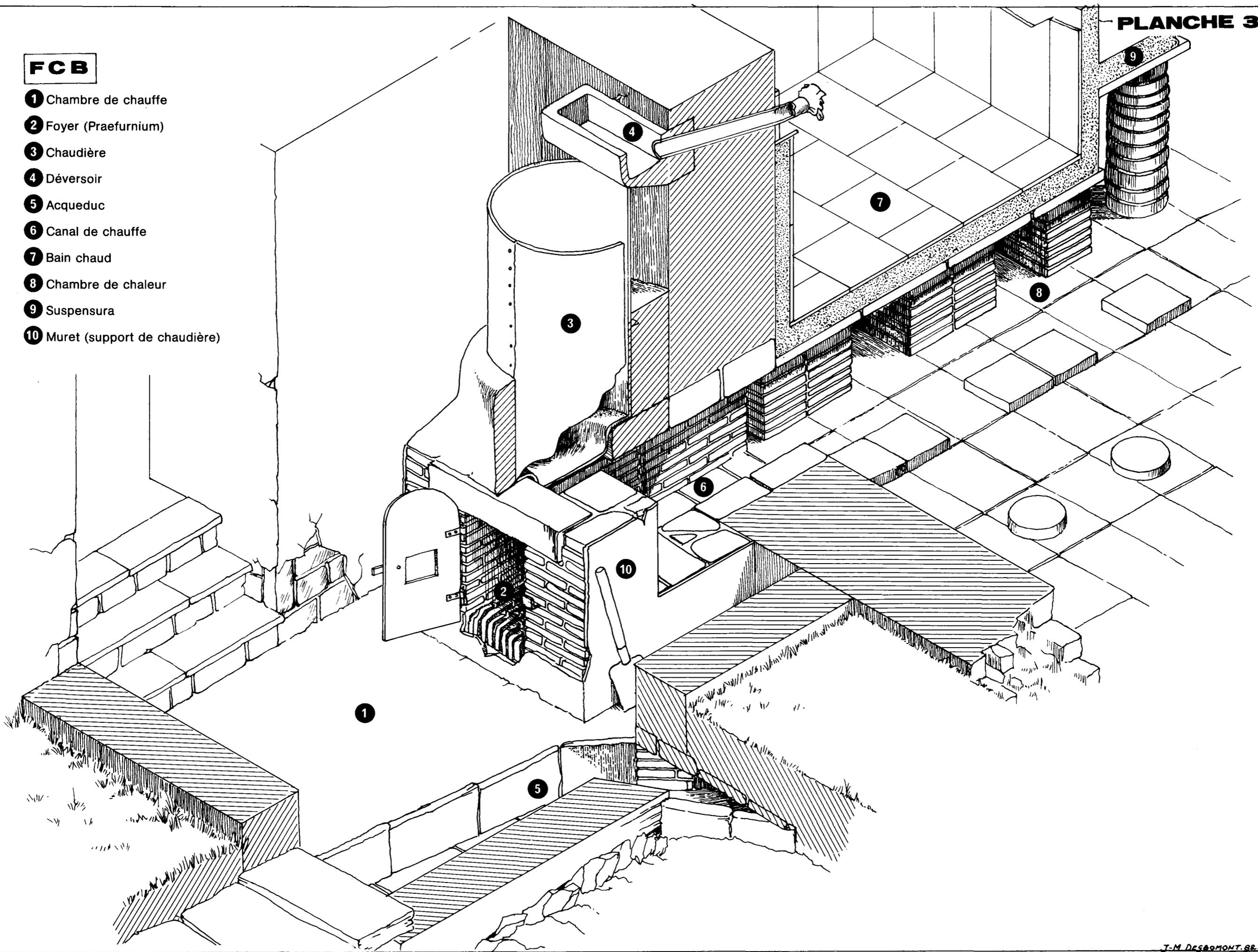


- 1 chambre de chauffe (propnigeum).
- 2 porte du foyer.

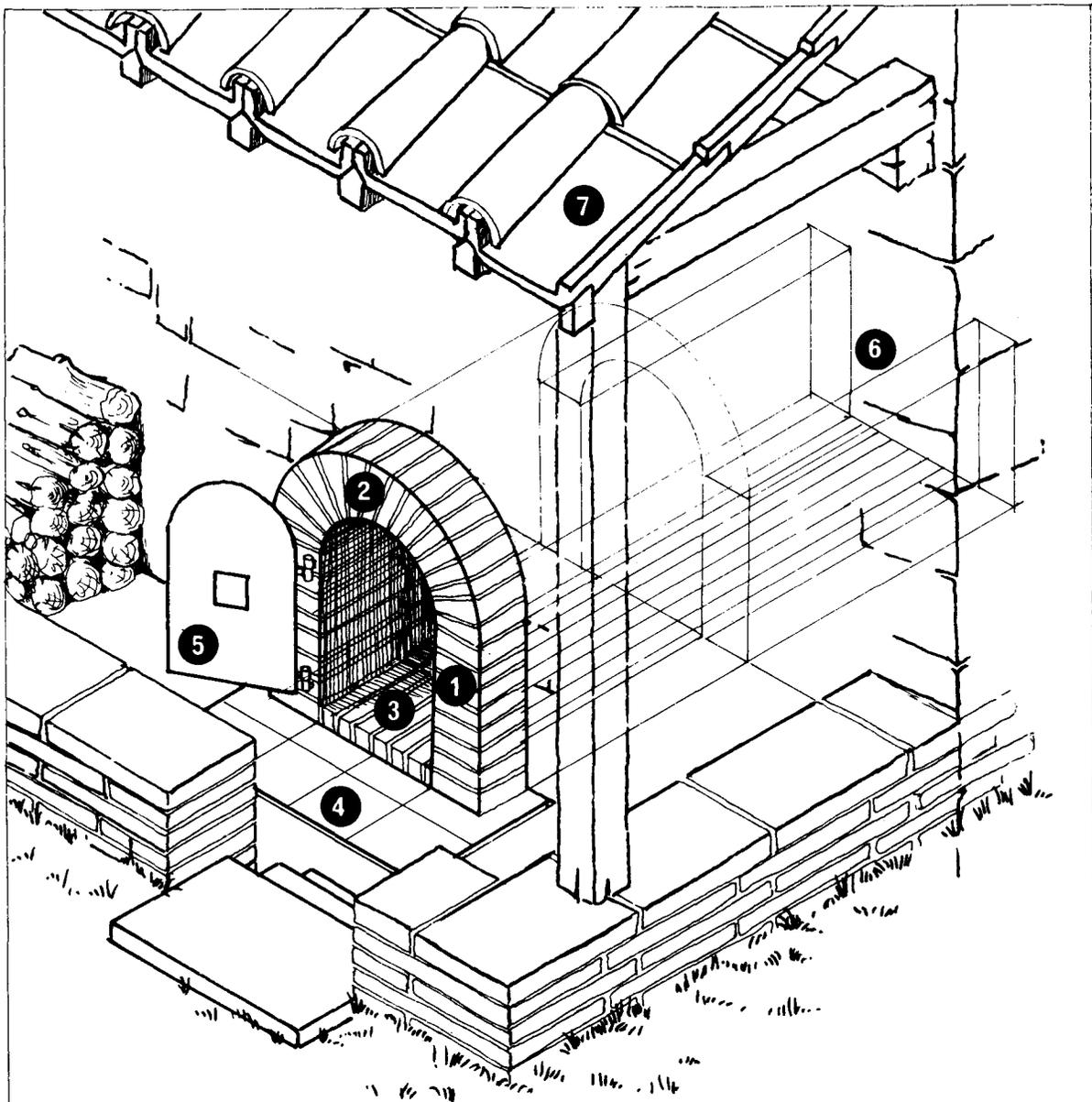
- 3 aire.
- 4 foyer (prae-furnium).
- 5 voûte.
- 6 sole.
- 7 cheminée "avancée".
- 8 pilette.
- 9 sol d hypocauste.
- 10 chapiteau de pilette.
- 11 dalle de suspensura.
- 12 cheminée encastrée.
- 13 cheminée "avancée" oblique.
- 14 suspensura.
- 15 cheminée emmurée.
- 16 sortie de cheminée horizontale et oblique.
- 17 tubulus.
- 18 ouverture de cheminée oblique.
- 19 canal de chauffe.
- 20 chambre de chaleur.
- 21 muret

**FCB**

- ① Chambre de chauffe
- ② Foyer (Praefurnium)
- ③ Chaudière
- ④ Déversoir
- ⑤ Acqueduc
- ⑥ Canal de chauffe
- ⑦ Bain chaud
- ⑧ Chambre de chaleur
- ⑨ Suspensura
- ⑩ Muret (support de chaudière)



# PLANCHE 4



**F C D** (praefurnium).

- ① muret.
- ② voûte.
- ③ sole.
- ④ aire.
- ⑤ porte.
- ⑥ canal de chauffe.
- ⑦ appentis.

