

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⁽¹⁹⁶⁾, L. Bonnard⁽¹⁹⁷⁾, 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⁽¹⁹⁸⁾ 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⁽¹⁹⁹⁾. 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⁽²⁰⁰⁾ : « 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

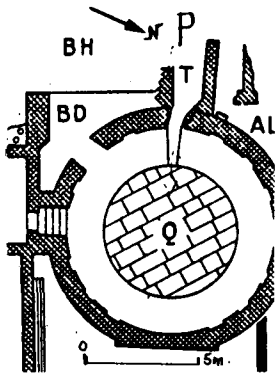


Fig. 156 : Fontaines-Salées* (F).

aux Fontaines-Salées (F)⁽²⁰¹⁾ ; 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^e siècle après J.-C. (fig. 156).

Le sol de la chambre de chaleur (*area*)⁽²⁰²⁾ était fait simplement de béton ou recouvert de briques plates ou de tuiles. Sur l'*area*, on construisait le plus souvent des pilettes (*pilae*)⁽²⁰³⁾ 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*)⁽²⁰⁴⁾. 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*)⁽²⁰⁵⁾ 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⁽²⁰⁶⁾. Cependant cela n'empêche pas ces textes d'être beaucoup plus complets et précis⁽²⁰⁷⁾ à propos de l'aménagement intérieur des chambres de chaleur. Voici le texte de Vitruve : « Les radiers de l'hypocauste⁽²⁰⁸⁾ 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⁽²⁰⁹⁾ concorde pour l'essentiel avec celui de Vitruve duquel il s'est visiblement inspiré⁽²¹⁰⁾ : « 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⁽²¹¹⁾. 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⁽²¹²⁾. Ces pilettes « classiques »⁽²¹³⁾, 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⁽²¹⁴⁾, était déjà très répandu, et en particulier dans les grands thermes (III^e 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^e 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.



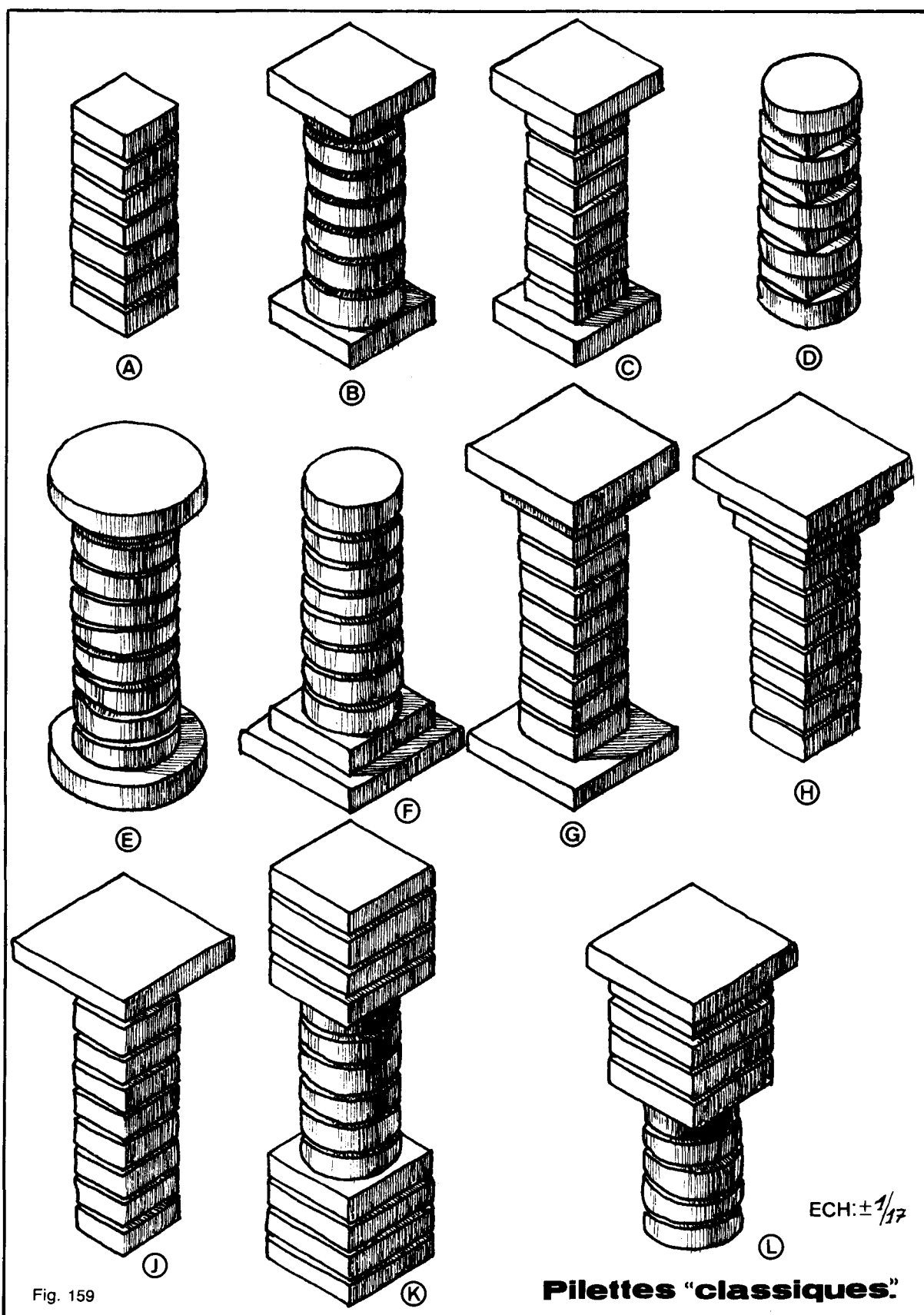
Fig. 158 : Aquincum (H).

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).



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

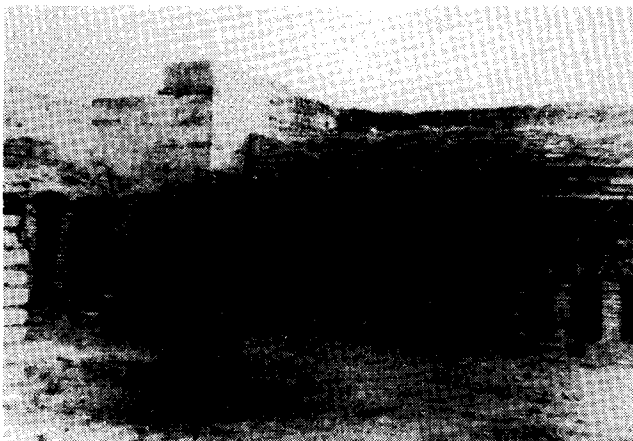


Fig. 161 : Thermes de Lambèse* (DZ).

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⁽²¹⁵⁾ 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 disques 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⁽²¹⁶⁾ mêlée à l'argile (pourtant conseillée par Vitruve)⁽²¹⁷⁾.

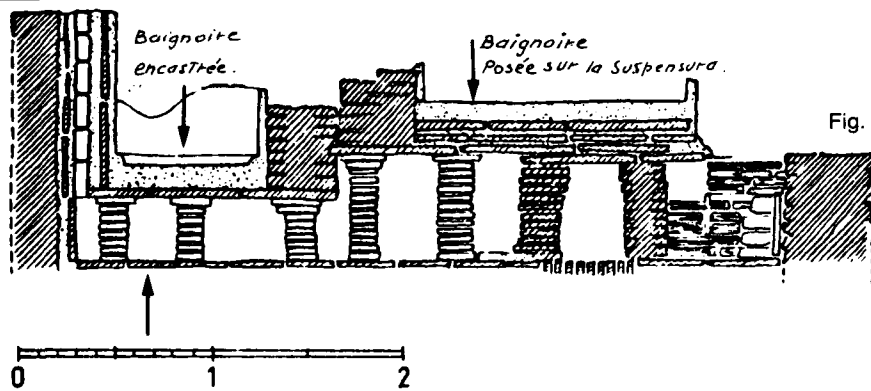


Fig. 162 : Newel* (D).

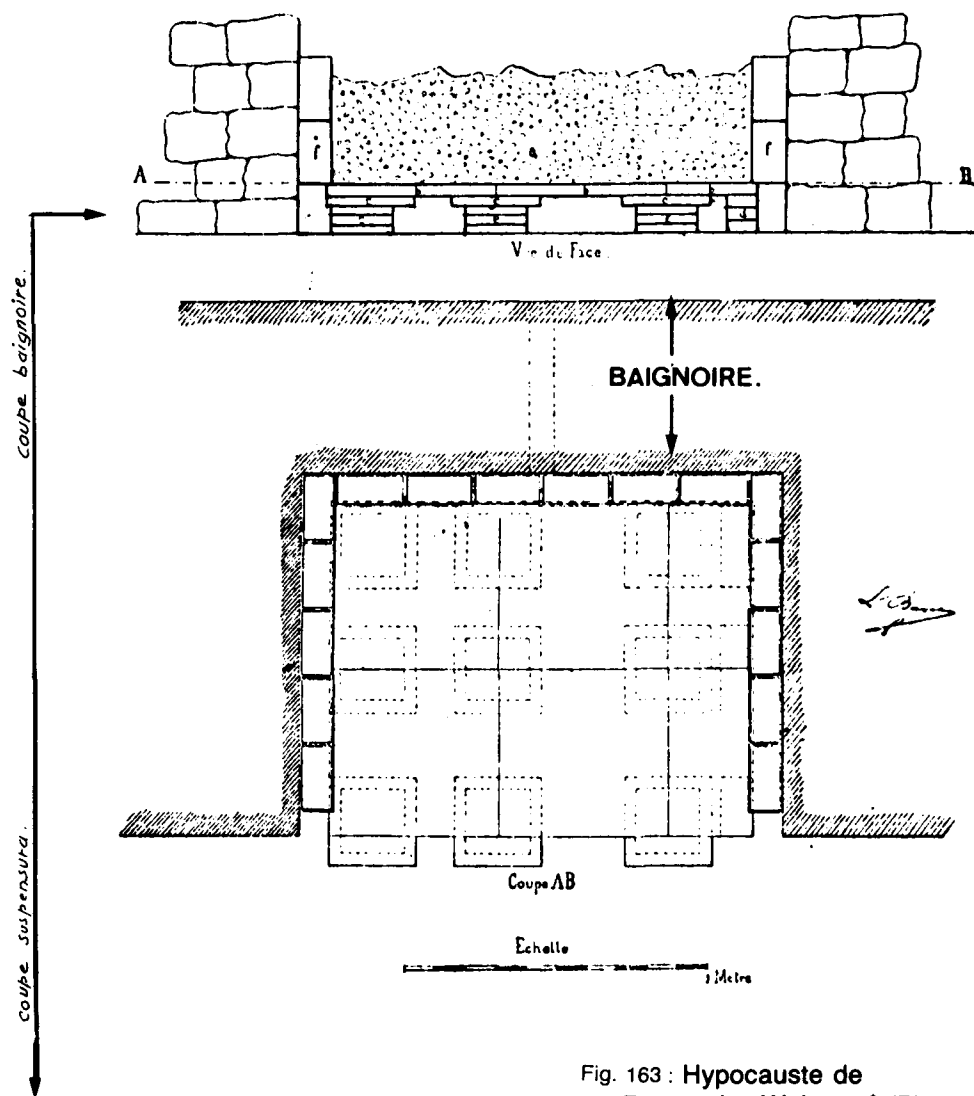


Fig. 163 : Hypocauste de Boussu-lez-Walcourt* (B)

(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⁽²¹⁸⁾ 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)⁽²¹⁹⁾ : 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⁽²²⁰⁾ 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⁽²²¹⁾ (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*^{*} (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 (± 30 cm).

— Pilettes monolithes

Piliers quadrangulaires à bases carrées ou rectangulaires, ou en forme de colonne ou de balustre : à Miécret^{*} (B), *Spoonley Wood*^{*} (G-B) (fig. 167), *Gorsium*^{*} (H).

tronçons de colonnes en granit égalisés entre eux par l'adjonction de briques : *Wroxeter*^{*} (G-B) pilettes en calcaire, en tuf, en basalte, en grès⁽²²²⁾ : *Magdalensberg*^{*} (F)⁽²²³⁾, *Bonsin*^{*} (B), *Poiseul-les-Saulx*^{*} (F).

pilettes appareillées en matériaux divers :

en têtes de roche calcaire : *Evelette*^{*} (B),

pilettes construites avec trois grosses pierres : *Modave*^{*} (B) (salle XVIII),

avec des chapiteaux de colonnes : *Enns*^{*} (A)⁽²²⁴⁾,

pilettes en « pierres carrées posées les unes sur les autres »⁽²²⁵⁾,

pilettes en « *tegulae* carrées » ou entières : *Tournai*^{*} (B) (Marché aux Jambons), *Guiry-Gadancourt*^{*} (F),

pilettes en *imbrices* : *Yvoir*^{*} (B),

pilettes creuses :

pilettes creuses à parois épaisses⁽²²⁶⁾,

pilettes en briques creuses ou cylindriques⁽²²⁷⁾, *Visoul*^{*} (B), *Baden-Baden*^{*} (D)⁽²²⁸⁾, *Gross-Pöcklar*^{*} (229),

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

pilettes creuses en terre cuite avec base et chapiteau⁽²³⁰⁾.

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)⁽²³¹⁾. 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.

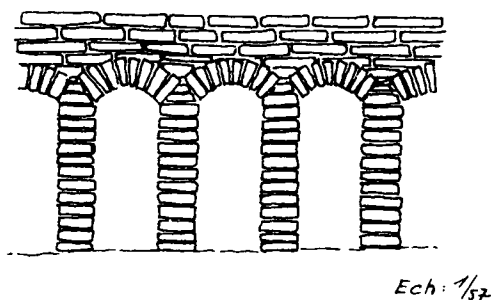


Fig. 169 : *Lambèse*^{*} (DZ).



Fig. 164 : Trèves* (D).

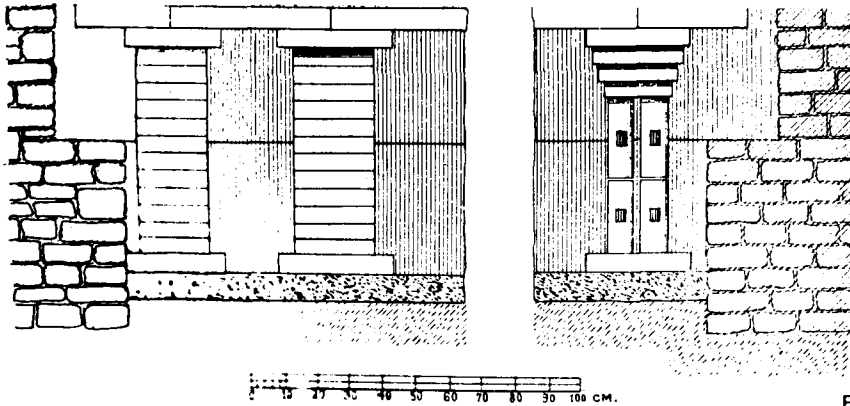


Fig. 165 : Saalburg* (D).

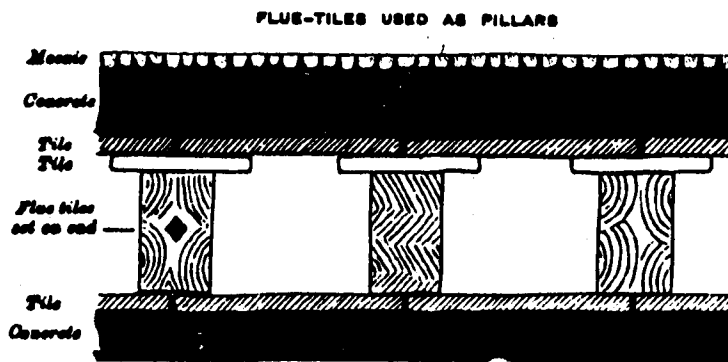


Fig. 166 : Spoonley Wood* (GB).

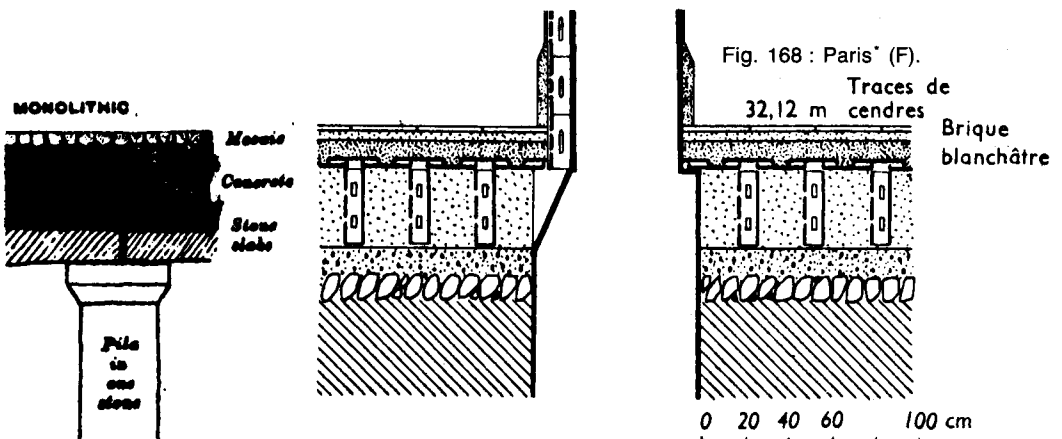


Fig. 167 : Spoonley Wood* (GB).

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*⁽²³²⁾ ou *area*⁽²³³⁾, 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⁽²³⁴⁾. 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 (± 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 = ± 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^e phase)⁽²³⁵⁾.

E. Brödner⁽²³⁶⁾ 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.

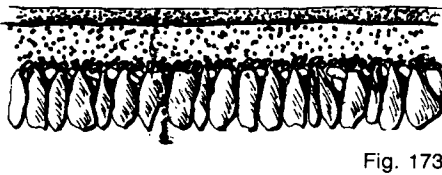
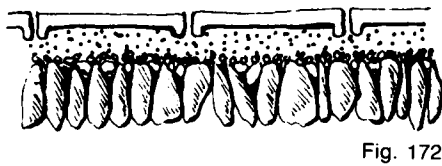
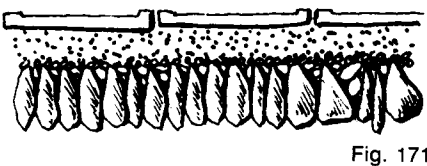
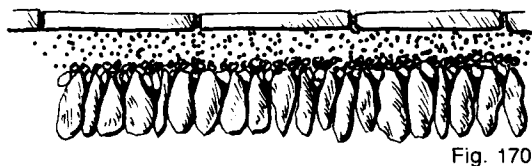


Fig. 174 : Mamer* (L).

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⁽²³⁷⁾ 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⁽²³⁸⁾. 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⁽²³⁹⁾ 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⁽²⁴⁰⁾ 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⁽²⁴¹⁾, 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) :

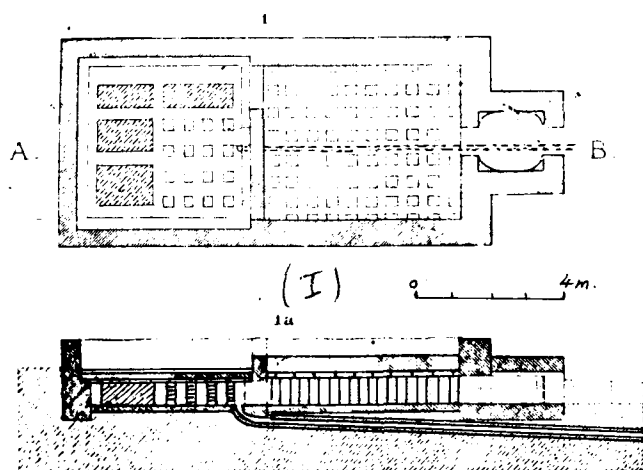
des canalisations prenaient jour dans chacun des hypocaustes (au niveau du sol de la chambre de chaleur) et reliaient ces derniers à un même puits (n° 41).

Saalburg* (D)⁽²⁴²⁾ :

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)

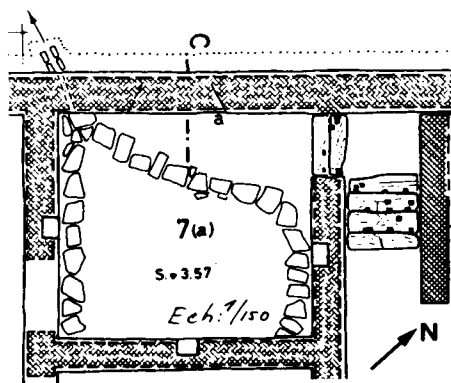


Fig. 178 : Newel (D)

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 »⁽²⁴³⁾,

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⁽²⁴³⁾. 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*).

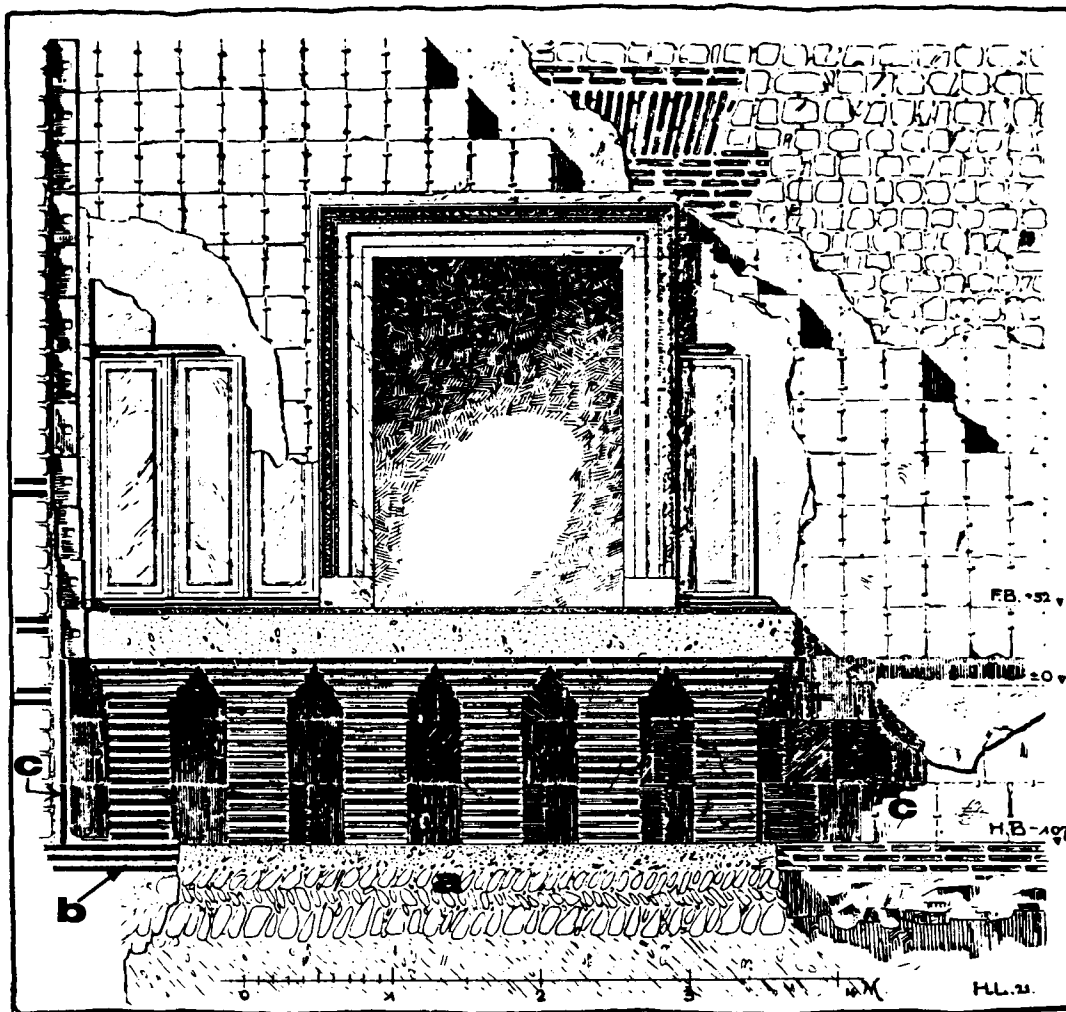


Fig. 179 : Thermes Impériaux de Trèves* (D).

- 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 (?).

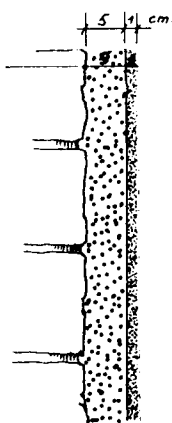


Fig. 180

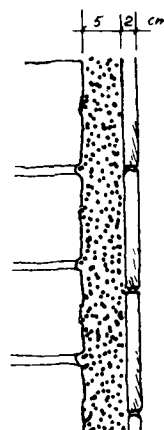


Fig. 181

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 et 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

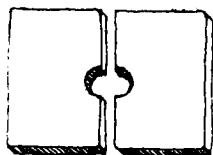


Fig. 183 : Berlaconmines* (B).

Haccourt* (B) :

salle 53 : parements avec fragments de tuiles.

Berlaconmines* (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).

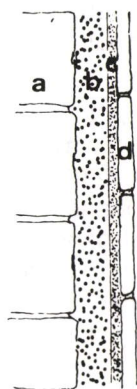


Fig. 184 : Hives* (B).

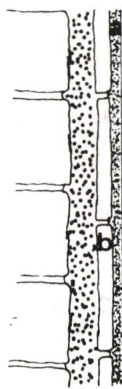


Fig. 185 : Tournai* - Marché aux jambons (B).

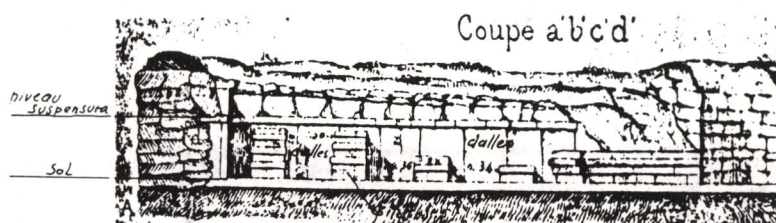


Fig. 186 : Arquennes* (B).

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⁽²⁴⁵⁾

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*⁽²⁴⁶⁾. C'est pour cette raison que les bains établis de cette façon s'appelaient *balneae pensiles*⁽²⁴⁷⁾. Sur les pilettes, on établissait de grandes dalles carrées, parfois rectangulaires, le plus souvent en terre cuite, de deux pieds de côté (± 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)⁽²⁴⁸⁾ 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⁽²⁴⁹⁾. 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⁽²⁵⁰⁾, soit encore d'une mosaïque (fig. 191).

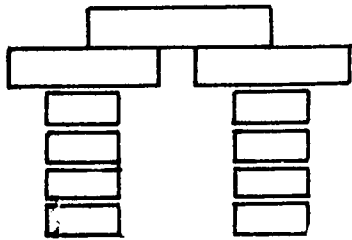
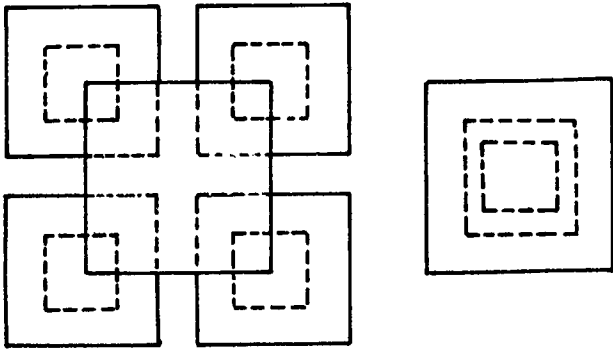


Fig. 187

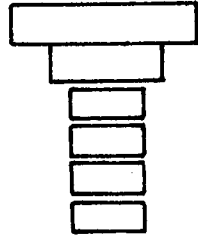


Fig. 188

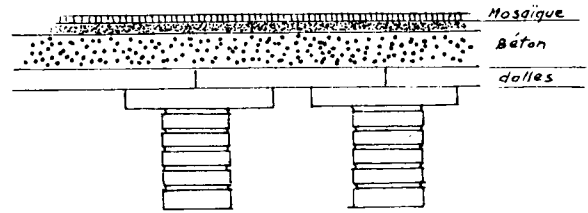


Fig. 189

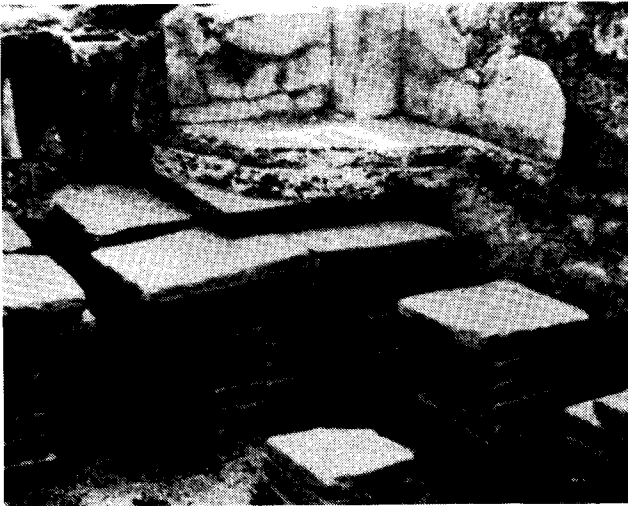


Fig. 190 : Liestal* (CH).



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⁽²⁵¹⁾. 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 »⁽²⁵²⁾.

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⁽²⁵³⁾.

— *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.

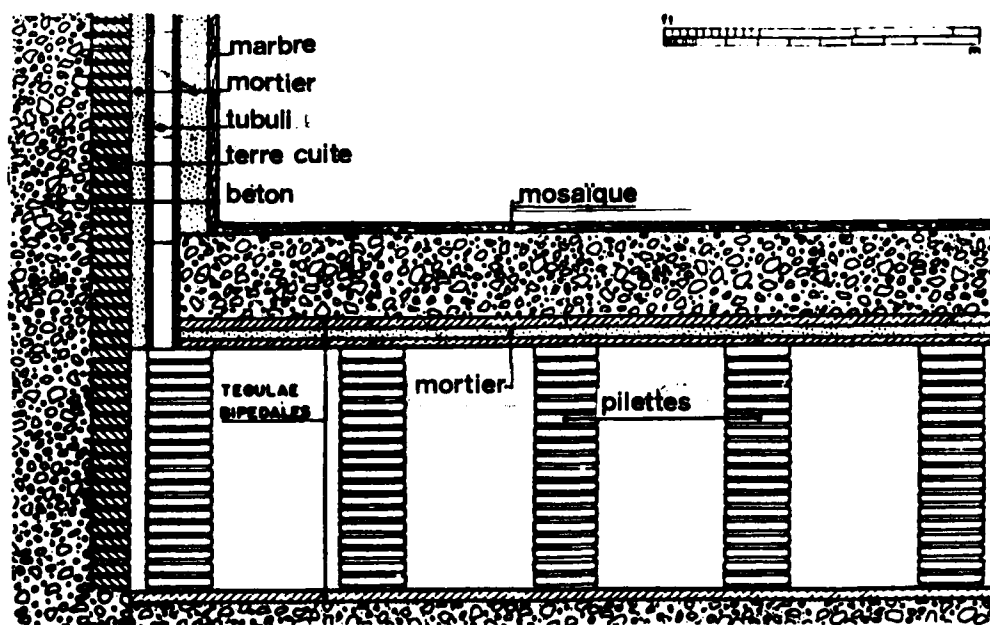


Fig. 192

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

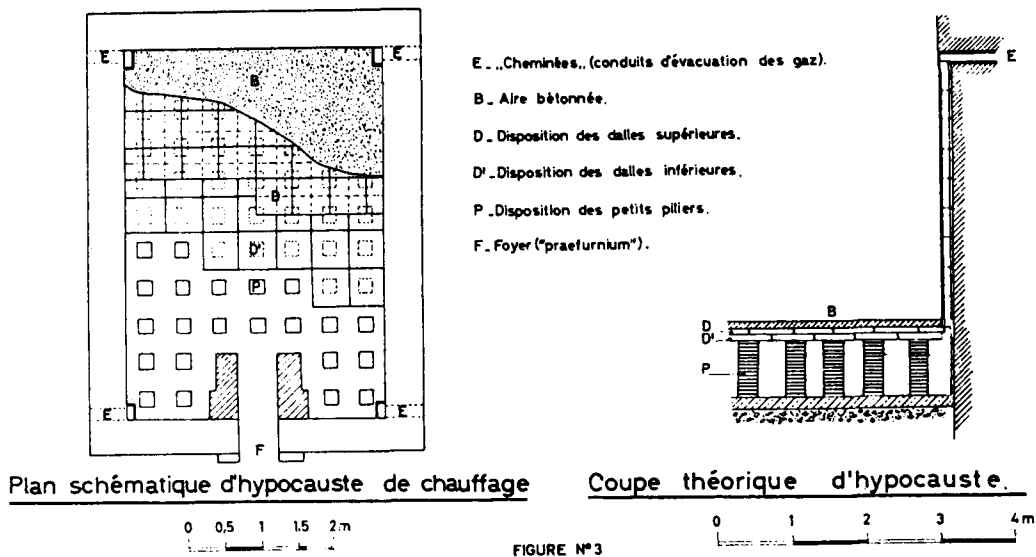


Fig. 193

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⁽²⁵⁴⁾ (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.

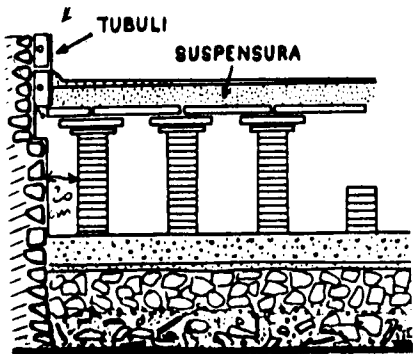


Fig. 194 : Tongres* (B).

- 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

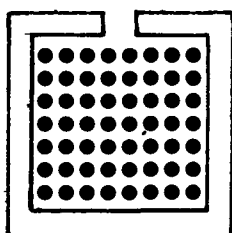


Fig. 195

à canaux

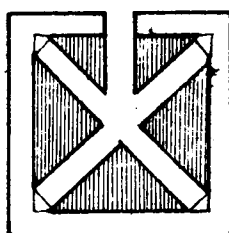


Fig. 196

mixtes

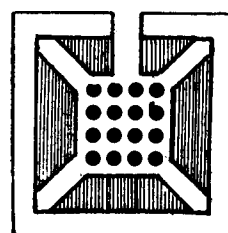
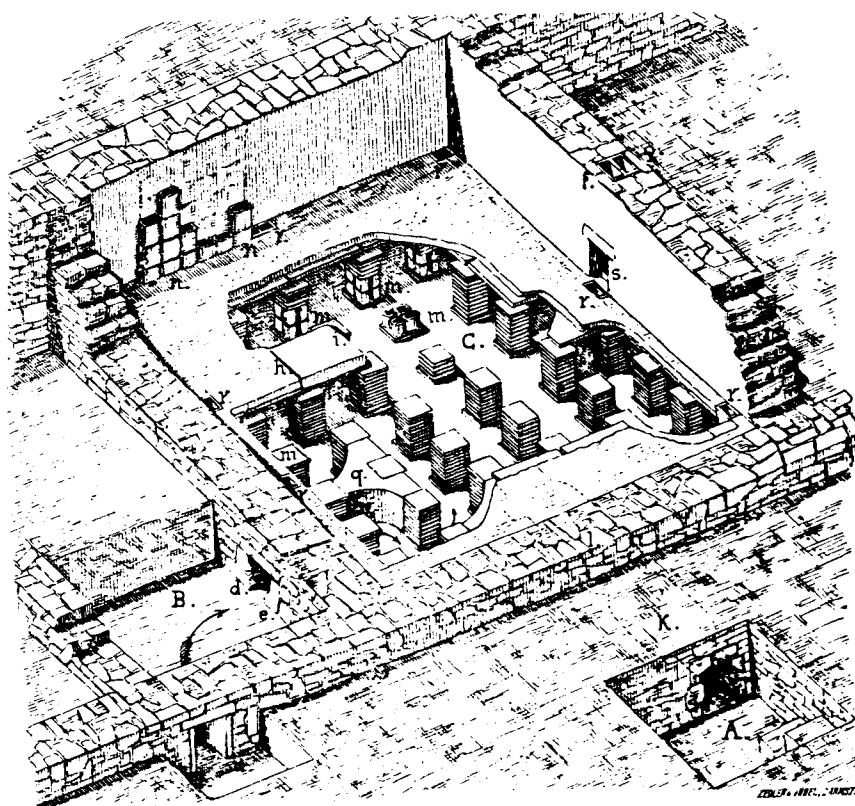


Fig. 197

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^{er} siècle après J.-C., Pline le Jeune nous raconte que dans sa villa du Laurentin⁽²⁵⁵⁾ 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⁽²⁵⁶⁾. 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⁽²⁵⁷⁾ 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

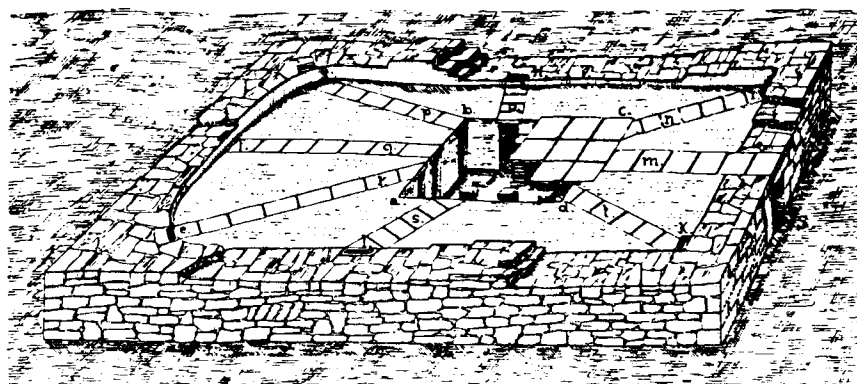
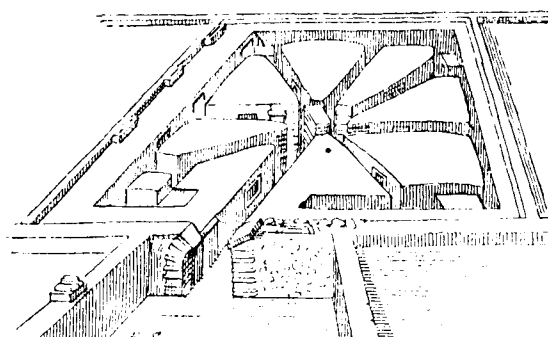


Fig. 199 : Silchester* (GB).



à canaux.

Fig. 200 : Saalburg* (D).

Chambres de chaleur

Il apparaît, à la lecture des travaux de F. Kretzschmer, 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⁽²⁵⁸⁾, 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⁽²⁵⁹⁾, 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)⁽²⁶⁰⁾, plaques d'ardoises et pierres⁽²⁶¹⁾. Les parois intérieures des canaux étaient, en outre, souvent recouvertes de ciment. Les couvertures des conduits pouvaient être fait en tuiles (*tegulae* ou *imbrices*)⁽²⁶²⁾, en plaques de terre cuite⁽²⁶³⁾, en ardoise⁽²⁶⁴⁾, 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 encastrees. 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. »

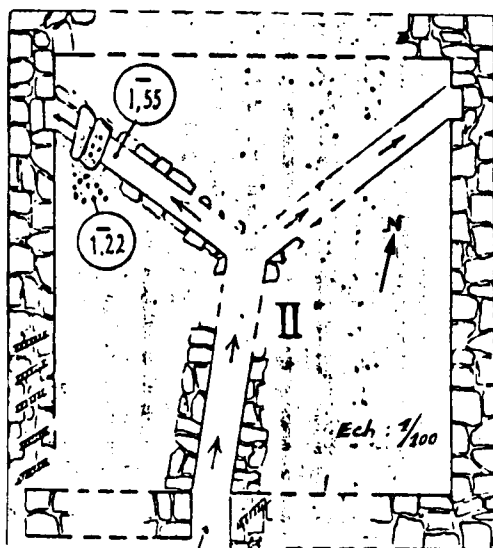


Fig. 201 : Mont-lez-Houffalize* (B)

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⁽²⁶⁵⁾ à Saalburg (fig. 202). Cet hypocauste se trouvait en-dessous des substructions des bains⁽²⁶⁶⁾ 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.

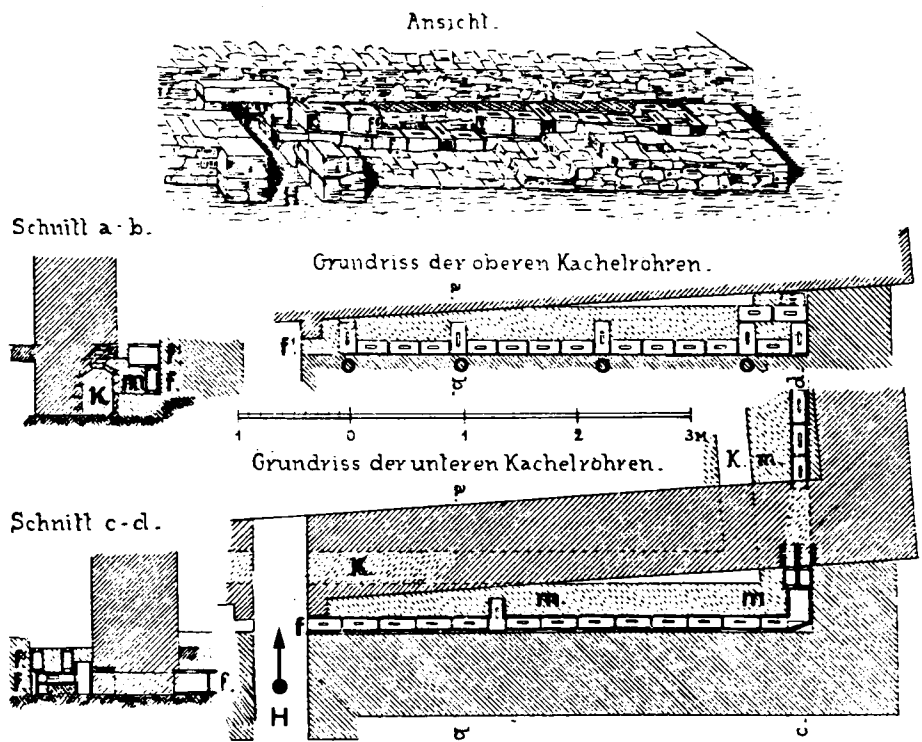


Fig. 202 : Saalburg* (D)

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 (f₁ 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.



Fig. 203 : Boulaide* (B).

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⁽²⁶⁷⁾.

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.

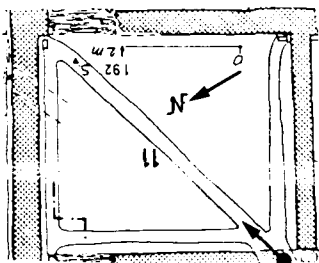


Fig. 204 : Newel* (D).

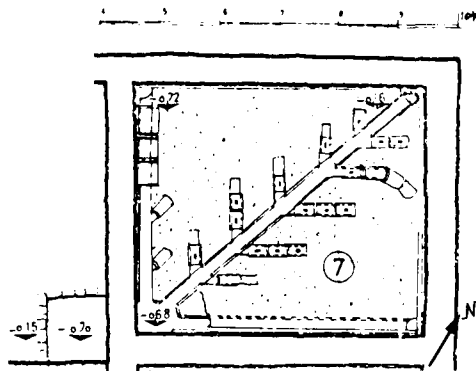


Fig. 205 : Goeblingen-Nospelt* (L).

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)⁽²⁶⁸⁾ :

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).

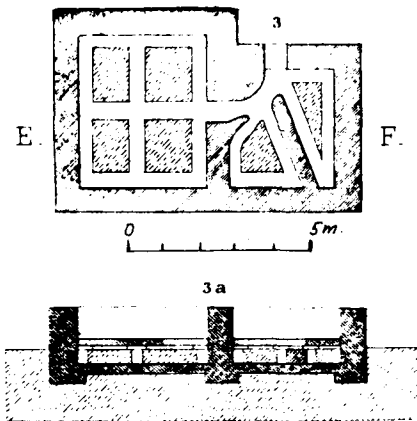


Fig. 206 : Saalburg* (D)

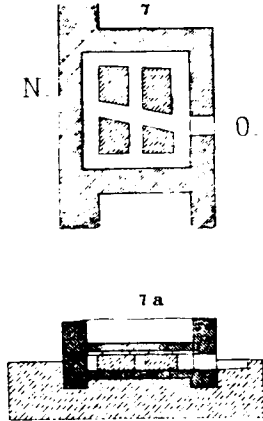


Fig. 207 : Saalburg* (D)

Variantes

Saalburg* (D)⁽²⁶⁹⁾ :

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).

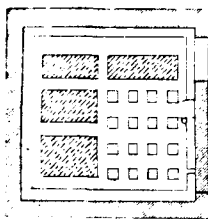


Fig. 208 : Saalburg* (D)

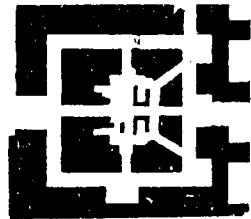


Fig. 209 : Sanxay* (F)

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)⁽²⁷⁰⁾ :

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)⁽²⁷¹⁾ :

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)⁽²⁷²⁾ :

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

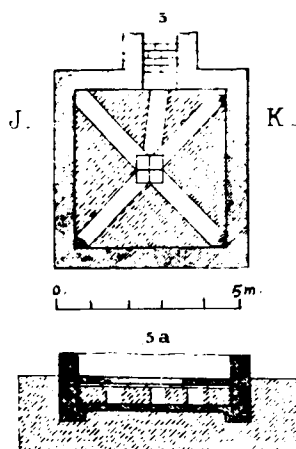


Fig. 210 : Saalburg* (D)

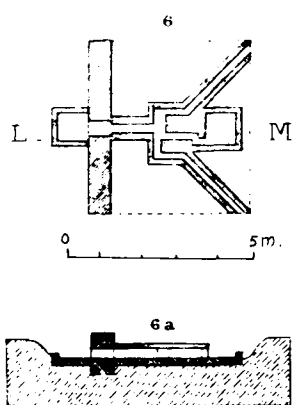


Fig. 211 : Saalburg* (D)

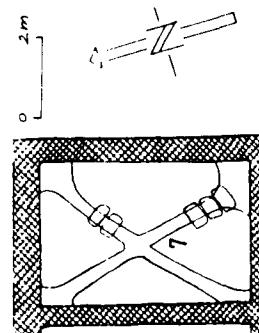


Fig. 212 : Weiersbach* (D)

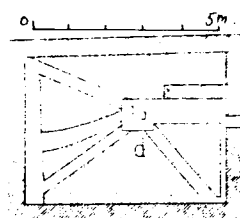


Fig. 213 : Saalburg* (D)

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.

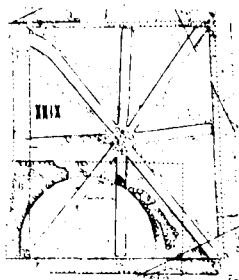


Fig. 214 : Lalonquette* (F)

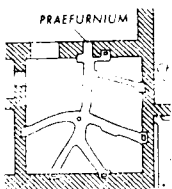


Fig. 217 : Weitersbach* (D)

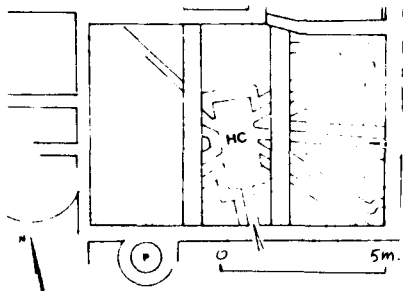


Fig. 216 : Ordan-Larroque* (F)



Fig. 218 : Lalonquette* (F)

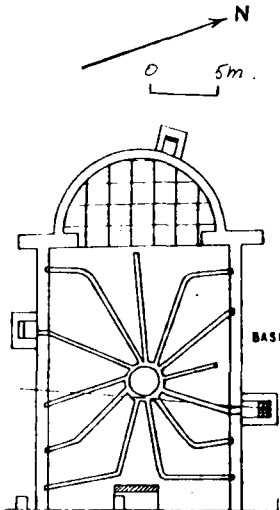
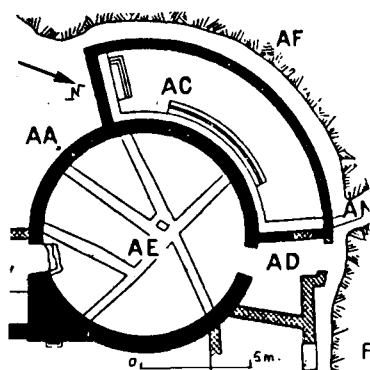


Fig. 215 : Vendeuvre* (F)

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).

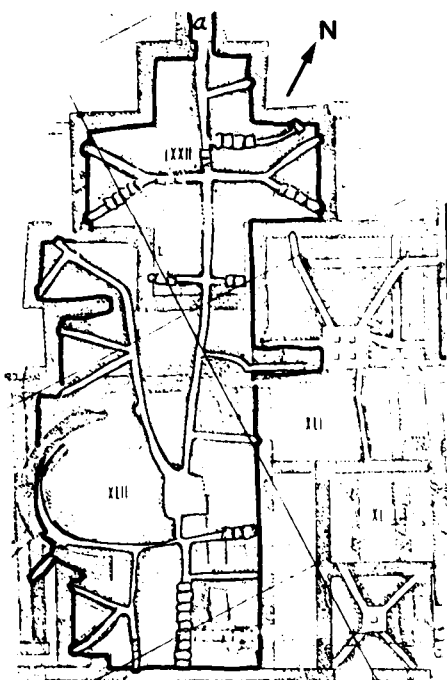


Fig. 220 : Lalouquette* (F)

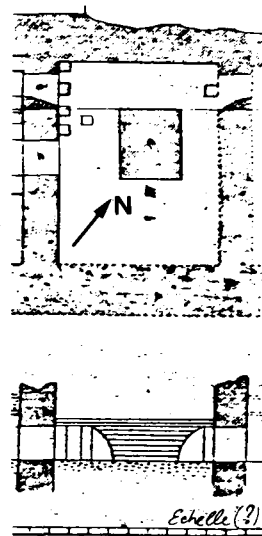


Fig. 221 : Bonn* (D)

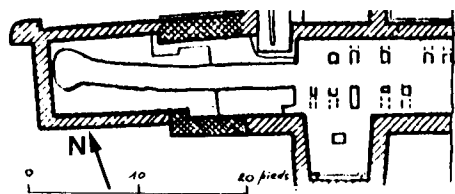


Fig. 222 : Lullingstone* (G-B)



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.

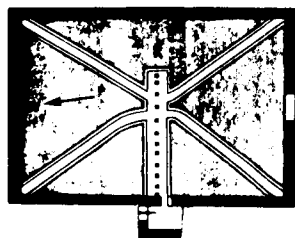


Fig. 224 : Montmaurin* (F)

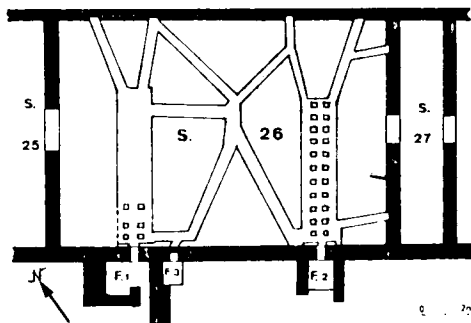


Fig. 225 : Valentine* (F)

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)⁽²⁷³⁾ (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).

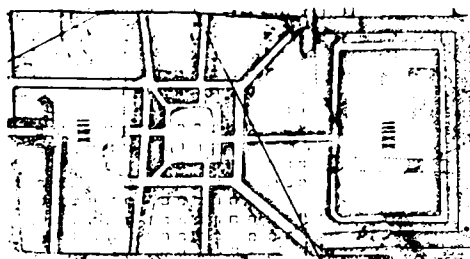


Fig. 226 : Lalonquette* (F)

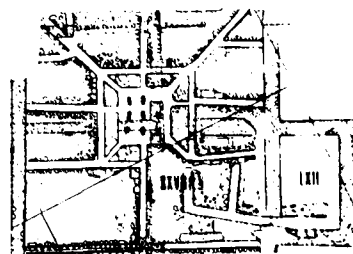


Fig. 227 : Lalonquette* (F)

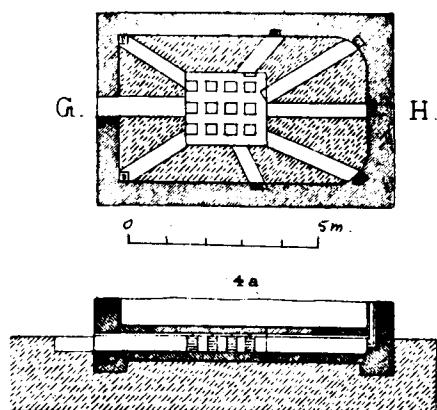


Fig. 229 : Saalburg* (D)

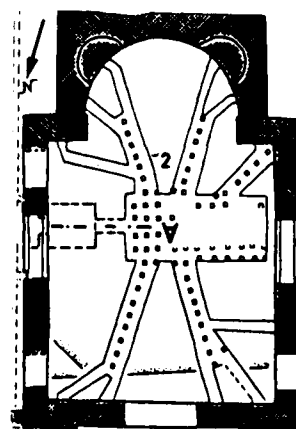


Fig. 230 : Konz* (D)

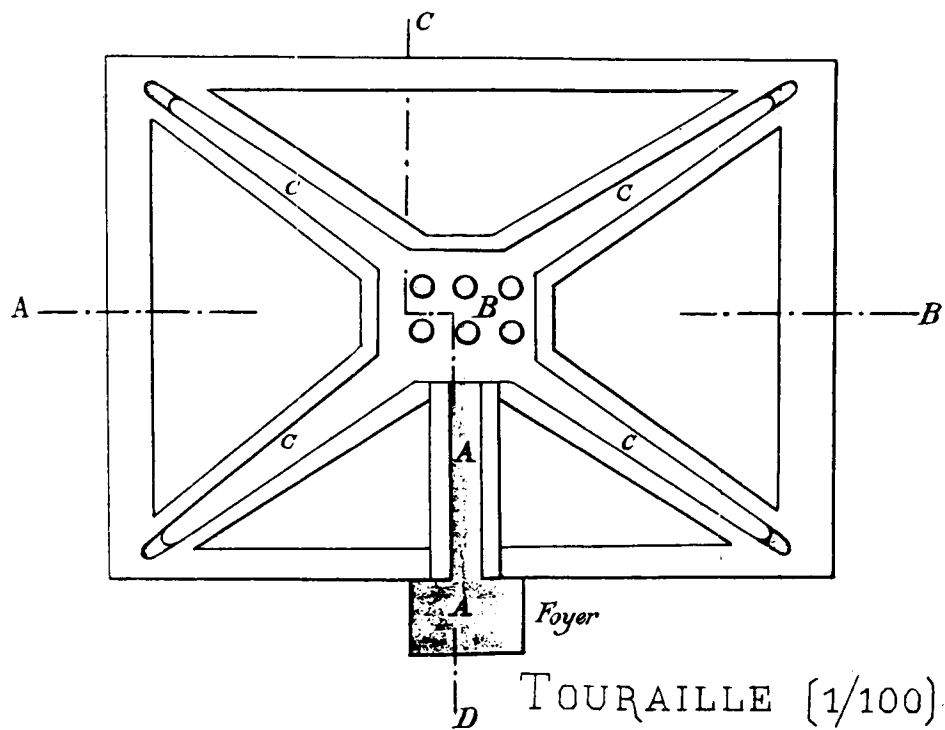
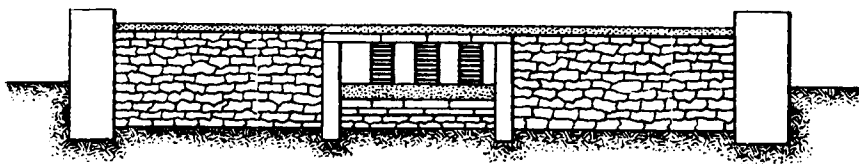
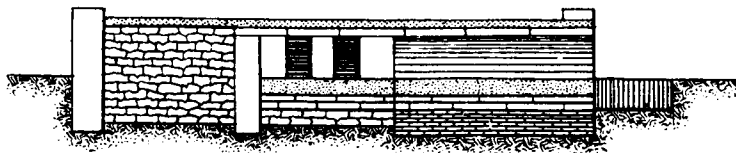


Fig. 232

Coupe AB de la touraille (1/100)



Coupe CD de la touraille (1/100)



Ronchinne

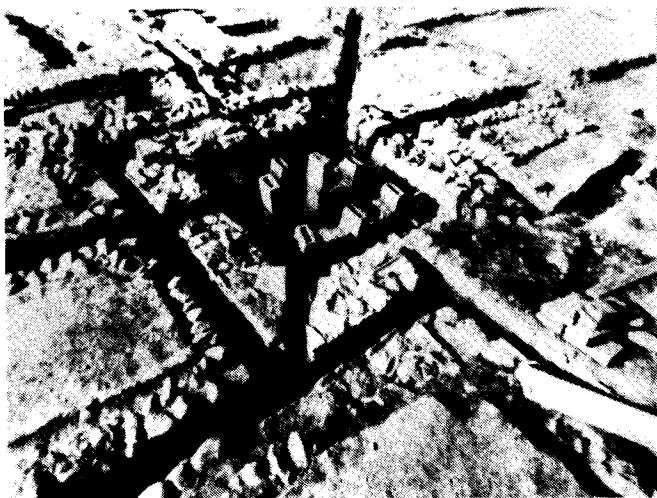


Fig. 228 : Lalouette* (F)

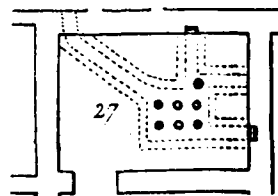


Fig. 231 : Ronchinne* (B)

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).

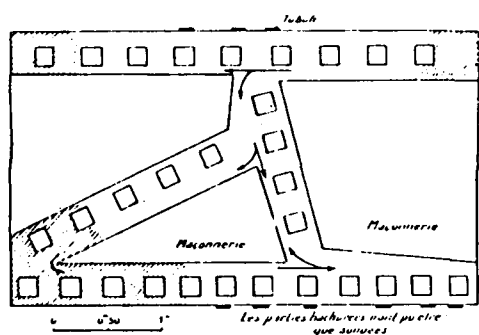


Fig. 233 : Sens* (F)

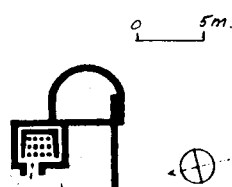


Fig. 234 : Larroque* (F)

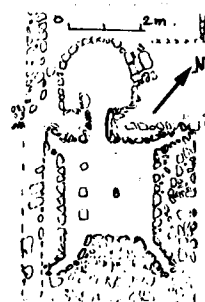


Fig. 235 : Grand* (F)

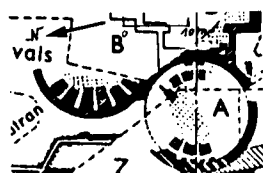
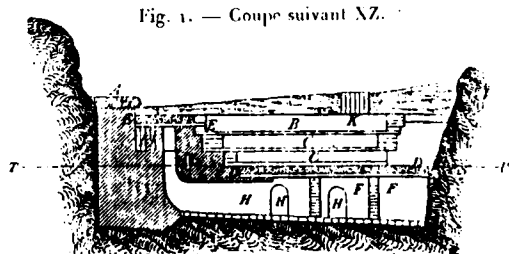


Fig. 236 : Paris* (Thermes de l'est)



Chaufour romain découvert à Uriage en 1844.

Fig. 2.

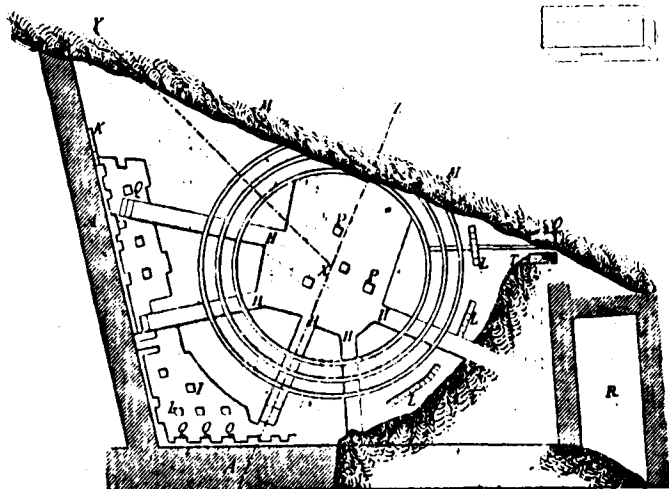


Fig. 237 : Uriage (F).

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).

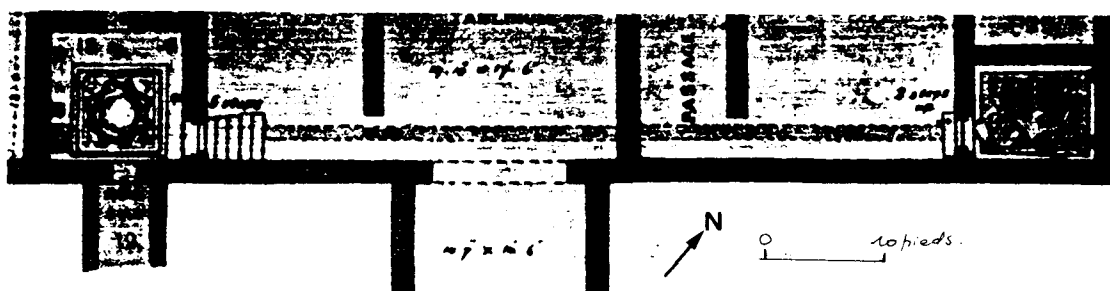


Fig. 238 : Spoonley Wood* (G-B)

- (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^{er} siècle av. J.-C., PALLADIUS, IV^e 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 bêtes... » (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^e 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^e éd., dans *R-C*, 8^e 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) PLINÉ 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.