

NOTE
SUR LES
APPAREILS DE CHAUFFAGE
ET DE VENTILATION

EMPLOYÉS PAR LES ROMAINS POUR LES THERMES A AIR CHAUD

PAR M. LE GÉNÉRAL MORIN

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
MEMBRE HONORAIRE

Je prie l'Académie, (1) devant laquelle j'ai l'honneur de parler, de ne pas trop s'étonner de me voir aborder une question, en apparence étrangère à mes études habituelles, auxquelles elle ne se rattache que par le côté spécial des effets physiques, dont je n'ai pas trouvé d'explications suffisantes dans les ouvrages et dans les mémoires d'archéologie qu'il m'a été donné de consulter.

Le principe du mode de chauffage du sous-sol des bains publics, des thermes à air chaud, et même des habitations privées, mis en usage par les Romains, me paraît, d'ailleurs, le plus convenable pour certains édifices publics, tels que les grandes salles des chemins de fer couvertes de toitures vitrées, et en particulier pour les églises, dont la capacité et l'élévation

(1) Cette note lue d'abord à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, dans la séance du 17 novembre 1871, a été communiquée dans la séance du 17 juillet 1873, à la Société historique de Compiègne, par M. le général Morin, qui a bien voulu autoriser la Société à la reproduire dans ses publications.

intérieure rendent les dispositions ordinaires peu efficaces et en même temps dispendieuses.

En effet, si dans ces lieux de réunions nombreuses, où l'on ne séjourne que peu de temps, le sol était modérément chauffé, de manière à entretenir seulement vers les pieds la chaleur normale, le mouvement naturel de l'air qui, après être descendu des voûtes, le long des fenêtres et des murs, s'échaufferait légèrement au contact du sol et s'élèverait lentement autour des personnes, entourerait celles-ci d'une atmosphère tiède sans cesse renouvelée et les maintiendrait dans un état agréable et convenable de température et de salubrité.

Il est, d'ailleurs, évident qu'en adoptant en principe que, dans des cas pareils, c'est le sol qui doit être chauffé, on emploierait à cet effet les modes perfectionnés qu'on connaît aujourd'hui et, en particulier, la circulation de l'eau.

Les nombreuses issues que présentent les immenses vitrages de ces édifices suffisent d'ailleurs, presque toujours, à l'évacuation et même à certaines rentrées d'air, accrues par l'ouverture fréquente des portes. Mais il ne faudrait cependant pas négliger d'assurer l'admission de l'air par de nombreux orifices répartis aussi uniformément que possible.

La circulation générale de l'air, qui résulterait de cette disposition, atténuerait beaucoup les courants d'air, parfois très-génants, que détermine l'éclairage de certaines parties des édifices et n'aurait pas les inconvénients de l'affluence des nappes d'air chaud fournies, à des températures trop élevées, par les bouches de chaleur des calorifères ordinaires.

Ces considérations ont naturellement appelé mon attention sur les dispositions mises en usage par les Romains, et c'est ce qui expliquera, je pense, à l'Académie comment je me suis trouvé conduit à étudier avec quelque détail les dispositions et les effets physiques de ces appareils, nommés hypocaustes, que l'on n'a considérés jusqu'ici que comme destinés seulement

au chauffage, mais qui, dans certains cas, déterminaient aussi une ventilation réelle.

J'ai été guidé dans cette étude par quelques-uns des ouvrages spéciaux d'archéologie et par des observations directes sur certains établissements, qui existaient dans les environs de Compiègne, si riches en souvenirs de l'occupation romaine.

Disposition générale des hypocaustes découverts dans les environs de Compiègne. — Trois hypocaustes destinés à chauffer des étuves à transpiration ou thermes à air chaud, ont été découverts, depuis quelques années, par les fouilles que M. de Roucy était chargé de diriger.

L'un, situé au lieu dit le Mont-Berny, auprès de Pierrefonds, à gauche de la route d'Attichy, a été relevé avec soin, en 1862, par M. Choron, conducteur des travaux de recherches.

Le second, dépendant des thermes de Champlieu, est plus vaste. Le plan en a été dressé, en 1864, par le même auteur.

Le troisième, découvert plus récemment, au lieu dit la Carrière du Roi, canton de la Garenne, dans la forêt de Compiègne, sur la droite de la route de Compiègne à Villers-Cotterets, près Saint-Jean, a été dessiné en 1868, par M. V. Cauchemé. Ses parties souterraines étaient alors en assez bon état de conservation.

Les archéologues ont donné, soit d'après Vitruve, soit d'après des relevements exécutés sur place, assez de détails sur la disposition générale de ces établissements, et principalement sur celle du sous-sol, pour qu'il soit superflu d'en parler, autrement que pour discuter la marche des effets, et les motifs de cette disposition.

Cependant, je dois faire quelques remarques qui conduisent, je crois, à certaines conséquences.

La première est relative au chauffage des chaudières :

Dans l'édition elzévirienne de Vitruve, que possède le Conservatoire des arts et métiers, on lit :

Testitudines alveorum ex communi hypocausti calefacientur.

Perrault a traduit cette phrase ainsi qu'il suit :

Le dessous des bains sera chauffé par un seul fourneau.

Il me semble que le véritable sens serait :

Le dessous des chaudières doit être chauffé par le fourneau commun. C'est le sens admis par le Dictionnaire de Tachard.

D'abord, cette traduction est plus exacte au point de vue littéral, et en même temps elle indique bien que le feu n'était pas allumé sous le sol des salles, mais dans un foyer particulier ; ce que plusieurs auteurs ont, d'ailleurs, admis.

La seconde observation porte sur la phrase suivante :

Suspensuræ caldariorum ita sunt faciendæ.

Perrault et d'autres disent :

Le sol des étuves doit être creux et suspendu.

Rien ne justifie cette interprétation, qui n'est conforme ni au texte, ni à l'état réel des constructions observées.

La traduction donnée par le vieux Dictionnaire de Tachard, édité par Pralard, n'est pas plus exacte. On y lit :

Il faut suspendre ainsi les planchers des étuves.

Ce qui a embarrassé les auteurs dans cette traduction, c'est l'isolement du sol de ces étuves, par rapport aux murs ; isolement qui avait motivé le nom particulier de *suspensura*, donné à ces aires, dont la destination exigeait une disposition spéciale qu'ils n'ont pas convenablement appréciée, comme je le dirai plus loin.

Enfin, il est dit expressément dans Vitruve que les piliers de l'hypocauste, destinés à soutenir le sol des salles, pouvaient être construits avec de l'argile mêlée de bourre (*argillâ cum capillo subacta*), ce qui, évidemment, ne permet pas d'admettre que le feu ait pu être fait et entretenu sous cette aire elle-même, car les piliers d'argile et de bourre auraient été promptement détruits.

Le chauffage du sol de ces étuves ne pouvait donc être dû

qu'au courant continu de fumée et de gaz chauds, qui s'établissait au-dessous, et non à l'action directe du foyer, qui était, d'ailleurs, réservée pour les chaudières ; enfin, le temps nécessaire pour échauffer au degré convenable la masse considérable de cette aire, qui avait plus de 0^m,25 d'épaisseur, et les parois des salles, ne permet pas non plus d'admettre, avec l'auteur de la restauration des thermes de Caracalla (1), que le combustible pût être placé et renouvelé sous le sol même de la *suspensura*.

Ces observations faites, je me contenterai de rappeler qu'en général, dans les thermes publics et, en particulier, dans ceux que je viens de citer, la disposition en usage était la suivante :

Un foyer carré A, Pl. I, précédé d'une petite cour de dépôt, recevait le combustible. Au-delà du foyer, un passage B, à parois verticales, dans lequel on pouvait aussi introduire un peu de bois, pour aider au tirage, d'une largeur variable du tiers au cinquième de celle du foyer, et d'une longueur égale à une fois et demie le côté de ce même foyer, livrait passage à la flamme et aux gaz chauds produits par la combustion.

Ce passage débouchait sous le sol de la première salle C, appelée *sudatorium*..., de dimensions plus ou moins considérables, selon l'importance de l'établissement, et séparée de la suivante D, par un mur de refend, dont la partie dépendante du sous-sol ne laissait pour le passage des gaz chauds, que des orifices FF, plus ou moins rétrécis, en nombre variable savoir :

Aux thermes de Champlieu, cinq, offrant ensemble un passage d'une largeur voisine du quart de celle de la salle.

A la Carrière du Roi, deux, offrant ensemble un passage d'une largeur de même proportion.

Ainsi, la largeur donnée à ces passages, seule dimension

(1) *Restauration des Thermes de Caracalla*, page 17, note II.

que les dessins aient pu nous fournir, indiquerait l'intention de ne laisser, pour l'échappement des gaz chauds, qu'une issue restreinte, analogue à ce qu'en hydraulique on appelle un étranglement.

Plus loin, la salle D, nommée *tepidarium*, était également limitée par un mur de refend, dont la fondation dans le sous-sol n'offrait plus, dans les trois établissements cités, qu'un ou deux passages aux gaz, sous le plancher.

Au Mont Berny, le dessin indique trois passages, offrant encore ensemble une largeur égale à peu près au quart de celle de la salle supérieure et du sous-sol.

Aux thermes de Champlieu, deux passages n'offrant ensemble qu'une largeur égale à un douzième environ de celle de la salle.

A la Carrière du Roi, il y avait deux passages, dont un seul, à peu près intact, semblerait indiquer que la largeur des deux n'était que d'un sixième de celle de la salle.

Les dessins des hypocaustes du mont Berny et des thermes de Champlieu ne laissent voir aucune disposition ultérieure pour le passage des gaz chauds et de la fumée.

Mais, en 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 a*, prolongés par deux petits conduits de 0^m,20 sur 0^m,20 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. Nous avons fait dégager complètement ces conduits, et nous en reproduisons la disposition et les dimensions dans le dessin ci-joint, fig. 3, 5 et 6.

Les indications qui précèdent permettent de se rendre compte du mouvement des gaz et des effets calorifiques obtenus dans les différentes parties souterraines et supérieures d'un hypocauste du genre de ceux que nous examinons.

Le foyer, dans lequel on jetait le bois, devait être nécessairement couvert et fermé en dessus (1), car sans cela, tous les produits de la combustion, gaz chauds, fumée et vapeur, se seraient répandus dans l'air, et y aurait dispersé la chaleur développée sans aucune utilité pour le chauffage. La combustion pouvait s'établir de la manière suivante :

Les tuyaux verticaux d'évacuation de l'extrémité du bâtiment déterminaient un appel naturel, qui pouvait être, au besoin et au préalable, excité par un petit feu allumé vers leur branchement horizontal, ainsi que cela se pratique encore aujourd'hui pour les foyers à flamme renversée.

L'appel, une fois déterminé, s'accélérait de plus en plus avec l'activité du feu, jusqu'à la marche normale.

La flamme, la fumée, les gaz et les vapeurs, produits de la distillation du bois, passaient par le conduit rétréci, allongé et couvert B, qui suivait le foyer et pouvait même en faire partie; ils y avaient une vitesse assez grande, par suite du rétrécissement analogue à celui que présentent nos cheminées au-dessus du feu. Cette vitesse était suffisante pour entraîner jusqu'à une assez grande distance des cendres et des charbons.

Dans l'hypocauste de la Carrière du Roi, lors des premières fouilles, le conduit B était, en effet, à moitié rempli de cendres, et il s'en était déposé sous le *sudatorium* une large nappe, analogue aux attérissements sablonneux ou limoneux qui se forment aux embouchures des fleuves; on en trouve même encore les traces, reconnaissables à leur couleur dans la terre des décombres.

(1) Voir, d'ailleurs, la figure de l'hypocauste de l'église Sainte-Cécile à Rome, pl. II.

Ce courant de gaz chauds parvenait ainsi dans le sous-sol du *sudatorium*, s'y répandait librement et en échauffait les parois, en y perdant sa vitesse et une partie de sa chaleur. Il n'est peut-être pas inutile de dire que la température de ce mélange d'air et de fumée peut s'élever à plus de 150° ou de 200°.

Les orifices de communication avec le sous-sol du *tepidarium* présentaient, au passage d'un de ces espaces à l'autre, un obstacle analogue, comme nous l'avons dit, à ce qu'en hydraulique on nomme un étranglement, dont la présence détermine, entre un réservoir d'amont et un réservoir d'aval, une différence de niveau. Il en résultait que la pression, la densité des gaz, et par suite, la quantité de chaleur qu'ils contenaient, étaient plus grandes sous le *sudatorium* que sous le *tepidarium*.

Un effet analogue était produit par les passages restreints, qui établissaient la communication du *tepidarium* D avec la pièce suivante, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mélange de gaz eût atteint le tuyau d'échappement formant cheminée, dont il ne reste de traces que dans l'hypocauste de la Carrière du Roi ; mais que l'on retrouvera certainement dans les autres établissements analogues que l'on découvrira, quand l'attention se portera sur ce côté important des recherches.

Ce que nous venons de dire, montre bien comment le mélange de gaz chauds et de vapeurs circulait dans la partie souterraine de ces établissements, que l'on nommait l'hypocauste, et comment s'établissaient dans les salles supérieures, les différences de température voulues ; mais il nous reste à parler d'autres dispositions, non moins remarquables, et qui étaient nécessitées par la destination même des établissements.

Il n'est pas inutile de faire remarquer d'abord que, parmi les gaz chauds, résultant de la combustion du bois, il s'en

trouve de plus ou moins délétères, tels que l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, ainsi que de la vapeur d'eau et de l'acide acétique, dont il importait d'empêcher l'introduction dans les salles. C'est dans ce but que le premier dallage établi sur les piliers de l'hypocauste était recouvert d'un bétonnage de 0^m,14 à 0^m,15 d'épaisseur, fait en ciment de tuileaux, qui résistant très-bien à la chaleur, n'était pas sujet à se crevasser, et que l'on recouvrait d'un second dallage, fait avec soin, sur lequel était étendue une couche de stuc poli. Il est remarquable que Vitruve ne parle point de ce bétonnage, qui était un détail important de la construction, et qu'on retrouve partout très-bien exécuté.

Les vapeurs, qui se condensaient au contact de la partie souterraine de l'hypocauste des parois, en y abandonnant la plus grande partie de leur chaleur, étaient recueillies dans l'espèce de caniveau formé par la pente donnée à l'aire en béton, qui constituait le sol de cet hypocauste ; disposition indispensable, indiquée par Vitruve, et sans laquelle les fondations des piliers, construits simplement en argile mêlée de bourre, auraient été minées peu à peu par l'humidité.

Vitruve dit que cette pente avait pour effet de faciliter la circulation de la flamme sous le sol ; telle est aussi l'explication adoptée par Poleni, dans l'édition des frères Mattiuzzi, p. 143. On y lit : « *Cujus inclinationis ad præfunium est ut flamma ita per se facilius pervagetur sub suspensuram.* » Ce qui implique encore que le feu n'était pas entretenu sous ce sol, qui n'était chauffé que par le courant de fumée et de gaz chauds.

Nous croyons inutile, d'ailleurs, de réfuter ici la prétendue explication du chauffage de l'hypocauste, à l'aide de boules enduites de poix, qu'on lançait enflammées vers le fond, et qui revenaient vers le foyer par la pente de ce caniveau. Elle ne supporte pas un examen sérieux. Si cette manœuvre

était effectivement pratiquée, elle ne pouvait avoir pour objet que de déterminer un commencement d'appel au fond de l'hypocauste, aux premiers moments de l'allumage.

Dans les établissements dont nous nous occupons ici, les salles principales n'étaient que des étuves, où la chaleur provoquait la transpiration. Les bains n'y figurent que comme des accessoires. Dans quelques-uns, les baignoires, en mortier hydraulique ou en pierre, étaient chauffées, comme les salles, par la circulation souterraine des gaz chauds de l'hypocauste ; dans d'autres, comme à Champlieu, où il y avait deux baignoires, celles-ci l'étaient en outre par des foyers spéciaux. Quelquefois aussi, les chaudières étaient établies sur le foyer principal.

L'exemple de la salle des bains de la maison de Pompéi, citée d'après Galiani (p. 298 et pl. LVIII-LIX de l'édition de Vitruve, de MM. E. Tardieu et A. Coussin), est complètement d'accord avec cette explication.

Une note sur un chauffoir romain, découvert à Uriage, près Grenoble, en 1844, et dans lequel deux planchers à des hauteurs différentes étaient chauffés par un seul foyer et par la circulation évidente de la flamme et des gaz chauds, confirme, croyons-nous, complètement notre manière de voir.

Le savant propriétaire de ces eaux d'Uriage, si fréquentées aujourd'hui, M. le comte de Saint-Ferriol, a fait exécuter, en 1844, des fouilles, qui ont fait reconnaître l'emplacement d'une partie des anciens thermes établis dans cette localité par les Romains, à quelques centaines de mètres au-dessus des constructions modernes. Ces restes, dessinés et étudiés avec soin, ont été l'objet d'une communication faite à la Société de statistique de l'Isère. Nous en extrayons ce qui suit :

« La découverte qu'on vient de faire à Uriage, d'une construction romaine destinée à chauffer les eaux minérales, est

« d'autant plus intéressante, qu'elle résout d'une manière
« péremptoire la question de savoir si la température de ces
« eaux a baissé depuis l'époque romaine, comme certaines
« personnes l'avaient avancé sans preuves. Elle est encore
« curieuse en ce sens, que c'est le premier exemple, suivant
« la remarque du chimiste Chevalier, d'eaux minérales chauffées
« par les Romains. Ils n'employaient d'ordinaire que les
« eaux suffisamment chaudes par elles-mêmes.

« Ce chauffoir, se composait essentiellement d'une grande
« pièce d'environ 10 mètres de longueur sur 8 de largeur,
« dans le milieu de laquelle était un bassin circulaire de
« 4^m,70 de diamètre, où l'on descendait par deux gradins
« ayant 0^m,35 de haut sur autant de large. Ce bassin circulaire
« avait pour fond un plancher en ciment de 0^m,25
« d'épaisseur; au-dessus était un vide haut de 0^m,75, et
« ayant une aire pavée.

« Le plancher était soutenu au-dessus de ce vide, par des
« piliers en briques de 0^m,22 de côté. Le vide situé au-dessous
« de ce plancher, recevait l'action de la flamme, ainsi que le
« prouvent avec évidence, le noircissement des portions encore
« conservées et les cinq cheminées indiquées sur le plan.

« La pièce, au centre de laquelle se trouvait le bassin circulaire,
« avait aussi un plancher en ciment, moins épais que le
« précédent, et soutenu comme lui, au-dessus d'un vide, par
« des piliers en briques. L'inspection du plan montre comment
« la flamme et la fumée, après avoir frappé le plancher du
« bassin circulaire, passaient par les conduits horizontaux des
« cheminées pour venir chauffer le dessous du second plancher,
« et s'échapper ensuite par une ouverture ménagée à l'un des
« angles de la pièce. »

Toutes les dispositions de la construction du plancher, décrites par Vitruve, se retrouvent dans ce chauffoir.

L'auteur de la note ajoute après cette description :

« La première et la plus grave difficulté, est celle de savoir
« si le feu était fait directement sous le plancher circulaire,
« avec du bois que l'on aurait introduit par une ouverture in-
« diquée sur le plan, ou bien, ce qui paraîtrait plus vraisem-
« blable, d'après la lecture attentive de Vitruve et les règles de
« la bonne construction, si l'on n'aurait fait que profiter de la
« flamme perdue d'un fourneau placé à côté du chauffoir,
« lequel aurait contenu les trois grands vases d'airain dont parle
« Vitruve, comme faisant partie intégrante des bains antiques. »

Cette explication de l'auteur me paraît la seule admissible, d'après le mode même de la construction du sous-sol.

« Une autre difficulté est de connaître la destination de cer-
« taines briques creuses, dont une a été figurée à part sur une
« échelle plus grande que le reste du plan, Pl. III.

« Ces briques, placées les unes à la suite des autres, de ma-
« nière que leurs vides intérieurs fussent en communication,
« se trouvent encastrées dans le massif de maçonnerie qui en-
« toure le chauffoir. Il en existe aussi dans la partie de la pièce,
« par où l'on a supposé que s'échappait la fumée, et de ce
« côté, à en juger par leurs nombreux débris, elles ont dû
« occuper une grande partie dans le paroi. Il paraît qu'elles
« servaient elles-mêmes de cheminées, car elles sont encore
« noircies en dedans, et leur position admet cette hypothèse.
« Quant aux briques de même espèce, encastrées dans la ma-
« çonnerie, leur situation très-rapprochée du bassin, et leur
« niveau inférieur à celui du plancher circulaire, empêchent
« de supposer qu'elles aient servi d'échappement à la fumée.
« Auraient-elles été destinées à chauffer de l'air pour une étuve
« sèche, un laconicum ? »

Cette dernière supposition de l'auteur de la note, me semble aussi la seule qui concorde, comme je le dirai plus loin, avec l'existence des petits orifices latéraux que présentent ces tuyaux creux.

Dispositions pour le renouvellement de l'air. — Il ne pouvait, en effet, suffire de chauffer les étuves de transpiration à l'aide des dispositions indiquées, si l'on n'y joignait des moyens de renouveler l'air vicié par la respiration et par les émanations du corps d'individus, nombreux et probablement assez mal-propres, qui s'y réunissaient. Il fallait, en outre, y modérer la température au degré convenable.

Au sujet de cette dernière condition, il convient, en effet, de rappeler que les physiologistes nous apprennent qu'un mammifère, à sang chaud, ne peut, sans danger de congestions cérébrales ou pulmonaires, séjourner pendant quelque temps dans une atmosphère, même pure, dont la température excède notablement et d'environ 5° seulement celle de son sang. Ainsi des lapins, dont le sang est à la température de 40° à 41°, ne peuvent vivre une journée dans un lieu chauffé à 45° ou 50° seulement. Il en est de même des hommes, et par exemple, les chauffeurs des chaudières de machines de bateaux à vapeur, sur la mer Rouge, ne peuvent résister plus de 30 à 40 minutes à la température de la chambre inférieure des machines, quoique, en général, on n'y emploie que des nègres, habitués, dès l'enfance, à supporter en plein air de hautes températures. On est obligé de les relever toutes les demi-heures, à peu près, et souvent même de les enlever, pour les remonter sur le pont.

Il était donc nécessaire que ces étuves de transpiration fussent pourvues de moyens de renouveler l'air et de modérer la température.

A ce sujet, M de Caumont, dans son *Rudiment d'archéologie*, dit, page 55, d'après un passage de Sénèque :

« Le calorique ne demeurait pas concentré dans la cave de
« l'hypocauste ; il pouvait circuler dans les régions plus élevées
« et se répandre également dans toutes les parties de l'atmo-
« sphère des salles, au moyen de tuyaux quarrés, en terre

« cuite, incrustés dans les murs (1), dont les uns, verticaux,
« plongeaient dans l'hypocauste, tandis que les autres, placés
« horizontalement, faisaient le tour des appartements. »

Il n'est parlé, dans cet article, que du calorique et non du renouvellement de l'air, auquel les tuyaux dont il est question nous semblent avoir été spécialement destinés.

Le savant archéologue donne cependant une figure qui représente une disposition de tuyaux verticaux à parois pleines, accolés au mur et ouverts à la partie supérieure, qui permettraient à l'air de déboucher verticalement dans la salle. Il ajoute plus loin : « Quelques savants se sont difficilement
« expliqué comment ces fourneaux pouvaient produire autant
« de chaleur qu'on devait en désirer. On peut supposer que le
« courant qui forçait la chaleur à se répandre entre les piliers
« de l'hypocauste était déterminé par l'ascension du calorique
« dans les tuyaux en terre cuite, renfermés dans l'épaisseur
« des murs, et dont plusieurs peut-être servaient de conduits
« pour le dégagement de la fumée. »

Je prendrai d'abord la liberté de faire remarquer que, soit par la figure même fournie par M. de Caumont, soit par l'examen des tuyaux trouvés à Champlieu, à la Carrière du Roi, ainsi qu'au musée de Saint-Germain, et dont il existe, au musée de Compiègne, deux types bien distincts, l'on peut reconnaître que quelques-uns de ces tuyaux n'étaient pas destinés à être incrustés ni renfermés dans l'épaisseur des murs, mais bien appliqués, scellés en bain de mortier ou de ciment contre leur paroi ; ce qui fait mieux comprendre le sens du mot *impressos* (2) de la citation de Sénèque. D'autres auraient fort bien pu cependant être réellement engagés complètement

(1) *Impressus*, imprimé, gravé; *impressit parietibus tabulas*. PI. II. Il appliqua, il attacha les tableaux à la muraille. Dictionnaire Tachard, édition 1687.

(2) « *Impressos parietibus tubos per quos circumfunderetur calor qui ima simul et summa foveret æqualiter.* » (Sénèque, epist. 90).

ou partiellement dans l'épaisseur des murs, s'ils n'avaient eu pour destination que le dégagement de la fumée, comme les conduits de fumée découverts à la Carrière du Roi, mais bien plus loin de l'étuve à suer, et dont une paroi, formée par une simple épaisseur de tuile affleurerait celle du mur; et permettait le passage d'une certaine quantité de chaleur, qui, d'ailleurs, eut été complètement insuffisante pour échauffer les salles d'étuve au degré convenable.

La destination principale d'une grande partie de ces tuyaux ne me paraît pas avoir été de concourir au chauffage par la simple circulation de la fumée, mais bien à la salubrité des salles par le renouvellement de l'air et à la limitation de la température, par l'introduction d'un certain volume d'air nouveau pris à l'extérieur et modérément chauffé par sa circulation dans leurs branchements disposés, soit au-dessus du foyer lui-même, soit dans le premier passage B de la fumée, voisin du foyer, soit enfin le long des parois de l'hypocauste.

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. Il est, d'ailleurs, facile de reconnaître, à l'examen de quelques-uns de ces tuyaux, en terre cuite, dont la surface intérieure assez unie est très-bien conservée, qu'ils n'ont pas donné passage à de la fumée, qui y aurait laissé des traces.

L'air, qu'ils étaient destinés à introduire, venait donc de l'extérieur, et l'on comprendra aisément comment il pouvait être modérément chauffé avant son débouché dans les salles.

A l'hypocauste de la Carrière du Roi, un certain nombre de ces tuyaux, sans ouvertures latérales, ont été trouvés dans le

premier passage de la fumée, et devaient être placés à sa partie supérieure en une ou plusieurs couches horizontales, ou même au-dessus du foyer, pour recevoir directement l'action de la flamme. Ils pouvaient, d'un côté, communiquer avec l'air extérieur, au-delà du foyer, dont ils formaient la couverture ou la voûte, et de l'autre, avec d'autres tuyaux horizontaux et verticaux; ces derniers, par leurs extrémités supérieures ouvertes et par leurs orifices latéraux, distribuaient à l'intérieur l'air nouveau et pur, modérément échauffé, tant au pourtour du sol que vers les parties plus élevées des salles.

Cette disposition me paraît se rapporter assez exactement à l'indication empruntée à Senèque, où il est dit de ces tubes :

Per quos circumfunderetur calor, qui ima simul et summa foveret æqualiter.

Une note de la page 97 de l'édition elzévirienne indique aussi l'existence de ces tuyaux. On y lit :

Sub laconici pavimento concameratio erat, ubi succendebatur ignis; quaquaversum vero in parietibus ad imam hemisphærii curvaturam structiles fictilesve canales, sive tubuli, ut vocat Proculus, per quos flammæ vaporisque vis deferebatur.

Ce passage me semble pouvoir être traduit ainsi :

« Sous le sol du laconicum, il y avait une voûte où le feu était entretenu. De tous côtés, ou tout autour dans les parois, et jusqu'à la partie inférieure de la courbure de l'hémisphère, des conduits composés de plusieurs pièces maçonnées en terre cuite, ou des tuyaux, comme les appelle Proculus, transmettaient la chaleur abandonnée par la flamme et la vapeur. »

Une figure relative à un laconium de Rome, reproduite dans plusieurs ouvrages, représente une disposition conforme à ce mode de construction, et fait voir que les tubes hori-

zontaux, placés au-dessus du feu, sans communication directe avec le foyer, dont ils formaient la couverture, prenaient l'air à l'extérieur et le répartissaient dans la salle de transpiration par une série d'autres tuyaux horizontaux, disposés circulairement le long des parois.

Cette même figure indique aussi que, plus loin du foyer et sans doute dans une salle différente, d'autres tuyaux verticaux, plongeant dans l'hypocauste même, servaient à l'évacuation de la fumée, qu'ils conduisaient à l'extérieur et non dans la salle, comme le dit cet auteur ; car ils l'auraient rempli de fumée, sans déterminer le tirage (1).

Les tuyaux horizontaux, suivant le contour circulaire de la salle du laconicum de Sainte-Cécile à Rome, pouvaient, en outre, être échauffés inférieurement par les gaz chauds de la combustion, si, comme l'indiquent quelques dessins, le sol des salles était isolé des murs, ce qui peut porter à expliquer le nom de *suspensura* qui lui était donné (2).

L'intervalle entre ce sol et les murs était alors garni par ces tuyaux horizontaux, qui étaient supportés sur des ferrures à scellement en saillie sur les murs (nommés fiches par les auteurs), que l'on trouve encore dans plusieurs hypocaustes, et qui, dans celui de Champlieu, recevaient de petits manchons creux en terre cuite, auxquels ils servaient d'axe, et permettaient un léger mouvement de rotation, pour que les tuyaux horizontaux de circulation d'air chaud qu'ils supportaient pussent se dilater sous l'action de la chaleur. Chaque rangée de ces tuyaux devait avoir ainsi ses supports particuliers et une dilatation libre.

(1) Laconicum de l'église de Sainte-Cécile à Rome. Pl. II, d'après l'édition des Œuvres d'Oribase, de MM. Basemaker et Daremberg, t. II, p. 886. Paris, J.-B. Baillière, 1853.

(2) Tachard traduit le mot *suspensura* ainsi qu'il suit : *élévation*, lorsque l'on monte, pour aller en quelque endroit, comme dans des bains qui ne sont pas de plain-pied avec le sol des bâtiments (Sénèque Philo.)

L'examen attentif de deux rangs de fiches en fer, qui existaient encore ces jours derniers à l'hypocauste de la Carrière du Roi, dans une petite salle particulière destinée à recevoir une baignoire, montre qu'elles étaient disposées de manière à pouvoir soutenir deux rangs de ces tuyaux à section carrée, qui n'avaient que 0^m,10 à 0^m,12 de côté.

La condition de l'isolement de l'aire formant le sol des salles, fortement chauffé en dessous, était imposée par la nécessité de lui laisser la liberté d'obéir aux efforts alternatifs de dilatation et de contraction, sans exercer, par les premiers, sur les murs une poussée qui les aurait éloignés de leur aplomb, et de produire ensuite ou d'éprouver elle-même, par le retrait, des crevasses et des fissures qui auraient permis l'introduction de la fumée. Elle n'était d'ailleurs réellement commandée que pour les deux premières salles, l'étuve ou *sudatorium* et le *tepidarium*. Pour les autres, où la température était beaucoup plus modérée, l'on pouvait se dispenser d'y satisfaire.

Les petites fiches en fer que l'on retrouve encore dans les intervalles qui séparaient l'aire des murs et les manchons qu'elles supportaient dans certains cas, servaient donc évidemment à soutenir les tuyaux de circulation d'air, et les joints de ceux-ci, garnis de terre grasse, étaient faciles à réparer et à entretenir, s'il s'y manifestait quelques crevasses.

Dans d'autres cas enfin, les tuyaux de circulation d'air chaud pouvaient être disposés soit le long des parois du premier passage de la flamme, avec communication à l'extérieur, soit sur celles de l'hypocauste, et déboucher dans les salles, comme l'indiquent vaguement quelques dessins ; mais jamais leur prise d'air ne devait se faire dans l'hypocauste même, puisqu'alors, je le répète, ils n'auraient introduit que de la fumée.

Cette destination particulière est rendue évidente par l'examen de certains fragments de tuyaux que l'on rencontre dans les collections.

En effet, quelques-uns de ces tuyaux présentent une particularité très-caractéristique, qui indique bien que leur destination était d'introduire de l'air nouveau dans les salles.

Il en existe au musée de Compiègne deux modèles distincts, pl. 1 fig. 5 et 6. L'un, *a, b, c, d* (fig. 5), dont la section transversale intérieure a $0^m,10$ sur $0^m,06$, a sa face *a, b* de $0^m,12$ de largeur, striée au moulage, pour faciliter sa liaison avec l'enduit ou ciment, dont était revêtue la face du mur *M, N*, contre lequel il devait être appliqué. Sur chacune des deux autres faces *bc* et *ad*, perpendiculaires à *MN*, sont ménagées deux petites ouvertures présentant ensemble 50 c. q. environ de section, pouvant donner passage à l'air qui s'introduisait ainsi en filets minces, parallèlement au mur *MN*, sans qu'il pût en résulter d'inconvénient pour les personnes voisines.

La face *cd* ne présente, au contraire, aucun orifice.

L'autre modèle *a' b' c' d'* (fig. 6) était destiné à être placé dans l'angle de deux murs. Les faces *a' b'* et *a' d'* sont, à cet effet, striées pour assurer l'adhérence au mur, et les faces *b' c'* et *c' d'* présentent chacune deux petits orifices, qui permettaient à l'air nouveau de s'introduire aussi parallèlement aux faces de murs *M N* et *M O*. Ces tuyaux, de $0^m,32$ de longueur, qu'on scellait les uns aux autres pour donner au conduit la longueur nécessaire, étaient donc disposés de manière à assurer l'introduction de l'air en veines minces parallèles aux murs, sans que cette affluence pût être incommode aux personnes.

Ici encore nous retrouvons pratiquées, il y a des siècles, par les Romains, les règles auxquelles la théorie et l'expérience nous ont conduits.

Évacuation de l'air vicié. — Pour régler à peu près cette introduction d'air nouveau et assurer en même temps la salubrité des salles, il fallait exercer un appel et permettre une évacuation de l'air vicié. Telle était la destination du registre appelé *clypeus*, disposé à la partie supérieure de la voûte, qui est mentionné dans Vitruve, et qu'on manœuvrait de l'intérieur, selon qu'on voulait accélérer ou limiter l'évacuation de l'air trop chaud ou l'introduction de l'air nouveau.

Vitruve semble indiquer qu'en général les étuves de ce genre devaient être cylindriques à base circulaire, et recouvertes d'une voûte hémisphérique. Mais quand elles étaient grandes, leur base avait la forme d'un rectangle terminé par deux demi-cercles, et la voûte était un berceau cylindrique raccordé avec deux secteurs hémisphériques.

Il résulte de ce qui précède qu'à l'appareil de chauffage proprement dit les Romains avaient aussi réuni pour ces thermes à air chaud, un moyen simple et efficace de renouveler l'air, condition indispensable, d'ailleurs, pour ces sortes d'étuves.

Les dispositions qu'ils avaient adoptées étaient une conséquence des moyens et de la nature du combustible dont ils disposaient, et elles ont cela de remarquable qu'elles sont parfaitement conformes à l'ensemble des principes d'une science qui n'existait pas de leur temps, mais dont l'observation les avait conduits à reconnaître les règles fondamentales, ainsi qu'ils l'avaient fait pour l'aménagement et la distribution des eaux.

Tant il est vrai que, dans les sociétés humaines, ce qui est de première nécessité ou d'utilité journalière a été dès longtemps découvert, exécuté et amené souvent à un degré remarquable de perfection, à l'aide de ce seul sentiment intuitif qui a, de tout temps, conduit certains hommes heureusement doués à la découverte de la vérité, sans le secours de

ce qu'on appelle la science ; laquelle n'intervient ensuite souvent que pour coordonner, comparer, discuter les faits acquis et en déduire la doctrine et les règles qu'il convient de suivre pour les circonstances que la pratique n'avait pas abordées. Ne soyons donc pas trop orgueilleux de ce que nous appelons les progrès de la science.
