



HAL
open science

Modernité technique et valeur d'usage : le chauffage des bâtiments d'habitation en France bâtiment

Emmanuelle Gallo

► To cite this version:

Emmanuelle Gallo. Modernité technique et valeur d'usage : le chauffage des bâtiments d'habitation en France bâtiment. Art et histoire de l'art. Université de Paris 1 - Panthéon La Sorbonne, 2006. Français. NNT : 2011AMIEM062 . tel-04088036

HAL Id: tel-04088036

<https://hal.science/tel-04088036>

Submitted on 4 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Copyright

**Université Paris I Panthéon Sorbonne
UFR Histoire de l'art et archéologie
Formation doctorale en Histoire de l'art**

**Modernité technique et valeur d'usage :
le chauffage des bâtiments d'habitation en France**

Volume I

Thèse présentée par :
Emmanuelle GALLO

Sous la direction de :
M. le professeur Gérard MONNIER

Jury :
Denis Woronoff, Jean-François Belhoste, Laurent Baridon

14 Décembre 2006

L'Université n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les mémoires et thèses. Ces opinions doivent être considérées comme propre à leur auteur.

Remerciements :

Je voudrais remercier tous ceux qui m'ont aidé et soutenu. Et surtout ceux qui y ont toujours cru quand cela semblait irréaliste.

Mes remerciements vont également aux bibliothécaires et archivistes qui m'ont reçu et aiguillé, avec une mention spéciale pour les archives du CNAM et la bibliothèque de la Société d'Encouragement.

Ce travail n'aurait jamais pris cette forme, si je n'avais pas utilisé la structure de base de données bibliographiques conçue par Jean-François Bédard, qui reçoit tous mes remerciements pour cela et pour m'avoir fait descendre la première fois à *Avery Library*.

Je remercie Madeleine Leveau-Fernandez pour son soutien et sa relecture. Je remercie également Marc Le Cœur, Alice Thomine et Liliane Hilaire-Perez qui ont alimenté mes recherches.

Enfin, je remercie mon directeur de thèse qui a fait preuve d'une grande patience dans cette longue aventure.

Sommaire général

Volume I

Introduction	12
Un nouveau champ	12
Des difficultés de datation	15
Le choix du sujet	20
Limites chronologiques	20
Limites géographiques	21
Limites programmatiques	22
Références	25
Sources	30
Présentation	31
I - Les moyens de chauffage traditionnels	34
Les foyers des origines	36
Les dispositifs antiques	37
Les inventions romaines	43
Les influences romaines	51
Les dispositifs de l'Europe archaïque	55
Les origines et les évolutions de la cheminée	60
Du foyer central à la cheminée adossée	60
Les foyers multiples	64
Chauffoirs et cuisine de monastères	68
Les cheminées de l'habitat urbain et rural	71
L'évolution formelle de la cheminée	80
Les origines et la diffusion des poêles	85
Le monde du poêle	85
Les poêles de céramique	87
Les poêles métalliques	94

Les poêles en France au XVIII ^e siècle et début XIX ^e	98
Ollivier	99
Les traités d'architecture et la question du chauffage	107
Jacques Androuet du Cerceau	107
Philibert de l'Orme	108
Andrea Palladio	110
Sebastiono Serlio	110
Vincenzo Scamozzi	110
Pierre Le Muet	111
Louis Savot	112
Jean Barbet	115
Antoine Pierretz	115
Jean Marot	116
Jean Le Pautre	116
Nicolas-François Blondel	118
Jean Girard	122
G. Feuillet	123
Gilles-Marie Oppenord	123
Nicolas Guérard	124
Jacques-François Blondel	125
Jean François de Neufforge	126
Giovanni-Battista Piranesi	127
Nicolas le Camus de Mézières	128
Les traités de caminologie	130
Nicolas Gauger	130
Desaguliers John Théophilus	133
Léopold de Gennetté	134
Dom Pierre Hébrard	135
Marc-René marquis de Montalembert	138
Benjamin Franklin	140
Joseph-François Désarnod	143

Sir Benjamin Thompson, comte de Rumford	148
Thirolier	151
Bertolini	153
Voyenne	154
François Cointeraux	155
Le confort thermique à la fin du XVIII ^e siècle	158
II - Vers une modernité technique	162
Les prémices	162
L'histoire des serres	163
Le marquis de Montalembert	169
Jean Simon Bonnemain	170
James Watt	186
En Angleterre	187
Sir John Soane	188
Neil Snodgrass	189
Joseph-François Désarnod	190
Claude Pierre Molard	193
François-René Curaudau	195
Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de Chabannes	197
Robertson Buchanan	208
La bourse de Paris : le chauffage à vapeur à Paris	210
Des expériences de chauffage, l'investissement des institutions	212
Un premier bilan	216
Le retour d'une approche théorique	219
Thomas Tredgold	219
P. Hamon	229
Jean-Claude-Eugène Péclet	233
Whitwell	245
Henri Gruger Price & Charles Fox Price	246
Charles Hood	246
Charles James Richardson & Angier March Perkins	247

Louis-Eustache Audot & Joseph Henri François Neumann	251
René Duvoir & Léon Duvoir-Leblanc	254
Philippe et Jules Grouvelle & Henri Arquembourg	265
Le cas de Lariboisière et de la prison Mazas	270
Le général Arthur Morin	281
Eugène Geneste & Charles Herscher	289
Victor Charles Joly	294
Le chauffage dans les grandes expositions industrielles	298
Un bilan de la période 1830-1870	300
Le chauffage à la fin du XIX ^e siècle	302
III - La naissance du chauffage urbain	306
Aux origines	308
Le chauffage urbain en Amérique du Nord	313
De Lockport à New York	317
Diffusion et avantages	322
Les premières réalisations européennes	327
Les premiers projets français	331
Le chauffage urbain dans la capitale	343
De longues négociations	343
Première usine, premiers réseaux	348
Les premiers clients	353
Le chauffage urbain de Villeurbanne	357
Le contexte politique et technique	358
Le traitement des ordures ménagères à l'origine du réseau	364
Le nouveau centre	372
Le développement du réseau	380
Les contrats et la question de la rentabilité	387
Après la phase d'innovation	392
IV – Le chauffage au XX^e siècle	393
Le chauffage pendant la première moitié du siècle	393
Les évolutions techniques	393

Les problèmes de thermosiphon	393
La standardisation des radiateurs et des chaudières	397
Le perfectionnement des éléments	399
Le développement d'autres moyens de chauffage	400
Énergies et combustibles	403
Le chauffage au gaz	404
Le chauffage électrique	410
Le chauffage d'appoint	414
La perception du confort thermique	415
Architecture et chauffage	416
Le chauffage pendant la seconde moitié du siècle	426
V - Moteurs et les freins à l'évolution	429
Les changements climatiques	429
La perception des variations	430
Les pénuries de combustibles	434
Les dispositifs de chauffage et la prévention des incendies	445
Les incendies	445
Les règlements urbains	447
Les règlements concernant les formes architecturales	448
Les règlements sur les conduits de fumées	450
De nouveaux appareils, de nouveau règlements	452
Les règlements concernant les poêles	453
Les règlements concernant les machines à vapeur	454
L'évolution des conduits de fumée et de la réglementation	456
Nouvelles énergies, nouveaux règlements	458
Incendies et statiques urbaines	460
Les obstacles au confort	464
Pour conclure	480

Volume II

Sources	4
Archives	4
Périodiques	13
Visites d'expositions, de musées	14
Sites Internet	15
Bibliographie	17
Appareil documentaire	70
Petit précis de physique, de chimie et de physiologie	70
Thermomètres	70
Les principes de la thermodynamique	71
Les différents modes de transmission de la chaleur	72
Le rayonnement	72
La convection	74
La conduction	74
L'inertie thermique	75
Chaleur et variation dimensionnelle	76
Notions sur la combustion	76
Risques des gaz de combustion	77
Pouvoir calorifique d'un combustible	78
Du corps humain et de ses besoins fondamentaux	78
Les échanges de l'homme avec son environnement	79
Définition des températures d'ambiance et résultante	80
Eléments de l'histoire des sciences portant sur la chaleur	84
Eléments de vocabulaire sur les cheminées	90
Tableau chronologique des traités d'architecture et de chauffage	92
Tableau sur les éléments climatiques	100

Tableau chronologique des patronymes des poêliers fumistes	107
Tableau chronologique du chauffage dans les bâtiments publics	108
Analyse des causes d'incendies dans Paris (1880-1928)	111
Calorifères à vapeur à Paris par arrondissements (1882-1899)	113
Tableau des entrées de combustibles dans Paris (1880-1914)	115
Les gratte-ciel de New York raccordés au chauffage urbain	116
Premiers réseaux de chauffage urbain en Europe	118
Liste des illustrations	119
Illustrations	137

The most perfect definition I can give of it is by comparing a boiler to the human heart, and the effect of caloric upon liquids to the circulation of blood in our veins. The fire is the power which gives motion to the water as the admission of oxygen into our lungs causes the circulation of our blood.

Le marquis de Chabannes, Explanation of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings, p. 63.

Un des arts les plus précieux que la bonté divine ait mis à notre portée est celui de produire et de distribuer la chaleur. Sans lui la condition de l'homme sur la terre ne serait guère supérieure à celle des brutes.

Tredgold Thomas, Principles of Warming and Ventilation Public Buildings, Dwelling-Houses, Manufactories, Hospitals , Hot-Houses, Conservatories, &, p. 1.

Introduction

Ce travail de recherche, qui s'est échelonné sur de longues années, m'a posé toutes sortes de problèmes théoriques et pratiques que je souhaite présenter dans un premier temps.

Un nouveau champ

Je ne mentirais pas en disant que par moments, j'ai rêvé avoir un sujet de thèse plus « classique ». Le genre de sujet qui ne provoque pas des ricanements dans les salons et une certaine perplexité dans le regard des amis, que l'on ne vous fait pas répéter trois fois (surtout en anglais eating/heating!) parce que l'on ne comprend pas comment il est possible de travailler sur « ça ». L'inscription dans le milieu de l'histoire de l'architecture, à travers colloques et publications, pose problème ! Reste cependant le milieu de l'histoire des techniques et de la construction ainsi que les gazettes de communication des sociétés de chauffage pour s'exprimer !

Enfin, il était trop tard pour reculer, trop de matériel accumulé, trop de temps investi. Mais surtout j'étais accrochée... J'ai fini par accepter d'être vraiment « une des » rares spécialistes de l'histoire du chauffage et rédiger ceci.

Une partie des difficultés rencontrées provient du fait que j'ai choisi un sujet vaste et vierge. Je ne pouvais pas véritablement m'appuyer sur des études existantes en particulier pour décrire la situation des périodes

antérieures à mon sujet¹. Je n'avais pas non plus d'interlocuteur spécialisé qui aurait pu éclairer ma lanterne.

Comme cette étude se situe à la convergence d'autres domaines : histoire des sciences et des techniques, de la vie quotidienne, de l'architecture, il m'a donc fallu acquérir des compétences dans de nouveaux secteurs.

C'était passionnant, mais souvent j'ai eu l'impression d'être en train de perdre mon temps. Il n'en était rien, car en étudiant l'histoire de l'élaboration de la théorie de la chaleur au cours du XVIII^e siècle, et l'opposition des tenants du « calorique » et du « mouvement », il a été possible de situer les auteurs de traités de chauffage². Ainsi, Thomas Tredgold dans son ouvrage fondateur sur le chauffage de 1824 peut être défini comme un tenant de la thèse « caloriste »³. C'est-à-dire qu'il considère la chaleur comme un fluide qui imprégnerait la matière et se dégagerait dans certaines conditions, contrairement à la théorie de Rumford pour qui la chaleur serait du mouvement. De même, en ce qui concerne la composition de l'atmosphère, Tredgold se réfère volontiers aux travaux de Gay Lussac, De Marti, Priestley, Lavoisier et Seguin.

Lorsqu'on travaille ainsi sur des champs inexplorés, il arrive qu'au début, on fasse des découvertes très intéressantes, dont on n'évalue pas justement la valeur. C'est en reprenant ses notes, bien après, que l'on réalise le prix de ces trouvailles... Que de pertes de temps réelles ou imaginaires, que d'hésitations, que d'incertitudes, que d'idées oubliées puis redécouvertes, que d'enthousiasmes pour des petits riens ! Parmi les aléas d'un champ non exploré, il y a la difficulté à élaborer un sujet qui soit d'une taille raisonnable et qui éclaire les problématiques d'une manière pertinente. La maturation est particulièrement lente avant que

¹ Le texte de Reyner Banham *The Architecture of the Well-tempered Environment* peut être considéré comme fondateur, puis en 1992, André Guillaume propose « *Chaleur et confort, L'introduction du confort à Paris sous la Restauration* » qui fait avancer la question.

² MAURY Jean-Pierre, *Petite histoire de la physique*, Larousse, Paris, 1992, 229 p.

³ TREGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.

les pièces du puzzle prennent leur place et que l'on puisse saisir
« l'image dans le tapis ».

Il y a tout de même quelque chose de grisant à se dire qu'on est probablement la seule personne à pouvoir parler de certains aspects d'un sujet de manière approfondie, même si les lacunes ne nous échappent à aucun moment. Ce qui est un peu triste, c'est que parfois on aimerait bien faire partager ses découvertes ou débattre d'un point de détail autrement que dans sa propre tête. Cela crée un rapport particulier à certains livres ou certains auteurs anciens dont on est probablement les seuls lecteurs contemporains et avec qui, de ce fait, on se sent presque dans une certaine intimité, auxquels on souhaite rendre hommage.

Des difficultés de datation

Faire de l'histoire, c'est, entre autres, organiser dans le temps et l'espace, des faits, des objets, des pratiques. Or, depuis le début de ce travail, les difficultés de datation sont centrales. En effet, les modes de chauffage les plus variés cohabitent simultanément, les moyens les plus archaïques subsistent encore jusqu'au milieu de notre siècle comme l'utilisation de la chaleur animale dans certains habitats ruraux en Bretagne et dans les Alpes. Quant aux limites géographiques, elles ne s'imposent pas spontanément. Les procédés voyagent tout comme les modèles de carreau de céramique des poêles à partir du XIV^e siècle, à travers toute l'Europe⁴. Tout cela entretient une certaine confusion. Lorsque le *vulgum pecus* demande de quand datent les cheminées ? Il serait tentant de dire : « le 14 janvier 1104 à Bar-le-Duc ». Au lieu de cela, après des précautions oratoires, on ne peut avancer les incertitudes du style : « les cheminées adossées, telles qu'on les connaît maintenant, sont fort probablement apparues au XI^e siècle en Europe occidentale et continentale ». On ne communique pas bien avec ce type de propos.

Combien d'ouvrages anglais, soit disant « historiques », prétendent que la cheminée adossée est une invention d'outre-manche (contre vérité notoire) ! C'est comme si le fait d'avoir été clairement *leader* en matière de technologie et d'industrialisation au début du XIX^e siècle, autorisait certains anglais à s'appropriier les inventions thermiques en général. L'ingénieur thermicien, quant à lui, aime à évoquer ses ancêtres les Romains qui inventèrent le chauffage central... Il apprécie peu que l'on cherche à nuancer, voir à contester ses certitudes. En effet, des auteurs autorisés défendent la position que les hypocaustes ne servaient qu'au

⁴ HEILIGMANN-HUBER Béatrice, *Les catelles à relief du château de Valengin*, Bibliothèque d'histoire vaudoise, Lausanne, 1983, 93 p.

chauffage des bains et non aux habitations fussent-elles luxueuses⁵. Bref, on ébranle des convictions pour mettre à la place des « peut-être » et des « sans doute » : pas très convaincante la spécialiste !

Les historiens vont accueillir ces précautions avec plus d'intérêt, mais souhaiteraient également recevoir des débuts de réponses. Il est possible que ces difficultés soient inhérentes au sujet : comme le souligne Jean-Pierre Maury dans son ouvrage de référence sur l'histoire des sciences, l'usage du feu est bien antérieur à la maîtrise théorique de la chaleur⁶. De ce fait, des pratiques plus ou moins audacieuses ou habiles peuvent être réinventées ou redécouvertes à différentes époques et dans différents lieux sans qu'on puisse en tirer de conclusions définitives, à part celle de témoigner de la remarquable capacité d'adaptation et de créativité de notre espèce. Des systèmes ont été mis au point de manière intuitive et itérative indépendamment ou en réponse les uns aux autres, sans qu'on puisse évoquer la notion de révolution technologique. Parfois, une infime modification d'un objet, regardé avec nos yeux d'aujourd'hui, peut prendre une signification théorique qu'elle n'avait pas sur le moment.

Par ailleurs, il est difficile, voire impossible, de dater précisément les nouveautés techniques, car dans bien des cas sont-elles si nouvelles ? L'exemple type de l'invention délicate à dater est le système de récupération de chaleur par air à l'arrière du foyer d'une cheminée. Certains inventeurs du XVIII^e siècle se réclament à l'origine du procédé. D'autres, dont les auteurs de traités de caminologie, puis de chauffage et de ventilation, citent souvent Louis Savot (1579-1640) comme inventeur⁷. En fait, ayant consulté deux des quatre éditions (1624 et 1673) de :

⁵ DEGBOMONT Jean-Marie, *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trèves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Inter-disciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, 1984, 240 p.

⁶ MAURY, Op. Cit.

l'Architecture françoise des bastiments particuliers il est possible d'affirmer que Louis Savot ne fait que décrire un cas qu'il a vu au Louvre et dont il ne nomme pas l'auteur⁸. On peut donc tout juste affirmer que l'ouvrage de Savot est le premier à évoquer par écrit ce procédé fort habile. Quant à sa création, elle est forcément antérieure sans qu'on en sache plus...

Souvent, des améliorations ont lieu de manière simultanée, ou les modifications sont négligeables voire peu pertinentes.

Les inventeurs vantards, ou les « pompeurs » indéliçats ne sont pas une nouveauté et ont souvent fait l'objet de méfiance de la part de leurs contemporains. Ainsi en lisant les comptes rendus de l'Académie d'Architecture (1741), on perçoit bien des réticences justifiées à donner l'agrément de la noble institution à de simples bricolages de systèmes antérieurs⁹. Plusieurs scientifiques anglais du XIX^e traitent Benjamin Franklin de filou de génie¹⁰. Ses qualités étaient concentrées sur ce qu'on appellerait aujourd'hui le marketing et non la création *ex nihilo*. Il savait trouver une invention existante porteuse, l'améliorer ou la mettre au goût du jour, puis lui assurer une bonne promotion¹¹. Il n'est pas simple

⁷ SAVOT Louis, *L'architecture françoise des bastiments particuliers*, Sebastien Cramoisy, Paris, 1624 (Première édition), 328p. "*L'architecture françoise des bastiments particuliers. Composée par Me Louis Savot, Médecin du Roy, & de la faculté de Medecine en l'Université de Paris.*"

⁸ L'ouvrage est accessible sur Gallica, les trois chapitres que ce médecin amateur d'architecture a consacré aux cheminées et systèmes de chauffage sont donc aisément lisible. SAVOT Louis, *L'architecture françoise des bastiments particuliers*, François Clouzier, Paris, 1673, 432 p. "*Avec des figures & des notes de M. Blondel Professeur & Directeur de l'Academie Royale d'Architecture*" (troisième édition, première avec les commentaires de Blondel)

⁹ LEMONNIER Henry, *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture*, 9 vols. Armand Colin, Paris, 192*-1929.

p. 300 : du lundi 7^e Aoust 1741 : L'académie étant assemblée, M. Gabriel, Premier architecte, ayant fait la lecture d'un mémoire du sr Baile, dans lequel on propose de faire des boîtes de fer fondu propres à être mises dans les âtres des cheminées pour échauffer les chambres, a nommé MM. Godot, Hiéronne Beausire et Camus pour examiner le mémoire et ce qu'on y propose, pour rendre compte à l'Académie.

p. 305 : Du lundi 4^e Novembre 1741 : (...) Ensuite, MM. Godot, Beausire le jeune, Le Camus ont rendu compte à l'Académie des caisses que le sr Bayle a proposé pour mettre dans les cheminées, afin de procurer une chaleur douce aux appartements. Voici le rapport qu'ils en ont fait. (...) M. Gauger a déjà proposé des caisses semblables dans son livre de la "mécanique du feu", avec cette différence qu'il propose de les faire en cuivre ou en tôle et que le sieur Bayles propose de faire en fer fondu, dont il a fait voir le modèle en bois. Les mêmes commissaires croient que ces espèces de caisses peuvent être offertes au public, en ce que par leurs moyens on pourra échauffer une chambre avec peu de feu.

¹⁰ *The theory and practice of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses and conservatories*, Thomas and George Underwood, London, 1825, 340 p.

¹¹ Idem : p. 223-226 : *The celebrated Dr. Franklin, among various other pursuits connected with practical science, devoted great attention to this departement of civil and domestic economy. But although the general*

de trouver son chemin parmi les innovateurs, les falsificateurs et ceux qui recopient servilement les erreurs des autres. Beaucoup de prudence semble requise.

À travers tout ce tissu d'incertitudes, il y a tout de même des repères datés. Les livres, sources imprimées et souvent datées, sont les piliers indispensables de ce travail : traités d'architecture, de caminologie, d'horticulture, de chauffage et ventilation, catalogues, dictionnaires, encyclopédies, manuels, périodiques, archives... Par exemple, il est possible de dater (1863) les expériences que le général Morin réalise pour mettre en évidence la porosité au monoxyde et dioxyde de carbone de la fonte portée au rouge. Il publie son propre rapport et celui-ci est cité immédiatement dans d'autres ouvrages étrangers, ce qui montre l'impact de son travail. Parfois, on doit se contenter d'une fouchette, ainsi la première mention d'un chauffage domestique à l'eau chaude (par Jean Simon Bonnemain) est un mot manuscrit de Claude Molard, déposé aux archives du CNAM (fig. 1). En d'absence de datation du document, on peut supposer qu'il est postérieur à la révolution (citoyen et non sieur) et antérieur à la retraite de Claude Molard (1816)¹².

Il y a également les dates avancées par les historiens des autres champs : découvertes scientifiques, révolutions techniques d'un côté, bâtiments et

talent, or more accurately, the universal talent, of Franklin, must ever be acknowledged; yet it cannot be denied, that this great man was sometimes in the habit of availing himself of the discoveries or suggestions of others, and after effecting a slight modification in their arrangement, announcing such inventions as his own ab origine. Thus, in the case of grates for more effectually economising fuel, many of the inventions described in his essays were adaptations of the inventions of french or German philosophers.

In the middle and latter end of the seventeenth century, a M. Dalesme, a French engineer, invented a domestic stove or furnace, with the view of giving out nearly all artificial heat to the apartement, whilst it was calculated to consume the smoke at the same time. The apparatus, which is the invention of Dalesme, improved by Dr. Leutmann, a German, is represented by the following wood cut.(...) Dr. Franklin, in adopting this principle of constructing stoves, actually retained the vasselike appearance which Leutmann had given to the fire-place; and indeed, the only essential alteration he made in the construction was that of flattening Dr. Leutmann's drum, or lower chamber, into the shape of a hollow hearth, divided into the chimney beyond the fire.

p. 228 : Dr. Franklin also availed himself of the labours of another Frenchman, the Cardinal de Polignac, who, in the early part of the last century, published a treatise, entitled "La mécanique du feu", under the name of Gauger. From this treatise, which contains many valuable suggestions on the best means of economising fuel, Dr. Franklin borrowed the construction of what he denominates the Pensylvania stove, both in compliment to his newly-adopted country, and more effectually to conceal the origin of its invention.

¹² Archives du CNAM, N71.

leurs descriptions accessibles dans les inventaires après décès d'un autre. Ainsi, il est possible d'affirmer que Carl Scheeler a mis en évidence le caractère rayonnant de la chaleur en 1777¹³. On pourrait faire l'hypothèse que ces travaux ont pu influencer Benjamin Thomson, Comte de Rumford, également physicien, lorsqu'il propose en 1798 une cheminée aux jambages et cœur inclinés vers le centre de la pièce ; même si d'autres auteurs proposent ce type de solution depuis le début du XVIII^e siècle¹⁴. Grâce à des publications extrêmement précises comme celles de Béatrice Heiligmann-Huber sur le château de Valengin réalisées à partir des vestiges du bâtiment, des inventaires, des comptes, on découvre un cas intéressant. Dans ce château, différents modes de chauffage en présence au XVI^e siècle cohabitent : six poêles et onze cheminées parfois situés dans le même espace¹⁵...

En concentrant cette étude sur les pratiques domestiques du chauffage, il ne pouvait être question de faire une histoire des innovations car celles-ci se sont généralement produites dans d'autres secteurs. De plus, c'est la grande diffusion d'un procédé qui améliore réellement le confort domestique. Comment donc évaluer les effets réels dans la société de nouvelles méthodes dont on a connaissance à travers les catalogues de produits (poêles, radiateurs, chauffage central,...) et les différentes politiques commerciales des énergies ?

¹³ MAURY, Op. Cit.

¹⁴ RUMFORD Benjamin, *Essays, Political, Economical, Philosophical*, London, 1798.

¹⁵ HEILIGMANN-HUBER, Op. Cit.

Le choix du sujet

Au départ le sujet était : *Instruments et pratiques du chauffage des bâtiments d'habitation en France XIX^e et XX^e siècles*, élaboré à l'issue un travail préliminaire. Après des recherches plus approfondies, il était de plus en plus délicat de le maintenir tel que car il présentait sans cesse de nouvelles difficultés sur les limites chronologiques, géographiques et programmatiques. Au fur et à mesure de l'exploration, une évidence : il fallait sortir du cadre. Cela n'allait pas sans poser des problèmes : non seulement j'avais un thème très impopulaire, mais en plus je battais la campagne « hors sujet »...

Limites chronologiques

Je savais que traiter de l'histoire du chauffage ou du confort thermique à travers les âges était un programme intenable même dans le cadre d'une thèse d'Etat. Pourtant, je ne pouvais me référer à des travaux vraiment satisfaisants sur des périodes antérieures. La cohabitation de systèmes archaïques avec des méthodes plus sophistiquées même dans le même espace-temps brouillait aussi les pistes. Donc, j'ai erré du côté des foyers préhistoriques afin de saisir leurs fonctions qui ne se limitaient pas au chauffage. Les hypocaustes des Romains, incontournables par leur notoriété, n'étaient pas essentiels à première vue. Or l'usage qu'en font les architectes et les ingénieurs du XIX^e siècle est, lui déterminant. Ils usent de la caution « Antique » pour introduire des audaces techniques de leur époque ; si les Romains disposaient du chauffage central, pourquoi pas vous : c'est à la fois noble et rassurant.

Limites géographiques

Les limites géographiques étaient, de la même manière, difficiles à tenir : étudier l'histoire du chauffage seulement en France, c'est comme étudier la machine à vapeur avec Papin et faire l'impasse sur Newcomen et Watt ! De Gauger (1713) à André Missenard (1937), on constate que les ouvrages théoriques qui se succèdent sont traduits, dans un sens comme dans l'autre, avec une célérité remarquable (un ou deux ans maximum). Les différents auteurs se citent copieusement et l'on peut évoquer une sorte de processus collectif. On peut dire également qu'à une période postérieure les inventions se font en dehors de notre pays et qu'elles nous arrivent toutes brevetées d'Outre-Atlantique : radiateurs, chaudières modulaires et chauffage urbain.

La question des poêles alsaciens, qui appartiennent plus à l'histoire Alémanique qu'à celle de l'hexagone, bouleversait tout autant les limites du sujet. Car, lorsque le poêle se banalise au XIX^e siècle, il vient bien de quelque part, pas seulement de l'imagination des industriels. Avant tout cela, il y avait déjà les fameux hypocaustes, dont on trouve de nombreux exemples sur notre territoire, système qui a toutefois été inventé ailleurs.

Dans tous ces cas, il était nécessaire d'élargir les frontières pour y comprendre quelque chose. Lors d'un séjour à New York j'ai utilisé intensivement la Bibliothèque d'Avery Hall de l'Université de Columbia, j'ai comparé des ouvrages des différents pays et continents, datant de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle. J'ai alors pu mesurer qu'à cette époque la société française était plutôt réactionnaire sur les questions de confort thermique en comparaison de la société Nord-Américaine, plus novatrice et hédoniste. Pourtant, je ne me suis pas lancée dans une histoire mondiale ou même européenne. Je suis revenue à mon contexte initial après enrichissement et confrontation.

Limites programmatiques

J'avais souhaité orienter ma recherche sur le chauffage domestique car l'histoire de l'habitat me passionnait plus volontiers que d'autres approches. Or, je me suis rendue compte au fur et à mesure de l'élaboration du travail que c'était le secteur le plus « à la traîne ». Paradoxalement, alors que j'ai toujours eu une sorte de prévention concernant les recherches à l'échelle de la ville, je me suis vraiment intéressée à l'apparition du chauffage urbain en France. La fonction de ce type d'études n'est-elle pas aussi de faire éclater ce genre d'*a priori* ?

On peut donc affirmer que, dans la grande majorité des cas, les innovations n'ont jamais lieu dans et pour la maison ! La notion de transfert technologique est essentielle dans l'histoire des moyens de chauffage à toutes époques confondues. Ainsi, c'est pour produire des huîtres et des poissons exotiques que Caius Sergius Orata crée les hypocaustes, 80 avant J.C. Cette technique est utilisée dans un second temps pour les bains publics et privés, son application au chauffage des villas de l'Europe du Nord étant controversée¹⁶. Pour les périodes moderne et contemporaine, la modernité en développement c'est l'émergence des différents systèmes de « chauffage central ». Celui-ci est issu des expériences réalisées pour le chauffage des serres décoratives ou à usage scientifique. À l'origine desquelles on trouve l'incubateur (à œufs) que Bonnemain réalise vers 1770 à l'aide d'un circuit d'eau chaude¹⁷. On constate que pour ces deux cas fondamentaux c'est l'amélioration d'une « production » alimentaire dans un but commercial et non celle du confort qui provoque les inventions. Doit-on en déduire

¹⁶ DEGBOMONT J. M., *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trèves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, 1984, 240 p.

¹⁷ ELIOTT Cecil D., *Technics and Architecture*, The MIT Press, Cambridge, 467 p.

que l'imagination des inventeurs est plus stimulée par l'appât du gain que par l'amélioration de la qualité de leur environnement immédiat ?

Lorsque des moyens nouveaux apparaissent, ils sont appliqués en premier aux espaces collectifs : prisons, théâtres, hôpitaux, amphithéâtres... On verra comment à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, dans nos sociétés européennes conservatrices, on attache plus d'importance à l'aspect monumental et noble d'une cheminée qu'à sa performance réelle. Un industriel peut très bien chauffer de manière moderne son usine pour des raisons de production et utiliser les foyers traditionnels et peu efficaces dans sa résidence personnelle¹⁸.

Dans la présentation de mes résultats, on peut considérer que l'intérêt pour l'habitat reste au centre, avec quelques incursions indispensables à la compréhension du phénomène.

C'est donc paradoxalement en sortant de mes champs chronologiques, géographiques et programmatiques que j'ai pu y revenir partiellement, nourrie par des confrontations indispensables. Finalement, si je suis revenue à mon espace géographique de base et à mon programme, j'ai malmené plus durement les limites temporelles initiales de mon étude.

La tentation est grande parfois d'élargir son sujet pour des raisons intrinsèques. Ainsi, traiter de l'histoire du chauffage c'est aussi aborder la notion de confort thermique qui est une notion plus globale. Elle intègre également des aspects contextuels comme l'isolation des espaces vis-à-vis de l'extérieur, l'orientation des différents espaces, la ventilation, l'effet de serre, la vêtiture et l'alimentation. La qualité générale du bâti est également à prendre en compte : la porosité des parois peut rendre vain tout moyen de chauffage, à l'opposé un excès d'étanchéité à l'air nuit à la bonne combustion d'un feu de cheminée. On peut citer également le cas des *tegula*, briques creuses dans lesquelles circulent des fumées, qui

assurent aux bains romains une sorte d'isolation « active » des parois, cette stratégie ne peuvent être négligées. Donc, tel l'équilibriste, j'ai tenté de rester au centre du sujet sans évacuer les autres aspects lorsqu'ils deviennent importants.

J'aurais aimé pouvoir traiter le sujet à fond jusque dans ses moindres recoins, mais il faut revenir aux principes de réalité, et une thèse est autant un début qu'une fin, j'ai donc dû accepter qu'elle ne soit qu'une étape... J'ai choisi d'éclairer particulièrement certaines périodes qui m'ont semblé essentielles comme le passage du XVIII^e au XIX^e siècle. Si d'une manière générale, j'ai tenté de retourner aux sources, c'est-à-dire aux textes originaux ; pour certaines périodes, j'ai exploré les archives et les autres ressources disponibles comme certains périodiques de manière plus systématique. Il faut dire que certaines archives n'existent que durant un laps de temps donné : ainsi la période où Claude Molard a été administrateur au Conservatoire National des Arts et Métiers est particulièrement riche en archives, par contre après sa retraite en 1816, la source s'épuise. Le choix de cette période correspond également à un moment où l'innovation est pour une part française. Des personnages comme Gauger, Gennette, le marquis de Chabannes, Jean-Simon Bonnemain sont cités par les historiens du chauffage du monde entier. Il était donc pertinent d'aller plus loin sur ces périodes et faire avancer les connaissances sur les sources françaises. D'autres innovateurs moins connus comme Curaudau, Thirolier ou les architectes Désarnod et Cointeraux méritent néanmoins une certaine attention.

J'ai également approfondi l'histoire du chauffage urbain, à l'occasion d'un appel à candidature sur l'histoire de réseaux et cela m'a réconcilié avec l'urbanisme et son histoire. La coïncidence du développement de

¹⁸ Thomas Tredgold cite le cas des filatures de coton dont on améliore la production en chauffant l'espace surtout le lundi matin, p. 175.

nouvelles formes architecturales et d'un nouveau réseau urbain font de cette aventure un sujet remarquable.

Références

J'aurais pu faire le choix, comme Marcel Moussette de m'appuyer sur des publications existantes pour avoir une idée des périodes antérieures à la mienne¹⁹. Cependant en lisant ces ouvrages, j'avais l'impression de m'appuyer sur du sable. En effet, les références à leurs sources ne me semblaient pas satisfaisantes. Par exemple, dans *Home Fires Burning* de Wright, les sources sont absentes et il n'y a que trois pages de bibliographie²⁰. On relève un certain ethnocentrisme gênant : la Grande-Bretagne n'est pas à l'origine de tous les procédés innovants comme, par exemple, les premières cheminées adossées. De même dans *Keeping warm* d'Eileen Harris, il n'y a que des références bibliographiques anglophones²¹.

Il arrivait également que l'angle d'attaque du sujet soit trop différent comme pour l'ouvrage plus archéologique de Lecoq²². De fait, il me semble que Marcel Moussette arrive à des conclusions contestables à cause de ce choix, il attribue les poêles aux Français et les cheminées aux Anglais²³. Ce n'est pas si simple car les poêles viennent de la zone Alémanique. De plus, la cheminée au foyer « rétréci », si courante en Angleterre, est issue des travaux de Benjamin Rumford, né anglais à

¹⁹ MOUSSETTE Marcel, *Le chauffage domestique au Canada : des origines à l'industrialisation*, Presses de l'Université Laval, Laval, 1983, 316 p.

WRIGHT Lawrence, *Home Fires burning, the History of Domestic Heating and Cooking.*, Routledge & Kegan, London, 1964, 219 p.

HARRIS Eileen, *Keeping Warm.*, Victoria and Albert Museum, London, 1982, 72 p.

²⁰ WRIGHT, Op. Cit, 219 p.

²¹ HARRIS Eileen, *Keeping warm*, Victoria and Albert Museum, London, 1982, 71 p.

²² LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIXe siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, 317 p..

²³ Je me suis demandé si il n'y avait pas de la revendication culturelle là dessous ? En effet, le Royaume uni est techniquement et industriellement en avance sur la France. C'est d'ailleurs là que les premiers chauffages centralisés apparaissent. Dans le même sens, en fin de volume, se trouve un inventaire des fabricants de poêles en 1867 à Montréal, une majorité des noms sont d'origine anglophone et Marcel Moussette ne semble en tirer aucune conclusion. De plus, dans les *Almanach du*

Boston en 1753 ! De plus, il me semble que la cheminée reste en France l'élément décoratif central de la composition d'un intérieur au « bon goût français » jusqu'à la fin du XIX^e siècle, dans une version abâtardie du grand siècle²⁴. De même, selon Moussette les Britanniques admireraient comme une curiosité, les poêles Québécois lors des campagnes de 1757, 1758, 1759 et 1760 ; or Benjamin Franklin qui publie sur son poêle en 1744 est britannique, bien que né sur le continent américain²⁵.

L'ouvrage allemand d'Alfred Faber *Entwicklungs-stufen der Häulichen Heizung* est plus sérieux en ce qui concerne les sources, mais s'applique à une aire géographique différente où les moyens employés pour chauffer sont différents²⁶. Il existe quelques articles scientifiques qui abordent la question du chauffage, comme celui de Robert Bruegmann *Central Heating and Forced Ventilation : Origins and effects on Architecture Design*, pour the *Journal of the Society of Architecture Historians*, en 1978²⁷. Sur dix-huit pages de synthèse, les principales références et les principaux inventeurs et ingénieurs sont réunis avec beaucoup de précision ; c'est une base solide pour mes recherches. Il avait été précédé par l'article de A. F. Dufton *Early Applications of Engineering to the Warming of Buildings* dans la revue anglaise *The Transactions of the Newcomen Society*, qui représente une première étape pour traiter de ces questions de manière historique et scientifique²⁸. D'autres articles concernent des points précis ou une période : celui de N. S. Billington : *Warming and Ventilating*,

Commerce, on constate qu'à Paris les poêliers-fumistes au début du XIX^e siècle ont des patronymes à consonnance italienne ou germanique (ce qui sera expliqué plus loin).

²⁴ Le marquis de Montalembert écrit : *en France; on y est trop attaché à la symétrie & à l'agrément des décorations intérieures (...)* Il faut avouer que ces gros poêles sont forts vilains & fort embarrassans (...). Nos yeux sont faits à la forme des cheminées. DE MONTALEMBERT Marc-René marquis de, *Cheminée poêle ou poêle françois*, L'Imprimerie Royale, Paris, 1766, p. 7.

La cheminée style Louis XV avec un miroir plus ou moins kitch au-dessus, est un modèle largement socialement diffusé encore dans le pavillon de banlieue du début du XX^e siècle.

²⁵ MOUSSETTE, Op. Cit, p. 110.

²⁶ FABER Alfred, *Entwicklungsstufen der Häulichen Heizung*, (Les étapes de l'évolution du chauffage domestique), Oldenbourg, München, 1957, 370 p.

²⁷ BRUEGMANN Robert, « *Central Heating and Forced Ventilation Origins and Effects on Architectural Design* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 37, n° 3, octobre 1978, p. 143-160.

²⁸ DUFTON A. F., « *Early Application of Engineering to the Warming of Building* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1940, p. 193-221.

Thomas Tredgold (1788-1829): Some aspects of his Work de la *Transactions of the Newcomen Society*, celui de Todd Willmert : *Heating Methods and Their Impact on Soane's Work: Lincoln's Inn Fields and Dulwich Picture Gallery* publié dans le *Journal of the Society of Architectural Historians*, enfin celui d'André Guillerme : *Chaleur et confort, L'introduction du confort à Paris sous la restauration* de la revue *History of Technology*²⁹. Les deux premiers approfondissent des cas spécifiques, ce dernier tente de mettre en relation les théories de la chaleur et l'influence d'un « petit âge glaciaire » avec l'évolution technique durant une période qu'il juge déterminante. C'est une contribution qui a le mérite d'apparaître dans le vide absolu et d'apporter quelques éléments de manière très ambitieuse. À mon sens, la période de la Restauration n'est pas en rupture avec la période précédente sur le plan de l'évolution du chauffage, cependant, la situation économique s'améliore ce qui ouvre des possibilités. Ainsi, c'est bien pendant cette période que différentes tentatives de chauffage central : à air, à eau, à vapeur ont lieu dans notre pays³⁰. Je considère donc ces articles comme des incitations à aller plus loin ou des éléments qui peuvent contribuer à l'enrichissement de mes recherches.

Dans un ouvrage collectif sur l'histoire des réseaux à Paris, Alfred Fierro qui hérite de *Se chauffer à Paris au XIXe siècle* accumule des données statistiques sur les énergies disponibles : bois, charbon, gaz, leur stockage³¹. Cependant, on sent qu'il tâtonne, malgré le savoir faire d'un conservateur de la Bibliothèque historique de la Ville de Paris.

Notons que cette revue est totalement inaccessible en France ce qui est tout à fait dommageable

²⁹ BILLINGTON N. S. « *Warming and Ventilating* », « *Thomas Tredgold (1788-1829): Some aspects of his Work* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1979, p. 83-86.

WILLMERT Todd, « *Heating Methods and Their Impact on Soane's Work: Lincoln's Inn Fields and Dulwich Picture Gallery* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 1, march 1993, p. 26-58.

GUILLERME André, « *Chaleur et confort, L'introduction du confort à Paris sous la restauration* », *History of Technology*, Vol. 14, 1992, 16-53 p. Enfin un article sur ce sujet en français...

³⁰ Calorifère à air de Désarnod, 1804, 1817.

Chauffage à eau de Jean Simon Bonnemain, 1791-1816, 1829.

Chauffage à vapeur d'immeuble de la Bourse, 1826.

³¹ FIERRO Alfred, « *Se chauffer à Paris au XIXe siècle* », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIXe-XXe siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 207-211.

Il existe un ouvrage d'histoire de l'entreprise suisse Sulzer qui donne de bonnes indications sur le cadre historique de nos voisins. L'entreprise, qui date de 1841, a été développée par une famille de fondateurs à partir de Winthertur. Les conditions climatiques plus rigoureuses et un contexte politique et culturel différent font que la situation ne peut pas être calquée. Cependant, des éléments demeurent valables comme les références historiques. Par contre, il y a un problème avec les illustrations qui ne sont pas toujours datées et dont le rapport avec le texte n'est pas toujours évident³².

L'histoire du chauffage a une histoire et un auteur au XIX^e siècle : l'ingénieur civil Walter Bernan avec les deux volumes de : *On the History and Art of Warming and Ventilating Rooms and Buildings*³³. C'est-à-dire qu'au moment où le chauffage central moderne quitte sa phase expérimentable au Royaume-Uni, il devient déjà un sujet d'histoire. Il y aurait beaucoup à dire sur cet ouvrage qui rassemble une quantité considérable d'informations sur le chauffage des siècles passés et sur les inventions plus récentes. Cependant, cet ouvrage est traversé par une idéologie : l'idée que le climat a une influence sur le développement humain et social débouche sur les conclusions : les différences raciales reposeraient sur le climat. Par exemple pour lui, les modifications du climat en ville améliorent la santé malgré la pollution, le seul climat normal et sain est celui des Iles Britanniques, etc. Cependant, au de-là de son idéologie, cet ouvrage est une source incroyable de références, qui sont souvent exactes, et peuvent donc servir de bases à de nouvelles recherches.

³² Qui a publié un livre sait que les intérêts du graphiste et de l'auteur ne convergent pas toujours, de plus c'est avant tout un livre commercial... Il faut dire qu'il n'est pas toujours évident de trouver l'image idéale pour cette partie du texte. Sans doute disposaient ils de nombreuses d'iconographies mais pas forcément datées, que seul un travail très approfondi sur l'entreprise et sur le contexte aurait permis de dater plus précisément.

³³ BERNAN Walter (MEIKLEHAM Robert), Op. Cit, 2 vol., 231 p. & 335 p.

Au début du XX^e siècle, un autre historien, Hermann Vetter approfondit l'histoire du chauffage central. Cité par plusieurs sources, cet article a été très difficile à localiser³⁴. Citant les hypocaustes (et les archéologues qui les ont étudiés) et les déclinaisons de ce système à travers les âges (en Chine) il approfondit le chauffage central à air chaud dans le contexte germanique mais aussi anglais (avec beaucoup d'exemples entre 1820 et 1830) puis le chauffage à vapeur enfin le chauffage à eau chaude (Bonnemain et Chabannes en bonne place).³⁵ Cet article est bien documenté et se réfère à différentes aires géographiques, le seul défaut c'est l'approximation orthographique qui pose parfois problème pour se servir des références...

Les inspirateurs initiaux de cette étude sont incontestablement Reyner Banham avec son ouvrage *The Architecture of the Well-tempered Environment* et Siegfried Giedion avec *Mechanization Takes Command*³⁶. Dans ces deux ouvrages, l'histoire technique dialogue avec l'histoire des formes. J'ai toujours été passionnée par l'émergence de la cuisine moderne, l'industrialisation du mobilier chez Giedion. Je me suis inspirée de sa démarche, même si elle peut paraître un peu décousue aujourd'hui. Banham innove incontestablement en tentant de faire converger histoire des techniques et histoire de l'architecture. Pour cela, il présente comme exemples architecturaux des projets phares, qui devraient l'être aussi sur le plan technique. À mon sens, il n'y a pas forcément convergence, en effet dans le cas de la *Robie House*, citée en exemple, le chauffage n'a jamais fonctionné correctement compte tenu

³⁴ VETTER, Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 10-25.

Il est probable que d'autres références existent du même auteur, je me souviens d'un texte à la bibliothèque du Musée Suisse (au tout début de mes recherches), qui est peut-être celui là ou peut être un autre.

³⁵ Le poêle de céramique alémanique est plus en continuité de l'hypocauste que le foyer ouvert : combustion lente et utilisation de l'inertie des matériaux.

³⁶ BANHAM, Op. Cit, 319 p.

GIEDION Siegfried, *La mécanisation au pouvoir*, CCI, Paris, 1980, 592 p.
(*Mechanization Takes Command*, Oxford University Press, New York, 1948).

des déperditions considérables des surfaces vitrées pas assez compensées par le système eau chaude / air chaud³⁷. Si les architectes modernes ont souvent de l'intérêt pour les nouveautés techniques, cela ne veut pas dire que l'innovation n'a pas lieu ailleurs aussi. À titre d'illustration, la revue *Chantier* qui rend compte des projets intéressants sur le plan technique présente les œuvres d'architectes qui ne sont pas spécialement d'avant-garde même si *Chantier* est une émanation d'*Architecture d'Aujourd'hui*. Au de-là de ce genre de détails, l'approche globale de Banham est impressionnante.

À la suite des démarches de Banham et Giedion, Cecil Elliott propose en 1992, *Technics and Architecture* où un gros chapitre est consacré à l'histoire du chauffage et de la ventilation³⁸. Avec l'article de Brueggemann, ce chapitre, très documenté a été la base de mon travail.

Sources

Les sources pour ce travail sont essentiellement imprimées. J'aurais aimé avoir des sources archéologiques comme certaines conservées au Royaume-Uni : le système de chauffage et de rafraîchissement de David Boswell Reid, physicien, chimiste et ingénieur (1805-1863) au St. Georges Hall à Liverpool en 1855³⁹. En travaillant sur l'hôpital de Lariboisière qui disposait d'installations tout à fait originales dans les combles, on aurait pu imaginer que cela avait été abandonné sur place. Hélas, les agrandissements successifs de l'hôpital ont été faits en ne gardant que les façades et la toiture et en créant des étages supplémentaires à l'intérieur, donc plus aucune trace. Et le dernier bâtiment aurait été modifié dans les

³⁷ BANHAM, Op. Cit, p. 115-120. Visite sur place (il semble que cet inconfort l'hiver soit une des raisons pour la quelle cette maison n'a pratiquement pas été habité par son premier propriétaire.

³⁸ ELLIOT, Op. Cit, p. 271-325.

³⁹ STURROCK, N. S. & LAWSON-SMITH P., *The Grandfather of Air-Conditionning – the Work and Influence of David Boswell Reid, Physicien, Chemist, Engineer (1805-1863)*, (2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April 2006), Construction History Society, vol. 1, 2006, p. 2987-2994.

années 70⁴⁰. La piste de l'archéologie étant bien compromise, la collection d'objets pouvait être une autre piste en photographiant les poêles, cheminée, radiateurs, fourneaux, etc. L'étude de divers inventaires était également constructive⁴¹. Cela nous ramène au caractère livresque de mes sources : traités de chauffage, traités d'architecture, livres d'enseignants, périodiques divers. À l'occasion du colloque international *les avatars de la « littérature » technique, formes imprimées de la diffusion des savoirs liés à la construction*, j'ai approfondi l'évolution des types d'ouvrages traitant de la question du chauffage en 1719 et 1937 : les ouvrages techniques sur le chauffage des bâtiments, des inventeurs aux ingénieurs⁴².

Un certain nombre d'archives publiques ou privées ont été explorées avec succès. De même, la piste des brevets a été abordée, mais pas de manière systématique⁴³. Des sites Internet documentaires ainsi que *Gallica* ont été utilisés en plus des catalogues de bibliothèque en ligne. J'ai visité également nombres de musées et expositions où j'ai pu observer soit des appareils de chauffage eux-mêmes (hypocaustes, cheminées ou poêles) soit leurs représentations.

Présentation

L'un des problèmes que l'on rencontre lorsque l'on veut comparer les apports techniques des uns et des autres, c'est d'avoir une base de référence. C'est ce que j'ai tenté de faire en revenant aux origines. Pour

⁴⁰ Entretien avec l'historien de l'hôpital Jean-Paul MARTINEAUD. MARTINEAUD Jean-Paul, *Histoire de l'hôpital Lariboisière ou le « Versailles de la Misère »*, L'Harmatan, Paris, 365 p.

⁴¹ *Objets civils domestiques*, Imprimerie Nationale, Paris, 1984. LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIXe siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, 317 p.

⁴² GALLO Emmanuelle, « *Les ouvrages techniques sur le chauffage des bâtiments d'habitations, des inventeurs aux ingénieurs* », *Les Avatars de la littérature technique*, CHTE, CNAM, INHA. Le texte (sans les notes) est accessible sur mon site <http://emmanuellegallo.free.fr/conf.html>

⁴³ C'est l'importance des coûts de reproduction des brevets français (nombreux) qui a quelque peu freiné mon intérêt. Notons que les brevets anglais sont envoyés gracieusement sur demande, et que j'ai écrit à l'historienne de l'INPI pour voir une exemption même partielle des frais de copie, et qu'on ne m'a même pas répondu.

ces périodes lointaines, j'ai utilisé des travaux des autres mais vu dans ma perspective : les premiers feux, les inventions Romaines, leurs diffusions en Europe et leurs influences. Avant d'aborder l'apparition des cheminées adossées et des premiers poêles, les dispositifs antérieurs sont présentés avec le foyer central, isolation des parois. Je rends compte de l'évolution, au cours du temps, des cheminées et des poêles ; jusqu'au moment où les approches théoriques émergent du côté de l'architecture comme de la caminologie. La première partie couvre donc tout ce qui s'invente jusqu'à la fin du XVIII^e siècle.

En deuxième partie, vient l'émergence des nouvelles méthodes de chauffage au cours de XIX^e siècle. C'est vraiment la période clef où toutes sortes d'inventeurs puis d'ingénieurs cherchent à améliorer le confort malgré les difficultés. Les différents auteurs sont présentés de manière chronologique.

Une troisième partie rend compte d'un phénomène un peu à part puisqu'il concerne aussi l'histoire urbaine : l'histoire du chauffage urbain. Après une présentation du contexte américain, puis européen il sera question des premiers projets français et des deux toutes premières réalisations à Paris et Villeurbanne.

En quatrième partie, vient une synthèse sur le chauffage au XX^e siècle, période où les systèmes expérimentés auparavant prennent une nouvelle ampleur.

Constatant que certaines questions revenaient de manière récurrente, il m'a semblé pertinent de les traiter à part de manière moins descriptive. C'est ainsi que les questions climatiques, les pénuries de combustibles, les obstacles au confort, les dispositifs contre les incendies, les aspects juridiques ont fait l'objet de sous chapitres indépendants. La cinquième partie accueille donc ces éléments.

Cette structure m'a paru rendre compte au mieux de mes différentes recherches. Dans un temps ultérieur, il serait souhaitable de ne pas en rester à une organisation chronologique. Organisation chronologique qui n'est pas sans poser de problèmes. Par exemple, dans le cas de Jean Simon Bonnemain, son travail commence officiellement en 1777 (date de son apparition dans un rapport de l'académie des sciences) et s'achève à sa mort en 1830. Pendant ces 53 années, ils se passent beaucoup de choses qui ne seront abordées que dans d'autres parties. De même, parfois d'autres approches auraient pu être fructueuses : par programme, par fluides caloripporteurs.

Notons que dans les annexes, on trouvera un texte de présentation des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage. Une mise dans le contexte de l'histoire des sciences plus générale y est également disponible. Il y a aussi une série de tableaux qui synthétisent des données diverses permettant d'éclairer la question du chauffage : chronologie des ouvrages d'architectures et de chauffage, analyses des causes d'incendies à Paris au XIX^e siècle, données biographiques sur Bonnemain, etc.

Cependant ayant conscience de devoir faire un travail de référence, qui pourrait permettre à moi comme à d'autres d'aller plus loin, j'ai accepté d'opter pour une approche descriptive (et peu ennuyeuse), cela m'a semblé un mal nécessaire. J'ai toutefois tenté de dégager des tendances de la présentation de tous ces éléments.

I – Les moyens de chauffage traditionnels

Le chauffage renvoie évidemment au feu et la domestication de celui-ci, souvent considérée comme le début de l'humanité : symbole de la séparation entre l'homme et l'animal. En effet, l'homme semble être la seule espèce qui sait faire le feu. C'est dire que traiter ce type de sujet, c'est toucher à un contenu symbolique fort. D'ailleurs quelques ouvrages font référence à cette période comme source primordiale, on peut citer : *the Architecture of the Well-tempered Environment*⁴⁴ ou encore *L'homme et sa maison*⁴⁵. De nombreuses légendes font références à l'acquisition du feu comme le mythe de Prométhée, Titan qui, contre la volonté de Zeus, donna aux hommes des savoirs dont le feu, ce qui lui occasionna bien des souffrances⁴⁶.

Paradoxalement, le chauffage, le feu sont également des éléments totalement quotidiens qui concernent tout le monde. Qui n'a jamais allumé de feu dans une cheminée ou fait un barbecue ? Qui n'a pas une histoire de cheminée qui fume à raconter ? Les histoires de maisons mal chauffées, de propriétaires radins, d'appareils de chauffage dangereux ou antiques font parties des expériences communes. Donc, on peut dire qu'évoquer le chauffage et le feu c'est toucher les individus dans leurs propres expériences et en même temps sur un plan symbolique fort. Il est possible que constituer un savoir scientifique sur ces aspects du monde dérange un peu : de quel droit toucher à cela et prétendre en savoir plus ? Yvette Taborin avance même que la familiarité que chacun croit posséder avec le feu serait un obstacle aux recherches archéologiques⁴⁷.

⁴⁴ BANHAM Reyner, Op. Cit, 319 p.

⁴⁵ DEFFONTAINES Pierre, « les dispositifs pour le feu », *L'homme et sa maison*, Gallimard, Paris, 1972, p. 98-99.

⁴⁶ GRAVES Robert, *Les Mythes grecs*, Fayard, Paris, 1967, p. 157-160.

⁴⁷ TABORIN Yvette, « Le foyer : document et concept », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAIF, Nemours, 1989, p. 77-80.

Le vocabulaire de la langue française démontre l'importance symbolique de l'équivalence en français entre les termes : feu, foyer, maison. Focus, foyer en grec, fait référence en français à la centralité qui s'avère être la position du feu dans nombres d'habitations primitives... Donc dans le cadre de l'habitat traditionnel, l'espace domestique se confond avec le lieu du feu lui-même. Travailler sur le chauffage des habitations pourrait donc être un truisme. Pourtant, il se trouve qu'innovation technique et espace domestique ne vont pas toujours de pair... Le foyer serait également synonyme de lien social et le conduit de fumée permettrait la communication avec le monde de l'au-delà⁴⁸.

Notons qu'il existe des lieux particulièrement hostiles où les autochtones ont dû se passer du feu par absence de combustible : « *Fuégiens de la Terre de Feu qui vivaient, par des températures voisines du zéro, à peu près sans maison, sans vêtements et sans feu* »⁴⁹. Les esquimaux, étymologiquement « ceux qui mangent cru » ne disposent pas de bois mais de graisse de phoque et d'huile de poisson permettant au mieux l'éclairage. Leur habitat constitué de neige gelée, l'igloo, est susceptible de fondre en présence d'un foyer élevant la température au-dessus de zéro degré Celsius. C'est grâce à l'action conjuguée de couches de graisse, de vêtements fourrés, d'alimentation adaptée et de vie communautaire dans des espaces restreints que ces populations ont subsisté.

⁴⁸ CHEVALIER Jean & GHEERBRANT Alain, « cheminée », *Dictionnaire des symboles, mythes, rêves, coutumes, gestes, formes, figures, couleurs, nombres*, Robert Laffont, Paris, p. 220.

⁴⁹ DEFFONTAINES Pierre, « les dispositifs pour le feu », *L'homme et sa maison*, Gallimard, Paris, 1972, p. 98-99.

Les foyers des origines

On n'évitera donc pas le passage obligé de l'évocation des premiers foyers. André Leroi-Gourhan explique que la domestication du feu, qui se perd dans la nuit des temps, s'avère difficilement datable. Aucun foyer n'a été mis à jour dans des sites antérieurs à 1 500 000 et 1 000 000 d'années av. J.C., c'est-à-dire avant l'apparition de l'*Homo erectus*. Lors de la glaciation de Mindel, autour de 400 000 ans avant notre ère, des foyers structurés ont été retrouvés en Europe, sur des sites du paléolithique inférieur⁵⁰. Durant cette période, le nombre important de sites possédant des traces d'usage de feu permet d'affirmer que sa domestication devient un acquis transculturel. Dans un premier temps, ce feu aurait été « capturé », puis très soigneusement entretenu. Ce feu continu que l'on ne doit pas perdre, suppose des capacités d'organisation sociale, d'abstraction et un développement de nombreux savoir-faire. De nouvelles tâches collectives apparaissent : la surveillance des foyers, la collecte et le séchage du combustible, nettoyage du foyer, le transport des braises d'un terrain de chasse à un autre. Pour Catherine Perlès, ce serait précisément les aspects d'organisation au sein du groupe qui auraient freiné la domestication du feu et non les aspects pratiques. Cela cohabiterait avec l'organisation de nouveaux rythmes collectifs : comme la prise en commun de repas cuits. Plusieurs travaux de fouilles ont permis de découvrir que les hommes préhistoriques sélectionnaient les combustibles en fonction de la qualité calorifique des diverses essences d'arbres. Ainsi, sur un site, la proportion de cendre de pin retrouvée était nettement inférieure à la celle de la composition du milieu végétal

⁵⁰ PERLES Catherine, « L'apparition du feu », *Le temps de la préhistoire 2*, édition Archéologia - Société préhistorique française, Paris, 1989, 110-112 p.

environnant. Sur un autre, il semble que les bûches de chêne viennent d'assez loin⁵¹.

Les avantages des usages du feu semblent évidents. Cependant, il est probable que les fonctions principales des foyers étaient l'éclairage et la défense et que la quête de chaleur était un objectif secondaire. En effet, les foyers principaux, relevant de ces fonctions alimentaires et protectrices, étaient souvent situés à l'extérieur des abris, quels qu'ils soient. Le feu était allumé dans une cuvette creusée dans le sol, ou entre des pierres. Les cuvettes pourraient également résulter des curages successifs du foyer. Il y avait parfois de grosses pierres à proximité du feu, assise ou accessoire de cuisine. Les sites recèlent également des quantités de pierres « cuites » ou chauffées ayant différentes fonctions. Certaines réchauffaient les aliments liquides dans des récipients n'allant pas au feu (aucune céramique ni métal à cette période), d'autres étaient des pierres « calorifères » chargées de chauffer l'espace ou les personnes comme des chaufferettes. Ainsi à Pincevent, le feu une fois lancé était recouvert de pierres qui créaient des courants d'air favorables à la combustion et accumulait la chaleur qui se diffusait ensuite par rayonnement bien après l'arrêt du feu⁵². D'après Leroi-Gourhan, les Magdaléniens ont utilisé cette sorte de calorifère. Une structure analogue a été retrouvée intacte dans un abri sous roche de Marthiers, et dans la grotte Saint-Michel⁵³.

L'amélioration du confort thermique ne se limite pas à la seule conquête du feu. L'habitat joue un rôle primordial et, malgré les siècles, certaines formes peuvent être reconstituées, comme nous l'explique Dominique

⁵¹ THIEBAULT Stéphanie, « Apport de l'analyse anthracologique à la connaissance des combustibles ligneux », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAIF, Nemours, 1989, p. 81-87.

⁵² VALENTIN Boris, « Nature et fonction des foyers de l'habitation n°1 à Pincevent », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAIF, Nemours, 1989, p. 209-219.

⁵³ LEROI-GOURHAN André, « Les sociétés primitives », *Les origines de la civilisation technique*, PUF, Paris, 1962, p. 11.

Sacchi⁵⁴. Les cavernes correspondaient sans doute à un type peu répandu mais bien conservé. Les autres formes d'habitat sont d'autant plus difficiles à découvrir qu'elles sont dispersées et que leurs traces au sol sont modestes : trous de poteaux, pierres de calage des mâts, muret. Les huttes et les tentes étaient, elles, constituées de bois, branchage, peaux de bête, et même, os ou défenses d'animaux de grandes tailles. Ce type d'habitat léger était sans doute adapté aux migrations des populations préhistoriques. On trouve fréquemment des amoncellements de pierres au pourtour des abris ce qui correspondait à des murets de protection contre le vent et permettait de maintenir en place les revêtements comme dans le cas de la cabane du Lazaret à Terra Amata⁵⁵. L'habitat de certains sites s'enfonçait dans le sol de manière à se protéger du vent. Cette stratégie, comme celles des habitations troglodytes, favorisait la stabilité des températures comme l'enfoncement dans le sol⁵⁶. Au sein des abris, il y avait des foyers intérieurs de petites tailles qui assuraient l'éclairage, le chauffage et le séchage. Ces foyers tiennent souvent des positions centrales dans l'habitat en raison des risques de combustion des parois et pour permettre les rassemblements autour.

L'allumage volontaire du feu serait plus tardif, moins de 100 000 années, après la glaciation de Riss, lors du paléolithique moyen. On rencontre deux catégories de procédés : les briquets de pierres ou des allume-feu de bois. Cette invention déterminante fascine le préhistorien comme le philosophe et Gaston Bachelard dans *La psychanalyse du feu* suggère une inspiration d'origine sexuelle de la production du feu par frottement.

⁵⁴ SACCHI Dominique, « La grotte : Habitat ou refuge ? », *Archéologie et histoire en France de Lascaux au Grand Louvre*, Errance, 1989, p. 210-211.

⁵⁵ JELINEK Jan, *Encyclopédie illustrée de l'homme préhistorique*, Gründ, 1976, p. 213-214.

⁵⁶ Voir en annexe *Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage* dans *Appareil documentaire*

Pour lui : « *Prométhée est un amant vigoureux plutôt qu'un philosophe intelligent et la vengeance des dieux est une vengeance de jaloux* »⁵⁷.

Lors de périodes plus récentes encore (40 000 à 5 000 ans av. J.-C.) le feu prendra également des fonctions de transformations : durcissage des instruments en bois, cuisson des colorants, premières céramiques puis premières fontes de métaux.

Au début de la sédentarisation, lors de la révolution néolithique (5 000 à 3 000 ans av. J.-C.), différentes formes d'habitat se sont développées en fonction de l'environnement et de la structure sociale des groupes⁵⁸.

En Europe du Nord, la civilisation danubienne a produit de « longues maisons » de bois et de pisé. En France, à Cuiry-Lès-Chaudardes, on a retrouvé quelques exemples intéressants comme dans d'autres parties de l'Europe (fig. 2)⁵⁹. Ces maisons, dont la longueur varie de 10 à 40 mètres en fonction de l'importance numérique du groupe familial qu'elles abritent, possèdent une structure de poteaux en bois laissant trois nefs parallèles. Dans le sens de sa longueur, cette maison se sépare en trois parties, dont la centrale, plus grande, accueille les activités collectives. On ne doit pas sous-estimer l'importance sur le plan thermique de cette vie collective de quinze à vingt personnes dans le même espace⁶⁰. Les matériaux des murs de ces maisons, bois et glaise sont de très bons isolants adaptés au climat. Le sol est parfois constitué de rondins enfoncés dans le terrain naturel (Ehrenstein)⁶¹. Nous n'avons pas trouvé de précisions particulières sur la présence de foyers ce qui n'exclut pas leur présence. Ce type d'habitat est orienté en fonction du sens du vent la

⁵⁷ BACHELARD Gaston, *La psychanalyse du feu*, Paris, éditions Gallimard, Paris, 1949, 190 p.

⁵⁸ ROUX Simone, *La maison dans l'histoire*, Albin Michel, Paris, 1976, p. 53.

⁵⁹ COUDART Anick, ILETT Michael, « *Les plus anciens villages de France* », *Archéologie et histoire en France de Lascaux au Grand Louvre*, Errance, 1989, p. 214-216.

⁶⁰ L'homme produit un dégagement de chaleur de 100 à 400 watts par heure et par personne suivant l'activité.

⁶¹ ROUX, Op. Cit, p. 58.

plus grande longueur est parallèle au vent et l'entrée est à l'opposé du vent dominant.

Les dispositifs antiques

Les périodes antiques nous ont laissées de très grandes richesses culturelles c'est aussi le cas en ce qui nous concerne ici, même si c'est la fin de l'Empire romain qui est la période la plus intéressante avec l'invention des fameux hypocaustes. Cette invention fondamentale a eu des influences déterminantes jusqu'à aujourd'hui ; c'est pourquoi l'évocation de ces périodes reculées est indispensable.

Les systèmes de chauffage préexistant étaient des braseros. On en trouve en Egypte dont l'usage était probablement religieux⁶². D'après Georges Contenau, les Mésopotamiens avaient développé des éléments de confort domestique : baignoire de terre cuite, commodités à la turque sur fosse, éclairage par torches. Ils utilisaient également des braseros de terre cuite, récipients recevant des braises, afin de se réchauffer (fig. 3)⁶³. Dans la Grèce Antique, l'habitat ne fait pas l'objet d'autant de sophistications que les bâtiments publics et culturels, les foyers sont souvent à même le sol ou dans des braseros de terre cuite. Vitruve rapporte à son époque que *les anciens Grecs disaient que le foyer avait enseigné à l'homme à bâtir sa maison*. C'est d'ailleurs la langue grecque qui nous a fourni le mot foyer issu de *focus*. D'après la littérature, on sait que les grecs prenaient des bains chauds dans des baignoires de bois, marbre ou métaux, l'eau étant préalablement chauffée des vases d'airain sur trépieds, soumis à la flamme⁶⁴.

⁶² Une photographie d'un brasero en bronze de petite taille du roi Mery-Ib-Rê Khety I (IXe dynastie), provenant des collections du Louvre dans DESROCHES-NOBLECOURT Christiane, « *Art de métamorphose ou arts appliqués* », *Le temps des pyramides*, Univers des formes, Gallimard, Paris, p. 260.

⁶³ CONTENAU Georges, « Mésopotamie », *Les origines de la civilisation technique*, PUF, Paris, 1962, p. 122-123.

⁶⁴ DEGBOMONT J. M., *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trêves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Interdisciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, 1984, p. 20.

L'objet de référence pour le réchauffage des espaces est donc le brasero qui possède également des fonctions alimentaires. Cet objet mobile, très simple, souvent fait de terre ou de métal, a une étendue universelle.

Dans l'ouvrage *Fire as an agent in human culture* Walter Hough a rassemblé un nombre important d'exemples provenant d'un peu partout dans le monde : Philippines, Mexique, Maroc, Vénézuéla, Portugal, Japon⁶⁵. Certaines pièces sont également présentées dans les musées : aussi bien des pièces chinoises du V^e siècle av. J.C. que de l'Italie du XVII^e siècle. Ces objets peuvent être très simples ou très ornés, souvent la partie recevant les braises se trouve surélevé et il est possible de poser un récipient dessus. Son usage est toujours d'actualité dans certaines contrées. L'Europe n'a jamais été en reste et Saint-Simon rapporte le cas du roi d'Espagne Philippe III : *qui mourut d'un brasier qui étoit dans sa chambre, et que ni lui ni personne ne put faire ôter par l'absence du sommelier de corps qui étoit à la ville*⁶⁶.

⁶⁵ HOUGH Walter, *Fire as an agent in human culture*, Government printing office, Washington, 1926, 40-51 pp..

⁶⁶ LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIXe siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, p. 102.

Les inventions romaines

Les premiers Romains avaient la réputation d'être des ascète. Cependant au cours des siècles, leur goût du confort s'est développé. Les braseros devaient être le principal mode de chauffage et ces conquérants de l'Europe ne disposaient pas d'un confort thermique, au sens où nous l'entendons aujourd'hui (fig. 3). L'archéologue Jean-Marie Degbomont et l'historienne Simone Roux remettent sérieusement en cause le fait que les habitations même luxueuses aient bénéficié dans la péninsule Italienne des services d'un hypocauste pour le chauffage des pièces et non des bains⁶⁷.

A l'origine de la maison romaine, selon Simone Roux, serait le *tablinum*: grande pièce s'ouvrant sur une cour close, où brûlait le foyer, et où se trouvaient les Pénates. Les fumées s'échappaient librement par l'absence de toiture de la cour. Le chauffage des autres pièces, qui apparaissent lorsque le modèle se complexifie et dont le nombre varie suivant la période et la richesse des propriétaires, s'effectuait à l'aide de braseros. Ces récipients de terre cuite ou de métal, plus ou moins richement décorés, pouvaient avoir des formes variées. Certains étaient même trop grands pour être déplacés. D'autres, les *milliarium*, possédaient un système de chauffage de l'eau : réservoir en partie haute, foyer en partie basse (fig. 4). Les braseros étaient surélevés du sol par un piètement qui permettait ainsi une meilleure diffusion de la chaleur, par convection, en plus du rayonnement des braises et du récipient (fig. 5). Le combustible utilisé pour les braseros était un bois préparé, censé dégager le moins de fumée possible. Dans les cuisines des *villas*, on trouvait également des foyers : certains étaient adossés le long d'un mur et pouvaient avoir des formes hémicylindriques, sans pour autant posséder de tablier. À partir

⁶⁷ DEGBOMONT J. M. & ROUX, Op. Cit.

du 1^{er} siècle les matériaux de ces âtres étaient réfractaires. C'est sans doute les vestiges de ces foyers qui ont alimenté la légende selon laquelle les Romains utilisaient des cheminées comparables à celles du XIII^e siècle⁶⁸. Dans des cuisines Pompéiennes, ont été dégagés des sortes de fourneaux, dont le foyer était situé à la hauteur du plan de travail, à la manière d'un potager⁶⁹.

Dans les villas, les dispositions spatiales, par rapport à la course du soleil, concourent également au confort thermique comme l'écrit Vitruve : *Les salles à manger d'hiver, ainsi que les bains, doivent regarder le couchant d'hiver, parce que l'on y a principalement besoin de la clarté du soir, et que le soleil couchant, les éclairant directement, y répand une chaleur assez douce vers le soir*⁷⁰. Plus loin, il traite : *des dispositions des bains et de leurs parties (...) Il faut premièrement choisir la situation la plus chaude, c'est-à-dire qui ne soit point exposés au septentrion. Les étuves chaudes et tièdes doivent avoir leurs fenêtres au couchant d'hiver*⁷¹.

Dans une lettre à Gallus, Pline le Jeune, décrit sa villa du Laurentin en ces termes : *L'angle que forme la salle à manger avec le mur de la chambre semble fait pour réunir et concentrer les plus chauds rayons du soleil. C'est l'appartement d'hiver*⁷². Le choix de l'orientation des pièces en fonction de leur usage sera un sujet incontournable des traités d'architecture. Les migrations saisonnières entre appartement d'été et d'hiver à l'intérieur d'une même demeure afin de lutter contre une chaleur excessive est une

⁶⁸ Dans l'esprit des architectes de la Renaissance, ces demicylindres étaient sans doute les vestiges d'un ensemble complet comprenant au-dessus un tablier et un conduit détruit. Piranese écrit en 1769 dans un texte trilingue : *Je n'ignore pas quels sont les efforts des antiquaires pour découvrir si les anciens ont eus, ou n'ont point eus de cheminées semblables aux nôtres, & combien les Savants sont partagés à se sujet. Je sais que le Barbaro, & plus que lui le Ferrari penserent, que oui; & que d'autres en beaucoup plus grand nombre tant devant, qu'après les deux écrivains dont je parle penserent, & soutinrent que non. Le marquis Maffei proposa les raisons des deux partis, & laissa la question indécise. Je ne la déciderai point non plus, ne voulant pas me rendre l'arbitre de ce procès.* PIRANESI Jean-Baptiste, *Différentes manières d'orner les cheminées, (Diverse maniere d'adornare i cammini)*, Gregg international publishers limited, London, 1972.

⁶⁹ Un potager est un plan de travail de cuisine en maçonnerie où l'on fait chauffer la nourriture à l'aide de braises, c'est l'ancêtre de la cuisinière.

⁷⁰ VITRUVÉ (VITRUVIUS Marcus V. Pollio), *Les dix livres d'architecture*, Balland, Paris, 1979, p. 197. Fin du 1^{er} siècle av. J. C.

⁷¹ Idem, p. 172

⁷² PLINÉ le jeune, *Lettres*, Garnier, Paris, p. 123. fin du 1^{er} siècle ap. J. C.

pratique encore courante en orient. L'existence de percements susceptibles d'être obturés par des volets de bois ou des fenêtres munies de fines plaques de marbre translucide puis de verre à vitre est un autre élément de confort thermique⁷³. Celui-ci était réservé aux bâtiments publics et aux plus luxueuses *villas*.

Les grandes demeures présentes jusque dans les centres urbains cohabitent avec une autre forme d'habitat : les *insulae* ⁷⁴. Ces constructions ne disposaient d'aucun confort : ni eau, ni cuisine, ni bains, ni sanitaires, ni chauffage fixe. Le brasero constituait le seul moyen de chauffage, non sans risques, dans ces pièces fermées, dans le meilleur des cas de volets de bois.

Un aspect de la vie quotidienne des Romains, à partir du début du II^e siècle av. J.C., retient notre attention : la fréquentation des thermes l'après-midi, espaces qui vont se multiplier et s'agrandir. En 33 av. J.C. Agrippa recense 170 thermes à Rome avant de faire construire lui-même de grands thermes ; au IV^e siècle leur nombre aurait atteint le millier⁷⁵. Ces bains publics ou privés (les siens, où ceux de son « patron ») étaient de taille variable et disposaient de différentes salles plus ou moins chaudes et humides, ainsi que de piscines ou de baignoires chaudes et froides : *tepidarium*, *laconicum*, *caldarium*, *districtarium*, *concamerata sudatio*, *frigidarium*. Ce sont des lieux d'intense sociabilité où l'utilisateur peut également se réchauffer durant la saison froide et, en quelque sorte, accumuler cette chaleur corporellement⁷⁶. L'intérêt porté à ces équipements a favorisé des perfectionnements technologiques importants. Diverses sources antiques attribuent l'invention du premier

⁷³ à partir du 1er siècle ap. J. C, DEGBOMONT J. M., p. 23.

⁷⁴ Ces immeubles ont plusieurs étages avec des circulations verticales extérieures et se destinent à des populations libres mais peu argentées. Ces bâtiments mal et trop vite construits étaient menacés par deux grands périls : l'effondrement et l'incendie en raison de l'abondance du bois comme matériau constituant. De nombreux récits contemporains relatent ces accidents fréquents.

⁷⁵ ADAM Jean-Pierre, *La construction romaine*, Picard, Paris, 1984, p. 294.

⁷⁶ On peut comparer, sur le plan thermique, cette pratique à celle des Japonais d'aujourd'hui qui pratiquent des bains très chauds en fin de journée et chauffent très peu les espaces.

système d'hypocauste à Caius Sergius Orata, vers 80 av. J.C.⁷⁷.

L'installation était à l'origine destinée à l'élevage d'huîtres et de poissons tropicaux, avant d'être appliquée aux thermes par l'inventeur lui-même.

Cependant, selon Pierre Gros, l'existence de foyers souterrains serait antérieure, Orata aurait mis au point la mise en œuvre et répondu à un désir accru de luxe dans la population aisée⁷⁸. D'après Jean-Pierre Adam, les plus anciennes installations d'hypocauste se trouvent à Pompéi, où les thermes de Stabies, plus anciens, auraient été modernisés⁷⁹.

L'hypocauste, ou chauffage par-dessous, était constitué de la manière suivante : un foyer souterrain, extérieur au local à chauffer, alimentait en fumée et air chaud un espace situé sous ce local, grâce à une sorte de plancher surélevé : la *suspensurae* (fig. 6). Celle-ci était constituée de pilettes ou colonnettes de briques plates (rondes ou carrées) supportant de grands carreaux de terre cuites recouverts d'une dalle de mortier de chaux et de briques concassées (fig. 7). Une autre configuration d'hypocauste a été retrouvée qui ne permettait pas la même montée en température : des conduits maçonnés circulaient sous le plancher à la manière de canaux de chaleur qui alimentaient parfois une zone centrale à pilettes (fig. 8). Vitruve nous a transmis une description des éléments des bains domestiques. Tout d'abord des considérations pratiques : « *Le sol des étuves doit être creux et comme suspendu ; il sera établi de la manière suivante : il faut premièrement faire un dallage avec des dalles de terre cuite d'un pied et demi qui aillent en penchant vers le fourneau, en sorte que, si l'on y jette une balle, elle n'y puisse demeurer, mais qu'elle retourne vers l'entrée du fourneau, par ce moyen la flamme ira plus facilement sous tout le plancher. Sur ce dallage, on établira des piles avec des briques de huit pouces, disposées et espacées en sorte qu'elles puissent soutenir des dalles de deux pieds en carré. Ces*

⁷⁷ PLINE L'ancien, *Histoire naturelle*, livre IX, 168, trad. Saint-Denis E., *Les belles lettres*, Paris, 1955, p. 91. Mais aussi Varron, Ciceron, Valère-Maxime.

⁷⁸ GROS Pierre, *L'architecture Romaine du début de III^e siècle à la fin du Haut-Empire*, 2 vols., Picard, Paris, tome 1, *Les monuments publics*, p. 392.

⁷⁹ ADAM, Op. Cit, p. 289.

piles auront deux pieds de hauteur et seront maçonnées avec la terre grasse mêlée avec de la bourre ; et elles porteront, ainsi qu'il a été dit, des dalles de deux pieds carré sur lequel sera le dallage (...) Le laconium, ou étuves à faire suer, doit être joint avec l'étuve qui est tiède (...) au milieu de cette voûte on doit laisser une ouverture pour donner du jour, et y suspendre avec des chaînes un bouclier d'airain par le moyen duquel, lorsqu'on le haussera ou baissera, on pourra augmenter ou diminuer la chaleur qui fait suer. Ce lieu doit être arrondi au compas, afin qu'il reçoive en son milieu également la force de la vapeur chaude qui tourne et s'épand dans toute sa cavité »⁸⁰.

On notera l'utilisation du rayonnement du métal chaud et des parois, dans la pièce à suer, pour compenser les faibles températures obtenues dans les thermes de l'époque de Vitruve. Par la suite, grâce à l'apparition des vitrages, des matériaux réfractaires, et des doubles parois chauffantes les *tubuli*, les températures pouvaient s'élever à 40°C dans les piscines ⁸¹ et jusqu'à 55°C dans le *laconium*, en consommant toutefois une énergie considérable⁸².

Les *tubuli* correspondent à des conduits d'air chaud pris dans l'épaisseur des murs et accolés telles des briques creuses les unes aux autres. Ce dispositif a été sans doute précédé par des *tegulae mammatae* revêtement de tuiles à tétons qui enferme à l'intérieur de la paroi un vide d'air (fig. 9)⁸³.

A la suite de l'expérience de Saalburg consistant en la mise en chauffe d'une reconstitution d'un hypocauste de camp romain, conduite en 1951 par F. Kretzschmer, le rôle d'éléments chauffants des *tubuli* a été remis en

⁸⁰ VITRUVÉ, Op. Cit, p. 171-173.

⁸¹ Les chaudières pour l'eau des piscines des grands thermes pouvaient atteindre 2 mètres de diamètre et produire 20 000 Kcal/h dans KRETZSCHMER, Op. Cit, p. 356, dans DEGBOMONT, Op. Cit p. 78.

⁸² Pour obtenir ces températures dans les grands thermes, les quantités de bois nécessaires étaient considérables : F. KRETZSCHMER a calculé que pour amener la basilique de Trèves (Aula Palatina) à une température intérieure de 15 °C avec une température extérieure hivernale de + 4 °C il fallait 48 heures de chauffage intensif et 129 à 133 kg de bois par heure. Les cinq preafurnia de ce monument consommaient donc en 48 heures 6400 kg de bois pour le transport duquel 13 chariots de 1,5 m³ de capacité étaient nécessaires, dans DEGBOMONT, Op. Cit, p. 34.

⁸³ ADAM, Op. Cit, p. 292.

cause. Ce chercheur a essayé de démontrer que les murs à *tubuli* ne se comportaient pas réellement comme des surfaces chauffantes, mais plutôt comme une couche isolante chaude, car l'air y stagnait. Cette configuration spatiale évitait la condensation sur les parois souvent richement décorées ainsi que d'importantes déperditions thermiques⁸⁴. Les *tubuli* ne doivent pas être confondus avec les cheminées des hypocaustes pris également dans l'épaisseur des murs. D'après F. Kretschmer, les *tubuli* ne se trouvaient que dans les bains où ils étaient nécessaires à l'obtention d'une température bien plus élevée que pour un chauffage domestique normal. Pourtant, on trouve des *tubuli* dans la basilique de Trêves : l'*Aula Palatina* et dans le Palais de Constantin à Arles, comme l'écrit E. Brödner en 1956⁸⁵. Pour cet auteur, *ce n'est pas le type de bâtiment qui décide de la grandeur de la surface chauffante mais les conditions qui doivent être remplies pour maintenir les pièces aux températures souhaitées.*

Ces conditions sont les suivantes : climat, volume et hauteur à chauffer, utilisation continue ou discontinue, température souhaitée. Mon avis sur cette question est plus proche de celui de E. Brödner que de celui de F. Kretschmer. J'emploierais le terme « d'isolation active » pour ce type de système. Car même si la circulation d'air est réduite cet air chaud transmet sa chaleur vers l'extérieur en évitant ainsi de perdre de la chaleur de l'air de la pièce, ce qui compte dans le bilan thermique global servant à calculer les apports énergétiques⁸⁶. L'air chaud des *tubuli* sert également à chauffer en direction de l'intérieur du bâtiment, tant que la température de l'air de la pièce est inférieure à la température de surface

⁸⁴ Voir en annexe *Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage* dans *Appareil documentaire*

⁸⁵ BRODNER E., *Einige Bemerkungen zur Heizung der Aula Palatina in Trier, Germania*, 1965, p. 277-278. dans DEGBOMONT, Op. Cit, p. 206.

⁸⁶ Elle ne peut être nulle car : s'il y a transmission de chaleur latéralement, il y a variation de température de surface puis de l'air et donc mouvement. L'air se refroidit en transmettant son énergie, donc il devient plus lourd, et redescend dans le *tubuli*.

de la paroi. Ce qui est forcément le cas, pour le chauffage des grands volumes comme la basilique de Trêves.

Le transfert du système de l'hypocauste vers le chauffage domestique ne se ferait que vers l'an 150 de notre ère, en Europe septentrionale, où les hivers sont plus rigoureux⁸⁷. Notons qu'il y a un léger décalage entre les descriptions de villa de Pline, datant de 97 à 109, et les affirmations des archéologues concernant la datation des premiers hypocaustes de chauffage domestique⁸⁸. Ce mode de chauffage ne nécessitait pas comme celui des bains, de hautes températures ni de matériaux réfractaires dans la construction de la *suspensurae*.

D'après les calculs de Kretzschmer à partir de l'expérience de Saalburg, les combustions dans les hypocaustes seraient des combustions lentes, différentes de celle des poêles à grilles ultérieurs. Ce type de combustion, où le feu couve, nécessite une petite quantité d'air. Ces fumées peu abondantes et fortement chargées d'énergie, transmettent la chaleur à la maçonnerie. D'autant plus, que leur vitesse de circulation est très réduite en raison du tirage réduit des cheminées dont la hauteur est faible, 3,5 m pour Saalburg et 8 m sur 30 m de haut pour la basilique de Trêves. Les combustibles utilisés dans ces hypocaustes étaient le bois, le charbon de bois et le charbon de terre dans certains sites : Saarbrücken et Liège⁸⁹.

De toutes ces réflexions, se dégage le fait que les Romains sont parvenus, petit à petit, à un niveau de performance et de compréhension des phénomènes thermiques, certes de manière intuitive mais qui mérite toute notre admiration. On comprend que les découvertes des vestiges

⁸⁷ Sur 250 sites analysés 32 possèdent de manière certaine un chauffage domestique, considéré comme un détournement du chauffage des bains DEGBOMONT, Op. Cit, p. 50.

⁸⁸ PLINE le jeune, Op. Cit, p. 125 : *A côté se trouve l'aile des chambres à coucher, séparée de la bibliothèque par un étroit couloir garni de tuyaux suspendus qui répandent et distribuent de tous côtés une douce chaleur. (suspensus et tubulatus)*, p. 129 : *A cette chambre tient une salle de chauffage toute petite, qui par une bouche étroite répand ou arrête, selon les besoins, la chaleur qu'elle reçoit par-dessous, Applicitum et cubiculo hypocauston perexiguum, quod angusta fenestra suppositum calorem, ut ratio exegit, aut effundit, aut retinet*, p. 285 : *cette pièce est aussi très tiède en hiver, parce qu'elle est inondée de soleil. Elle touche au calorifère souterrain, qui, si le temps est nuageux, y envoie de la chaleur et supplée au soleil, Cohaeret hypocauston, et, si dies nubilus, immisso vapore solis vicem supplet.*

⁸⁹ DEGBOMONT, Op. Cit, p. 182.

de ces installations aient fortement impressionné les savants et ingénieurs des siècles passés, et qu'elles aient pu les influencer dans leurs propres expériences. Il faut cependant relativiser la diffusion de ce confort et le remettre dans son contexte historique et sociologique. Il faut aussi réaliser qu'une diffusion et une extension de ces systèmes de chauffage aurait provoqué un anéantissement des ressources en combustibles à l'échelle de l'Europe entière. C'est d'ailleurs parce que Rome dominait une grande partie de l'Europe qu'elle pouvait se permettre de surchauffer ses bains et ceux de ses riches *villa* des provinces du Nord. Cette situation pourrait sans doute être rapprochée de phénomènes contemporains qui, s'ils s'imposent de manière différentes, aboutissent cependant à des aspects sensiblement comparables.

Il est évident que reprendre les expériences de mise en chauffe de Kretzschmer avec les matériels de mesure, d'enregistrement vidéo à infrarouge et surtout de modélisation et simulation informatique disponibles actuellement serait une expérience passionnante⁹⁰.

⁹⁰Ayant travaillé quelques années dans une université technique qui disposait de ce type de matériel sophistiqué, j'ai tenté en vain de sensibiliser mes collègues à la possibilité d'appliquer les méthodes actuelles à des vestiges romains ou autres. Malheureusement, je ne suis pas parvenue à mes fins tout ce matériel scientifique étant consacré à des recherches qui rapportent des fonds aux laboratoires.

Les influences romaines

On peut déterminer deux sortes d'influences des systèmes de chauffage indirect des hypocaustes : celles qui se situent en continuité et les autres indirectes et plus tardives.

Les techniques de chauffage des bains se sont maintenues en orient à travers les siècles, comme les braseros se sont maintenus jusqu'au XX^e siècle sous différentes formes. Degbomont cite des cas d'hypocaustes qui auraient traversé les siècles ou auraient été construits plus tardivement. Ainsi, l'hypocauste romain de l'Abbaye de St. Gall en Suisse aurait fonctionné encore au IX^e siècle, ou il chauffait le réfectoire. Notons que l'organisation spatiale en damier du monastère n'est pas sans rappeler la structure des villes romaines. Au 7^e Colloque de Château Gaillard a été dressé un catalogue des hypocaustes rencontrés dans les monastères, châteaux et autres bâtiments du XII^e au XVI^e siècles dont ceux de l'abbaye de Maulbronn, de Park et Löwen⁹¹. Notons que les lieux chauffés sont peu nombreux et qu'il s'agit d'espaces collectifs, réfectoire, étuve, chauffoir. Les cellules ne disposent en aucun cas de ce confort souvent incompatible avec la règle conventuelle.

Peut-on faire l'hypothèse que quelques hypocaustes de thermes et bâtiments publics ou de bâtiments ayant d'autres usages, ont été maintenus en service après la période de l'Antiquité romaine ?

L'organisation de l'exploitation des forêts et du stockage des quantités considérables de combustibles exigées par ces installations était-elle compatible avec le contexte social et politique du haut Moyen âge? Peut-on faire l'hypothèse que les nouvelles installations religieuses s'aggloméraient autour de bâtiments existants disposant d'hypocaustes comme des villages se sont créés dans les théâtres antiques ? Peut-on

⁹¹ DEGBOMONT, Op. Cit, p. 27, note n° 86.

supposer, que l'élite religieuse connaissait l'existence de ces moyens antiques de chauffage par des textes ? Quelques « techniciens » sont-ils parvenus à maîtriser l'entretien, l'usage et la construction de ces installations tout de même assez complexes ? D'après Pierre Riché, les textes de Vitruve ont été copiés dans les monastères tout au long du Moyen âge⁹². Probablement sans les dessins qui les accompagnaient, puisqu'ils ne nous sont pas parvenus. Un abrégé de Vitruve réalisé par Faventinus est également lu au cours de la période qui nous intéresse. Selon certains auteurs, dont Fusch, on trouverait dans les abbayes cisterciennes de : Clairvaux, Maulbronn, Marburg, ainsi que dans le palais impérial de Goslar et le château de Marienburg (de 1115 à 1350) un système de chauffage par alternance (fig. 10)⁹³. Il serait constitué de foyers souterrains au-dessus desquels étaient entassés des blocs de pierre (fig. 11). Au cours d'une première phase, le feu est allumé et la chaleur se transmet aux pierres, lors de la phase suivante, alors que le feu est éteint, de l'air frais passe sur ces pierres se chargeant d'énergie. Il s'élève alors par des bouches de ventilation vers les pièces à tempérer. La section de ces conduits pouvait être obstruée pendant la première phase. Cette hypothèse de chauffage par alternance n'est en fait rien d'autre que l'une des hypothèses de fonctionnement des hypocaustes avancée par certains historiens du XIX^e siècle comme Jacobi et Cohausen⁹⁴. Il ne convient donc pas de chercher plus avant sur ces « supposés » dispositifs. Les mêmes auteurs avancent la possibilité que les Croisés (1230) aient pu ramener le principe de l'hypocauste d'orient et que celui-ci aurait été en quelque sorte ré-interprété.

⁹² RICHE Pierre, *La vie quotidienne dans l'Empire Carolingien*, Hachette, Paris, 1973, p. 184. & VITRUVÉ (VITRUVIUS Marcus V. Pollio), *Les dix livres d'architecture*, Balland, Paris, 1979, p. 171-173.

⁹³ FUSCH Gustav, *Über Hypocausten-Heizungen und Mittelalterliche Heizungsanlagen*, Druck von Gebrüder Jänecke, Hofbuchdruckerei, Hannover, 1910; réédition en *fac-simile* : Bauverlag-Reprint, Leipzig, 1986, p. 93-105.

⁹⁴ Degbomont reprend systématiquement toutes les théories concernant les hypocaustes de DEGBOMONT, Op. Cit, p. 201-210

La persistance de l'utilisation des systèmes de chauffage des *villa* d'Europe du Nord est peu justifiable. D'après Robert Fossier, les nombreuses *villa* de Picardie qu'il a étudiées ont été abandonnées entre le milieu et la fin du III^e siècle de notre ère, au profit d'un habitat groupé d'un autre type⁹⁵.

Il est également question d'hypocaustes chauffant des étuves dans quelques châteaux du Moyen âge : Montmuran, Montreuil-Bellay, Bridoré⁹⁶. Il s'agit de petits espaces uniquement destinés aux ablutions. D'autres dispositifs de bains utilisaient des murs creux chauffants alimentés par une cheminée, ce qui devait être beaucoup moins efficace que les véritables *tubuli* en raison de la différence importante de vitesse de circulation des fumées⁹⁷.

Différents historiens allemands du XIX^e siècle ont émis l'hypothèse selon laquelle les poêles seraient issus des hypocaustes romains. On peut établir des points communs entre les deux systèmes et en particulier l'étanchéité totale entre l'air de l'espace chauffé, le foyer et les gaz de combustion. On peut aussi parler d'un chauffage à rayonnement et à accumulation. L'échelle est cependant très différente, comme l'est l'importance de l'infrastructure ; la filiation relève donc plutôt du mythe fondateur.

Il s'agit du même phénomène pour ce qui concerne les relations entre chauffage central moderne et hypocauste. L'abondante littérature au sujet des hypocaustes au XIX^e siècle, révèle la fascination que ces systèmes complexes et coûteux en combustibles ont exercée sur les archéologues et les ingénieurs. Dans les ouvrages d'architecture, ces éléments sont invoqués rituellement. Il me semble que ces citations aient une signification positive, ce sont des appels au « progrès ». Si les

⁹⁵ CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen âge*, Hachette, Paris, 1980, p. 49.

⁹⁶ MESQUI Jean, *Châteaux et enceintes de la France Médiévale*, 2 vols, Picard, Paris, 1991, Vol. 2, p. 183-184.

⁹⁷ Dans ce cas, la vitesse est bien supérieure à celle des fumées des hypocaustes, d'où un gâchis d'énergie.

anciens que l'on admire tant et auquel on se réfère esthétiquement et théoriquement ont eu recours à des moyens sophistiqués, il y a une légitimité à retirer des démarches de même type. Ces arguments sont également avancés pour accrédi-ter les poêles allemands que l'on tente d'introduire en France au XVIII^e siècle et dont le mode de fonctionnement est également indirect. Il semble que l'exemple des hypocaustes soit requis afin de favoriser l'introduction du chauffage central en rassurant la clientèle. Notons que l'une des questions que se posent les ingénieurs et les historiens concerne la circulation ou non des gaz de combustion dans l'air de la pièce (problème de certains calorifères à air). Morin est bien dans cet état d'esprit puisqu'il est à la fois l'auteur d'un texte sur les systèmes romains et sur les risques dus à la porosité de la fonte aux oxydes de carbone.

Aujourd'hui encore, les Romains se situent comme les grands ancêtres même si les études sur leurs dispositifs ne sont pas si nombreuses.

Les dispositifs de l'Europe archaïque

Dans une certaine mesure, les logis du haut Moyen âge se situent plus dans la continuité des longues maisons de bois et de pisé de la civilisation danubienne que dans l'usage des vestiges de la romanité⁹⁸. Ainsi Robert Fossier et Jean Chapelot montrent comment les *villa* de Picardie des I^{er} et II^e siècles ont été abandonnées durant la seconde moitié du III^e siècle, comme les villes le sont également au profit du terroir. Il faut attendre le XI^e siècle pour que réapparaîsse une civilisation urbaine⁹⁹. Les invasions barbares ont favorisé les constructions de bois. Ce matériau peu pérenne est cependant un excellent isolant. D'autres matériaux de remplissage à base de végétaux, de terre ou même de motte de gazon devaient permettre également une bonne isolation. Ces abris pouvaient ainsi disposer d'un léger confort thermique même sans foyer grâce à une cohabitation humaine et animale (fig. 12)¹⁰⁰. Il existe également des cas d'habitat semi-enterré, dont la superstructure dépasse à peine du sol, qui dispose donc d'une inertie thermique importante (fig. 13)¹⁰¹.

⁹⁸ COUDART Anick, « Les premières maisons de l'Est et du bassin parisien et leur évolution », *Le temps de la préhistoire 2*, Archéologia - Société préhistorique française, Paris, 1989, 124-128 pp..
COUDART Anick, ILETT Michael, « Les plus anciens villages de France », *Archéologie et histoire en France de Lascaux au Grand Louvre*, Errance, 1989, p. 214-216. Ces maisons, de 10 à 40 mètres de long, possèdent une structure de poteaux en bois laissant trois nefs parallèles. Dans le sens de sa longueur cette maison se sépare en trois parties, dont la centrale, plus grande, accueille les activités collectives. On ne doit pas sous-estimer l'importance sur le plan thermique de cette vie collective de quinze à vingt personnes dans le même espace ni le caractère isolant des murs de ces maisons, bois et glaise.

⁹⁹ CHAPELOT, FOSSIER, Op. Cit, p. 49. & ROUX, Op. Cit, p. 125.

¹⁰⁰ *La grande maison-halle recouverte de chaume, dans laquelle le lit est commun aux parents, aux oncles, aux tantes, aux cousins, aux enfants, aux esclaves et aux serviteurs, souvent plus d'une dizaine de personnes, où tout le monde dort pêle-mêle et nu, reste à cette époque au grand dam de l'église, la réalité de la majorité de la population*, dans DIBIE Pascal, *Ethnologie de la chambre à coucher*, Grasset, Paris, 1987, p. 63.

¹⁰¹ Des cas en Germanie cités par Plin dans *Histoire Naturelle* et dans des textes du XVII^e et XVII^e siècles pour la Champagne. CHAPELOT, FOSSIER., Op. Cit, p. 127.

D'autres maisons disposaient d'un foyer, c'est le cas de constructions en longueur de Warendorf : *Un seul foyer, dans l'axe de la maison, est disposé dans l'une des moitiés définies par l'axe des deux portes (fig. 14)*¹⁰².

Autre exemple, A Kootwijk, extrait du même ouvrage : *l'espace est divisé le plus souvent en deux ou trois pièces. Seule, la plus grande, placée au centre de la maison, possède un foyer, disposé à même le sol, à peu près au milieu de la pièce*¹⁰³.

L'implantation de ces bâtiments s'effectue parallèlement aux vents dominants, avec les ouvertures sur l'axe perpendiculaire¹⁰⁴. Le foyer de ces constructions se situe sensiblement sur la ligne centrale, non loin de l'ouverture. Il était exclu de se rapprocher des parois, facilement inflammables, et de la toiture souvent faite de bois et de bottes végétales qui était nécessairement élevée. Notons que l'utilisation domestique du feu posait des problèmes d'évacuation des fumées toxiques en sus des dangers d'incendies. Dans le cas de la maison longue « saxonne » l'évacuation se fait au travers d'une percée dans le faîtage de la toiture. Dans d'autres cas, comme dans celui de la maison longue de Transsylvanie, les fumées s'échappent grâce à des claires-voies placées en haut des deux pignons, orientés cette fois perpendiculairement aux vents dominants. Cette disposition provoque un courant d'air directionnel dans les combles de la maison, les fumées s'élevant naturellement sont alors entraînées vers l'extérieur. Les occupants profitaient essentiellement du rayonnement du feu, outre les autres usages culinaires et de séchage, car l'air qui s'était réchauffé s'échappait très rapidement¹⁰⁵. Entre le V^e et le XII^e siècle, la maison dite élémentaire, de taille plus restreinte, environ 15 m par 5 m, apparaît dans différents

¹⁰² Westphalie, VII^e-VIII^e siècles. Idem, p. 84.

¹⁰³ Pays-Bas, fin VII^e-fin X^e siècles, Ibid., p. 90.

¹⁰⁴ C'est-à-dire Nord-Sud en Europe centrale et Est-Ouest en Europe occidentale.

¹⁰⁵ Si les installations de l'expérience de reconstruction du site de Cuiry-les-Chaulardes dans l'Aisne en 1976 étaient toujours en état, il serait intéressant de procéder à une série de mesures thermiques

points d'Europe. Elle se développe par la suite et : *l'une des lignes d'évolution de la maison élémentaire est, au moins à partir du XII^e siècle, l'apparition de types où l'on distingue d'une part une pièce, la plus grande avec l'emplacement du feu (...) d'autre part, une seconde pièce plus petite, utilisée normalement comme chambre et qui ne comporte pas habituellement d'emplacement pour le feu*¹⁰⁶.

Ce type de maison se rencontre, à partir de la seconde moitié du Moyen âge, dans une très large partie de l'Europe. Ainsi dans le Forez, au XIV^e siècle, le type le plus courant de maison rurale se compose d'une salle avec le foyer ou *chauffage*, et d'une chambre adjacente ou *cellier*; à Montailou et dans les villages environnants, dans l'Ariège de la fin du XIII^e siècle, se trouve de même la grande salle avec le feu ou *foganha*, qui est l'habitation par excellence, la maison dans la maison, et une pièce contiguë plus petite, utilisée à la fois comme chambre et comme resserre, la *cave*. De la même manière, au XIV^e siècle, des maisons de Dracy (Côte-d'Or) se composent de deux pièces dont l'une avec foyer¹⁰⁷. On note de nombreux exemples de la présence de foyer à l'intérieur des maisons. Cependant, afin de donner une vision de la complexité des évolutions, il faut évoquer le cas du village fortifié de Rougiers dans le Var¹⁰⁸. Or *sur cinquante sept foyers étudiés sur le site, quarante sept sont à l'extérieur des maisons, sur le rocher ou en pleine terre*, ce qui suppose un mode de vie différent.

Ces dispositifs qui peuvent nous sembler bien précaires ont pourtant perduré à travers les siècles. De la même manière, si les cheminées, au sens où on l'entend aujourd'hui et comme on va le voir plus loin, ont fini par envahir petit à petit les campagnes, elles n'ont pas pour autant

sur la rentabilité du foyer et l'isolation des parois, à l'aide de caméra infrarouge et d'enregistrement localisés. Idem, p. 329.

¹⁰⁶ Idem, p. 223.

¹⁰⁷ Idem, p. 224.

¹⁰⁸ Perché sur un éperon rocheux autour d'un nouveau château du XII^e au XV^e siècles, il se compose de maisons de pierre d'un étage, assez rustiques, Idem., p 192-199.

anéanti d'autres dispositions spatiales génératrices de confort¹⁰⁹. Parmi celles-ci notons la maison mixte où la chaleur dégagée par les animaux concourt au confort des hommes, que la pièce soit équipée ou non d'un foyer, en contre partie il y a production d'humidité et d'odeurs¹¹⁰ ...

L'espace destiné aux animaux peut être localisé à côté ou au-dessous de l'espace domestique, parfois le stockage des fourrages situé au-dessus de l'ensemble constitue une excellente isolation. Dans un premier temps, ce type concerne des régions variées d'Europe. On trouve des résidences mixtes chez des paysans du Forez jusqu'au XIV^e siècle, alors que l'on constate son abandon dans certaines régions dès le XIII^e siècles¹¹¹. Les maisons mixtes se maintiennent de manière privilégiée dans des zones pauvres ou montagneuses comme la Savoie et la Bretagne. Mais pas uniquement car, au XIX^e siècle leur présence est encore relevée dans d'autres régions en France : Normandie, Pas-de-Calais, Ardennes, Cantal, Lozère, Dordogne. Ces solutions médiévales peuvent perdurer jusqu'au milieu du XX^e siècle, c'est ainsi le type largement le plus courant en Bretagne¹¹². Les relevés, réalisés pendant l'Occupation, puis publiés dans la revue *Techniques et Architecture* après guerre illustrant les aménagements d'une maison de Plumelin dans le Morbihan et d'une autre de Val-d'Isère, montrent comment le modèle s'est maintenu avec des variations locales importantes (fig. 15).

D'autres stratégies, comme les lits clos, permettaient un confort localisé en isolant une petite quantité d'air autour des occupants comme dans les

¹⁰⁹ Il est important de relever que la cheminée murale, élément fondamental dans la constitution de l'architecture rurale traditionnelle, installation qui tient, jusqu'au XIX^e siècle, une place essentielle dans la vie quotidienne et la mentalité des populations paysannes, apparaît très progressivement, essentiellement sans doute après le Moyen âge et certainement avec des décalages notables de pays à pays en Europe, *ibid.*, p. 225.

¹¹⁰ le terme de maison mixte est réservé à des habitations abritant sous le même toit et aux deux extrémités opposées de la construction, d'une part les humains, et de l'autre quelques têtes de bétail. Ces deux catégories d'occupants disposent d'un ou deux accès communs, *ibid.*, p. 229.

¹¹¹ Massif central, *Idem*, p. 242.

¹¹² *Idem*, p. 238. & A Pen er Malo, Morbihan, du XII^e au XX^e siècle, on trouve des maisons mixtes de taille moyenne (11 m par 7 m), aux murs de galet et de schiste lié d'un mortier d'argile. *Idem.*, p. 234.

cabines de bateaux norvégiens dont ils seraient issus d'après Pierre Deffontaines, ou des lits abris de bergers¹¹³.

Dans le cadre de recherches ultérieures, on pourrait également approfondir la question des caractéristiques thermiques des différents matériaux de construction ou de remplissage, et réaliser des simulations soit par le calcul ou par la mise en chauffe de locaux actuels assez semblables.

¹¹³ DEFFONTAINES, Op. Cit, p.134 et p. 210 et *Objets civils domestiques*, Imprimerie Nationale, Paris, 1984, p. 241-245.

Les origines et les évolutions de la cheminée

Du foyer central à la cheminée adossée

La naissance de la cheminée correspond au passage d'un foyer où la fumée trouve son chemin librement vers la toiture à un foyer surmonté d'une hotte et d'un conduit. Comme ces foyers se trouvent en position centrale les premières hottes le sont également. Des piliers soutiennent cette hotte dont le foyer est parfois surélevé du sol.

D'après certaines interprétations, les cheminées seraient une invention romaine, on ne prête qu'au riche ! Ce sont les restes des foyers réfractaires de cuisines des *villa*, adossés le long d'un mur et de formes hémicylindriques qui ont été pris pour des vestiges de cheminée à hotte. Cependant, rien ne nous permet d'affirmer que ces hottes existaient effectivement.

On trouve de nombreux exemples de ces cheminées sur plan centré dans les ouvrages historiques sur la cheminée¹¹⁴. Citons la grande Salle du château de Caen, le palais d'Andone (X^e siècle), le chauffoir de l'abbaye cistercienne de Longpont dans l'Aisne, la salle de la maison des hôtes du monastère de St. Gall. Notons que les salles disposant d'une cheminée centrale ont pour caractéristique de n'avoir qu'un seul niveau ce qui est plus courant outre-Manche. Certaines cheminées centrales se sont maintenues dans l'habitat de certaines régions d'Europe jusqu'au XX^e siècle¹¹⁵. Ces hottes sont soutenues par quatre colonnes de pierre ou de bois et probablement constituées de matériaux légers comme le bois et le plâtre. Dans le troisième quart du XII^e siècle, Chrétien de Troyes

¹¹⁴ Cette sorte de littérature, au caractère scientifique relatif, souvent folkloriste et parfois chauvine, est particulièrement abondante au Royaume Uni au XIX^e et encore au XX^e siècle.

¹¹⁵ On trouve une forme de salle centrale de feu et de fumée en diverses régions de montagne Jura (tué), Suisse (borne ou luftchude), Savoie, Barrois, Morvan, Hongrie, Norvège, Bresse (cheminées bourguignonnes ou sarrasines), Slovaquie, Carinthie, Castille d'après DEFFONTAINES, Op. Cit, p. 108.

décrit, dans le *Conte du Graal*, une salle chauffée par un grand feu brûlant entre quatre colonnes soutenant un *cheminal d'airain espès et fort et lé*, ce qu'il faut comprendre comme un foyer central doté d'un manteau de cheminée métallique prismatique, reposant sur quatre piliers¹¹⁶. On ne peut pas dire que cette nouvelle adjonction modifie considérablement la qualité du confort thermique cependant elle réduit la dispersion des fumées, ce qui représente un confort supplémentaire. Dans le cas de ces cheminées, le rayonnement du feu peut se diffuser dans toutes les directions et satisfaire au confort des personnes réunies autour. Si cette configuration facilite le fumage de denrées alimentaires, elle ne permet, par contre, aucune accumulation de chaleur, sinon dans le sol. La raison d'être du foyer central est principalement de maintenir à distance du feu les parois extérieures de la demeure qui étaient souvent inflammables. L'étape suivante de l'évolution de la cheminée c'est l'adossement : l'âtre passe de la position centrale vers l'un des murs de la demeure. Les premières cheminées murales, comportant un foyer et une hotte adossés, apparaissent au IX^e et X^e siècles en France et en Allemagne, dans des châteaux. Le climat d'insécurité, dû aux invasions et aux guerres civiles, à la suite de l'effondrement de l'Empire carolingien, concourt au renforcement des pouvoirs locaux et à la multiplication des fortifications. Représentation symbolique des pouvoirs et de la richesse du seigneur, ces ensembles architecturaux ont comme fonction primordiale la défense, mais aussi une fonction domestique, car le seigneur loge et entretient sa famille et ses compagnons d'armes. C'est ainsi que le donjon, tour fortifiée résidentielle, est créé au cours du X^e siècle d'abord en bois puis en maçonnerie en Pays de Loire¹¹⁷. Citons les châteaux de

¹¹⁶ MESQUI Jean, *Châteaux et enceintes de la France Médiévale*, 2 vols, Picard, Paris, 1991, p. 107.

¹¹⁷ Vers 1120, Lambert d'Ardres, dans sa chronique, décrit ainsi un de ces donjons. Le rez-de-chaussée accueillait celliers et resserres à grains. Au premier étage se trouvaient la grande chambre seigneuriale, trois chambrettes pour le panetier, l'échanson, les suivantes de la dame, et un cabinet pourvu d'une cheminée pour les malades et les nourrissons. Au second, le dortoir des filles, celui des garçons et la salle de garde d'où les veilleurs montaient par une échelle sur la terrasse pour guetter.

Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire) et de Broich (Allemagne) où l'on trouverait l'un des premiers exemples de cheminées murales¹¹⁸. Notons que le foyer était en maçonnerie même si parfois le reste de la construction pouvait être en bois.

Au XI^e siècle, les cheminées adossées se multiplient dans les donjons de forme quadrangulaire, dont certaines subsistent encore à Loches (Indre-et-Loire), Lavardin (Loir-et-Cher) et Rathamhausen (Bas-Rhin). Au XII^e siècle, où les donjons sont plutôt cylindriques, d'autres cheminées ont été conservées comme celle de Fréteval (Loiret), qui possède encore l'âtre et le conduit incurvés tous deux en cones (fig. 16 et fig. 17). Dans ce type d'édifices, *la cheminée devient au XIII^e siècle d'un usage général, même si certaines petites maisons fortes gasconnes n'en présentent pas et si beaucoup de manoirs anglais se contentent du foyer central placé dans la grande salle*¹¹⁹.

Ces cheminées adossées étaient, en fait, prises dans l'épaisseur considérable des maçonneries de ces constructions défensives des parois extérieures ou des refends lorsqu'il y en avait. *Le vide créé par l'âtre et le conduit risquait d'affaiblir les maçonneries : aussi établit-on les cheminées contre les murs de refend. En Bordelais, en Gascogne, en Périgord, la paroi est souvent renforcée extérieurement au revers des conduits*¹²⁰.

Une partie de l'énergie de combustion de ces foyers adossés est emmagasinée et restituée immédiatement, puis en temps différé, en un rayonnement orienté vers la pièce et ses occupants. Les espaces situés à l'arrière du foyer, se trouvaient secondairement échauffés, d'où l'intérêt d'adosser une cheminée à un mur de refend et non un mur extérieur. La hotte et le conduit qui surmontent les âtres émettent de la chaleur dans la partie supérieure de la pièce ainsi que dans les espaces placés au-dessus.

BUR Michel, « *L'habitat seigneurial fortifié en Europe occidentale* », *Encyclopedia Universalis*, T 9 , 1988, p. 45.

¹¹⁸ CHAPELOT, FOSSIER, Op. Cit, 357 p.

¹¹⁹ GARDELLES Jacques, « *De Saint Louis à Philippe le Bel le XIII^e siècle* », *Le château en France*, Berger-Levrault, Paris, 1986, p. 92.

¹²⁰ Idem, p. 92.

Notons que dans un certain nombre de cas, les différents étages des donjons disposaient de cheminées alignées les unes au-dessus des autres ou décalées.

Une autre disposition de cheminée murale se trouve également dans une position en angle comme celle de la chambre du Pape au Palais d'Avignon (XIV^e siècle). *La cheminée adossée dans un angle ou plus généralement sur l'un des côtés de la pièce constitue un élément dominant de la construction intérieure. La transformation de ce facteur essentiel de confort en ornement principal est contemporaine de l'ogive et de l'arc-boutant et procède du même souci de joindre l'esthétique à l'efficace*¹²¹. Après cette naissance progressive, la cheminée murale se diffuse dans d'autres types de construction et se transforme.

¹²¹ CHAPU Philippe, « Le décor intérieur du château au Moyen âge », *Le château en France*, p. 171.

Les foyers multiples

Au XIV^e siècle, les châteaux deviennent plus grands, plus « confortables ». Les cheminées se multiplient dans les grandes demeures, comme l'indiquent les enluminures des *Très Riches Heures du duc de Berry*, où le Louvre y paraît hérissé de souches de cheminées, à la suite des travaux entrepris en 1364 par Charles V et confiés à l'architecte Raymond du Temple. Ceux-ci entreprendront, en 1370, la construction du château de Vincennes.

La rivalité des seigneurs crée une véritable émulation architecturale sans reléguer pour autant le rôle militaire des demeures. Ainsi, Le château de Coucy, d'une ampleur considérable au milieu du XIII^e siècle, s'embellit de 1384 à 1387 avec les grandes salles d'apparat des Preux et des Preuses munies de vastes cheminées à plusieurs foyers placés latéralement¹²². *Au XIV^e siècle les pilastres, colonnes engagées, faisceaux de colonnes qui encadrent le foyer suivent la mode décorative ambiante, comme d'ailleurs les moulures superposées et la corniche de la hotte (...) La sculpture, comme dans les édifices religieux du Moyen âge, vient souligner certains éléments importants de l'architecture, chapiteaux, culots, clés de voûte et, surtout dans le cas de l'architecture civile, se porte sur la cheminée pour en faire le centre de la composition décorative. (...) Les grands ensembles sculptés apparaissent dans la deuxième moitié du XIV^e siècle : ce sont les cheminées du Palais de Poitiers (statues portraits de la famille royale, anges porteurs admirables dans une grande composition très aérée), du Palais de Bourges, des Châteaux de Coucy et de Pierrefonds. Ce goût pour la cheminée monumentale sculptée se perpétuera pendant tout le XV^e siècle, le XVI^e siècle, jusqu'au milieu du XVII^e siècle¹²³.*

Il est intéressant de noter que ces imposantes cheminées à double ou triple foyers, concourent en premier lieu à la composition esthétique et

¹²² Comme nous le montrent les archives photographiques d'avant 1917 et les reconstitutions de Viollet-le-Duc.

majestueuse de la salle et devaient atteindre péniblement une médiocre performance thermique (fig. 18)¹²⁴. La juxtaposition frontale des foyers ne devait pas pouvoir garantir une chaleur suffisante dans les immenses salles qu'ils ornaient. Il n'est pas exclu que des braseros aient pris le relais des cheminées dans les parties centrales de ces grandes salles. Ces foyers multiples semblent avoir été abandonnés par la suite. Dans le cas du Palais des Comtes de Poitiers, il est important d'insister sur une caractéristique qui se retrouvera par la suite sous des formes un peu différentes : les conduits de fumée maçonnés, quelque peu dissimulés dans la composition des ogives, alternent avec des éléments vitrés, ce qui donne un effet de légèreté tout à fait surprenant. Lumière artificielle, naturelle et chauffage s'entrelacent dans une façade d'un gothique particulièrement ciselé.

Au cours du XV^e siècle, le luxe s'accroît à mesure que les fonctions de défense du château se réduisent. La hauteur du foyer a tendance à se réduire au cours des siècles. De 2 mètres au XII^e siècle, elles font moins de 1,80 mètre au XIV^e siècle. On constate aussi que la hotte passera de la forme pyramidale à celle d'un parallélépipède. D'abord portée par un corbeau, la hotte est ensuite posée sur des jambages ou pied-droit dont les profils varient¹²⁵. Ces variations de formes peuvent paraître insignifiantes ; cependant elles importent vues sous l'angle de l'accumulation de chaleur et de sa restitution sous forme de rayonnement. Ainsi une hotte parallélépipédique rayonne vers la pièce et non vers le plafond comme dans le cas d'une hotte pyramidale, ce qui est appréciable. Quant aux jambages, outre leur fonction constructive qui permet d'augmenter la profondeur des foyers, on peut également noter

¹²³ Chapu, p. 171.

¹²⁴ Comme c'est le cas pour la salle des Preux du château de Coucy et de la grande salle du palais des comtes de Poitiers.

¹²⁵ Dans l'ouvrage suivant se trouve nombre d'informations sur les différents aspects des cheminées : CLEMENT D'ARMONT Loïc & LACROIX Michel, *Cheminées des pays de la Loire du Moyen âge au XVIII^e siècle*, Léonce Laget, Paris, 1973, p. 13-24.

l'habitabilité des murs latéraux où l'on ne craint plus les projections de combustibles.

Un certain nombre de dispositifs destinés à améliorer le confort, dont quelques-uns sont inventoriés dans *l'Encyclopédie Médiévale* de Viollet-le-Duc, existent parallèlement aux cheminées. Ainsi, des récipients métalliques, contenant des braises servent à réchauffer pieds et mains (fig. 19). En 1475, Georges de La Trémoille entreprend de construire pour ses prières privées un oratoire dans son château de Rochefort-sur-Loire et prévoit un petit *chaufepié* pour compléter le confort de cette pièce entièrement lambrissée. Quant aux braseros aisément transportables de pièce en pièce, au gré des besoins, on les nomme *speyrogoria* en Provence, *fouiers* ou *fouieres* de fer ou d'airain dans la France du Nord¹²⁶. De la même manière, le mobilier pouvait concourir au confort thermique : les bancs et les fauteuils à dossier installés à proximité du foyer permettaient la délimitation d'une zone chaude, dans le rayonnement du contre-cœur (fig. 20).

Afin d'éviter le rayonnement des surfaces froides des parois et de permettre des partitions de l'espace en fonction des besoins, enfin de garantir des courants d'air on trouvait, dans ces grandes salles, des « clotêts » c'est-à-dire des petites clôtures, ou des pavillons de tapisserie (XV^e siècle), ou encore l'encourtement du lit médiéval formant pavillon dans la salle¹²⁷. Ces éléments mobiles étaient tout à fait adaptés à la vie souvent nomade de l'aristocratie. On pouvait ainsi facilement les rouler, selon la saison, ou les transporter d'une demeure, d'une pièce à l'autre. Cependant, la nature des tentures et la manière de les utiliser pendant la première partie du Moyen âge nous est pratiquement inconnue même si des tentures en bas de cimaise devaient orner les salles des châteaux¹²⁸.

¹²⁶ BARTHELEMY Dominique, CONTAMINE Philippe, DUBY Georges, BRAUNSTEIN Philippe, « Les aménagements de l'espace privé », *Histoire de la vie privée*, Seuil, ParisT. 2 p. 496.

¹²⁷ L'usage de tissu dans l'ameublement intérieur remonte à l'Antiquité.

¹²⁸ CHAPU Philippe, « Le décor intérieur du château au Moyen Âge », *Le château en France*, p. 177.

On trouve des représentations de ces éléments sur les œuvres peintes des primitifs de la Renaissance italienne. Les fresques de la chambre du Pape au Palais d'Avignon, où les tentures sont représentées en fresques sur les parois, frappe l'imagination. *Un autre procédé paraît plus fréquent au XV^e siècle, qui consiste à couvrir les murs de hautes tentures pendues sous le plafond et tombant jusqu'au sol, tapissant entièrement les parois verticales de la pièce et quelquefois le plafond (...)* Les miniatures de Jean Fouquet, et d'un certain nombre d'illustrateurs contemporains donnent une idée des espaces ainsi définis (...) Des innombrables pièces de tissu, dont font mention les comptes et les inventaires, il ne subsiste que des fragments dans de rares collections et musées¹²⁹.

N'oublions pas l'importance du lit pour le confort thermique. Au XII^e siècle, apparaît un vocabulaire spécifique décrivant les types de lits et leurs différentes parties. *Un lit complet et idéal tel qu'il est représenté dans un grand nombre de peintures du Moyen âge, est avant tout composé d'un bois de lit ou châlit, le plus souvent en chêne ou en hêtre, garni d'un fond de planches, qui connaîtra, au début du XIV^e siècle et surtout au XV^e siècle, l'amorce d'une aventure esthétique (...)* les lits étaient d'énormes dimensions et pouvaient mesurer douze pieds sur onze, c'est-à-dire environ quatre mètres sur trois mètres cinquante; ils étaient élevés sur une ou deux marches d'environ une soixantaine de centimètres¹³⁰.

Ce sont les débuts du lit de parade qui sera d'abord appelé lit d'honneur ou de parement, où une personnalité reçoit, ou est présentée après décès¹³¹. Au début du XIV^e siècle, apparaissent également les lits à colonnes, dont les montants verticaux supportent très généralement ou aident à supporter un dais. D'autres dispositifs permettaient d'isoler la couche comme les lits en épervier, surmontés d'un dais suspendu au plafond, de forme conique, pyramidale ou semi-sphérique (XIII^e et

¹²⁹ Idem, p. 177.

¹³⁰ DIBIE Pascal, *Ethnologie de la chambre à coucher*, Grasset, Paris, 1987, p. 71-73.

¹³¹ *Vocabulaire des objets civils domestiques*, Op. Cit, p. 230.

XIV^e siècles)¹³². Avec leurs rideaux isolants, ces énormes lits des châteaux n'en sont pas moins collectifs, comme ceux des autres demeures de l'époque.

¹³² Idem, p. 254

Chauffoirs et cuisine de monastères

Les monastères nous intéressent ici à deux titres : pour leur chauffoir et leur cuisine. Dès le VIII^e siècle, on note l'augmentation des constructions de monastères à l'aide de pierre marquant ainsi une volonté de pérenniser la foi. Ces lieux, où se concentrent un grand nombre de personnes de statuts divers, posent toutes sortes de problèmes d'organisation, d'hygiène et de sécurité. Il faut stocker et conserver de grande quantité d'aliments, accumuler les combustibles nécessaires aux cuissons sans engager des risques supplémentaires pour la communauté. La préparation des repas était donc concentrée dans une zone spécifique, sans continuité avec le reste du bâti, afin d'éviter la transmission des incendies. Ces imposantes cuisines collectives sont constituées d'un espace circulaire clos de murs de maçonnerie et surmontés de multiples conduits de fumées pris dans une toiture de pierre. L'exemple de l'Abbaye de Fontevrault, au XII^e siècle, est parvenu jusqu'à nos jours, il est cité par Viollet-le-Duc parmi d'autres (fig. 21). On trouve également des constructions comparables au Royaume-Uni et en Allemagne¹³³. Au XIII^e siècle, le plan carré est adopté comme dans le Palais des Ducs de Bourgogne¹³⁴. Il n'est pas certain que ces bâtiments aient pu avoir une influence sur d'autres installations domestiques ou non, du fait même de leurs spécialisations.

Les chauffoirs représentent les rares espaces disposant du confort thermique dans les monastères, car *refuser de se chauffer est une preuve d'ascèse*. Saint Pardoux, moine à Guéret, ne veut recevoir la chaleur sinon celles

¹³³ L'Abbot's kitchen à Glastonbury (XV^e siècle), Wolsey's kitchen Hampton Court dans : SHUFFREY L. A., *The english fireplace*, B. T. Batsford, London, 1912, p. 53. Cet ouvrage sert de références à de nombreux livres ultérieurs & Cuisine du monastère cistercien de Chorin (XIII^e siècle) dans FABER Alfred, *Entwicklungsstufen der Häuslichen Heizung*, R. Oldenbourg, München, 1957, p. 265.

¹³⁴ LECOQ, Op. Cit, p. 20.

*des rayons du soleil. Devenu vieux, il accepte pourtant de se chauffer avec des pierres chaudes, ancêtres des briques de nos grand-parents*¹³⁵.

Les cellules des moines de sont donc pas chauffées par contre la maison des hôtes peut disposer d'une ou plusieurs cheminées¹³⁶. Pierre Riché décrit ainsi *une pièce appelée chauffoir (calefactoria domus) avec foyer et cheminée (evaporatio fumi) est en communication directe avec la basilique. Nous retrouvons cette pièce à Saint-Denis, à Saint-Wandrille. À Corbie, avant et après l'office, les moines vont se réchauffer et sécher leurs vêtements. Ils bavardent, lisent en sommeillant à cause de la douce chaleur. Aucun chauffage n'est prévu dans le scriptorium et plus d'un scribe se plaint d'avoir les doigts engourdis par le froid*¹³⁷.

Un éclairage plus tardif complète ce témoignage : *A Silvacane, abbaye cistercienne du XII^e siècle, sur l'ancien emplacement du chauffoir, à l'extrémité de l'aile orientale, se situe une salle des moines où le travail intellectuel était autorisé ; on y laissa subsister la cheminée (...) La salle des moines de Silvacane servait aussi de chauffoir. Les copistes y trouvaient la chaleur nécessaire à la préparation des encres et des parchemins, le sacristain la flamme qui brûlait l'encens et éclairait les cierges*¹³⁸.

Le chauffoir constitue donc une oasis de chaleur dans un ensemble architectural dénué de tout confort thermique¹³⁹. Les cheminées de monastères sont de plus petites dimensions que celles des châteaux et ne font pas l'objet d'ornementation.

¹³⁵ RICHE Pierre, *La vie quotidienne dans l'Empire Carolingien*, Hachette, Paris, 1973, p. 199

¹³⁶ Il semble que l'ordre des chartreux soit moins ascétique sous l'angle thermique, les cellules disposent chacune d'une cheminée.

¹³⁷ Idem, p. 199-200.

¹³⁸ PONTUS Paul, *L'Abbaye de Silvacane*, CNMHS, Paris, 1982, p. 33 & 48.

¹³⁹ Oasis également, cette minuscule chapelle de Jean de Bourgogne (1371-1419 dit Jean sans Peur, contemporain de Charles VI) disposant d'une cheminée à l'abbaye de Cluny, qui permettait de suivre les offices au chaud.

Les cheminées de l'habitat urbain et rural

Si le confort thermique dont disposaient les hommes du Moyen âge, peut nous paraître dérisoire, le sujet les préoccupait pourtant. Ainsi dans *Le mesnagier de Paris* un auteur contemporain de Charles V conseille à une jeune épouse : *Vous souviengne du proverbe rural qui dit trois choses sont qui chassent prudhomme hors de sa maison, c'est s'assavoir, maison descouverte, cheminée fumeuse, et femme rioteuse. Le mari fait l'objet de soins particuliers : Estre deschaux à bon feu, bien couvert de bonne fourrure et assouvi des autres joies et esbatemens, privetés, amours et secrets dont je me tais, garder en hiver qu'il fait bon feu sans fumée... et en esté, gardez que vostre chambre ne en vostre lit, n'aient nulles puces¹⁴⁰!*

Au-delà même de la notion de confort, c'est de survie dont il est question : *En cette année, l'hiver était si rude que l'on ne pouvait pas se procurer de bois de chauffage et que près d'un tiers des hommes moururent (...)* notons que le problème du chauffage se pose annuellement à l'homme carolingien. *Les pauvres doivent chercher le bois ou la tourbe qui fume plus qu'elle ne chauffe¹⁴¹.* Il faut imaginer une vie plus proche des saisons et des rythmes de la nature. Durant l'été, la vie se situe de manière privilégiée à l'extérieur, l'hiver le temps passé au lit s'accroît, lits fort occupés en comparaison des nôtres est considérablement plus vastes qu'actuellement¹⁴².

L'image des villes du Moyen âge en rupture avec les villes romaines, appauvries, démantelées, ne présentant que des paysages anarchiques et délabrés, s'estompe avec les travaux historiques récents¹⁴³. Quelques structures de bâtiments romains sont utilisées ; ainsi au XII^e siècle, les

¹⁴⁰ *Le mesnagier de Paris*, publié par la Société des Bibliophiles français, par J. Pichon, Paris, 1846 et dans ROUX, Op. Cit, p. 152.

¹⁴¹ RICHE, Op. Cit, p. 199.

¹⁴² DIBIE, Op. Cit, p. 63.

¹⁴³ HEERS Jacques, *La ville au Moyen âge*, Fayard, Paris, 1990, p. 49.

anciennes arènes de Nîmes, fortifiées et flanquées de tours carrées, abritent un véritable quartier d'habitations. Les espaces publics comme le *Forum* sont envahis de constructions, les rues sont empiétées et certains restes romains servent de carrière, ou même de base pour la fabrication de la chaux.

Une des préoccupations dans l'espace urbain c'est de lutter contre les risques d'incendie, par des interdictions concernant le stockage de combustibles, des dispositions architecturales et l'exclusion des activités utilisant des foyers et autres fours¹⁴⁴. Dans les coutumes de Marmande, l'incendie est un des crimes majeurs avec le meurtre, le vol et le viol, il est théoriquement puni de mort¹⁴⁵.

Le foyer central à hotte ou cheminée « sarrasine » se retrouve dans l'habitat urbain cependant cette disposition est encombrante et destinée aux bâtiments en rez-de-chaussée. *Le foyer adossé ou cheminée murale, plus sûr et peu encombrant, existe déjà dans un grand nombre de maisons du XII^e siècle, en Bourgogne notamment, à Cluny, Anzy-Le-Duc, Chenôve, Saint-Bris-le-Vineux, Vézelay. À toutes époques, le bâti peut être en plâtre, en bois et plâtre ou tout en pierre, les habitudes locales opposant les pays à hotte lourde et les structures légères. Les cheminées sont le plus souvent adossées aux murs pignons, ce qui favorise le tirage, mais on en rencontre sur tous les murs et même en encorbellement sur les façades principales. Dès le XII^e siècle, certaines maisons à Cluny, au Puy, en ont deux et leur nombre ne cessera d'augmenter¹⁴⁶. Ailleurs en Europe, la cheminée murale apparaît progressivement. On en trouve à Florence pendant les années 1370-1420 déclassant le foyer central¹⁴⁷. En toscane, à la fin du XIV^e siècle, ces foyers sont encore très rares, à Prato près de Florence n'il y en avait qu'un seul et dans la maison*

¹⁴⁴ Cette question des incendies et des réglementations sera développée dans la partie suivante.

¹⁴⁵ LE GOFF Jacques, « L'apogée de la France urbaine médiévale, 1150-1330 », *Histoire de la France urbaine*, Tome 2, Seuil, Paris, 1980, p. 388.

¹⁴⁶ GARRIGOU GRANDCHAMP Pierre, *Demeures médiévales*, Rempart, Paris, 1992, p. 92-93.

¹⁴⁷ DUBY Georges, BARTHELEMY Dominique, De La RONCIERE Charles, « *La vie privée des notables toscans au seuil de la Renaissance* », *Histoire de la vie privée de l'Europe féodale à la Renaissance*, Seuil, Paris, 1985, p. 197.

d'un riche marchand¹⁴⁸. La cheminée murale se développe nettement au XV^e siècle, Les villes sont gagnées les unes après les autres. *La technique est assez familière aux maçons pour qu'on fasse installer ce précieux édifice à plusieurs endroits d'un même logement. Fin XV^e siècle, les cheminées ornent à Florence les pièces principales des grands palais, leur hotte y prend un caractère monumental, et les chenets, les pincettes, toute une panoplie d'objets nouveaux et ciselés avec goût donnent au foyer où on les dispose un air de galerie d'art*¹⁴⁹.

Les cheminées murales adossées en passant en l'Italie se parent de décorations sculptées et peintes qui se développent dans les palais de la Renaissance. C'est avec ces nouvelles formes décoratives qu'elles reviennent vers nous avec les artistes italiens, au cours du XVI^e siècle.

La position des cheminées dans les constructions urbaines dépend de différents facteurs : les matériaux de constructions, la structure des parcelles, la densité du quartier, le nombre de niveaux et d'occupants différents, la richesse du propriétaire... D'après différentes sources graphiques, qui font état de relevés, on peut dénombrer des situations plus ou moins fréquentes¹⁵⁰. La position du foyer la plus courante est le long des murs de refend (fig. 22). La cheminée peut aussi s'adosser sur le pignon d'une façade ou le long d'un mur intermédiaire au centre de la demeure. Quelques cas de cheminées apparentes en façade, voir même en encorbellement, sont relevés (fig. 23). Il y a des remarques concernant la médiocre qualité thermique de cette disposition des conduits de fumée. Cependant, cette position se justifie pour les maisons de ville aux murs d'épaisseur réduite ou faits de matériaux inflammables. Notons qu'il est plus facile de construire une cheminée en façade sur un bâtiment existant plutôt que le long d'un refend. Les risques de transmission

¹⁴⁸ DEFFONTAINES, Op. Cit, p. 10.

¹⁴⁹ DUBY Georges, BARTHELEMY Dominique, De La RONCIERE Charles, « *La vie privée des notables toscans au seuil de la Renaissance* », *Histoire de la vie privée de l'Europe féodale à la Renaissance*, Seuil, Paris, 1985, p. 197.

¹⁵⁰ GARRIGOU GRANDCHAMP, Op. Cit, p. 36. BUTTNER Horst, MEISSNER Günter, *La maison bourgeoise en Europe*, Pygmalion, Paris, 1982, p. 34-96. VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Interlivres, Paris, 1980.

d'incendie, d'une maison à l'autre, semblent facilités par les foyers situés le long des murs mitoyens, surtout quand la densité de l'habitat s'accroît.

Contrairement aux châteaux fermés vers l'extérieur, dans l'espace urbain les maisons s'ouvrent plus volontiers sur la rue, les activités commerciales se tiennent en rez-de-chaussée et la lumière est nécessaire au développement des activités. Les portes et les fenêtres bénéficient de traitements différents des meurtrières des donjons. Ces percements bénéficient de calfeutrement selon Pascal Dibie : *Jusqu'au XIII^e siècle, les fenêtres étaient dépourvues de châssis dormants et les panneaux vitrés battaient directement contre la pierre de l'édifice. Ce n'est qu'au XV^e siècle que la pratique des châssis dormants deviendra courante (...) Si la parade traditionnelle contre les intempéries et la lumière était l'utilisation de volets intérieurs ou, plus légère, de rideaux accrochés à des perches, elle restait pratiquement inefficace contre le froid. La fermeture des fenêtres, pour laquelle, dans le nord, on utilisait le papier huilé (l'industrie papetière est venue de Chine au XIII^e siècle), se faisait le plus souvent par des claies d'osier ou une toile cirée transparente tendue sur des châssis. Ces toiles verrines étaient enduites d'une composition où entraient de la cire blanche et de la résine ou de la térébenthine. En Italie, les fenêtres « drapées » (finestre impanate), châssis fixe tendu de toile de lin imprégnée d'huile pour la rendre translucide, permettaient d'obturer les ouvertures sans les aveugler. Quant au vitrage, rare et analogue à celui des églises, il s'agissait de petits panneaux de verre sertis dans du plomb. Mais ce qui est original en France, c'est la naissance du verre plat utilisé pour le vitrage ou, plus exactement, du « plat verre », obtenu par soufflage d'une sphère que l'on perce et ouvre, comme une tulipe, sous l'effet de la force centrifuge qui la transforme en un cercle plan, plus épais au centre et, comme on peut encore le voir aujourd'hui sur les carreaux anciens, portant au milieu la marque de la tige à laquelle il était fixé. Cette invention date du début du XIV^e siècle et est à l'origine du privilège accordé en 1330 par le roi Philippe VI à Philippe de*

Caqueray, seigneur de Saint-James, de construire la verrerie de la Haye en Normandie. Cette verrerie, avec celles des familles Brossard, Le Vailland et Bongars, existera jusqu'au début du XIX^e siècle. La technique dite de « coulée sur table », n'apparaîtra qu'à la fin du XVII^e siècle. Tout le monde ne pouvant s'offrir ce luxe, le volet, bien qu'inopérant contre le froid, restait la meilleure protection contre les voleurs, la lumière et le vent (...) On crée à Florence un volet intérieur à deux battants, partiellement articulés autour de deux axes verticaux, où la pénétration de l'air et de la lumière est modulable, invention annonçant les guichets et les jalousies, dont les premières mentions datent du tout début du XV^e siècle¹⁵¹. Il existe donc un conflit entre l'utilité des ouvertures et le déficit en confort thermique qu'elles représentent. Les solutions en papier et tissus se caractérisent par leur manque d'étanchéité et leur fragilité. Et même les fenêtres vitrées sans dormant, ne devaient pas briller par leurs qualités, à moins d'être fixes. On comprend mieux la petitesse des ouvertures, et l'agrandissement fréquent aux époques ultérieures de ces percements lors de la diffusion des vitrages. Notons que dans l'espace urbain, on ne peut pas utiliser la qualité de l'orientation par rapport au soleil et aux vents dominants afin de compenser les rigueurs de l'hiver, ce que l'on peut faire dans l'habitat rural.

Dans le cadre de l'habitat rural on constate une nette lenteur de la diffusion de la cheminée murale. Il en existe également des variations régionales : *Il est important de relever que la cheminée murale, élément fondamental dans la constitution de l'architecture rurale traditionnelle, installation qui tient, jusqu'au XIX^e siècle, une place essentielle dans la vie quotidienne et la mentalité des populations paysannes, apparaît très*

¹⁵¹ DIBIE Pascal, Op. Cit, p. 89-90. Informations convergentes avec les travaux de DUBY Georges, BARTHELEMY Dominique, De La RONCIERE Charles, « *La vie privée des notables toscans au seuil de la Renaissance* », *Histoire de la vie privée de l'Europe féodale à la Renaissance*, Seuil, Paris, 1985, p. 194-196.

*progressivement, essentiellement sans doute après le Moyen âge et certainement avec des décalages notables de pays à pays en Europe*¹⁵².

Quel que soit le type de maison, du XII^e au XV^e siècle, l'utilisation de matériaux plus solides et plus élaborés, produits par des artisans spécialisés, se fait plus courante ; l'un des aspects les plus classiques de ce phénomène est l'emploi de la pierre même en dehors des zones méditerranéennes et septentrionales de la France et de l'Europe. Même si il existe une opposition en Europe entre nord / bois et sud / pierre il convient de ne pas trop simplifier ce clivage; les pénuries ou la disponibilité des matériaux sont en fait essentielles. Cependant *l'emploi courant de la pierre signifie beaucoup de choses (...) le produit obtenu, la maison, a changé de nature : il devient une bâtisse « lourde », stable, permanente, transmissible pendant quelques générations et abritant par conséquent une famille. Une mentalité nouvelle, une forme nouvelle de relation entre les humains et leurs maisons apparaît alors*¹⁵³. À partir du XIII^e siècle, en Flandre : l'abbaye des Dunes Coxyde en 1237, en Grande-Bretagne : la chapelle de l'abbaye de Little Coggeshall en 1225, en France dans le Toulousain, la brique apparaît et elle commence à se diffuser dans l'habitat suivant les régions. Notons que la brique convient parfaitement pour la réalisation de foyer. Surtout quand le mortier, comme la chaux, supporte les variations thermiques. Dans le domaine des terres cuites, on constate que les tuiles se substituent aux matériaux végétaux plutôt que les briques, ainsi au XIII^e siècle, il y avait onze tuileries à Paris et encore aucune briqueterie¹⁵⁴.

Voyons comment les matériaux de construction influencent les caractéristiques thermiques de ces maisons du Moyen âge. Les murs de pierre sont en général assemblés par un mortier d'argile ou de chaux. Ces

¹⁵² CHAPELOT, FOSSIER, Op. Cit, p. 225.

¹⁵³ CHAPELOT Jean, *L'habitat rural en Occident du XI^e au XIX^e siècle*, Encyclopédia Universalis, T 9, 1988, p. 47.

¹⁵⁴ MARREY Bernard, *La brique à Paris*, Picard, Paris, 1991, p. 19.

parois peuvent présenter des avantages en été si elles sont suffisamment épaisses (0,8 à 1 mètre) pour posséder une bonne inertie, en hiver leur qualité est plus discutable. Certaines organisations de murs de pierre, dans le nord de l'Europe, là où le bois est rare, comme en Islande, permettent une meilleure isolation durant l'hiver avec l'adjonction de mottes de gazon à l'extérieur et de lambris de bois à l'intérieur. Pour les murs de brique, l'isolation dépend comme pour la pierre de l'épaisseur disponible, de son étanchéité et d'éventuels revêtements. Dans diverses régions, des murs de bois massif sont réalisés par empilage de troncs horizontaux. Ces maisons de pionniers, grandes consommatrices de bois sont satisfaisantes sur le plan thermique malgré les faiblesses dues aux zones de contact entre les troncs. Au cours des X^e et XI^e siècles, les maisons à structure de bois et remplissages sont aussi l'objet d'améliorations techniques comme les assemblages par tenons et mortaises et l'affinage de l'équarrissage des troncs. Toutes ces évolutions facilitent l'exécution de charpentes plus solides, qui peuvent devenir modulaires. Le remplissage de ces structures s'effectue avec différents matériaux. Des parois de bois en planche à emboîtement comme des palissades se rencontrent dès le X^e siècle. Cette solution peu coûteuse en bois a cependant une qualité thermique bien moindre que le bois massif. Si on allie ensemble matière végétale et terre, on obtient d'une part le clayonnage, ou torchis, constitué de branchages englobés par de la terre crue ; et d'autre part du pisé aggloméré de terre, de paille et de cailloux qui se coule avec une épaisseur d'environ 0,5 mètre. La qualité de la performance thermique dépend de l'épaisseur et de l'étanchéité du complexe. Ces matériaux ont été couramment utilisés jusqu'au milieu du XX^e siècle et les écomusées dont celui d'Ungersheim en Alsace, ont permis la conservation des savoir-faire dans ces domaines (fig. 24). Des constructions étaient également réalisées avec des mottes de gazon, découpées comme de la tourbe en forme de larges briques, puis

empilées. Les fibres végétales du gazon formaient en quelque sorte les armatures de ces briques. L'épaisseur impressionnante de ces murs, 2,80 mètres, garanti une extraordinaire isolation thermique¹⁵⁵. Ce mode de construction était encore très utilisé aux XVIII^e et XIX^e siècle dans le nord de l'Europe et dans certaines régions de France.

Dans le domaine des couvertures de maisons, on constate le développement de nombreux types en fonction des ressources régionales, des savoir-faire et des usages. Les toitures recouvertes de végétaux sont très largement répandues ; c'est un bon isolant thermique en raison de la grande quantité d'air emmagasiné dans son épaisseur. Ce type de couverture nécessite beaucoup d'entretien et, aux risques d'incendies, s'ajoute une cohabitation forcée avec diverses bêtes nuisibles. Autre type de couverture d'origine végétale : les mottes de gazon, dont l'herbe est tournée vers le haut, convient parfaitement aux zones froides et venteuses de l'Europe du Nord. Malgré leur humidité, ces mottes constituent un excellent isolant. On trouve également des tentes de toits où sont disposés des bardeaux de bois, à la fois légers et faciles à poser, solution moyennement isolante.

Dans certaines régions, l'usage de pierre plate en couverture atteste de compétences particulières en matière de charpente car les charges sur la charpente et les murs sont importantes. Les tuiles d'origine romaine se sont souvent maintenues dans la zone méditerranéenne. Comme la construction de pierre, les tuiles reprennent d'une manière plus générale un rôle vers les XIII^e et XIV^e siècles d'abord en ville puis dans les campagnes, et ce malgré leur coût élevé¹⁵⁶. Ces derniers matériaux ne sont pas des isolants, cependant, dans de nombreux cas, l'espace sous la toiture recevait des stocks de foin et de diverses denrées ; dans ce cas une bonne isolation était assurée. Remarquons que le type de

¹⁵⁵ à Solvig, sud du Jutland au XIV^e siècle CHAPELOT, FOSSIER, Op. Cit, p. 266.

¹⁵⁶ Idem, p. 325.

¹⁵⁶ Idem, p. 327.

charpente (hauteur et structure) est à mettre en relation avec le type de foyer central ou mural¹⁵⁷.

Durant la période du Moyen âge, on constate le passage de matériaux de construction élémentaires, constituant ce que l'on peut appeler une infra construction, à des matériaux et à des techniques plus évolués, établissant les bases d'une véritable architecture rurale qui se développera au cours des siècles suivants. En ce qui concerne le confort thermique de ces maisons, il est difficile d'établir clairement des notions de progrès compte tenu des pratiques différentes de l'espace, aux régions, aux climats, aux activités, aux structures familiales.

L'évolution formelle de la cheminée

Il y a convergence sur un point, la cheminée est l'ornement principal des pièces depuis l'origine ; une contrainte fonctionnelle : se chauffer, devient un élément essentiel du décor. Ceci n'empêche pas de nombreuses évolutions formelles. Celles-ci se placent sur différents plans : forme de la hotte, taille du foyer, insertion dans le mur, position des conduits, proportion des jambages, type de décor, tablette, corniche, etc. On pourrait dire que l'on passe d'une hotte saillante à un bloc rectangulaire homogène (sous le règne de Louis XIII) puis la hotte se retire vers l'aplomb du mur (fig. 25). De la même manière, les cheminées passent de grandes dimensions à des dimensions beaucoup plus modestes.

Nous avons déjà vu des cheminées à hotte conique puis pyramidale, ensuite le passage à une forme parallélépipédique. Les conduits et une partie des foyers sont souvent gagnés dans l'épaisseur du mur. D'abord portée par un corbeau, la hotte est ensuite posée sur des jambages ou pied-droit dont les profils sont encore peu saillants et ceci jusqu'au XV^e siècle¹⁵⁸. Ces grandes cheminées font fréquemment l'objet d'importantes décorations sculptées. Certaines cheminées possèdent un traitement décoratif très architecturé comme celle de la Salle du château d'Ecouen¹⁵⁹. À Ecouen, les autres cheminées de forme quadrangulaire sont recouvertes d'un décor peint, dont le motif principal se trouve sur la partie frontale de la hotte.

La taille du foyer s'agrandit dans un premier temps avec les foyers multiples jusqu'à 10 mètres de large et 2,80 mètres de haut dans le cas de

¹⁵⁸ Dans l'ouvrage suivant se trouve nombre d'informations sur les différents aspects des cheminées : CLEMENT D'ARMONT Loïc & LACROIX Michel, *Cheminées des pays de la Loire du Moyen âge au XVIII^e siècle*, Léonce Laget, Paris, 1973, p. 13-24.

¹⁵⁹ HAUTECŒUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, La renaissance*, Picard, Paris, 1943, p. 474.

la grande salle de l'ancien Palais ducal de Poitiers. Puis, tendanciellement, les dimensions du foyer se réduisent : à partir de 2 m de haut au XII^e siècle, elles passent à moins de 1,80 mètre au XIV^e siècle. Au XVI^e siècle, la hauteur du foyer baisse encore puis la hotte ne fait plus saillie et une tablette se dégage.

Du coup, seule la partie basse reste apparente, au-dessus de celle-ci trône un miroir, pris dans un décor qui englobe toute la pièce (fig. 26). Au XVIII^e siècle, la taille de la cheminée se réduit encore comme d'ailleurs le volume des pièces. Toutes ces évolutions font l'objet d'études plus précises dont l'ouvrage de Loïc Clément d'Armont et Michel Lacroix¹⁶⁰.

La réduction dimensionnelle concerne, dans un premier temps, les proportions générales de la cheminée, puis les foyers deviennent nettement moins larges. Les conduits rectangulaires sont pris dans l'épaisseur du mur, s'élevaient au-dessus de la cheminée (fig. 27). On pouvait dans certain cas aligner deux cheminées l'une au-dessus de l'autre, sur deux niveaux ; les conduits s'alignaient alors l'un derrière l'autre dans l'épaisseur du mur, ou dans le fond de la cheminée de l'étage suivant. Ensuite : *les architectes français imaginèrent les tuyaux dévoyés, qui, au lieu d'être placés les uns devant les autres, formaient un coude et pouvaient être juxtaposés, ce qui déterminait en même temps la transformation des souches de cheminées, dont le grand côté n'était plus parallèle, mais perpendiculaire à la façade du bâtiment. Les cheminées dévoyées apparurent au milieu du XVII^e siècle*¹⁶¹. Ce procédé a permis la multiplication des cheminées et structuré des foyers beaucoup moins larges qu'avant (fig. 28).

Hauteceur citant Bullet et son *Architecture pratique* écrit : *Les conduits de toutes ces cheminées étaient faits en briques raidies par des équerres de fer*

¹⁶⁰ CLEMENT D'ARMONT & LACROIX, Op. Cit, 404 p.

¹⁶¹ HAUTECEUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, Le règne de Louis XIV*, Picard, Paris, 1943, p. 334.

*maçonnées au mortier, en pierre de Saint-Leu, ou dans les maisons plus communes en plâtre pur pigeonné à la main et enduit au-dedans avec du plâtre fin*¹⁶². Dans le devis et marché du 23 juillet 1666 pour les dames de Saint Anastase : *Seront tous les contrecœurs de cheminées construits de brique jusques à la hauteur de trois pieds pour le moins et y sera observé un arc pour augmenter la force et la durée (...) Seront les souches de cheminées eslevées par dessus les combles aussy haultes que celles des maisons déjà appartenantes qui sont joignantes celles cy et seront construites de briques à commencer du plancher des greniers et fermées de pierre de taille, et ne sera oublié la plainte à la sortie dudit plancher affin que la posée de la brique s'en conserve mieux*¹⁶³.

Un autre aspect est à mettre en avant : l'usage des plaques de cheminées dénommées aussi « taques ». Il s'agit de plaques de fonte décoratives disposées sur le contre-cœur du foyer. Ce recours qui apparaît à première vue comme un développement esthétique est en fait une invention thermique astucieuse et tient lieu de protection de la maçonnerie du mur qui peut pâtir des élévations de température. Les différentes études s'attachant à ces objets concernent pour l'essentiel des aspects décoratifs et les différentes inspirations des motifs. Pourtant ces taques représentent une étape dans l'histoire de la fonte. Le plus ancien des « haut fourneaux » à fonte sur lequel on dispose de documents a été créé en 1324 à Moyeuivre (Meurthe-et-Moselle)¹⁶⁴.

Vers 1400, l'utilisation de souffleries hydrauliques sur des hauts-fourneaux permet la naissance de l'industrialisation d'objets en fonte moulée : un siècle plus tard et au milieu du XV^e siècle on saura couler des canons en une seule pièce. Pour les taques, le principe de fabrication est simple : les plaques sont coulées dans un moule de sable fin où leur

¹⁶² HAUTECŒUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, Le règne de Louis XIV*, Picard, Paris, 1943, p. 335.

¹⁶³ Archives Nationales, MC/CVIII/152, cité par LE MOËL Michel, *L'architecture privée à Paris au Grand siècle*, Bibliothèque historique de la Ville de Paris, Paris, 1990, p. 246-247.

dessin a été préalablement imprimé au moyen d'un modèle en bois sculpté ou en plâtre. C'est grâce à la possibilité de fabriquer des objets en série par moulage de la fonte en fusion que ce matériau s'impose¹⁶⁵. Selon Raymond Lecoq, les contre-cœurs ne semblent pas très diffusés avant le XV^e siècle et la première citation des comptes royaux date de 1540 : *esté fait au château de Saint-Germain, dans la chambre de la Reyne, un contre-cœur de fer de fonte, où est figuré un Hercullès scellé avec huit grosses pattes*¹⁶⁶.

D'après Clément d'Armont et Lacroix, l'usage des taques s'instaure au XV^e siècle. On trouve couramment des taques en Lorraine au Luxembourg au début du XVI^e siècle. En 1559 : *Nicolas Clerget, marchand, demeurant à Saint-Dizier et maistre de forges, la somme de 200 livres tournois à luy ordonnée par ledit sieur de Claigny, sur estant moins du paiement de certain nombre de contre-cœurs qu'il a promis de faire et de livrer pour servir ès cheminées dudit bastiments*¹⁶⁷. À Paris au XVIII^e siècle, les marchands de matériaux ferreux comme Rachon à Saint-Paul ainsi que Henri et Vincent Lagais, stockent et vendent de nombreux contre-cœurs¹⁶⁸.

Ces taques sont, en fait, sur le plan thermique les ancêtres de nos radiateurs. Dans la situation basique, la chaleur du foyer se diffuse dans tous les sens par rayonnement et une partie est absorbée par le contre-cœur, les jambages et la hotte. Une autre partie (importante) de l'énergie se diffuse par convection et s'échappe par le conduit tout en se transmettant à la masse du conduit. Lorsqu'une taque est introduite sur le contre-cœur la masse du métal absorbe une part de l'énergie émise par le foyer par convection et par rayonnement parfois même aussi par conduction. Immédiatement la plaque se met à rayonner vers la pièce bien mieux que pourrait le faire une maçonnerie. Il s'agit alors de

¹⁶⁴ GREGOIRE Paul-Christian, *Moines & métallurgie dans la France médiévale*, AEDEH Picard Diffusion, Paris, 1991, p. 127.

¹⁶⁵ Idem, p. 130.

¹⁶⁶ LECOQ, Op. Cit, p. 90.

¹⁶⁷ Idem.

¹⁶⁸ Notes provenant du séminaire de Denis Woronoff, résultats de dépouillements d'inventaires après décès.

s'approcher de ce que l'on appelle un corps noir, absorbant absolu¹⁶⁹.

Notons que cette utilisation d'une plaque de fonte en contre-cœur comme élément radiant résulte d'une approche intuitive ou expérimentale car sur le plan théorique le caractère rayonnant de la chaleur ne sera mis en valeur qu'en 1777 par Carl Scheele¹⁷⁰.

Les formes des taques sont variées souvent rectangulaires, elles sont découpées en parties supérieures : courbes, formes rectilignes, coins coupés, lobes, etc. La date figure souvent sur le décor de la taque et son épaisseur varie de quelques centimètres jusqu'à 10 centimètres.

¹⁶⁹ Voir en annexe *Rayonnement, Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage, Appareil documentaire.*

¹⁷⁰ MAURY, Op. Cit, p. 61.

Les origines et la diffusion des poêles

Le monde du poêle

René Descartes évoque son expérience : *j'étais alors en Allemagne où l'occasion des guerres qui n'y sont pas encore finies m'avait appelé, et comme je retournais du couronnement de l'Empereur vers l'armée, le commencement de l'hiver m'arrêta en un quartier où ne trouvant aucune conversation qui le troublassent, je demeurais tout le jour enfermé seul dans un poêle, où j'avais tout loisir de m'entretenir de mes pensées*¹⁷¹. On constate donc que le terme poêle (poesle, poisle, pèle, etc.) désigne un espace chauffé, souvent un lieu public, et ceci jusqu'au XVIII^e siècle. L'instrument de chauffage de cet espace s'appelle un fourneau ou *fournel*¹⁷².

L'aire géographique principalement concernée par ce type de chauffage est la zone alémanique : Autriche, Allemagne, Suisse, une partie de l'est de la France (Alsace, Lorraine, Savoie) tant pour des raisons culturelles que climatiques. La diffusion était cependant plus large même si cela restait sans doute marginal. Ainsi cette maison noble de Créhange (Luxembourg) témoigne d'une attention accrue au confort : la chambre associe un poêle et une cheminée et le lit est disposé dans une alcôve au-dessus d'un four qui chauffe les dalles du sol¹⁷³. Le poêle était également connu en Provence et dans le comté de Bourgogne. Des morceaux de céramique de poêle sont exposés au Palais des Papes à Avignon provenant d'une fouille dans un des hôtels de la ville. Au XV^e siècle, il fut volontairement introduit ailleurs, ainsi dans les mines de Jacques Cœur et dans certains châteaux du roi René qui fit appel à des

¹⁷¹ DESCARTES René, *Discours de la méthode*, Paris, Le livre de Poche, 1970, (1596–1650)

¹⁷² MINNE Jean-Pierre, *La céramique de poêle de l'Alsace médiévale*, éditions Publitotal, 1977, p. 13-22

¹⁷³ ZIMMER J., *La maison de Créhange, une résidence seigneuriale du XIV^e siècle*, Château-Gaillard, 1988. Cité par GARRIGOU GRANDCHAMP, Op. Cit, p. 92-93.

spécialistes venus d'Allemagne¹⁷⁴. Le fameux pavillon « des poêles » du château de Fontainebleau datant de 1538-1540 accueillait des poêles, ce terme est d'ailleurs utilisé par Le Primatice dans une lettre à Marie de Médicis : *allo appartamento che e fra la Chiesa e la poele*¹⁷⁵. Même si l'usage courant de ces poêles ne concerne qu'une partie restreinte de la France, les quelques exemples diffusés en dehors du domaine alémanique attestent la cohabitation entre les deux modes de combustion.

¹⁷⁴ BARTHELEMY Dominique, CONTAMINE Philippe, DUBY Georges, BRAUNSTEIN Philippe, « Les aménagements de l'espace privé », *Histoire de la vie privée, De l'Europe féodale à la Renaissance*, Seuil, Paris, T. 2, p. 496.

¹⁷⁵ BOUDON Françoise, BLECON Jean, GRODECKI Catherine, *Le château de Fontainebleau de François Ier à Henri IV, les bâtiments et leurs fonctions*, Picard, Paris, 1998, p. 66.

Les poêles de céramique

Si les plus anciennes représentations de poêles connues datent pour les fresques de Constance de la fin du XIII^e siècle et pour celles de Zürich du début du XIV^e siècle¹⁷⁶, les fouilles archéologiques et les archives laissent supposer que ce mode de chauffage existait depuis plusieurs siècles. Ainsi un poêle datant du X^e siècle a été trouvé à Saint-Gall, dans un monastère. Des tessons de poteries de poêles du XI^e et XII^e siècles ont été mis à jour dans des fouilles en Alsace.

Aux origines du poêle, celui-ci ne comportait ni décor, ni glaçure. Il était constitué d'un ensemble de poteries tronconiques creuses prises dans un glacié d'argile, partie ouverte vers l'intérieur et partie arrondie du fond apparente sur la surface (fig. 29). Ces poêles disposaient d'une calotte hémisphérique posée sur un corps cylindrique ou parallélépipédique s'appuyant sur un socle en pierre ou maçonné. Les raisons de l'utilisation de ces poteries pour la fabrication des poêles sont l'augmentation de la surface de contact entre l'intérieur et l'extérieur et l'alternance thermique dynamique entre zone d'accumulation et zone de réception, facilitant ainsi les transferts de chaleur. Il semble cependant que d'autres raisons puissent être avancées. Du premier siècle de notre ère chez les romains, à l'apparition des poêles, on ne saurait sous-estimer le rôle des poteries prises dans la maçonnerie de construction (fig. 30). Celles-ci servaient à l'allègement de la masse des coupes et des voûtes comme à la *villa* des Gordian à Rome, à Saint-Vitale de Ravenne ou à Sainte-Sophie d'Okhrida et pouvaient être utilisées dans différentes orientations¹⁷⁷. On trouve également ces poteries creuses dans les fours de grande taille (à pain ou de potiers) afin d'alléger la masse des murs difficiles à porter sans contreforts, bien que, dans ce cas, une épaisseur importante concoure à

¹⁷⁶ FRANZ Rosemarie, *Der Kachelofen*, Akademische Druck, Graz, 1981, p. 17.

¹⁷⁷ FRANZ Rosemarie, *Op. Cit.*, p. 15.

un bon rendement thermique. Notons que l'argile crue et l'argile cuite ont les mêmes coefficients de dilatation et de retrait ce qui permet des mises en chauffe successives sans aucune rupture entre les différents éléments¹⁷⁸.

Le passage des fourneaux d'argiles à la céramique décorée, s'opère de la manière suivante : l'argile disparaît peu à peu de la surface du poêle, mais assure toujours la cohésion interne et la liaison entre les éléments de poterie. On constate d'abord la rotation des poteries tronconiques (l'ouverture migre de l'intérieur vers l'extérieur), puis l'adjonction d'un cadre mouluré au XIV^e siècle enfin le passage à demi-poteries (l'axe de vue orthogonal à l'axe de tournage) tandis que les poteries plates ou en niches se couvrent d'émail (fig. 31). L'ornementation des niches s'opère grâce à des scènes en bas-relief dans le courant du XV^e siècle. C'est sur ces aspects esthétiques que porte la majorité des études sur les poêles : les différentes formes de poteries, leurs techniques de fabrication successives, les couleurs des émaux, la richesse de l'iconographie, les influences des autres domaines artistiques : architecture, sculpture, peinture, littérature¹⁷⁹. Des références écrites à ces fourneaux de poêles remonte, en France, au milieu du XV^e siècle.

Les poêles, aussi *Kachelofen*, sont composés de carreau ou brique de poêle nommés suivant les régions : « carron », « catelle », « claque ». Les artisans fabriquant ces objets sont appelés : « Caronnier », « catellier », « claquetier », «ournaliste », « poêlier » et sont rattachés à la corporation des maçons¹⁸⁰. Les éléments sont donc assemblés grâce à de l'argile. La partie basse, souvent surélevée du sol, accueille le foyer. Cette disposition permet de réchauffer l'air de la pièce par convection et

¹⁷⁸ MINNE Jean-Pierre, Op. Cit, p. 48-53.

¹⁷⁹ Idem, p. 357-375.

¹⁸⁰ Idem, p. 13-22.

circulation sous le poêle. Le foyer est le siège d'une combustion lente qui nécessite une petite quantité d'oxygène. L'alimentation du foyer se fait par l'arrière, grâce à une porte, le plus souvent dans une autre pièce. Ces espaces de services peuvent se situer dans une zone de circulation ou une pièce de service pour les châteaux ou les monastères (fig. 32). Dans le cas de l'habitat plus courant, il y a souvent la partie fourneau dans la cuisine et la partie poêle dans la salle. Il y a donc une opposition entre d'un côté une pièce principale propre, chauffée, sans aucune fumée, ni odeur et de l'autre l'arrière du poêle où sont chargés les combustibles et vidés les cendres. Il y a même des cas où une forme architecturale spécifique sert au chargement comme un oriel au château de Wasenbourg¹⁸¹. Dans les formes primitives de poêle, l'ouverture du foyer se trouvait dans la même pièce, lieu de la confection des repas, et du regroupement des habitants.

Au-dessus de la partie qui accueille le foyer, les produits de combustion s'élèvent dans des chambres de chaleur successives. Le poêle est en fait un labyrinthe à fumées où, par perte de charge provoquée l'argile accumule la chaleur pour la restituer ensuite vers la pièce. C'est ainsi que les volumes et les hauteurs des poêles sont importants afin d'obtenir un développé maximum de conduits.

L'évacuation des fumées se fait par le haut ou par l'arrière, un bon tirage n'est pas nécessaire, au contraire, cela stimulerait trop la combustion. Cette question de la position des évacuations de fumées est une des plus délicates, car les reconstitutions que l'on peut découvrir en Alsace, en Suisse, en Tchéquie sont pour la plupart aucunement fonctionnelles mais uniquement décoratives (fig. 33). Il n'y a donc aucune utilité à remonter la partie arrière ou le conduit de fumée. Cette attitude concerne aussi bien les musées où ces objets sont présentés que les pièces de réception de château dont on a reconstitué le décor originel ou probable. On en est

¹⁸¹ MESQUI, Op. Cit, p. 109.

donc réduit aux suppositions d'autant que les parties arrières sont souvent inaccessibles en raison de la proximité d'une paroi¹⁸².

Notons que depuis l'origine, les poêles peuvent être démontés très soigneusement puis déménagés d'une pièce à l'autre ou encore remontés avec d'autres éléments dans un nouvel ensemble. Il est donc très difficile de se faire une idée précise de ce qui serait l'original d'un poêle¹⁸³. Ce sont souvent les couleurs des émaux et les formes des carreaux de poêles qui permettent les datations.

L'intérêt de pouvoir bénéficier dans un volume d'un chauffage avec un bon confort thermique sans aucun des inconvénients des foyers ouverts : fumées, odeurs, courants d'air est certain. Le développement de ce mode de chauffage correspond aux zones les plus continentales de l'Europe où les températures peuvent être extrêmement basses. Pour le marquis de Montalembert : *Les occasions que j'ai eues pendant la dernière guerre, de faire plusieurs voyages en Suède, en Russie, & de faire différentes campagnes dans les parties les plus septentrionales de l'Allemagne, m'ont mis dans le cas de connoître les usages des peuples du Nord; ils sont supérieurs aux nôtres : la longueur de l'hiver, & la durée constante du grand froid, les a forcés d'avoir recours à des moyens de s'en garantir*¹⁸⁴. La vie s'organise donc autour de cette source de chaleur que l'on peut toucher sans risques et certains poêles possèdent des formes accueillantes avec des banquettes, où l'on peut s'asseoir ou même s'étendre (fig. 34)¹⁸⁵. Ainsi, Ronsard écrit dans *Discours à des mesures : Un habitant du Rhin en un poesle enfermé, a bien*

¹⁸² Il est tout à fait dommageable que ces objets remarquables soient uniquement traités comme des éléments décoratifs alors qu'ils sont également des objets techniques de tout premier ordre. Notons l'effort réalisé par l'écomusée d'Alsace, à Hungersheim, pour présenter les poêles de céramique et des constructions traditionnelles (bois et terre) remontés comme ils l'étaient autrefois.

¹⁸³ Il arrive pourtant que l'on change les poêles à cause d'un réaménagement intérieur ou pour obéir aux impératifs de la mode. M. T. Torche-Julmy mentionne que les poêles de Gouvernement de Fribourg sont changés deux à trois fois par siècle. HEILIGMANN-HUBER, Op. Cit.

¹⁸⁴ DE MONTALEMBERT Marc-René marquis de, *Cheminée poêle ou poêle françois*, L'Imprimerie Royale, Paris, 1766.

¹⁸⁵ Le tableau *Auf dem Ofen* du peintre suisse Albert Anker, accroché au Kunsthaus de Zürich représente deux petites filles endormies dans les bras l'une de l'autre sur un coussin déposé sur

interprété les Saintes Escritures, entre les gobelets, les vins, les injures... En Allemagne, ces pièces chauffées en permanence sont appelées *Stube*, toutes sortes d'activités s'y déroulent. Au milieu du XV^e siècle, un passage du *Livre de la description des pays* de Gilles le Bouvier, dit le Hérault Berry décrit : *Pour le froit qui fait es Alemaignes l'iver ilz ont fourneaulx qui chauffent par telle manière que ilz sont chaudement en leurs chambres, et l'iver les gens de mestier y font leur besongne et y tiennent leurs femmes et leurs enfans, et ne fault gueres de bois à les chauffer. Et les nobles et gens de guerre et aultres gens oyseulx y sont pareillement a jouer, chanter, boire et manger, et passer le temps, car ilz n'ont nulles cheminées* . Souvent, le poêle était entouré d'un ensemble de barres de bois en partie haute, celles-ci servaient à étendre des linges ou des vêtements humides.

L'objet poêle lui-même devient un élément décoratif important dans la pièce et il subit de nombreuses évolutions esthétiques ainsi que de sensibles variations de formes. On pourrait isoler une période gothique, tant sur la forme générale que sur le plan des décors des catelles plates et surtout celles en formes de niches. La période baroque est très illustrée également, les éléments structuraux sont alors de plus grande taille. Des formes géométriques sont aussi à l'honneur : des pyramides, des colonnes cylindriques... Le rapport au décor est encore parfois plus fort ainsi il y a des poêles qui imitent certains meubles, *Möbelofen*, comme les commodes ou encore des armoires¹⁸⁶. Il existe aussi des poêles sculptures avec des modèles en forme de statues, *Figurenofen*. On peut voir encore aujourd'hui des pièces tout à fait exceptionnelles comme le poêle Winterthur, de Ludwig Pfau, datant de 1620, présenté au musée suisse à Zürich. Une partie centrale en forme de tour encadrée par des emmarchements conduisant à des sièges traités comme des trônes, le

l'emmarchement d'un poêle de céramique de facture relativement simple. Rien ne pourrait mieux symboliser le confort et la sécurité du poêle et l'abandon qu'il permet que cette toile.

¹⁸⁶ Poêle en forme d'armoire datant de 1770 au Musée Unterlinden à Colmar et poêle en forme de commode Louis XV au Musée Lorrain à Nancy.

tout dans un cadre décoratif extrêmement dense tant en surface qu'en volume (fig. 35)¹⁸⁷.

Le poêle de céramique est de loin le mode de chauffage dont le rendement thermique est le meilleur en comparaison des foyers ouverts des cheminées. Il bénéficie d'une excellente inertie c'est pourquoi souvent *l'idéal c'est de chauffer ces poêle plusieurs heures avant le temps qu'on doit occuper les appartemens; ceux que l'on habite en se levant s'échauffent dans la nuit*¹⁸⁸. Selon les observations du marquis de Montalembert, le feu doit être lancé dans un premier temps : *alors ce brasier n'ayant plus besoin de l'air extérieur dès qu'il est couvert de cendres, permet de fermer les soupapes placées dans le haut des poêles, de façon que la chaleur du brasier étant contrainte d'en pénétrer les parois intérieures & extérieures, toute la masse s'échauffe, ainsi que la chambre dans laquelle elle est placée*¹⁸⁹. Donc, il y a alternance entre période d'alimentation et période de combustion lente jusqu'à extinction. La fréquence des alimentations dépend de la température extérieure, dans les pays nordiques : *on échauffe les poêles qu'une fois en vingt-quatre heures ; dans les froids médiocres (qui répondent à celui de notre grand hiver de 1709) on se contente de les chauffer deux fois dans trois jours*¹⁹⁰. De plus, ces poêles sont susceptibles de brûler des combustibles plus variés que les différentes essences de bois : paille, tourbe, charbon¹⁹¹. Ces poêles sont également économes *avec une diminution considérable dans la consommation des bois du Royaume*¹⁹².

Notons qu'il existe également des braseros en céramique en forme de petit poêles mobiles¹⁹³. Certains modèles possèdent des anses qui

¹⁸⁷ J'ai eu l'occasion de voir ce poêle exceptionnel montré dans le cadre de la reconstitution d'époque d'une salle de parade provenant de la maison Seidenhof au Landesmuseum de Zürich. Il est présent dans presque toutes les publications.

¹⁸⁸ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 7.

¹⁸⁹ Idem, p. 7.

¹⁹⁰ Idem.

¹⁹¹ GARRIGOU GRANDCHAMP, Op. Cit, p. 92-93.

¹⁹² DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 7.

¹⁹³ Quatre exemplaires sont exposés au Musée Lorrain de Nancy.

permettent le portage à froid, d'autres possèdent des roulettes. Des perforations sont présentes dans la matière, il n'y a donc pas d'étanchéité entre l'intérieur et l'extérieur contrairement aux vrais poêles. Les risques d'intoxications au monoxyde ou au dioxyde de carbone restent donc les mêmes qu'avec les braseros¹⁹⁴. Dans le *Vocabulaire des objets civils domestiques*, ces éléments sont dénommés poêles à braises et Madame de Pompadour en possédait un exemplaire¹⁹⁵.

¹⁹⁴ Voir en annexe *Risques des gaz de combustion, Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage, Appareil documentaire.*

¹⁹⁵ *Vocabulaire des Objets civils domestiques, Op. Cit, p. 751 et p. 42* : l'Inventaire des biens de madame de Pompadour est cité : *petit poêles roulant de terre cuite émaillée de fayence.*

Les poêles métalliques

Pendant la deuxième partie du XV^e siècle, et parallèlement aux poêles de céramique, on constate également l'apparition de poêles métalliques, aussi dénommés *eisenofen*. Le premier poêle métallique que l'on peut citer date de 1474 au château de Beilstein, Dillenburg (Allemagne)¹⁹⁶. Ces éléments sont en fonte, leur fabrication débute en Europe avec le XIII^e siècle, mais leur véritable exploitation prendra deux siècles de plus (fig. 36)¹⁹⁷. Vers 1400, l'utilisation de souffleries hydrauliques sur des hauts-fourneaux permet la naissance de l'industrialisation d'objets en fonte moulée, un siècle plus tard¹⁹⁸. On peut considérer ces poêles comme une transposition du principe du poêle de céramique avec une mutation du matériau, cependant, il existe une autre hypothèse. Selon certaines sources, la première phase de conception des poêles provient d'une modification du foyer ouvert : au fond d'une cheminée classique se tient une taque (plaque métallique de fond de foyer) et le mur au fond du foyer est absent¹⁹⁹. Ce dispositif permet de chauffer la pièce située derrière la taque : *C'est ainsi qu'on voit couler ces plaques de cheminée d'un très bon dessin (...) Les murailles des cheminées où l'on met ces plaques sont percées de sorte que, quand il y a du feu d'un côté, l'autre place est aussi chauffée*²⁰⁰. François Blondel dans son cours fait référence à ce type de dispositif²⁰¹. La phase suivante correspond à une extension en volume et en creux, dans la pièce voisine, de la taque de cheminée. On passe donc d'une surface à cinq surfaces chauffantes, dont l'assise. Ces poêles

¹⁹⁶ JOHANNSEN Otto, *Geschichte des Eisens*, Düsseldorf, 1953, p. 207.

¹⁹⁷ La fabrication du fer serait apparue chez les Hittites en Anatolie centrale au cours du troisième millénaire av. J.C., il faut attendre de 1 000 à 500 av. J.C. pour que cela concerne l'Europe occidentale. ANDRIEUX Jean-Yves, *Les travailleurs du fer*, Découvertes Sciences et techniques, Gallimard, Paris, 1991, 176 p.

¹⁹⁸ Plus de détails sur l'histoire de la fonte ont été donnés au sujet des taques.

¹⁹⁹ LEHNEMANN Wingolf, *Eisenöfen, Entwicklung, Form, Technik*, Callwey, München, 1984, p. 9.

²⁰⁰ GREGOIRE, Op. Cit, p. 134.

²⁰¹ BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie royale d'architecture*, Lambert Roulland, Paris, 1675, 799 p. Livre dixième : *Des lucarnes et des cheminées*, Chapitre II, p. 566.

métalliques sont largement surélevés du sol et reposent sur un piétement métallique ou parfois de pierre tailléefig. 37. Comme les taques, les trois plaques du poêle visibles sont décorées de bas-reliefs²⁰². Les parois du poêle, dont l'épaisseur est réduite par rapport à ceux de céramique, sont constituées de plaques de métal moulées d'un seul tenant et assemblées entre elles en périphérie. L'assemblage est réalisé par des cornières métalliques réunies par un système de boulonnage que l'on voit dépasser aux angles des poêles. Ces plaques sont réalisées comme des taques par moulage sur sable fin permettant des dessins assez sophistiqués.

Les premiers poêles métalliques sont de petites tailles et ne comportent pas de chambres de chaleur au-dessus du foyer. La forme d'abord rectangulaire peut se complexifier avec la multiplication de facettes dans la partie frontale. Les proportions restent réduites car cela ne présente pas d'intérêt thermique d'augmenter les dimensions. Quand l'espace à chauffer est vaste ; il vaut mieux utiliser deux poêles pour obtenir des résultats satisfaisants. L'avantage de ces poêles réside précisément dans leur volume réduit en comparaison des poêles de céramiques. Par ailleurs, ces éléments ont moins d'inertie thermique, donc le chauffage est plus rapide comme le refroidissement de l'appareil après combustion. Comme pour les poêles de céramique une bonne partie de la littérature concerne en fait des aspects décoratifs des plaques dont les thèmes esthétiques abondent : religion, chasse, mythologie, copies de tableaux. Pour Kurt Weber, l'âge d'or du poêle en fonte est le XVI^e siècle et, de cette période, des noms d'artisans et de dessinateurs de plaque nous sont parvenus²⁰³. Cet auteur évoque également le fait que les poêles restent

²⁰² LEHNEMANN, Op. Cit, p. 13.

²⁰³ WEBER Kurt, « *Zur Philosophie und zur Geschichte des Eisenkunstgusses* », *Ferrum*, Schaffhausen, n° 60, sept. 1988, p. 29.

alors des objets coûteux et qu'ils sont acquis d'abord par les monastères, les hôtels de ville, et par des quelques particuliers aisés²⁰⁴.

Au XVII^e siècle, les techniques de moulage se perfectionnant grâce à l'art militaire, les formes évoluent. Les éléments moulés sont plus grands et parfois de formes cylindriques. Des poêles de formes cylindriques sont réalisés en plusieurs parties assemblées par des joints (fig. 38). Ces poêles sur plan circulaire ressemblent à des canons dressés, *kanoneofen* ou *blummerofen*, et s'élèvent beaucoup plus haut (1,60 à 1,80 mètres) que les précédents. Ces appareils sont assez proches des ensembles de céramique. On rencontre également des formes pyramidales ou des sculptures représentant les personnages ou des éléments décoratifs comme des colonnes. L'évacuation des fumées se fait par le haut grâce à un conduit.

Par la suite, on assiste à une complexification des formes, comme on le voit dans l'ouvrage de Johann Jacob Schüblern datant de 1728²⁰⁵. On connaît au XVIII^e siècle un certain nombre d'artisans poêliers dont les Acker de Strasbourg²⁰⁶.

Les poêles métalliques et de céramique fonctionnent selon les mêmes modalités : chargement à l'arrière, combustion lente. Il existe cependant des différences : la céramique et l'argile ont une importante inertie thermique ce n'est pas le cas du métal. Ce qui veut dire que le poêle métallique chauffe beaucoup plus vite et que la température de surface externe s'élève rapidement. Une fois la quantité de combustible épuisée la température du poêle descend rapidement. Dans le cas des poêles de céramique, la montée en température du poêle est considérablement plus lente, la température de surface est plus basse. Il n'y a pas de risque de se

²⁰⁴ Idem, p. 28, Kurt Weber cite dans cet article l'importance des recherches historiques sur le poêle métallique du Professeur Docteur Albrecht Kippenberger (1890-1980) p. 26.

²⁰⁵ SCHÜBLERN Johann Jacob, *Aussliche Vorstellung und deutlicher Unterricht von Zierlichen beqemen und holtz ersparenden Stüben-Oefen*, Weiglers, Nüremberg, 1728.

²⁰⁶ Direction des Antiquités historiques d'Alsace, *Le chauffage domestique en Rhénanie de l'époque romaine à nos jours*, non publié, Strasbourg, 1976, p. 17.

brûler par contact et il est possible de s'asseoir sur certains poêles. Après la période de combustion, la chaleur subsiste et se diffuse doucement dans la pièce.

Une solution originale allie les avantages des uns et des autres : les poêles mixtes appelés aussi *Aufsatzofen* (fig. 39). La partie inférieure du poêle est constituée d'un poêle métallique et la superstructure d'un poêle de céramique. Cette alliance donne lieu à toutes sortes de solutions esthétiquement étranges ou spectaculaires...

Une nouvelle évolution du poêle métallique date de la fin du XVIII^e siècle. Elle correspond à la réalisation de chambres de chaleur dans la superstructure avec des espaces lacunaires par lesquels passent de l'air. Ces poêles sont appelés poêle à étages ou *Etagenofen* (fig. 40). Ils ont la forme d'une échelle dont la taille des barreaux serait largement surdimensionnée. Sur le même principe, on trouve également des versions en spirales ou des pyramides perforées. Ce type de poêle est très élancé de manière à ce que la surface de contact soit maximale.

Les poêles en France au XVIII^e siècle et début XIX^e

La diffusion des poêles reste longtemps marginale en France, hors régions de l'Est. Méanmoin, on peut citer quelques cas : *un poêle de terre plombée, fort bien accomodé* à Rouen en 1586²⁰⁷. En 1619, le peintre François Keslar propose aux Français, le fourneau à l'allemande en éditant : *Espargne bois, c'est-à-dire Nouvelle et par ci-devant non commune ni mise en lumière, invention de certains et divers fourneaux artificiels, par l'usage desquels, on pourra annuellement espargner une infinité de bois et autres matières nourrissant le feu et néanmoins entretenir les poêles une chaleur commode et plus salubre*²⁰⁸. Il présente toutes sortes de modèles pour toutes les bourses et faits de matériaux divers : *à étage, à gril, à bouilloire, à fourneau, en fer battu, en brique, en faïence, utilisable en petite et en grande chambre, avec architraves et frises, ou simples bordures ornementées à la bourgeoise.*

Au XVII^e siècle, quelques grands personnages en possèdent. En 1648, un poêle a été réalisé par le céramiste Antoine Cléricy pour l'appartement du cardinal de Mazarin au Palais Royal²⁰⁹. Dans l'inventaire de Catherine de Saint-Maure figure : *un poesle de terre cuite verte à fleurs de lys* ; de même, deux poêles de faïence ont été installés dans l'orangerie de Saint-Germain en 1665²¹⁰. En 1672, un marchand de fer installe trois *grands poesles de fonte d'Allemagne* au

²⁰⁷ Déclaration des meubles que Guillaume Péricard, chanoine, entend à la fabrique de la cathédrale de Rouen (26 juin 1586) cité par HAVARD Henry, « Poêle », *Dictionnaire de l'ameublement et de la décoration depuis le XIII^e siècle jusqu'à nos jours*, Librairies imprimeries réunies, Paris, p. 443.

²⁰⁸ KESLAR F., *Espargne bois, c'est-à-dire Nouvelle et par ci-devant non commune ni mise en lumière, invention de certains et divers fourneaux artificiels, par l'usage desquels, on pourra annuellement espargner une infinité de bois et autres matières nourrissant le feu et néanmoins entretenir les poêles une chaleur commode et plus salubre*, Oppenheim, 1619.

²⁰⁹ Ce poêle a coûté 90 livres, HAVARD Henry, « Poêle », *Dictionnaire de l'ameublement et de la décoration depuis le XIII^e siècle jusqu'à nos jours*, Librairies imprimeries réunies, Paris, p. 443.

²¹⁰ Idem, p. 443.

château de Saint-Germain-en-Laye et, quatre ans plus tard, on trouve un grand poêle de fer au château du Val ²¹¹.

La diffusion des poêles s'opère finalement au cours du XVIII^e siècle, qui voit s'améliorer le confort thermique avec l'augmentation du nombre des cheminées et l'amélioration de leurs performances.

Même si la cheminée reste le moyen de chauffage domestique majoritaire, elle n'est plus seule. L'existence d'un certain nombre de recueils de dessins de poêles de céramique, datant du XVIII^e siècle dans les collections parisiennes de dessins, atteste de la diffusion tardive mais réelle de ces objets : Le Canu, Ollivier, Neufforge²¹².

Cependant, le caractère spectaculaire de certaines pièces ne les destine pas à l'habitat courant. Dans l'inventaire des biens de Madame de Pompadour datant de 1764 on trouve « un poêle de fonte de fer »²¹³. Le duc de Luynes écrit dans ses mémoires (1735-1758) sur l'introduction de poêles à Versailles : *On vient d'établir deux grands poêles, l'un dans le salon avant la chapelle vis-à-vis de la croisée du milieu, l'autre dans le salon d'Hercule vis-à-vis de la cheminée. On n'a pas mis de chapiteau à celui-ci, pour ne pas cacher le beau tableau qui est cette cheminée. Depuis le commencement de cet hiver, a établi un troisième poêle ; c'est dans la salle des cents suisses, au-dessous de la comédie*²¹⁴.

Ollivier

Dans le texte qui accompagne son catalogue de poêles le Sieur Ollivier aborde dans un but de promotion la question de l'économie de combustibles : *Dans l'intérieur, leurs fours et fourneaux, par un mécanisme*

²¹¹ Idem, p. 444.

²¹² LE CANU, *Poêles antiques*, la veuve Chereau, Paris, 18 p.

OLLIVIER, *Collection de dessins de poêles de formes antiques et modernes*, Paris, Bibliothèque Doucet, Album Maciet, bibliothèque des Arts décoratifs.

NEUFFORGE Jean-François de, *Recueil élémentaire d'architecture*, chez l'Auteur rue St. Jacques au Chariot d'or, Paris, 1757, pl. 296 & 311.

²¹³ *Vocabulaire des Objets civils domestiques*, Op. Cit, p. 742.

²¹⁴ Extrait des Mémoires du Duc de Luynes, t. XVI, p. 348, cité par HAVARD, Op. Cit, p. 444.

peu connu jusqu'à présent, offrent l'avantage inappréciable de combiner l'air et le feu de manière à réunir dans un même foyer et les ardeurs brûllantes de midi et la bise du nord, avec moitié moins de combustibles qu'en consomment les Poëles ordinaires²¹⁵. Parmi les dix-huit modèles proposés, certains restent assez classiques, alors que d'autres font preuve d'excentricité (fig. 41). À l'extérieur, ils sont sans joints apparens et exempts de gercer, comme tous ceux qui existent; il exécute sur leurs émaux toutes sortes de sujets d'histoire, camés ou figures détachées ou en relief, coloriés avec les teintes les plus vives, tirées des minéraux et fixées au feu, ce qui les rend semblables à la belle porcelaine, et résistibles à toutes les intempéries des saisons ou un laps de temps. Ils peuvent orner, dans tous les emplacements possibles, isolés, en encoignures, ou meubles, les lieux publics et les appartemens les mieux décorés. Il peut, d'après une recherche exacte des plus beaux monumens de l'architecture ancienne et moderne, varier toutes les formes de ses Poëles, et les adapter, avec goût, à l'ordre de l'appartement et au ton du meuble. En 1806, le même Ollivier propose un brevet concernant un *calorifère salubre*, en fait, une cheminée à petit foyer ouvert surmonté d'un poêle de céramique²¹⁶. Un poêle de céramique qui, selon moi, pourrait être attribué à Ollivier se trouve dans la salle à manger du château de Montjeoffroy cité par Pierre Verlet dans son ouvrage sur *la maison du XVIII^e siècle en France*²¹⁷

Les membres de l'Académie d'architecture demandent des rapports sur ces modes de chauffage et envisagent concrètement d'en acquérir un à leur propre usage : *Enfin, il a été fait lecture d'une seconde lettre de Monsieur le comte d'Angeviller adressée, comme la précédente, à M. Mique, par laquelle il autorise la construction d'un poêle, sur les procédés indiqués par M. Le Roy, pour rendre la pièce de la*

²¹⁵ OLLIVIER, Op. Cit, 18 pl.

²¹⁶ Dossier CNAM N25 : courrier, dessin et imprimé : *Calorifères Salubres de l'invention de Louis-François Ollivier, Ancien Manufacturier de Fayence ; Porcelaine, Minium et Terre blanche à couverte de Porcelaine, rue de la Roquette n° 37 faugbourg Saint-Antoine avec Brevet d'Invention*, Orizet, Paris, 1806, 6 p. Ce poêle cheminée ressemble aux modèles de poêles de Désarnod mais en céramique.
AN F/12/1005b brevet d'Ollivier.

²¹⁷ VERLET Pierre, *La maison du XVIII^e siècle en France*, Baschet et Cie, Paris, 1966, p. 45 & p. 263.

bibliothèque et des commissaires plus saine et prévenir l'humidité qui gêne les livres et les papiers. Enfin, M. Dubois, sculpteur poëlier, a présenté des parties de poches peintes aux émaux de porcelaine, et l'Académie, pour examen de cette sorte d'invention, a nommé commissaires pour en faire rapport MM. Trouar, Mauduit, Jardin et Guillaumont²¹⁸. Ainsi le marquis de Montalembert, membre de l'Académie des Sciences et aristocrate, qui a eu l'occasion de voyager en Allemagne, Suède et Russie, étudie les poêles et en installe un chez lui en 1749. Après avoir évoqué les performances thermiques de cet objet, il ajoute : ces méthodes réunissent donc plusieurs grands avantages, l'agrément & l'économie, avec une diminution considérable dans la consommation des bois de Royaume²¹⁹.

Walter Bernan dans son étude historique attribue au marquis de Montalembert l'introduction du poêle russe à Paris en faisant venir pour ce faire des artisans poëliers russes²²⁰

Persuadé de la performance thermique et de l'économie de combustible que permettent ceux-ci, il pense pourtant que le poêle ne correspond pas à la sensibilité esthétique nationale ainsi il écrit : *en France ; on y est trop attaché à la symétrie & à l'agrément des décorations intérieures (...) Il faut avouer que ces gros poêles sont forts vilains & fort embarrassans (...) Nos yeux sont faits à la forme des cheminées²²¹. Dans la partie suivante nous pousserons plus avant l'analyse des freins à l'évolution des progrès techniques²²².*

²¹⁸ Les lundy 10e Mars 1788 et lundy 26e Janvier 1789 dans VIENNOT M. W., *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture 1671-1793*, Tables, Vol. 10, Ed. Lemonnier Henry, Armand Colin, Paris, 1929.

²¹⁹ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 7.

²²⁰ BERNAN, Op. Cit, p. 178 : *To M. Montalambert, says M. Morveau, is due the first introduction into France of stoves on the russian construction. He called them cheminées poëles, and about 1767 several were erected at Paris; and even some Russian workmen were brought thither in order to have every advantage that the most perfect construction afforded. (rep. of Arts, vol. ii. p. 37)*

²²¹ DE MONTALEMBERT Marc-René marquis de, *Cheminée poêle ou poêle françois*, L'Imprimerie Royale, Paris, 1766, p. 7.

²²² Dans le chapitre *obstacles au confort* cette question est traitée.

François Blondel qui a voyagé en Allemagne écrit : *J'en ay vû d'autres en une infinité de formes agreables comme de belles Colonnes sur pedestaux & avec leurs entablemens, qui estant creux par tout recevoivoient la chaleur du dehors & la communiquoient doucement au dedans. Ce que je rapporte afin de faire voir que l'on peut faire servir les plus beaux ornements de l'architecture non seulement à la decoration & à la magnificence des Ouvrages, mais même à l'utilité & à la commodité des lieux où ils sont posez*²²³.

D'après les inventaires, ces poêles étaient en faïence mais aussi en fonte de fer ou tôle ; ils étaient de forme carrée, ronde ou en cloche, certains étant mobiles et munis de roulettes. Les poêles métalliques semblent beaucoup plus accessibles financièrement (10 à 20 Louis), ce qui facilite leur diffusion²²⁴. Au Musée de l'histoire du Fer de Jarville, se trouve un fourneau en fer plat riveté datant du XVIII^e siècle qui permet de se faire une idée de ce que pouvait être ces objets (fig. 42). Ils étaient raccordés à des tuyaux de tôle vers l'extérieur ou dans les conduits de fumées²²⁵. Certains modèles sont réalisés en fonte, dont l'industrie évolue très lentement du XVI^e au XVIII^e siècle malgré les expériences de fonte de coke d'Abraham Darby à Coalbrookdale en 1709²²⁶.

À Paris de 1740-1750, moins d'un quart des demeures possèdent un poêle ; ce chiffre s'accroît quelque peu par la suite. Pourtant les Français s'équipent lentement malgré les avantages : une incontestable qualité thermique, un coût raisonnable et des économies de combustible en perspective. Ne sont dotés d'un poêle que 40 % des foyers de Saint-Germain-l'Auxerrois entre 1768 et 1790, 35 % de ceux de Saint-Eustache en 1770-1772, 17 % de ceux de Saint-Etienne-du-Mont et de Saint-

²²³ BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie royale d'architecture*, Lambert Roulland, Paris, 1675, 799 p. Livre dixième : *Des lucarnes et des cheminées*, Chapitre II, p. 566.

²²⁴ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 335, & ROCHE Daniel, *Le peuple de Paris, essai sur la culture populaire au XVIII^e siècle*, Aubier Montaigne, Paris, 1981, p. 141.

²²⁵ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 336-337.

²²⁶ ANDRIEUX, Op. Cit, p. 17.

Nicolas-du-Chardonnet durant la même période²²⁷. Souvent poêle et cheminée cohabitent et le poêle est souvent un appoint. Les poêles sont souvent placés dans des cabinets, des salles à manger ou des chambres et très rarement dans les pièces de réception qui garde la cheminée comme ornement essentiel. Jean-François Blondel conseille dans ces préceptes généraux concernant la distribution de placer des poêles dans les antichambres *qui sont les secondes pièces d'un bâtiment*²²⁸. Ainsi le riche marquis de Féline, en 1772, réclame dans son bail : *dans la salle à manger sera un poêle qui remplira la baie vuide qui se trouve entre la première antichambre et la salle à manger et qui échauffera ces deux pièces, ce poêle sera recouvert d'une tablette de marbre*²²⁹. Le marquis de Montalembert évoque également l'usage du poêle dans certaines pièces : *Je n'ignore pas que depuis quelques années on a construit à Paris, dans plusieurs antichambres, des poêles dans les formes ordinaires, qui échauffent en même temps une antichambre supérieure par un repos de chaleur*²³⁰. Louis Sébastien Mercier écrit quant à lui que les poêles : *ont le défaut de rendre frileux ; ils ne sont à leur place que dans les antichambres, dans les endroits où l'on mange et dans les cafés où les désœuvrés vont héberger leur oisiveté et se tapir contre les rigueurs du froid*²³¹. Dans les inventaires cités par Pierre Verlet dans *la maison du XVIIIe siècle en France* on constate que les poêles de faïence, évalués de 8 à 10 livres, sont installés dans les salles à manger et dans une salle dont la fonction est indéterminée. Les poêles de fonte de fer sont quant à eux disposés dans un vestibule, une antichambre, un atelier de sculpture²³². Les lieux collectifs comme les cafés sont des espaces privilégiés pour l'usage des poêles. D'après Annik Pardailhé-Galabrun, le premier poêle

²²⁷ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 335.

²²⁸ BLONDEL Jacques-François, *Architecture française*, vol. 1, Charles-Antoine Jombert, Paris, p. 29.

²²⁹ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 336.

²³⁰ DE MONTALEMBERT, Op. Cit.

²³¹ MERCIER Louis-Sébastien, *Les tableaux de Paris*, tome 10, p. 183.

²³² VERLET Pierre, *La maison du XVIIIe siècle en France*, Baschet et Cie, Paris, 1966. *Inventaire après décès du sculpteur Jacques Verberck 18-20 décembre 1771*, p. 248, 252, 255 ; *Etat des meubles du chateau de Montjeoffroy, fait en Août 1775*, p. 260, 263 ; *Palais de Bourbon 1779, Inventaire de l'appartement de S.A.S. Mgr le Prince de Condé*, p. 271.

trouvé dans un inventaire à Paris en 1747 l'aurait été chez le limonadier Jacques-Georges Gouget²³³. À la fin du XVIII^e siècle à Paris, on trouve des poêles dans 75 % des limonadiers et 80 % dans les autres boutiques. Ainsi l'étude du notaire Louis-Claude Plastrier, rue Saint-Antoine, est chauffée par un poêle de fonte « de médiocre grandeur » destiné au chauffage de cet espace de travail²³⁴. Dans le marché passé en date du 24 novembre 1774 avec Jean-Louis Barbier, quincaillier, pour le bureau de l'Hôtel de Ville pour fourniture et réparation de poêles de fonte servant dans l'intérieur de l'Hôtel de Ville et dans les corps de garde ; on trouve, 13 poêles de fonte et 7 de faïences dans les corps de garde des remparts et des quais²³⁵. Les ateliers d'artistes reçoivent également des poêles : chez Bouchardon (1762), chez Michel-Ange Slodtz (1764), chez François Haize (1766), chez J.-B. Massé (1767), chez Benoit Audran (1772) chez Bachelier (1773), chez Pilippe Le Bas (1783)²³⁶.

On remarque que les poêles sont aussi installés dans les jardins d'hiver, lors de l'assemblée du 9 janvier 1775 : *ont été mis sous les yeux de l'Académie plusieurs modèles de poêles en relief et, entre autres, celui inventé et exécuté par le sr Bartolin en 1774, au jardin royal des plantes*²³⁷.

Si on se réfère au *Dictionnaire historique des arts, métiers et professions exercés depuis le XVIII^e siècle*, à la rubrique poêlier on apprend que ceux-ci sont souvent d'origine étrangère, sinon étrangers eux-mêmes²³⁸. Les poêliers dépendent des corporations des faïenciers ou des chaudronniers suivant les matériaux utilisés. Le terme fumiste apparaît dans le *Dictionnaire de l'Académie* qu'en 1724, ils sont issus des professions de couvreurs ou de maçons. *Vers 1776, un sieur Dubois, établit rue de*

²³³ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 335.

²³⁴ Idem, p. 329.

²³⁵ Archives Nationales, AN : Z'H/652 cité par ROCHE Daniel, *Le peuple de Paris, essai sur la culture populaire au XVIII^e siècle*, Aubier Montaigne, Paris, 1981, p. 142.

²³⁶ HAVARD Henry, « Poêle », Op. Cit, p. 448.

²³⁷ Le 9 Janvier 1775, VIENNOT M. W., *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture 1671-1793*, Tables, vol. 10, Lemonnier Henry, Armand Colin, Paris, 1929.

²³⁸ FRANKLIN Alfred, « Fumiste », « Poêlier », *Dictionnaire historique des arts, métiers et professions exercés dans Paris depuis le XIII^e siècle*, Paris-Leipzig, 1906.

Charenton, annonçait qu'il dessinait, modelait et faisait exécuter dans sa fabrique toutes sortes de poêles, dans les formes qui lui paraissent le mieux convenir, suivant les emplacements. Le poelier ordinaire du Roi était le sieur Kropper, qui demeurait rue de la Roquette. Il y tenait une des plus fameuses fabrique de poêles de fayence de toute espèce, dans les goûts les plus nouveaux et les plus recherchés²³⁹.

Dans le *Dictionnaire historique des arts*, il est également question d'un poelier Lefebvre qui, en 1777, propose un poêle mobile dans différents supports : *ces poêles, garnis de leurs tuyaux, se posent en moins de cinq minutes et échauffent une pièce, de quelque grandeur qu'elle puisse être en moins de dix. On les transporte facilement d'un appartement à un autre, sans fumée et sans avoir à craindre le feu, dans les endroits même garnis de tapis²⁴⁰.*

Selon Louis Sébastien Mercier : il a fallu faire venir des fumistes d'Italie²⁴¹. Il n'y a pas d'entrée poelier ou fumiste dans l'*Almanach général du Commerce* de 1790, par contre à porcelaine se trouve : *Poêles de faënce. On en fait de toutes sortes de formes & de grandeurs, ornés & non ornés. Manufacturiers, MM. Boucher, rue de la Roquette. Bruines, rue de Bondy. Giot, rue de Fourcy. Hirne, rue Contrescarpe-St.-Antoine. Dague, rue de la Roquette. Kropper, rue de la Roquette. Marantin, faubg. St.-Martin. Muller, rue de la Roquette. Renaud, faubg. St.-Denis²⁴².*

On constate la même tendance dans les *Almanach du Commerce* du début du XIX^e siècle²⁴³. Entre 1815 et 1835, le nombre de patronyme de consonnance italienne représente entre une moitié et un tiers des poeliers. Quelques poeliers d'origine alémanique les accompagnent. Ces artisans sont situés dans des aires parisiennes particulières : la rue de la

²³⁹ FRANKLIN Alfred, « Poelier », *Dictionnaire historique des arts...*, Paris-Leipzig, 1906, cite l'*Almanach Dauphin* année 1777.

²⁴⁰ FRANKLIN Alfred, « Poelier », Op. Cit.

²⁴¹ MERCIER Louis Sébastien, *Tableaux de Paris*, vol. X, p. 306, cité par Franklin.

²⁴² GOURNAY, *Almanach général du Commerce, Tableau général du commerce, des marchands, négociants, armateurs, &c. de la France, de l'Europe, & des autres Parties du Monde*, Belin, Paris, 1790, p. 584.

²⁴³ En annexe, il y a un *tableau chronologique des patronymes des poeliers fumistes* qui rassemble ces différentes données provenant des différentes éditions de l'*Almanach du Commerce Bottin* (1815-1834).

Roquette et le faubourg Saint-Antoine, le faubourg Saint-Martin et le faubourg Poissonnière.

La diffusion des poêles se poursuit pendant la période révolutionnaire, en raison des pénuries de bois qui l'accompagne. Le poêle demeure au début du XIX^e siècle le nouveau moyen moderne de chauffer.

Les traités d'architecture et la question du chauffage

Comment le chauffage est envisagé par les architectes et comment ils l'évoquent à travers leurs traités. Le moyen de chauffage auquel il est fait référence est principalement la cheminée. En annexe, on trouvera, sous la forme d'un tableau, la liste des traités d'architecture et recueils de dessins mis en parallèle avec les traités de chauffage et les dates clefs de la physique de la chaleur²⁴⁴. Cela permet de visualiser l'évolution de la question selon des époques. On pourrait classer les différentes approches de la manière suivante : des recueils de dessins à la manière de modèles à copier, des traités théoriques où le chauffage est abordé parmi d'autres sujets, les guides à la construction individuelle. Quelle que soit l'approche adoptée nous n'approfondirons pas les aspects décoratifs.

Nous avons vu comment Vitruve traitait la question par la description des hypocaustes.

Jacques Androuet du Cerceau (1515/1520-1585/86)

Androuet du Cerceau propose une série de 20 dessins « modèles » ainsi qu'un court texte de présentation : *En la premiere partie sont designées vingt ordonnances de cheminées toutes différentes : dont les unes sont legeres & de petite pris, les autres riches & somptueuses, & les autres de façon moyenne (...) pour s'en servir les chambres, garderobes & moyennes salles*²⁴⁵. Notons que les chenêts font partie de l'ensemble et qu'ils sont chaque fois différents (fig. 43). Certains modèles sont extrêmement ornés, avec par exemple, des sculptures représentant des personnages en pied. Il n'est pas fait

²⁴⁴ Voir en annexe *Tableau chronologique des traités d'architecture et de chauffage*, dans *Appareil documentaire*

²⁴⁵ ANDROUET DU CERCEAU Jacques, *Second livre d'architecture*, Paris, 1561.
réédition : *Les trois livres d'architecture*, Gregg Press, Ridgewood, 1965.

référence à d'éventuelles dimensions tant sur les dessins que dans le texte.

Philibert de l'Orme (1515-1570)

En 1561, Philibert de l'Orme consacre un livre entier, le neuvième, à la description, l'ordonnance et les ornements des cheminées, c'est-à-dire une vingtaine de pages déclinées en 13 chapitres, avec quelques dessins en regard du texte (fig. 44)²⁴⁶. Cinq des 13 chapitres traitent des problèmes de fumée, les autres évoquent la décoration, les proportions, les positions de la cheminée dans les pièces suivant leur fonction, les cheminées et fours de cuisine. Pour de l'Orme, la position idéale de la cheminée des salles est l'axe du mur. Pour les chambres, il conseille de décentrer la cheminée afin de pouvoir mettre le lit dans l'autre partie (le feu ne peut donc pas se transmettre au linge). L'architecte donne des dimensions des foyers en fonction du type de pièce. Pour les salles, il indique 6 pieds (1,94 m) de large, 4,5 pieds (1,45 m) de hauteur et 3 pieds (0,97 m) de profondeur. Pour les chambres, il recommande plutôt 5,5 pieds (1,78 m), 4 pieds (1,29 m) de hauteur et 2,5 pieds (0,81 m) de profondeur. Pour les garde-robes, de l'Orme propose 4,5 pieds (1,45 m) de largeur, 3,5 pieds (1,13 m) de hauteur et 2,25 pieds (0,73 m) de profondeur.

L'architecte fait toute une série de propositions afin de réduire les fumées. Nous verrons que c'est un thème récurrent prouvant, à lui seul, que tous les moyens mis en œuvre sont illusoire ! Les premières solutions concernent le foyer : *J'ay expérimenté une chose estre fort bone pour garder qu'il ne fume dans une salle, ou chambre, c'est de mettre les cheminées dedans le mur tant avant que faire se peut (...) Je trouve d'avantage qu'en*

²⁴⁶ DE L'ORME Philibert, *Traité d'architecture*, réédition de 1561 et 1567 par Pérouse de Montclos Jean-Marie, Léonce Laget, Paris, 1988, édition originale 1648.

*faisant bas les manteaux de cheminées, cela sert qu'elles ne soient sujettes à fumée & que le visage ne soit offensé en se chauffant*²⁴⁷.

De l'Orme évoque également des problèmes spécifiques : *Quand les petits lieux, comme garderobbes & cabinets, sont si bien serrez et clos que le vent n'y peult entrer, indubitablement ils sont sujets à fumées, auxquelles ils est fort difficile de pouvoir remedier, pour autant que de tels lieux n'ont que une ouverture (...) Ainsi est il des petits lieux, estant si bien clos & fermez que le vent & l'air n'y peut aucunement entre. D'autres raisons sont invoquées, l'action du vent dans le conduit qui rabattrait les fumées vers la pièce : le remède est de faire une séparation par le milieu du tuyau qui soit de la largeur de l'ouverture, & plus deliée, avec moins d'espaisseur que faire se peult*²⁴⁸.

De l'Orme évoque une solution disposée au niveau des souches de cheminées en toitures dont le Seigneur Cardan serait l'auteur. Le conduit de forme carrée est entouré de demi-cylindres ou rectangles creux qui, permettant le passage de l'air extérieur, provoquent l'aspiration des fumées (fig. 45). Une autre solution proposée par l'architecte est le positionnement d'un vase métallique rempli d'eau dans la hotte : *Et plus il y aura grand feu à les eschauffer, plus elles souffleront vehementement et de grande force*²⁴⁹. Ce dispositif crée un courant ascendant qui favorise le tirage, on peut cependant s'interroger sur l'introduction de vapeur dans les conduits. Toutes ces tentatives diverses révèlent le souci de l'architecte d'améliorer le confort de ses contemporains. Il n'hésite pas à recourir à des stratégies à différents niveaux. Il ne se contente pas de décrire l'objet cheminée mais l'inscrit dans la composition générale de la pièce.

²⁴⁷ *Singuliers moyens pour empescher que les cheminées ne rendent fumées dans les maisons* Chap. VII. Idem, p. 267.

²⁴⁸ Idem, p. 268.

²⁴⁹ Chap. VIII, Idem, p. 271.

Andrea Palladio (1508-1580)

L'approche d'Andréa Palladio dans le livre I, chapitre 27, en 1570, est nettement plus sommaire²⁵⁰. Il aborde aussi la question de la fumée et des proportions des conduits pris dans l'épaisseur des murs, mais ne propose pas de la décoration.

Sebastiono Serlio (vers 1480, vers 1554)

En 1575, Sebastiono Serlio aborde le sujet des cheminées dans son ouvrage *I sette libri dell'architettura* où il compare, dessins à l'appui, les cheminées à l'italienne et à la française²⁵¹. Les premières possèdent un manteau de forme pyramidale porté par des colonnes et non des jambages pleins. Les secondes ont la forme de parallélépipèdes et utilisent le recours aux ordres décoratifs (fig. 46). Certains exemples présentés ressemblent vraiment à des façades où même des arcs de triomphe. L'architecte dessine également des souches de cheminées dont les modèles extrêmement complexes s'inspirent de ceux du château de Fontainebleau²⁵².

Vincenzo Scamozzi (1548-1616)

Dans son ouvrage, *L'idea della architettura universale*, Vincenzo Scamozzi traite des cheminées²⁵³. Dans la seconde partie, le livre sept, chapitre XXXV, il propose plusieurs dessins de cheminée, l'une à la romaine, une autre à la vénitienne, enfin l'une dernière très ornée (fig. 47). Dans la

²⁵⁰ PALLADIO Andrea, *Architecture*, Ange Pasinelli, Venise, 1740, édition originale 1570.

²⁵¹ SERLIO Sebastiano, *I sette libri dell'architettura*, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1987, livre 7.

²⁵² GUILLAUME Jean, *Sebastiano Serlio*, Centro Internazionale di Studi di Architettura, *Andrea Palladio di Vicenza*, Electa, Milano, 1989, p. 67.

²⁵³ SCAMOZZI Vincenzo, *L'idea della architettura universale*, 1615, réédition, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1982.

seconde partie, le livre 8, chapitre XIII, c'est par le biais de la construction que les cheminées sont évoquées.

Pierre Le Muet (1591-1669)

En 1623, Le Muet propose un ouvrage destiné à un public non aristocratique : *Manière de bastir, pour toutes sortes de personnes*²⁵⁴. Il n'y a pas de dessins concernant les cheminées dans ce recueil, cependant sur les plans des maisons, on peut voir l'emplacement des cheminées et le passage des conduits. Dans le texte d'introduction qui précède le recueil de dessin, on peut lire des indications sur les proportions des cheminées. *Les cheminées des salles auront dans l'œuvre six à sept pieds entre les deux jambages ; & sera bon de prendre le tuyau d'icelles dans l'épaisseur du mur ; s'il est tout vostre; sinon elles seront adossées contre, en lieu où elles puissent correspondrent à celles des chambres, lesquelles ne s'escartent que bien peu du milieu, comme il a esté dit : & s'il est possible, il faut faire que la cheminée soit veüe de front par celui qui entrera dans la salle.*

Leur hauteur sera de quatre à cinq pieds (1,29 à 1,61 m) jusques sous la plate bande du manteau : Leur saillie aura deux pieds & demy à trois pieds (0,81 à 0,97 m), depuis le mur jusques hors le manteau. Les jambages des cheminées auront sept à neuf poulces (24,3 cm) de largeur au plus, selon l'ordre de l'architecture, avec laquelle on la veut enrichir. Les cheminées des chambres auront de largeur cinq pieds, ou cinq pieds et demy (1,61 à 1,78 m), & seront placées comme dit est cy-dessus, à cause de la place du lict.

Leur hauteur sera de quatre pieds, ou quatres pieds et demy (1,29 à 1,45 m), jusques sous le manteau ou plate-bandes. Leur saillie sera de deux pieds à deux pieds & demy (0,64 à 0,81 m), depuis le contrecœur jusque au devant des pieds droits, ou jambages. Les cheminées des garderobbes seront de quatre pieds, ou quatre pieds & demy de largeur (1,29 à 1,45 m). Leur hauteur de quatre à cinq

²⁵⁴ LE MUET Pierre, *Manière de bien bastir pour toutes sortes de personnes*, Paris, 1623.

pieds (1,29 à 1,61 m) jusques sous le manteau. Leurs saillies, deux pieds trois poulces (0,73 m). L'ouverture des cheminées en général aura d'onze à douze poulces de fente (30 à 32 cm) aux cheminées des grandes cuisines quinze poulces (40,5 cm), à cause du grand feu que l'on y fait; & se conduiront le plus uniment que faire se pourra, d'autant qu'à faute de se faire, on est quelquefois incommodé de fumée. Leur longueur sera de quatre à six pieds (1,29 à 1,94 m); si les cheminées ont six pieds (1,94 m) par bas dans oeuvre; elles se diminueront dans leurs manteaux par des pentes des hottes d'icelles, & leurs tuyaux seront conduits à plomb. La pente du dedans des cheminées, autrement la hotte commence depuis le manteau jusques à l'endroit du plancher.

Louis Savot (1579 -1640)

L'année suivante paraît : *L'Architecture françoise des bastimens particuliers* qui a l'originalité d'être écrit par un médecin et non un architecte. Il sera par la suite complété et réédité par François Blondel²⁵⁵. Le livre, qui contient 31 chapitres, consacre les chapitres XXIII, XXIV et XXV au sujet qui nous importe.

Des cheminées, & des moyens de les empescher de fumer, titre du XXIII^e chapitre, rappelle que le problème de la fumée reste central.

L'auteur, qui a lu de l'Orme et Serlio, invoque des solutions que nous avons déjà présentées puis propose d'autres approches. Il conseille de proportionner les dimensions de la cheminée avec les dimensions de la pièce et d'ouvrir une fenêtre au début de la mise en route d'un feu, surtout dans le cas des petits espaces, afin de permettre une combustion vive. Il recommande de faire des conduits très droits. Il prescrit également de faire ramoner les cheminées régulièrement car l'accumulation de la suie nuit au bon tirage. *Il y a encore un autre moyen d'empescher la fumée (...) On applique premierement sur le foyer une grande*

réédition : Pandora, Paris, 1981, 113 p.

²⁵⁵ SAVOT, 328 p.

placques de fer, & presque de mesme longueur, & largeur que tout le foyer, qui soit toute percée de plusieurs petits trous fort près à près les uns des autres, & eslevée par dessus l'air du foyer d'environ de trois ou quatre pouces : On met sur cette plaque une grille de fer haute de huict ou neuf pouces, aussi longue que les buches qu'on doit poser dessus, & large à proportion de la largeur du feu qu'on y peut faire, ayant ses barreaux fort proches les uns des autres, de sorte qu'il y a comme trois estages; le premier & le plus haut est destiné à recevoir le bois, le second à recevoir les charbons, & le troisième les cendres, au travers duquel l'air & le vent estant porté en haut, rend les charbons allumez comme dans un fourneau à vent, augmente la flamme, & par ce moyen diminuë la fumée, & posse le reste d'icelle en haut avec plus grande force & vigueur²⁵⁶.

Dans le chapitre XXIV: *des moyens d'esteindre facilement & promptement le feu qui s'y est mis dans une cheminée*, Savot propose différentes solutions pour boucher les conduits dont celle d'y introduire des bottes de paille mouillée. Dans le chapitre XXV : *des moyens d'échauffer une chambre avec moins de bois que de coustume*, il poursuit ses conseils. Et nous pouvons y constater que l'économie est autant une préoccupation que la fumée et la sécurité.

C'est dans cette partie que se trouve la fameuse référence à une cheminée du Louvre bénéficiant d'un dispositif particulièrement judicieux. Après avoir fait remarquer que l'air chaud monte comme l'eau chaude monte, Savot écrit : *si on fait le foyer d'une cheminée de grandes platines de fer qui soient relevées par dessus le carreau de quelques trois pouces, & que l'espace qui est entre les carreaux & les platines soit vuide, que pareillement le contre-cœur de la même cheminée soit faite d'une grande platine de fer, le derrière de laquelle soit pareillement creux & vuide, distant du mur aussi d'environ trois pouces (8 cm), & qu'au dessus de ce creux il y ait deux ouvertures, une de chaque costé des jambages en dedans la chambre: Le feu échauffant ces platines, échauffera quant & quant l'air qui est au dessous & au derriere d'icelles; lequel air estant*

²⁵⁶ Idem, p. 154.

échauffé, sera contraint de tendre en haut, & par ce moyen de ressortir chaud par les superieures ouvertures susdites, & de là se répandre par apres par toute la chambre, au lieu duquel en rentrera continuellement un autre, de crainte du vuide, lequel estant aussi bien échauffé que le premier, remontera tout aussi - tost, & repassera dans la chambre par les deux ouvertures susdites, à l'endroit desquelles si on met quelque menu linge on le trouvera incontinent desseché, ou bien & enferme aux mesmes endroits quelque chose qui aye besoin d'estre tenuë sechement pour sa conservation (...) La cheminée du cabinet des livres au Louvre, & celle de la principale chambre de la pompe à Paris, sont accomodées en cette façon avec les susdites platines²⁵⁷. Ce dispositif, tout à fait remarquable, peut être considéré comme le premier système de récupérateur de chaleur par air. Ensuite, Savot décrit un autre dispositif que nous avons déjà rencontré lors des premiers poêles métalliques ; le fond du contrecœur est absent et chauffe la pièce à l'arrière la cheminée. Enfin, dans les chapitres suivants *CLXXXIX* et *CXC*, on trouve quelques autres informations concernant les conduits, *Qui veut faire cheminées & atres contre le mur mitoyen, doit faire contremur de tuillots ou autre chose suffiante de demy pied d'espaisseur*²⁵⁸. *Qui veut faire forge, four, ou fourneau contre le mur mitoyen, doit laisser demy pied (16 cm) de vuide, & intervalle entre-deux du mur du four, é ou forge, & doit estre ledit mur d'un pied d'espaisseur*²⁵⁹. Chez Savot, les aspects décoratifs sont très secondaires par contre les aspects pratiques sont mis en avant. Il fait également preuve d'esprit critique vis-à-vis des procédés évoqués par ses prédécesseurs.

²⁵⁷ Idem, p. 158.

²⁵⁸ Idem, p. 232.

²⁵⁹ Idem, p. 333.

Jean Barbet

En 1633, Jean Barbet propose au Cardinal de Richelieu et au public un *livre d'architecture et d'autels et de cheminées* en deux volumes²⁶⁰. Le texte est quasi inexistant dans cet ouvrage. Dans ce recueil de dessins se trouvent 18 cheminées, dont huit avec une échelle en pieds ou en toise sur le côté (fig. 48). Le volume de ces cheminées est parallélépipédique. Le foyer est assez haut par rapport à la hauteur de la pièce (4 pieds sur 10 pieds, 1 m30 par 3 m23) (5 pieds sur 15 pieds, 1 m60 par 4 m85). La largeur de ces foyers s'échelonne de 4 à 6 pieds (1 m30 à 1 m93). La corniche au-dessus du foyer est assez marquée sans être une tablette. Le manteau fait l'objet d'ornements et, au centre, une toile ou un miroir sont mis en valeur. En contact avec le plafond, se trouve une corniche. Les cheminées comportent des modénatures architecturales et certains modèles accueillent des sculptures de personnages en pied.

Antoine Pierretz

Antoine Pierretz propose en 1647 : *divers desseins de cheminées à la Royale* en 13 planches²⁶¹. Ces cheminées dont certaines ont une hotte plus étroite que le foyer, sont extrêmement ornées ; elles sont destinées à des pièces de réception (fig. 49). Ces décors sont moins architecturaux que ceux des cheminées de Barbet. On y trouve guirlandes, drapés, médaillons, chandeliers, couronnes, armoiries, vases divers, tenues de soldats romains, angelots, animaux : lions, aigles, sphinges et autres hybrides, cariatides, colonnes et personnages en pied... Une ligne échelle en pieds en partie basse donne la taille du foyer de 5 à 6 pieds (1 m60 à 1 m93) la hauteur se situe autour de 4 pieds (1 m30). Certains modèles comportent une corniche juste au-dessus du foyer et d'autres possèdent une

²⁶⁰ BARBET Jean, *Livre d'architecture d'autels, et de cheminées*, 2 vols, Paris, 1633.

deuxième corniche intermédiaire. Si celle-ci n'est pas présente, il y en a alors une autre en contact avec le plafond. Les hauteurs sous plafonds varient de 14 à 19 pieds (4 m50 à 6 m10) comme pour le modèle dédié à Louis XIII.

Jean Marot (1619-1679)

Le recueil suivant est celui de Jean Marot datant de 1650 : six planches dont la page de titre en forme de pavillon²⁶². Les autres planches qui représentent des cheminées sont en fait des modèles doubles car, grâce à l'axe de symétrie, chaque côté est différent (fig. 50). Trois dessins possèdent une échelle : 6 pieds (1 m93) de large et autour de 4 pieds (1 m30) de haut pour le foyer. La hauteur sous plafond est de 14 pieds (4 m50). L'une des représentations comporte le dessin d'un profil. Les décors sont plus sobres que ceux des cheminées de Pierretz. Ils utilisent des formes architecturales : colonnes, entablement, triglyphes et métopes, chapiteaux, médaillons, corniches, consoles, les angelots semblent les bienvenus. Le centre des hottes est occupé par un espace libre mis en valeur par un miroir.

Jean Le Pautre (1618-1682) & Pierre Le Pautre

Jean Le Pautre propose différents recueils dont l'édition s'échelonne de 1661 à 1665. Dans *L'œuvre de Jean Le Pautre* éditée par Armand Guérinet sont rassemblés de nombreux titres : *Grandes cheminées à la Romaine inventées et gravées*, *Cheminée à l'Italienne nouvellement inventée et gravées*, *Cheminées et lambris à la mode exécutés dans les nouveaux bâtiments de Paris*,

²⁶¹ PIERRETZ Antoine, *Divers desseins de cheminées à la Royale*, La veuve l'Anglois dit Chartres, Paris, 1647.

²⁶² MAROT Jean, *Recueil de diverses pièces modernes d'Architecture et nouvelles inventions de portes, cheminées, ornemens et autres*, F. l'Anglois dit Chartres, Paris, 1650, 22 pl.

*Cheminées à la modernes inventées et gravées (2 fois), Cheminées à la Romaine inventées et gravées, Nouveaux desseins de cheminées à peu de frais, Cheminées à l'Italienne nouvellement inventées et gravées, Nouveaux desseins de cheminées à l'Italienne inventés et gravés, Cheminées et lambris nouvellement inventé et gravé, Cheminées à la Royale ayant miroir et tablette avec lambris de menuiserie, Cheminées inventez et gravez*²⁶³. Les libraires varient : Pierre Mariette (3), Jollain (1), N. Langlois (1), Charles Antoine Jombert (5). Dix dessins sont réalisés en grand format, les modèles se différencient par rapport à l'axe de symétrie. Les décors, extrêmement chargés, font assaut de sculptures : guirlandes, grappes et personnages... Le centre de la hotte est mis en valeur par un décor peint ou sculpté. Certains dessins présentent également des chenets, des taques. Sur d'autres dessins, on remarque aussi à l'avant de l'emplacement du foyer ce qui pourrait être deux portes à moulures et décor, ce qui n'a pas été vu jusqu'à présent (fig. 51). D'après l'ombre, ces éléments inédits se situent légèrement à l'intérieur du foyer, par contre on ne peut deviner comment ils se replient ou se rangent lors de l'utilisation de la cheminée. On peut supposer que ces portes assuraient une meilleure étanchéité à l'air lors des périodes hors services, en même temps que de concourir au décor de la cheminée. Il est également possible que ces portes fonctionnent comme des parois de poêles. La plupart des autres planches proposent deux modèles par page. Les décors sont souvent abondants. Quelques cheminées possèdent une échelle, d'autres des plans. Dans la série *Cheminées à la moderne*, les hottes ne sont plus parallélépipédiques, mais sont plus réduites et de formes variables. Le plaisir du décor prend le pas sur le réalisme. Dans *Cheminées et lambris nouvellement inventés*, ce sont de véritables ensembles décoratifs, des volumes entiers qui sont représentés. D'une manière plus générale, dans l'ensemble de ces

²⁶³ LE PAUTRE Jean, *L'œuvre de Le Pautre Jean, décorations intérieures, plafonds, alcôves, meubles, cheminées*, Armand Guérinet, Paris. J'ai consulté et photocopié cet ouvrage, un fac simulé à la bibliothèque Avery.

dessins, les cheminées ne sont plus traitées à part, mais comme un événement décoratif parmi d'autres dans la pièce, parmi les lambris et les plafonds, prises dans l'élévation du mur. Cela peut être considéré comme une étape importante qui sera reprise par la suite. La cheminée n'est plus un élément spectaculaire interchangeable mais un élément, certes important, d'un ensemble.

Deux séries proposent des modèles infiniment plus sobres et dont le foyer est nettement surbaissé, sans doute pour des demeures plus ordinaires, ce qui peut être considéré également comme une nouvelle tendance. Les dimensions du foyer sont plus réduites : 4 pieds (1 m30) de large sur 3 pieds (97 cm) de haut pour une pièce d'approximativement 12 pieds (3,98 m). Les lambris encadrent également les cheminées, la corniche au-dessus du foyer s'est transformée en tablette, le centre de la hotte est occupé par un miroir. Les foyers accueillent des grilles qui font un ensemble avec les chenets. Ces décalages en termes de taille, d'esthétique et de clientèle peuvent correspondre à une attribution abusive des dessins de Pierre Le Pautre à Jean. Pierre étant plus jeune que Jean de 38 ans, cela pourrait expliquer l'absence de cohérence esthétique entre les différents dessins.

Nicolas-François Blondel (1618-1686)

En 1675, François Blondel propose son cours d'architecture, deux années après ses notes sur Savot²⁶⁴. Dans le dixième livre consacré aux lucarnes et aux cheminées, l'architecte commence ainsi : *Au sujet des cheminées l'on peut considerer leur forme, leur situation, leur disposition, leurs mesures & leurs ornements*²⁶⁵. La question des ornements est nettement laissée de côté, la situation de la cheminée dans les pièces est traitée

²⁶⁴ BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie royale d'architecture*, Lambert Roulland, Paris, 1675, 799 p. livre dixième : *Des lucarnes et des cheminées*, Chapitre II, p. 566-570.

²⁶⁵ Idem, p. 566.

sommairement : ne pas être incommodé devant le foyer par le vent provenant des fenêtres. Il recommande de situer la cheminée, pour les grandes pièces, entre deux fenêtres ou vis-à-vis de l'entrée, pour les petits espaces à une certaine distance par rapport au lit. La question des proportions des foyers est abordée, pour les plus grandes 6 à 7 pieds de large par 4 ou 4,5 pieds de haut ; pour celles de tailles moyennes 4 à 5 pieds de large et 3,5 à 4 pieds de haut, pour les plus petites 3 à 4 pieds de large par 3 à 3,5 pieds. Blondel précise aussi l'épaisseur des saillies qui varient de 2,5 pieds à 18 pouces.

L'architecte définit, en citant Scamozzi, les types de cheminées en fonction de leur position dans l'épaisseur du mur. Les conduits des cheminées vénitiennes sont apparents en saillie sur les façades. Les cheminées à la romaine sont prises dans l'épaisseur du mur ; les cheminées à la lombarde sont à moitié dans le mur et à moitié à l'intérieur de la pièce ; dans le cas des cheminées à la française les conduits sont totalement en saillie dans la pièce. François Blondel prescrit cependant d'intégrer au maximum les conduits dans l'épaisseur des murs.

François Blondel présente, tant dans son cours que dans sa note dans l'ouvrage de Savot, *des petites cheminées pour les cabinets à la façon de celles de l'Angleterre, qui sont faites de quatre pieces de tole ou fer fondu de dix huit pouces de large & de deux à trois pieds de haut, dont l'une est pour l'âtre qui est élevé de trois pouces, une autre est pour le contrecœur, & les deux autres pour les jambages qui s'élargissent tant soit peu sur le devant. La hotte commence au haut des toles & s'étressit aussi-tost; On la ferme si l'on veut au plus estroit de la fente avec une autre petite plaque de fer suspendüe ensorte qu'elle puisse tourne*²⁶⁶.

À la suite de cette description, l'architecte propose une adaptation qui n'est pas sans nous rappeler le dispositif décrit par Savot : une

²⁶⁶ Idem, p. 67.

circulation d'air entre la tôle et la maçonnerie : *Si l'on vouloit, autour des toles tant du contrecœur que des jambages, laisser un espace de trois ou quatre pouces entre le mur & elles, qui sust comme un petit berceau de voute tournant autour de la cheminée, & ouvert des deux costez des jambages au dedans de la chambre; Elle se ressentiroit infiniment plus de la chaleur du foyer par la reflexion du dedans de cette voute.*

En note, sur l'ouvrage de Savot, comme dans son cours, François Blondel évoque la nouvelle pratique concernant le dévoiement des conduits de fumée. Alors que par le passé : *La pratique ordinaire de son temps estoit d'adosser les tuyaux des Cheminées des divers estages l'un devant l'autre; Ce qui faisoit avancre les jambages & les manteaux si avant dans les chambres des estages superieurs, qu'ils en occupoient la plus grande partie ; Mais l'on a maintenant trouvé l'invention de les faire passer à costé l'un de l'autre; & le biais que l'on leur donne dans la hotte les fait rejoindre & s'acoster pour sortir ensemble hors du toit dans un mesme tuyau qui les contient tous, separez neantmoins par de languettes, dans sa longueur, au lieu de cy-devant il les enfermoit dans sa profondeur²⁶⁷. L'auteur écarte les inconvénients qui auraient pu être avancés : *l'on craignoit au commencement que ce biais ne fut sujet à la fumée & au feu; Mais l'experience a fait connoistre qu'il n'apportoit aucune de ces incommoditez de soy-même, pourvue que le tuyau n'ait rien qui l'arreste dans son estentuë, & qu'il ait assez de largeur pour estre tenu net.**

L'architecte évoque les vices de construction qui entraînent la réglementation : *les plus grands desordres du feu viennent de la malice ou de l'ignorance des Ouvriers qui font passer des poutres, de solives & d'autres bois au travers des tuyaux, se contentant de les recouvrir d'un peu de plastre ; A quoy l'on a esté contraint de pourvoir par un tres beau reglement de Police du 26 Janvier 1672. Qui en substance deffend de faire porter les Atres sur poutres ou solives, ny de faire passer aucun bois dans les cheminées; Enjoint de faire des enchevestures sous les Atres, & en tous les estages à l'endroit des tuyaux, dont*

²⁶⁷ Illustration déjà présentée plus haut.

la largeur soit au moins de quatre pieds d'ouverture, & trois pieds de profondeur depuis le mur jusqu'au chevestre, & de recouvrir les chevestres & leurs solives de 6. Pouces (16 cm) de plâtre soûtenue de cheville de fer de 6. à 7. pouces (16 à 19 cm) de longueur; en sorte qu'après le recouvrement il n'y ait au moins trois pieds d'ouverture au tuyau dans l'œuvre, & 9. à 10. pouces (24 à 27 cm) de largeur. Les languettes de plâtre auront au moins 2 1/2 pouces (7 cm) d'épaisseur. Ce qui se peut assez entendre par ce dessein qui a esté joint à l'ordonnance de Police.

Enfin, François Blondel donne des conseils esthétiques, il préconise la réduction des ornements : *L'on taschoit cy-devant d'adoucir la difformité de ces avances des cheminées au dedans des chambres en les chargeant de beaucoup d'ornemens; Et nous en voyons de tres-belles, & qui ont cousté infiniment; mais à present cette dépense est inutile; & comme le manteau avance peu, l'on se contente d'un seul chambranle & de quelque tableau au dessus²⁶⁸. L'on faisoit cy-devant beaucoup de dépense pour la structure & les ornemens des cheminées des chambres que l'on chargeoit excessivement : Mais presentement on les rend beaucoup plus légères, & l'on les trouve plus belles dans leur simplicité. Un seul chambranle de marbre vray ou feint, & si l'on peut; Un petit entablement au dessus que l'on remplit de vases de porcelaine avec un quadre sur l'entablement pour un tableau, ou quelque beau bas relief, suffisent pour servir d'ornemens aux plus beaux entablemens²⁶⁹. Cette invitation à des changements esthétiques correspond à un tournant que nous avons pu percevoir avec les dessins de Pierre Le Pautre. Les illustrations que nous offre François Blondel sont réduites et correspondent au dévoiement de conduit et à un modèle de chambranle, on est très loin des recueils de dessins (fig. 52).*

²⁶⁸ Notes du Savot.

²⁶⁹ Idem, p. 570.

Jean Girard

En 1686, Jean Girard propose vingt planches destinées plutôt à l'usage de professionnels qu'à celui de particuliers²⁷⁰ En effet, il présente l'élévation de la cheminée avec des échelles mais aussi le profil des différentes corniches et chambranles (fig. 53). Les hauteurs sous plafond sont très clairement précisées et ainsi on peut différencier les petites pièces de 9 pieds (2,90 m) de haut et les plus grandes de 16 pieds (5,17 m). Dans le petit texte de présentation, on peut lire : *Avertissement qui conduira les ouvriers à mettre en exécution les cheminées du présent livre. Il faut remarquer que chaque dessein de ces cheminées et fait suivant la hauteur de la chambre ou elle doit estre placée qui sera marqué par l'échelle qui sera à costé ou en bas de chaque planche ce qui servira aussy d'échelle de proportion pour mesurer tous les autres membres d'architecture qui s'y trouveront, il y aura encore une échelle particulière qui sera pour chacun des profils en grand qui sont à costé; Vous remarquez aussy que le dessein qui est fait pour une chambre de 10 ou 12 pieds (3,23 et 3,87 m), ne pourra servir pour celle qui en auroit que huit ou neuf, d'autant que cela changeroit la grace de toutes les proportions et que le dessein qui sera fait pour un cabinet ne feroit pas bon pour une grande chambre, pour cela chacunes sera marquée pour le lieu ou elle debutera estre mise et les profits qui sont à costé en seont connoistre toute la grace avec la facilité de les bien exécuter. Les hottes de ces cheminées sont plus étroites que la partie basse du foyer, leur centre est orné de moulures sobres. Les foyers font de 4 pieds (1,29 m) de large et 3 pieds (0,97 m) de haut, pour les petits espaces ; pour les grandes salles, le foyer est de 5 pieds (1,61 m) de large fait 3,5 pieds (1,13 m) de haut.*

²⁷⁰ GIRARD Jean, *Cheminées nouvellement faite sur les desseins du Sr. Girard Architecte et intendent des bastiments de Monsr. Frère unique du ROY, Chez le Blond Peintre du Roy en son Académie Royale, Rue St. Jacques proche St. Benoist à la cloche l'argent avec Privilège du ROY, Paris, 1686.*

G. Feuillet

Feuillet, dont le recueil n'est pas daté, propose *Un livre de cheminées nouvellement inventées*²⁷¹. Les dessins, qui datent probablement du début du XVIII^e siècle, sont destinés à l'usage de modèle pour les professionnels menuisiers et maçons (fig. 54). Les cheminées sont présentées dans leur contexte : avec les lambris et les dalles du plancher. Il y a un effet de volume donné par une légère axonométrie, ce ne sont pas des élévations comme dans les autres recueils. L'un des dessins montre l'angle de la pièce. Le centre de la hotte est occupé par un miroir, la partie supérieure est décorée. L'ensemble de la cheminée fait peu saillie par rapport au mur. Les foyers font 4 pieds (1,29 m) de large par 3 pieds (0.96 m) de haut pour les plus grands et 3 pieds (0.96 m) de large par 3 pieds (0.96 m) de haut. Les décors utilisent des formes architecturales comme les consoles, les pilastres cannelés, et autres moulures. On ne perçoit aucune tablette au-dessus du foyer.

Gilles-Marie Oppenord (1676-1742)

Gilles-Marie Oppenord propose 12 planches doubles dans son *Livre de cheminée et lambris de menuiserie et de sculpture*²⁷². Les dessins sont coupés par l'axe de symétrie central qui permet de montrer deux modèles sur la même planche (fig. 55). La décoration de la cheminée est prise dans l'ensemble décoratif du lambris. Le volume de la hotte est très légèrement en saillie du mur, alors que la partie basse est nettement en débord. Une tablette remplace la corniche au-dessus du foyer. Au-dessus de la tablette se trouve un miroir en hauteur et la partie située entre le miroir et le plafond donne l'occasion d'un motif décoratif : un médaillon

²⁷¹ FEUILLET G., *Livre de cheminées nouvellement inventées par G. Feuillet pour servir aux maçons et menuisiers*, Bonnart rue St Jacques à L'aigle avec privilège, Paris, 6 pl.)

²⁷² OPPENORD Gilles-Marie, *Livre de cheminée et lambris de menuiserie et de sculpture*, Huquier, Paris, 1741.

ou des armoiries. Les formes du décor sont plus souples et arrondies que durant la période précédente. Les décors plus ou moins chargés sont typiques du XVIII^e siècle : guirlandes, bouquets, rubans. L'ouverture du foyer se courbe dans les angles et le centre descend en contre-courbe. Les foyers sont souvent plus larges que hauts mais il n'y a pas d'échelle qui permette de déterminer les dimensions réelles. Sur l'une des planches, il y a une coupe sur les jambages et le dessin de la tablette.

Dans le livre de *décorations d'appartemens* de Gilles-Marie Oppenord se trouvent également des modèles de cheminées et des ensembles où figurent des cheminées prises dans l'élévation complète d'un côté de la pièce²⁷³. Ces ensembles : *projet d'un grand sallon sur un jardin, projet pour la décoration d'un grand cabinet*, sont beaucoup plus décorés que les cheminées isolées. Dans ce recueil figure également : *cheminées et lambris pour un sallon à l'italienne du Palais-Royal, cheminées et lambris pour les appartemens du Palais-Royal*. On peut supposer que ces élégantes cheminées ont effectivement été réalisées pour le Duc d'Orléans au Palais-Royal. Même sans aucune échelle, on remarque que le foyer est beaucoup plus bas en proportion de la hauteur sous plafond.

Nicolas Guérard (1648-1719)

Très proche esthétiquement d'Oppenord, se trouvent les dessins de Nicolas Guérard : *Cheminées Nouvelles des plus à la Mode*²⁷⁴. Les cheminées sont prises dans un ensemble de lambris, une coupe sur les jambages et le plan de tablette agréablement courbé sont placés au-dessous du dessin du foyer (fig. 56). Des échelles sont également portées sur ces planches, ce qui permet d'évaluer les dimensions. Les foyers font de 3 à 4 pieds (de 0,96 m à 1,29 m) de large et de 2 à 3 pieds (0,65 m à 0,96 m) de

²⁷³ OPPENORD Gilles-Marie, *Livre de décoration d'appartemens*, Huquier, Paris, 1741.

²⁷⁴ GUERARD Nicolas, *Cheminées Nouvelles des plus à la Mode*, N. Guérard graveur, rue St. Jacques, Paris, 6 pl.

haut. Les hauteurs sous plafond sont assez variables 10 pieds à 15 pieds (3,23 m à 4,85 m).

Jacques-François Blondel (1705-1774)

Jacques-François Blondel évoque également les cheminées dans *Architecture française* en 1752-1756²⁷⁵. C'est dans le chapitre *les préceptes généraux sur la décoration intérieure* que l'on trouve une page consacrée aux cheminées. L'architecte présente les cheminées du siècle précédent comme des éléments forts mais un peu pesant et qui occupe beaucoup de volume. Jacques-François Blondel déclare également que c'est Robert de Cotte (1656-1735) qui, le premier, introduit les glaces sur la hotte des cheminées, ce qui permet d'accroître la lumière. Le succès de cette solution est incontestable. On peut supposer que cette réflexion de la lumière face écho à la réflexion de la chaleur dans le foyer, même si les théories qui mettent en évidence le caractère radiant de la chaleur sont plus tardives avec Scheeler en 1777. L'architecte donne quelques indications sur les dimensions des foyers ; la hauteur ordinaire de la tablette est de 3,5 pieds (1,13 m) pouvant aller jusqu'à 6 pieds (1,94 m) dans le cas des grandes salles.

Jacques-François Blondel consacre quelques lignes à la position des cheminées dans les pièces et s'il recommande le milieu de la pièce, conseille également de mettre une glace au-dessus d'une console en vis-à-vis de celle de la cheminée. *C'est par le secours mutuel ces deux glaces placées vis-à-vis l'une de l'autre, & dans une direction bien parallèle, que la réflexion des lumières se perpétue & donne aux pièces un air de grandeur qui, forme un agréable effet, lorsqu'elles sont placées avec cette précaution, & qu'elles sont réitérées dans le pourtour d'une pièce*²⁷⁶.

²⁷⁵ BLONDEL Jacques-François, *Architecture française*, vol. 1, Charles-Antoine Jombert, Paris, 1752.

²⁷⁶ Idem, p. 34.

Dans son ouvrage l'architecte décrit la position des cheminées dans les chambres à coucher : Les cheminées doivent être placées de manière qu'elles marquent le milieu de la pièce, *depuis les croisées jusques à l'estrade, & qu'elles soient situées du côté opposé à la principale entrée de la pièce.* Il évoque également le cas des galeries : *On met rarement des cheminées dans les galleries, principalement lorsqu'elles sont fort grandes (...)* *L'entrée de ces galleries est opposé aux cheminées, dont la forme & la grandeur produisent un assez bel effet*²⁷⁷. Il aborde la question des garde-robes : (...) *à l'usage seulement des domestiques, telles que sont les chambres où ils couchent la nuit près de leur maître, ainsi que les lieux où ils tiennent leur linge. Il n'est besoin d'observer qu'elles soient éclairées & pourvûes de cheminées*²⁷⁸.

Jean François de Neufforge

Le graveur Neufforge propose *Plusieurs Décorations pour les Cheminées à l'usage des Apartements* en 1757²⁷⁹. Dans ce recueil se trouvent différentes sortes de planches : des modèles de cheminées isolées, des élévations intérieures avec cheminées, des modèles de chambranles de cheminées, le décor d'une niche abritant un poêle, une série de six poêles, enfin deux coupes et un plan de la structure des planchers (fig. 57). Les décors des cheminées sont assez géométriques avec des frises, les poêles ressemblent plutôt à des monuments funéraires, avec des pots-à-feu en partie haute et aucune indication concernant le matériau. Les profils sur les chambranles sont présents en partie basse ainsi que parfois des échelles. Les foyers mesurent 3,5 pieds (1,13 m) de large par 2,5 pieds (0,81 m) de haut, avec une hauteur sous plafond de 12 pieds (3,88 m), pour les plus petites. Certaines sont plus grandes : 6 pieds (1,94 m) de large sur 3,5 pieds (1,13 m) la hauteur sous plafond est alors de 15 pieds

²⁷⁷ Idem, p. 37.

²⁷⁸ Idem, p. 36.

(4,85 m). La planche avec les coupes est très grande et s'apparente plus aux travaux de Le Muet qu'aux coupes de François Blondel même si elle traite des cheminées et leurs conduits. Notons qu'avec l'introduction des poêles dans les décors, Neufforge fait preuve d'originalité (fig. 58).

Giovanni-Battista Piranesi (1720-1778)

En 1769, Giovanni-Battista Piranesi propose un texte et 52 planches de décor de cheminées : *Différentes manières d'orner les cheminées et toute autre partie des édifices tirés de l'architecture égyptienne, étrusque, et grecque avec un discours apologetique en faveur de l'architecture égyptienne, et toscane*²⁸⁰. Il aborde la question de l'origine antique des cheminées et affirme qu'aucune découverte archéologique ne confirme la présence de cheminées modernes dans les ruines antiques malgré des recherches dans ce sens. Il cite *Le Barbaro* comme défenseur de cette hypothèse. Notre auteur évoque le fait que les cheminées peuvent être décorées comme le sont des portails, mais que les proportions ne sont pas transposables. Il aborde aussi les questions de fonction et de beauté : *nous ne contentons pas non plus d'être en sûreté, & à couvert dans nos maisons, nous y recherchons aussi le commode, & l'agréable : & ce n'est point assez pour nous, que les vases que nous avons soient propres à notre usage, nous les voulons encore d'une belle forme, & d'un beau travail, car nous distinguons ce qui est de pure nécessité d'avec ce qui convient aux personnes d'un certain rang. Je pense que l'on peut appliquer cela en particulier aux cheminées de nos cabinets. Elles doivent non seulement servir à nous chauffer commodément; mais aussi au plaisir des yeux par la variété, & la distribution de leurs ornements, & comme elle sont pour ainsi dire posées de concert avec le reste du cabinet, dont elles sont partie, elles doivent nous présenter une riante, & une*

²⁷⁹ NEUFFORGE Jean-François de, *Recueil élémentaire d'architecture*, chez l'Auteur rue St. Jacques au Chariot d'or, Paris, 1757, pl. 296 & 311.

*agréable simetrie. Voila précisément pourquoi j'ai dans mes desseins sur les cheminées, non seulement proposé le dessein de la cheminée; mais aussi celui de ornemens des murs, aux quels elle est appuyée*²⁸¹. La notion d'ensemble décoratif est explicitement citée comme nous l'avons mis à jour de manière formelle. Un caractère est également très remarquable dans cet ouvrage c'est le fait qu'il est trilingue : italien, anglais, français, de même un des exemples de dessins de cheminées qui est donné par l'auteur concerne un projet pour le château du Comte d'Exeter en Angleterre. Piranèse est conscient de sa diffusion internationale. Les décors proposés par les dessins sont très fleuris comme le veut l'époque, mais l'influence égyptienne est flagrante sur d'autres modèles dont le caractère étrange est important (fig. 59). Les décors sont abondants cependant la cheminée reste basse et l'échelle réduite de ce décor s'apparente à celui du mobilier.

Nicolas le Camus de Mézières (1721-1789)

Dans : *Le guide de ceux qui veulent bâtir* datant de 1786 écrit par Le Camus de Mézières la question des cheminées est abordé sous l'angle technique²⁸². Il traite de la construction en brique et de celle des cheminées. Il recommande de ne pas faire de joints en saillie ce qui favoriserait l'accumulation des suies dans les conduits. Il donne également des dimensions : 18 pouces (48,5 cm) de profondeur par 4 pieds (1,29 m) de largeur²⁸³. Les conduits feront 10 pouces (27 cm) intérieurs et le mur aura donc 18 pouces (48,5 cm) d'épaisseur afin que l'on ne perçoive pas l'épaisseur du conduit de l'extérieur²⁸⁴. Il conseille de faire attention à la bonne réalisation des chevêtres au moment de la

²⁸⁰ PIRANESI Jean-Baptiste, *Différentes manières d'orner les cheminées, (Diverse maniere d'adornare i cammini)*, Stamperia di Generoso Salomoni, Rome, 1769, 52 pl.

²⁸¹ Idem, p. 8.

²⁸² LE CAMUS DE MEZIERES Nicolas, *Le guide de ceux qui veulent bâtir*, Jombert et Morin, Paris, 1786.

²⁸³ Idem, p. 127.

mise en place des planchers²⁸⁵. L'architecte également donne des indications de prix sur les taques, les marbreries de cheminées, les fourneaux. C'est une approche très pragmatique bien éloignée des recueils de dessins décoratifs précédents.

A travers les recueils de dessins d'architectes, on constate une évolution formelle et esthétique de la cheminée, même si elle est fluctuante. On remarque que différents aspects sont traités très fréquemment : le confort avec le problème des fumées, la sécurité avec les feux de cheminées, l'économie afin de réduire la consommation de combustible. C'est en fait des auteurs comme Savot et François Blondel qui montrent les évolutions les plus profondes. Les derniers auteurs évoquent les poêles ce qui laisse penser qu'ils font une légère percée dans l'habitat au XVIII^e siècle. Mais surtout ils sont les précurseurs d'une nouvelle science la « caminologie », qui est à la source des traités de chauffage.

²⁸⁴ Idem, p. 117.

²⁸⁵ Idem, p. 118.

Les traités de caminologie

Les traités de caminologie peuvent être considérés comme le prolongement des approches de Savot et de François Blondel. Cependant, ils représentent un tournant, car la cheminée et ses dispositifs apparaissent comme le sujet central, contrairement aux précédents traités consacrés de manière générale à l'architecture. Certains de ces ouvrages comme *La mécanique du feu* de Nicolas Gauger et *Nouvelles constructions de cheminées* de Léopold de Gennete sont plutôt des livres de promotions d'innovations techniques spécifiques alors que le dernier, *Caminologie* de Pierre. Hébrard, présente différentes solutions préfigurent les ouvrages du XIX^e siècle²⁸⁶.

Nicolas Gauger (1680–1730)

Le premier traité de Nicolas Gauger, date de 1713, est *La mécanique du feu ou l'art d'en augmenter les effets, & d'en diminuer la dépense contenant le traité des nouvelles cheminées qui échauffent plus que les cheminées ordinaires & qui ne sont point sujettes à fumer, &c.*²⁸⁷. On remarque l'étonnante longueur de l'ouvrage 266 pages ce qui montre à quel point le sujet est important pour l'auteur. Les traductions datant de 1715 en allemand et de 1736 en anglais, démontrent également l'importance de l'ouvrage et du procédé qui y est présenté.

Cet ouvrage comprend trois livres : le premier présente un dispositif afin d'améliorer la rentabilité des cheminées, le second concerne la recherche de solutions afin d'éviter la fumée, le troisième livre aborde les questions de construction. Au commencement du premier livre *Du feu, & des dispositions intérieures du devant des cheminées pour augmenter la chaleur*

²⁸⁶ GENNETE Léopold de, *Nouvelles constructions de cheminées*, Lambert, Paris, 1759, 141 p. & GAUGER, Op. Cit, 266 p. & HEBRARD Dom Pierre, *Caminologie ou Traité des cheminées*, Desventes, Paris, 1756, 187 p.

L'auteur écrit : *Comme les corps lumineux répandent à la ronde plusieurs rayons de lumière, le feu répand & pousse aussi de tous côté plusieurs rayons de chaleur, puisque quelque côté que l'on s'en approche, on en sent l'impression, & quelquefois trop vivement (...) ces rayons sont ou directs, ou réfléchis quand ils sont détournés à la rencontre de quelque corps qui les renvoie ; & en se réfléchissant ils doivent suivre les mêmes loix que les rayons de lumière, c'est-à-dire que l'angle d'incidence est égal à l'angle de réflexion*²⁸⁸. Ensuite Gauger précise que l'air chaud monte et que donc pour chauffer une pièce le feu agit : *1° par les rayons directs, 2° par les rayons réfléchis, 3° par une espèce de transpiration en transmettant sa chaleur au travers de quelque corps solide*²⁸⁹.

Ces analyses démontrent l'évolution des connaissances intuitives sur les transmissions de la chaleur, de la convection déjà évoquée par Savot, on passe au rayonnement²⁹⁰. Fort de ces nouvelles connaissances, les applications suivent et l'auteur fait justement remarquer que les foyers rectangulaires traditionnels ne sont pas assez propices à une réflexion de la chaleur vers la pièce. Gauger propose alors une cheminée parabolique en métal qui réfléchit au maximum la chaleur vers la pièce (fig. 60)²⁹¹. Les paraboles sont décrites longuement avec beaucoup de précision géométrique. Cette solution assez élégante esthétiquement est complétée par une trappe, appelée soufflet, placée en partie basse du foyer afin d'y amener de l'air frais : *Au milieu de l'âtre & à environ dix ou douze pouces de la plaque du fond ; il faut faire une petite trape Z que l'on puisse facilement ouvrir & fermer, & au-dessous une petite cavité qui ait communication avec l'air de dehors*²⁹².

De plus, Nicolas Gauger propose à l'arrière une double épaisseur de 4 pouces (11 cm) comme le faisait Savot, cependant le dispositif est très

²⁸⁷ GAUGER, Op. Cit, 266 p.

²⁸⁸ Idem, p. 3-4.

²⁸⁹ Idem, p. 5.

²⁹⁰ SAVOT, Op. Cit, p. 154.

²⁹¹ GAUGER, Op. Cit, pl. 3.

largement détaillé tant sur le plan textuel que par les croquis en annexe. L'espace à l'arrière est partitionné à la manière d'un labyrinthe comme dans les poêles métalliques germaniques afin de ralentir l'air et favoriser la transmission de chaleur. L'air qui circule dans cet espace rentre sur le côté de la cheminée en partie basse et sort sur le côté au niveau de la tablette (fig. 61). En chemin, cet air se réchauffe puis communique cette chaleur à l'ensemble de la pièce par convection. De la même manière, le flux de chaleur peut être déversé dans une pièce voisine. Un avantage certain apparaît : *Quand on trouve l'air de la chambre assez chaud, l'on peut empêcher qu'il ne s'échauffe davantage, ou du moins que sa chaleur n'augmente tant, sans éteindre le feu en fermant l'ouverture R par où vient l'air chaud*²⁹³.

Parmi les nombreuses recommandations de Gauger, on trouve également des conseils sur les moyens d'éviter la fumée. Après quelques hypothèses comme l'excès de suie dans les conduits et le manque d'air dans la pièce, l'auteur indique que son système de cheminées est la meilleure solution également pour cela. En particulier, le soufflet qui apporte l'air nécessaire et les formes qui favorisent la remontée des fumées par le conduit. Nicolas Gauger aborde la question du feu de cheminée, qui se solutionne par des doubles trappes dans les conduits et un entretien régulier. Ces trappes mobiles ont également pour fonction d'isoler la pièce de l'air extérieur lorsque le feu est éteint. Cela permet aussi de ne pas laisser la fumée d'une cheminée attenante redescendre dans les conduits. Gauger évoque, comme d'autres avant lui, la configuration de mitres, il ne recommande pas les solutions antérieures qu'il juge inefficaces mais propose une couverture des conduits avec des circulations d'air sur les côtés.

²⁹² Idem, p. 16.

²⁹³ Idem, p. 43.

Gauger évoque à plusieurs reprises que les dispositifs qu'il décrit ne sont pas nouveaux : *L'invention de ce soufflet n'est point nouvelle, il y a plus de vingt-cinq ans que je m'en suis servi pour la première fois, après en avoir vu ailleurs l'usage, pour allumer le feu*²⁹⁴. Quant à la nouvelle cheminée, il en fait usage et : *en 1709, l'eau qui geloit par tout ailleurs assez près du feu, n'a pas gelé la nuit dans mon cabinet, quoiqu'il n'y eut plus de feu avant minuit*²⁹⁵. Il y a cependant des secteurs où notre auteur n'est pas très original c'est sur le fait que l'excès de chaleur nuit au teint des dames ! Au-delà de la présentation de son dispositif, Gauger aborde incidemment une question importante : la notion de température apparente, telle qu'on l'appelle aujourd'hui. *L'air qui nous paroît froid ne fait point descendre la liqueur du thermometre*²⁹⁶. Il met alors en évidence l'importance de la vitesse de l'air dans la température apparente, c'est-à-dire comment elle est perçue par l'occupant²⁹⁷. Il évoque aussi la différence de perception des températures en fonction du milieu d'où l'on vient. Notons qu'en 1735, Voltaire demande à Roncière de lui acheter un exemplaire du traité de Gauger dont il connaît le libraire²⁹⁸. Cet ouvrage représente un véritable tournant.

Desaguliers John Theophilus (1683-1744)

Traducteur en anglais de Nicolas Gauger, il ajoute sa patte au traité : *Fires improved, or a now method of building chimnies*²⁹⁹. En effet, d'après Charles Hood, Désaguliers ajoute un chapitre consacré aux poêles³⁰⁰.

²⁹⁴ Idem, p. 18.

²⁹⁵ Idem, préface.

²⁹⁶ Idem, p. 69

²⁹⁷ Voir annexe *Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage* dans *Appareil documentaire*

²⁹⁸ VOLTAIRE François-Marie AROUET dit, « Correspondance », *Oeuvres complètes de Voltaire, avec des remarques et des notes historiques, scientifiques et littéraires*, Baudouin, Paris, vol2, 1735. Lettre à Roncière, à Cirey ce 4 août 1735.

²⁹⁹ DESAGULIERS John Théophilus, *Fires Improved, or a now Method of Building Chimnies*, London, In-8, 1715 (2^e éd. 1736).

Léopold de Gennetté

L'ouvrage *Nouvelles constructions de cheminées* de Léopold Gennetté fait la promotion d'un système de souches de cheminées appelé *nouvelle tête de cheminée*³⁰¹. La souche comporte huit conduits qui sont surmontés par une couverture de tôles ou de planches comme sur l'illustration (fig. 62). Le premier but de ce dispositif est d'éviter la fumée : *qui garantit du feu, & de la fumée à l'épreuve des vents, du soleil, de la pluie, & des autres causes qui font fumer les cheminées ordinaires*³⁰². La partie horizontale évite la pluie et le soleil, causes des fumées. Les surépaisseurs au pourtour de la souche permettent d'éviter les excès de vent et d'accélérer le tirage. Parmi les autres causes des fumées, on relève la largeur excessive des conduits, leurs fissures, l'humidité des tuyaux, le manque d'air. C'est grâce à une certaine curiosité scientifique qui l'a mené jusque dans les mines de houille de Liège et à dix expériences réalisées in situ en fonction des vents que Gennetté parvient à ces résultats. Cette méthode basée sur des essais réels révèle une évolution intéressante, tant sur le plan théorique que sur son évocation explicite dans l'ouvrage. Selon ces expériences, le dispositif fonctionne y compris dans des conditions météorologiques difficiles. Le dispositif de Léopold Gennetté est soumis à l'approbation de l'Académie Royale des Sciences, et non de l'Académie d'Architecture, qui fait le 11 février 1759 un rapport positif³⁰³. Afin de pouvoir ramoner les conduits de ces nouvelles souches de cheminées, il y a des ouvertures faites des volets de tôles sur le côté de la maçonnerie des conduits. L'auteur propose également des solutions pour éviter les feux de cheminées : des volets sont présents dans les conduits afin de pouvoir interrompre la circulation d'air.

³⁰⁰ HOOD Charles, *Practicle Treatise on Heating Buildings by Hot Water*, Whittaker & Spon, London, 1879, p.288.

³⁰¹ GENNETE, Op. Cit, 141 p.

³⁰² Idem, p. 1.

³⁰³ Idem, p. 43.

On remarque l'approche expérimentale de notre auteur, en effet, à deux reprises dans la troisième et la sixième partie, il décline une dizaine d'essais. Il a également installé son dispositif sur nombre de bâtiments pour indigents afin de procéder à son étude.

Dom Pierre Hébrard

Les deux ouvrages précédents ont pour but la promotion d'un procédé, celui-ci : *Caminologie ou Traité des cheminées, contenant des observations sur les différentes causes qui font fumer les cheminées, avec des moyens pour corriger ce défaut, Ouvrage intéressant & utile, tant pour les particuliers, que pour les artistes* aborde la question du chauffage de manière plus générale³⁰⁴. Hébrard inventorie les causes de la fumée : *En général on peut regarder comme causes principales du refoulement de la fumée dans nos appartements ; 1^e. Les vents. 2^e. Le défaut d'air. 3^e. La situation désavantageuse des cheminées. 4^e. Leur construction défectueuse. 5^e. La pluie et la neige . 6^e. La chaleur du soleil, ou la pression de ses rayons. 7^e. L'usage du mauvais bois. 8^e. Les jambages parallèles et la manière dont les tuyaux sont dévoyés. 9^e. D'autres causes enfin, lesquelles étant toutes traitées assés au long dans quelques articles particuliers, donnerons sans doute occasion à es personnes éclairées, de faire de nouvelles découvertes sur le sujet.* Ces points sont abordés les uns après les autres avec rigueur, ainsi le manque d'air : *de là vient qu'il fume toujours dans les petites chambres, aussi bien que dans les autres qui sont voutées ou plafonnées et dont les interstices des portes et des fenêtres sont exactement bouchées ; ce qui fait qu'il n'y a pas suffisamment d'air dans la chambre pour pousser la fumée et lui faire prendre la direction ordinaire*³⁰⁵. Cette remarque fort justifiée est argumentée par une hypothèse un peu fantaisiste : l'élasticité de l'air serait différente à l'intérieur et à l'extérieur d'un bâtiment... Hébrard conseille également de placer les cheminées à distances des fenêtres et

³⁰⁴ HEBRARD, Op. Cit, 187 p.

³⁰⁵ Idem, p. 34.

des portes en cela il reprend des propos d'auteurs précédents, cependant, il est alors question de réduire la fumée et non de répondre à la convenance de la composition architecturale³⁰⁶. Il étudie assez longuement l'influence des vents et évoque les mitres et autres couronnements de conduits. L'auteur recommande de préférer le bois sec au bois vert et de faire ramoner les conduits. Il prescrit également de surélever le feu par des chenets ou une grille afin que l'air circule aisément³⁰⁷.

Notre auteur adopte aussi une approche historique, il se réfère aux anciens et aux traités antérieurs³⁰⁸. Il évoque les différentes solutions de mitres proposées par les autres auteurs. *Il est surprenant qu'on ai assujetti à la mode & au changement, les anciennes cheminées, sans trop examiner si l'utilité s'y trouveroit aussi bien que la nouveauté ; mais tant s'en faut qu'elle s'y trouve ; on a remarqué au contraire, que parmi le petit nombre de cheminées anciennes qui ont échappé à la mode, il n'y en a presque point d'autres causes d'ailleurs. Les vieillards rendent le même témoignage de celle qui existoient de leurs tems ; au lieu qu'on peut dire hardiment que le plus grand nombre des nouvelles cheminées, fume. On a donc préféré, ou plutôt acheté l'agrément, & le coup d'œil des nouvelles cheminées, aux dépens de la consommation, au préjudice des yeux & des meubles. Ce changement consiste principalement dans la suppression de la hotte qui avoir été pratiquée & recommandée comme très nécessaire*³⁰⁹. Selon Hébrard, la réduction des dimensions de foyers et des conduits serait à l'origine des désordres³¹⁰. Il prétend qu'il y avait moins de fumée autrefois c'est-à-dire avant la réduction des dimensions des pièces et des foyers et le dévoiement des conduits. Cette remarque est essentielle car cela voudrait dire que cet intérêt pour les fumées ne correspond pas uniquement à l'évolution de la notion de confort mais

³⁰⁶ Idem, p. 83.

³⁰⁷ Idem, p. 59.

³⁰⁸ Idem, p. 19.

³⁰⁹ Idem, p. 74.

³¹⁰ Idem, p. 80.

aussi à une dégradation des dispositions spatiales. Cela reste une question ouverte. Hébrard évoque aussi les travaux de Gauger et critique le dévoiement des tuyaux, comme il remet en cause le surbaissement du manteau de cheminées ce qui est une tendance de l'époque, autre raison des fumées selon lui.

Parmi les plus intéressantes contributions de cet ouvrage, il y a les descriptions de deux cheminées très particulières : la cheminée dite de cabinet, venant des Flandres et la cheminée dite portative de Nancy. La première correspond à une sorte de compromis entre cheminée et poêle. Le foyer est partiellement fermé sur l'avant par un cadre métallique circulaire et une maçonnerie de brique, en partie basse se trouve une grille surélevée sur laquelle repose le bois (fig. 63). La seconde proposition : *La cheminée de Nancy est en tôle ou de cuivre et donc présente l'avantage d'être transportable d'une cheminée à l'autre. Elles sont disposées d'une façon qui n'a rien que d'agréable à la vûe ; car c'est une espèce de petit pavillon quarré, d'où pendent de chaque côté comme deux rideaux à demi tirés, & arrêtés, qui servent de jambages, avec un fond qui fait contre-cœur. Elle chauffe considérablement la chambre, puisque la chaleur du feu ne peut point sortir par l'ouverture de la cheminée totalement avec une petite plate-forme de tôle, coupée exactement suivant la mesure de l'ouverture de la cheminée, & échancrée d'une face pour recevoir le petit tuyau³¹¹. Quant à la mesure de cette petite cheminée de tôle, elle doit être proportionnée à la grandeur de la cheminée de la chambre ; par exemple, pour une cheminée de quatre pieds de large, la cheminée de tôle doit avoir un pied & demi de profondeur, deux pieds & deux pouces de largeur, & deux pieds de hauteur, en prenant depuis l'âtre jusqu'au bord de petit pavillon qui s'élève ensuite en ce rétrécissant insensiblement, & forme un petit tuyau quarré qui soit sortir d'un demi pied par dessus la plate-forme (fig. 64)³¹². Walter Bernan dans son ouvrage historique *On the**

³¹¹ Idem, p. 135.

³¹² Idem, p. 137.

History and Art of Warming and ventilating rooms and buildings évoque une cheminée de Nancy en usage en 1738, sans toutefois en connaître l'auteur³¹³. L'une des dispositions que nous propose également Hébrard concerne la possibilité d'obturer le conduit par une plaque de tôle basculante positionnée à deux ou trois pieds du haut du conduit, comme le conseillait déjà Nicolas Gauger. Cet ouvrage réalise une excellente synthèse des nouveaux moyens disponibles pour améliorer le confort thermique.

Marc-René marquis de Montalembert (1714-1800)

Le marquis de Montalembert propose en 1766 un court texte sur *La cheminée poêle ou poêle françois*, un nouveau procédé qui tente de cumuler les avantages du poêle et de la cheminée³¹⁴. Dans un premier temps, il présente de manière précise des poêles russes et nordiques, informations issues glanées au cours de ces voyages. Puis, de Montalembert évoque concrètement ces expériences concrètes, d'abord en province : *J'ai exécuté un poêle de cette espèce dans l'antichambre d'une maison qui m'appartient à Angoulême; il n'étoit pas possible précédemment de faire du feu dans cette cheminée; il y fumoit au point d'être obligé de laisser les portes & les fenêtres ouvertes, & très souvent cela ne suffisoit pas, il falloit éteindre le feu. Ce poêle a été allumé plus d'un mois, sans qu'on ait aperçu la moindre fumée*³¹⁵. Puis, il renouvelle ces expériences à Paris : *J'ai fait placer en 1748, un poêle ordinaire dans mon antichambre à Paris, dont le tuyau de tôle répond dans le tuyau de la cheminée de la cuisine*³¹⁶.

Enfin, le marquis propose une cheminée poêle : *La figure première représente l'extérieur d'une cheminée devenue poêle, vue en face, les deux*

³¹³ BERNAN, Op. Cit, tome 2 p. 18.

³¹⁴ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 20.

³¹⁵ Idem p. 13.

³¹⁶ Idem p. 11.

battans de la porte, dont l'un est ouvert, montrent les dimensions de la nouvelle cheminée ou du foyer du poêle, & l'on peut être certain par l'expérience que j'en ai faite, que, pour peu qu'on y fasse de feu, on ne pourra s'approcher de ces petites cheminées avec la même facilité qu'on fait des grandes, la chaleur qu'elle envoie dans la chambre étant beaucoup plus forte ; l'intérieur du foyer de cette cheminée doit être construit de briques revêtu, si l'on veut, de plaques de fontes; le devant peut être de briques, de pierres de taille ou de marbre, & les portes seront d'un assemblage de fer composé d'un châssis recouvert des deux côtés de deux plaques de fer, entre lesquelles on fera entrer à force du sable ou de la terre pour en remplir exactement l'intervalle : ces deux surfaces de fer laissant une distance entr'elles d'environ dix à douze lignes, la surface extérieure de ces portes est recouverte, lorsqu'on le veut d'une feuille de cuivre avec des moulures. Des portes de tôle simple ont de l'odeur, elles se tourmentent au feu, elles ferment mal & ne sont point du tout propres à conserver la chaleur; on peut orner ces cheminées de différentes façons & les rendre aussi riches qu'on le jugera à propos (fig. 65).

De Montalembert précise : On voit que ce dessein convient également, soit que les portes soient ouvertes ou qu'elles soient fermées, & que lorsqu'elles seront toutes deux ouvertes, elles ne paraîtront point & ne seront aucun embarras dans la chambre, tout le devant de la cheminée étant revêtu du même marbre du chambranle ; les ornements peuvent être en feuilles de cuivre, dorées d'or moulu. Enfin la ferrure pour soutenir les portes, étant exprimée dans ce dessein de la façon la plus simple, peut être ornée de plusieurs manières ou cachée en entier, & les portes peuvent, si l'on veut, descendre jusqu'en bas au niveau du plancher : on les peut faire aussi s'ouvrant à coulisse & se retirant des deux côtés de la cheminée derrière le chambranle même; de façon que dans un foyer de quatre pieds de largeur, l'ouverture de la cheminée poêle peut être de trente pouces, ce qui réduit le rétrécissement de la cheminée seulement à neuf pouces de chaque côté. Toutes ces dispositions sont au choix de chacun & relative à la dépense qu'on y veut faire; mais il me semble que les cheminées

*ainsi décorées, seroient plus agréables à la vue l'hiver & l'été, que celles qui existent partout, dont l'habitude seule peut faire supporter la difformité.*³¹⁷.

La figure seconde est la coupe, suivant la largeur d'une cheminée-poêle simple, c'est-à-dire, ne devant échauffer que la seule pièce où elle est placée, & pouvant servir également de cheminée (...) Toutes les cloisons intérieures peuvent se faire de briques ou de pierres de taille; mais le foyer, & tout ce qui est exposé au feu, doit être entièrement de briques : on fait du feu dans ces sortes de poêles une fois en vingt) quatre heures; l'on met selon le froid, plus ou moins de morceaux de bûches, de grosseurs à peu-près égales³¹⁸. Ce procédé, qui introduit des portes aux foyers, n'est peut-être pas si nouveau, en effet, sur certaines planches de cheminées de Le Pautre (1663) on peut voir des éléments qui ressemblent à des portes³¹⁹. Cependant, on ne sait si elles correspondent à des éléments fonctionnels comme c'est le cas ici. Le dispositif de Montalembert a séduit car il est présenté dans l'*Encyclopédie* de Diderot & d'Alembert dans les volumes supplémentaires sous la rubrique « cheminée-poêle » section physique et avec une planche d'illustrations qui reprennent les planches de l'ouvrage du marquis. Notons que le marquis est membre du Lycée des Arts de 1795 à 1798 ; dans l'annuaire, il est désigné comme membre de l'Académie des Sciences et général de division³²⁰.

Benjamin Franklin (1710-1790)

Benjamin Franklin écrit en 1744 *Pennsylvanian fire-place*, ouvrage traduit en français en 1773 par M. Barbeu du Bourg (1709-1799)³²¹. Très inspiré par le procédé de Gauger dont le livre a été traduit en anglais par Jean-

³¹⁷ Idem, p. 9.

³¹⁸ Idem, p. 11.

³¹⁹ LE PAUTRE Jean, *L'œuvre de Le Pautre Jean, décorations intérieures, plafonds, alcôves, meubles, cheminées*, Armand Guérint, Paris.

³²⁰ *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an IV de la République Française*, Gosset, Paris, 1795-1796, p. 76.

Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 6 de la République Française, Laurens, Paris, 1797-1798, p. 194.

³²¹ FRANKLIN Benjamin, *Pennsylvanian fire-place*, B. Franklin, Philadelphie, 1744.

Théophile Desaguliers en 1736³²². Après avoir posé quelques principes comme la liaison haute et basse pression, froid et chaud ; le rayonnement de la chaleur et de la lumière qui se propage dans toutes les directions. Il décrit également des poêles métalliques hollandais avec un chargement frontal, avec une bonne répartition du rayonnement dans toutes les directions. Il évoque de la même manière les poêles métalliques allemands chargés par-derrière dans une autre pièce. Les avantages pointés sont les économies de combustible et une bonne rentabilité thermique, les inconvénients sont l'absence de visibilité de la flamme et l'absence de ventilation. Franklin présente la solution des braseros qui selon lui se trouvent fréquemment dans les ateliers, et il la déconseille en raison des gaz nocifs³²³. Puis, il propose son modèle de cheminée dont les éléments sont réalisés en fonte (fig. 66).

Son système tient à la fois du poêle et de la cheminée, en effet, le foyer est apparent comme pour une cheminée, mais il n'y a plus d'ouvertures directes entre la pièce et le conduit de fumées comme on peut le voir dans la coupe qui nous est fournie (fig. 67). Comme dans le procédé de Gauger, il y a un système de récupération d'air. Cependant, une grande partie des dispositifs de fonte et de maçonnerie concourent à isoler l'air de la pièce du conduit ce qui se comprend aisément lorsqu'on prend en compte les rigueurs climatiques de l'Amérique du Nord. On constate un développé important de surfaces métalliques chaudes ce qui rapproche ce dispositif des poêles métalliques. Franklin suggère de faire un percement sur le côté du conduit pour faire passer les ramoneurs, ainsi que de laisser un conduit entre la pièce et le conduit de fumée si elle accueille des fumeurs afin de créer une aspiration et donc une ventilation. Par la suite, l'auteur énumère les avantages de sa cheminée : la répartition homogène de la chaleur dans l'ensemble de la pièce

³²² GAUGER Nicolas, *La mécanique du feu*, Estienne et Jombert, Paris, 1713 traduit par DESAGULIERS John Théophilus, *Fires improved, or a now method of building chimnies*, 2d ed. London, In-8, 1736.

³²³ FRANKLIN, Op. Cit, p. 13.

(convection et rayonnement), l'absence de courants d'air glacés, la régularité de la chaleur est source de bonne santé³²⁴. Les pertes de chaleur vers le haut du conduit sont réduites au maximum, réalise une économie de combustible, il réduit les fumées, donne une certaine inertie et la possibilité d'isoler totalement l'intérieur de la pièce et l'extérieur grâce à une grille. Le dessus du poêle peut accueillir : une bouilloire, des fers à repasser et autres chaufferettes... Il semble que les préoccupations de Franklin soient un peu décalées par rapport à celles des français : moins d'intérêt pour les fumées et plus pour les courants d'air et les fissures. Notre inventeur cherche aussi à écarter les unes après les autres les oppositions. La première concerne les odeurs que la fonte des poêles exprimerait, cela peut être évité par un nettoyage. Il aborde une autre question selon laquelle le chauffage pourrait affaiblir l'organisme, qu'il écarte grâce à l'expérience des pays nordiques. Il rend compte d'une expérience de Desaguliers qui aurait fait respirer de l'air passé à travers un tube de fonte chauffé à un petit oiseau, sans inconvénient pour l'animal. Pour finir, il donne des indications aux constructeurs. Si on mesure aisément les relations entre le modèle de Gauger et celui de Franklin, on note que la géométrie est considérablement simplifiée les paraboles deviennent des éléments plans. Cette simplification géométrique et le choix de la fonte par rapport à la tôle donnent la possibilité de produire ces cheminées en série par moulage et assemblage.

La diffusion de cet ouvrage et son contenu sont tout à fait déterminat et Franklin est le seul de nos auteurs de traités à être parvenu à une reconnaissance historique et mondiale, pour d'autres raisons également, cela va de soit.

³²⁴ Idem, p. 24 : Franklin évoque les deux hivers 1730 et 1736 qui virent de terribles épidémies de variole et remarque que les enfants des immigrants d'origine germaniques meurent beaucoup moins

Joseph-François Désarnod

Bien que Joseph-François Désarnod soit architecte, ses ouvrages se situent en relation avec l'œuvre de Franklin et l'ouvrage *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sieur Desarnod* datant de 1789 a donc sa place ici (fig. 68)³²⁵. Il reprend le modèle de foyer à la pennsylvanienne (le modèle de Franklin) qui aurait déjà été présenté par le Chevalier Fossé dès 1786 après sa traduction réalisée par Barbeu de Bourg en 1773. L'auteur, après quelques modifications, fait réaliser le nouveau modèle par une fonderie de Badford en Alsace dès 1784. Il propose la fonte comme un progrès par rapport à Franklin ce qui laisse penser qu'il y a eu une erreur de traduction ou d'interprétation. Cet ouvrage reproduit également les rapports des académies des sciences et de médecine. Selon Liliane Hilaire-Perez, Désarnod obtient un privilège exclusif de quinze ans, le 23 mai 1789 puis tente de le faire transformer en brevet en 1792, mais renonce face aux difficultés³²⁶. En 1796, le *Lycée des Arts* décerne une couronne à Désarnod pour sa cheminée économique ; il est membre de cette institution qui promeut les inventeurs, il est désigné ainsi : *Désarnod, architecte, 344 rue neuve des Mathurins*³²⁷. À cette occasion, le *Journal des inventions et découvertes*, qui rend compte des activités du *Lycée des Arts*, détaille les mérites des travaux de Désarnod, sur le coulage de pièces en fonte d'une grande précision, après de longues tentatives³²⁸. De même, la quantité d'air chauffé circulant à travers le foyer est accru par rapport au modèle de Franklin et le système d'ouverture variable du foyer permet de contrôler la température. *Il est d'expérience qu'on brûle dans ces foyers quatre fois*

que les enfants d'origine anglaise. Il corrèle ces faits à la présence de poêles dans les intérieurs d'origine germanique.

³²⁵ DESARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Desarnod*, Lyon, 1789, 58 p., 15 pl.

³²⁶ HILAIRE-PEREZ Liliane, *L'invention technique au siècle des lumières*, Albin Michel, 2000, p. 392, note 59 : AN F12/2465, AN F12/997.

³²⁷ *Annuaire du lycée des arts pour l'an IV de la république française*, Gosset, Paris, 1795-1796, p. 143. *Annuaire du lycée des arts pour l'an 6 de la république française*, Gosset, Paris, 1795-1796, p. 169.

*moins de bois que dans les cheminées ordinaires, pour produire une égale chaleur (...) il est prouvé qu'au moyen d'une grille qui enchasse à dessein dans les parois intérieurs du foyer, on peut y brûler et la tourbe et le charbon de terre non épuré, sans éprouver aucun des désagréments qu'occasionne ordinairement l'odeur de ces combustibles*³²⁹.

L'architecte participe avec ses appareils à la première exposition industrielle à Paris en 1798 (arcade n°6), les *Nouvelles Littéraires* rendent compte des distinctions obtenues à cette occasion³³⁰. Il est également présent avec sept modèles de fourneaux et deux modèles de cheminées portatives à l'exposition industrielle de 1801 (an 9), puis à celle de 1806³³¹. Selon d'autres sources, Désarnod a obtenu des médailles d'or aux expositions de 1798, 1801, 1802 et 1806 ce qui atteste de la reconnaissance que ses modèles de poêles ont pu avoir³³².

En 1799, sur une recommandation de l'architecte Peyre (Antoine François, 1739-1823), Désarnod propose un devis détaillé de 1623,60 francs pour l'établissement d'un poêle économique pour la bibliothèque nationale du Muséum et du Jardin des Plantes³³³. Cette même année, Désarnod lit un mémoire à l'académie des sciences intitulé *Poëles lyonnais perfectionnés ou fourneaux domestiques*³³⁴. L'architecte réalise quelques

³²⁸ HALLE, TROUVILLE, « *Rapports des séances* », *Journal des inventions et découvertes*, 1795, n° 3, p. 171-177.

³²⁹ Idem, p. 175.

³³⁰ *Première exposition publique des produits de l'industrie française - Catalogue des produits industriels*, Allier, Grenoble, p. 4.

« *Lycée des arts* », *Nouvelles Littéraires*, 1798, p. 390. Rapport par Regnier et mention honorable de nouveaux poêles ou fourneaux domestiques du citoyen Désarnod, architecte, demeurant rue neuve des Mathurins, au coin de celle de l'Arcade. Ces nouveaux potagers, coulés en fonte douce, avec la plus grande propreté, pouvant servir également à chauffer avec économie et à satisfaire, sans aucune odeur, à tous les besoins de la cuisine. Ils coûtent depuis 15 livres jusqu'à 72 livres.

³³¹ *Exposition publique des produits de l'Industrie française - Catalogue des produits*, 1801, portiques 53-54. *Exposition publique des produits de l'Industrie française - Catalogue des produits*, 1806.

³³² Le NORMAND L.-S. & MOLEON J.-G.-V., « *Table alphabétique des manufacturiers, des fabricans et des artistes qui ont présenté les produits de leur industrie à l'une des cinq expositions qui ont eu lieu en France jusqu'à la fin de 1819* », *Description des expositions des produits de l'industrie française, faites à Paris depuis leur origine jusqu'à celle de 1819 inclusivement ; renfermant les noms et les adresses de tous les exposants tant nationaux qu'étrangers*, Bachelier, Paris, 1824, vol. 4, p. 216.

³³³ *Rapports du conseil des professeurs du Muséum d'histoire naturelle*, 24 Prairial, 4 messidor, 24 germinal, an 7, AN : AJ/15/582.

³³⁴ « *Séance du 21 Brumaire an 6* », *Procès-verbaux des séances de l'académie des Sciences*, 1798-1835, Imprimerie de l'observatoire d'Abbadia, Hendaye, 1910, p. 295-6.

travaux et fournitures pour le Conservatoire National des Arts et Métiers, en 1797 il y pose un poêle à 250 francs, réalise des petits travaux de ramonage, installe une trappe à ramoneur, fournit du bois et du charbon de terre³³⁵.

En 1800, Désarnod lance une souscription pour diffuser à prix réduits ses poêles, sur quatre pages, il développe leurs qualités et avantages : salubrité, sûreté, solidité, propreté, agrément, économie³³⁶. Ces poêles sont réalisés en *fer fondu, épuré et coulé avec la plus grande précision, la durée d'un foyer doit être de plus d'un siècle*³³⁷. *Ils se placent à volonté, même dans une pièce sans cheminée, s'échauffent promptement, conservent long-tems la chaleur, et laissant jouir de la vue du feu ; enfin on peut les transporter facilement par-tout et à peu de frais*³³⁸. Sa manufacture se situe au 844, rue Neuve des Mathurins à la Chaussée d'Antin, les poêles sont vendus également à Bordeaux, Rouen, à Lyon et au Havre. Il y a différentes tailles et finitions pour ces poêles : un petit modèle peut chauffer une pièce de douze sur seize pieds, un moyen convient pour une pièce de quinze sur vingt pieds, un grand modèle pour une pièce de dix huit sur vingt quatre pieds³³⁹. Les prix des poêles s'échelonnent en fonction de la taille et de la finition : les petits 275 l., 345 l., 375 l., les moyens 445 l., 560 l., 610 l., les grands 765 l., 935 l., 1025 l., la réduction de la souscription oscille entre 50 et 30 %³⁴⁰.

En 1803, Désarnod propose *Instruction sur les foyers n°1, 2 et 3*, il y aborde de manière concrète la question de la cheminée positionnée sous une fenêtre (fig. 69)³⁴¹. Compte tenu de la distance entre le conduit et le foyer, il est tout-à-fait possible de le dévoyer sur le côté au lieu de le laisser à

³³⁵ *Comptes et comptabilités du CNAM*, AN : F/4/2333.

³³⁶ DESARNOD Joseph-François, *Souscription*, Paris, 1800, 4 p.

³³⁷ *Idem*, p. 1.

³³⁸ *Idem*, p. 2.

³³⁹ *Idem*, p. 2.

³⁴⁰ *Idem*, p. 3.

³⁴¹ DESARNOD Joseph-François, *Instruction sur les foyers n°1, 2 et 3*, Paris, 1803.

l'arrière. Cela permet ainsi de mettre ce foyer sous une baie, ce qui est du plus bel effet et qui est incontestablement original.

Dans ces différents ouvrages, Désarnod propose différentes variations sur la cheminée de Franklin. Sa première innovation représente différentes tailles de foyers. Les plus petits sont très proches du système de Franklin, soit une grille est superposée à l'intérieur du foyer, soit un dispositif de fermeture coulissante est rapporté à l'avant du foyer. Pour les plus grands modèles Désarnod introduit une variation supplémentaire : un tube de bonne taille, dit conduit à air, traverse de part en part la largeur du double-fond ; ce tube alimente en air réchauffé deux colonnettes de part et d'autre qui jouent ainsi le rôle de radiateurs et qui portent la tablette du foyer. Dans le grand modèle, les colonnettes sont à l'échelle de la pièce et font le tour du miroir de dessus de cheminée, ce qui donne un effet assez spectaculaire (fig. 70). Dans son ouvrage de 1803, figurent des coupes et il est alors possible voir que le contenu des colonnettes est acheminé vers des pièces adjacentes, notons que certains foyers sont disposés dans un angle ce qui permet d'accéder à plusieurs pièces... Par ailleurs, notre auteur précise que : *Diverses expériences ont assuré que la tourbe & le charbon de terre brûlé dans ce Foyer, ne répandent aucune odeur. Or, comme ces deux combustibles sont d'un prix très modique, ce Foyer offre au peuple de nouvelles ressources pour économiser sur le chauffage*³⁴². Dans ce recueil se trouve également exposée la question du montage et de son étanchéité : *Il faut alors remplir de terre franche toutes les rainures du fond dont on se sert pour monter les poëles, et construire des fours, parfaitement corroyée et purgée de corps étrangers et de gravier. On profitera de ce moment pour remplir également de terre franche toutes les rainures des autres pièces jusqu'au niveau de leurs rebords. Il importe de n'en oublier aucune*³⁴³.

³⁴² DESARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres*, Lyon, 1789, p. 27.

³⁴³ DESARNOD Joseph-François, *Instruction sur les foyers n°1, 2 et 3*, Paris, 1803, p. 32-33.

En 1806, Désarnod démonte un poêle de céramique russe ou suédois de la *Société d'Encouragement* qu'il remonte au CNAM en réalisant les travaux nécessaires pour les conduits d'évacuation des fumées. Notons que cinq dessins du *Portefeuille Industriel* du CNAM sont consacrés aux *Poêles à la Lyonnaise de Désarnod*, ce qui atteste de l'intérêt porté aux poêles par ses contemporains³⁴⁴. Cette même année, Désarnod propose ses services afin de chauffer les bureaux et la résidence du ministre de l'intérieur, en avançant les économies que permettraient ses poêles³⁴⁵. Le ministre attend le résultat des expériences comparatives et s'inquiète des coûts d'achat et d'installation³⁴⁶. Une première série d'essais ont lieu au début de 1806, et Désarnod obtient le deuxième meilleur résultat (dernière le poêle de Thirolier) : *Il faudroit 16 kilogrammes avec le fourneau domestique de M. Désarnod (...) pour donner la même chaleur que 100 kilogrammes brûlés dans une cheminée ordinaire*³⁴⁷.

D'autres essais sont menés quelques années plus tard avec les poêles de Désarnod et ceux de Curaudau, dont la partie supérieure fait labyrinthe à fumées, ceci au bénéfice de Désarnod³⁴⁸. En 1809, Désarnod doit se pencher comme d'autres poêliers sur un problème de sécurité. En effet, le Colonel Grobert, chevalier de la légion d'honneur, signale deux accidents mortels occasionnés par la combustion de tissus légers aspirés à travers les registres des poêles et enflammés³⁴⁹. Sur les recommandations du Préfet de police des modifications sont apportées afin de supprimer ces causes d'accident.

³⁴⁴ *Portefeuille Industriel CNAM*, Dessins de Dromard, inv. 13571.321/1 à 5.

³⁴⁵ *Lettres de Désarnod au ministre de l'intérieur*, 24 avril 1806, AN : F/12/513.

³⁴⁶ *Lettres du ministre de l'intérieur à Désarnod*, 28 avril 1806, AN : F/12/513.

³⁴⁷ « *Sur le chauffage économique, Arts économique* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°5, 1806, p. 108-119.

³⁴⁸ *Poêles, essais comparatifs réalisés par la société d'encouragement sur les poêles de Désarnod et de Curaudau le 29 avril 1817*, CNAM archives N26.

³⁴⁹ *Dossier sur les risques des registres de poêles*, CNAM archives N35.

Sir Benjamin Thompson, comte de Rumford (1753-1814)

Il semble opportun de traiter maintenant le cas de Sir Benjamin Thompson, né à proximité de Boston comme Benjamin Franklin, qui dispose de fait d'un statut de savant d'envergure internationale (Londres, Munich, Paris) plutôt que d'inventeur³⁵⁰. Ces travaux pratiques et théoriques s'attachent à la nature de la chaleur, la calorimétrie, et les caractéristiques des matériaux et des surfaces vis-à-vis de la chaleur (isolation, conduction, rayonnements plus ou moins importants). À ce titre, il dialogue avec les autres savants de son époque et voyage afin de les rencontrer. Les différents ouvrages de Rumford sont traduits très rapidement en français de une à trois années. En Bavière, où l'Electeur l'appelle, il s'attache à réaliser des ouvriers pour les pauvres avec de gigantesques cuisines dont quelques planches ont été reproduites dans l'ouvrage de Siegfried Giedion *La mécanisation au pouvoir*³⁵¹. En Grande-Bretagne, il met au point une cheminée améliorée permettant l'utilisation de bois comme du charbon, dont l'influence sera considérable, surtout dans les îles Britanniques. Proposée dans l'essai numéro quatre, cette nouvelle cheminée se caractérise par la réduction importante de la taille du foyer, le rétrécissement du conduit afin de limiter les courants d'air et réduire la convection (fig. 71). Ce dispositif n'est pas sans rappeler la cheminée de cabinet qu'Hebrard cite dans son ouvrage et que nous avons évoquée plus haut³⁵². L'angle ouvert des montants du foyer permet aux rayonnements de se diriger vers la pièce. Le volume du foyer est considérablement réduit et une gorge étroite se raccorde au conduit. Les proportions jouent un rôle déterminant : *treize pouces font une bonne*

³⁵⁰ Rumford ingénieur américain, choisi l'Angleterre pendant la guerre d'indépendance, part pour Londres où il fonde la Royal Institution. Anobli, il travaille en Bavière, où on l'élève au rang de comte. Puis, il débat en France avec Laplace et Lagrange, où il épouse la veuve de Lavoisier et s'éteint à Arcueil. MAURY, Op. Cit, 64-65 p.

³⁵¹ GIEDION Siegfried, *Espace, temps, architecture*, Denoel, Paris, 1978 (1940), 438-441 p. Ces planches proviennent de RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques (Count Rumford's Experimental essays, political, economical and philosophical)*, traduit par Tannaguy de Courtivron, 6 vols., Pougens, Paris, 1802, vol. 3, essai n°10, planches.

³⁵² HEBRARD, Op. Cit.

*proportion pour la largeur du fond ; & trois fois treize pouces, ou trente neuf pouces pour l'ouverture du foyer du côté de l'appartement ; les côtés formeront alors un angle de 135 degrés, ce qui est la meilleure inclinaison qu'on puisse donner pour envoyer la chaleur dans la chambre*³⁵³. De même, la largeur des conduits sera de 3 ou 4 pouces, le passage des ramoneurs est prévu ailleurs grâce à une ouverture amovible³⁵⁴. Cette cheminée n'a pas un caractère de nouveauté radicale, elle fait pourtant une bonne synthèse des diverses améliorations déjà proposées : l'angle ouvert comme chez Gauger, le resserrement du conduit comme chez Franklin. Cependant, il s'agit d'une véritable cheminée maçonnée, qui peut être construite directement ainsi ou être le résultat de la modification d'un foyer existant³⁵⁵. Rumford s'éloigne clairement de l'option du poêle pour le chauffage.

Notons que Rumford n'est pas seulement un savant qui écrit des traités dans sa chambre, c'est aussi un praticien : *La preuve que mes principes peuvent s'appliquer aux foyers destinés à brûler du charbon de terre, comme à ceux où l'on brûle que du bois, est l'expérience que j'ai faite avec succès, depuis deux mois que j'habite Londres, sur plus de cent cinquante cheminées*³⁵⁶. Il donne le nom des entrepreneurs disposant d'expérience en la matière : les maçons Eves & Sutton Broad Sanctuary Westminster. De même, il écrit, *j'ai déjà rectifié la construction de plus de cinq cents cheminées*. Son succès avec ce modèle de cheminée est réel, comme l'indique la lettre du Baronnet John Sinclair, membre du Parlement & président du comité d'agriculture (Whitehall, Londres, 9 février 1796) : *Vous apprendrez avec plaisir, que votre manière de réparer les cheminées, en prévenant la fumée, en économisant le combustible & en augmentant la chaleur, a réussi non seulement*

³⁵³ RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques*, traduit par L. M. D. C., 6 vols., vol. 1, Manget, Genève, 1799, essai n°4, p. 343.

³⁵⁴ Idem, p. 340 et p. 346.

³⁵⁵ Le fait que ce modèle de cheminée peut aussi bien concerner un ancien foyer qu'un nouveau, favorise sa diffusion. De même, trouver un maçon pour la réaliser est un acte banal et peu coûteux.

³⁵⁶ RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques*, traduit par L. M. D. C., 6 vols., vol. 1, Manget, Genève, 1799, essai n°4, p. 314.

*chez moi, mais chez plusieurs de mes amis ; que le Lord Prevost & les magistrats d'Edimbourg ont destiné une somme pour payer la dépense du voyage d'un maçon qui doit suivre les mêmes procédés dans cette ville. J'espère que vous voudrez bien faire imprimer, le plus promptement possible votre traité sur l'économie de la chaleur, pour que les connoissances relatives à un objet si utile puissent se répandre promptement. C'est en vous souhaitant les plus grands succès dans la suite des travaux importans qui vous occupent, que je suis avec la plus grande considération*³⁵⁷.

Tout au long des quatre-vingts pages de l'essai numéro quatre, Rumford détaille des avantages de sa cheminée et les dispositions les plus favorables. Sa cheminée évite les courants d'airs excessifs, la fumée, elle permet des économies de combustible, une meilleure répartition de la chaleur dans la pièce. Pour les foyers destinés à la combustion du charbon des grilles sont nécessaires, la plus fine sera la meilleure³⁵⁸.

Cependant, Rumford va plus loin et applique ses observations scientifiques au foyer, il évoque la convection et le rayonnement (et non la conduction). En ce qui concerne les matériaux, il déconseille les taques métalliques, et prône les grés car selon lui : *les meilleurs matériaux sont ceux qui en réfléchissent le plus, ou qui en absorbent le moins, donc pas de fer. Les meilleurs matériaux que j'ai pu découvrir jusqu'à présent sont le grés (firestone) & la brique garnie de mortier (...) La couleur blanche étant celle qui réfléchit le plus de chaleur & de lumière, on doit toujours l'employer de préférence pour l'intérieur des cheminées ; & , par la même raison, l'on doit éviter de se servir de la couleur noire, qui ne réfléchit ni lumière ni chaleur*³⁵⁹.

Dans son essai numéro six, Rumford va au-delà de la production de chaleur, il applique également ses travaux sur la calorimétrie à l'isolation des pièces et conseille le recours à des *doubles croisées & doubles*

³⁵⁷ Lettre cité dans RUMFORD Op. Cit, essai n°4, p. 310.

³⁵⁸ Le charbon et la tourbe sont des combustibles courants outre-manche.

³⁵⁹ Idem, 334 p. Notons que ces propos sont aujourd'hui discutables, ceci montre bien les tâtonnements dans la maîtrise théorique de la chaleur.

cloisons³⁶⁰. Il fait état d'exemples : *On fait usage, depuis long-tems, dans le nord de l'Europe, de doubles croisées ; & l'on reconnoît leur utilité dans tous les appartemens, où elles conservent la chaleur & prévient les vents coulis*³⁶¹. De même, il est très clair quant aux raisons de ces performances : *J'observais que c'était l'air confiné entre les deux fenêtres, & non point la double rangée de verres, qui met obstacle au passage de la chaleur (...) la plus grande épaisseur des carreaux de verre ne contribue nullement à rendre une chambre plus chaude*³⁶². Ce modèle de cheminée est à l'origine (en 1799) présenté et développé dans l'ouvrage de Rumford. Tout au long du XIX^e siècle, il sera diffusé par d'autres auteurs dont par exemple, et non le moindre, le fameux manuel Roret, *Poëlier-fumiste*³⁶³. Grâce à la large diffusion de ce dispositif, il aura de nombreux descendants au cours du XIX^e siècle chez les zéloteurs de la cheminée. À l'occasion de la partie suivante concernant l'émergence du chauffage central nous retrouverons brièvement Benjamin Rumford. Le *Portefeuille Industriel* du CNAM comporte une dizaine de planches consacrées à un *fourneau à la Rumford, dont un foyer construit chez le Baron de Lechenfeld, sous la direction du Comte de Rumford, à Munich, an 1795*, ce sont des développements de cuisine³⁶⁴.

Thirolier

Entre 1804 et 1807, Thirolier propose un poêle en faïence qui fait également usage de fourneau de cuisine³⁶⁵. Il est vendu au prix de 10 francs dans le magasin de la Vache Noire, rue Montmartre. Les inventions de Thirolier font l'objet de plusieurs articles et trois gravures dans le chapitre poêle de l'*Encyclopédie Roret* sont dédiée au poëlier

³⁶⁰ RUMFORD, Op. Cit, essai n°6, p. 54.

³⁶¹ Idem, p. 59.

³⁶² Idem, p. 60.

³⁶³ ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), p. 99-105, planche 2.

³⁶⁴ *Portefeuille Industriel* CNAM, Dessins de Dromard, inv. 13571.336/0 à 9.

³⁶⁵ Archives du CNAM N27 et N29

DELESSERT, « Rapport au nom du Comité des Arts économiques sur le fourneau de M. Thirolier », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 3, 1804, p. 94-95.

fumiste. La caractéristique de ces poêles réside dans le parcours des fumées de combustion qui quitte le poêle en position basse (fig. 72)³⁶⁶. De même, afin de fonctionner « à flamme renversée ou horizontale », il y a deux sièges de combustion, l'un principal positionné au-dessus, l'un secondaire en partie basse destiné à aspirer puis évacuer les fumées vers le conduit. Thiolier attribue la paternité du renversement de la flamme au physicien André Dalesme (1660-1727), membre de l'Académie des sciences³⁶⁷. Avec ce dispositif le poêle est alors appelé « fumivore », l'idée étant de brûler le monoxyde et le dioxyde de carbone lors de la seconde combustion, ce qui rentabilise le foyer tout en dégageant moins de gaz toxiques. Un autre modèle s'adapte aux poêles existants, les poêliers Calot et Marentin sont seuls autorisés à modifier les poêles de tôles, ceux en fonte le sont par Muller³⁶⁸. En 1806, une première série de tests est établie par le Comité consultatif des arts, à la demande du ministre de l'Intérieur, comparé avec les cheminées améliorées le poêle de Thiolier est de loin le plus efficace : *à l'égard des appartements où l'on voudroit se servir de poêles, celui de M. Thiolier paroît être le plus avantageux. D'après le résultat moyen 1,193 des expériences faites avec ce poêle, il ne faudroit que 13 kilogrammes de bois pour donner la même chaleur que 100 kilogrammes brûlés dans une cheminée ordinaire*³⁶⁹. L'un des poêles de Thiolier a fait l'objet d'autres tests avec d'autres poêles l'hiver 1807-08. Dans l'un des dossiers d'archives du CNAM, se trouve un cahier manuscrit de 17 pages où Thiolier détaille le principe de son invention et où il liste les différentes applications³⁷⁰. Y est joint un prospectus pour les « boîtes à feu », foyers

³⁶⁶ ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE, Op. Cit, p. 229-234, pl. 3.

³⁶⁷ *Inventions de Thiolier, Pyrothechnique*, p. 1, CNAM N161.

³⁶⁸ THIROLIER, « *Lettre de M. Thiolier sur l'économie des combustibles* », Thiolier, 21 rue Neuve des Capucines, Paris, p. 4.

³⁶⁹ « *Sur le chauffage économique, Arts économiques* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°5, 1806, p. 118.

³⁷⁰ *Inventions de Thioliers, Pyrothechnique*, 17 p., CNAM N161.

cylindriques que l'on dépose dans le volume de liquide à chauffer comme la baignoire³⁷¹.

Thirolier est présent aux expositions industrielles en 1801 et 1802 (an 9 et 10) avec : Portique n°1 Thirolier, breveté d'invention rue Saint martin, vis-à-vis de la rue aux Ours, à Paris : boîte à feu destinées principalement à chauffer l'eau des bains avec économie de temps et de dépense; poêle fumivores, phloscope, espèce de fourneau portatif qui chauffe et éclaire³⁷². En 1806, Thirolier propose également un appareil de chaleur, poêle à flamme renversée, et obtient une médaille d'argent et un 3^{ème} prix³⁷³. Lors de l'exposition industrielle de 1808, Thirolier obtient la médaille d'argent deuxième classe³⁷⁴. Notons que Thirolier a obtenu un brevet pour les poêles fumivores, et les procédés relatifs à l'art de brûler avec économie des combustibles solides³⁷⁵.

Bertolini

Bertolini est membre d'une famille de poêliers installés à Paris, qui sont régulièrement représentés dans *l'Almanach du commerce* : en 1810 : *frères et fabricants de tôle, rue Vieilles-Tuileries, 21* ainsi que « *fumiste rue du faubourg Poissonnière 10* ; en 1815 et 1820 *fumiste, rue Vieilles-Tuileries, 21* ; en 1825, 1828, 1829 : *rue du Temple, 63* ; en 1830 : *Bertolini aîné rue du Temple, 86* ; en 1833 et 1834 *Bertolini aîné rue du Temple, 82*³⁷⁶. Il ne participe cependant pas aux expositions industrielles³⁷⁷.

Bertolini a pris part aux expériences de chauffage au Conservatoire des arts et métiers durant l'hiver 1807-1808 et ses appareils ont fait l'objet

³⁷¹ *Boîtes-à-feu du citoyen Thirolier par Brevet d'invention*, Imprimerie de Chaigneau, CNAM N161.

³⁷² *Catalogue de l'exposition industrielle de l'an 9*, AN F/12/985
Le NORMAND & MOLEON, Op. Cit, p. 296.

³⁷³ *Catalogue de l'exposition industrielle de 1806*, AN F/12/985

³⁷⁴ « *Appareils de chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 6, 1807, p. 137-138.

³⁷⁵ « N° 192, *Brevet pour les poêles fumivores, et les procédés relatifs à l'art de brûler avec économie des combustibles solides au sieur Thirolier de Paris* », *liste des brevets (1798-1806)*, INPI, 30 juin 1800, p. 101.

³⁷⁶ BOTTIN, *Almanach du commerce*, Paris, 1810, 1815, 1820, 1825, 1828, 1830, 1833, 1834.

³⁷⁷ Le NORMAND & MOLEON, Op. Cit, t, p. 190.

d'une transcription graphique que le CNAM conserve au sein du Portefeuille Industriel (fig. 73)³⁷⁸. Bertolini réalise également le poêle du marquis de Chabannes pour cette série d'expériences de chauffage au CNAM³⁷⁹. Les résultats de ces expériences ont montré que son système monte la température de 6,7 à 8,5°C³⁸⁰.

Voyenne

Voyenne, mécanicien, présente ses *fourneaux économiques* à l'exposition industrielle de 1806, où il obtient une mention honorable³⁸¹. Le *Bulletin de la Société d'Encouragement* évoque cet événement : *de M. Voyenne, rue du Battoir, n° 22, à Paris, pour plusieurs appareils et des fourneaux qui prouvent le talent de cet habile constructeur de poêles*³⁸². Voyenne a fourni l'un des appareils de chauffage qui ont fait l'objet d'expériences au Conservatoire des arts et métiers³⁸³. Les résultats montrent que son système permet d'élever la température de 5°C en moyenne. Ce poêle fermé est fait à la fois de métal au centre et de maçonnerie de faïence émaillés en périphérie. Les espaces interstitiels accueillent des circulations de l'air amené par le bas et évacué par des bouches de chaleur sur le poêle (fig. 74). L'idée de Voyenne est que pour introduire les poêles alémaniques en France où le climat est plus clément, il est nécessaire *de diminuer la lenteur avec laquelle ses parois massives se pénètrent du calorique, et son poêle procure une chaleur rapide*³⁸⁴. Ce poêle dispose d'emblée d'une

³⁷⁸ CNAM N29, CNAM Portefeuille industriel (inv. 13571.327.2_aa)

³⁷⁹ CNAM N45.

³⁸⁰ MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, Op. Cit, p. 23.

³⁸¹ Le NORMAND & MOLEON, Op. Cit, p. 303.

Liste des exposants, exposition industrielle 1806, AN F/12/985-988.

³⁸² « *Appareils de chauffage, arts économiques* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol.6, 1807, p. 138.

³⁸³ MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, « *Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 23-27.

³⁸⁴ ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), p. 235-236.

inertie thermique supérieure à un poêle métallique sans pour autant égarer les *kachelhofen*.

Voyenne dispose d'un feuillet publicitaire recto verso, qui vante les talents de ses poêles à courant d'air et à vapeur, établis d'après un procédé nouveau et infiniment économique, au prix le plus modéré³⁸⁵. Il cite l'architecte Peyre, le neveu, (Antoine François, 1739-1823), architecte des bâtiments civils, qui a commandé des poêles à Voyenne. Le principe de ces poêles s'applique à différents formats dont le plus petit est transportable. Il est nécessaire d'allumer le poêle un quart d'heure ou une demi-heure d'avance. Ce système économique est particulièrement applicable aux salles d'hospices, de spectacles, d'assemblées, au café, en général à tous les endroits où il se fait une réunion nombreuse³⁸⁶. Les aspects décoratifs ne sont pas négligés : ces poêles sont en outre susceptibles de recevoir la forme et la décoration les plus agréables : on les revêt, soit en faïence émaillée et non émaillée, soit même en marbre, sur les dessins qu'il plaira de donner³⁸⁷.

Dans le même dossier d'archives se trouve un devis, daté de Ventose an 12 (1805), pour un poêle de biscuit de 6 pieds de haut destiné à la salle des séances de la Société d'agriculture, Hôtel de la Préfecture³⁸⁸. La partie céramique s'élève à 297 francs sur un ensemble de 439 fr.

François Cointeraux (1740-1830)

Enfin, les contributions de François Cointeraux doivent être évoquées³⁸⁹. Il se définit comme architecte rural et vient de Lyon et du Dauphiné où il a construit et développé ses différentes théories en particulier sur le

³⁸⁵ *Voyenne et compagnie, mécaniciens*, Voyenne, Paris, 1807, 2 p. CNAM N34 & Portefeuille industriel inv. 13571.327.1_aa

³⁸⁶ *Idem*, p. 1.

³⁸⁷ *Idem*, p. 2

³⁸⁸ CNAM N34.

³⁸⁹ COINTERAUX François, *Le chauffage économique ou leçon élémentaires avec lesquelles chacun pourra chauffer à peu de frais l'intérieur de sa maison ou de son appartement* Vezard et Le Normant, Paris, 1792, 28 p.

COINTERAUX François, *L'Art de faire le feu, ou Nouvelles formes de cheminées, de poêles, de fourneaux, de chaudières, etc*, Cointeraux, Paris, 1809, p. 117-152.

COINTERAUX François, *Le chauffage économique nouvellement imaginé par Cointeraux*, Cointeraux, Paris, 1810, 28 p.

pisé³⁹⁰. Suite à un appel de la municipalité de Paris en 1788 afin de trouver des moyens d'économiser le bois de chauffage Cointeraux répond et gagne le prix³⁹¹. La proposition de Cointeraux, qui ne se soucie que du confort et non de la « composition » savante de la pièce, consiste en deux modèles de poêles maçonnés, situés au centre de la pièce. Le premier, posé sur un dallage non combustible, est un bloc rectangulaire dont l'un des petits côtés, non maçonné est fermé par une porte métallique. Le second, que l'on peut installer sur un plancher traditionnel, est surélevé sur des pieds et le côté opposé à la porte est incurvé. Les fumées des deux modèles s'échappent par des conduits métalliques comme ceux des poêles métalliques. Il propose différentes tailles. Cointeraux ne peut être vraiment considéré comme un inventeur, mais c'était un bon promoteur d'idées. Il a réinterprété, pour répondre à des besoins concrets, des objets existants en l'occurrence les poêles alémaniques. Il propose également une cheminée-poêle de cuisine qui n'est pas sans rappeler formellement les inventions de Rumford en Bavière... Il ne faut pas sous-estimer l'importance des apports de Cointeraux en raison de ses nombreuses publications et par l'enseignement de son école d'architecture rurale. Par ailleurs, il montre clairement grâce à une description et un devis que ses propositions sont très économiques, 20 livres à Paris et seulement 8 à la campagne, contrairement aux poêles métalliques beaucoup plus onéreux : le poêle de franklin coûte selon lui 150 à 200 livres. Cointeraux s'intéresse aussi à porosité des façades et à la circulation de l'air dans la pièce, de même il invoque les qualités d'inertie de ces poêles contrairement aux poêles métalliques. Notons que François Cointeraux est membre du Lycée des Arts qui lui décerne une médaille pour ces constructions économiques en

³⁹⁰ COINTERAUX, François, *Du Nouveau pisé, ou l'Art de faire le pisé par appareil*, Cointeraux, Paris, 1806, 19 p.

³⁹¹ COINTERAUX François, *L'Art de faire le feu, ou Nouvelles formes de cheminées, de poêles, de fourneaux, de chaudières, etc., etc.*, Cointeraux, Paris, 1809, p. 117-152. J'ai cherché en vain des traces de ce concours à la bibliothèque administrative.

pisé pour les campagnes et une mention honorable pour son fourneau économique, en l'an 4. De même, il participe aux expositions industrielles en 1798, en 1816 et en 1823³⁹².

A la fin du XVIII^e siècle, l'approche expérimentale de nos inventeurs est tout à fait remarquable. Léopold Gennetté, quant à lui décline de nombreux essais. Montalembert a recours à ce genre d'approche dans son mémoire de l'Académie Royale des Sciences, avant qu'il construise son modèle de poêle dans sa demeure d'Angoulême afin de l'expérimenter dans toutes les conditions³⁹³. Gauger pour sa part utilise le thermomètre de manière expérimentale. Ce sont des savants, des inventeurs. Le XVIII^e siècle voit l'émergence de ces savants issus des milieux favorisés qui expérimentent, développent les sciences appliquées à travers des études ponctuelles. Ils se différencient des architectes qui ont sur la question des avis de professionnels généralistes. D'ailleurs, ils sont plus fréquemment en contact avec l'Académie des Sciences ou de Médecine qu'avec l'Académie d'Architecture. D'autres jouent également un rôle de diffuseurs grâce à l'édition d'ouvrages de propagande d'un procédé ou d'une vision panoramique des inventions récentes. Ils abordent à l'occasion de leurs ouvrages des notions théoriques comme la température apparente et le caractère rayonnant de la chaleur, reflétant ainsi les connaissances de l'époque.

³⁹² COINTERAUX arcade 44. *Première exposition publique des produits de l'industrie française - Catalogue des produits industriels*, Allier, Grenoble, 30 p.

MOELEON Jean-Gabriel-Victor, « *Table alphabétique des manufacturiers, des fabricants et des artistes* », Description des expositions des produits de l'industrie française. Bachelier, Paris, 1824, 368 p. + 360 p. Exposition de 1823, AN F/12/986-992.

³⁹³ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 11.

Le confort thermique à la fin du XVIII^e siècle

Le confort thermique peut être obtenu par d'autres moyens que par des cheminées et les poêles : les chaufferettes de différents matériaux, des bassinoires, des moines de bois ou d'osier³⁹⁴. En plus des chaufferettes traditionnelles, il en existe aussi d'innovantes comme *Le foyer de campagne et de cabinet nouvellement inventé par le sieur Du Val, ingénieur & Architecte des Bâtiments du Roy*, datant de 1685 : un chauffe-pieds à alcool recommandé aux voyageurs, ecclésiastiques, gens de robe. Comme les animaux de la ferme peuvent servir de source de chaleur, l'animal domestique peut également servir de chaufferette : l'épouse du Duc d'Orléans, frère de Louis XIV, utilise ainsi ses chiens³⁹⁵.

Le foyer, c'est aussi tout une quantité d'objet : allume-feu, briquet, chenets, crochets, pincettes, pelles, tire-braise, couvre-feu, porte-feu, soufflet tubulaire, contre-cœur comme on les a déjà vus. On retrouve ces accessoires fréquemment dans les inventaires après décès et c'est l'indice de la présence de foyers alors que ceux-ci ne sont pas répertoriés.

Les grilles prennent parfois le relais des chenets. Hébrard conseille *quelque soit le bois que l'on brûle, il faut toujours qu'il soit arrangé sur le foyer de façon que l'air y ait un cours libre ; pour cela il est à propos que le bois soit un peu élevé au-dessus de l'âtre, par le moyen des chenets ou d'une grille, & qu'il y ait des interstices entre les bûches, afin que l'air puisse s'y insinuer de tous côtés*³⁹⁶.

Dans ces foyers se trouvent également toutes sortes d'instruments de cuisine. Dans son ouvrage sur les ustensiles en fer de la cuisine et du foyer Raymond Lecoq a abordé et illustré ces questions³⁹⁷. Chenets à

³⁹⁴ Le moine est une structure légère qui comporte, au centre un récipient à braises, et qui réchauffe le lit avant l'heure du couché.

³⁹⁵ HARRIS Eileen, *Keeping Warm*, Victoria and Albert Museum, London, 1982, p. 12.

³⁹⁶ HEBRARD, Op. Cit, p. 59.

³⁹⁷ LECOQ, Op. Cit, 318 p.

broche ou chenets à crans, crémaillères, trépieds sont également évoqués dans l'ouvrage d'Annick Pardaihlé-Galabrun³⁹⁸.

Les aspects vestimentaires ne sont pas à négliger : la robe de chambre, le manteau de nuit et le bonnet de nuit sont des éléments indispensables³⁹⁹.

*Le sens du confort ne s'exprime que lentement. C'est d'abord l'apparition de la chambre à alcôves qui atténue les rigueurs de l'hiver dans de vastes pièces mal chauffées. On l'attribue à Madame de Rambouillet et on la trouve à l'hôtel de Lambert 2 rue Saint-Louis-en-l'Île, dès 1644*⁴⁰⁰. L'alcôve crée un espace restreint dans la chambre qu'il est possible de clore par des tentures et qui garde ainsi la chaleur humaine ou celle d'accessoires mobiles. En effet, les alcôves ne disposent pas de cheminées pour des raisons de sécurité compte tenu de ses dimensions restreintes. On constate de la même manière la réduction de taille de certaines pièces comme au Trianon à Versailles. Sans se lancer dans une analyse des percements dans l'architecture des XVII^e et XVIII^e siècles, on peut remarquer la taille généreuse des fenêtres des hôtels. Sans doute la technique de coulée du verre sur table datant de la fin du XVII^e siècle n'est pas indifférente à cette évolution⁴⁰¹. L'architecture ordinaire ne bénéficie pas d'autant de surfaces vitrées, mais comme dans les traités de caminologie on recommande d'ouvrir les fenêtres au démarrage du feu c'est que probablement l'étanchéité à l'air des percements s'est améliorée. Selon Annick Pardaihlé-Galabrun, il y a cohabitation de différents type de fenêtres : un modèle plus archaïque du châssis à coulisse, le modèle à châssis fixe, puis le modèle à deux vantaux à espagnolette plus récent et encore des châssis garnis de papier huilé⁴⁰².

³⁹⁸ PARDAILHE-GALABRUN Annick, *La naissance de l'intime 3000 foyers parisiens, XVIIe-XVIIIe siècles*, PUF, Paris, p. 288-289.

³⁹⁹ FOISIL Madeleine, *La vie quotidienne au temps de Louis XIII*, Hachette, Paris, 1992, p. 260.

⁴⁰⁰ LE MOËL Michel, *L'architecture privée à Paris au grand siècle*, Bibliothèque historique de la Ville de Paris, Paris, 1990, p. 104.

⁴⁰¹ La technique dite de « coulée sur table », n'apparaîtra qu'à la fin du XVII^e siècle dans DIBIE Pascal, *Ethnologie de la chambre à coucher*, Grasset, Paris, 1987, p. 89-90.

⁴⁰² PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 254.

Le confort thermique peut également être évalué par le nombre de foyers par maison et/ou par pièce. En étudiant les plans de différents ouvrages, il est possible de mesurer l'accroissement du nombre de cheminées entre le XVII^e et le XVIII^e siècles. Le nombre de foyers dans une maison passe progressivement de quelques cheminées par demeures à une cheminée par pièce à la fin du XVII^e siècle pour les plus riches demeures. Dans les 3000 foyers parisiens des XVII^e et le XVIII^e siècles étudiés par Annik Pardailhé-Galabrun et son équipe, cette évolution est tout à fait perceptible.

Dans son ouvrage et grâce à l'étude des inventaires, il est possible de donner une moyenne de deux cheminées par logements et d'une cheminée pour deux pièces⁴⁰³. De la même manière : *La belle demeure de l'opulente libraire Frédéric Léonard n'est pourvue que de sept cheminées pour dix-neuf pièces. Le marchand pelletier Pierre Goblet occupe neuf pièces dans un parti de la maison où l'on ne compte que trois cheminées. On trouve cependant des variations individuelles importantes.*

Pour Annik Pardailhé-Galabrun : *dans l'immeuble de rapport du temps de Louis XV, étudié par Pierre-Denis Boudriot, toutes les pièces sont pourvues d'une cheminée (...) Un certain nombre d'inventaires, dressés à partir de la décennie 1730-1740, font état de ces logements bien équipés en source de chaleur*⁴⁰⁴. Elle cite divers cas : une maison du quartier Saint-Roch possède quinze pièces avec quatorze cheminées en 1760. Un autre occupant loue treize chambres toutes dotées de cheminées. Dans le cas des hôtelleries, presque toutes les chambres bénéficient de cheminées. Ainsi : *Dans les plus luxueuses demeures du faubourg Saint-Honoré, on trouve, dans la presque totalité des cas, une cheminée par pièce. Les seules pièces n'en comportant pas sont les gardes-robres, le plus souvent, et les pièces chauffées par un poêle. Après 1750, entre les constructions neuves et anciennes on peut*

⁴⁰³ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 332.

⁴⁰⁴ Idem, p. 333.

évaluer deux cheminées pour trois pièces⁴⁰⁵. Louis Sébastien Mercier donne également des indications qui vont dans le sens de la diffusion de foyers : *Autrefois, ce qui composoit le domestique se chauffoit à foyer commun; aujourd'hui la femme de chambre a sa cheminée, le précepteur a sa cheminée, le maître d'hôtel a sa cheminée, &c.*⁴⁰⁶.

Selon Annik Pardailhé-Galabrun, la cheminée reste la source principale de chauffage, malgré sa faible rentabilité thermique qui se situe entre 6 et 12 %. Elle cite J.-J. Volkmann lors de son voyage à Paris en 1787-1788 : *Pour un Allemand habitué à une température tempérée, les cheminées ne sont pas agréables (...) Trop près de l'âtre, on se brûle et les yeux vous piquent, ailleurs on gèle*⁴⁰⁷.

Le XVIII^e siècle est à la fois le siècle de la diffusion des moyens de chauffage (cheminées et poêles) et des inventions destinées à améliorer le rendement thermique et diminuer les fumées. La démocratisation des moyens de chauffage est l'une des caractéristiques du siècle. Des inventeurs montrent leur intérêt pour la question du chauffage. La cheminée a connu des évolutions formelles importantes qui ont améliorées ses performances thermiques. Pour aller plus loin dans les performances, il faut passer à d'autres moyens comme les poêles et les poêles-cheminées.

⁴⁰⁵ Idem, p. 334.

⁴⁰⁶ MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, Tome 2, 1788, p. 65-66.

⁴⁰⁷ Idem, p 335.

II - Vers une modernité technique

L'émergence du chauffage central

L'évolution suivante correspond à l'émergence du chauffage central sous ses différentes formes. Le principe est le suivant : un appareil unique alimente en chaleur une multiplicité d'espaces. Les différents fluides qui transmettent la chaleur (fluides caloripporteurs) sont l'air, l'eau chaude, la vapeur.

Les prémices

L'idée de centraliser le chauffage peut être venue spontanément, issue d'une réflexion pratique. Elle peut également venir de la redécouverte de sites archéologiques de l'Antiquité romaine ou de la fréquentation des textes anciens comme ceux de Vitruve.

Assez classiquement, lorsque l'on évoque l'histoire du chauffage central c'est à Bonnemain et à son système de circulation d'eau chaude destinée à une couveuse, que l'on fait référence⁴⁰⁸. Pourtant, il ne faut pas négliger les tentatives pour étendre l'influence d'un poêle dans différentes pièces, comme le propose le marquis de Montalembert. Il semble que différentes histoires matérielles se déroulent parallèlement : celle du chauffage à air chaud, celle du chauffage à eau chaude, celle du chauffage à vapeur ainsi que celle des chauffages mixtes.

Pourtant, l'idée porteuse du chauffage centralisé reste la même quant à son objectif, même si les moyens utilisés sont différents.

En ce qui concerne les prémices du chauffage central, il ne me semble donc pas pertinent sur le plan méthodologique de traiter ces premières expériences en tentant de les dissocier par fluides caloripporteurs, mais plutôt de voir comment elles ont lieu.

⁴⁰⁸ BRUEGMANN Robert, « *Central Heating and Forced Ventilation Origins and Effects on Architectural Design* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, vol. 37, n° 3, octobre 1978, p. 148.

Le cadre chronologique dans lequel ces premières approches se situent correspond à la fin du XVIII^e siècle jusqu'à 1829, date qui correspond à l'intérêt institutionnel pour le calorifère à eau de Bonnemain appliqué au chauffage des appartements⁴⁰⁹.

L'Antiquité romaine n'est pas la seule source aux origines matérielles du chauffage central car il faut aussi présenter les tentatives de chauffer les serres comme de valables prémices. En effet, la transplantation de plantes exotiques dans des contrées au climat rigoureux impose le recours au chauffage ; les moyens traditionnels : braseros mobiles, poêles métalliques sont peu propices aux végétaux, car la chaleur est, soit insuffisante, soit bien trop forte ! Dès 1599, des poêles de céramiques sont présents dans les serres en Hollande. À Leyden, des serres à gradins ont été réalisées sous la direction d'Hermann Boerhaave (1668-1738) entre 1709 et 1730 : *In the two first of these houses the fire was lighted in a vault*⁴¹⁰.

L'histoire des serres

Pour John-Claudius Loudon (1783-1843) dans *Remarks on the construction of Hothouses* : *Heating by fires is the most ancient and general mode. Originally in this country hot embers ere placed in a hole in the floor. On the continent, fires were made in stoves erected within the house ; and subsequently they were kindled at one end of a large vault under the floor, the smoke going out by a chimney at the other. To these plans succeeded horizontal flues, reserve chambers of heated air, air flues, and the introduction of hot air through metallic tubes in contact with the fire. Watts, gardener to the compagny of Apothecaries at Chelsea, in 1684, seems to have been the first to convey heat*

⁴⁰⁹ Rapport de séance 11 mars 1829, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 30, p. 355.

⁴¹⁰ BOERHAAVE, *Index Plantarum et Index Alter Plantarum* cité par LOUDON John Claudius, *Remarks on the construction of Hothouses*, London, John Taylor, 1817, 92 p. Hermann Boerhaave travaille également sur une ébauche de la calorimétrie et sur la chaleur massique des matériaux.

by tunnels underneath the floor of his greenhouse⁴¹¹. L'idée était dans l'air, car en 1653, le paysagiste anglais Sir Hugh Platt évoque dans son ouvrage *The Garden of Eden* la possibilité d'utiliser la vapeur pour chauffer des serres ; le procédé restant assez vague : *To have Roses or Carnations growing in Winter, place them in a Room that may some way be kept warm, either with a dry fire, or with the steam of hot water conceyed by a pipe fastened to the cover of a pot, that is kept see-thing over somme idle fire*⁴¹² John Hix évoque quant à lui dans *the Glasshouse* : *John Evelyn (...) saw an underground vault in 1685 at The Chelsea Apothecaries Garden (...) very ingenious subterranean heat, conveyed by a stove under the conservatory, which was all vaulted with brick*⁴¹³. En 1691, Evelyn conçoit lui-même un fourneau à air pour une serre présentée dans son ouvrage *Kalendarium Hortense*⁴¹⁴. En 1694, Sir Dudley Cullum of Hawstead, rapporte qu'une serre a été construite sur le principe énoncé par John Evelyn.

En France, on construit également des serres chaudes : *en 1714 sur les pentes du S du Grand Labyrinthe, fut construite une serre chaude, la première édifée en France, pour y placer le pied de caféier que les bourgeois d'Amsterdam envoiaient à Louis XIV et qui est la souche des caféiers de la Martinique, de la Guyane, de la Guadeloupe et du Brésil*⁴¹⁵. Il n'y a pas de précisions sur les méthodes employées pour chauffer cet espace, la méthode traditionnelle consistant à utiliser la chaleur dégagée par la fermentation de matières animales et végétales. Dans l'un des volumes supplémentaires de

⁴¹¹ LOUDON John Claudius, *Remarks on the construction of Hothouses*, the Architectural library, London, 1817, p. 52. Références diverses : Rays's letters, 172, *Beckmann's History of inventions* voll ii p. 103, Ecole du potager Paris 1750, *Maison rustique*, 3e éd. art. Serre, *Encyclopédie méthodique* art. serre, Dr. Anderson in Patent Hothouse, Evelyn in *Kalendarium Hortense*, App. to 4 th edit., *Gauger la mécanique du feu* Paris 1713, *La maison Rustique*, p. 14, tome ii edit, 1768.

⁴¹² Le *fac simile* de la couverture et des pages 50 et 51 de PLATT Hugh Knight, *The Garden of Eden or An accurate Description of all Flowers and Fruits now growing in England, with particular Rules how to advance their Nature and Growth, as well in seeds and Herbs, as the secret ordering of trees and plans*, William Leake, London, 1653 ; est reproduit dans l'ouvrage suivant : New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the story of the founding and development of a public utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 11.

⁴¹³ HIX John, *The Glasshouse*, Phaidon Press, London, 1996, p. 45.

⁴¹⁴ EVELYN John, *Kalendarium Hortense the Gardener's Almanach*, 1691.

l'*Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert datant de 1776, on trouve une planche fort intéressante dans la partie *Agriculture et jardinage : Nouvelle construction de couches que l'on échauffe par la vapeur d'eau bouillante*⁴¹⁶. Une sorte de bouilloire, chauffée au charbon, alimente trois tuyaux qui parcourent le fond d'une petite serre plate dite couches, avant de se rejoindre et d'être obturé par un robinet d'évacuation de la condensation (fig. 75).

D'autres exemples sont cités par Walter Bernan : *Sir Martin Triedwald, a swede, who lived for many years at Nescastle-on-Tyne, before he finally settled in his native country, about 1716, described a scheme for warming a green-house by hot water, instead of frementing vegetable substances. The water was boiled outside of the building and then conducted by a pipe into a chamber formed under the plants*⁴¹⁷. Le même auteur cite un système de chauffage par air : *Sir William Chambers heated the orangery at Kew palace in 1761 (...)* *introduced headed air into the house through an air-pipe ou a flue, in contact with the heating flues*⁴¹⁸. On notera également le cas des murs chauffants proposés par Pieter de la Court van de Voort : des fumées issues de foyers sont dévoyées successivement à la manière des chicanes de poêles dans l'épaisseur des murs des serres⁴¹⁹. Un modèle de ce genre, où une serre est adossée à un mur-cheminée comportant des labyrinthes à fumées, est présenté dans le premier volume agriculture de l'*Encyclopédie* sous le terme de serres hollandaises (fig. 76).

A la fin du XVIII^e siècle, les expériences de chauffage des serres se multiplient, des sources sont citées fréquemment par Bernan, Tredgold et plus récemment par Cecil Elliot, elles proviennent de l'ouvrage de

⁴¹⁵ GUILLAUMIN A., « Le jardin du Roi », Comité d'études historiques et archéologiques des V^e et XIII^e arrondissements, 1956, p. 4-10.

⁴¹⁶ DIDEROT & d'ALEMBERT, l'*Encyclopédie*, vol. 19, p. 626, planche, vol. 33, pl. 2.

⁴¹⁷ *Stuart on the steam engine*, vol. i, p. 587 cité par BERNAN Walter, Op. Cit, tome 2, p. 264.

⁴¹⁸ BERNAN Walter, Op. Cit, tome 2, p. 172.

⁴¹⁹ de la COURT VAN de VOORT, *Landhuren*, Lusthaven, Plantagien, 1737.

John-Claudius Loudon : *Remarks on the construction of Hothouses*⁴²⁰. The earliest proposal which I have met with for forwarding vegetation by steam is contained in the *Gentleman's Magazine* for January 1755; and the first who practised steam forcing appears to have been Mr. Wakefield of Liverpool in 1788. Mr. Hoyle of Halifax took out a patent for heating hothouses and other buildings by steam in 1791 uncertainty⁴²¹. Le brevet de M. Hoyle est destiné à offrir a *New and Improved Method of Heat or Warmth to Hot-houses, Green-houses, Churches, Dwelling-houses, Manufactories, and other Buildings, in any Degree required for either of those Purposes*, est considéré comme le premier brevet à montrer l'usage de la vapeur dans ce secteur⁴²². On peut y lire : *from any part of the boiler above the surface of the water one or more pipes or tubes to be charged with steam from the boiler are to descend, or be otherwise conducted into, round, or through the room or building to be warmed or heated, and are to be either attached to the ceiling or cornice, or placed lower, as may be best approved of, observing that from their highest elevation they must form a gentle declivity, so as more readily to deposit the condensed steam or water into a cistern or a reservoir, into which they are to be for that purpose continued, and which reservoir is to be placed as near to the boiler as circumstances will admit. It is obvious that the heat dispensed will be in proportion to the length or quantity of pipes or tubes introduced into the place intended to be warmed (...) In order that the heat thus communicated may be checked or regulated, and the room or building kept in a due and uniform state of temperature, cocks or valves are disposed in such part of the pipes or tubes most convenient, by which means the supply of heat may be either decreased or entirely off or stopped*⁴²³.

⁴²⁰ LOUDON, Op. Cit, 92 p. Bernan déjà cité, TREGOLD, Op. Cit, 325 p. ; ELLIOT, Op. Cit, 467 p.

⁴²¹ Idem p. 52. Références diverses : *Repertory of Arts*, Buchanan on *Heating by Steam* p. 164, Robertson's View of the Agriculture of mild Lothian, appendix, 1798, The earl of Haddington's near Dundar, London, Hort. Trans. vol i, At St. Fagon near Cardiff, At Dorking : steam is also employed in a hothouse at Clapham, and at Mr. Loddige's nursery, Hackney, Inonmonger and Brazier, long Acre, London.

⁴²² HOYLE John, *Apparatus for Generating Steam, applicable to the Warming of Buildings*, english Patent, July 7, 1791, n° 1816, 3 p. Notons que la destination de ce brevet n'est pas uniquement les serres, mais elles sont les premières à être citées.

⁴²³ Idem, p. 2.

L'aventure continue et *Mr. Butler employed steam with success in a pinery at Knowlsley in Lancashire in 1792, and Mr. Green in dwelling-houses and greenhouses in London in 1793. Mr. Mawer of Dalry near Edinburg adopted steam in 1794 in three pineries, two peachhouses, and two vineries, and Mr. Weston of Leicester, in pits about the same time. Subsequently Mr. Thomson at Tynningham, Mr. Williams, Dr. Lisle, Mr. Dennison, and various others, down to Mr. Frazer, who at the Royal gardens at Kensington has recently commenced his operations for heating by steam more scientifically than (as far as I known) has hitherto been done. In all the above instances, excepting Hoyles's and Fraser's, the steam was admitted to mix with the air of the house, and condense on the plants; a mode which effectually destroys insects, and may therefore be occasionnaly resorted to; but which, considered merely as supplying artificial heat, is attended with the greatest uncertainty*⁴²⁴ On peut constater ainsi une accélération remarquable dans le nombre d'expériences qui sont menées pour chauffer des serres en Grande Bretagne à la fin du XVIII^e siècle.

Notons que cette abondance s'accompagne une certaine diversité de procédure. Ainsi dans le cas de Wakefield de Northwich qui semble être le premier à faire usage de la vapeur pour le chauffage des serres, on constate le procédé suivant : *La vapeur était élevée au moyen de vases de cuivre fort bas, et placés sur les conduits. La plus grande partie des conduits se trouvait sous une voûte arrondie, plus bas que le lit de tan ; la voûte ayant des ouvertures pour laisser arriver la vapeur dans la couche de tan. La vapeur que l'on voulait faire entrer dans la serre y était conduite par les espèces de poêles plates, placées sur les conduits en avant de la fosse*⁴²⁵.

⁴²⁴ Idem p. 52. Références diverses : *Repertory of Arts*. Buchanan on Heating by Steam p. 164, *Robertson's View of the Agriculture of mild Lothian*, appendix, 1798, The earl of Haddington's near Dundar, London, *Hort. Trans.* vol i, At St. Fagon near Cardiff, At Dorking : steam is also employed in a hothouse at Clapham, and at Mr. Loddige's nursery, Hackney, Inonmonger and Brazier, long Acre, London.

⁴²⁵ *Transactions of the society of Arts*, vol. XVIII, pp. 353-393, cité par TREDGOLD, Op. Cit, (en français p. 294-295)

En France, Désarnod fait, quant à lui, référence au chauffage des serres dès 1789 : *des foyers de la grande dimension, placés dans les serres chaudes, procurent aux plantes & aux fleurs tous les avantages qui contribuent à leur accroissement & à leur perfection au retour de la belle saison. On dirigera sous terre des canaux qui porteront l'air échauffé à l'extrémité la plus éloignée de la serre; la terre & l'air atmosphérique recevront par ce moyen une chaleur pénétrante, active & féconde*⁴²⁶. De même, Jean Simon Bonnemain réalisera également le chauffage d'une serre à couches à asperges l'hiver 1799 aux serres du jardin des plantes⁴²⁷.

On peut s'étonner que les premières tentatives de chauffage central se situent dans les serres horticoles et d'agrément et non dans les bâtiments d'habitation ou des équipements publics. En fait, la conservation de plantes exotiques et la production de fruits hors saison ou exotiques passent avant le confort. C'est une fois de plus un cas de transfert de technologie, l'innovation a lieu pour produire des biens et non pour jouir d'une amélioration du milieu ambiant. Par ailleurs, on trouve à plusieurs reprises des rapprochements entre la santé des plantes et celle des hommes : si le chauffage à vapeur est bon pour les unes, il est également bon pour les autres.

Si le secteur horticole est nettement le plus actif, il y a pourtant des expériences dans d'autres secteurs ; ainsi selon plusieurs sources, le colonel William Cook a l'idée d'employer la vapeur pour distribuer la chaleur⁴²⁸. *In 1745, Colonel William Cook improved on Sir Hugh's suggestion and gave a diagram of a engine for heating all the rooms in a house from the kitchen fire. In Fig. CCV. (a) is a copper with a still-head; (b) a copper or lead pipe through which the steam from the head of boilingwater heats. In its passing*

⁴²⁶ DESARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Desarnod, Architecte à Lyon*, Désarnod, Lyon, 1789, p. 28.

⁴²⁷ Voir plus loin dans ce chapitre. Rapport devant le conseil des professeurs du Muséum national d'Histoire naturelle, à la demande du Ministre de l'intérieur François de Neufchâteau, sur les nouveaux moyens de chauffage et ses effets sur la végétation (expérience sur les asperges) an 7, AN AJ/15/582 ainsi que *La Feuille du Cultivateur*

⁴²⁸ *Philosophical Transactions*, vol. xliii. p. 370. Cité par TREGOLD Thomas, Op. Cit p. 11.

through the eight rooms, the pipe is fixed to the wall or side of the rooms, the pipe is fixed to the wall or side of the room; in the place of the chimney, (c) are stopcocks by which the steam may be suffered to pass as fast or as slow as you please, (d) vent for steam to pass out at cistern of water to replenish copper as it boils away. The Colonel's scheme was propounded as a saving, with a title of the coals wasted in the fireplace, he could have heated three times the number of rooms enumerated in his proposal (fig. 77)⁴²⁹.

Le marquis de Montalembert

En 1766, le marquis de Montalembert écrit sur la diffusion de la chaleur à partir d'un point central : *je regrette surtout de ne pouvoir faire connoître ici la construction de deux poêles exécutés à Dampierre chez M. le Duc de Chevreuse, dont les différents tuyaux s'entrelas sans sous le plancher d'un vestibule, servant de salle à manger, y font jouir du singulier avantage d'avoir sous les pieds, pendant les repas, la chaleur la plus douce & la plus agréable. (...) il n'est plus possible de douter qu'on puisse faire circuler la fumée, & par conséquent communiquer la chaleur comme on voudra & aussi loin qu'on voudra; d'où il suit que tous les murs de refend ou mitoyens, peuvent être, pour ainsi dire, parsemés de tuyaux venant d'un ou de plusieurs poêles, & qu'on eut chauffer d'un & d'autre côtés les chambres des différens étages dans lesquels ces murs passent depuis les souterrains jusqu'au faîte des greniers. L'on sent toute l'économie & tout l'agrément qui en résulteroit⁴³⁰. Il apporte ainsi sa*

⁴²⁹ BERNAN, Op. Cit, p. 240.

⁴³⁰ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 20. Suite : *quel bonheur pour des Artisans d'occuper des maisons dont les murs seroient disposés de cette façon! Les différens étages pourroient s'échauffer du même feu; un poêle au rez-de-chaussée deviendroit commun à tous les locataires; on sauroit la quantité de bûches nécessaires par jour; chaque étage y contribueroit, & la contribution étant facile à évaluer en argent, pourroit être portée en augmentation du prix du bail : alors le propriétaire ou principal locataire seroit tenu de mettre chaque jour la quantité de bûches convenues ; chacun pourroit veiller à l'exécution fidèle de cette clause, & par le moyen d'une ferrure placée à la porte du poêle commun, on seroit sûr de la consommation de bois. On pourroit de même faire des poêles mitoyens dans les murs mitoyens, comme on est en usage d'y construire des puits ; on y feroit du feu ou d'un seul côté à la fois, selon l'arrangement qui conviendroit le mieux aux locataires ; alors les ouvriers, placés à chaque étage, y travailleroient dans la rigueur des hivers ; l'indigence enfin, forcée d'habiter les lieux les plus froids & les plus malsains, trouveroient à se réfugier dans les mondes réduits de ces maisons, & le sang des malheureux y couleroit du moins librement dans leurs veines.*

Les poêles destinés à faire beaucoup de révolution, & surtout ceux qui doivent s'étendre par différens canaux sous les planchers.

contribution, en plus de ses cheminées à vanteux fermés, déjà présentées dans un chapitre précédent.

Jean Simon Bonnemain (1743-1830)

En 1777, c'est Bonnemain et sa couveuse à poussins chauffée à l'eau chaude qui fait son apparition⁴³¹. Il s'agit en fait de la première mention scientifique de Bonnemain, cependant son travail va s'échelonner jusqu'à son décès en 1830. Les ouvrages ou articles historiques sur le chauffage citent l'invention de Bonnemain comme pionnier : Bernan, Vetter, Dufton, Bruegmann, Elliot⁴³². Souvent l'illustration du schéma de principe de la couveuse qui accompagne ces articles ne correspond pas à la description du pli cacheté de l'Académie des Sciences, cela soulève plus de questions que cela n'en éclaire⁴³³.

Se référer aux seules publications de Bonnemain, trop peu nombreuses, ne peut suffire pour rendre compte de ces travaux, il faut pister les périodiques ou les autres publications des sociétés savantes qui se réfèrent à ces travaux⁴³⁴. De plus, l'absence de données biographiques sur cet inventeur, ni prénom, ni dates, contraste avec son statut de pionnier reconnu du chauffage central à l'eau chaude⁴³⁵. Ce travail représentait

⁴³¹ Bonnemain se définit lui-même comme physicien mécanicien, auteur de plusieurs inventions et découvertes, membre de l'*Athénée des Arts*. On verra plus loin la chronologie des faits et des références.

⁴³² BERNAN Walter (MEIKLEHAM Robert), Op. Cit, vol. 2, p. 264-266.

VETTER Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 20-24.

DUFTON A. F., « *Early Application of Engineering to the Warming of Building* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1940, p. 193-221.

BRUEGMANN, Op. Cit p. 148.

ELLIOT, Op. Cit, p. 280.

⁴³³ BONNEMAIN Jean Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, pli scellé n° 222, pièces jointes aux *rapport de l'Académie des Sciences*, 14 August 1782, Paris, 24 p., 6 pl.

En fait, le dessin de couveuse que l'on trouve sur ces publications provient du *Dictionnaire Technologique*, Atlas volume 1, en date de 1827 pourtant on s'y réfère comme datant de 1777 et du premier contact avec l'Académie des Sciences. Cette distortion historique est une des conséquences de la longévité remarquable de Bonnemain et du manque de recherche sur son œuvre.

⁴³⁴ Bien qu'il ait été encouragé à publier sur ses inventions, Bonnemain n'a édité à ma connaissance d'une page promotionnelle et une brochure sur l'élevage et l'incubation des poulets.

⁴³⁵ C'est à travers les recherches sur les travaux de Bonnemain que petit à petit des données biographiques se sont dégagées notamment, son âge au moment des différentes médailles. De même,

l'occasion de faire les recherches approfondies sur la vie et l'œuvre de Bonnemain⁴³⁶.

Voyons dans un premier temps le contexte biographique : Jean Simon Bonnemain est né en 1743 dans une famille de tapissiers parisiens⁴³⁷. Il est le fils du maître tapissier Bernard Bonnemain et de Catherine Guenois, ses frères Charles Bernard et Pierre Nicolas exercent également cette profession⁴³⁸. Jean Simon se marie le 23 février 1786 à Anne Geneviève Desbordes (1763-1843). Il apporte dans la corbeille une maison fraîchement construite à Nanterre dans le quartier de la porte Saint-Denis, son privilège royal ainsi que 12 000 livres de marchandises de fer⁴³⁹. L'épouse amène 3 000 livres et son trousseau tandis que la mère du marié offre un douaire de 300 livres annuels. Lors du recensement de 1795, le foyer des Bonnemain se compose de sept personnes, Jean Simon, sa femme, leurs deux enfants et trois domestiques⁴⁴⁰. Les deux enfants sont Pierre Nicolas né en 1788 (décédé en 1827) et Anne Hélène Emilie née en 1790⁴⁴¹. Cette dernière deviendra religieuse hospitalière ; au moment du décès de son père, elle réside au Collège Saint Louis rue de

il a été possible de suivre différentes adresses à Paris et à Nanterre et non au Pecq comme on aurait pu l'imaginer en raison d'une des couveuses qu'il a installé et qui a subsisté jusqu'à la fin du XIXe siècle. Son prénom a été obtenu grâce au fichier nominatif des archives nationales et à une cote en F17 correspondant aux courriers de sa femme pour obtenir des aides, de même que la liste des privilèges établis par Liliane Hilaire-Perez. Les archives départementales ont permis l'accès aux actes de décès, aux enregistrements de décès, aux pièces cadastrales puis au Minutier Central des Archives Nationales. Les archives du tribunal civil de Paris n'existent plus pour l'année où les propriétés de Bonnemain ont été vendues. D'autres supports ont été utiles, comme le recensement de 1795 ou les bottins du commerce. Des parts d'ombres subsistent dont, par exemple, sa date précise et son lieu de naissance.

⁴³⁶ Ainsi que le 2^e congrès d'histoire de la construction pour lequel j'ai produit un premier texte : GALLO Emmanuelle, *Jean Simon Bonnemain (1743-1830) and the Origins of Hot Water Central Heating*, 2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April, Construction History Society, vol. 1, p. 1045-1060.

⁴³⁷ Tous les éléments biographiques et scientifiques concernant Bonnemain sont réunis dans un tableau chronologique en annexe dans *Appareil documentaire*

⁴³⁸ Contrat de mariage de Jean Simon Bonnemain et Anne Geneviève Desbordes devant Maître Margatin notaire, le 23 février 1786 (AN MC ET/CXVII/924), les tapissiers Bonnemain sont présents dans les Bottins du commerce au 15 rue Neuve Saint Augustin puis (1817) 372 rue Saint Honoré.

⁴³⁹ Acte de décès d'Anne Geneviève Desbordes, veuve Bonnemain, Archives des Hauts-de-Seine (AD 5Mi/NAN_5)

⁴⁴⁰ Archives des Hauts-de-Seine (AD 1Mi259)

⁴⁴¹ Archives des Hauts-de-Seine (AD 1MiNNAN_10), Archives de Paris (AD 5 Mi2/329)

la Harpe à Paris, où elle est fort probablement infirmière⁴⁴². Jean Simon réside à diverses adresses à Paris (cloître St-Jacques de l'Hôpital, rue Helvétius, rue des deux portes Saint-Jean) et à Nanterre, lieu dit le *Champs aux Melles* à partir de 1786, où il décède le 15 janvier 1830⁴⁴³. À Nanterre, il possède une maison, un jardin, un terrain et un bâtiment dédié à la production et à ses expériences⁴⁴⁴.

Jean Simon Bonnemain, d'une longévité remarquable : 80 ans, semble avoir collectionné les difficultés financières tout particulièrement à la fin de sa vie. La période révolutionnaire ayant eu raison de son entreprise de production de poulets (1778-1793) faute de grains disponibles et alors que sa clientèle part en exil ou ne donne plus de dîner⁴⁴⁵. En 1792, il obtient une aide du Comité d'agriculture et du commerce, comme artiste, de 200 à 300 francs⁴⁴⁶. En 1808, Bonnemain est même contraint de mettre la machine qu'il construit en gage pour subsister⁴⁴⁷. En 1807, il est « interdit » et sa femme désignée tutrice ; en 1819 une vente sur saisie des biens immobiliers, appartenant en propre à l'inventeur, et situés à Nanterre, a lieu au tribunal civil de la Seine⁴⁴⁸.

En 1823, une pétition de savants réclame au ministre de l'Intérieur une pension pour Bonnemain, sans qu'on en connaisse l'issue⁴⁴⁹. Sa veuve se retrouvera dans une position financière difficile à son tour en 1833 et

⁴⁴² Archives des Hauts-de-Seine (AD 3Q/NAN_DQ14/695, 3Q/NAN_DQ14/666), entretien avec Marc Le Cœur sur les fonctions des femmes religieuses dans les collèges au début du XIXe siècle.

⁴⁴³ Certificat de décès, Archives des Hauts-de-Seine (AD 5MI/NAN_5)

⁴⁴⁴ Cadastre 1823 & 1828, Archives des Hauts-de-Seine (AD 3P2/NAN_11), Les terrains étaient situés dans le quadrilatère entre les rues des Venêts, Victor Hugo, Raymond et Joliot-Curie, au sud-est du centre de l'ancien village de Nanterre.

⁴⁴⁵ BONNEMAIN Jean Simon, *Observations sur l'art de faire éclore et d'élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l'art de faire éclore les oiseaux domestiques par le moyen d'une chaleur artificielle*, Imprimerie de Chaigneau, Paris, 1816, p. 24.

⁴⁴⁶ AN F12/2424

⁴⁴⁷ CNAM U705

⁴⁴⁸ 22 septembre 1807 AN MC ET/VIII/1355

11 août 1819, Archives des Hauts-de-Seine (AD DQ14/695, AD 3Q/NAN_DQ14/666), les recherches complémentaires menées aux Archives de Paris, n'ont pu aboutir faute d'archives du Tribunal Civil en 1819.

⁴⁴⁹ PAYEN Anselme, « Chaleur », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, 1823, p. 377.

1835⁴⁵⁰. Tous ces obstacles ne semblaient pourtant pas atteindre la nature sociable de l'inventeur, comme le prouvent les propos du chimiste anglais Andrew Ure (se référant à 1813) : *When I knew him, he was occupied in giving private instructions relative to the construction of hot-water stoves and artificial incubation. He was then a stout hale man, about seventy-two years of age, of the most amiable complacency of manners, and well acquainted with all the interesting inventions of the day.*

Manny an instructing promenade I had with him. He was ever ready to conduct the curious stranger to see whatever was most novel in science and art, terminating his round of visits at the Jardin des Plantes, in the vicinity of which he had his humble abode ⁴⁵¹. Les raisons de ses difficultés ont des

interprétations diverses, selon Philippe Grouvelle, la faillite de Bonnemain ne serait pas une conséquence de la Révolution, mais résulterait plutôt des investissements répétés des essais nécessaires à toute invention. Selon sa veuve : *absorbé par l'étude et sa médiation, il négligea le soin de sa fortune, et n'y songea qu'alors qu'il était trop tard pour en réparer la perte*⁴⁵². Jean Simon Bonnemain semble avoir participé à la vie scientifique de son époque : il fréquente le Conservatoire des Arts et Métiers, la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale ; il est membre du Lycée des Arts à partir de 1795 et il prend part à la première exposition industrielle⁴⁵³. Il est en contact avec d'autres « artistes » comme Claude Pierre Molard (1759-1837), les chimistes Andrew Ure (1778-1857) et Anselme Payen (1795-1871) et probablement avec le

⁴⁵⁰ AN F17/3123 lettre de Madame Bonnemain au Roi puis au Ministre de l'instruction publique 1833 puis 1835. Notons que la veuve de Philippe Lebon a obtenu une rente viagère de 1200 livres de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale en 1811, lorsque son mari meurt assassiné à 35 ans. BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, p. 14.

⁴⁵¹ URE Andrew (Dr.), *Architectural Magazine*, vol. 5, 1838, p. 39-41.

⁴⁵² AN F17/3123, lettre de Madame Bonnemain au Roi puis au Ministre de l'instruction publique 1833 puis 1835.

⁴⁵³ *On ne le voyait plus au Conservatoire des Arts et métiers, qu'il avait fréquenté habituellement*, PAYEN Anselme, « Chaleur », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 3, p 377. *Bulletin de la Société d'encouragement*, 1808, vol. 7, p. 154.

1794-5, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 3*, Gosset, p. 173

1795-6, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 4*, Gosset, p. 67

ministre François de Neufchateau (1750-1828) qui le recommande à plusieurs reprises. Cependant, on constate une éclipse entre 1816 et 1823, sans doute dû à ses soucis financiers, son vieillissement et les changements de régime⁴⁵⁴. Ainsi, Anselme Payen écrit en 1822 dans des notes du volume 2 du *Dictionnaire Technologique*, qu'il le pense décédé⁴⁵⁵. À cette lecture, l'intéressé reprend contact et, dans le volume 4, daté de 1823, on peut lire que Bonnemain est toujours vivant et qu'il travaille toujours⁴⁵⁶... Cette même année correspond à une renaissance pour Bonnemain : il présente à nouveau ces inventions à l'exposition industrielle. C'est encore Payen qui consacrera en 1827 la rubrique « incubation artificielle » à Jean Simon Bonnemain puis rédigera une présentation de sa carrière au moment où la Société d'encouragement lui remet la médaille d'argent⁴⁵⁷. Médaille d'argent qu'il obtient également lors de l'exposition industrielle de 1827⁴⁵⁸.

Ainsi la première apparition scientifique de Bonnemain date de 1777 lorsque l'Académie des Sciences désigne le botaniste Louis Daubenton (1716-1800) ainsi que le mécanicien Nicolas Desmaret (1725-1815) afin de faire un rapport sur ses observations de la couvaison des poussins ; puis en août 1782 le rapport est lu en séance⁴⁵⁹. Parallèlement, l'inventeur

1797-8, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 6*, Gosset, p. 165

⁴⁵⁴ Notons qu'en 1816 Claude Pierre Molard quitte le CNAM, qu'en 1819 Bonnemain doit vendre ses propriétés personnelles à Nanterre...

⁴⁵⁵ PAYEN Anselme, « Assainissement », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 2, p. 290-291.

⁴⁵⁶ *J'ai dit que ce vieillard octogénaire, auquel on doit plusieurs inventions utiles et beaucoup d'observations ingénieuses, avait terminé sa carrière dans un état voisin de l'indigence. L'ayant en effet connu dans ces circonstances malheureuses, depuis long-temps il avait cessé de me voir ; on ne le voyait plus au Conservatoire des Arts et Métiers, qu'il avait fréquenté habituellement, lorsque dernièrement, ayant lu la note qui le concernait, il vint m'assurer lui-même qu'il existait encore, et qu'il s'occupait toujours de recherches utiles.* PAYEN Anselme, « Chaleur », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 4, p. 377.

⁴⁵⁷ PAYEN Anselme, « Incubation artificielle », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 11, p. 160-169. Illustration dans *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, *Atlas*, vol. 1, pl. 41.

PAYEN Anselme, « Rapport sur les travaux de M. Bonnemain », *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie Française*, Paris, n°27, 1828, p. 181-2.

⁴⁵⁸ THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie française 1827*, Paris: Imprimerie royale, 1828, chapitre XXXII : économie domestique, section 2 : chauffage, p. 409.

⁴⁵⁹ DAUBENTON Louis, DESMAREST Nicolas, *Rapports de l'Académie des Sciences*, 26 avril 1777, Tome 96, p. 638 (Gallica NUM55772)

dépose un pli scellé à l'Académie des Sciences où sont décrits de manière détaillée, avec six planches au lavis de couleur, plusieurs de ses inventions : le régulateur du feu, la « machine à poulets », une cuisinière portative (fig. 78)⁴⁶⁰. Le régulateur est au centre des autres propositions, placé au-dessus du foyer, son fonctionnement est basé sur la dilatation différentielle du fer et du cuivre. Une tringle soumise à la chaleur s'allonge ou se rétracte, mobilisant ainsi un registre qui permet l'accès de l'air au foyer ralentissant ou accélérant la combustion (fig. 79). La régulation est essentielle pour la couveuse à poussins car l'important n'est pas tant de chauffer que de le faire à température constante et sans déshydrater le milieu. Dans ce modèle cylindrique, il y a une autre procédure de régulation, afin d'atteindre plus de subtilité, là où les œufs sont conservés : un thermomètre doté d'un piston soulève le couvercle de la couveuse afin d'évacuer la chaleur excédentaire⁴⁶¹. La cuisinière, qui sera reprise plus tard, est composée d'un foyer en partie basse, qui consomme du charbon et d'une cocote sous pression en partie haute (fig. 80), le régulateur du feu se situant entre les deux. Dès ce moment, il est manifeste que : *ce régulateur peut s'appliquer à toutes sortes d'étuves, tels que celles de vernisseurs, de confiseurs, ou il est question d'avoir une chaleur douce pendant longtemps*⁴⁶². Ces avancées ont été perçues par ses contemporains et Daubenton et Desmarest écrivent : *Nous nous bornerons ici à dire que cette manière de régler la chaleur, réunissant à la simplicité des moyens la précision des effets, étant d'ailleurs applicable à différents usages et diminue la consommation des matières combustibles nous paroit mériter les éloges et l'approbation de l'Académie. M. Bonnemain ne peut être trop*

DAUBENTON Louis, DESMAREST Nicolas, *Rapports de l'Académie des Sciences*, 3 et 14 August 1782, Tome 101, p. 293-298, p. 309-311 (Gallica NUM55777)

⁴⁶⁰ BONNEMAIN Jean Simon, « *Mémoire sur le régulateur du feu* », pli scellé n° 222, pièces jointes aux rapport de l'Académie des Sciences, 14 August 1782, Paris, 24 p., 6 pl.

⁴⁶¹ Idem, Article 3, p. 13. *Quand l'air intérieur de la machine excède seulement d'un degré l'air intérieur d'un demi degré, la chaleur de la poule couveuse, l'esprit de vin contenu dans la boule de verre qui est placée sous les tablettes grillées, se dilate, pousse le mercure contenu dans le tube, ce mercure soulève le poids qui fait ouvrir la soupape par ou s'échappe l'air trop chaud qui se trouve remplacé par un autre qui l'est moins, et qui vient des trous qui sont autour du couvercle ce nouvel air rafraîchit l'intérieur.*

encouragé à suivre les applications qu'il se propose d'en faire et qui ne peuvent manquer d'être utile au public⁴⁶³. Suite au dépôt de ce pli, Jean Simon Bonnemain demande et obtient un privilège royal exclusif de quinze années afin de protéger ses inventions : *construire, vendre et détailler son régulateur*⁴⁶⁴.

Durant les années qui suivent, il semble que Jean Simon Bonnemain ait exploité un élevage de poussins⁴⁶⁵. Cependant, en parallèle, il a développé diverses applications à son régulateur du feu et cherché sans relâche à les diffuser. Ainsi en 1784, il publie un feuillet où il écrit que l'on peut adapter le régulateur à un fourneau ou à un poêle, il vante également les applications *aux serres chaudes, aux bains, pour les poêles, pour la cuisson des aliments, aux transformations chimiques*⁴⁶⁶. De même, en 1787, Jean Simon Bonnemain débat dans la *Nouvelle République des Lettres* sur des questions de procédés chimiques⁴⁶⁷. En 1788, il propose à la Société Royale de Médecine, l'application de son régulateur à une baignoire dont la température peut ainsi rester constante pendant une douzaine d'heures. Le rapport rédigé par de Fourcroy, Tillet et Thouret lui est très favorable et évoque la possibilité d'appliquer ce système au chauffage des appartements⁴⁶⁸. En 1795, Jean Simon Bonnemain rejoint le

⁴⁶² BONNEMAIN J-S, *Mémoire sur le régulateur du feu*, p. 22.

⁴⁶³ DAUBENTON Louis, DESMAREST Nicolas, *Rapports de l'Académie des sciences*, le 14 août 1782, p. 155.

⁴⁶⁴ AN F12/2432 (octobre 1782, février 1783) AN E2734.

⁴⁶⁵ Selon différentes sources, Jean Simon Bonnemain a produit des poulets pendant 15 années qu'il écoulait sur les marchés parisiens et à Versailles. Il a interrompu sa production en raison d'une pénurie de grains et du fait que sa clientèle avait fuit, ou ne donnait plus de diners. BONNEMAIN Jean-Simon, *Observations sur l'art de faire éclore et d'élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l'art de faire éclore... les oiseaux domestiques... par le moyen d'une chaleur artificielle...*, Bonnemain, Paris, 1816, p. 24.

⁴⁶⁶ Société Royale de Médecine (SRM 191 dr30 n°1)

⁴⁶⁷ Il est question de maintenir 24 litres de mercure à température constante pendant quarante jours. « Questions 26 et 27 », *Nouvelles de la République des Lettres, Salon de la Correspondance pour les Sciences et les Arts*, jeudi 10 Mai 1787.

« Réponses aux questions 26 and 27 par M. Bonnemain », *Nouvelles de la République des Lettres*, jeudi 31 Mai 1787.

⁴⁶⁸ Archives de la Société Royale de Médecine (SRM 191 dr30 n°1) et DELUNEL Charles, *Rapport sur un alambic d'une nouvelle construction, auquel est adapté le régulateur du feu, par le citoyen Bonnemain, lu à la dernière séance publique du Lycée des Arts*, Imprimerie de la Feuille du cultivateur, Paris, 1799, p. 4.

Lycée des Arts et lors d'une de leur séance publique Charles Delunel expose un nouveau type d'alambic réalisé par notre inventeur auquel est appliqué le régulateur⁴⁶⁹.

Bonnemain participe à la première exposition industrielle française aux Champs Elysées, où il présente l'arcade n°8 : *Fourneaux, alambics et autres ustensiles perfectionnés ; les Nouvelles Littéraires* ont rendu compte de cet évènement⁴⁷⁰. En 1799, à la demande du ministre de l'Intérieur François de Neufchâteau, Jean Simon Bonnemain entreprend une démonstration des développements de ses recherches appliquées à l'agriculture : une circulation d'eau chaude produite par un poêle de cuivre rouge muni d'un régulateur⁴⁷¹. Ainsi il fait pousser en huit journées d'hiver des asperges dans des couches chauffées. Le rapport publié dans la feuille du cultivateur lui est très favorable⁴⁷² et *La présence du citoyen Bonnemain a été indispensable pour l'établissement de sa machine dans les premiers temps; elle est devenue ensuite nécessaire pour en diriger le fonctionnement et pour le démontrer à un grand nombre de savants et de curieux qu'elle attire journellement au Muséum*⁴⁷³. Notons qu'une fois encore, il s'agit d'une application dans le secteur productif (et éventuellement commercial), en effet, Bonnemain promeut la production de poulets par élevage artificiel (avec un fourneau-cocote) puis propose de pousser les plantes à destination alimentaires. Il ne nous échappera pas qu'il y a une certaine

⁴⁶⁹ 1794-5, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 3*, Gosset, p. 173 (Gallica NUMM43810)

1795-6, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 4*, Gosset, p. 67 (Gallica NUMM43811)

1797-8, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 6*, Gosset, p. 165 (Gallica NUMM43812)

DELUNEL Charles, *Rapport sur un alambic*, Imprimerie de la Feuille du cultivateur, Paris, 1799, p. 4. CNAM N71 et X24.

⁴⁷⁰ « Liste des exposants », *Première exposition publique des produits de l'industrie Française - Catalogue des produits industriels*, 1798, Allier, Grenoble, p. 5.

« *Nouvelles littéraires - Lycée des Arts* », *Magasin Encyclopédique ou Journal des sciences, des lettres et des arts*, 1798, p. 399.

⁴⁷¹ *Rapport au conseil des professeurs du Muséum d'histoire naturelle*, sessions du 14 Prairial, 4 Messidor and 4 Thermidor an 7, 1790 (AN AJ15/582).

⁴⁷² JUSSIEU CC., DESFONTAINES et THOUIN A., 1799, « *Premier rapport sur le nouveau moyen de chauffage du C. Bonnemain et de ses effets sur la végétation* », *La feuille du cultivateur*, p. 321-9.

Dossier sur le rouissage du chanvre sur le procédé du citoyen Bralle dont : une description manuscrite du calorifère de Bonnemain, la liste des fournitures, deux croquis au crayon (CNAM N129).

⁴⁷³ Séance du 4 Messidor an 7 (AN AJ15/582). À l'occasion de cette expérience Jean Simon Bonnemain sera payé 3018 francs entre le remboursement des frais et sa rémunération.

continuité entre le chauffage des serres et la couveuse surtout lorsqu'en anglais, on appelle certaines serres : *nurseries*...

Le régulateur du feu de Bonnemain est appliqué à d'autres systèmes et procédés : pour la fonte du suif ou un tour à tirer la soie⁴⁷⁴. De même, son modèle de calorifère à eau est utilisé pour le rouissage du chanvre selon la méthode de l'abbé Bralle⁴⁷⁵. En 1809, le système de chauffage de l'eau est appliqué à la lessive par Shopper et Hartmann à Augsbourg⁴⁷⁶.

Entre 1808 et 1809, Bonnemain propose au CNAM un moteur dit « hydropirique », avec le concours d'une dizaine d'artisans et de fournisseurs. Ce projet approuvé par le ministre de l'Intérieur, l'un des plus originaux de Bonnemain, n'aura cependant pas de prolongement⁴⁷⁷. Une botte de barres de cuivre est exposée par un mouvement alternatif à de l'eau chaude et froide, les dilatations et contractions alternées entretiennent le mouvement. *« Cette circulation est fondée sur trois propriétés de l'eau dont deux positives et une négative. La première est la propriété qu'à l'eau ou tout liquide de diminuer de pesanteur spécifique en augmentant de volume au plus léger degré de chaleur qui lui est communiqué. La seconde est la tendance qu'à l'eau de se remettre de niveau quand aucun objet ne l'en empêche. La troisième propriété est que l'eau n'est pas conducteur de calorique ou au moins un mauvais conducteur »*⁴⁷⁸. Le système se meut une douzaine d'heures à l'aide de 50 litres d'eau tout en déployant une puissance importante. L'absence totale de pression rend ce moteur moins dangereux que ceux utilisant la vapeur. En 1809, Bonnemain propose un

⁴⁷⁴ DELUNEL Charles, « Mémoire sur un nouveau moyen de fondre le suif en grand », *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie française, Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 7, 1808, p. 154-162. (CNAM U705)

⁴⁷⁵ Le chanvre trempe dans l'eau pendant le rouissage, ici l'eau est chauffée de 30°C à 40°C afin d'accélérer le processus (CNAM U57)

⁴⁷⁶ « Blanchissage par circulation continue de la lessive, d'après le système de chauffage à l'eau chaude, inventé par Bonnemain », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 50, 1851, p. 31-32.

⁴⁷⁷ Dossiers sur le moteur hydropirique de Bonnemain CNAM A349 & P71. Un budget de 2 400 francs est débloquent pour cette expérience, dont une rémunération de 900 francs pour Bonnemain sans compter le paiement des fournitures

⁴⁷⁸ CNAM A349

appareil pour cristalliser le sucre de betterave, qui peut convenir également pour la fabrication du blanc de plomb⁴⁷⁹.

Alors que les savants de retour d’Égypte remettent l’incubation artificielle d’actualité, Bonnemain reprend sa méthode et la transmet pour évaluation à l’Académie d’Agriculture. Cette fois, il obtient un rapport défavorable de Louis Bosc d’Antic (1759-1828), qui prétend que sa méthode ne peut être mise en usage en France d’une manière avantageuse⁴⁸⁰. En réaction à cette opinion négative Jean Simon Bonnemain rédige sa propre brochure où il présente des références dans le domaine, les Mamals égyptiens, les principes de René-Antoine Réaumur et de l’abbé Copineau, avant de détailler son procédé⁴⁸¹. Notons que les modèles d’incubateurs ont évolué durant les 39 années écoulées depuis 1777 (fig. 81). Maintenant, il y a deux « machines » l’une destinée à l’éclosion la « couveuse » et l’autre à l’élevage appelé « poussinière », qui utilisent à la fois son régulateur du feu et son calorifère à circulation d’eau chaude. Il existe également un système d’alimentation en combustible (charbon) permettant une autonomie de 12, 24 ou 72 heures ; on ne dispose cependant d’aucun descriptif précis ni d’aucune planche⁴⁸². À la fin de sa brochure Bonnemain montre, calculs à l’appui comment on peut faire du bénéfice avec ses machines de diverses

⁴⁷⁹ CNAM T113, Bonnemain mentionne qu’il dispose d’un local très propre pour réaliser ses opérations « en grand ».

⁴⁸⁰ Rapport de la séance du 21 septembre 1814 de l’Académie d’Agriculture, p. 8. Le rapport de Louis Bosc n’a pas été retrouvé par les archivistes. Bosc est inspecteur général des pépinières, membre de l’Académie des Sciences, rue des Maçons-Sorbonne, n°15 ; membre du comité d’agriculture de la Société d’Encouragement

⁴⁸¹ BONNEMAIN Jean Simon, *Observations sur l’art de faire éclore et d’élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l’art de faire éclore les oiseaux domestiques par le moyen d’une chaleur artificielle*, Imprimerie de Chaigneau, Paris, 1816, p. 24.

BRET Patrice, « *La Méditerranée médiatrice des techniques : regards et transferts croisés durant l’expédition d’Égypte (1798-1802)* », *L’expédition d’Égypte, une entreprise des Lumières, 1798-1801*, Académie des Inscriptions et Belles Lettres & Académie des Sciences, Cachan, 1999, p. 92.

REAUMUR René Antoine, *Art de faire éclore et d’élever en toute saison des oiseaux domestiques soit par le moyen du fumier, soit par le moyen de celle du feu ordinaire*, Imprimerie royale, Paris, 1749.

COPINEAU l’abbé, *Ornithotrophie artificielle ou art de faire éclore & élever la volaille par le moyen d’une chaleur artificielle*, Morin, Paris, 1780.

⁴⁸² BONNEMAIN, Op. Cit, 1816, p. 32.

tailles : de deux cents, cinq cents ou encore dix mille œufs. Enfin, il présente une souscription pour l'achat de ses couveuses et poussinières ainsi que pour la formation nécessaire à la conduite de ses machines⁴⁸³. Il existe une autre version de la couveuse dont la maquette est conservée dans les réserves du Musée des arts et techniques. Il s'agit d'un meuble en bois à quatre tiroirs à claie dont la partie inférieure accueille un poêle métallique dont le conduit sort en partie supérieure (fig. 82)⁴⁸⁴. Le musée des arts et techniques comme les archives du Conservatoire des arts et métiers possèdent d'autres éléments se référant à Bonnemain que cette maquette : un dessin du « portefeuille industriel » représentant un fourneau cocote « cuisine économique avec régulateur de feu » et des dossiers d'archives datant de la période où Claude Pierre Molard était administrateur (1791-1816)⁴⁸⁵. Certaines imprécisions existent sur les différents dépôts des travaux de Bonnemain au CNAM : dans la première main courante datant de 1814, trois objets et un dessin sont inventoriés (objets n° 310, 311, 847, dessin n° 333)⁴⁸⁶. Cependant, le catalogue de Gérard-Joseph Christian daté de 1818 liste quatre objets et deux dessins soit en plus *le calorifère qui a servi dans les serres du jardin du Roi, avec régulateur du feu* ainsi que *le dessin du calorifère de M. Bonnemain*⁴⁸⁷. Parmi les différents documents conservés dans les archives se trouvent des références à des dépôts d'objets : un fourneau de cuivre rouge 25 septembre 1807, de même que le moteur hydropirique⁴⁸⁸. Comme bien des objets du CNAM datant de cette période ont été

⁴⁸³ BONNEMAIN, Op. Cit, p. 33-34. *La formation aura lieu dès que vingt souscripteurs se présenteront, dès lors deux séances programmées pour septembre.* Notons que l'adresse parisienne qu'il donne est celle de la boutique de tapisserie de son frère 372 rue Saint-Honoré.

⁴⁸⁴ *Couveuse artificielle*, CNAM Inv. 00847-0000. Notons que la couveuse est présente dans la première main courante du musée datant de 1814.

⁴⁸⁵ *Cuisine économique avec régulateur de feu*, CNAM Inv. 13571.333.

⁴⁸⁶ Main courante des collections du CNAM, 1814 (réserves St-Denis)

310 - appareil pour démontrer le système suivant :

311 - appareil dit de circulation, au moyen de la différence des pesanteurs spécifiques de l'eau froide et de l'eau chaude, par Bonnemain

847 - appareils pour faire éclore les poulets par Bonnemain

⁴⁸⁷ CHRISTIAN Gérard-Joseph, *Catalogue général des collections du Conservatoire royal des arts et métiers*, Huzard, Paris, p. 29, p. 50, p. 52, p. 155.

réformés au cours du XIX^e siècle et au début du XX^e siècle, il n'est pas évident de s'y retrouver aujourd'hui.

Cependant, le dessin qui subsiste dans le « portefeuille industriel » représente une cuisinière fonctionnant a priori comme celle dessinée dans le pli de l'Académie des sciences de 1782. Sur le lavis de couleur, on peut voir les différentes parties du système réuni dans un cylindre. En partie basse, un fourneau avec porte et registre, au centre, une grille et le régulateur du feu avec son cadran, en partie supérieure, la cocotte avec un système de fermeture étanche et un tuyau d'évacuation des fumées (fig. 83). Lors d'une séance du Lycée des arts, Charles Delunel *ajoute qu'il a fait usage d'une marmite économique avec le plus grand succès. Un bouilli de quatre livres et deux entrées, ont été cuits en quatre heures de temps, avec une dépense de deux sous, sans aucun soin de surveillance*⁴⁸⁹. Bonnemain recommande l'usage de sa cuisinière pour la chasse ou pour les campagnes militaires.

Après une certaine éclipse, Bonnemain réapparaît sur la scène scientifique grâce à Anselme Payen et ses rubriques dans le *Dictionnaire Technologique*. En 1822, à la rubrique « assainissement » Payen critique les travaux du marquis de Chabannes et l'accuse, entre autre, d'avoir pillé Bonnemain. Il donne ce dernier comme étant à l'origine des *principes et applications de l'échauffement par circulation de l'eau*⁴⁹⁰. En 1827, à la rubrique « incubation artificielle » consacrée entièrement au procédé de Bonnemain, Payen présente aussi bien le calorifère à eau chaude avec son régulateur que la couveuse et la poussinière, illustrés d'une gravure

⁴⁸⁸ Lettre de Claude Pierre Molard avec deux lignes de Bonnemain, CNAM N129

⁴⁸⁹ DELUNEL Charles, *Rapport sur un alambic, D'une nouvelle construction, auquel est adapté de Régulateur du feu, par C. Bonnemain, Membre du Lycée des Arts, de la Société des Inventions et Découvertes, Auteur de l'une et de l'autre de ces Inventions*, Imprimerie de la feuille du Cultivateur, Paris, p. 3 (CNAM N71)

⁴⁹⁰ PAYEN Anselme, « Assainissement », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 2, p. 290. La question des influences entre Bonnemain et le marquis de Chabannes sera discuté dans la partie consacrée à Chabannes.

(fig. 84)⁴⁹¹. Cet article et sa planche ont joué un rôle déterminant dans la diffusion des travaux de Bonnemain sur le plan international de même que comme référence historiographique puisque des éléments seront repris dans l'article du chimiste Andrew Ure, ainsi que dans celui d'Hermann Vetter⁴⁹². Ces auteurs ont eux-mêmes servis de références à des auteurs plus récents⁴⁹³. Le calorifère comprend deux cylindres concentriques, mais décentrés, l'intérieur contient le foyer, l'extérieur de l'eau qui chauffe et alimente le circuit de la couveuse. Les fumées de combustion passent à travers plusieurs tubes dans la partie remplie d'eau afin de récupérer un maximum de chaleur avant l'évacuation. Le régulateur, situé dans l'eau en partie supérieure, manœuvre un registre au bas du foyer, sous le niveau de la grille. La montée de l'eau chaude se fait par gravité dans un tuyau puis descend le long d'un labyrinthe parcourant la couveuse, avant de revenir en retour à la chaudière située en partie basse. L'usage de l'eau chaude est pertinent dans ce cas, car de la vapeur aurait été trop chaude pour les œufs et les poussins.

Bonnemain justifie l'usage de l'eau chaude : *J'ay employé l'eau pour intermède parce que l'eau à la propriété de prendre une température à peu près égale dans tous les points de la masse, par la grande mobilité de toutes les parties*⁴⁹⁴. Les couveuses disposent d'étagères sur lesquelles les œufs sont posés, entre celles-ci les tubes du calorifère circulent. Des thermomètres sont accrochés en partie haute et basse. Des vases plats remplis d'eau assurent une hygrométrie favorable.

⁴⁹¹ PAYEN Anselme, « *Incubation artificielle* », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 11, p. 160-169. Illustration dans *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, *Atlas*, vol. 1, pl. 41.

⁴⁹² URE Andrew (Dr.), *Architectural Magazine*, vol. 5, 1838, p. 39-41.

VETTER Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 20-4.

⁴⁹³ Ces aspects ont été traités dans une partie du texte suivant : GALLO Emmanuelle, « *Jean Simon Bonnemain (1743-1830) and the Origins of Hot Water Central Heating* », *2nd International Congress on Construction History*, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April, the Construction History Society, p. 1043-1060.

⁴⁹⁴ BONNEMAIN Jean-Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, Pli joint aux *Mémoires de l'Académie des Sciences* du 14 août 1782, Paris, 1782, Article 2, p. 15.

Entre 1823 et le décès de l'inventeur, d'autres articles importants ont été publiés sur ses travaux en particulier dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement*⁴⁹⁵. En 1823, le calorifère à eau fait l'objet d'une description précise, il est utilisé pour *chauffer les bains et les liquides (...) pour éclore des poulets (...) chauffer les serres*⁴⁹⁶. La notion de chauffage domestique n'est pas encore explicite, ce sont les activités productives (poulets, serres) ou de transformation (bains et liquides) qui sont mises en avant. Cette même année, Bonnemain fait son retour à l'exposition industrielle avec huit objets⁴⁹⁷. Il participe également à l'exposition suivante, en 1827, à laquelle il obtient une médaille d'argent pour son régulateur du feu, sa couveuse artificielle : *M. Bonnemain n'a point cessé de chercher lui-même de nouvelles applications de ses découvertes ; il en propage l'emploi avec une persévérance et un désintéressement dignes d'éloges (...) Ses procédés ont été appliqués avec succès à d'autres parties de l'économie domestique, notamment au chauffage de l'eau des bains, des étuves, des serres, &c.*⁴⁹⁸. La reconnaissance institutionnelle des travaux de Bonnemain se poursuit avec une autre médaille d'argent, celle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. C'est Anselme Payen qui se charge du rapport et rend à cette occasion hommage à l'inventeur⁴⁹⁹.

⁴⁹⁵ « Description d'un appareil destiné à chauffer l'eau ou tout autre liquide et à la maintenir constamment au même degré de chaleur; inventé par Bonnemain, ingénieur physicien rue des Deux-Portes-Saint-Jean, n° 6, à Paris », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 23, 1824 p. 238-242, 2 pl.

⁴⁹⁶ Idem, p. 238.

⁴⁹⁷ THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française, 1823*, Imprimerie Royale, Paris, 1824, chapitre XXX: économie domestique, section 2, chauffage, p. 369.

Document n° 1088 : listes des différentes machines de Bonnemain, exposant n°47, 1823 (AN F/12/991) n°1088 Bonnemain ingénieur physicien dépose au Louvre pour l'exposition :

- 1° un régulateur du feu pour un chassis de fer
- 2° un siphon calorifère en cuivre pour transférer le calorique d'un vase chauffé dans un autre qui ne l'est pas
- 3° un autre siphon double en plomb pour le même objet
- 4° un fourneau calorifère en cuivre avec régulateur du feu pour établir une circulation d'eau
- 5° un autre petit fourneau en cuivre avec régulateur du feu pour le même objet
- 6° un fourneau de tôle avec régulateur du feu
- 7° un fourneau employé pour établir une circulation d'eau
- 8° un fourneau pour l'eau du bain

⁴⁹⁸ THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française 1827*, Imprimerie royale, Paris, 1828 (chapitre XXXII, économie domestique, section 2, chauffage, p. 409).

⁴⁹⁹ PAYEN Anselme, « Rapport sur les travaux de M. Bonnemain », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 21 Mai 1828, p. 181-182.

Notons que Payen met en avant la circulation de l'eau par *légère différence de température dans un circuit complet*, avant le régulateur du feu. De même : *plusieurs applications utiles, signalées par M. Bonnemain, ont reçu la sanction de l'expérience ; elles doivent acquérir une extension, que des circonstances fortuites n'ont pas encore permises. Nous citerons ici le chauffage des appartemens, des chambres de malades, des étuves à fermentation, des serres chaudes, des couches à primeurs, etc.* Nous sommes passé d'applications uniquement destinées à la production et à la subsistance, à des applications de « confort » : le chauffage des appartements et des bains. Ainsi lors de la séance du 11 mars 1829 du comité de la Société d'Encouragement, Claude Molard fait un rapport sur les travaux de Bonnemain et annonce : *cet artiste a établi, sur le principe de la circulation de l'eau, un appareil est destiné à chauffer une ou plusieurs chambres, au moyen d'un seul foyer muni d'un régulateur du feu*⁵⁰⁰. Des essais programmés seront suivis par une commission spéciale⁵⁰¹. Cette évolution marque la fin des prémices du chauffage central et le début de celui-ci comme un domaine reconnu sujet d'actualité, même si la première mention d'un chauffage à eau chaude domestique se trouve dans les archives du CNAM, note manuscrite de Claude Molard, et date d'avant 1816 (et d'après 1791) : *appareil de Bonnemain pour chauffer une ferme chez le citoyen Regnier rue de Mantoue n° 227 vis à vis le jardin de Monceau, autrefois rue de Couviel, s'y rendre à midi*⁵⁰².

L'influence de Bonnemain se poursuit bien après son décès (1830) de différentes manières par les applications de son régulateur du feu et de son calorifère ou de sa couveuse et par les développements des systèmes de chauffage à eau chaude. On peut citer le perfectionnement d'un

⁵⁰⁰ Rapport de séance 1829, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 30, p. 217, & Rapport de séance 11 mars 1829, *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 30, p. 355.

⁵⁰¹ 450 francs sont alloués à Bonnemain pour l'achat du calorifère et les frais d'expériences.

⁵⁰² Note manuscrite de Claude Molard (sans date entre 1791-1816), CNAM N71.

incubateur de Bonnemain par Sorel exposé dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* en 1840⁵⁰³. De même, l'établissement d'incubation artificielle de M. Borne (allée des Veuves à Paris) suit les principes de Bonnemain et utilise un calorifère (fig. 85)⁵⁰⁴. La diffusion par l'édition joue également un rôle déterminant en français comme en anglais. Ainsi Andrew Ure expose en détail le procédé d'incubation de Bonnemain dans l'*Architectural Magazine* tout en reconnaissant son apport en ce qui concerne le chauffage central à eau chaude⁵⁰⁵. En France, Philippe Grouvelle rend hommage à Bonnemain en présentant son régulateur, son système d'incubation, son calorifère à eau chaude. C'est dans cet ouvrage que l'établissement du Pecq est présenté comme toujours en activité (y compris dans l'édition de 1891)⁵⁰⁶. Il semble que Bonnemain, sans avoir un véritable statut d'enseignant, se soit investi dans la transmission de la conduite et la fabrication de ces systèmes, lors, par exemple, des séances de formation pour les couveuses dont il parle à la fin de sa brochure. De même, dans l'un des courriers conservés dans les archives du Muséum, il est fait référence à Bonnemain comme *citoyen professeur*⁵⁰⁷. Je fais l'hypothèse que Bonnemain a formé les poêliers-fumistes et autres chauffagistes qui ont exercé après lui, d'ailleurs deux d'entre eux le cite explicitement Philippe Grouvelle et René Duvoir⁵⁰⁸.

Il est remarquable que tout étant un mécanicien, Bonnemain a semble-t-il déclenché plus d'intérêt chez les chimistes que chez les autres mécaniciens ou physiciens, on peut citer Andrew Ure et Anselme Payen.

⁵⁰³ « Description de l'appareil d'incubation artificielle de Bonnemain, perfectionné par M. Sorel », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 39, 1840, p. 254-255, planche 802.

⁵⁰⁴ VALCOURT L. P., *Mémoires sur l'agriculture*, Bouchard-Huzard, Paris, 1841, p. 249, pl. 29

⁵⁰⁵ URE, Op. Cit, p. 39-41. Les informations d'Andrew Ure proviennent de ses rencontres avec Bonnemain datant de 1813 et les articles et les illustrations sont issus du *Dictionnaire Technologique*.

⁵⁰⁶ GROUVELLE Philippe, « Régulateur de température », *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*, Laboulaye, Paris, Vol. 4, 1847 (1^{ère} édition), 1891 (7^{ème} édition).

⁵⁰⁷ Lettre de Lefèbvre à Jussieu du 1^{er} Thermidor an 7, AN AJ15/582.

⁵⁰⁸ DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie, (Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau)*, Cosson, Paris, 1845, p. 31.

Il est vrai que son régulateur permettant de maintenir une température pendant un certain nombre d'heures est un apport certain aux transformations chimiques : *pour les préparations, digestions, fermentations, distillations, pour la cristallisation la plus avantageuse des sels de toutes espèces, soit confuse soit régulière*⁵⁰⁹. Notons que si Bonnemain a obtenu un privilège exclusif royal sous l'ancien régime, il n'a pas demandé (ou obtenu) de brevets après 1791⁵¹⁰. De même, on peut remarquer que si Bonnemain a cherché à développer un modèle précapitaliste avec son entreprise de poulets et les calculs de rentabilité qu'il établit en fonction de la taille de l'exploitation, il est très dépendant des aides institutionnelles à la manière de l'Ancien régime.

James Watt (1736-1819)

Durant l'hiver 1784-85, James Watt a entrepris de chauffer le bureau de sa propre maison⁵¹¹. Les détails de cette installation sont donnés par Bernan : *The apartment was 18 feet long, and 8 1/2 feet high. The apparatus was a box or heater made of two side plates of tinned iron about 3 1/2 feet long by 2 1/2 feet wide, kept as a distance of an inch asunder by stays, and joined round the edges by other tin plates. This box was placed on its edge near the floor of the room, and furnished with a cock to let out the air, and a pipe proceeding from its lower edge to a boiler in an under apartment to supply steam and return the water of condensation*⁵¹². En 1789, l'associé de James Watt, Matthew Boulton chauffe à son tour une pièce et des bains dans sa propre maison grâce à la vapeur, ce système a fonctionné pendant vingt

⁵⁰⁹ BONNEMAIN, Op. Cit, 1816, p. 32.

⁵¹⁰ Les références du privilège royal m'ont été données par Lilianne Hilaire-Perez, et j'ai exploré systématiquement les publications des brevets de 1791 à 1830 à l'Institut National de la Propriété Industrielle.

⁵¹¹ BRUEGMANN Robert, « *Central Heating and Forced Ventilation Origins and Effects on Architectural Design* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, Vol. 37, n° 3, octobre 1978), p. 147.

⁵¹² *Treatise on economy of fuel* p. XIII cité par BERNAN Walter, *On the History and Art of Warming and ventilating rooms and buildings*, 2 vol., George Bell, London, 1845, tome 2, p. 241.

ans. Boulton réalise également, en 1795, le chauffage de la bibliothèque du Docteur Withering à Birmingham⁵¹³.

En Angleterre

Thomas Tredgold évoque le poêle dit *cockle* construit par Jedidah Strutt en 1792 ; l'air chaud est distribué dans ses manufactures de coton à Belper ainsi que dans l'infirmerie générale du Comté de Derby en 1806⁵¹⁴. Cette installation est également appliquée à une fabrique de New-Lamark, Ecosse, par David Dave sur six étages : les conduits disposés contre le mur-pignon voient leurs sections diminuer d'étage en étage. Robertson Buchanan dans son traité fait le point sur les installations récentes et évoque le cas des usines de coton chauffées à la vapeur : en 1893 l'usine de M. Houldsworth à Manchester dotée de 8 étages, celle de Todd et Stevensons à Glasgow ainsi que celle de Forbes Low, & co's à Aberdeen⁵¹⁵. Buchanan écrit : *an horizontal pipe conveys the steam from the boiler into the mill, connected with a vertical pipe reaching nearly to the ceiling of the uppermost room. In each floor there is a horizontal pipe, placed about 2 feet below the ceiling, and each horizontal pipe has a stop-cock wher it branches off from the vertical pipe*⁵¹⁶. Dans certains cas, une certaine déclivité est imprimée au tuyau horizontal afin d'évacuer le condensat. Buchanan expose également le cas de la grande salle de conférence d'une institution royale (non précisée) chauffée par les soins de Benjamin Rumford en 1801 : *The steam is generated in a boiler on the ground floor, and is conveyed by a copper-pipe into the lecture-room. There, it divides into two branches, and passes horizontally under the seats. The arrangement here seems, good. The lowerpart of the room being heated, the other part must of course, be*

⁵¹³ BERNAN, Op. Cit, tome 2, p. 244.

⁵¹⁴ TREDGOLD Thomas, Op. Cit, p. 13.

⁵¹⁵ BUCHANAN Robertson, *A Treatise on the economy of fuel, and management of heat, especially as it relates to heating and drying by means of steam...*, Brash and Reid, Glasgow, 1815, 363 p.

⁵¹⁶ Idem, p. 187.

*sufficiently warm*⁵¹⁷. Dans l'ouvrage de Rumford *Essais politiques, économiques et philosophiques*, se trouvent quelques références à des expériences de chauffage à vapeur⁵¹⁸. Dans la maison de l'industrie de Dublin, l'inventeur fait passer, à l'horizontale, un conduit de fumée et un tube de plomb rempli de vapeur le long de la salle durant la mauvaise saison, cependant ces fumées et cette vapeur servent avant tout à la cuisine. De même, Rumford évoque d'autres expériences : *J'ai inventé un foyer pour chauffer une des principales églises de Dublin avec des tuyaux de vapeurs, mais sans faire usage de la fumée, & je dois avouer, à ma honte, que je n'ai pas eu le temps de terminer le plan que j'avois promis pour chauffer le superbe édifice destiné à la chambre des communes d'Irlande ; mais l'un ou l'autre des deux foyers de cheminée que j'ai fait construire dans la salle d'assemblée de l'Académie Royale d'Irlande, répondra, je pense, parfaitement au but de chauffer des pièces élevées ou de grandes salles de maisons particulières*⁵¹⁹. Dans l'essai numéro quinze, Rumford décrit la teinturerie de M. Goot et compagnie, à Leeds, où les chaudières sont chauffées par la vapeur, ainsi que l'appareil à vapeur dans la cuisine de l'institution royale pour fabriquer de l'alun⁵²⁰. D'une manière générale, il porte beaucoup d'intérêt aux usages industriels de la vapeur et peu pour son utilisation pour le confort.

Sir John Soane (1753-1837)

L'architecte anglais, Sir John Soane, portait un grand intérêt au chauffage de ces bâtiments et dans le cas de la résidence de Tyrimgham (1797) ; il écrit : *The greater part of the mansion house and offices was most effectually warmed with steam; and so substancially and perfectly was the aparatus constructed that after having been in constant use for upwards of twenty years,*

⁵¹⁷ Idem, p. 199.

⁵¹⁸ RUMFORD, Op. Cit, essai n°6, p. 178-179.

⁵¹⁹ Idem, p. 79.

⁵²⁰ RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques* [Count Rumford's *Experimental essays, political, economical and philosophical*], traduit par Tannaguy de Courtivon, 6 vols., vol. 15, Pougens, Paris, 1799, essai n°15, 143 p.

*the works were as perfect as on the day on which they were finished, although the original expense did not exceed two hundred pounds*⁵²¹. Dans son grand projet de réaménagement de la *Bank of England Stock Office* (1792-1793), Sir Soane fait des tentatives pour chauffer les espaces de manière judicieuse : une colonne chauffante, des poêles en position centrale et enfin un système de chauffage par le sol, inspiré des hypocaustes antiques, où les fumées circulent⁵²². Finalement pour ce projet, c'est des poêles classiques qui seront installés, malgré des propositions de recours au système Perkins vers 1830. La résidence Londonienne de Sir Soane, un bijou architectural, objet de nombreuses évolutions, comporte des poêles et un système à air chaud dès 1812 ; avant l'installation d'un système Perkins en 1832⁵²³.

Neil Snodgrass

En 1799, selon diverses sources, Neil Snodgrass a réalisé la première installation à grande échelle de chauffage à vapeur dans son usine à proximité de Dornoch dans le Nord de l'Écosse : *Here a boiler placed outside the main mill room produced steam which was carried by a pipe through an end wall into the room, then up vertical tubes near the wall. Condensation simply ran down outside the same tubes*⁵²⁴. Le chauffage ne concerne pas uniquement le confort et la santé des ouvriers, dont nombres d'enfants, mais affecte aussi le fonctionnement des machines : *Until the machinery acquires a certain degree of warmth, the spinners find it nearly impossible to keep their work in order; and this is most felt on Monday mornings, when every*

⁵²¹ *Soane Memoirs*, 31 cité par WILLMERT Todd, « *Heating Methods and Their Impact on Soane's Work: Lincoln's Inn Fields and Dulwich Picture Gallery* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 1, march 1993, p. 29.

⁵²² Ces différents projets sont bien détaillés dans la remarquable étude de Todd Willmert, idem p. 29-33.

⁵²³ Idem, p. 46. Le système Perkins sera abordé plus loin, il s'agit d'un système de chauffage mixte vapeur et air.

⁵²⁴ BRUEGMANN, Op. Cit, p. 147.

*thing has become more cold and adhesive, through being a longer time at rest*⁵²⁵.

Un article du *Bulletin de la Société d'Encouragement* rend compte des différentes expériences de chauffage à la vapeur de Neil Snodgrass avec deux coupes que l'on retrouve dans des publications ultérieures (fig. 86)⁵²⁶.

En 1802, Watt et Boulton réalisent pour monsieur Lee de Manchester un système de chauffage pour son usine de coton qui est en même temps la structure porteuse en fonte de sept étages⁵²⁷. À cette occasion, la dilatation des matériaux a été évaluée par nos ingénieurs à : *1/10 of an inch par 10 feet nearly*⁵²⁸.

Joseph-François Désarnod

L'architecte lyonnais Joseph-François Désarnod, dont nous avons vu les poêles dans une autre partie, a poursuivi ses recherches en proposant un calorifère à air chaud destiné à chauffer un grand espace situé au-dessus. C'est en 1804, au moment où Désarnod réalise un chauffage pour la bibliothèque du Muséum d'histoire naturelle, qu'il expérimente le chauffage par le dessous : *fait construire dans une pièce au-dessous du plancher de cette salle, un très grand poêle en faïence, qui dévorait une énorme quantité de bois, sans élever la température de plus de 3 à 4 degrés*⁵²⁹. Par la suite, Désarnod remplacera le premier poêle par un second en fonte, qui brûle du charbon. Ce calorifère utilise les acquis des poêles cheminées de

⁵²⁵ *It is a evil, because, in addition to producing bad work, it too frequently occasions the children employed to be treated with unmerited severity; than which nothing has a greater effect in debasing the sense of justice and honesty in a young mind. In cotton-mills ventilation is very sparingly introduced, whereas it ought to be most abundant in a place kept at an elevated temperature. The additional quantity of fuel this degree of ventilation requires, cannot be with held by any person endued with either honesty or humanity. Pure and wholesome air is as necessary to the well-being of man as pure and whollesome food; and he that would knowingly compel his work-people to live in an impure atmosphere, is equally as criminal as the adulterator of bread.* TREGOLD, Op. Cit, p. 173-175.

⁵²⁶ « Méthode de chauffer les Appartements et les Etablissements publics au moyen de la vapeur », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol.6, 1807, p. 66-72.

⁵²⁷ TREGOLD, Op. Cit, p. 245.

⁵²⁸ Letter G. A. Lee to James Watt 17 June 1802, cité par TANN Jennifer, *The Development of the Factory*, Cornmarketplace, London, 1970.

Désarnod, en particulier les tubes échangeurs, de plus, une double peau enveloppe l'ensemble. La performance augmente et la température s'élève alors de 12°C à 15°C pendant huit heures, pour 27 000 pieds cubes. La consommation est de deux voies de charbon pour quatre-vingt-seize jours d'utilisation⁵³⁰. À la suite de cette expérience, un vaste espace (40 000 pieds cubes) va être chauffé par deux calorifères : le cirque de MM. *Franconi*, rue du Faubourg du Temple. Les calorifères sont placés dans un caveau d'environ dix pieds en tous sens, il y a des portes à vantaux avec des passages d'air réglable. Ce système fait l'objet, en 1817, de deux articles dans la rubrique *arts économiques* du *Bulletin de la Société d'Encouragement* (fig. 87)⁵³¹.

Il est prévu que les éléments puissent être ramonés et que certaines parties exposées à l'action destructive de la chaleur intense peuvent être changées. Le second article du *Bulletin de la Société d'Encouragement* correspond à une description du calorifère de Désarnod avec des planches gravées : une élévation extérieure, deux coupes : l'une horizontale et l'autre verticale⁵³². Celles-ci facilitent la compréhension du calorifère qui fonctionne ainsi : *On allume avec du menu bois sec un feu clair sur la grille ; on y ajoute du charbon de terre en médiocre quantité ; la fumée s'élève d'abord au sommet de la cloche, et passe par le collet dans la lanterne inférieure ; celle-ci la divise et l'introduit dans les six tuyaux descendants qui la portent dans la gargouille, où elle plonge pour remonter ensuite dans les sept tuyaux ascendants, et de là dans la deuxième lanterne, où elle se réunit pour être conduite au-dehors par le tuyau QQ, après avoir parcouru un espace de plus de 80 pieds dans l'intérieur des cheminées, et pendant ce trajet s'être dépouillée de*

⁵²⁹ MERIMEE, « Rapport sur un calorifère de M. Désarnod », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n°16, 1817, Paris, p. 149. L'inertie du poêle en faïence n'est pas favorable dans ce cas car cela chauffe le sous-sol et non la pièce au-dessus.

⁵³⁰ Idem, p. 150.

⁵³¹ Idem, p. 149-153.

« Description du calorifère de M. Désarnod », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 16, 1817, Paris, p. 260-265.

⁵³² Idem.

presque toute sa chaleur. Au centre donc la combustion, dans les différents tubes, des fumées qui descendent puis remontent à deux reprises avant l'évacuation définitive. L'ensemble est encerclé par une peau métallique qui concentre l'air à chauffer.

Ces calorifères ont été installés également dans plusieurs fabriques dont une chez M. Adrienne à Coyes près de Chantilly où il chauffe cinq étages d'une vaste filature, par le moyen d'ouvertures percées dans les plafonds, qui permettent la libre circulation de la chaleur ; et chez M. Percheron, à Sèvres, où il est employé pour chauffer un séchoir d'une blanchisserie⁵³³. Deux autres calorifères ont été installés à l'hôtel de ville sur l'ordre du préfet.

Les avantages de ce système sont avancés même si tous les espaces ne peuvent bénéficier de sous-sol chauffant : *La manière d'élever la température des grands appartements, à l'aide de l'air chaud, met à l'abri de l'incendie : elle est agréable et économique ; on peut, par des dispositions convenables, porter très-prompement le calorique dans la pièce où l'on en a besoin. La chaleur se répand uniformément et sans aucune mauvaise odeur. Il ne peut jamais y avoir de courant d'air froid : l'air est continuellement renouvelé, ce qui rend les appartements très sains. Elle convient particulièrement aux hôpitaux, aux bibliothèques, aux magasins, etc*⁵³⁴. L'utilisation de la constatation que l'air chaud monte n'est pas nouvelle, cela a été le cas du marquis de Montalembert, cependant ici l'architecte fait appel à son expérience en matière de construction de poêle de fonte et de tôle pour perfectionner le modèle et favoriser les échanges thermiques entre foyer et air.

Le manuel Roret du poëlier fumiste présente plusieurs modèles de calorifère à air de Désarnod, qui ne nécessitent pas d'être installés en cave, mais dont le principe reste identique⁵³⁵. L'air s'échauffe en passant

⁵³³ Idem, p. 265.

⁵³⁴ MERIMEE, « Rapport sur un calorifère de M. Désarnod », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n°16, 1817, Paris, p. 151.

⁵³⁵ ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), p. 307-317, planche 8.

à travers des tubes métalliques qui traversent verticalement le volume général du poêle qui peut être sur plan carré, circulaire ou oblong. Ces modèles sur pieds sont composés de 24 ou 27 pièces de fonte (fig. 88).

En 1817, les calorifères de Désarnod coûtent de 1 000 à 3 000 francs suivant leurs dimensions et la longueur des tuyaux à employer⁵³⁶. En 1823, différents modèles de poêles et de calorifères de l'architecte sont toujours en vente, mais sous la bannière de Richard Gernon, de 150 à 820 francs pour les poêles, et de 500 à 2 200 francs pour les calorifères⁵³⁷. On peut supposer que Désarnod est retiré ou décédé. En 1825, Richard Gernon, puis à partir de 1827, la veuve Gernon vendent les inventions de Désarnod : *par brev. D'invent., manif. Royale de feu Desarnod : calorif. à circulation extérieur en fonte pour établissem. Publics, spectacles, usines, etc. calorifères ronds à compartimens intérieurs aussi en fer fondu pour un chauffage plus circonscrit ; foyers nouveaux en fer coulé. Cours des petites écuries, 67 Fg-St-Denis*⁵³⁸.

Claude Pierre Molard (1759-1837)

En 1808, Claude Molard, alors administrateur du Conservatoire des arts et métiers, propose un appareil à circulation d'air chaud produite dans les directions que l'on veut, par la combustion de l'air même que l'on fait circuler⁵³⁹. Dans ce manuscrit Molard développe un principe plus qu'une description précise d'un objet. D'abord une unité de production : *Cet appareil consiste dans une sorte de poêle construit de manière que le calorique qui se dégage est particulièrement employé à chauffer l'air qui circule autour des*

⁵³⁶ Cette installation est considérablement plus coûteuse qu'un poêle classique et bien plus encore qu'un poêle maçonné comme ceux de Cointeraux.

⁵³⁷ *Facture n°348, Dossier exposition industrielle de 1823, AN : F12/986-992.*

⁵³⁸ BOTTIN, *Almanach du commerce*, Paris, 1825, p. 194.

BOTTIN, *Almanach du commerce*, Paris, 1827, p. 190.

BOTTIN, *Almanach du commerce*, Paris, 1830, p. 236.

Notons que Germon disparaît de l'*Almanach du commerce* en 1833.

⁵³⁹ MOLARD Claude, *Appareil à circulation d'air chaud produite dans les directions que l'on veut, par la combustion de l'air même que l'on fait circuler*, manuscrit, janvier 1808, 5 p. CNAM N49.

*parrois du foyer et de la cheminée*⁵⁴⁰. Puis une diffusion de la chaleur : *Cet air chaud, au lieu d'entrer dans l'appartement par des bouches de chaleur comme cela se pratique ordinairement en sortant du poêle dans des conduits plus ou moins perméables au calorique, selon les besoins ou les lieux que l'on veut chauffer. On prolonge les conduits où l'on veut et dans toutes les directions convenables (...) en les logeant dans l'épaisseur des planchers ou sous les parquets.* Le foyer peut être alimenté avec de la houille ou de la tourbe sans craindre les mauvaises odeurs. Lorsque Claude Molard expose les applications, il met en avant la production ou la transformation de biens : séchage (poudres, papiers, toile, linge) ; au conditionnement des vers à soie, aux vinaigrieres, à la concentration des liquides. C'est en dernier que le chauffage des espaces est évoqué dans cet ordre : bibliothèques, musées, imprimeries, archives, manufactures, filatures, salles de malades, bureaux, et enfin de tous les appartements... C'est ainsi qu'en 1808 Claude Molard pose les principes du chauffage central à air par calorifère.

Un document datant de la même période liste les *Qualités requises et indispensables pour un bon appareil de chauffage* :

1°- *il doit être de construction facile et peu dispendieuse*

2°- *il doit être salubre*

3°- *il doit en tout temps par son principe, être irrévocablement exempt de fumée*

4°- *il doit non seulement rendre profitable le produit du combustible mais encore le conserver longtemps*

5°- *il doit mettre les maisons à l'abri du feu*

6°- *Il doit pouvoir consommer toute espèce de combustible*⁵⁴¹.

La température de 15°C sur une période de 8 heures est évoquée comme but à atteindre.

⁵⁴⁰ Idem, p. 1.

⁵⁴¹ *Qualités requises et indispensables pour un bon appareil de chauffage*, CNAM N51.

François-René Curaudau (1765-1813)

Voyons un nouvel inventeur de poêle qui développe un calorifère à air : Fr.-R. Curaudau, professeur de chimie applicable aux Arts, professeur de Pyrotechnie, Membre de la Société de Pharmacie de Paris, de l'Athénée des Arts, de la Société d'Encouragement, et de plusieurs autres sociétés savantes⁵⁴².

Celui-ci obtient un premier brevet en 1798 pour *une nouvelle manière de construire les poêles, les fours et les cheminées*⁵⁴³. En 1806, Curaudau présente une cheminée et un poêle de son invention à l'exposition industrielle (c'est la seule à laquelle il participe) et obtient le 1^{er} prix : une médaille d'argent⁵⁴⁴. La même année, il fait une demande d'aide financière ainsi que d'un local au Bureau des arts et manufactures. Les cheminées et les poêles de Curaudau participent aux diverses expériences de chauffage réalisées au Conservatoire des arts et métiers (1806, 1807-8, 1817).

En 1807, il fait une autre demande de brevet pour cinq années pour *la construction de cheminées, poêles, fourneaux*⁵⁴⁵. Des dessins accompagnent la demande (fig. 89). Ce dossier d'archives comprend également un feuillet prospectus qui annonce qu'au 52 rue Vaugirard, à son dépôt, Curaudau fait la démonstration de ses appareils tous les mercredi.

Les poêles et les cheminées de Curaudau sont également évoqués brièvement dans le *Dictionnaire Technologique*⁵⁴⁶. De même, le manuel Roret du poêlier fumiste les présente avec deux figures (fig. 90)⁵⁴⁷. Dans le cas de la cheminée comme celui du poêle, Curaudau utilise l'idée qui consiste à développer un labyrinthe de fumées au-dessus du foyer avant de les laisser s'échapper. Outre le fait qu'on puisse avoir des doutes sur la qualité du tirage, cette idée du labyrinthe à fumées vient directement

⁵⁴² CNAM N45

⁵⁴³ « N° 179 Brevet pour une nouvelle manière de construire les poêles, les fours et les cheminées », *Listes des brevets (1798-1806)*, INPI, p. 101.

⁵⁴⁴ Archives Nationales, F/12/985 à F/12/988.

⁵⁴⁵ CNAM N30.

⁵⁴⁶ PAYEN Anselme, « Chaleur », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 4, p. 366-367.

des poêles alémaniques. Il ne s'agirait que d'une nouvelle tentative de compromis afin adapter les qualités des poêles de l'Est avec le goût pour les cheminées décoratives à la française si Curaudau n'était pas passé à la conception d'un calorifère à air.

En 1809, le *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale* publie un rapport de Guyton-Morveau (1737-1816) et Nicolas Sadi Carnot (1796-1832) sur un appareil installé dans la manufacture de porcelaine Nast, bâtiment de trois niveaux⁵⁴⁸. Au sous-sol, un calorifère du même type qu'un poêle Curaudau, avec un labyrinthe à fumée établi une zone d'échange thermique à l'intérieur d'une « étuve », un volume maçonné restreint. L'air ainsi chauffé monte par des conduits vers les étages supérieurs. La température ainsi atteinte va jusqu'à 12° Réaumur avec 5° degré à l'extérieur⁵⁴⁹.

Le manufacturier Nast trouve sa nouvelle installation bien meilleure que celle qu'il avait avant à savoir les huit poêles répartis dans les différentes pièces ; en terme d'économie (de moitié), de sécurité, ainsi que sur la qualité de la fabrication (les cendres ne flottent plus dans l'air des ateliers)⁵⁵⁰. Les combustibles utilisables sont plus variés : bois, charbon, tourbe, sciures de bois. Après un premier essai satisfaisant, Nast a installé trois autres dispositifs identiques pour chauffer l'ensemble de l'établissement. *Il est parvenu à chauffer avec un seul poêle, placé à la cave, tous les appartemens d'un même étage, ainsi que ceux de chaque étage supérieur, sans recourir aux tuyaux conducteurs de la fumée. La chaleur qui se répand dans les appartemens y est apportée par un courant d'air légèrement échauffé qui vient du dehors, ce qui favorise le renouvellement continu de celui de l'intérieur des appartemens. La dimension du foyer du poêle est égale à celle d'un poêle d'antichambre, c'est-à-dire que trois demi-bûches suffisent pour le*

⁵⁴⁷ ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE, Op. Cit, fig. 6 & 8.

⁵⁴⁸ GUYTON-MORVAU & CARNOT, « Rapport sur un appareil de chauffage de M. Curaudau », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 8, 1809, p. 139-142.

⁵⁴⁹ Idem, p. 140.

⁵⁵⁰ Idem, p. 141.

remplir. Il peut échauffer de dix à douze poêles. Le renouvellement successif de l'air dans l'intérieur des appartemens donne, indépendamment d'une température très douce, une sorte de salubrité à l'air, qu'on n'obtient pas avec un poêle placé au milieu d'un appartement. On est à l'abri des inconvénients de la fumée et du danger des incendies; on n'a de chaleur qu'autant qu'on le désire; cette chaleur est par toute égale, et suivant l'assertion de l'auteur, on économise au moins la moitié du combustible.

On peut employer avec avantage ce nouvel appareil de chauffage :

1°. Dans les hôpitaux, où en hiver on ne peut renouveler l'air de l'intérieur des salles sans en diminuer considérablement la température, et où cependant ce renouvellement est si nécessaire tant pour les malades que pour ceux qui les soignent;

2°. Dans les salles de spectacles, où il est important de renouveler l'air, et où il faut sur tout qu'il n'arrive pas froid, comme cela a ordinairement lieu;

3°. Dans les manufactures en général, où l'on a besoin d'échauffer de vastes ateliers

4°. Dans les grandes administrations, où il est nécessaire d'échauffer beaucoup de bureaux

5°. Dans les bibliothèques publiques, où les incendies sont si à craindre;

6°. Enfin dans les serres, où l'on ne saurait trop renouveler l'air pour dissiper l'humidité continuelle que les plantes y entretiennent, humidité qui leur est très préjudiciable, et que l'on n'est point encore parvenu à faire disparaître⁵⁵¹.

Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de Chabannes (1770-1835)

Les deux premiers traités, contemporains, datant de 1815, rédigés en anglais sont l'œuvre d'un Français émigré, le marquis de Chabannes, et d'un Ecossais, Robertson Buchanan. Le marquis de Chabannes publie en 1815 : *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings*, suivit en 1818 par : *On conducting air by*

*forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*⁵⁵². Cet auteur, inconnu dans le champ de l'histoire de l'architecture, est un personnage tout à fait original ; militaire, il part pour l'Amérique en 1782, puis séjourne en Grande-Bretagne dès 1787 comme « réfugié » politique, avant de rentrer à Paris de 1802 à 1813⁵⁵³. Deux articles se penchent sur le cas de Chabannes l'un de Martin Meade dans la revue *Monuments Historiques* l'autre du même auteur associé à Andrew Saint pour les *Transactions of the Newcomen Society*⁵⁵⁴. Le second, très approfondi, donne beaucoup d'informations, y compris biographiques sur la vie mouvementée du marquis, cependant le manque d'un travail chronologique de référence amène les auteurs à quelques approximations, par exemple, ils font l'hypothèse que Chabannes s'inspire de Bonnemain et son travail sur les serres en 1794. Même si Bonnemain propose l'application de son système aux serres dès 1784, l'expérience qui fait date dans le domaine est postérieure, datant de 1799⁵⁵⁵.

Curieusement et avant la publication en anglais de ses traités de chauffage, le marquis de Chabannes publie en 1803 un ouvrage en français où il décrit par le menu la visite d'un groupe de maisons modèles et modernes brevetées disposant des installations de confort

⁵⁵¹ « Extrait des séances et de la correspondance du Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 8, 1809, p. 210-211.

⁵⁵² CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings*, Schulze & Dean, London, 25 p. CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.

⁵⁵³ *Dictionnaire de biographies françaises*, Ed. Prévost et Roman d'Amat, Letouzey et Ané, 1959. Le marquis qui a combattu dans l'armée Américaine est un opposant à la monarchie des Bourbons.

⁵⁵⁴ MEADE Martin, « Au service du bien public, Innovations technologiques du comte de Rumford et du marquis de Chabannes », *Monuments Historiques*, Paris, 1992, Vol. 180, p. 31-35.

MEADE Martin and SAINT Andrew, « The marquis de Chabannes Pioneer of Central Heating and Inventor », *Transactions of the Newcomen Society*, vol. 66, 1994, p. 193-221.

⁵⁵⁵ Expériences sur la pousse des asperges au jardin du Muséum qui fait l'objet de diffusion par publication dans *La Feuille du Cultivateur*.

d'avant-garde⁵⁵⁶. La première originalité est de recourir au métal pour la structure mais pas seulement : *une nouvelle manière de joindre le fer et la fonte sans vis ni écroux, et de pouvoir faire en fonte, par cette importante découverte, les escaliers, fenêtres, colonnes, statues, balustrades, vases, corbeilles, tables, cheminées, lits, différens meubles, tourne-broche, gonds, écroux, clous, serrures, cadenas, locquets, mains, grilles, rampes, balcons, etc. etc. ; en un mot, presque toutes les ferrures qui entrent dans la construction ou distribution d'une maison, et à plus de moitié meilleur marché⁵⁵⁷. Cette maison comporte quelques machines et autres dispositifs de chauffage : A toutes ces machines s'unissent encore d'autres inventions et combinaisons importantes; tels que la construction de cuisines à vapeurs, avec ses vases et tous ses effets; une nouvelle pompe à feu, réduite à l'usage d'une maison particulière; un moulin domestique et économique; un four chauffé par la fumée et vapeur d'un feu quelconque; plusieurs sortes de places à feu; des tuyaux d'une nouvelles construction, qui échauffe plus que les poëles; le moyen de brûler du charbon de terre dans les poëles actuels; de nouveau poëles pour brûler du charbon de terre à l'avenir; d'échauffer une armoire qui tienne le dîner chaud ; de prévenir toute communication d'odeur de la cuisine; de nouveaux robinets ; des broches qui ne percent pas la viande; de nouveaux lieux à l'Anglaise, infiniment perfectionnés ; un moyen d'ôter toute odeur des commodités dans les maisons actuelles; d'éteindre en un moment le feu qui prendrait dans une cheminée; de donner des ordres à ses domestiques, d'avoir leur réponse, sans qu'ils montent à cet effet : en un mot tout ce qu'on a pu imaginer pour diminuer les dépenses, et contribuer à l'économie, l'élégance dans la construction, la distribution ou l'arrangement de l'intérieur d'une maison⁵⁵⁸.*

⁵⁵⁶ Sur les 101 références du marquis de Chabannes, présentes à la Bibliothèque Nationale, la majorité sont des pamphlets, chansons et autres papiers politiquement corrosifs, écrits en français. Les ouvrages techniques en langues anglaises sont absents.

⁵⁵⁷ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Prospectus d'un projet pour la construction de nouvelles maisons*, A l'imprimerie et librairie militaire, Paris, 1803, introduction, p. xij.

⁵⁵⁸ Idem, introduction, p. xiv.

Le premier appareil présenté est la cuisinière à vapeur consommant du charbon de terre qui sert de pompe à feu pour faire chauffer et monter de l'eau chaude dans un réservoir en toiture afin de desservir la maison, salles d'eau comme chauffe-plats en étages. La vapeur chauffe également un four à pâtisserie ainsi qu'une armoire chauffe-plat-desserte donnant sur la salle à manger. Un circuit d'air qui passe à travers la cuisinière à vapeur circule ensuite à l'intérieur des colonnes ornementales qui traversent l'ensemble de la maison : *C'est l'effet de la fumée qui circule tout autour, avant de passer dans des colonnes qui font l'ornement de l'escalier et qui échauffent toute la maison. Mais en été ou en hiver, lorsque la chaleur est trop grande, en fermant cette soupape et ouvrant cette autre, je change aussitôt son cours*⁵⁵⁹. Cette maison possède aussi des poêles, cependant ils ne servent qu'en complément en cas de grand froid : *il n'y a d'autre chaleur que celle qui vient de l'air qui circule dans une double boîte autour du feu de la cuisine, et qui va également dans le vestibule et dans la salle à manger*⁵⁶⁰. En note, le marquis de Chabannes évoque son expérience personnelle : *On pourroit croire hasardé d'annoncer une chaleur aussi grande sur un plan seulement en projet : mais ce n'est qu'après avoir échauffé une maison de quatre étages pendant trois ans à Londres, qu'on s'est permis d'annoncer ce même effet ici avec certitude*⁵⁶¹.

Dans cette maison, se trouvent également des cheminées positionnées sous des fenêtres, dans le salon (comme l'avait déjà proposé Désarnod) alors que les fumées circulent à l'intérieur des colonnes. Dans les étages, les chambres sont chauffées par un poêle pour deux pièces. La salle à manger est chauffée par une bouche à air chaud ainsi que par une cheminée. Poêles et cheminées ont un rôle complémentaire pour le chauffage mais un rôle primordial en décoration ; d'où la solution assez audacieuse de foyer sous une fenêtre.

⁵⁵⁹ Idem, p. 7.

⁵⁶⁰ Idem, p. 12.

⁵⁶¹ Idem, notes p. 11.

Un des grands principes du marquis de Chabannes est de créer une température égale dans l'ensemble de la maison et de chauffer autant les espaces de circulation que les pièces principales, sinon plus : *le seul feu de la cuisine et la fumée, qui circule dans ces colonnes qui servent d'ornement à la cage d'escalier nous rend cet important service, et nous économise plus des trois quarts de notre consommation dans nos appartemens (...) l'escalier étant la place de la maison la plus chaude, toutes les fois qu'on ouvre une porte, on échauffe la chambre au lieu de la refroidir*⁵⁶². Une autre originalité de cet ouvrage en termes de confort thermique c'est le recours à des doubles fenêtres. Évidemment, ce type de menuiseries doubles existe dans des climats plus rigoureux, mais n'était pas utilisé en France : *premièrement, ces croisées, sont en fonte, et sont en doubles pendant l'hiver. Mon domestique doit demain ôter celle du dehors, ce qui fera seul et en un moment; comme elles sont si légèrement construites et si exactement doubles, et elles ont en hiver l'agrément de la chaleur, sans l'inconvénient de l'obscurité : elles sont parfaitement bien jointes et finies; vous croiriez peut-être d'après la hauteur de dix pieds qu'elles ne sont pas solides, et qu'elles coûtent des prix fous, mais je vous assure qu'elles dureront autant que la maison, et qu'elles coûtent moins que de simples croisées de menuiserie*⁵⁶³. L'utilisation de la fonte pour les châssis est également originale. À l'occasion de cet ouvrage, le marquis de Chabannes démontre sa créativité et sa capacité à mettre ensemble des procédés afin de créer une maison utopique et cependant quasiment réalisable. On peut faire l'hypothèse que la forme urbaine, et le niveau de confort et le recours au métal dans la construction s'inspirent des maisons anglaises⁵⁶⁴.

L'hiver 1807-1808, le marquis de Chabannes participe aux expériences comparatives de chauffage menées au Conservatoire National des Arts et Métiers sous le nom de Frédéric, nom qu'il utilise depuis 1801 en

⁵⁶² Idem, p. 23.

⁵⁶³ Idem, p. 14.

Angleterre⁵⁶⁵. Il ne s'agit pas de chauffage central mais de cheminées, ouvertes sur quatre côtés dotées de labyrinthe à fumées. Dans la lettre qu'il écrit à cette occasion, il énumère ses buts : 1° *la salubrité*, 2° *l'uniformité de la température*, 3° *de donner la vue du feu dont l'habitude nous a fait un besoin*, 4° *l'économie*⁵⁶⁶. Notons que les résultats de ces expériences publiés dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* le sont également sous le nom de Frédéric⁵⁶⁷.

Dans ses traités écrit à Londres : *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings* et *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, plus spécifiquement consacrés au chauffage et à la ventilation, le marquis de Chabannes présente ses travaux et inventions brevetés en Grande-Bretagne avec la même propension à explorer les différentes applications d'un dispositif⁵⁶⁸. Dans le premier de ses ouvrages, le marquis de Chabannes présente des systèmes de ventilation applicables aux théâtres, aux appartements ainsi qu'aux bateaux. Il tisse également des contacts avec des agents d'assurances incendies de Londres afin d'obtenir leurs agréments⁵⁶⁹. Le marquis fait état de ses relations avec les scientifiques ainsi qu'avec des architectes et géomètres qui font les louanges de ses inventions : *his Plan will tend to improve future constructions, while it is adapted to thos actually existing*⁵⁷⁰.

Dans le second traité, Chabannes propose d'emblée un système de ventilation des pièces, indépendant des cheminées auxquelles il dénie la

⁵⁶⁴ MEADE Martin and SAINT Andrew, « The marquis de Chabannes Pioneer of Central Heating and Inventor », *Transactions of the Newcomen Society*, vol. 66, 1994, p. 199.

⁵⁶⁵Idem, p. 196.

⁵⁶⁶ Lettre du marquis de Chabannes aux commissaires nommés par le Ministre de l'Intérieur pour le concours des différents foyers ordonnés au département des Arts, 8 août 1807, Paris, 4 p. CNAM N45.

⁵⁶⁷ « Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. VIII, 1809, p. 27.

⁵⁶⁸ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings*, Schulze & Dean, London, 25 p. CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.

⁵⁶⁹ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, introduction, p. ix.

capacité d'assurer cette fonction correctement, contrairement à l'opinion commune. Il énonce ainsi le principe de son chauffage centralisé : *The method I propose is far superior and more economical, it consists in managing the heat produced by a single fire, lighted in the lower part of a house, so as to warm all the rooms above at the will of its inhabitants*. Il renouvelle également son principe d'uniformisation des températures dans la demeure⁵⁷¹. De même, Chabannes remet en cause les préjugés sur la prévalence des cheminées : *Persons judge of the advantage of a fire stove by their eyes ; it is deemed comfortable when they can burn themselves againts such a fire, without paying attention to the equality of the temperature in every other part of the apartment*⁵⁷². Il insiste également sur le fait que les courants d'air froid dus aux cheminées sont à l'origine d'affections rhumatismales. Dans son traité, le marquis de Chabannes fait référence à différents dépôts de brevets sur les dispositifs dont il vante les qualités. Il s'agit de brevets anglais, le premier (1799) concerne un système de tri par calibre pour le charbon, le second (1815) propose différents appareils de chauffage, le troisième (1815) s'attache à la ventilation, le quatrième (1817) montre comment fabriquer des tubes métalliques, le dernier (1817) plus étoffé donne des modèles de chaudières dont l'une, destinée à ventiler les navires⁵⁷³. La consultation des brevets du marquis présente beaucoup d'intérêts car les descriptions des planches sont très précises et facilitent la compréhension de ses dispositifs. Dans le second brevet

⁵⁷⁰ Idem, p. ix.

⁵⁷¹ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings*, Schulze & Dean, London, p. 7.

⁵⁷² Idem, p. 14.

⁵⁷³ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Separating Large from Small Coal, and Consolidating the Latter*, English Patent, Dec. 16, 1799, n°2364, 3 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Consuming Smoke and Warming Apartments*, English Patent, Jan. 16, 1815, n°3875, 5 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Pneumatic Apparatus for Producing Currents of Air in Flues; Apparatus for Evaporating and Cooling Fluids ; Ventilation of Chimneys*, English Patent, Dec. 5, 1815, n°3963, 6 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Constructing Metallic Tubes*, English Patent, Dec. 19, 1817, n°4191, 2 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Ventilation Apartments, Ships, &c., and for Promoting Draught in Flues, &c.*, English Patent, Dec. 19, 1817, n°4192, 5 p., 4 pl.

n°3875, les appareils de chauffage décrits sont des cheminées, des poêles, des fourneaux de cuisine, qui possèdent des caractéristiques communes : un ralentissement des fumées avec des labyrinthes comme dans les poêles alémaniques, des conduits à air qui passent au travers des éléments chauffants afin d'augmenter les échanges par convection (fig. 91)⁵⁷⁴. Il y a des objets adaptés au chauffage d'une pièce et d'autres au chauffage de plusieurs espaces superposés. Dans ce dernier cas, le conduit de fumée s'élève et alimente une sorte de radiateur métallique à air avec les mêmes conduits internes qui développent les surfaces de contact thermique entre fumées et air de la pièce. Les conduits disposent de registres, ou systèmes de fermeture, et dans aucun cas, les fumées ne s'insinuent dans les espaces à chauffer, elles restent prisonnières des conduits.

Dans le plus volumineux et le plus tardif des brevets, le marquis propose différentes chaudières à air, ainsi que des chaudières à vapeur à modules (fig. 92). Les premières répondent au même schéma : une zone d'alimentation en combustible, un foyer, une zone d'échange de chaleur entre les fumées et le fluide calorporteur, l'air ou l'eau. Certains dispositifs semblent posséder une enceinte maçonnée. D'autres ont des fonctions précises comme le séchage des grains ou la cuisson du pain, enfin des dispositifs de rafraîchissement d'air sont présentés sur la dernière planche. Dans les différents brevets, Chabannes propose un système de chargement du charbon par le haut dans un récipient de forme pyramidale, ce qui permet une certaine autonomie de 6 à 12 heures tandis que le volume se vide. Il convient de remarquer la

⁵⁷⁴ Brevet n°3875, p. 2 : *The first principle is the surrounding (either wholly or in part) an open fire-place or fires-places of any description with hollow air pipes of metal, earth, or any other substance or material applicable to the purpose, made in anyformand placed in any direction so that the heat and smoke may act on a great surface.*

The second principle is the burning all or chief part of the smoke by causing it to pass thro' the fire as it proceeds from the coals as they coke in the box (shewn in fig. 1), which in its passage thro' the fire becomes converted into flame. The third principle is retaining the heat or preventing its ascending with too much rapidity by multiplying the air pipes and placing them so as to attract all the heat before it reaches the top of the chimney, by which means and by the use of valves, shutters, or dampers, as hereafterdescribed, all the rooms up to and including the attics or any separate room or rooms may be heated according to the wish or desire of the parties.

variété des applications et le recours à deux fluides caloripporteur différents, la prise en compte de la ventilation et le refroidissement. La grande créativité du marquis est évidente. On peut cependant noter que les dessins des brevets sont assez schématiques : il n'y a aucune référence aux matériaux, ni aux épaisseurs.

Dans son ouvrage de 1818, le marquis propose un modèle de calorifère à air relativement polyvalent (*in short for every large building*) dont la configuration a été déjà présentée dans les brevets (fig. 93). L'avant correspond à un dispositif similaire à un poêle avec une zone de chargement de charbon par le haut en forme de pyramique, ensuite le corps accueille des conduits d'air auxquels la chaleur est communiquée, l'arrière comporte un conduit de fumée pour les évacuations ainsi qu'une entrée d'air afin de réguler le tirage et l'évacuation des cendres. Comme pour les brevets Chabannes propose une déclinaison des usages : séchage du grain, four à pain, chaufferette portable, cuisinière chauffe-eau, chauffage des serres, une chaudière à vapeur. Le marquis considère qu'il maîtrise aussi bien l'utilisation de l'eau comme fluide caloripporteur que l'air, il reconnaît aux liquides une meilleure transmission du « calorique »⁵⁷⁵. Il explique également la circulation induite au sein du fluide, due à la différence de température créée par la déperdition de chaleur. Il précise que, malgré les frottements, le système est thermiquement efficace. Le premier exemple présenté est alors la fameuse cuisinière à vapeur déjà citée dans l'étonnant ouvrage de 1803 *Prostectus d'un projet pour la construction de nouvelles maisons*. À l'arrière et au-dessus du foyer de la cuisinière sont disposés des tubes métalliques contenant de l'eau qui une fois chauffée est conduite par une canalisation vers un calorifère placé dans la cage d'escalier ou toutes autres parties à chauffer (fig. 94). L'exemple le plus remarquable est celui du chauffage par circulation de vapeur pour le théâtre de *Covent-Garden*. La chaudière

est composée de cinq éléments chauffants dans lesquels passent de l'eau avant de circuler dans des calorifères cylindriques placés dans un espace situé sous la scène *k* (fig. 95).

Chabannes reconnaît lui-même que cela fait déjà vingt ans que l'on chauffe des usines grâce à la vapeur, c'est la disposition des éléments qui fait l'originalité de ses propositions ainsi que les programmes des bâtiments.

Sans faire de son ouvrage un traité théorique sur la ventilation le marquis de Chabannes donne des indications d'ordre général sur l'importance du renouvellement de l'air, associé au chauffage de celui-ci, à travers des exemples de projets réalisés : chez lui au 1 *Russel Place*, le *Metropolitan Bazaar*, le Palais de l'Evêque de Rochester, une usine à Sunbury, au théâtre de *Covent-Garden*, dans la salle des souscriptions des *Lloyd's*, ainsi qu'une maison à Burlington Arcade à Londres (fig. 96)⁵⁷⁶. Il propose des systèmes de ventilation thermique fonctionnant de manière similaire à ses systèmes de chauffage. Il recourt, entre autres, à des radiateurs creux dont les sections intérieures sont plus réduites que celles des appareils de chauffage afin d'accélérer la vitesse de l'air. Une partie de son traité concerne cette question et ses différentes applications comme la ventilation des navires⁵⁷⁷. Nous n'approfondirons pas cette question, même si elle représente incontestablement une des originalités des propositions du marquis de Chabannes. Notons qu'à partir du moment où les cheminées ne sont plus utilisées, il est nécessaire de trouver une nouvelle source de ventilation. Chabannes, qui a beaucoup voyagé, remarque qu'en Grande-Bretagne, c'est l'humidité plus que le froid qui nécessite le recours au chauffage⁵⁷⁸. Ceci explique sans doute pourquoi la ventilation et le chauffage sont réglés comme un système

⁵⁷⁵ CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, p. 62.

⁵⁷⁶ Idem, p. 17-19.

⁵⁷⁷ Idem, p. 24-38.

⁵⁷⁸ Idem, p. 39-41-42.

cohérent. Certains contemporains ont accusé le marquis de Chabannes d'avoir pillé Bonnemain : Anselme Payen et Andrew Ure⁵⁷⁹. Il est vrai qu'à la manière de Franklin, Chabannes, qui a dû gagner sa vie, sait reprendre de bonnes idées et les mettre en valeur. De même, il semble que son caractère soit beaucoup moins amène que celui de Bonnemain, il rédige un grand nombre de pamphlets politiques et personnels, il semble être toujours entre deux querelles.

Bonnemain grâce à son régulateur permet de maintenir une température égale, de même Chabannes prêche pour une température égale dans toutes les pièces de la maison. Même si l'un permet l'autre, l'égalité de température se situe à des niveaux différents : le calorifère, l'espace à chauffer. Chabannes, contrairement à Bonnemain, est dépendant pour la réalisation de ses projets d'un poëlier comme Bertiloni⁵⁸⁰. Chabannes fait figure d'intellectuel investit dans la vie matérielle de son temps, qui emprunte et fait la synthèse du savoir accumulé plutôt qu'un inventeur ou un artisan. C'est un visionnaire, il explore l'immobilier, le chauffage et la ventilation, les transports et voyage beaucoup, parfois pour fuir ses créanciers.

On peut noter que Chabannes n'a pas publié ses traités de chauffage en français, cela peut être interprété par rapport aux éventuels « emprunts », mais aussi parce que les Français n'étaient pas encore prêts culturellement et financièrement pour ce type d'investissement sur le plan domestique. Cependant, l'une des originalités de Chabannes est d'appliquer ces nouveaux systèmes de chauffage performant aussi bien à des bureaux, un théâtre qu'à des espaces domestiques.

⁵⁷⁹ PAYEN Anselme, « Assainissement », *Dictionnaire technologique ou dictionnaire universel des arts et métiers et de l'économie industrielle et commerciale par une société de savants et d'artistes*, Thomine et Fortic, Paris, 1822, p. 290.

URE, Op. Cit, p. 41.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, vol. 18, 1819, p. 23-24

⁵⁸⁰ Bertolini est également en compétition en 1807 au CNAM, MEADE Martin and SAINT Andrew, « The marquis de Chabannes Pioneer of Central Heating and Inventor », *Transactions of the Newcomen Society*, vol. 66, 1994, p. 203, Bertolini, 21 rue des Vieilles Tuilleries dans : *Almanach du Commerce*, 1820, p. 454.

Robertson Buchanan

Notre deuxième auteur, Robertson Buchanan avait déjà esquissé : *An Essay on the Warming of Mills and Other Buildings by Steam*, en 1807, avant de produire : *A Treatise on the economy of fuel, and management of heat, especially as it relates to heating and drying by means of steam*⁵⁸¹. Le traité est structuré en trois parties : la première s'intitule: *On the Effect of the Heat*, la deuxième : *On Heating Mills and Buildings by Steam*, la troisième : *On drying and Heating by Steam*. Il aborde dans un premier temps les aspects théoriques de la chaleur, puis il présente un bilan des expériences concrètes menées dans les dernières années en Grande-Bretagne, enfin il évoque les différentes applications du chauffage à la vapeur. Buchanan traite de l'acheminement de la chaleur de la chaudière jusqu'aux espaces chauffés et donc des tuyaux en fonte et leurs assemblages. Quatre planches complètent l'ouvrage représentant diverses chaudières et différents types de joints d'assemblage de tubes.

En ce qui concerne le chauffage des espaces d'habitations à l'aide d'un réseau à vapeur, Buchanan est optimiste : *there are yet but few instances of dwelling-houses heated by steam, nor, perhaps, would it be eligible to heat small houses separately by it, on account of the trouble it would require to keep a small boiler regularly supplied with water and fuel. But where steam can be obtained from a steam-engine boiler, or where a number of neighbouring buildings could be supplied from one boiler, much might be saved in attendance and fuel, as well as cost of apparatus. In cases where single buildings are large, such as Inns, Hotels, &c., steam might be applied with peculiar advantage in heating the stair-cases, passages, bed-rooms, &c. An eating-room heated by a open fire only, is often unpleasantly cold to those who sit near the door, while it is oppressively warm to those who sit near the fire. This inconvenience might be remedied by the use of steam. A very open fire in that case, would be sufficient to*

*give a cherfull apearance to the room. The particular arragements of the apparatus proper for dwelling-houses, must depend much on local circumstances. As the steam may be admited into wessels of almost any form, the ornamental may be combinated with the usefull. I am at present, engaged in some experiments, with a view to simplify such arrangements, but I am not yet ready to lay the result before the public*⁵⁸². Buchanan présente un cas particulier : M. Lee of Manchester has his dwelling-house heated by steam, conveyed under ground from the boiler of a steam engine. The stair-case, lobby, and passages are heated by means of a steam cylinder, placed vertically in the sunk story. The steam cylinder is surrounded by a saing of brick-work, leaving a space of about two and a half inches all round, and having openings below to admit air. This casing is surrounded at some litte distance, bay another cylindar wall, forming what may cal the well. The coldest air beaing the harviest, falls to the bottom of the well, and enters by the holes below into contact with the cyclinder, where, becoming heated and specificklly lighthter, it ascends. This circulation of the same air in a very short time, makes the stair-case, &c. comfortably warm. There is a valve to regulate of the steam into the cylinder. There is also another valve at the top of the Brick-work, to regulate the transmission of the air. It generally soon becomes so warm, that itis necessary to shut one or other of theses valves. The dinning-room is heated by means of two ornemental cast-iron vases filled with steam, and the bed-rooms by steam pipes of the same material⁵⁸³. Cependant, ce sont majoritairement des exemples de chauffage à vapeur appliqués aux usines et autres espaces collectifs ou publics qui sont présentés par Buchanan. On peut citer : l'usine Houldworth à Manchester, Todd Stevensons à Glasgow, Forbes Low & co's à Aberdeen, les bains Harley's à Glasgow, la bibliothèque de Manchester, l'église West à Aberdeen. Notons que cet auteur se

⁵⁸¹ BUCHANAN, Op. Cit, 363 p.

⁵⁸² Idem, p. 194

⁵⁸³ Idem, p. 195.

concentre sur un fluide caloripporteur, la vapeur, ce qui n'était pas le cas du marquis de Chabannes.

La bourse de Paris : le chauffage à vapeur à Paris

En 1826, une expérience tout à fait originale a lieu à Paris : le chauffage à vapeur du bâtiment de la nouvelle Bourse réalisée par Louis Joseph Gay-Lussac (1778-1850, physicien), Louis Jacques Thénard (1777-1857, chimiste) et Jean Pierre d'Arcet (1777-1844, chimiste) tous trois membres de l'Académie des sciences⁵⁸⁴. Les travaux ont été dirigés par l'architecte Charles Pierre Gourlier (1786-1857) (Alexandre Brogniart, l'auteur est décédé en 1813), les installations comme la chaudière ont été confiées à MM. Manby et Wilson directeurs des fonderies de Charenton. Ce bâtiment comprenant un grand volume (18,336 m³) se prêtait bien à l'expérience. La rapidité de sa diffusion de la vapeur permet de ne chauffer quasiment qu'aux heures d'ouverture. Le chauffage à air a été éliminé compte tenu de l'ampleur du volume et de la grande hauteur sous plafond. La chaudière, placée en sous-sol à l'angle sud-est, fournit de la vapeur à deux systèmes : l'un pour la grande salle, l'autre pour de plus petits espaces⁵⁸⁵. L'eau fournie à la chaudière provient d'abord de récupération des eaux pluviales recueillies dans un réservoir⁵⁸⁶. Le premier réseau circule en caniveau : trois tuyaux de fonte parallèles (2 m de long, assemblés par collets et boulons, 16 cm de diamètre, 17 mm d'épaisseur) posés sur les rouleaux de fer (fig. 97)⁵⁸⁷. Ces tubes sont reliés à des caisses (qui recueillent le condensat) et de l'air frais amené par des ouvertures, circule dans les caniveaux, s'y réchauffe puis remonte par

⁵⁸⁴ « Notice sur le chauffage par le moyen de la vapeur et application de ce procédé au chauffage de la grande salle et de plusieurs autres parties de la Bourse », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, Paris, vol. 27, 1828, p. 202-213, pl. 359-360.

⁵⁸⁵ La chaudière en tôle de 6 à 7 mm d'épaisseur fait 4 mètres de profondeur sur 1,10 m et 65 cm de hauteur, elle est alimentée par un réservoir d'eau. *Idem*, p. 204.

⁵⁸⁶ PECKET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828, p. 440.

des grilles vers l'espace de la salle⁵⁸⁸. Notons que des tôles posées au-dessus des caniveaux et recevant de la chaleur par convection et rayonnement, transmettent à leur tour de la chaleur à la salle.

L'évacuation des fumées de la chaudière, réalisée en fonte, traverse également la grande salle en communiquant de la chaleur au passage (25 m de haut et 36 cm de diamètre). Les caniveaux accueillent 240 m² de tuyaux, les plaques au-dessus correspondant à une surface de 117 m², les ouvertures pour l'air chaud au bas des piliers totalisent une aire de 2 m². La grande salle est chauffée légèrement par ce système, ce qui est jugé suffisant, chauffer plus aurait été perçu comme inutile et coûteux⁵⁸⁹.

Dans les petits espaces, la vapeur circule verticalement dans d'élégantes colonnettes et chauffe les volumes à l'aide de caisses en forme d'allèges décoratives chauffantes (fig. 98). Ces récipients sont équipés de robinets afin de contrôler de débit⁵⁹⁰. La surface développée des *récipients* et des tuyaux pour cette partie atteint 98 m². Ces petits espaces sont mieux chauffés que la grande salle : *à l'entière satisfaction des personnes qui les occupent*⁵⁹¹. Cette innovation s'accompagna de quelques problèmes : en effet, l'eau de condensation était censée descendre par là où elle était montée (pente de 1 cm/m pour les parties horizontales). Mais, au début de la période de chauffe, la condensation étant très importante, le débit de la vapeur bloque la descente de cette eau (faible pente & faible diamètre). Afin de supprimer ce problème Gourlier fait évacuer les parties les plus exposées par d'autres petits conduits de plomb⁵⁹². Notons que Gourlier utilise le chauffage et l'effet thermique pour ventiler les toilettes, pendant la mauvaise saison. Des résultats du chauffage des deux premiers hivers 1826-27 et 1827-28 ont été consignés et étudiés en

⁵⁸⁷ La capacité de la chaudière approche les trois mètres cubes

⁵⁸⁸ Idem, p. 205.

⁵⁸⁹ Idem, p. 211.

⁵⁹⁰ Idem, p. 206.

⁵⁹¹ Idem, p. 211.

⁵⁹² Idem, p. 207.

terme de performance et de consommation, de dépense, d'heures d'utilisation (fig. 99)⁵⁹³. La saison chauffée comprend 149 et 160 jours, la chaudière est lancée entre 5 et 7 heures du matin et interrompue entre midi et 3 heures. Le charbon de Mons consommé est de 67 et 68 tonnes pour un coût d'environ 5 000 fr., les dépenses de main d'œuvre, payée 4 fr. la journée, s'élèvent à 600 fr. en moyenne. Les différents coûts correspondant à l'installation du chauffage dans le bâtiment sont également présentés ; au total la somme est de 86 094 fr (fig. 100)⁵⁹⁴.

Cette expérience résulte évidemment des applications du chauffage à la vapeur en Grande-Bretagne et de la publication de certains détails d'assemblages comme ceux du traité de Robertson Buchanan⁵⁹⁵. On peut constater qu'en terme de production et de circulation de la chaleur cela se passe plutôt bien ; cependant, l'aspect échange thermique s'avère nettement moins bon. Notons la tentative d'esthétisation avec les allèges et les colonnettes, pour introduire ces systèmes issus de l'industrie dans une architecture de représentation. Cette installation fait date comme première application du chauffage central à vapeur dans un bâtiment public d'importance en France. L'article du *Bulletin de la Société d'Encouragement* très complet est repris par Eugène Péclet dans son *Traité de la Chaleur considérée dans ses applications*⁵⁹⁶.

Des expériences de chauffage, l'investissement des institutions

Les institutions publiques s'impliquent progressivement dans la recherche et l'encouragement de nouveau moyen de chauffage essentiellement pour des raisons d'économies de combustible.

En 1788, *la municipalité de Paris demanda que quelqu'un lui fournisse le moyen d'économiser le bois de Chauffage, sans diminuer, dans l'intérieur des maisons,*

⁵⁹³ Idem, p. 209.

⁵⁹⁴ Idem, p. 208.

⁵⁹⁵ BUCHANAN, Op. Cit, 363 p.

⁵⁹⁶ PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828, p. 439-443, pl. 117.

*la masse de chaleur dont on a l'habitude et l'usage sont une nécessité*⁵⁹⁷. En 1802, la Société d'Encouragement nomme une commission du chauffage composée de CC. Guyton, Bardet, Lasteyrie et Decandolle : *l'un des objets les plus importants qui puisse occuper la Société d'Encouragement est sans doute l'économie du combustible, soit dans les manufactures, soit les particuliers*⁵⁹⁸.

En 1804, la ville de Paris par sa Société Libre d'Agriculture produit un rapport : *le vrai moyen de frapper à cet égard l'attention du public et de venir surtout efficacement au secours de la classe indigente premier objet de la sollicitude des philanthropes républicains, c'est de mettre en action sous les yeux de tout le monde les instruments les plus propres à remplir triple objet de bien chauffer un petit ménage de préparer des alimens et de ne lui couter que le moins possible (...) Plusieurs moyens ingénieux et simples paroissent devoir remplir les conditions. Et ils seront susceptibles par la suite de développer de manière plus considérable en faveur des bureaux, des hospices et des manufactures à feu ; mais il importe autant qu'il puisse commencer par ouvrir aux pauvres ménages les espèces de fourneaux et de potagers les plus appropriés à leur ressources*⁵⁹⁹.

Différents inventeurs sont alors cités : Gennetté, Franklin, Désarnod, Cointeraux, Bonnemain, Rumford. La même année, le chimiste Jean Antoine Chaptal (1756-1832), alors ministre de l'intérieur, accompagné de M. Molard, directeur du Conservatoire des Machines, visita les manufactures les plus intéressantes de la capitale, sans que la liste en soit communiquée⁶⁰⁰. S. Exc. le Ministre de l'intérieur a chargé son Bureau consultatif des arts de : *faire une suite d'expériences propres à déterminer les moyens de chauffage*

⁵⁹⁷ COINTERAUX François, *L'Art de faire le feu, ou Nouvelles formes de cheminées, de poèles, de fourneaux, de chaudières, etc.,...*, Cointeraux, Paris, 1809, p. 117-152.

⁵⁹⁸ « Rapport de la commission du chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 1, 1802, p. 77-79.

⁵⁹⁹ *Rapport de la société libre d'agriculture du département de la Seine, 1804-1805*, CNAM N151.

⁶⁰⁰ THIROLIER, *Lettre de M. Thiolier sur l'économie des combustibles*, Thiolier 21 rue Neuve des Capucines, Paris, p. 3, CNAM N29 également dans « *Invention Thiolier Pyrothechnie* », p. 6, CNAM N161

les plus avantageux sous le rapport de l'économie du combustible⁶⁰¹. Quelques principes sont alors rappelés : Pour entretenir la température d'un appartement pendant un espace de temps donné à un degré quelconque au-dessus de celle dans laquelle se trouvent habituellement ses murs, il faut introduire successivement dans ce même appartement, pendant tout ledit temps, une quantité de calorique suffisante pour subvenir aux dépenses qu'il fait ce fluide :

1°. À raison de l'étendue de la surface de ses parois intérieures

2°. À raison de l'épaisseur et de la nature de ces mêmes parois⁶⁰².

Les expériences qui ont suivi, durant l'hiver 1805-1806, ont testé des différents appareils de chauffage de Désarnod, de Curaudau, de Thiolier, Ollivier ; cheminées améliorées (6) ou poêles (3) ; à bois ou à charbon ; et ceci dans sa salle des séances du bureau consultatif pendant quatre heures. Pour comparer les systèmes, ils créent un coefficient qui prend en compte les accroissements des températures moyennes divisées par le nombre de kilogrammes de bois brûlé⁶⁰³. La cheminée d'origine du bureau possède un résultat de 0,152 ; les cheminées améliorées ont des coefficients qui oscillent entre 0,393 et 0,627. Avec les poêles, les coefficients sont encore meilleurs : entre 0,849 et 1,193 suivant les différents modèles⁶⁰⁴. Lors de ces tests c'est le poêle de Thiolier qui s'avère le plus efficace. *Le bureau consultatif a regretté que l'on ait point fait d'expériences sur les poêles ordinaires de fonte et de faïence (...) Ces poêles dont on fait usage à l'Ecole polytechnique et chez un grand nombre de particuliers paroissent devoir l'emporter sur tous les autres et même sur celui de M.*

Thiolier⁶⁰⁵. Ainsi, pour remédier à ce manque, d'autres expériences sur le chauffage ont été menées les deux hivers suivants au Conservatoire des Arts et Métiers dans une salle dénommée de grand chauffoir : 400 m² et

⁶⁰¹ « Sur le chauffage économique », Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, n° 5, 1806, p. 108-119.

⁶⁰² Idem, p. 109.

⁶⁰³ Idem p. 113.

⁶⁰⁴ Idem, p. 114.

560 m³⁶⁰⁶. L'ensemble des pièces concernant ces tests et le courrier y afférant sont conservés aux archives du Conservatoire des Arts et Métiers⁶⁰⁷.

Quatre thermomètres ont été placés à différents emplacements dans la pièce, un cinquième à l'extérieur. Les essais ont commencé le 17 décembre 1807, et ont duré huit heures, 40 kg de bois de hêtre ont été fournis à chaque fois. Parmi les exigences, il était nécessaire d'atteindre 15° C au-dessus de zéro en cinq heures. Seuls les poêles de Thiolier n'ont pas consommé l'intégralité du combustible, mais seulement 15 kg. Les inventeurs sont donc Voyenne, Bertolini, Curaudau, Ollivier, Désarnod, Thiolier, Frédéric ; certains proposent plusieurs modèles qui sont testés parallèlement. Notons que parmi les participants « Frédéric » est en fait le marquis de Chabannes dont le modèle de poêle a été réalisé par l'un des autres participants Bertolini. Les expériences ont été réalisées en présence des auteurs, qui signent les relevés, sauf le marquis qui, selon certains, aurait quitté Paris cet hiver là pour fuir ses créanciers⁶⁰⁸. Les résultats ont été synthétisés dans un tableau en illustration (fig. 101)⁶⁰⁹. Des conclusions sont tirées de ces expériences : pour les usages ordinaires Désarnod, Voyenne et Bertolini, pour les étuves et les séchoirs Curaudau, Ollivier pour chauffer des grandes salles à température égale, le système de Frédéric pour les usages domestiques⁶¹⁰. Le *poêle-charbonnier* et la *cheminée fumivore* de Thiolier sont de taille trop modeste pour le volume à chauffer, mais leurs principes intéressent néanmoins les rapporteurs.

⁶⁰⁵ Idem, p. 118.

⁶⁰⁶ MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, « Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 23-27.

⁶⁰⁷ CNAM, N45.

⁶⁰⁸ On voit les signatures des auteurs sur les relevés CNAM N45.

MEADE Martin and SAINT Andrew, « The marquis de Chabannes Pioneer of Central Heating and Inventor », *Transactions of the Newcomen Society*, vol. 66, 1994, p. 203

⁶⁰⁹ MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, « Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 27.

Une autre série d'essais comparatifs a lieu en 1817, afin de comparer un poêle de Curaudau et le calorifère de Désarnod : *Le 29 avril 1817, le préfet de la Seine et plusieurs membres de la société d'encouragement ont assisté à une expérience pyrotechnique comparative qui a été faite rue St. Dominique n°25 entre le calorimètre inventé par le Sieur Désarnod et le poêle économique de Curaudau, l'expérience a duré 5 heures, on a brûlé 110 kilog de charbon de terre, dans le poêle de Curaudau, on n'a consommé que 60 kilog dans le calorimètre de Désarnod*⁶¹¹. Les thermomètres placés dans un grenier chauffé par le poêle ont atteint 22 3/4, 24, 29 1/4 degrés ; ceux placés dans le grenier identique chauffé par le calorifère se sont élevé à 34 1/4, 50, 56 degrés. Notons que ces derniers tests mettent en évidence l'efficacité croissante du calorifère par rapport aux poêles plus classiques.

Cette série d'expériences montre que le chauffage central n'est pas considéré d'emblée comme une solution envisageable puisque seul le calorifère de Désarnod testé en 1817 peut relever de cette catégorie.

Un premier bilan

Après une présentation du chauffage des serres, nous avons vu émerger les différentes modes de chauffage durant cette période clef qui s'étend jusqu'à 1830. Le chauffage à air chaud, à l'aide d'un calorifère, déjà plus ou moins expérimenté auparavant prend vraiment sa place avec Désarnod et ses applications successives entre 1804 et 1817, en parallèle avec les travaux de Curaudau. Le chauffage à l'eau chaude prend son essor avec Jean Simon Bonnemain (entre 1791 et 1816) pour sa première phase d'application domestique, puis en 1829 avec une reconnaissance de la société d'encouragement comme moyen de chauffage possible. Enfin, le chauffage à la vapeur, dont l'exemple nous vient des Îles britanniques, pour les serres et les manufactures, fait son apparition à

⁶¹⁰ Idem, p. 26.

⁶¹¹ CNAM N26.

Paris dans le nouveau bâtiment emblématique de la Bourse du commerce en 1826.

Pendant ce temps, Robertson Buchanan présente quant à lui les aspects matériels des réalisations de chauffage en abordant les applications domestiques comme un secteur valable. Le marquis de Chabannes, très prospectif, il promet un chauffage à température égale à grand renfort de *Patent* et de traités qui abordent les différents modes de transmission de la chaleur.

Pourtant, dans cette fin du XVIII^e siècle et premier tiers du XIX^e siècle, se sont en fait encore les poêles et les cheminées plus ou moins traditionnels qui sont à l'honneur des institutions et de leurs expérimentations. Cela marque à la fois la distance entre l'innovation et la pratique réelle dans un pays techniquement conservateur, mais révèle aussi les difficultés économiques de la période. Les changements de régimes successifs, les pénuries, la guerre, les difficultés financières tout cela est propice aux solutions individuelles, locales et peu coûteuses, et freine les solutions audacieuses qui nécessitent des investissements lourds pour un résultat certes réel mais sans doute jugé un peu « luxueux » dans une période difficile⁶¹².

De même, on peut déterminer des aires géographiques : ainsi le monde anglophone est plus en faveur de la vapeur et la France développe plus volontiers l'eau chaude ou l'air chaud. En Allemagne, on rencontre peu d'enthousiasme pour le chauffage central à vapeur : la première installation réalisée par Ludwig Catel date de 1817, elle est destinée à la maison de campagne du commerçant berlinois Möring à Pankov⁶¹³.

Cette partie a permis la nécessaire mise en valeur de personnage clef comme Jean Simon Bonnemain. Cette démarche devrait pouvoir se poursuivre dans le temps avec d'autres inventeurs, tels que Désarnod ou

⁶¹² J'ai été frappé par le nombre de personnes connues ou non qui meurent ruinées ou à peu près comme Bonnemain ou Chaptal.

le marquis de Chabannes, même si celui-ci a déjà fait l'objet d'investigations.

⁶¹³ VETTER H., *Zur Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit*, Berlin, 1908. Il est possible que les aspects performants des poêles de la zone alémanique n'encouragent pas à innover.

Le retour d'une approche théorique

Après une première phase exploratoire, le tournant que l'on peut observer au début du XIX^e siècle correspond à une approche plus théorique de la question du chauffage et cela se concrétise par la multiplication des traités, dont les traductions sont publiées rapidement. L'objet de ces ouvrages n'est plus uniquement la promotion d'un procédé, mais concerne la nature de la chaleur ainsi que la présentation de différentes expériences ayant été réalisées concrètement. L'un des points essentiels de cette littérature est l'apparition de calculs, pour le dimensionnement des installations, la consommation de combustibles, etc. L'on passe insensiblement du monde des inventeurs au monde des ingénieurs⁶¹⁴.

Thomas Tredgold (1788-1829)

Dans le traité de Thomas Tredgold (1788-1829) *Principles of Warming and Ventilating Public Buildings, Dwelling-houses, Manufactories, Hospitals, Hot-houses, Conservatories, &*, on constate un tournant⁶¹⁵. Tredgold, charpentier à l'origine, travaille dans le génie civil et l'architecture (chez William Atkinson)⁶¹⁶. Membre de la Société des Ingénieurs Civils (1821) peu après sa création en 1818, il se consacre à l'édition technique en 1813 et publie une série de traités sur les charpentes, les chemins de fer, les machines à vapeur, la fonte, les filatures⁶¹⁷. Il diffuse également dans différentes revues scientifiques du moment : *Philosophical Magazine*, *Mechanics' Magazine*, le *Gardeners's Magazine*,...

⁶¹⁴ A l'occasion du colloque international *les avatars de la « littérature » technique, forme imprimées de la diffusion des savoirs liés à la construction*, 3, 4 et 5 mars 2005, CNAM-INHA, j'ai développé une présentation des ouvrages techniques sur le chauffage des bâtiments des inventeurs aux ingénieurs sur la longue durée.

⁶¹⁵ TREDGOLD, Op. Cit, 325 p.

⁶¹⁶ BOOTH L. G., « *Thomas Tredgold (1788-1829): Some aspects of his Work* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1979, p. 57-93.

⁶¹⁷ Idem, p. 58.

Dans son traité de chauffage et de ventilation, il propose une approche des différents aspects de la question : combustibles, foyers, chaudières, fluides caloripporteurs, conduits et appareils de diffusion, différentes applications, évaluations des déperditions, calculs de dimensionnement, etc. Comme souvent, l'auteur ne prêche pas pour une chaleur excessive, jugée nuisible : *Il est à peu près inutile de remarquer qu'une chaleur modérée est tout ce qui est nécessaire, tout ce qu'on doit rechercher dans les appartemens, et que toutes les fois qu'on entretient une température plus élevée, qui introduit une cause directe d'affaiblissement et de langueur*⁶¹⁸. Lorsqu'il est question des modes de transmission de la chaleur, Tredgold en inventorie deux : par contact et par rayonnement, moyen qu'il juge le plus sain afin de chauffer un espace à vivre⁶¹⁹.

Dans l'introduction de l'édition française, écrite par Daverne, celui-ci avance que le chauffage à vapeur prescrit par Tredgold s'appliquerait particulièrement bien aux hôpitaux, ainsi qu'aux autres espaces où les incendies seraient dévastateurs comme la bibliothèque royale⁶²⁰. Le problème des incendies préoccupe Tredgold qui affirme que les foyers ouverts sont à l'origine des incendies. Il cite l'Encyclopédie de Napier qui évalue les dégâts à cinq décès par an à Londres et à la perte de cent mille livre sterling⁶²¹.

Dans le premier chapitre, Tredgold présente les différents fluides caloripporteurs disponibles : air chaud, eau chaude, vapeur en affirmant sa préférence pour la vapeur. De même, il décrit l'usage de la vapeur appliquée au chauffage des serres où cela semble avoir valeur de test avant l'application à l'homme⁶²². À l'occasion du deuxième chapitre, l'auteur expose les combustibles : les houilles, le bois, la tourbe ; et leurs

⁶¹⁸ TREDGOLD, Op. Cit, p. 3.

⁶¹⁹ Idem, p. 10.

⁶²⁰ Idem, p. vij.

⁶²¹ Idem, p. 4, cite : *Napier's Ency. britan.* vol. 5, p. 293.

⁶²² Idem, p. 17-18-23.

caractéristiques en se référant aux travaux déjà effectués sur le sujet comme ceux du Comte Rumford.

Dans le troisième chapitre, Tredgold aborde une question originale : l'évaluation quantitative de la vapeur nécessaire pour échauffer un espace. Il avance le fait que la situation diffère suivant le type de lieu à chauffer : une serre, une usine, une habitation ou encore ventiler un hôpital⁶²³. Pour ce faire, il élabore une préfiguration de l'évaluation des déperditions thermiques de l'espace à chauffer, ainsi qu'une méthode de calcul de dimensionnement des installations : *un boisseau de charbon de Newcastle suffira, par heure, pour fournir à 1 820 pieds de surface de tuyau la chaleur nécessaire pour entretenir à 60 °F (12° Réaumur) la température d'une chambre*⁶²⁴. Tredgold différencie les déperditions par les parois pleines ou celles des éléments vitrés et tente d'évaluer ces dernières par le calcul⁶²⁵. De même, il applique ces calculs au cas particulier des serres. Notons que l'auteur propose à cette occasion la possibilité d'un recours à des fenêtres doubles, ce qui démontre leurs usages au Royaume-Uni malgré un climat relativement clément⁶²⁶. Dans tous les cas, la porosité des menuiseries est prise en compte en quantifiant les « vides » persistant entre les différents éléments.

Dans le chapitre suivant, Tredgold aborde la question de la ventilation sous un angle hygiéniste : *Il est bien plus important de conserver un air pur et salubre, que d'empêcher une faible portion de chaleur de se perdre*⁶²⁷. Pour obtenir ces résultats, il quantifie la consommation d'air de l'homme ainsi que la vapeur produite suivant les travaux antérieurs de Lavoisier et Seguin. Cela lui permet d'évaluer les surfaces de ventilation nécessaires en fonction du nombre de personne dans un espace clos⁶²⁸. Tredgold étudie précisément la ventilation des hôpitaux et tout particulièrement

⁶²³ Idem, p. 69-70-71.

⁶²⁴ Idem, p. 89.

⁶²⁵ Idem, p. 115-117.

⁶²⁶ Idem, p. 117.

⁶²⁷ Idem, p. 98.

leurs toilettes à l'aide de moyen naturel ou d'un système de convection thermique⁶²⁹.

Tredgold traite également des chaudières et se réfère aux travaux sur les chaudières à vapeur réalisées pour leur force motrice, dont ceux du comte de Rumford. Il aborde la question de leur rendement et de leur emplacement ainsi : *Une chaudière de 70 pieds carrés de surface, placée dans un endroit non couvert, et au 32° du thermomètre de Fahrenheit (0° R.), doit consommer, en pure perte, un boisseau de charbon en 24 heures*⁶³⁰. La pression recommandée est de quatre livres par pouces carrés, mesurée par une jauge⁶³¹. Tredgold évoque les différentes formes de chaudières et en propose les plans et coupes de deux modèles, l'un sphérique, l'autre parallélépipédique (fig. 102)⁶³². Les tailles de la chaudière dépendent des besoins et de l'usage ; ainsi pour les serres, il en faut une profonde afin de pouvoir produire de la chaleur en continu. Tredgold conseille afin d'assurer la sécurité de l'installation de remplir à moitié d'eau les chaudières⁶³³. Un réservoir alimente en eau la chaudière alors que des soupapes sont prévues afin d'éviter toute explosion⁶³⁴.

En ce qui concerne les foyers, Tredgold recommande une alimentation en air afin d'optimiser la combustion⁶³⁵. Le foyer doit être localisé directement au-dessous de la chaudière dont le fond doit être le plus mince possible⁶³⁶. L'auteur avance que les matériaux privilégiés de ces installations doivent être de maçonnerie de brique, et que le recours à des matériaux comme les métaux aux forts coefficients de conduction doit être minimal, de plus il recommande des doubles parois plus

⁶²⁸ Idem, p. 108.

⁶²⁹ Idem, p. 128-142.

⁶³⁰ Idem, p. 90.

⁶³¹ Idem, p. 190.

⁶³² Idem, p. 150, et planches I et II.

⁶³³ Idem, p. 153.

⁶³⁴ Idem, p. 158, 185, 189.

⁶³⁵ Idem, p. 158.

⁶³⁶ Idem, p. 151-162.

isolantes en citant Alberti mais aussi Watt et Rumford⁶³⁷. Les dimensions des cheminées de tirage et d'évacuations des fumées sont calculées en fonction de la taille du foyer et du combustible⁶³⁸. D'emblée, il est fait mention d'un employé chargé de réguler le régime : *damper* en anglais, qui deviendra notre « chauffeur ».

Une fois la vapeur produite, il convient de la distribuer et c'est l'objet du sixième chapitre. Tredgold fait usage de tuyaux et de vaisseaux en fonte, métal privilégié au fer blanc, au cuivre, au plomb, trop faibles et/ou soumis à une oxydation excessive⁶³⁹. En ce qui concerne l'influence de la couleur des éléments radiant, Tredgold se réfère aux travaux du professeur Leslie qui soutient que le noir transmet la chaleur plus vite qu'une nuance claire⁶⁴⁰. Cependant, l'auteur n'attache pas une grande importance à cela, et conseille plutôt d'assortir les éléments de chauffage à la décoration de la pièce⁶⁴¹. Tredgold conseille de recourir à deux circuits de distribution plutôt qu'un afin de pouvoir doser la chaleur à transmettre, car avec la vapeur soit l'on ouvre, soit l'on ferme, durant un temps donné. De manière à donner une certaine inertie thermique à ces installations, Tredgold propose de mettre des « *cailloux brisés ou de petites pierres lavées* » à l'intérieur des tuyaux d'un diamètre plus grand qu'usuellement, aucune masse métallique n'étant capable d'être *employée utilement comme réservoir de chaleur*⁶⁴². L'auteur fait référence dans ce traité à l'utilisation de la structure porteuse en fonte du bâtiment comme conduit de distribution de la vapeur ainsi que cela a été tenté à la fin du XVIII^e siècle. Il déconseille cependant cet usage en raison des dilatations

⁶³⁷ Idem, p. 177-178 et p. 227.

⁶³⁸ Idem, p. 168.

⁶³⁹ Idem, p. 197-198

⁶⁴⁰ LESLIE John, Sir, *An Experimental inquiry into the nature and propagation of heat*, J. Mawman, London, 1804, 562 p. cité dans TREDGOLD, Op. Cit, p. 201.

⁶⁴¹ Idem, p. 203.

⁶⁴² Idem, p. 204. Cette solution est originale, même si des grosses pierres sont couramment utilisées comme bouillote, roulées dans un linge après un séjour dans un foyer.

thermiques qui finissent par nuire alors à la cohésion de la structure⁶⁴³. À ce moment, Tredgold aborde la délicate question des modes d'assemblages des différents éléments de fonte et propose concrètement que les joints entre deux parties soient assurés par un morceau de toile saturée de céruse ou un joint d'étain écrasé (fig. 103)⁶⁴⁴. Tredgold traite également de la question de l'évacuation ou de la récupération de l'eau de condensation, au moyen d'une pente ou d'un tuyau secondaire spécialement prévu à cet effet⁶⁴⁵. De même, *comme il est quelquefois nécessaire de placer la chaudière à quelque distance de l'endroit qu'on veut chauffer, il convient d'empêcher la chaleur que l'on conduit dans une place (...) de se perdre dans le trajet*⁶⁴⁶. Tredgold propose d'isoler les conduits et se réfère alors aux travaux sur la calorimétrie de Rumford et Leslie, afin de lister les mauvais conducteurs. Les matériaux sont : le charbon pilé, les cendres, la sciure de bois sèche, le son, la chaux pulvérisée, la brique en poudre, le liège, les pierres ponce. Selon l'auteur, l'épaisseur de l'isolant déterminée (en fonction de la température véhiculée) doit être de deux à trois pouces pour la vapeur ; il conseille également de disposer les tuyaux en tranchée dans un sol sec pour obtenir le même résultat. Enfin, *si l'on place simplement un tuyau à vapeur dans un autre tuyau d'un plus grand diamètre, et qu'on le retienne au milieu avec des substances qui soient de mauvais conducteurs, il perdra très peu de sa chaleur ; et dans plusieurs cas on pourra établir entre les deux tuyaux un courant d'air utile, soit pour la ventilation, soit pour fournir de nouvel air échauffé ; et lorsqu'on pourra le faire, on s'apercevra à peine de quelque perte de chaleur*⁶⁴⁷.

Dans le chapitre suivant, Tredgold fournit les applications concrètes synthétisant les différents éléments avancés : *en conciliant l'économie avec*

⁶⁴³ Idem, p. 210.

⁶⁴⁴ Dans l'ouvrage de Buchanan, la question des joints était déjà traitée.

⁶⁴⁵ Idem, p. 222.

⁶⁴⁶ Idem, p. 215 et p. 224.

⁶⁴⁷ Idem, p. 229.

ce qui intéresse l'agrément et la santé⁶⁴⁸. En ce qui concerne les habitations l'auteur écrit : *la vapeur ne paraît pas devoir être employée toute seule pour chauffer les maisons d'habitations ; mais on peut toujours, dans les maisons considérables, s'en servir comme d'un moyen accessoire pour procurer de la chaleur et aider à la ventilation*⁶⁴⁹. La cheminée garde une place non négligeable dans les pièces principales cependant pour les espaces de circulation et les grandes salles, la vapeur est la bienvenue. Tredgold prêche pour la cohabitation des deux modes de chauffage cheminées et chauffage à vapeur. Pour des raisons esthétiques, les *tuyaux à vapeur ordinaires* ne peuvent être laissés apparents. Tredgold présente donc une solution illustrée : *les tuyaux communs pourraient cependant être rassemblés dans une seule masse, et recouverts d'une claire-voie, de marbre ou de toute autre matière, de consoles, de panneaux à jour, ou bien ils pourraient être cachés dans les murs, et l'air échauffé introduit pas des registres*⁶⁵⁰. À titre d'exemple, l'auteur présente un cas concret : *une longue salle, un escalier et deux passages à entretenir à la température de 56° lorsque l'air extérieur est de 0°, que la salle ait deux fenêtres, de 10 pieds sur 4 chacune, et que sa porte ne s'ouvre pas immédiatement à l'air extérieur. Supposons que l'escalier soit éclairé par un vitrage en dôme de 8 pieds de diamètres, et élevé de 30 pieds au-dessus du sol ; enfin qu'il y ait deux fenêtres de 7 pieds sur 5 1/2 à chacun des passages*⁶⁵¹. Tredgold calcule alors les déperditions par les surfaces vitrées en fonction de la différence de température et obtient finalement 128 pieds de surface de tuyaux à vapeur⁶⁵². Non content de cette évaluation, il commente le résultat. En effet, selon lui, le dôme vitré crée une déperdition considérable, il suggère donc la pose d'un second

⁶⁴⁸ Idem, p. 231.

⁶⁴⁹ Idem.

⁶⁵⁰ Idem, p. 232-233. Voir illustration précédente.

⁶⁵¹ Idem, p. 234.

⁶⁵² Idem, p. 236.

vitrage horizontal qui permettrait l'économie un tiers du combustible, en rendant l'espace plus confortable en hiver⁶⁵³.

Après les habitations, Tredgold traite du chauffage et de la ventilation des églises, des classes, des bibliothèques, des théâtres, des filatures et autres ateliers nécessitant de la chaleur ou de l'air sec et un chapitre entier est consacré aux hôpitaux et aux prisons (fig. 104). Il aborde en premier les questions d'hygiène et de ventilation, avant de calculer le chauffage nécessaire pour une salle d'hôpital de 90 pieds sur 22 de large et 10 d'élévation soit 133 pieds carrés⁶⁵⁴. Il conseille également de chauffer les galeries et escaliers de ce type de bâtiment. Pour les prisons, c'est la ventilation qui est privilégiée, le chauffage n'étant réservé qu'aux malades⁶⁵⁵. Tredgold propose l'étude d'un cas intéressant, celui des maisons de « température égale » où les malades atteints de consumptions et autres maladies de poitrine peuvent bénéficier d'un climat intérieur clément comme on en trouve à l'étranger. Pour ce faire, la première mesure consiste à renforcer l'étanchéité à l'air des ouvertures, puis de ventiler les espaces intérieurs avec de l'air préchauffé enfin de chauffer avec des tuyaux à vapeur ces lieux de vie. L'idée de créer des établissements de ce type vient du docteur Pearson qui prêche pour un climat artificiel à l'intérieur de certaines demeures malgré leurs coûts : *un établissement tel que celui que j'ai en vue exigerait un capital très considérable. Mais pourrait-on employer de l'argent d'une manière plus véritablement utile à l'humanité ? Les fonds considérables employés maintenant à des entreprises dont l'objet est sans doute l'amélioration de la condition de la vie humaine, n'intéressent cependant pas les hommes d'aussi près que la conservation immédiate de la vie, ou la palliation de la maladie, dans tous les cas*

⁶⁵³ On peut se demander si l'introduction progressive de grandes surfaces vitrées dans l'habitat, multiplication des bow-windows et des jardins d'hiver au cours du XIX^e siècle, n'a pas encouragé à faire usage de ces moyens modernes de chauffage. Cependant, cela pourrait être une stimulation à la calorimétrie.

⁶⁵⁴ Idem, p. 267.

⁶⁵⁵ Idem, p. 277.

où la poitrine et les poumons sont attaqués, cependant l'espérance du gain engage les spéculations à y risquer leur argent⁶⁵⁶. Le climat artificiel des serres est le sujet du chapitre suivant, ou la notion d'hygrométrie apparaît alors explicitement⁶⁵⁷. Nous avons déjà montré l'importance du chauffage des serres comme lieu de prémices du chauffage central, cette importance se maintient tout au long du XIX^e siècle. À ce titre, Tredgold ne consacre pas moins de 40 pages de son traité à ce thème, détaillant les dispositifs en fonction des essences et des climats d'origine (fig. 105). Notons, que l'inertie des murs est parfois utilisée pour tempérer la chaleur transmise par la vapeur : *on a besoin de conduire un ou plusieurs tuyaux dans l'intérieur d'un mur creux ; la chaleur qui s'échappera des tuyaux chauffera le mur, et sans courir le risque de faire aucun mal aux arbres*⁶⁵⁸. Pour le cas des serres comme pour d'autres équipements, Tredgold pose le problème de la rentabilité productive ou non et il présente l'évaluation par le calcul la quantité d'énergie dépensée pour réchauffer un espace. L'auteur suggère aussi le séchage de toutes sortes de matières (dont la tourbe) dans un but domestique, agricole ou industriel⁶⁵⁹.

Ensuite, Tredgold aborde la question de la configuration des foyers, c'est-à-dire de la disposition des cheminées. Comme l'auteur recommande l'alliance du chauffage à vapeur et feu de cheminée afin de rendre confortable l'ensemble de la pièce il semble cohérent de traiter des foyers⁶⁶⁰. Il conseille d'entourer le foyer de matériaux isolants⁶⁶¹. Il fait également état des recommandations d'usage durant cette période : resserrer la gorge de la cheminée, faire des foyers suffisamment étroits, abaisser le manteau près du feu, adjoindre une mitre en haut du conduit

⁶⁵⁶ Idem, p. 281 Lettre du docteur Pearson (Georges Street, Hannover Square, 18 octobre 1824), reproduite dans le traité. On peut considérer cette lettre comme une invitation à la climatisation des édifices.

⁶⁵⁷ Idem, p. 285.

⁶⁵⁸ Idem, p. 323.

⁶⁵⁹ Idem, p. 346-370.

⁶⁶⁰ Idem, p. 334.

⁶⁶¹ Idem, p. 327.

de fumée lui-même réduit. Les grilles destinées à recevoir des combustibles sont décrites : barres pas trop épaisses afin de faire passer l'air, ni trop haut, ni trop bas⁶⁶². Le choix du revêtement du foyer est discuté : du métal ou de la céramique vernissée comme proposée par le comte de Rumford⁶⁶³.

Tredgold parachève son traité par des considérations théoriques sur la nature de la chaleur, il se positionne comme un tenant du « calorique » et situe lumière et chaleur sur le même plan⁶⁶⁴. Le calorique est défini comme un fluide élastique qui baigne le monde et : *d'après les principes admis dans cette recherche, toute espèce de manière contient du calorique, et en différentes proportions, suivant ses rapports d'attraction, de cohésion et d'affinité pour la chaleur*⁶⁶⁵. De même, il évoque la notion de chaleur spécifique⁶⁶⁶. Il évoque également la transmission de la chaleur ainsi : *On m'accordera sans peine que tout solide contient de la chaleur ; si l'on prend un qui soit un bon conducteur et qu'on le mette en contact avec d'autres conducteurs, et qu'alors on emploie des moyens pour faire sortir le calorique d'une couche mince à l'une des extrémités du corps, sans en altérer la constitution, le calorique s'écoulera des autres parties du solide (...) Le mouvement de la quantité dont le corps a besoin pour se maintenir en équilibre avec les corps environnants*⁶⁶⁷. En conclusion, Tredgold écrit : *Il n'est pas besoin de recourir à de nouvelles propriétés de la manière pour expliquer les phénomènes ; et celles nécessaires pour cette explication nous sont déjà parfaitement familières. On n'y trouve rien qui contredise les principes connus*

⁶⁶² Idem, p. 336-340.

⁶⁶³ Idem, p. 338.

⁶⁶⁴ Sur le calorique, voir en annexe *Eléments de l'histoire des sciences portant sur la chaleur dans Appareil documentaire*. En 1811, Delaroche ébauche les premières théories sur la nature ondulatoire de la lumière et établit la continuité entre le spectre visible et l'infra-rouge.

⁶⁶⁵ Idem, p. 374-391.

⁶⁶⁶ Idem, p. 381.

⁶⁶⁷ Idem, p. 393.

*de la mécanique, ou qui s'en écarte ; et les effets y dépendent des causes capables de les produire*⁶⁶⁸.

Le traité de Tredgold contient des quantités d'équations : racine carrée, élévation à différentes puissances, tableaux de différentes valeurs de référence. Il dimensionne, évalue concrètement les besoins, développe des calculs. Les planches montrent des objets dotés d'épaisseur, dont les matériaux, métaux ou maçonnerie, sont définis de manière beaucoup plus précise que chez le marquis de Chabannes⁶⁶⁹. En plus des planches, on trouve à la fin de l'ouvrage des tables qui définissent toutes sortes de valeurs : les combustibles, la chaleur spécifique et la dilatation des matériaux, les températures de changement d'états, quantité de chaleur transmise par les tuyaux, etc. L'idée de contrôler totalement le climat intérieur d'une demeure émerge, même si elle semble encore utopique. Dans cet ouvrage, l'ensemble des aspects du chauffage sont abordés de manière pratique, ce qui marque une évolution par rapport aux ouvrages précédents qui, soit ne traitent que d'une partie de la question, soit de manière moins pragmatique. Nous avons quitté le monde des savants et des inventeurs du XVIII^e siècle pour celui des ingénieurs du XIX^e siècle. Billington dans son article souligne l'importance et l'originalité de ce traité qui analyse les déperditions thermiques et rationalise les relations entre le volume à chauffer et la quantité de chaleur à fournir⁶⁷⁰.

P. Hamon

Le traité suivant est l'œuvre d'un architecte provenant de Bretagne, Hamon P., élève de Leroy, qui dédie son ouvrage *l'art de chauffer, ou traité des moyens de mettre à profit la chaleur qui émane des appareils de chauffage*, à Percier en 1829⁶⁷¹. L'auteur cite ses prédécesseurs Gauger, Franklin,

⁶⁶⁸ Idem, p. 394.

⁶⁶⁹ Les dessins eux-mêmes sont plus précis.

⁶⁷⁰ BILLINGTON N. S. « Warming and Ventilating », « Thomas Tredgold (1788-1829): Some aspects of his Work », *Transactions of the Newcomen Society*, 1979, p. 83-86.

⁶⁷¹ HAMON P., *Art de chauffer, ou Traité des moyens de mettre à profit la chaleur qui émane des appareils de chauffage*, Librairie scientifique et industrielle, Mahler et compagnie, Paris, 1829, 293 p.

Rumford ainsi que Tredgold traduit par Duverne et se positionne en faveur de la théorie du calorique. Dans ce volume, il réunit différentes approches sur les combustibles, les risques des vapeurs toxiques, les différents appareils de chauffage, les lois et règlements, mais surtout sur ce qui concerne les écoulements et les conduits de fumée. Il traite du ramonage, de ses techniques et des ramoneurs.

Dans l'introduction, Hamon donne des chiffres sur la consommation de bois de Paris : un million de stères de bois soit 15 millions de francs, 500 millions pour le pays entier, et indique que faire des économies est d'actualité. Il évoque l'importance du charbon en Grande-Bretagne (75 millions de quintaux l'an), en France (10 millions de quintaux l'an), tout en discutant la qualité. Il propose des recettes pratiques pour fabriquer des briquettes faites de marne, de poussières de charbon, et de toutes sortes de déchets combustibles (marc de raisin, copeaux, fragments de végétaux). Selon lui *ces combustibles sont avantageux, en ce que chacun peut en fabriquer, et qu'ils sont livrés à la consommation à un prix beaucoup moins élevé que celui des combustibles dans leurs états naturels, ou simplement préparés; mais ils ne peuvent être employés que pour des appareils dans lesquels la température ne doit pas être très élevée, car ils brûlent lentement (...)* Ajoutés à d'autres combustibles dans leur état naturels, ou carbonisés, ils sont principalement utiles dans les poêles et les cheminées : dans ce dernier usage, ils ont encore l'avantage d'émettre une grande quantité de chaleur rayonnante, et par conséquent d'augmenter l'effet utile du combustible⁶⁷². Il évoque aussi une autre composition de Th. Sunderland qui mêle goudron, argile, son, paille, écorces⁶⁷³. Comme la question des performances des différents combustibles se pose, Hamon fait le récit d'une expérience menée sous la direction de l'architecte Debret pour

En 1851, il y a un architecte nommé Hamon dans le Sageret 1851 et 1858 avec les fonctions d'auditeur au conseil des bâtiments civils puis d'expert auprès des tribunaux.

⁶⁷² Idem, p. 100.

⁶⁷³ Idem, p. 103.

L'Académie de Musique et le foyer de l'Opéra de Paris. La pièce dispose de deux cheminées à chaque extrémité, l'une est chargée de bois, l'autre de coke. Il a été constaté une différence de température de 4°C. en faveur du coke, de même, la consommation et le coût sont favorables au coke, 73 kg de bois à 3,50 fr contre 24 kg de coke à 1,80 fr⁶⁷⁴.

Hamon est le premier à ma connaissance à décrire les symptômes médicaux de l'asphyxie au monoxyde et dioxyde de carbone et à proposer des gestes qui sauvent. Il conseille de ne pas fermer les conduits de fumée la nuit alors qu'il subsiste des braises et recommande l'usage de combustible sec. *Les matières inflammables en combustion exhalent des vapeurs qui peuvent asphyxier les personnes qui sont exposées à les respirer, quand ces vapeurs pernicieuses ne sont pas entraînées dans l'atmosphère par un courant d'air*⁶⁷⁵ Hamon attire l'attention de ceux qui établissent des foyers dans des espaces en étage, là où ce n'était pas prévu. Il suggère alors le recours à des âtres surélevés afin de réduire les risques d'incendie⁶⁷⁶. Cette partie montre à la fois l'évolution des usages du bâti existant et des normes de confort et comment les architectes cherchent à limiter les risques induits. Autre originalité de cet ouvrage, la manière dont il aborde le ramonage. En effet, il décrit le difficile travail des ramoneurs qui montent dans les conduits dont les dimensions sont prévues à cet effet. De même, l'auteur montre que dans certaines régions, ce sont les couvreurs qui ramonent à partir des toits grâce à des fagots qui montent et descendent dans le conduit⁶⁷⁷. Cette dernière solution, qui

⁶⁷⁴ Idem, p. 107-108.

⁶⁷⁵ Idem, p. 116-117.

⁶⁷⁶ Idem, p. 262.

⁶⁷⁷ Idem, p. 280. Sans marquer une compassion particulière, Hamon décrit tout de même les difficultés du métier de ramoneur, celles pour progresser dans les conduits : *au moyen d'efforts continuels et en s'arc-boutant des genoux au sacrum; aussi les ramoneurs ont-ils ces deux parties garnies d'un cuir ou d'un morceau de chapeau, pour diminuer un peu la compression des chairs qui a lieu, ce qui n'empêche pas que ces régions ne deviennent calleuses. Ils s'aident aussi des coudes, des mains et de la tête dans leurs efforts de grimpeur.* Hamon décrit les cas où les enfants sont coincés et décèdent d'étouffement, de même que ceux où les ramoneurs montent trop tôt après un feu de cheminée et qu'ils sont brûlés par les parois. En fait, l'une des principales causes de décès des enfants ramoneurs, c'est le cancer des testicules ; mais cela ne semble pas être connu de Hamon.

certes, oblige à monter sur le toit et à déposer les mîtres trop étroites, permet de réduire la section des conduits. C'est aussi cette méthode, par le haut, qui est conseillée pour les conduits de poêles et de fourneaux.

La plus importante partie de l'ouvrage, de l'architecte Hamon, est consacrée aux conduits de fumée dans la continuité de l'ouvrage de Léopold Genneté⁶⁷⁸. Il explique comment obtenir un tirage maximum en dimensionnant judicieusement la taille du conduit par rapport au foyer. Il montre, comme d'autres auparavant, que rétrécir les sections en haut et en bas des conduits accélère encore le tirage. Cependant, il reconnaît qu'un tirage maximum n'est pas utile pour une cheminée d'habitation et que les dimensions des conduits sont conditionnées par le passage des ramoneurs et non par les proportions réellement nécessaires au foyer en fonction du volume à chauffer. De la même manière, il indique que la forme optimale à la circulation des fluides est le cylindre, pour les appartements, il recommande 15 à 20 cm de diamètre semble convenir (20 à 25 cm au maximum). C'est ainsi qu'il propose le système des briques de Gourlier, utilisée à la Bourse puis pour d'autres constructions⁶⁷⁹. Au-delà de la contribution spécifique de l'auteur, cette étude montre la prise de conscience d'une évolution des besoins par quelques membres de la profession d'architecte. De même, est évoquée la nécessité d'intégrer de nouveaux moyens de chauffer : calorifères, poêles et fourneaux, de nouveaux combustibles, de nouveaux conduits et de nouvelles réglementations. Cet ouvrage est issu de la rencontre entre une pratique architecturale classique, d'intérêts plus spécifiques et d'analyses de dommages résultant de malfaçons ou de maladresses souvent dues à l'intégration de nouveaux appareils dans un bâti existant.

⁶⁷⁸ GENNETE, Op. Cit, 141 p.

⁶⁷⁹ Idem, p. 251.

Jean-Claude-Eugène Péclet (1793-1857)

L'auteur des traités suivants, Eugène Péclet a été très prolifique avec de nombreux ouvrages, plusieurs fois réédités avec mises à jour, et des volumes fournis de 500 à 600 pages. Physicien, co-fondateur de l'École Centrale, enseignant, il inaugure une nouvelle série d'ouvrages qui représentent pour une grande partie la publication de ses cours. Son activité éditoriale s'étend pendant une période clef, de 1823 à 1878 (avec les rééditions posthumes). Cette période correspond au moment où les théories sur la chaleur prennent forme : le premier principe de la thermodynamique de Fourier date de 1822 et le second avec Clausius date de 1854. Cette large production est la marque du développement de ce domaine de la physique comme matière en cours de constitution. Dans *Le Traité élémentaire de physique*, une partie de l'ouvrage concerne des notions sur la calorimétrie, les dilatations solides, liquides et gazeuses, le rayonnement des corps, la propagation de la chaleur à travers les solides, les liquides, les gaz⁶⁸⁰. Toutes ces notions sont utiles aux appareils de chauffage, mais il en est peu question de leur application dans ces volumes. Seul le principe est énoncé : on conçoit facilement l'usage que l'on peut faire de la vapeur comme moyen de chauffage. On forme de la vapeur pour le chauffage dans des chaudières peu différentes à celles que l'on emploie pour les machines à vapeur (...) Ce mode de chauffage peut être employé pour chauffer les bains, les cuves de teintures, pour faire évaporer les liquides, pour chauffer l'air des appartements, des ateliers, des étuves, des serres, des séchoirs, etc. Notons qu'une fois de plus les applications commerciales sont citées en premier.

⁶⁸⁰ PECKET Eugène (Jean-Claude-Eugène), *Cours de physique*, impr. de A. Ricard, Marseille, 1823-1825. PECKET Eugène, *École centrale des manufactures Cours de physique appliquée*, impr. de Clouet, Paris, 2 vol.
PECKET Eugène, *Traité élémentaire de physique*, Hachette, Paris, 1830, 1 vol., suivent les éditions de 1832, 1838, 1847.

Dans *Le traité de la chaleur considérée dans ses applications*, Peclet développe les principes de la physique appliqués à la chaleur et dans le second volume il présente des applications comme le séchage, le chauffage de l'air, du chauffage des liquides, du chauffage des lieux habités⁶⁸¹. Entre les différentes éditions de 1828 à 1878, une nette évolution se produit. À titre d'exemple, le premier volume passe de 450 pages en 1843, à 470 pages en 1860, 618 pages en 1878. Des thèmes comme le séchage, l'évaporation, le chauffage de l'air, le chauffage des liquides, le refroidissement, chauffage et ventilation des lieux habités sont traités dans le deuxième volume de l'édition de 1843, et font l'objet de deux volumes dans les éditions de 1860 (488 p. + 453 p.) et de 1878 (574 p. + 618 p.). Cette croissance démontre l'évolution de ce domaine pendant cette période où s'élaborent les aspects théoriques et pratiques du chauffage. L'ouvrage de Peclet qui traite spécifiquement de la question du chauffage, datant de 1853, est : *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics*⁶⁸². Des éléments de ce livre se retrouvent dans les éditions postérieures du *Traité de la chaleur considérée dans ses applications*. En effet, Eugène Peclet, après avoir présenté les aspects théoriques appliqués à la chaleur, inventorie par thèmes les différents projets d'actualités : chauffage et assainissement des habitations particulières, des grandes salles de réunion, des palais, des amphithéâtres, des églises, des prisons, des hôpitaux et hospices, des écoles primaires, des casernes, des ateliers, des serres.

Dans le premier tome de l'édition de 1843, Peclet détaille les types de chaudières alors disponibles, de même il présente différents modèles de foyers : renversés, fumivores, à introduction d'air. Le cadre juridique est rappelé avec les décrets de 1810 et 1823. Les explosions de chaudières font l'objet de présentations comme les moyens d'améliorer les

⁶⁸¹ PECKET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828.

chaudières à vapeur. Un personnage apparaît le chauffeur, chargé de conduire la chaudière, de contrôler son alimentation en combustibles et en eau ainsi que sa pression. De même, la notion de calorique est développée comme les dilatations thermiques, les combustibles, les gaz, les cheminées, les mouvements d'air, les foyers.

Dans le second volume, Pecllet présente les différents moyens de chauffage classés par types, de même les moyens de chauffer les liquides pour les bains et la nourriture, les solides pour l'industrie. Il aborde la question du refroidissement, des coefficients K des matériaux, l'évaluation des déperditions, puis le chauffage la ventilation et l'assainissement des lieux habités (les habitations particulières, les édifices publics, les ateliers)⁶⁸³. Pécllet donne d'emblé son avis sur le chauffage des intérieurs : *dans tous les cas il est plus avantageux et plus économique de chauffer l'air avant son introduction dans la pièce*⁶⁸⁴. Après avoir posé les principes suivants : *Dans le chauffage des appartements, les conditions nécessaires à remplir sont : 1° la production d'une certaine température ; 2° le renouvellement de l'air ; 3° l'emploi le plus utile du combustible ; 4° l'absence complète de fumée dans les pièces chauffées*⁶⁸⁵, il présente toutes sortes de cheminées améliorées, en se référant à Rumford et en citant les tests réalisés à partir de 1805 par le Comité consultatif dont il rappelle les résultats en faveur des poêles contre les cheminées traditionnelles⁶⁸⁶. Il analyse après d'autres les causes des cheminées qui fument. Puis, il définit la notion de calorifères : *on donne souvent aux poêles le nom de calorifères ; mais nous réservons cette dernière dénomination pour les appareils qui servent à chauffer de l'air pris à l'extérieur,*

⁶⁸² PECCLET Eugène, *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics*, Hachette, Paris, 1853, 176 p.

⁶⁸³ PECCLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols., Hachette, Paris, 1843, p. 451 & p. 477.

⁶⁸⁴ Idem, p. 149.

⁶⁸⁵ Idem.

⁶⁸⁶ Il est très explicite : en désignant par 100, la quantité de combustible brûlé dans une cheminée, celle qui a été consommé dans un poêle métallique était de 13, et elle a varié de 13 à 16 dans les appareils analogues aux poêles, mais à foyers ouverts. Idem, p. 151.

*pour verser ensuite dans les pièces qui doivent le recevoir*⁶⁸⁷. Péclet n'en reste pas au stade des descriptions, il entreprend des expérimentations sur la transmission thermique de la tôle, ainsi que sur les meilleures dispositions à donner aux surfaces de chauffe afin de maximiser les échanges. Il remarque que les tubes nervurés sont plus efficaces que les tubes lisses (les tubes à ailettes ne sont pas loin), de même il propose de placer ces tubes nervurés, où circule la fumée, dans un tube lisse plus large et évidé aux extrémités afin d'augmenter la vitesse de l'air circulant et les échanges par convection (une préfiguration du convecteur)⁶⁸⁸.

Péclet décrit plusieurs types de poêles : simple en tôle, en céramique à labyrinthes à fumées comme les poêles alémaniques ou nordiques, les poêles à flamme renversée, les poêles à double enveloppe, les poêles à anthracite américains, les cheminées poêles. De même, il présente différents types de poêles échangeurs, c'est-à-dire les appareils qui reçoivent les fumées qui doivent transmettre leur chaleur à l'air de la pièce. Cette partie se conclut par la description des calorifères à air, ceux de Désarnod de Duvoir, de Chaussonot ; et ceci pour différents usages dont certains industriels⁶⁸⁹.

Ensuite, Péclet expose les systèmes de chauffage de l'air par la vapeur en citant les expériences de Grouvelle, et un calorifère à vapeur de Rudler⁶⁹⁰. Notons qu'il cite Bonnemain avec une certaine imprécision⁶⁹¹. Il est plus intéressé par l'actualité et les calorifères à eau chaude de M. Desrosne, de Price, et de Thomas et Laurens. De même, il présente les travaux de Perkins avec les calorifères à eau chaude à basse pression, mais surtout à haute pression, installés au musée Britannique. Péclet traite également du chauffage des liquides : celui des bains, du lessivage, les bouillons de

⁶⁸⁷ PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Hachette, Paris, 1843, vol. 2, p. 165.

⁶⁸⁸ Idem, p. 169-178.

⁶⁸⁹ Idem, p. 205-238.

⁶⁹⁰ Idem, p. 239-256.

⁶⁹¹ *Bonnemain en a fait le premier l'application, avant 1824, au chauffage des couvoirs artificiels*, Idem p. 257.

viande, les cuisines des hôpitaux, des casernes⁶⁹². Il reprend sur le sujet des lieux habités : chauffage, ventilation et assainissement. Après des considérations sur la ventilation puis sur l'oxygène nécessaire aux activités, les calculs des déperditions thermiques, par les vitres et par les murailles, sont présentés comme chez Tredgold⁶⁹³.

Péclet constate de la situation du chauffage des maisons : *les maisons particulières sont chauffées, ou par des foyers découverts, ou par des poêles, ou par des calorifères*⁶⁹⁴. Il juge des avantages et inconvénients de ces moyens : la cheminée bonne pour la ventilation mais peu rentable, les poêles très économiques mais considérés comme insalubres, les calorifères à air salubres et économiques si la température de l'air n'est pas trop élevée⁶⁹⁵. Il précise que : *pour les pièces vastes, élevées, dans lesquelles on ne séjourne que peu de temps, et dont les portes sont fréquemment ouvertes, telles que les antichambres, les salles à manger, les poêles sont très convenables, surtout les poêles en terre cuite, ou à eau chaude, parce qu'ils se refroidissent lentement et que les foyers peuvent n'être alimentés qu'à de longs intervalles*⁶⁹⁶. De même : *pour les pièces de plus petites dimensions, qui sont continuellement habitées, il est nécessaire que l'appareil de chauffage, quel qu'il soit, satisfasse à la double condition du chauffage et de la ventilation*⁶⁹⁷.

Péclet conclut : poêle pour les antichambres et les salles à manger, de grandes cheminées avec ou sans registres pour les salons, pour les petites pièces : *des foyers découverts chauffant, par le rayonnement et par la fumée, l'air d'appel fourni par une ventouse d'une section suffisante, dont la cheminée est pourvue d'un registre, et la face antérieure d'un tablier mobile, qui*

⁶⁹² Idem, p. 268-319.

⁶⁹³ Idem, p. 391-395.

⁶⁹⁴ Idem p. 395.

⁶⁹⁵ Idem, p. 395-396.

⁶⁹⁶ Idem, p. 397.

⁶⁹⁷ Idem, p. 399.

*permettent de faire varier l'activité de la combustion, l'appel et la température de l'air appelé*⁶⁹⁸.

Si on compare avec l'édition de 1860, qui est la dernière contrôlée personnellement par Péclet, on constate que les rubriques sont reprises, mais elles ne sont plus abordées de la même manière. Ainsi pour le chauffage de l'air, il passe directement aux calorifères, en ne présentant plus les cheminées ni les poêles. De même, les illustrations sont maintenant intégrées dans le texte. Les appareils présentés ont évolués entre 1843 et 1860, certains auteurs de systèmes sont toujours présents, d'autres sont apparus. Les références historiques elles-mêmes progressent : la couveuse de Bonnemain est datée correctement et son régulateur est décrit, puis Péclet écrit : *cet appareil, malgré quelques imperfections, est remarquable pour l'époque à laquelle il a été construit*⁶⁹⁹.

L'auteur décrit d'abord les calorifères positionés dans une des pièces habitées, plus souvent en métal, certains avec une double peau, Martin, Walker, Hurze, Dr. Arnott, Joly ; puis ceux placés à distance, souvent maçonnés Talabot, Staib, René Duvoir, Désarnod, Chaussonot, Porchez⁷⁰⁰. Les calorifères à haute température pour des applications industrielles Taylor et Thomas et Laurens, René Duvoir⁷⁰¹. Les conduits et leurs différentes formes sont étudiés ainsi que des systèmes de calorifère à alimentation continue⁷⁰². De même, Péclet conseille : *une circonstance qu'il est très important d'éviter dans la construction des calorifères, c'est de mettre de l'air en contact avec des surfaces métalliques chauffées au rouge, parce qu'alors l'air acquiert une mauvaise odeur*⁷⁰³.

Ensuite, Péclet présente des systèmes de chauffage à la vapeur, avec des détails sur les conduites et leurs assemblages, leurs accessoires soupapes,

⁶⁹⁸ Idem, p. 400.

⁶⁹⁹ PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1860, vol. 2, 391 p.

⁷⁰⁰ Idem, p. 337-345, p. 552-359.

⁷⁰¹ Idem, p. 364, p. 368.

⁷⁰² Idem, p. 350, p. 339.

condensateurs, lyres ou accordéons de dilatation, souffleurs⁷⁰⁴. Il poursuit avec les poêles à vapeur comme celui de Grouvelle, puis ceux à eau chaude, à différentes pressions, de Duvoir-Leblanc ou de Price; dont l'une de ces chaudières comporte des tuyaux prolongés par des étoiles les tubes à ailettes ne sont pas loin⁷⁰⁵. Les systèmes à eau chaude à haute température comme celui de Perkins sont décrits et un dimensionnement des tubes nécessaires est proposé : *En Angleterre, on compte 2 pieds de longueur de tuyaux pour chauffer 100 pieds cubes de capacité, ce qui revient à peu près à 1 mètre carré pour 80 mètres cubes*⁷⁰⁶. Il présente le cas du chauffage des liquides à travers diverses applications : bains, brasserie, lessives, teinture ; ainsi que des inventeurs : Duvoir, Muller, Lemare, Grouvelle, Rudler, Harel, Sorel⁷⁰⁷. Puis, vient le cas du chauffage des bains domestiques à l'aide de différents procédés et la torrification du café⁷⁰⁸. Pécelet propose l'emploi du gaz dans l'économie domestique pour l'éclairage et la cuisson de la nourriture, même si ce n'est pas encore au point. Le volume deux s'achève avec le cas du chauffage des corps solides : fours à chaud, cuisson du plâtre, fours à briques et à poteries⁷⁰⁹.

Le troisième volume commence avec des éléments sur le froid, glacière et systèmes de ventilation ; avant de traiter du chauffage et de la ventilation des lieux habités⁷¹⁰. Pécelet étudie les émanations du corps humain, tente de les évaluer afin de quantifier la ventilation nécessaire ; il présente des expériences réalisées dans les écoles, ou dans l'ancienne Chambre des députés : *il résulte de tout cela : 1° qu'une ventilation de 6 mètres cubes par individu et par heure est une limite au-dessous de laquelle il ne faut pas descendre (...) une ventilation de 7 à 11 mètres cubes d'air par heure,*

⁷⁰³ Idem, p. 318. Malheureusement, ne s'agit pas seulement d'odeur.

⁷⁰⁴ Idem, p. 379-385.

⁷⁰⁵ Idem, p. 386-393.

⁷⁰⁶ Idem, p. 408-412.

⁷⁰⁷ Idem, p. 413-458.

⁷⁰⁸ Idem, p. 459-460.

⁷⁰⁹ Idem, p. 472-488.

*fournit à chacun de l'air paraissant suffisamment pur*⁷¹¹. Il ne néglige pas le rôle de l'éclairage dans la pollution de l'air, et présente la ventilation d'abord par les moyens thermiques⁷¹². Les méthodes utilisées par M. Duvoir-Leblanc pour la ventilation des hôpitaux sont proposées, suivie par le cas de la ventilation mécanique⁷¹³. À la suite de la démarche de Tredgold, Pécelet reprend les tentatives d'évaluation du chauffage nécessaire en fonction des volumes et des parois en développant la thermique⁷¹⁴. Il précise que donner en référence pour un appareil un volume à chauffer ne veut pas dire grand chose. De même, les notions de régime constant ou interminant émergent et ceci en fonction des usages et de l'inertie des parois⁷¹⁵. Pécelet liste les moyens de se chauffer : les cheminées et les poêles, les calorifères à air chaud, les appareils à vapeur et les poêles à l'eau chaude⁷¹⁶. Puis, il détaille les avantages et inconvénients : trop de soins et trop de dépenses pour les cheminées et les poêles, pour les calorifères, il faut que les distances entre les pièces soient restreintes ; la vapeur délicate à régler peut alimenter des pièces à grande distance ou dépourvues d'inertie thermique ; les systèmes à eau chaude sont confortables mais coûteux et susceptible de fuite⁷¹⁷. Pécelet présente aussi le procédé de Grouvelle qui allie la vapeur à l'eau chaude (exemple de la prison Mazas). La combustion des combustibles traditionnels mais aussi celle du gaz d'éclairage serait très favorable si les coûts n'étaient pas beaucoup plus importants que pour les énergies solides⁷¹⁸. Le climat aussi fait l'objet d'observations : les températures moyennes, maximum, minimum à Paris, où l'on apprend qu'il y a sept

⁷¹⁰ PECELET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1860, vol. 3, p. 24

⁷¹¹ Idem, p. 26-27-30.

⁷¹² Idem, p. 30-35.

⁷¹³ Idem, p. 53-62.

⁷¹⁴ Idem, p. 66-69.

⁷¹⁵ Idem, p. 68.

⁷¹⁶ Idem, p. 69.

⁷¹⁷ Idem, p. 69-72.

⁷¹⁸ Idem, p. 74.

mois de chauffage, d'octobre à avril⁷¹⁹. Les pertes par le sol sont considérées comme faibles, les toitures souvent doublées ne sont pas considérées comme des zones de pertes importantes. Pour chauffer les grands établissements publics, il convient, selon l'auteur, de tenir compte des périodes les plus défavorables afin de dimensionner les installations⁷²⁰.

Péclet amorce son chapitre sur le chauffage des habitations particulières en évoquant les systèmes de chauffage des Romains par le sol qu'il appelle *hypocaustum* et cite le système chinois qui fonctionne aussi par-dessous⁷²¹. Il évoque les braseros puis les cheminées classiques et rétrécies de Rumford⁷²². Il constate que le besoin de voir le feu est légitime et convient d'en tenir compte, même à l'aide de moyens plus efficaces et moins coûteux que la cheminée⁷²³. Les différents types de poêles cheminées sont décrits : Bronzac, Millet, Fondet⁷²⁴. Il présente aussi les causes de la fumée des cheminées et comment améliorer cette question⁷²⁵. Ensuite, les différents types de poêles métalliques, maçonnés ou de céramiques avec plus ou moins d'inertie sont proposés⁷²⁶. Les poêles de terre cuite d'origine nordique (Suède, Russie) sont présentés ainsi que les poêles américains, les modèles à flamme renversée, ceux à température constante, les poêles mobiles (Joly, d'Hamelin court). *Nombre de fumistes français ont imaginés des calorifères plus ou moins bien disposés ; mais dans presque tous, les bouches de chaleur ont de trop petites dimensions* ⁷²⁷. Péclet donne un exemple personnel : en 1841, il a fait modifier le poêle du Conseil général des manufactures qui disfonctionnait en faisant augmenter la section des bouches de chaleur 20 fois, sans modifier plus

⁷¹⁹ Idem, p. 77.

⁷²⁰ Idem, p. 78.

⁷²¹ Idem, p. 78-79.

⁷²² Idem, p. 81-83.

⁷²³ Idem, p. 83.

⁷²⁴ Idem, p. 84-96.

⁷²⁵ Idem, p. 96-99.

⁷²⁶ Idem, p. 99-106.

avant l'appareil, et tout cela avec le plus grand succès⁷²⁸. Péclet prend ensuite le cas des pièces, une par une : pour les antichambres, il conseille le poêle, pour les salles à manger un calorifère ou un poêle avant les repas, des cheminées pour les chambres particulières pour leur bonne ventilation. Les poêles en terre cuite ne sont conseillés pour les salles constamment occupées⁷²⁹. Les grands salons peuvent être chauffés par l'air chaud d'un calorifère en dessous ou dans la pièce voisine si une bonne ventilation (à cause de l'éclairage) est possible par une cheminée ou des ouvertures sur les fenêtres⁷³⁰. *Mais tous ces perfectionnements dans le chauffage et l'assainissement des habitations particulières ne pourront se réaliser complètement qu'autant que les architectes s'en occuperont sérieusement : tout devient difficile quand les maisons sont construites, à cause des grandes dépenses qu'exigent les améliorations (...) Il faut espérer que les architectes finiront par comprendre la nécessité de s'occuper eux-mêmes, dans leurs projets, de toutes les dispositions qu'exigent le chauffage et la ventilation*⁷³¹.

Après les maisons particulières, Péclet aborde les grandes salles de réunion : le bâtiment de la Bourse, la chambre des communes Londres (le système de Reid), le palais du Luxembourg et ses différents projets de chauffage, l'ancienne chambre des députés, le palais du quai d'Orsay, le grand amphithéâtre du CNAM, la salle des séances de l'Institut, le palais de justice⁷³². Ensuite, Péclet expose le cas du chauffage des églises : la Madeleine, Saint-Roch, Saint-Vincent-de-Paul, Saint Sulpice⁷³³. Les prisons, dont la nouvelle structure cellulaire oblige à chercher de nouvelles solutions pour la ventilation et le chauffage. Des exemples sont présentés : Mazas, la conciergerie, la prison cellulaire de Tours, la prison d'Angers, les prisons de Montdidier, d'Abbeville, de Châlon-sur-Saone,

⁷²⁷ Idem, p. 108.

⁷²⁸ Idem, p. 116.

⁷²⁹ Idem, p. 117.

⁷³⁰ Idem, p. 123.

⁷³¹ Idem, p. 125.

⁷³² Idem, p. 126-147.

⁷³³ Idem, p. 160-182.

de Remiremont, d'Etampes, de Baune, de Senlis⁷³⁴. Tous ces bâtiments sont autant de lieux d'expérimentations. Un autre type d'équipement, les hospices et les hôpitaux, font l'objet d'attention. Le premier est l'hospice de Charenton : *jusqu'à 1840, il n'existait à notre connaissance, en France, aucun hôpital régulièrement chauffé et ventilé. Le plus souvent, le chauffage était produit par de simples poêles, alimentés avec du bois(...) dans les hôpitaux les mieux disposés, quelques-uns formaient calorifères avec prises d'air extérieur (...) ne peuvent convenir que pour de petits établissements (...) Pour les grands établissements, où il est bien plus important, à cause de l'accumulation des malades dans un même lieu, d'avoir une ventilation régulière et certaine, il est préférable d'installer un système général de chauffage et de ventilation pour toutes saisons*⁷³⁵. L'administration des Hospices souhaite concevoir un système de chauffage à l'eau chaude, confié à Léon Duvoir-Leblanc pour l'Hospice de Charenton ; le cahier des charges demande 12°C dans les chauffoirs, 10°C dans les dortoirs, 8°C dans les corridors, avec une ventilation convenable⁷³⁶. Le cas du chauffage et de la ventilation d'autres hôpitaux est également présenté : celui de Beaujon, de Necker, de Lariboisière⁷³⁷. Le cas de l'hôpital de Lariboisière concentre un temps les débats qui se tiennent sur le chauffage des bâtiments publics, au milieu du siècle (Péclet consacre à ce cas pas loin de 40 pages). Nous reviendrons plus loin sur ces questions.

Comme dans l'édition précédente, Péclet présente également le cas des écoles primaires et des salles d'asiles. Il a été chargé d'une inspection générale en 1840 et, constatant une mauvaise salubrité, il rédige des instructions sur le chauffage et l'assainissement des écoles pour le ministère concerné. Il propose deux poêles, très simples, alimentés en air frais par dessous le plancher, et dont les fumées s'évacuent en fond de

⁷³⁴ Idem, p. 182-239.

⁷³⁵ Idem, p. 246.

⁷³⁶ Idem, p. 248.

⁷³⁷ Idem, p. 249-290.

salle (fig. 106). Ces dispositions ont été appliquées à Paris dans trois écoles, l'une rue Neuve-Coquenard, et deux à la Halle au Drap. Le chauffage est relativement uniforme, la ventilation de 6 mètres cubes par élèves, considérée comme suffisante, et la consommation de combustible économe⁷³⁸. Les grands établissements comme les lycées requièrent d'autres options : *un système général de chauffage et de ventilation, soit par l'eau chaude, soit par la vapeur, serait préférable à des chauffages partiels (...)* Mais un système général de chauffage exigerait des dépenses considérables d'installation, et il y a peu d'établissement en état de les supporter⁷³⁹. Péclet est favorable au choix de la vapeur pour le chauffage central des lycées. Il présente également le cas des casernes : *la disposition qui serait certainement la meilleure consisterait à établir, au moins pendant la nuit, un chauffage et une ventilation régulière, come dans certains hôpitaux et dans certaines prisons cellulaires ; mais les dépenses de premier établissement, l'entretien des appareils seraient trop considérables pour qu'il soit permis d'espérer que de pareilles améliorations puissent jamais se réaliser*⁷⁴⁰.

Péclet présente le chauffage des ateliers, et surtout l'assainissement de l'air de certaines fabriques insalubres comme le dépotoir de la Villette⁷⁴¹. L'auteur n'oublie pas le chauffage des serres pour lequel il recommande l'usage du thermosiphon⁷⁴². Ce volume s'achève par deux notes techniques sur l'écoulement des gaz et sur la calorimétrie.

On note des différences avec l'édition de 1843, l'auteur reprend une partie des textes et des images des versions précédentes. Une partie des textes du volume 3 de l'édition de 1861 provient de l'ouvrage de 1853 : *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements*

⁷³⁸ Idem, p. 319.

⁷³⁹ Idem, p. 322-323.

⁷⁴⁰ Idem, p. 327.

⁷⁴¹ Idem, p. 329-337.

⁷⁴² Idem, p. 344-347.

*publics*⁷⁴³. On y traite de la prison Mazas, des prisons de Provins et de Tours, de l'église Saint-Roch, du grand amphithéâtre de CNAM, de la salle de l'Institut, de l'hôpital Nord (Lariboisière), des cristalleries Baccarat. Cependant, le cas de Lariboisière est traité de manière beaucoup plus détaillée en 1861, car le débat s'est encore développé après 1853...

Ceci posé, Pécelet expose les différents moyens de chauffage, dans le contexte français, un peu à la manière des anglosaxons, mais de manière très méthodique avec des développements importants. Il se positionne également pour le chauffage de l'air pour chauffer les espaces. D'autres se situeront par rapport à lui. Ces différentes éditions permettent de mesurer l'évolution de la théorie et des techniques mais aussi de leur diffusion. Ces ouvrages permettent de la même manière de se faire une idée des projets à la pointe de l'époque, ou ceux qui déclenchent des polémiques. Notons, et nous y reviendrons, que les bâtiments publics sont les lieux où se passent les expériences et les progrès dans le secteur du chauffage et de la ventilation à partir de 1840.

Whitwell

Whitwell avec son bref ouvrage *On warming and ventilating houses and buildings* présente des cas du chauffage à l'air chaud de bâtiments de Cambridge dont une description du chauffage de l'hôpital Addenbrookes⁷⁴⁴. L'auteur précise que l'idée de chauffer l'air d'un bâtiment entier avec un seul poêle est l'une des nombreuses inventions de William Strutt. Il évoque également la première utilisation de cheminée thermique pour la ventilation (*heated ventilating-flue*) de M. Sylvester, inventeur du *cockle stove*, employé dans l'église de Leek

⁷⁴³ PECELET Eugène, *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics*, Hachette, Paris, 1853, 176 p.

⁷⁴⁴ WHITWELL St., *On warming and ventilating houses and buildings*, John William Parker, London, 1834, 31 p.

dans le Staffordshire. Ce livre montre que le chauffage en Grande-Bretagne est varié et que plusieurs fluides caloripporteurs cohabitent.

Henri Gruger Price & Charles Fox Price

Les frères Price de Bristol, Henri Gruger & Charles Fox, ont inventé un système de chauffage à eau chaude *flat close vessel* (fig. 107). Un premier brevet a été déposé en Grande-Bretagne le 20 août 1829, un brevet français a été déposé également en 1831⁷⁴⁵. Ces poêles d'eau sont formés de deux capacités concentriques remplies d'eau entre lesquelles passe l'air que l'on veut chauffer ; ils reçoivent de l'eau chaude venant de l'étage supérieur, tandis qu'un autre tuyau laisse passer l'air qui se réchauffe⁷⁴⁶. Remarquons l'intéressant profil en étoile des conduits. Le récipient échangeur est placé sous la pièce qu'il faut chauffer⁷⁴⁷. Henri Gruger Price, publie également un petit ouvrage en 1844 : *Remarks on ventilation and warming, chiefly having reference to prisons; and also applying to other public buildings, By « An Engineer »*⁷⁴⁸.

Charles Hood

L'ouvrage de Charles Hood, *On Warming and ventilating buildings*, marque une évolution. Il n'explore plus seulement des thèmes à travers des études de cas, il traite directement les différents modes de chauffage en présentant les différents aspects techniques⁷⁴⁹. Les thématiques sont abordées : le chauffage des bâtiments à l'eau chaude, estimation des surfaces chauffantes, l'eau chaude domestique, le chauffage à la vapeur, le chauffage à l'air chaud, la théorie de la chaleur, la ventilation, les

⁷⁴⁵ GRASSI C. Dr., *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Dupont, Paris, 1864, p. 17.

MAUBRAS V., *Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques*, Fanchon, Paris, 1908, 3 vol, p. 468.

⁷⁴⁶ GRASSI C., *Op. Cit*, p. 17.

⁷⁴⁷ HOOD Charles, *On Warming and ventilating buildings*, Whittaker & Spon, London, 1879, p. 153-154.

⁷⁴⁸ PRICE H. C., *Remarks on ventilation and warming, chiefly having reference to prisons; and also applying to other public buildings, By "An Engineer"*, Brabury & Evans, London, 1844, 18 p.

⁷⁴⁹ HOOD Charles, *On Warming and ventilating buildings*, Whittaker & Spon, London, 1837, 463 p.

combustibles. On voit clairement l'importance dans l'ouvrage du chauffage à l'eau chaude à différentes pressions, c'est confirmé par ces propos (dans l'édition de 1879) : *Since the introduction of the invention of heating buildings by hot water, the use of steam for this purpose has been comparatively neglected ; still there are many situations where its employment may ne avantageous, particularly in buildings used for manufacturing and commercial purposes*⁷⁵⁰. Hood après avoir traité du chauffage central à l'eau chaude, puis à la vapeur évoque brièvement les moyens plus traditionnels de chauffage cheminées et poêles ; ordre différant de Péclet. Il me semble que l'ordre et la taille respectifs des thèmes sont signifiants de la manière dont est traitée la nouveauté par le monde anglosaxon et la France.

**Charles James Richardson (1806-1871) &
Angier March Perkins (1799-1881)**

Charles James Richardson, architecte, collaborateur de Sir John Soane (1753-1837) est un grand zélateur du système Perkins⁷⁵¹. La famille Perkins est une dynastie d'ingénieurs inventeurs qui exerce sur quatre générations⁷⁵². Celui qui nous intéresse ici est Angier March, fils de Jacob (1766-1849), premier du nom. Né en Amérique du Nord, il rejoint son père en Grande-Bretagne en 1821 et se spécialise dans les appareils de chauffage à l'eau chaude. Il dépose plusieurs brevets sur la question : *Apparatus for heating air in buildings, Apparatus for transmitting heat by circulating water, Apparatus for heating by the circulation of hot water ; construction od pipes for such and other purposes, Apparatus for heating air in buildings, Warming buildings and apartments by hot water, Warming Rooms and Buildings*⁷⁵³.

⁷⁵⁰ Idem, p. 202.

⁷⁵¹ RICHARDSON Charles James, *A popular treatise on the warming and ventilation of buildings*, 2nd. ed., Architectural Library, London, 1839, 129 p.

⁷⁵² FERRIS F. J., *The PERKINS family*, Heritage Group of the Chartered Institution of Building Services Engineers.

⁷⁵³ Listes des brevets dans la bibliographie.

Richardson précise : *during the time of my professional duties in Sir John Soans's office, I had opportunities of studying the different systems of warming, all of which in their turn have been introduced in that building. The one which I prefer, and which I have chosen for examination, is Mr. Perkins's system of warm water circulation, and is that at present successfully employed there*⁷⁵⁴.

L'idée est de chauffer l'air des pièces tout en conservant le maximum de salubrité. Afin d'éviter le contact direct avec des hautes températures, un circuit d'eau chaude est interposé entre la chaudière et l'air de la pièce. Il n'y a donc pas les risques de détérioration de l'air comme avec certains poêles ou certains calorifères à air. Pour Richardson, le système Perkins surpasse la très coûteuse vapeur et les poêles souvent malsains *by the more simple and less expensive method of circulation of hot water through iron tubes*⁷⁵⁵. Le système consiste en un circuit fermé d'eau chaude animée d'une circulation thermique ; d'un côté le circuit traverse la chaudière, de l'autre il entre en contact avec l'air de la pièce qui se réchauffe alors (fig. 108)⁷⁵⁶. Le circuit est décrit de la manière suivante : *The quantity of water necessary is reduced to a mere fractional part only of what has been before used. The apparatus is rendered smaller, the diameter one inch only; and this is done with a proportionate degree of effect. The small quantity of water in immediate contact with the fire, receives the heat more rapidly; hence, a free and rapid circulation is caused.* En haut du circuit est disposé un système de vase d'expansion. Les tubes en fer forgé (wrought iron) sont produits selon le brevet de James Russel et fils de Wednesbury in Straffordshire, de 1/4 d'inch (0,65 cm). Après la présentation du principe, Richardson propose des cas concrets d'installation du système Perkins. *This apparatus has now been in use five years, during that time has been introduced most*

⁷⁵⁴ RICHARDSON, Op. Cit, préface.

⁷⁵⁵ Idem, p. 17.

⁷⁵⁶ *In its simplest form, the apparatus consist of a continious or endless tube, closed in all parts and filled with water; about one-sixth part of which tube being coiled in any suitable form, is placed in the furnace, and the other five-sixth ore heated by the circulation of the hot water which flows from the top of this coil, and cooling in its progress through the building, returns into the botom of the coil to be re-heated.* Idem, p. 25.

*extensively into buildings of every description with great success. I will endeavour to prove that, in adopted in any building, in consequence of the small space it requires; and that from the high temperature and rapid circulation sustained in the pipes, it is capable of warming even the largest building very efficiently*⁷⁵⁷. D'autres avis sont sollicités comme celui du docteur Combes : *The efficacy, economy, safety, and agreeableness of warming by the above plan can scarcely be overrated, particularly in hospitals, large buildings, and places liable to fire; The pipes may be conveyed through rooms full of paper or other inflammable products, without the possibility of accident; and the apparatus being once fitted up, lobbies and every part of a house can be comfortably heated, as well as a single room. L'un des lieux où le système a été installé est le Soane Museum qui était sa résidence et son agence. Auparavant, les installations existantes à vapeur et à eau chaude dysfonctionnaient : I well remembered the miserable cold experienced in the office during former periods*⁷⁵⁸. Les résultats sont clairs : *The comfort and convenience of a moderate, warm, equalized temperature*⁷⁵⁹. L'installation se compose comme suit : *There are 1,200 feet (365 m) of pipe in the Soane Museum. It is divided into two circulations; one of which warms the picture-room, and the two rooms beneath. The other, which has the larger circulation annexed to it, first warms the office in which the expansion and filling tubes are laced; the pipe then traverses the whole length of the Museum, then passes through the breakfast-room under the long skylight, intended to counteract the cooling effect of glass; it then passes through the floor into the lower room, forms a coil of pipe of the feet in the staircase, and returns to the furnace, passing in its course twice round the lower part of the Museum; a coil from this circulation is likewise placed in a box under the floor of the dressing-room, which, by an opening in the floor and the side of the box, admits a current of warm air into*

⁷⁵⁷ Idem, p. 26.

⁷⁵⁸ Idem, p. 51.

⁷⁵⁹ Idem, p. 52.

the room above (fig. 109). On voit que cette installation s'adapte dans un bâtiment existant aux exigences esthétiques de haut niveau.

En 1840, Angier March Perkins présente lui-même son procédé dans un ouvrage au texte bref mais suivi de nombre de planches très explicites : *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*⁷⁶⁰. La liste de ces réalisations au Royaume-Uni est jointe : 41 bâtiments publics, 57 maisons privées, 30 serres, 35 bureaux et usines ; dont le *British Museum* sous la direction de Sir Robert Smirkeen en 1835, au *Register Office* d'Edimbourg, au château de Strathfieldsaye pour le duc de Wellington, la demeure de l'Earl of Radnor's à Coleshill in Berkshire⁷⁶¹. Des planches en axonométrie, avec leurs légendes, complètent fort utilement le texte avec la chaudière, le régulateur et les échangeurs thermiques (fig. 110). De même, des coupes axonométriques du *British Museum* et des serres de *Kew Garden* complètent la présentation (fig. 111)⁷⁶². Suit la reproduction de lettres de recommandations, comme l'avait fait avant lui Benjamin Franklin. On peut citer : le duc de Wellington, le duc de Beaufort, l'archevêque de Canterbury, un amiral, une compagnie d'assurance, plusieurs architectes dont sir John Soane⁷⁶³. Sont jointes également les instructions pour conduire les appareils ainsi qu'un rapport de William Fairbairn. Perkins, qui installe ces appareils depuis 1832, reconnaît qu'il se situe dans la continuité de ce type de système, même s'il y apporte sa contribution. Ainsi la petite section des tubes permet un développé plus grand des surfaces de contact, ce qui est économique. Les tubes sont placés au 2/3 dans le foyer et 1/3 dans les fumées ; le tube de retour du circuit passe d'abord par la zone des fumées ce qui abaisse moins la

⁷⁶⁰ PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, 43 p.

⁷⁶¹ Idem, p. 27-32.

RICHARDSON, Op. Cit, p. 36, p. 41, p. 45, p. 48.

⁷⁶² PERKINS, Op. Cit, p. 11-27.

⁷⁶³ Idem, p. 33-41.

température du foyer⁷⁶⁴. Notons que Perkins propose aussi un régulateur mécanique de la température positionné sur le tube de retour qui obture la sortie des fumées et non l'entrée d'air comme chez Bonnemain ; ceci dit cela ralentit également la combustion (fig. 112)⁷⁶⁵. On peut voir comment certains principes sont repris tout en étant réinterprétés. Richardson imagine que le système de chauffage de Perkins devrait pouvoir s'appliquer aux quartiers les plus défavorisés de Londres⁷⁶⁶. Les coordonnées de l'entreprise à Londres sont : *Perkins's Manufactory n° 6 Francis Street Regent Square*. A Paris, c'est l'entreprise Gandillot qui diffuse le système Perkins⁷⁶⁷. Ils sont présents dans l'Almanach du commerce de 1848 : *Gandillot et cie, calorifères à eau chaude, système Perkins, construit par M. Furcy, ingénieur civil, ancien de l'école centrale, Bellefond 32*⁷⁶⁸. À l'exposition universelle de Londres de 1851, Angier March Perkins recoit une médaille⁷⁶⁹.

Louis-Eustache Audot (1783-1870)

& Joseph Henri François Neumann (1800-1858)

Figure du monde du jardinage, Louis-Eustache Audot propose un court traité pratique en 1844 : *Pratique de l'art de chauffer par le thermosiphon ou calorifère à air chaud*⁷⁷⁰. Il cite Tredgold, Richardson, Hood, Darcet, Duvoir, Pécelet, le *Bulletin de la Société d'encouragement*. Il aurait conseillé

⁷⁶⁴ Idem, p. 4-5.

⁷⁶⁵ Idem, p. 19 & p. 21.

⁷⁶⁶ RICHARDSON, Op. Cit, p. 55.

⁷⁶⁷ *Quant au chauffage à eau chaude à haute pression, système de M. Perkins, les appareils sont simples, faciles à placer et à diriger ; mais comme ce mode de chauffage ne peut être employé que pour un échauffer des pièces voisines du foyer, et dont les surfaces de refroidissement ne dépassent pas une certaine étendue*. PECELET, p. 405.

M. Gandillot vend les tuyaux du système 9 frs le mètre, AUDOT Louis-Eustache, *Pratique de l'art de chauffer par le thermosiphon ou calorifère à air chaud*, Audot, Paris, 1844, p. 65.

⁷⁶⁸ *Almanach du Commerce Bottin*, 1848, p. 632.

⁷⁶⁹ SAGERET, *Annuaire des Bâtiments*, 1858, p. 93.

⁷⁷⁰ AUDOT Louis-Eustache, *Pratique de l'art de chauffer par le thermosiphon ou calorifère à air chaud*, Audot, Paris, 1844, 106 p., 21 pl.

les frères Duvoir et Fontaine à Versailles⁷⁷¹. Les deux premiers chapitres traitent de la dilatation des corps, la transmission de la chaleur (le calorique - conduction, le rayonnement du calorique - chaleur spécifique), l'évaluation des déperditions (par les murs, les vitres, la porosité de la façade), la combustion et les combustibles. Audot reprend la classification de Péclet et présente en premier le chauffage par l'air : cheminées, poêles, calorifères⁷⁷². Il évoque le chauffage de la salle de la Société d'Encouragement par René Duvoir en 1832 par calorifère⁷⁷³. Audot reproche au chauffage à air chaud de ne pas pouvoir aller très loin de la chaudière, c'est pourquoi il est favorable au thermosiphon. Ainsi le chauffage parcourt 165 mètres au palais d'Orsay, et même 250 mètres dans l'établissement horticole de M. Hoddiges à Londres⁷⁷⁴. En défendant le thermosiphon, Audot se réfère aux Romains (sur le principe du chauffage central sans doute) ainsi qu'à Bonnemain dont il reconnaît la régulation, à Chabannes, à Tredgold et à Perkins. Pour les serres, Audot cite également Péclet favorable à l'eau chaude à basse pression (inf. à 100°C) plutôt qu'à la vapeur, car les appareils sont plus simples, plus faciles à entretenir et à contrôler. La régularité et la douceur sont importantes pour les plantes, de plus, les tuyaux et les joints sont soumis à moins de chocs, épargnant ainsi leur résistance⁷⁷⁵. Audot présente d'autres avantages du thermosiphon qui peut être plus ou moins rapide, de même que l'inertie peut être variable en fonction des besoins⁷⁷⁶. *Depuis neuf ans, MM. Grison, l'un au potager du roi à Versailles, l'autre dans les serres de M. le Baron de Rothchild à Suresnes, font l'usage, hiver comme été, de thermosiphon en cuivre, sans qu'aucune partie de leurs appareils ait jamais éprouvé d'accidents par suite d'oxydation ou autrement. (...)*

⁷⁷¹ Fontaine est répertorié dans le *Sageret* de 1858 : *fabrication d'appareils de chauffage par circulation de l'eau bouillante, plomberie et fontaine, 1 rue St Pierre à Versailles, SAGERET, Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics, Paris, 1858, p. 93.*

⁷⁷² AUDOT, PECLET p. 28-32.

⁷⁷³ Idem, p. 33.

⁷⁷⁴ Idem, p. 34.

⁷⁷⁵ Idem, p. 45.

*M. Paillet, célèbre cultivateur à Paris, chauffe avec de la houille, depuis quatre ans, plusieurs thermosiphons sans avoir vu ses appareils se détériorer*⁷⁷⁷.

Ensuite, Audot décrit le système Perkins et le thermosiphon de René Duvoir avec la chaudière en sous-sol et au-dessus des échangeurs à eau ; plusieurs types de chaudières sont disponibles. L'auteur présente le cas du chauffage des serres de Chatworth de M. Paxton ; les 16 000 mètres cubes des serres sont chauffées par huit chaudières fonctionnant en thermosiphon⁷⁷⁸. Audot rend compte des expériences de Rendle avec une sorte de couloir d'eau à 65°C à 85°C sous la terre, il propose également des solutions mixtes à air et à eau⁷⁷⁹. L'auteur fait remarquer que les appareils à vapeur sont d'un prix trop élevé pour qu'on les utilise pour le chauffage des serres comme celui des appartements⁷⁸⁰. Audot poursuit avec des indications sur les tuyaux et les joints, sur la ventilation, ainsi que les calculs des déperditions par les vitres et les portes, etc.

Audot ne fait pas montre d'une originalité particulière, sinon ses connaissances incontestables sur le chauffage de serres, cependant il joue un rôle dans la démocratisation de ce nouveau savoir. Son ouvrage, qui ne fait qu'une centaine de pages, est destiné aux particuliers, propriétaires ou jardiniers.

Notons que la même année Joseph Henri François Neumann, jardinier chef au Muséum d'histoire naturelle de Paris, publie *Art de construire et de gouverner les serres*, édité par Audot lui-même⁷⁸¹. Neumann prêche également pour le thermosiphon pour le chauffage des serres ; il donne l'exemple illustré de serres à multiplication de Chauvière et de Lemichez⁷⁸². Il arrive que ces deux ouvrages soient brochés ensemble⁷⁸³.

⁷⁷⁶ Idem, p. 61.

⁷⁷⁷ Idem, p. 48.

⁷⁷⁸ Idem, p. 76, Chaudière avec foyer de 40 tubes dans 24 récipients caisse de forme rectangulaire 1 m sur 1,3 m sur 0,7 m avec de la houille.

⁷⁷⁹ Idem, p. 79.

⁷⁸⁰ Idem, p. 83.

⁷⁸¹ NEUMANN Louis, *Art de construire et de gouverner les serres*, Audot, Paris, 1844, 104 p. (réédition Duriez, 1980).

⁷⁸² Idem, p. 73-75.

René Duvoir & Léon Duvoir-Leblanc

Les frères Duvoir, René et Léon fabriquent et installent des appareils de chauffage, en particulier à eau chaude. Ils se situent dans la continuité de Bonnemain qu'ils citent comme l'inventeur du thermosiphon⁷⁸⁴. On peut supposer qu'ils ont suivi les « formations » que Bonnemain donnaient autour du fonctionnement de ses appareils, couveuse ou calorifère. René fait son apparition dans l'Almanach du commerce dès 1833 : *Duvoir fils (R.) constructeur de poêle, fourneaux et calorifères, etc. 5 rue Neuve Coquenard*⁷⁸⁵. En 1839, René Duvoir reçoit une médaille d'argent à l'exposition des produits de l'industrie française pour ses travaux qu'il réalise depuis longtemps : 300 calorifères installés dans de grandes habitations et des usines, ainsi que des appareils pour le lessivage du linge, et des chauffe-bains⁷⁸⁶. Léon Duvoir apparaît dans l'Almanach du commerce de l'année 1838 ; en 1841 il occupe dix lignes ; René Duvoir qui en occupait trois auparavant s'étend sur 53 lignes soit plus de la moitié de la page. Il insiste sur son ancienneté, sur les 300 calorifères installés et sur ses techniques de lessivage, de chauffage des bains (publics) et sur ses fourneaux de cuisine⁷⁸⁷. René Duvoir est présent également à la rubrique *poelerie, fumisterie et badigeon* de l'annuaire du bâtiment Sageret de 1840⁷⁸⁸.

Dans la section consacrée au chauffage des grands édifices, de l'exposition des produits de l'industrie française de 1844, les deux frères sont médaillés⁷⁸⁹. René Duvoir obtient quant à lui une nouvelle médaille

⁷⁸³ Exemplaire de la bibliothèque Forney.

⁷⁸⁴ DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie, (Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau)*, Cosson, Paris, 1845, p. 2.

⁷⁸⁵ *Almanach du Commerce Bottin*, 1833, p. 248.

⁷⁸⁶ PAYEN Anselme, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section III, Bouchard-Huzard, Paris, 1839, vol.2, p. 498-499.

⁷⁸⁷ *Almanach du Commerce Bottin*, 1841, p. 597.

⁷⁸⁸ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, 1840, p. 181.

⁷⁸⁹ POUILLET, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section VI, Fain et Thunot, Paris, 1844, vol 2, p. 928-929, p. 931-932.

d'argent, pour le perfectionnement des appareils de lessive, des fourneaux de cuisine, des appareils chauffe-bains, des calorifères – le grand comme les petits destinés aux écoles⁷⁹⁰. La même année, René Duvoir écrit pour la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* fondée quatre années auparavant par César Daly (1811-1894)⁷⁹¹. Marc Saboya qui a étudié cette publication écrit : *René Duvoir est constructeur d'appareil de chauffage et c'est donc dans cette spécialité qu'il intervient*⁷⁹². Le premier article *du chauffage et de la ventilation* est introduit ainsi par Daly : *Ce n'est que depuis quelques années qu'on s'occupe avec succès du chauffage et de la ventilation des établissements publics et particuliers. Cette partie importante de l'architecture n'est pas encore enseignée à l'Ecole des Beaux-Arts, et les architectes, généralement, l'ignorent (...) Dans notre introduction au volume de cette année, nous avons pris l'engagement d'entretenir nos lecteurs à ce sujet. Nous nous sommes adressé en effet à M. René Duvoir, dont la grande réputation en cette matière est connue, et nous l'avons prié de communiquer à nos lecteurs quelques-unes des dispositions adoptées par lui dans sa pratique journalière. Nous lui avons proposé (...) d'expliquer lui même à notre public les dispositions de quelque uns des principaux appareils construits par lui dans divers établissements, tantôt pour les chauffer et les ventiler par les différents systèmes de l'air chaud, de l'eau chaude et de la vapeur, et tantôt pour le service des bains, du blanchissage, de la cuisine, etc.*⁷⁹³ René Duvoir commence de la manière suivante : *nos constructions, tant publiques que privées, ont été rarement bâties en vue d'un système général de chauffage ; aussi s'y trouve-t-il bon nombre de pièces tellement disposées qu'il faut les chauffer directement, attendu l'impossibilité où l'on se trouve fréquemment de les mettre tous en rapport avec un même calorifère ; tels sont, par exemple la plupart des*

⁷⁹⁰ Idem, p. 931-932.

⁷⁹¹ SABOYA Marc, *Presse et architecture au XIXe siècle; César Daly et la Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, Picard, Paris, 1991, 336 p.

⁷⁹² Idem, p. 176.

⁷⁹³ DALY César, « *Du chauffage et de la ventilation – Introduction* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°5, 1844, col. 118.

*appartements à loyer de Paris, car les propriétaires n'y ont pas encore pris le parti de chauffer leurs maisons au moyen d'un système de chauffage général, qui cependant donnerait évidemment de notables économies. Nous avons cherché à remédier d'une manière simple à ces inconvénients. Nous chauffons l'air extérieur destiné à la ventilation de la pièce en le faisant passer par un appareil que nous établissons dans la pièce même qu'il s'agit de chauffer*⁷⁹⁴. Suit la description d'un petit calorifère à air chaud qui peut être installé directement dans la pièce (fig. 113). Il précise : *quand ces calorifères sont destinés à chauffer alternativement ou à la fois plusieurs pièces contiguës à celle où doit se trouver l'appareil, on remplace l'enveloppe extérieure en tôles par une construction en biscuit ou en faïence, et l'on établit à la partie supérieure de l'appareil un réservoir à air chaud dans lequel viennent puiser les bouches de chaleur*⁷⁹⁵. Ces modèles ont été approuvés par Eugène Péclet pour leur usage dans les bâtiments scolaires. René Duvoir propose d'autres modèles pour le chauffage des écoles qui seront installés rue Neuve-Coquenard, à la Halle-aux-Draps, rue des Blancs-Manteaux, rue du Renard-Saint-Merry rue Neuve, Saint-Laurent à Paris, ainsi qu'à Vaugirard, Metz, Tournon, Reims (fig. 114)⁷⁹⁶. Pour les salles d'hôpitaux, René Duvoir présente un modèle avec ventilateur thermique : une bouche d'air amène de l'air frais par un conduit sous le calorifère placé au centre des salles, l'air échauffé à l'intérieur de l'appareil s'échappe en partie supérieure⁷⁹⁷. Un autre modèle à étage, en fonte garnie de briques, est destiné également aux hôpitaux (fig. 115)⁷⁹⁸. Des rapports sur ces appareils ont été réalisés, la température est jugée satisfaisante, et même trop considérable : 12,2°C, 13 °C et 14°C. Un manchon de tôle entoure les

DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, vol. 5, 1844, col. 118-214 & col. 440-446 & col. 493-495.

⁷⁹⁴ Idem, Vol. 5, col. 118-119.

⁷⁹⁵ Idem, Vol. 5, col. 120.

⁷⁹⁶ DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, vol. 5, 1844, col. 211

⁷⁹⁷ Voir l'illustration précédente, fig. 2

⁷⁹⁸ Idem, col. 213-214.

poêles, créant une circulation d'air qui favorise une bonne répartition de la chaleur.

Par la suite, René Duvoir présente un *calorifère ventilateur en fonte*, il s'agit d'un gros calorifère à air chaud de cave, destiné aux hôpitaux, bureaux, tribunaux, collèges, théâtres, à tous les lieux enfin qui exigent une température régulière et de l'air pur (fig. 116.)⁷⁹⁹. De l'air frais s'échauffe en circulant autour du foyer et des circulations de fumées avant de rejoindre les pièces situées au-dessus par des conduits. *Le Conseil royal de l'instruction publique a autorisé l'établissement de ces calorifères ventilateurs pour le chauffage de l'école de droit de Paris, des collèges d'Amiens et de Dijon, et de l'Académie de Dijon, la prison de Châlons en sera équipée également.* René Duvoir fournit en note des tarifs, des calorifères garantis dix années, pour trois modèles : n°1 à 800 francs, n°2 à 1 400 fr., n°3 à 2 200 fr., n°4 à 3 000 fr., n°5 à 4 000 fr., les conduits et bouches de chaleur sont à financer en plus⁸⁰⁰. L'auteur présente aussi des appareils destinés à la lessive et aux fourneaux de cuisine collective.

En 1848, René Duvoir poursuit son exposé dans la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, avec le thème du chauffage à l'eau chaude⁸⁰¹. *Dans le chauffage des appartements par l'eau chaude, la disposition des appareils est toujours, à très peu de chose près, celle que nous allons indiquer. Le calorifère proprement dit est placé dans la cave. Il se compose d'une chaudière à eau enveloppée d'une construction en briques, dont la forme et le mode d'établissement varient suivant les constructeurs (fig. 117). Du sommet de la chaudière part un tuyau de circulation qui s'élève le plus directement possible jusqu'à la partie supérieure de la maison qu'il doit chauffer, pour aboutir à un réservoir où l'eau se dilate librement. Ce réservoir est appelé vase d'expansion. Du vase d'expansion, partent les tuyaux de distribution de la*

⁷⁹⁹ Idem, col. 171

⁸⁰⁰ Idem, col. 171-172

chaleur, qui conduisent l'eau dans les récipients pleins d'eau, placés dans les différentes pièces à chauffer. Ces appareils dits poêles à eau, peuvent avoir des formes très différentes suivant les emplacements auxquels ils sont destinés. L'eau refroidie dans ces poêles retourne à la chaudière pour s'échauffer de nouveau au moyen de tuyaux qui viennent aboutir à partie inférieure à la chaudière⁸⁰². René Duvoir conseille de dissimuler les poêles à eau au moyen d'une décoration convenable, tout en laissant la possibilité de visiter le passage des tuyaux dans les planchers (fig. 118). Il propose également d'amener de l'air par des bouches à travers les poêles à eau afin de ventiler les pièces. René Duvoir pose un problème qui peut nous étonner : le chauffage par les poêles à eau dans les salles présente encore un autre grave inconvénient. On n'est pas maître d'arrêter le chauffage quand on le veut, et souvent on est obligé d'ouvrir les fenêtres pour ne pas être incommodé par excès de chaleur⁸⁰³. Par la suite, d'autres auteurs prennent le relais dont Jean Edmée Perrey (EC 1863) puis Emile Lavezzari (EC 1853), cependant il sera encore question des Duvoir et de leurs installations dans les colonnes de la revue⁸⁰⁴. En 1850, René Duvoir prend la présidence de la chambre syndicale des poêliers-fumistes, fonction qu'il gardera quelques années⁸⁰⁵. En 1841, René Duvoir dépose un brevet amendé à plusieurs reprises en 1850, 1851 et 1852. Il concerne les moyens de chauffer de très grands espaces par circulation d'eau où la ventilation est intimement liée au chauffage.

Il participe à l'Exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts de 1855 avec un modèle de l'appareil de chauffage et de ventilation établi à l'Ecole Polytechnique, des appareils de chauffage pour les chemins de fer

⁸⁰¹ DUVOIR René, « Chauffage par eau chaude », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1847-1848, n°7, col. 509-515. pl. 13, pl. 44, pl. 45.

⁸⁰² Idem, col. 509.

⁸⁰³ Idem, col. 510-512.

⁸⁰⁴ EC : Ecole Centrale des arts et métiers, puis année de promotion.

⁸⁰⁵ *Almanach du Commerce Bottin*, Paris, 1851 & SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1851, p. 223.

et un calorifère d'appartement⁸⁰⁶. La revue consacre un article au cas de l'école Polytechnique chauffée par circulation d'eau chaude (fig. 119)⁸⁰⁷. Ce projet a fait l'objet d'une publication récente à l'occasion de l'ouvrage consacré *Au Paris des Polytechniciens*, avec une illustration⁸⁰⁸. De dix à vingt échangeurs ou poêles à eau sont positionnés sur un circuit avec deux circuits parallèles, les tuyaux horizontaux sont placés sur des rouleaux et les verticaux sont suspendus sur des axes afin de pouvoir se dilater. Le bâtiment reçoit également quatre cheminées de ventilation sur toute la hauteur de la construction. René Duvoir, maintenant associé à d'Hamelin court, ingénieur centralien (EC 1841) ne reçoit pas de médaille, cependant le rapport est élogieux : *sous le rapport de l'étendue des affaires, cette maison est une des plus importante de la France ; on en jugera par l'extrait suivant de la note qu'ils ont remise des établissements dans lesquels ils ont établi leurs appareils. Le palais des Cortès, la bourse et le musée de Madrid, 6 églises à Paris ou dans la banlieue, 11 préfectures, 10 hôtels de ville, 9 tribunaux, 43 hopitaux, 6 théâtres, y compris l'Opéra-Comique, 15 prisons, 22 gares de chemin de fer, un grand nombre de stations, 37 lycées, 38 écoles primaires, 7 bains publics un grand nombre d'usines, de châteaux et d'hôtels*⁸⁰⁹. À l'exposition suivante, en 1867, seul M. d'Hamelin court est mentionné. On peut alors supposer que René Duvoir s'est retiré ou a disparu⁸¹⁰.

Quand Léon Duvoir apparaît en 1838 dans l'Almanach Bottin, il se présente comme un fabricant de calorifères, domicilié 6 cour Saint-Guillaume à Paris. En 1841, la présentation est plus complète : *breveté, invent. des calorif. hydro-pyrotechniques établis dans les ministères et autres*

⁸⁰⁶ PERREY Jean Edmée, « Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vo 13, cols. 155-156.

⁸⁰⁷ Idem, col. 194-201.

⁸⁰⁸ SZAMBIEN Werner, « Les bâtiments de la Montagne Sainte-Geneviève au XIX^e siècle », *Le Paris des polytechniciens, des ingénieurs dans la ville*, DAAVP, Paris, 1994, p. 27-37. L'illustration vient des Archives Nationales, versements d'architecture, VIII, pièce 66, ainsi que F/21/1431.

⁸⁰⁹ PECKET Eugène, « Chauffage et ventilation des édifices publics - Classe 9 », *Rapports du jury mixte international*, publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 444.

⁸¹⁰ SER Louis, « Chauffage et ventilation », *Exposition universelle de 1867, groupe III, classe 24*, Rapports du jury international, sous la direction de Michel Chevalier, vol. 3, p. 362.

*administr. du gouvernement, de fourn. économ. et hydraul., d'appareils pour serres chaudes ; le blanchiss. du linge et du lin, cinq méd. aux expos ; dont deux d'or, N.-D.-des-Champs, 24, ci-dev. à Melun*⁸¹¹. Lors de l'Exposition des produits de l'industrie française de 1839, Léon Duvoir de Melun reçoit une médaille de bronze pour l'ensemble de ses travaux, non détaillés, ainsi que pour une cuve pour la lessive⁸¹². En 1848, le libellé de l'*Almanach du commerce* a un peu évolué : *inventeur et constructeur des appareils hydro-pyrotechniques, pour le chauffage et la ventilation des églises, palais, tribunaux, prisons, hospices, collèges, théâtres, écoles, etc., 50 monuments et établissements publics*⁸¹³. En 1844, la médaille d'or de l'exposition des produits de l'industrie française revient à Léon Duvoir-Leblanc (24 rue Notre-Dame-des-Champs, Paris) : *M. Duvoir-Leblanc a fait preuve d'un rare talent, soit dans la combinaison de ses appareils, soit dans leur exécution*⁸¹⁴. Les réalisations ayant fait l'objet d'un examen par le jury, sont : le palais du quai d'Orsay, l'église de la Madeleine, l'institut des jeunes aveugles, la Préfecture de police, les bâtiments de Charenton, le palais du Luxembourg. Il est précisé que : *M. Duvoir-Leblanc a adopté le système à circulation d'eau, imaginé autrefois par M. Bonnemain.*

Léon Duvoir ne publie pas dans une revue comme son frère mais, en 1845, il écrit une brochure, dont le propos semble être de le différencier de « l'autre » Duvoir vis-à-vis des commanditaires : *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie. Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau*⁸¹⁵. Arthur Morin fait allusion à une rivalité funeste entre les deux frères durant toute

⁸¹¹ *Almanach du Commerce Bottin*, 1841, p. 597.

⁸¹² PAYEN Anselme, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section III, Bouchard-Huzard, Paris, 1839, vol.2, p. 503.

⁸¹³ *Almanach du Commerce Bottin*, 1848, p. 632.

⁸¹⁴ POUILLET, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section VI, Fain et Thunot, Paris, 1844, vol.2, p. 928-929, p. 931-932., p. 929.

⁸¹⁵ DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie, (Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau)*, Cosson, Paris, 1845, p. 32.

leur vie⁸¹⁶. Léon Duvoir-Leblanc propose l'appareil suivant : le fourneau en maçonnerie cylindrique accueille une chaudière en fonte double parois en forme de cloche ; l'eau de la cloche extérieure s'échauffe avec le feu placé au-dessous (fig. 120). Un tuyau part de la cloche vers le haut jusqu'à un réservoir fermé installé au plus haut du bâtiment. Ce réservoir alimente autant de tuyaux descendants qu'il est nécessaire. Il est possible de régler grâce à des robinets d'arrêt. Les points qui différencient ce nouveau système est la température de l'eau qui sort entre 80°C et 120°C, créant ainsi une plus grande dynamique⁸¹⁷. Notons que Duvoir propose un réservoir en partie haute, ce qui le différencie de

⁸¹⁶ MORIN Arthur Jules, Général, « Note sur l'application des principes adoptés par le comité consultatif d'hygiène et de service médical des hôpitaux », *Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers*, 1865-1866, t. 6, p. 141.

⁸¹⁷ *Résumé des dispositions nouvelles que présentent les appareils de M. Léon Duvoir-Leblanc*

1° Une circulation d'eau très active et à haute température, c'est-à-dire qui part à 120° de la chaudière et y rentre à 80°, tandis que dans les chauffages antérieurs à M. Léon Duvoir-Leblanc, l'eau part à 80 ou 82°, circule avec lenteur et ne rentre qu'à 35° ou 40°, perfectionnement très important et qui a fait une véritable révolution dans les moyens de chauffer les grandes capacités.

2° Un chauffage à l'aide de grandes masses d'eau portées à une assez haute température et qui permettent de circuler avec activité et de porter aisément la chaleur à des distances considérables, chose qui n'avait point encore été faite avant les brevets de Léon Duvoir-Leblanc.

3° Un tuyau d'ascension partant de la partie supérieure de la cloche ou chaudière et qui monte directement à la partie la plus élevée des édifices à chauffer, et présente à lui seul une aire de section égale à celle de tous les tubes distributeurs

4° Un réservoir supérieur, clos, rempli d'eau, dans lequel débouche le tuyau d'ascension, pourvu d'un manomètre et d'une soupape de sûreté et où sont piqués les divers tubes de retour ou distributeurs de chaleur; disposition qui permet de chauffer l'eau à une température bien plus élevée, de circuler avec beaucoup plus de vigueur et d'énergie tout en écartant les chances de danger ou explosion.

5° Une distribution du chauffage des divers parties des bâtiments entre des tuyaux affectés spécialement à chacun de ces services et en nombre suffisant ou présentant des diamètres convenables pour obtenir les températures voulues dans chacune de ces diverses parties.

6° Les robinets régulateurs établis sur chacun des tuyaux distributeurs pour régler ou modifier à volonté la température ou la ventilation dans les capacités desservies par ces tuyaux suivant le besoin ou les saisons ou pour y suspendre ou y cesser le service.

7° L'établissement de renflement ou poêles à eau chauffées par les tuyaux distributeurs et tel nombre ou d'une capacité telle que l'exige le volume d'air à chauffer, ou la température à laquelle on veut le porter, ou l'éloignement du centre de distribution.

8° Une ventilation libre, continue, toujours active, aussi énergique qu'on le désire et combinée avec le chauffage, ventilation opérée par double circulation et rayonnement des surfaces chauffées par l'eau, dans les gaines de ventilation entourant les tuyaux d'eau chaude et où l'air circule en sens contraire de l'eau.

9° Un système complémentaire de ventilation qui consiste à faire arriver de l'air frais sur la surface interne des poêles à eau chaude et le verser directement dans les pièces chauffées.

10° Une enveloppe en maçonnerie autour du réservoir supérieur, lequel, au moyen de la chaleur qu'il rayonne, chauffe l'air qui l'entoure et détermine ainsi par des tuyaux particuliers des appels de l'air des pièces qu'il s'agit de ventiler (Brevet d'addition du 14 déc. 1842)

11° Enfin un mode particulier de distribution de chaleur à l'intérieur des pièces et qui consiste à faire arriver l'air chaud à la partie supérieure et à le faire descendre en nappes successives par les appels établis dans la partie basse, appels communiquant avec la chambre à air du réservoir supérieur et évacuant l'air le plus froid des pièces et celui déjà plus vicié par la respiration.

Bonnemain et de Perkins. Une lettre de David Boswell Reid (1805-1863) vante les qualités du système de Léon Duvoir après l'avoir mis dans son contexte (il reconnaît l'antériorité de Richardson) : 1° *Il existait, antérieurement à Léon Duvoir-Leblanc, un système de chauffage inventé par Bonnemain et appelé thermosiphon, qui n'avait été appliqué par ce physicien qu'à faire éclore artificiellement des poulets et au chauffage de petites capacités.*

2° *Ce chauffage n'a été de même mis en usage avec quelque succès par les successeurs de Bonnemain pour de petits volumes d'air, et toutes les fois qu'on a tenté de l'appliquer aux grands édifices publics, on a rencontré de graves obstacles, soit dans l'organisation des appareils soit dans leurs jeux.*

3° *Les obstacles ont été tels qu'il n'est pas possible de citer un seul exemple, tant en France qu'en Angleterre, d'un seul appareil chauffant d'une manière complète, économique et salubre un édifice, un monument, un établissement public ou privé présentant un cube intérieur d'une capacité tant soit peu considérable (10 000, 15 000 ou 20 000 mètres cube seulement).*

4° *M. Léon Duvoir-Leblanc est le premier en France qui ait étudié et vaincu toutes les difficultés physiques et matérielles que représentaient ces grandes applications ; qui les aient faites à des capacités de 600 mètres cubes, qui ait fourni constamment , dans les édifices chauffés par lui, une chaleur soutenue et bien réglée dans toutes les parties quelconques de ces édifices, qui ait pourvu à une ventilation aussi large, aussi abondante qu'on peut le désirer, même dans des lieux les plus insalubres et les plus encombrés, et enfin qui ait réalisé ces beaux chauffages par des moyens aussi ingénieux et bien basé sur les lois de la physique qu'ils sont économiques et avantageux à l'Etat et aux particuliers⁸¹⁸.*

DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie, (Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau)*, Cosson, Paris, 1845, p. 8.

⁸¹⁸ Idem, p. 31. David Boswell Reid ; médecin et professeur de chimie à l'Université d'Edimbourg, auteur du chauffage et de la ventilation des *Houses of Parliament* (1835-1853) et du Saint George Hall de Liverpool (1841-1855) (Heritage Group of the Chartered Institution of Building Services Engineers Reid est considéré comme le pionnier en matière de climatisation : STURROCK, N. S. & LAWSON-SMITH P., *The Grandfather of Air-Conditioning – the Work and Influence of David Boswell Reid, Physicien, Chemist, Engineer (1805-1863)*, (2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April 2006), Construction History Society, vol. 1, 2006, p. 2981-2998.

Les autres publications de Léon Duvoir-Leblanc concernent la polémique qui va se concentrer autour de la question du chauffage de l'hôpital de Lariboisière entre 1848 et 1860 et qui, en fait, correspond à une bataille technique et commerciale pour les marchés du chauffage des bâtiments publics. Nous reviendrons plus loin sur ce vigoureux débat ; notons que les bâtiments publics ne sont pas censés être au cœur de mon champ de recherche cependant, c'est là que se joue l'innovation au milieu du XIX^e siècle.

Lors de l'exposition de 1855, Léon Duvoir-Leblanc obtient une médaille d'honneur avec le plus grand nombre d'appareils de chauffage⁸¹⁹. La *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* rend compte en détails de ses projets : le système de chauffage et de ventilation de l'hôpital de Lariboisière, le chauffage et la ventilation de l'Institut (fig. 121), un appareil pour le service général des cuisines de l'Élysée, le chauffage par circulation d'eau d'un appartement complet en utilisant la chaleur perdue d'une cheminée, le chauffage des serres chaudes du jardin des Plantes de Paris, le modèle d'un calorifère à eau chaude, disposé de manière à fonctionner sans avoir recours à des poêles⁸²⁰. Nous reviendrons sur Lariboisière, la ventilation de l'Institut réalisée avec des réservoirs d'eau froide ne fonctionnerait pas très bien selon certains usagers⁸²¹. Le chauffage de l'appartement fonctionne de la manière suivante : un tube métallique contenant de l'eau s'échauffe dans une cheminée et réchauffe grâce à des poêles à eau d'autres pièces. Les appartements du prince Napoléon sont chauffés de cette manière⁸²². La revue tient à rendre hommage aux réalisations de Léon Duvoir-Leblanc en montrant toutes les économies effectuées dans les bâtiments. Ainsi, au

⁸¹⁹ PECKET Eugène, « *Chauffage et ventilation des édifices publics - Classe 9* », *Rapports du jury mixte international*, publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 442. Le rapport dit que la ventilation n'est pas aussi performante que le chauffage.

⁸²⁰ PERREY, cols. 201.

⁸²¹ Idem, col. 204-205.

⁸²² Idem, col. 206. Notons que le prince, fils de l'Empereur né en mars 1856.

palais du Luxembourg, les frais de chauffage passent de 51 000 à 14 500 fr. (combustibles et main-d'œuvre), pour la cour des comptes les frais passent de 16 972 à 2 844 fr., à l'Institut des jeunes aveugles de 22 500 à 7 420 fr⁸²³. Ces chiffres sont impressionnants et plaident pour le chauffage central, sinon, pour le système de Léon Duvoir-Leblanc. La listes des bâtiments publics : *hospice de Lariboisière, le palais impérial de l'Institut, le palais de justice (police correctionnelle et chambres civiles), l'hospice impérial de Charenton, l'école impériale vétérinaire d'Alfort, le Conseil d'Etat, la bibliothèque Sainte-Geneviève, l'hôtel de la Présidence du Corps-Législatif, l'hôpital Necker, l'Ecole Normale, le ministère des Affaires étrangères, le Palais de l'Elysées Napoléon, l'Ecole impériale des mines, le Conservatoire des Arts-et-Métiers, l'Observatoire impérial, l'église de la Madeleine, église Saint-Sulpice, église Saint-Philippe-du-Roule*⁸²⁴. Lors de l'exposition de 1867, le système de chauffage du palais de justice est évoqué. Ce projet d'une envergure considérable requiert une circulation des tuyaux de 20 000 mètres de long et d'un volume d'eau correspondant de 200 000 litres. Le circuit passe dans les murs et les planchers. Il est précisé que Léon Duvoir a renoncé à la soupape du vase d'expansion, qui maintenant communique directement avec l'air libre⁸²⁵. Léon Duvoir-Leblanc est présent à l'exposition universelle de 1878. Selon Eugène Pécelet, Léon Duvoir se situe en continuité avec ses prédécesseurs, *sans toutefois aucune modification importante aux dispositions d'ensemble ou aux appareils*⁸²⁶.

Les frères Duvoir sont cités, avec quelques erreurs, comme étant à l'origine du chauffage central à l'eau chaude dans le tableau sur *Les progrès de l'hygiène et du confort depuis le Moyen âge jusqu'à nos jours* établi

⁸²³ Idem, col. 207-208.

⁸²⁴ Idem, col. 208.

⁸²⁵ SER Louis, « *Chauffage et ventilation* », *Exposition universelle de 1867, groupe III, classe 24, Rapports du jury international*, sous la dir. Michel Chevalier, vol. 3, p. 361-362.

⁸²⁶ PECELET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1860, vol. 2, p. 392.

par Henri Sauvage dans un numéro spécial de *L'Illustration*⁸²⁷. Eugène Péclet a très largement présenté les projets des frères Duvoir. De même, il y a dans le *Portefeuille industriel* du CNAM un bon nombre de grandes planches en couleur décrivant les procédés appliqués à des projets réalisés des deux frères Duvoir⁸²⁸. Un certain nombre de maquettes et d'appareils de chauffage de Léon Duvoir ont rejoint les collections du CNAM, donnés par Mme veuve Duvoir-Leblanc en 1885⁸²⁹.

Philippe et Jules Grouvelle & Henri Arquembourg

La maison Grouvelle a été créée par Philippe Grouvelle en 1829. Il est rejoint par son fils Jules, ingénieur centralien, en 1861 (EC 1861). Celui-ci prend la direction en 1866⁸³⁰. Jules s'associera en 1890 avec Henri Harquenbourg, également centralien (fig. 122). Leur contribution dès l'origine trouve une solution originale à l'usage de l'eau et la vapeur combinées. En effet, un premier circuit contenant de la vapeur sort de la chaudière et alimente les différents bâtiments à chauffer. Là, un échange de chaleur a lieu dans des réservoirs d'eau chaude qui alimentent un deuxième circuit destiné au chauffage des espaces. Cette solution résout, entre autre, le problème du retour du condensât qui est le point faible du chauffage à vapeur. Grouvelle avance que son système est moins dangereux que l'eau chaude car il limite les fuites et l'alourdissement des structures⁸³¹.

Ils inventent également des chauffages à vapeur à alimentation stable avec un système de réglage en fonction de la température extérieure

⁸²⁷ SAUVAGE Henri « *Les progrès de l'hygiène et du confort depuis le Moyen Age jusqu'à nos jours* », *L'Illustration*, Spécial Maison, n° 4491, 1929 mars, p. 315-341.

⁸²⁸ Voir bibliographie – fonds d'archives – CNAM – Portefeuille industriel.

⁸²⁹ MORIN Arthur, Général, *Conservatoire des arts et métiers, Catalogue des collections*, 6^e & 7^e ed. 1876 & 1882, p. 163-164 & p. 196. Ces objets sont toujours dans les collections, voir la bibliographie – fonds d'archives – collection du musée des arts et métiers

⁸³⁰ THOMINE Alice, *Emile Vaudremer 1829-1914, la rigueur de l'architecture publique*, Picard, Paris, 2004, p. 325, qui cite le SAGERET, *Almanach et annuaire du bâtiment*, Paris, 1875.

ainsi que des régulateurs automatiques agissants à distance (fig. 123). Enfin, ils créent des chauffages à eau basse moyenne et haute pression (fig. 124). Ils réalisent beaucoup de projets publics et peuvent être quasiment considérés comme les chauffagistes du gouvernement et de la ville de Paris. Cependant, en consultant le catalogue de 1910, on constate qu'ils chauffent également des hôtels particuliers à Paris et en province, des châteaux des immeubles dans tout le pays, des édifices publics, des banques, des hôpitaux, des bâtiments scolaires, des magasins, des bureaux, des restaurants, des hôtels, des ateliers et usines, des prisons ainsi que des navires⁸³². Les Grouvelle ne sont pas répertoriés dans *l'Almanach du commerce* à l'entrée poêliers-fumistes, sans doute ne visaient-ils pas cette clientèle. Par contre, Philippe Grouvelle est présent dans l'annuaire professionnel *Sageret* sous l'entrée *ingénieurs hydrauliciens* et non avec les poêliers⁸³³. Dès 1830, Philippe Grouvelle cherche à se distinguer en publiant une plaquette *sur les améliorations à introduire dans les hôpitaux et les prisons du département*⁸³⁴.

La *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* tarde à rendre compte des travaux des Grouvelle. Il y est fait brièvement allusion à leurs travaux dans un article de Lavezzari sur le chauffage et la ventilation des hôpitaux⁸³⁵. Il est donc clair que la revue fait partie du groupe des zélateurs des Duvoir. Les Grouvelle participent aux différentes expositions industrielles et universelles, Philippe Grouvelle obtient une médaille de 1^{ère} classe en 1855, pour son chauffage de la prison Mazas construite Boulevard Diderot à Paris par Lecoq et

⁸³¹ Il peut paraître curieux que la vapeur soit considérée comme moins dangereuse que l'eau chaude. En ce qui concerne les fuites notons que Grouvelle utilise également des réservoirs...

⁸³² GROUVELLE Jules et ARQUENBOURG M., *Chauffage G. A.*, Paris, 1910, 47 p.

⁸³³ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1851.

⁸³⁴ GROUVELLE Philippe, *Lettre à M. Émile Bouchotte, maire de la ville de Metz, sur les améliorations à introduire dans les hôpitaux et les prisons du département*, Malher, Paris, 1830, 31 p.

⁸³⁵ LAVEZZARI Emile, « *Etude de la construction des établissements hospitaliers* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°22, 1869, col. 198-199.

Gilbert, 1839 (et démolie en 1898)⁸³⁶. Cet établissement comporte six bâtiments rayonnants autour d'une tour centrale, chaque étage de chaque bâtiments reçoit un réservoir d'eau chaude chauffé lui-même par un circuit de vapeur. Le réservoir d'eau chaude à faible pression dessert les échangeurs dans le couloir et les cellules (l'enfermement en cellule est une disposition récente). La ventilation fonctionne de manière thermique. Philippe Grouvelle présente cette réalisation dans une plaquette chargée de diffuser ses idées⁸³⁷. Ce dispositif nécessite encore des mises au point, cependant il va bientôt être appliqué à d'autres établissements pénitenciers : Provins, Fontainebleau, Beaupré, Angers, Arbois, Marseille et Saint Marcelin. Au début des années 50, l'ingénieur va être l'un des protagonistes du chauffage de l'hôpital de Lariboisière, il défend lui-même son point de vue avec quelques pages polémiques : *Réponse aux notes que M. Léon Duvoir-Leblanc a publié pour réfuter une thèse de M. Grassi*⁸³⁸. Le portefeuille industriel du CNAM possède plusieurs séries de dessins décrivant des systèmes de chauffage : les serres du jardin des plantes de Rouen, l'hôpital militaire de Vincennes, l'hôpital de Lariboisière⁸³⁹.

Philippe Grouvelle a travaillé à plusieurs reprises pour l'architecte Emile Vaudremer (1829-1914), notamment pour les bâtiments de la prison de la Santé (1864-1867). L'architecte tient à faire appel à l'auteur du chauffage

⁸³⁶ PECLLET Eugène, « *Chauffage et ventilation des édifices publics - Classe 9* », *Rapports du jury mixte international*, publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 443-444.

⁸³⁷ GROUVELLE Philippe, *Chauffage et ventilation de la Nouvelle Force à Paris par Philippe Grouvelle*, Fournier, Paris, 1845, 36 p.

⁸³⁸ GROUVELLE Philippe, *Réponse aux notes que M. Léon Duvoir-Leblanc a publiés pour réfuter une thèse de M. Grassi*, impr. de Munzel frères, Sceaux, 1856, 16 p.

⁸³⁹ Inv. 13571.643/1 à 3, Chauffage à circulation d'eau chaude de la serre à Bouture du jardin des plantes à Rouen, par MM. Grouvelle et Granger, 1840.

Inv. 13571.1399/1 à 5, Appareils de chauffage et de ventilation de l'hôpital de Vincennes et de l'hôpital du Gros Caillou, 1861.

Inv. 13571.1416/1 à 3, Chauffage et ventilation de l'hôpital de Lariboisière, par MM. Thomas et Laurens, 1861.

Inv. 13571.1496/1 à 4, Chauffage à la vapeur et à l'eau chaude ; ventilation par appel par en bas de l'hôpital militaire de Vincennes, 1862.

Inv. 13571.1591/1 à 3, Chauffage et ventilation de l'hôpital de Lariboisière, par MM. Thomas et Laurens, 1862.

de la prison Mazas qui utilise son système mixte vapeur et eau chaude, à partir d'une chaufferie centrale marquée par les deux cheminées⁸⁴⁰. Lors de l'exposition de 1867, la maison Grouvelle obtient une médaille de 1^{ère} classe ; et une médaille d'or à celle de 1878. À l'occasion de la construction du lycée de Grenoble (1883-1887), Vaudremer doit persuader la municipalité de renoncer au chauffage à air chaud au profit d'une méthode plus efficace comme le recommandait d'ailleurs Eugène Pécelet. Pour cela l'architecte se réfère aux solutions utilisées dans d'autres pays au climat rigoureux dont la Suisse voisine⁸⁴¹. Selon Alice Thomine, l'architecte raconte le même type de réticences au moment de la construction du lycée de Montauban (1883-1886)⁸⁴². Pour le lycée Molière (1888) et la salle des fêtes du XV^e arrondissement (1890-1892) à Paris, Vaudremer fait de nouveau appel à la maison Grouvelle⁸⁴³. Philippe Grouvelle, le père, a participé à la rédaction de différentes entrées du *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture* : régulateur de température, chauffage et ventilation⁸⁴⁴. Philippe Grouvelle rend hommage à la contribution de Jean Simon Bonnemain, de manière détaillée, à l'occasion de la rédaction de l'entrée *régulateur de température*. On peut donc supposer qu'il l'a rencontré et même qu'il a bénéficié de ses formations sur l'utilisation de ses machines. À la rubrique chauffage, il présente les différents moyens : cheminées, poêles-cheminées, poêles, calorifères à air, chauffage à la vapeur, chauffage à l'eau chaude. Il détaille également des problèmes spécifiques comme les tuyaux,

⁸⁴⁰ THOMINE Alice, *Emile Vaudremer 1829-1914, la rigueur de l'architecture publique*, Picard, Paris, 2004, p. 77. cite VAUDREMER Emile, *Monographie de la maison d'arrêt et de correction pour hommes, construite à Paris, rue de la Santé*, Paris, 1871, p. 4 : *Toute la prison, depuis et y compris les bâtiments d'administration jusqu'à l'extrémité du quartier des condamnés, est chauffée par un appareil unique. Le chauffage est fait par l'eau et la vapeur combinées, placé dans une grande salle située sous l'un des préaux de l'infirmerie, et porte instantanément la chaleur vers les points les plus reculés. La ventilation s'opère sur tous les points de l'édifice par l'aspiration sollicitée d'une manière continue vers un foyer central.*

⁸⁴¹ THOMINE, Op. Cit, p. 192, cite un échange de courrier entre Emile Vaudremer et le maire de Grenoble en novembre 1884.

⁸⁴² Idem, p. 203.

⁸⁴³ Idem, p. 208 & p. 225.

⁸⁴⁴ GROUVELLE Philippe, « Chauffage », « Régulateur de température », « Ventilation », *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*, Laboulaye, Paris, vol.4, 1847.

composition, assemblages, sections conseillées en fonction de la pression. Il évoque ses concurrents avec plus ou moins de bonne foi. Ainsi, il écrit : *Il faut le dire toutefois, pour être juste, M. Léon Duvoir, malgré les défauts graves qu'il n'a pas su éviter de corriger, a tiré un grand parti de ces appareils, qui ne sont pas, comme nous l'avons dit aussi originaux que beaucoup de personnes l'ont cru, mais il en a fait d'importantes applications*⁸⁴⁵.

Lors des expositions de 1889 et de 1897, Jules Grouvelle est membre du jury et donc hors concours. En 1889, Jules Grouvelle, qui est alors professeur à l'École centrale des arts et manufactures, rédige un texte dont une partie possède un caractère historique avant de présenter l'actualité du secteur⁸⁴⁶.

Lors de l'exposition de 1900, la maison Grouvelle et Arquembourg obtient le grand prix et pas moins de 26 pages sont consacrées à leurs nouvelles réalisations : un système de contrôle des températures pour la vapeur, le chauffage à vapeur en cogénération de l'hôpital Trousseau (nouvelle structure pavillonnaire) (fig. 125), l'école Estienne, le lycée d'Aurillac, renouvellement du chauffage de l'hôpital Boucicaut, l'immeuble des bureaux d'assurance New-York, la prison de Fresnes (fig. 126)⁸⁴⁷. On voit que la maison Grouvelle a su s'imposer dans un contexte hostile, s'entourer de collaborateurs compétents puis évoluer techniquement de manière à devenir une société de son temps à l'aube du XX^e siècle.

⁸⁴⁵ GROUVELLE Philippe, « Chauffage », *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*, Laboulaye, Paris, vol. 1, 1847.

⁸⁴⁶ GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « Appareils et procédés de chauffage », Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international, Groupe 3, Classe 27, p. 748-750.

⁸⁴⁷ d'ANTHONAY Léon, « Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 232-258.

Le cas de Lariboisière et de la prison Mazas, le débat sur le chauffage et la ventilation des bâtiments publics autour de 1850

L'innovation en matière de chauffage qui se réalise entre 1830 et 1870 concerne essentiellement le secteur des bâtiments publics. Afin de mieux visualiser le phénomène et centraliser les informations, nous avons réalisé un tableau chronologique où se trouve la date, le type de programme, le type de chauffage, le chauffagiste, l'architecte, les combustibles, les températures et autres spécificités⁸⁴⁸. On y retrouvera des projets dont il a été question dans le texte mais d'autres non. Nous avons vu comment entre les frères Duvoir une certaine concurrence régnait lorsqu'il s'agissait de conquérir les marchés publics, même si tous deux produisaient en majorité du chauffage central à l'eau chaude. Cette concurrence s'intensifie lorsqu'un autre fluide calorporteur se banalise : la vapeur, seule ou en usage mixte comme chez Grouvelle. En même temps, la ventilation préoccupe beaucoup depuis qu'avec le chauffage centralisé, on ne bénéficie plus de la béance des cheminées pour ventiler les espaces. Celle-ci a été longtemps réalisée de manière thermique, mais là aussi l'innovation apparaît : la vapeur produite pour le chauffage peut actionner également des ventilateurs mécaniques. Il va falloir batailler pour imposer ces nouveautés, et les protagonistes directs ne seront pas seuls à prendre position, chacun va choisir son camp et défendre son système. Le débat qui marque cette période est différent des réunions d'inventeurs autour de tests réalisés par le CNAM ou la Société d'Encouragement du début du siècle. Il ne s'agit plus de gagner quelques degrés et d'économiser un peu de combustible, il faut prouver la supériorité de son système afin de gagner le marché des bâtiments publics en plein développement, ce qui représente un véritable enjeu financier.

⁸⁴⁸ Voir en annexe *Tableau chronologique du chauffage dans les bâtiments publics en France au XIX^e siècle* dans *Appareil documentaire*.

La première bataille commence en 1843 avec le projet de la prison Mazas (ou Nouvelle Force) construite par l'architecte Emile Gilbert et Lecoq. Deux concurrents sont en lice : Philippe Grouvelle et Léon Duvoir-Leblanc. Une commission composée de savants et d'architectes est nommée par le préfet afin de les départager⁸⁴⁹. Léon Duvoir propose une circulation d'eau chaude à deux atmosphères, avec une chaudière par corps de bâtiments, soit six pour les ailes et une pour le corps central. Elles alimentent des poêles à eau traversés par de l'air qui, ensuite, réchauffe les corridors et les cellules. On n'insistera pas sur les dispositions concernant la ventilation où Léon Duvoir propose trois versions. L'ensemble a été jugé fort compliqué par la commission qui cherche à évaluer les coûts ce qui n'est pas simple non plus. Le projet de Philippe Grouvelle, évoqué plus haut, est adopté et réalisé en 1850 (fig. 127)⁸⁵⁰. Il était prévu d'emblée qu'une nouvelle commission observe les résultats, ce qui montre combien ce type de projet est un lieu d'expérimentations. La commission rend un rapport très favorable au système de chauffage de Grouvelle avec une ventilation suffisante et une température de 13°C à 16°C dans les cellules (fig. 128)⁸⁵¹. Grouvelle reconnaît auprès du préfet que ses chaudières étaient sous-dimensionnées, il en ajoute afin de satisfaire à ce besoin⁸⁵². Suite à un article dans le journal *Le siècle* contenant des plaintes des détenus, une nouvelle commission est nommée⁸⁵³. Ce rapport fait état de l'avis favorable (29/30) des prisonniers : *ils ont déclarés que la cellule, comme lieu d'habitation, leur paraissait parfaitement convenable, que la température n'avait rien qui pût les incommoder, qu'ils ne manquaient pas d'air, et que, depuis leur encellulement, ils n'avaient ressenti aucun changement dans leur santé. Plusieurs même ont*

⁸⁴⁹ Pécllet publie des extraits du rapport de cette commission, PECCLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1861, vol. 3, p. 183-199.

⁸⁵⁰ Idem.

⁸⁵¹ Idem, p. 208-209.

⁸⁵² Idem, p. 215.

⁸⁵³ Ou peut être un effet un lobby de Léon Duvoir-Leblanc.

*ajouté qu'ils se considéraient comme fort heureux si, dans l'état de liberté, ils étaient toujours assurés d'avoir un logement semblable*⁸⁵⁴.

L'un des membres d'une nouvelle commission, en 1854, relève des insatisfactions : M. Grouvelle n'aurait rempli aucun de ses engagements ; ses appareils fonctionneraient mal et la dépense en aurait été reconnue excessive⁸⁵⁵. Selon Léon Duvoir-Leblanc, celui-ci aurait dû refaire une partie des installations de la prison sur la demande du préfet et sans concours en 1855⁸⁵⁶. Le dispositif de Grouvelle est pourtant resté en place jusqu'à la fin des années 1870, c'est d'Hamelincourt, successeur de René Duvoir, qui reprend l'installation en la convertissant à l'eau chaude⁸⁵⁷. Les cinq chaudières à vapeur existantes sont réparées, le circuit modifié et la mécanisation de la ventilation maintenue⁸⁵⁸.

Alors que cette expérience est encore observée et commentée, une autre a lieu, ailleurs dans Paris, pour un programme différent : l'hôpital. Péclet écrit en 1861 : *jusqu'en 1840, il n'existait à notre connaissance, en France, aucun hôpital régulièrement chauffé et ventilé. Le plus souvent, le chauffage était produit par de simples poêles, alimentés avec du bois, disposés pour tenir les tisanes chaudes, et quelquefois munis d'étuves pour chauffer le linge. Jamais il n'était question de ventilation. Dans les hôpitaux les mieux disposés, quelques-uns de ces poêles formaient calorifère avec prises d'air à l'extérieur*⁸⁵⁹. La décision de construire un hôpital dans le nord de Paris date de 1831, puis lors d'une restructuration urbaine, l'hôpital Lariboisière s'élève enfin de terre en 1846, fruit de l'architecte Martin Pierre Gauthier (1790-

⁸⁵⁴ Idem, p. 224. et THAUVIN, « Chauffage et ventilation de la prison Mazas », Commission départementale faisant fonction de Conseil Général de la Seine, Paris, 1852, 189-196 p.

⁸⁵⁵ « Chauffage et ventilation de la prison Mazas », Commission départementale faisant fonction de Conseil Général de la Seine, Paris, 1854, 40-53 p.

⁸⁵⁶ DUVOIR-LEBLANC Léon, *Note sur la réponse de M. Grouvelle. Invention des appareils ventilateurs employés dans les prisons, hôpitaux et grands établissements publics, revendiquée par M. Léon Duvoir-Leblanc contre MM. D'Arcet et Grouvelle*, Dupont, Paris, 1857, 13 p.

⁸⁵⁷ PECLET Eugène & HUDELO A., *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1878, vol. 3, p. 415-417.

⁸⁵⁸ Idem, p. 417.

⁸⁵⁹ PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1861, vol. 3, p. 24.

1855)⁸⁶⁰. La chapelle marque l'axe de la composition comme celle de la vaste cour bordée de deux ailes distinctes, en forme de peigne, destinées l'une aux hommes et l'autre aux femmes. Chaque bâtiment est composé de trois niveaux utiles, chacun accueillant trente-deux lits, répartis dans une vaste salle de trente lits, accolée à une petite chambre recevant deux lits (fig. 129). Avec l'hôpital de Lariboisière, la Ville et le Conseil Général des Hôpitaux souhaitent réaliser un établissement exemplaire, c'est pourquoi l'organisation spatiale des bâtiments suit les dernières conceptions architecturales hospitalières. Le chauffage et la ventilation font l'objet d'une attention particulière. Le programme a été établi de la manière suivante : *une température constante de 15° dans les salles malades et une ventilation d'air chaud pendant l'hiver, d'air froid pendant l'été, de 20 mètres cubes au moins par heure et pour chaque lit ; en cas d'épidémie les appareils devaient en envoyer une quantité double et pouvoir en modifier, à un moment donné, le degré hygrométrique. La plus généreuse latitude était laissée, du reste, sous le rapport de la dépense, et le point de vue médical fut le seul auquel on se plaça*⁸⁶¹. Au moment du projet, l'entreprise Duvoir-Leblanc est chargée d'installer son système de chauffage à l'eau chaude, forte de ses expériences, de rénovation, à Beaujon et Necker. Lorsque les travaux reprennent après la période révolutionnaire (1848-1852), la composition du Conseil Général des Hôpitaux a changé. Le Conseil remet le lot chauffage et ventilation au concours. Cette fois c'est Philippe Grouvelle, associé aux ingénieurs Léonce Thomas (EC 1833), Camille Laurens (EC 1833) et Joseph Farcot (EC 1845), qui emporte la mise avec son chauffage mixte vapeur et eau chaude avec une ventilation mécanique mue par la vapeur. Cependant, la solution retenue ne fait pas l'unanimité et le

⁸⁶⁰ Le nom de l'hôpital change plusieurs fois avant l'ouverture : Louis-Philippe, Nord, République ; avant d'adopter définitivement celui de la comtesse Elisa Roy de la Ribouisière, très généreuse donatrice. Le quartier possède une nouvelle mairie, l'église Saint-Vincent-de-Paul, un marché couvert. J'ai conçu un poster sur ce cas : GALLO Emmanuelle, « *Ventilating and Heating Lariboisière Hospital, a Scientific Debate in Paris 1848-1878* », poster pour la 3^{ème} conférence internationale pour l'histoire des hôpitaux *Form+Function, the Hospital*, McGill University, Montréal, 19-21 juin 2003.

⁸⁶¹ GUERARD François Dr., *L'hôpital de Lariboisière*, Steinheil, Paris, 1888, p. 90.

Conseil général des hôpitaux désigne le général Arthur Morin (1795-1880) afin de trancher⁸⁶². Le général propose alors de diviser l'hôpital en deux parties : la section des hommes (sur la droite de l'entrée principale) équipée du système Grouvelle, la section des femmes (sur la gauche) équipée du système Duvoir-Leblanc. Cette décision originale a transformé l'hôpital en une sorte de laboratoire où il devient possible d'expérimenter, de faire des mesures *in situ*, tout en répartissant le marché de manière équitable entre les deux équipes. Le débat déjà amorcé avec la prison Mazas et d'autres hôpitaux prend alors toute son ampleur. Beaucoup vont étudier l'hôpital et publier sur la question ; on trouvera même deux séries de planches dans le portefeuille industriel du CNAM décrivant les deux installations. L'éditeur Dupont diffuse certains de ces rapports et mémoires écrits à cette occasion. De même, la revue médicale *Annales d'hygiène publique et de médecine légale* accueille une partie des débats entre 1852 à 1856. Eugène Péclet a également rendu compte de ces expériences dans ses ouvrages.

Avec le système Duvoir-Leblanc, des chaudières sont disposées dans les offices du rez-de-chaussée de chacun des trois pavillons. L'eau chaude produite est conduite dans un réservoir disposé dans les combles, sous une vaste cheminée (fig. 130)⁸⁶³. L'eau chaude descend par des tuyaux qui alimentent des poêles à eau (1,5 mètre de haut et 0,79 mètre de diamètre) faisant office d'échangeurs, ainsi qu'un ballon d'eau chaude fournissant 15 litres par jour et par malade. Les grandes salles, de 38 mètres par 9 mètres, sont chauffées par quatre poêles (fig. 131). L'eau s'écoule ensuite par des tuyaux de retours vers la chaudière. Le chauffage participe au système de ventilation ; l'air provenant de la façade, à travers des conduits sous les planchers, rejoint les poêles à travers lesquels il se réchauffe avant de se mêler à l'air des chambres.

⁸⁶² C'est une commission d'architectes qui conteste cette décision, on peut supposer qu'il s'agit du Conseil des Bâtiments Civils.

L'air vicié est aspiré au niveau du plafond par des conduits qui rejoignent la grande cheminée d'appel sous les combles. C'est la chaleur du réservoir d'eau chaude situé sous la cheminée qui provoque une aspiration d'origine thermique pour mettre en mouvement l'air vicié.

Le système de Grouvelle, Thomas et Laurens utilise la vapeur comme fluide calorporteur et comme force motrice pour les ventilateurs centrifuges nécessaires à la ventilation⁸⁶⁴. Les deux machines à vapeur et les deux ventilateurs centrifuges sont situés dans un bâtiment adjacent, selon les ordonnances en vigueur⁸⁶⁵. La vapeur est acheminée par des tuyaux disposés en rigoles isolées au sous-sol, puis vers les étages et à travers les planchers, elle rejoint des poêles remplis d'eau (fig. 132). C'est l'eau contenue dans les poêles qui, une fois réchauffée par la vapeur, chauffe à son tour l'air des chambres. Cela crée une certaine inertie thermique, ce qui amortit des pics de température de la vapeur (fig. 133). L'air frais est aspiré au sommet de la chapelle à travers des conduits jusqu'aux deux ventilateurs. L'air est ensuite propulsé dans des conduits situés sous les planchers des chambres où passent également les tubes de vapeur, jusqu'aux poêles. L'air sain est ainsi réchauffé l'hiver avant son introduction dans les pièces. Pendant l'été, les ventilateurs propulsent l'air dans les chambres, sans préchauffage.

Les protagonistes du débat sont architectes, ingénieurs, médecins ou pharmaciens et certains sont favorables a priori à l'un des deux systèmes. Pas moins de deux médecins consacrent leur thèse à l'étude de la ventilation et du chauffage de l'hôpital : Grassi pharmacien à l'hôpital de Lariboisière et Joseph Léon Castellan⁸⁶⁶. Cette situation originale donne

⁸⁶³ GUERARD François Dr., *L'hôpital de Lariboisière*, Steinheil, Paris, 1888, p. 92.

⁸⁶⁴ Idem, p. 93-94. Notons qu'il y a Guérard ingénieur civil dans le SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1851.

⁸⁶⁵ Ordonnance du 23 mai 1843, signée Louis-Philippe, concernant les établissements insalubres et incommodes. Ordonnance du 15 juillet 1845, signé Delessert, concernant les cylindres sécheurs, chaudières à doubles-fonds ou autres vases clos recevant de la vapeur et les calorifères à eau chaude.

⁸⁶⁶ GRASSI C. Dr., « *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière* », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 1856, p. 80.

lieu de très nombreuses mesures qu'à des calculs complexes, c'est un véritable terrain d'observations concrètes⁸⁶⁷. Il semble que les problèmes se centrent essentiellement sur la question de la ventilation, qui est centrale pour un hôpital.

En 1853, Gaultier de Claubry, membre du conseil de salubrité et de la Société d'encouragement, qui reconnaît les travaux réalisés par Duvoir-Leblanc, n'en est pas moins favorable à la vapeur et à la ventilation mécanique, même si cette partie est encore en chantier⁸⁶⁸. À partir de mars 1854, les deux systèmes fonctionnent en parallèle, et les tests commencent, en particulier ceux réalisés par le pharmacien Grassi qui est sur place⁸⁶⁹. Il écrit sur le système Duvoir-Leblanc : *j'ai sous les yeux les températures relevées chaque jour dans neuf salles chauffées par M. L. Duvoir pendant l'hiver 1854 et 55 ; presque toujours la température est supérieure à 15° pendant le jour. Dans la nuit, j'ai quelques fois trouvé des températures de 12°, 13° et 14°, mais ces cas sont rares. Je dois dire aussi que j'ai entendu plusieurs médecins se plaindre du froid, le matin à la visite ; mais comme dans des circonstances rendues difficiles par un froid rigoureux, la température a été maintenue au-dessus de 15°, je dois en conclure que ces irrégularités ne doivent pas être attribuées aux appareils, mais bien au chauffeurs, qui mettent trop peu de soin dans son service. J'ai constaté souvent que dans les salles du premier, et surtout du second étage, la température était plus élevée qu'au rez-de-*

GRASSI C. Dr., *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Baillière et fils, Paris, 1859, 30 p.

GRASSI C. Dr., *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Dupont, Paris, 1864.

GRASSI C. Dr., *Notices sur les travaux scientifiques du Dr. Grassi*, Parent, Paris, 1878, 15 p.

CASTELLAN Joseph Léon, *Chauffage et ventilation des habitations privées. Chauffage et ventilation des hôpitaux. Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Rignoux, Paris, 1857, 43 p.

⁸⁶⁷ Afin de matérialiser les courants d'air, ils gonflent de petits ballons et anémomères. MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860, p. 42.

⁸⁶⁸ DESCHAMPS (d'AVALON) & GAULTIER de CLAUBRY H. A., « *Du chauffage et de la ventilation des édifices publics* », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, vol.1, 1853, p. 323-345.

⁸⁶⁹ GRASSI C. Dr., *Hygiène publique, Chauffage et ventilation des hôpitaux, Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, J.-B. Baillière et fils, Paris, 1856, 80 p.

chaussée⁸⁷⁰. De même, le docteur Grassi écrit : *le chauffage est très régulier et dure longtemps (...) Si par une cause quelconque, la température extérieure éprouve un abaissement brusque qui nécessite un surcroît d'action de l'appareil chauffeur, on l'obtient avec une rapidité extrême l'élévation de température d'un ou plusieurs poêle d'une salle où le besoin se fait sentir (...) Le chauffage peut être réglé, à volonté, avec une grande facilité ; je n'en veux citer qu'une preuve : un des médecins de l'hôpital, M. Hervez de Chégoïn, tient à ce que les salles ne soient par fortement chauffées. Comme il savait que j'étudiais le système de chauffage dont il s'agit, il vint un jour se plaindre à moi de ce qu'il faisait trop chaud dans sa salle d'hommes, et me demander s'il n'y avait pas moyen de remédier à cet inconvénient. Nous constatâmes ensemble une température moyenne de 17 degrés. Il manifesta le désir de n'avoir que 15 degrés, température réglementaire (...) La température réglementaire ne lui sembla pas cette fois suffisante. Le lendemain, je maintenais dans les salles une température de 16 degrés⁸⁷¹. Grassi affirme que les deux systèmes atteignent les objectifs exigés par le Conseil général des hôpitaux en termes de chauffage et de ventilation. Cependant, il donne sa préférence au système de Grouvelle, Thomas et Laurens car il croit en la supériorité de la ventilation mécanique quelle que soit la saison, de même il trouve le chauffage à vapeur plus facilement réglable⁸⁷². Grassi prétend que le système Grouvelle est plus économique ce qui semble en contradiction avec les autres données. Puis en 1856, le médecin Jean-Christophe Boudin (1806-1866) s'oppose vigoureusement à Grassi en défendant la supériorité du système Duvoir-Leblanc pour le chauffage comme pour la ventilation⁸⁷³. En particulier, il pense que pour un hôpital les miasmes doivent s'évacuer de la manière la plus directe, l'insuflation, mécanique*

⁸⁷⁰ Idem, p. 27.

⁸⁷¹ Idem, p. 48.

⁸⁷² Notons que l'on trouve un Grassi, poëlier dans le SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1858 ; comme dans *l'Almanach du Commerce* de 1841.

⁸⁷³ BOUDIN Jean-Christian, « *Chauffage et ventilation des hôpitaux; examen de quelques propositions renfermées dans la thèse de M. Grassi* », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, J.-B. Baillière, Paris,

ou non, ne conviendrait pas. De même, il utilise les réticences à la prison Mazas pour justifier sa méfiance vis-à-vis de l'installation de Grouvelle. En 1857, Léon Duvoir-Leblanc argumente contre Grouvelle, en se référant aux autres prisons ; il avance aussi qu'il a obtenu la médaille d'or à l'exposition de 1855 alors que Grouvelle n'a reçu qu'une médaille d'argent⁸⁷⁴. Cette contre-attaque est légitime, mais ne paraît pas se baser sur des considérations scientifiques. La même année, Joseph Castellan se penche à son tour sur le chauffage et la ventilation de Lariboisière⁸⁷⁵. Il reprend les arguments de Boudin sur l'aspiration et évoque les odeurs de gangrène dans la partie Grouvelle⁸⁷⁶. Castellan critique également la qualité de l'air aspiré qui proviendrait autant des caves que de la tour d'aspiration, enfin il accuse Grassi d'avoir manipulé les chauffeurs le jour des tests afin d'avoir une plus grande vitesse de propulsion⁸⁷⁷. Cependant, il reconnaît que la vapeur est un fluide calorporteur efficace pour les grands édifices.

En 1860, Le général Morin ne croit pas à la supériorité de la ventilation mécanique après avoir respiré des miasmes dans l'aile occupée par les hommes⁸⁷⁸. De même, le général, affiche une nette préférence pour le réseau à eau chaude de Duvoir-Leblanc. Le général Morin fait le bilan des expériences précédentes et rend également compte des résultats obtenus avec d'autres tests et de fréquentes visites. Il est alors plus favorable à la ventilation thermique de Duvoir-Leblanc et il reproche au système de Grouvelle de conserver de mauvaises odeurs dans les salles comme dans les toilettes. En 1864, les ingénieurs Emile Trélat (1821-1907, EC 1840) et Henri Peligot (EC 1852) prennent une position modérée en

vol. 2, 1856, p. 464-474. ce médecin militaire, est médecin chef de l'hôpital de Marseille, fait parti du comité de rédaction des *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*.

⁸⁷⁴ DUVOIR-LEBLANC Léon, *Note sur la réponse de M. Grouvelle. Invention des appareils ventilateurs employés dans les prisons, hôpitaux et grands établissements publics, revendiquée par M. Léon Duvoir-Leblanc contre MM. D'Arcet et Grouvelle*, Dupont, Paris, 1857, 13 p.

⁸⁷⁵ CASTELLAN, Op. Cit, 43 p.

⁸⁷⁶ Idem, p. 22, p. 34.

⁸⁷⁷ Idem, p. 31, p. 34.

avançant que les deux systèmes ont des performances équivalentes en ce qui concerne le chauffage, mais que la ventilation de la section des hommes est deux fois plus efficace et moins coûteuse que celle de la section des femmes⁸⁷⁹. Dans l'édition de Péclet de 1878, un historique des faits est présenté⁸⁸⁰. Parmi les informations, on apprend que lorsque les appareils de Duvoir n'étaient plus dirigés par eux, il y avait des inégalités de températures⁸⁸¹. Les tests se sont poursuivis très tardivement, puisque l'on en fait encore à la demande de Morin en 1861, afin d'améliorer de futurs bâtiments⁸⁸². D'autre part, les exigences de température évoluent ; 15°C à 16°C sont considérés comme trop faibles, 20°C à 22°C souhaités en 1878⁸⁸³. Péclet regrette que les bâtiments n'aient pas été prévus pour le système de Grouvelle, Thomas et Laurens. D'après lui, la confusion qui se dégage de cette situation pourrait être responsable du choix du calorifère à air de projets ultérieurs⁸⁸⁴. Selon les témoignages d'époque, l'aile occupée par les femmes, chauffée par Duvoir-Leblanc est particulièrement froide les matins d'hiver⁸⁸⁵. Le chirurgien Charles Perrier raconte que lors de ses visites matinales, il gardait souvent son manteau. Ce manque de confort peut être le résultat d'un dysfonctionnement, comme de carences de la part des chauffeurs qui ont la charge d'entretenir la combustion des trois chaudières disposées dans trois lieux différents. Dans le cas de l'installation à la vapeur, tout est concentré dans une seule chaufferie, ce qui facilite le travail des chauffeurs⁸⁸⁶. Sur le plan économique, le système à vapeur

⁸⁷⁸ MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860, 81 p.

⁸⁷⁹ TRELAT Emile, PELIGOT Henri, *Examen comparatif des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital de Lariboisière*, Dupont, Paris, 1864, 48 p.

⁸⁸⁰ PECLET Eugène & HUDELO A., *Op. Cit*, vol. 3, p. 436-496.

⁸⁸¹ *Idem*, p. 446.

⁸⁸² *Idem*, p. 455

⁸⁸³ *Idem*, p. 456.

⁸⁸⁴ *Idem*, p. 496.

⁸⁸⁵ MARTINEAUD Jean-Paul, *Histoire de l'hôpital Lariboisière ou le « Versailles de la Misère »*, l'Harmattan, Paris, 1998, p. 21.

⁸⁸⁶ GRASSI C. Dr., « Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 1856, p. 27.

semble réclamer une infrastructure plus lourde ainsi que des coûts d'entretien supérieurs⁸⁸⁷. En effet, la vapeur étant produite aussi pendant l'été pour faire fonctionner les ventilateurs mécaniques, il y a une consommation de combustible annuelle plus importante. Les détracteurs du système à vapeur ne manquent pas de souligner cet aspect, même si le programme met les coûts après les performances⁸⁸⁸. Les risques potentiels sont également avancés, chacun prétendant que l'autre système est plus dangereux. Les batailles pour obtenir les marchés suivants sont très violentes ; il arrive fréquemment que l'avis des commissions soit laisser de côté. Ainsi, dans le cas de l'église Saint-Sulpice en 1852, le projet devait revenir à l'entreprise Grouvelle. Sur l'intervention du Dr. Boudin le projet est attribué à Léon Duvoir-Legrand. Ce dernier installe un système à eau chaude qui explose en 1858 (l'un des poêles à eau) faisant plusieurs morts⁸⁸⁹. Ce genre d'accident permet de tirer les leçons des erreurs mais donne une mauvaise image des progrès techniques.

Cette affaire démontre le désir réel de tous d'améliorer le confort et l'hygiène des hôpitaux, mais en même temps un certain désarroi en ce qui concerne la méthode et les moyens. On voit aussi qu'une « histoire » de chauffage et de ventilation concerne autant les administrateurs, les médecins, les ingénieurs que les architectes. C'est aussi grâce à des cas comme celui-là et à la diffusion des débats que les systèmes vont progresser. Cependant, il se peut que tous ces débats contradictoires n'aient pas eu que des effets positifs sur l'opinion déjà réticente.

⁸⁸⁷ Notice sur l'hôpital Lariboisière, ouvert à Paris en 1854, Dupont, Paris, 1863, p. 7-9.

⁸⁸⁸ Coûts d'installation du système Grouvelle-Thomas-Laurens : 265 752 fr, coûts d'exploitation : 56 728 fr ; Coûts d'installation du système Duvoir-Leblanc : 144 344 fr, Coûts d'exploitations : 23 805 fr. *Notice sur l'hôpital Lariboisière, ouvert à Paris en 1854*, Dupont, 1863, p. 9.

⁸⁸⁹ PECKET Eugène & HUDELO A., *Op. Cit.*, vol. 3, p. 384-385.

Le général Arthur Morin (1795-1880)

Arthur Morin, ancien élève de Louis-le-Grand, polytechnicien, est un militaire physicien. Il enseigne à Metz puis au conservatoire des arts et métiers en 1839. Il dirige cette institution de 1849 à 1880, alors que de nouveaux bâtiments émergent sur les plans de Léon Vaudoyer (1803-1872). Morin ne construit pas lui-même d'appareil de chauffage, par contre il joue un rôle d'expert, dirige des expériences, invente des appareils et des procédures, rédige des rapports. La question du chauffage et de la ventilation ne correspond qu'à une petite partie de ses publications abondantes. C'est lui qui prend la décision originale de scinder l'hôpital de Lariboisière en deux en ce qui concerne l'équipement de chauffage et de ventilation. Il est donc à l'origine du débat auquel il participe lui-même.

Le premier rapport, datant de 1860, concerne *le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*⁸⁹⁰. En fait, il s'agit d'un bilan des installations existantes afin de faire un choix judicieux pour les bâtiments du palais de justice. Il présente les systèmes du moment : le calorifère à air, le chauffage à l'eau chaude, à la vapeur ou mixte ainsi que les différents moyens de ventilation. Morin est favorable au chauffage à l'eau chaude et à l'aspiration thermique⁸⁹¹. C'est donc Léon Duvoir-Leblanc qui obtiendra le marché sur les recommandations du général.

L'ouvrage suivant est consacré à *l'étude de la ventilation*⁸⁹². En effet, Morin pense qu'il faut trancher entre les systèmes d'aspiration thermique ou la propulsion mécanique. Il reconnaît avoir une opinion favorable pour le premier système, cependant son esprit scientifique l'oblige à refuser les préjugés au bénéfice de l'expérimentation. Après de nouvelles mesures

⁸⁹⁰ MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860, 81 p.

⁸⁹¹ MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860, p. 79.

⁸⁹² MORIN Arthur Jules, Général, *Études sur la ventilation*, Bourdier, Paris, 1861, 79 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*)

réalisées à Lariboisière, il complète avec l'étude d'autres réalisations : Beaujon (Léon Duvoir-Leblanc & Van Hecke Dr.) et l'hospice du Vésinet (Van Hecke Dr.). Morin présente les tests qu'il a réalisés en 1861, avec Henri Tresca (1814-1885) sous-directeur du CNAM, à l'hospice impérial du Vésinet de l'architecte Laval⁸⁹³. Le système du docteur Van Hecke comporte un calorifère à air doté d'une cloche de fonte auquel sont adjoints parallèlement des dispositifs d'aspiration et de propulsion de l'air⁸⁹⁴. Selon les observations de Morin et Tresca ce système fonctionne bien si la température ne descend pas au-dessous de zéro ; il n'est donc pas aussi régulier que les poêles à eau ou à vapeur⁸⁹⁵. Morin conclut que pour lui les aspirations et propulsions d'air sont inutiles⁸⁹⁶. Il établit que la ventilation nécessaire pour les hôpitaux devrait être de 60 m³ par heure et par lit et 20 m³ pour les promenoirs⁸⁹⁷. Il conclut que *l'action seule de la chaleur convenablement employée suffit pour produire une ventilation énergique, stable et régulière, et que l'emploi de ventilateurs insuffisants est inutile quand les circonstances locales permettent d'utiliser l'action de la chaleur*⁸⁹⁸.

Morin complète cette première étude par une autre, basée sur une nouvelle expérience en Angleterre à l'hôpital Guy à Londres⁸⁹⁹. Dans ce bâtiment, il y a un système d'aspiration centralisée localisée dans une tour centrale (fig. 134). La circulation de l'air est coordonnée avec le système de chauffage à eau chaude dont les tuyaux sont à sections triangulaires. Au sous-sol, se trouvent des échangeurs où l'air frais prend la chaleur des conduits de chauffage, avant de circuler dans l'épaisseur des murs de refend, de réchauffer les salles et d'être évacué

⁸⁹³ Idem, p. 24.

⁸⁹⁴ Idem, p. 39

⁸⁹⁵ Idem, p. 44.

⁸⁹⁶ Idem, p. 50.

⁸⁹⁷ Idem, p. 20.

⁸⁹⁸ Idem, p. 79.

⁸⁹⁹ MORIN Arthur Jules, Général, *Classe 10, Renseignements sur la ventilation, recueillis en Angleterre en 1862*, Bourdier, Paris, 1862, 18 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*)

par la tour. Toutes sortes de mesures ont eu lieu sur la température et les vitesses de l'air à différents points. La température obtenue est jugée constante et satisfaisante (autour de 16°C), de même les salles et les WC ne sentent pas. Le général en conclut sur la supériorité des systèmes d'aspiration qui permet tout en outre d'ouvrir ponctuellement les fenêtres sans mettre la ventilation en péril.

La contribution suivante correspond à des résultats d'observations réalisées dans l'amphithéâtre de CNAM pendant l'hiver 1864-1865 (fig. 135)⁹⁰⁰. La température intérieure est maintenue entre 19°C et 20°C, le renouvellement d'air complet est 10 à 11 fois par heure, ce qui est jugé excessif. Les coûts sont évalués sur les 170 jours de tests, soit en moyenne 344 kg de combustible, au prix de 13 fr. 75 pour quatre heures de cours en soirée⁹⁰¹. La même année, Morin écrit sur des *expériences sur une cheminée en usage dans les casernes et dans les hôpitaux d'Angleterre*⁹⁰². Il fait venir un exemplaire de la cheminée améliorée Douglas-Dalton destinée au chauffage et à la ventilation des casernes britanniques et l'installe dans une pièce de 20m², haute sous plafond (fig. 136). La cheminée est positionnée dans l'angle d'une pièce avec une chambre de chaleur à l'arrière assez vaste. Les tests s'avèrent satisfaisants et les performances sont meilleures qu'avec l'appareil Fondet (voir plus loin). À mon sens, seules les dimensions du double fond sont originales, cette étude montre à quel point il est important pour les contemporains, y compris Morin, de sauver la cheminée d'une manière ou d'une autre comme appareil de chauffage.

⁹⁰⁰ MORIN Arthur Jules, Général, « Chauffage et ventilation des amphithéâtres du Conservatoire des Arts et Métiers », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 21-33, pl. 21.

⁹⁰¹ Idem, p. 523-531.

⁹⁰² MORIN Arthur Jules, Général, « Expériences sur une cheminée en usage dans les casernes et dans les hôpitaux d'Angleterre », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 180-197.

Dans un autre texte, Morin évoque une expérience effectuée à l'étranger : *un hôpital d'accouchement de Saint-Petersbourg*⁹⁰³. Les salles ne contiennent que quatre lits, et au total 132 lits et les calorifères, au nombre de huit pour les salles de malades et les dortoirs, sont en briques réfractaires, ne contiennent aucun tuyau métallique et fournissent de l'air à 30 ou 40° centigrades au plus. Chacun est placé au milieu d'une chambre à air dans laquelle est disposée une bâche toujours pleine d'eau⁹⁰⁴. Le système permet d'atteindre les températures de 15°C à 18° C dans les chambres avec une température extérieure entre -9°C et -16°C. Cette installation est une nouveauté en Russie (fig. 137).

En 1865-1866, le Général écrit un rapport au nom de la commission d'hygiène sur les appareils de chauffage à employer dans les hôpitaux, le propos est de trouver *quels sont les meilleurs systèmes de ventilation, de chauffage, de latrines, d'éclairage, de bains, de buanderie, de service des salles, etc*⁹⁰⁵. Ce sont les statistiques de mortalité dans les hôpitaux de Paris qui sont à l'origine de cette démarche. *La salubrité de l'air dans les salles destinées aux malades étant l'un des objets les plus importants à obtenir, et ce but ne pouvant être atteint que par une ventilation qui assure à la fois la sortie de l'air vicié et son remplacement par de l'air nouveau (...) Tout chauffage qui par son action directe, ne détermine pas un renouvellement suffisant et régulier de l'air, ou qui n'est pas coordonné avec une ventilation convenable, est instable et ne peut convenir aux hôpitaux*⁹⁰⁶. Morin montre que les poêles métalliques sont exclus par manque de ventilation. Cependant, il décrit des solutions viennoises et berlinoises où des poêles de céramiques servent à créer un appel et une évacuation d'air suffisante⁹⁰⁷. Le général présente des calorifères à air, dont certains qui utilisent un mélangeur

⁹⁰³ MORIN Arthur Jules, Général, « Note et documents sur l'hôpital d'accouchement de Saint-Petersbourg », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 502-522.

⁹⁰⁴ Idem, p. 504.

⁹⁰⁵ MORIN Arthur Jules, Général, « Des appareils de chauffage et de ventilation à employer dans les hôpitaux », *Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers*, 1864-1865, t. 5, p. 592-600.

⁹⁰⁶ Idem, p. 68.

d'air, où se mêle de l'air de frais de l'extérieur avec celui issu du calorifère. Puis, Morin évoque le chauffage à vapeur utilisée en direct comme dans les usines (où elle sert avant tout de force motrice). Enfin, il propose également les systèmes mixtes eau chaude et vapeur tel que les installe la maison Grouvelle⁹⁰⁸. Il conseille cependant de mettre les conduits dans des parties aisément accessibles en cas de fuites⁹⁰⁹. Enfin, Morin présente le chauffage à l'eau chaude, régulier, sain et plus économique que la vapeur. Il indique qu'il n'est pas nécessaire de faire monter l'eau dans le haut du bâtiment comme le fait Léon Duvoir-Leblanc⁹¹⁰. Il évoque également le système Perkins, circulation d'eau chaude à haute température, qu'il déconseille pour les hôpitaux. Selon lui, le choix du type de chauffage dépend de la taille des bâtiments hospitaliers : avec les petites unités, on préfère l'air chaud, pour les grandes, on privilégie l'eau chaude ou la vapeur⁹¹¹. Ensuite, le général développe une étude sur la ventilation suivie de deux projets pour un hôpital de 60 lits (trois étages de 20 lits chacun)⁹¹². Les deux participants sont les ingénieurs Guérin de la maison Léon Duvoir-Leblanc et d'Hamelin court successeur de René Duvoir. Guérin propose une installation à eau chaude avec un réservoir en partie haute qui dessert les étages inférieurs par des conduits le long du mur qui réchauffent de l'air et alimentent des poêles à eau, l'air est aspiré dans une tour placée au-dessus de la chaudière (fig. 138)⁹¹³. Le projet d'Hamelin court, utilise l'eau chaude dont les tuyaux montent le long des murs dans des conduits où passe de l'air (fig. 139). L'évacuation de l'air vicié se fait à travers les planchers vers une tour d'appel disposée au-dessus de la chaudière⁹¹⁴.

⁹⁰⁷ Idem, p. 71.

⁹⁰⁸ Idem, p. 76-77.

⁹⁰⁹ Idem, p. 78.

⁹¹⁰ Idem, p. 79.

⁹¹¹ Idem, p. 82.

⁹¹² Idem, p. 140.

⁹¹³ Idem, p. 142-144.

⁹¹⁴ Idem, p. 144-150.

On peut noter que les deux solutions ne sont pas aussi opposées que lors de la construction de Lariboisière.

La même année, le général Morin écrit une *Note sur les appareils de chauffage*, où il traite de différents calorifères à air, dont ceux de Chaussenot et d'Hamelincourt (fig. 140)⁹¹⁵. Le calorifère de Chaussenot que Morin présente est entièrement métallique. Une cloche de fonte servant de foyer est entourée d'une autre peau métallique, entre les deux circule de l'air⁹¹⁶. Des mesures sont réalisées sur cet appareil au CNAM comme dans la période où Claude Molard présidait aux destinées du CNAM. Notons que l'ingénieur Chaussenot propose aussi des calorifères à air mixte à foyer de fonte et enveloppe maçonnée (fig. 141)⁹¹⁷. Morin compare le rendement du calorifère métallique Chaussenot (bien supérieur) aux poêles installés dans les écoles parisiennes au début du siècle. Puis, le général compare deux calorifères à air chaud de cave en métal et maçonnerie l'un avec des tuyaux horizontaux (comme ceux des petits amphithéâtres du CNAM), l'autre avec des conduits verticaux, construit par d'Hamelincourt. Ce dernier a été installé à l'école municipale de la rue des Petits-Hôtels. Le calorifère à air du CNAM consomme 35 à 40 kg de houille pour 12 heures, et les résultats de celui de l'école sont assez semblables malgré les déperditions plus importantes dues aux surfaces vitrées⁹¹⁸.

Sa publication suivante, un mémoire *sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à la température rouge*, a été fréquemment citée comme référence⁹¹⁹. Nombre de textes évoquent les mauvaises odeurs et les

⁹¹⁵ MORIN Arthur Jules, Général, *Notes sur les appareils de chauffage*, Bourdier, Paris, 1866, 31 p.

⁹¹⁶ Si on observe les planches qui accompagnent le texte, on remarque une certaine familiarité avec quelques poêles brevetés par le marquis de Chabannes.

⁹¹⁷ PAYEN Anselme, « Rapport fait par M. Payen, au nom d'une commission spéciale, sur le calorifère à circulation d'air chaud, présenté par Chaussenot jeune allée, des Veuves, 45, Paris », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 39, 1838, p. 92-94.

⁹¹⁸ Idem, p. 554-555.

⁹¹⁹ MORIN Arthur Jules, Général, *Mémoires sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à la température rouge*, Didot, Paris, 1866, 69 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*)

maux de têtes provoqués par des poêles métalliques ou de certains calorifères à air. Il était donc pertinent de vérifier la salubrité de ces émanations. Afin de mettre en évidence des gaz toxiques, Morin a recours à plusieurs méthodes. Il utilise l'expérimentation animale sur des lapins et fait des tests chimiques sur la surface des poêles avec l'aide d'Anselme Payen. Les lapins sont placés trois jours dans des espaces clos avec la fonte des poêles portée au rouge et des poêles de fer, puis leur sang est dosé. Morin conclut : *Si l'ensemble des expériences faites sur les animaux ne permet pas de fixer avec quelques précisions d'oxyde de carbone absorbé par leur sang, ni celles de l'oxygène qui en a été expulsé, leurs résultats concordent tous pour montrer que l'usage des poêles de fonte, chauffée au rouge, détermine, dans ce sang, par la présence de l'oxyde de carbone, gaz éminemment toxique, des altérations dont la répétition et la persistance peuvent devenir dangereuses, tandis que les mêmes procédés d'investigation n'ont pas révélé d'effets analogues, lorsque le chauffage a été opéré avec des poêles en tôle de fer*⁹²⁰. Une fois ces résultats obtenus, la question suivante se pose : l'oxyde de carbone est-il le résultat d'une dégradation du métal, ou de la perméabilité de la fonte portée au rouge. Grâce à une série d'expériences, Morin démontre qu'une dégradation a lieu en surface pour la fonte comme pour le fer. En ce qui concerne la porosité de ces matériaux vis-à-vis de l'oxyde de carbone, la question reste en suspens, mais il conseille de l'admettre comme probable⁹²¹.

Morin avance le principe suivant : *aussi croyons-nous que c'est surtout par leur usage continu, par élévation momentanée, mais trop souvent répétée, de leur température, que les poêles en fonte, et ceux en fer, sont particulièrement dangereux dans les habitations privées, de peu de capacité, contenant proportionnellement un trop grand nombre d'individus et dans lesquelles l'air n'est pas suffisamment renouvelé*⁹²². En conclusion, le général propose une

⁹²⁰ Idem, p. 498. Notons que la fonte contient plus de carbone que le fer.

⁹²¹ Idem, p. 511-512.

⁹²² Idem, p. 514.

solution : le garnissage de l'intérieur des poêles avec des matériaux réfractaires afin d'éviter les excès de température en surface⁹²³.

Suite à cette expertise, Morin fait des *expériences sur divers poêles métalliques* (fig. 142)⁹²⁴. Le premier poêle testé est fait de tôle emboutie de forme ovoïde. Les poêles suivant, toujours métalliques, fonctionnent à flamme renversée, comme on l'a déjà rencontré avec Thiolier, au rendement meilleur⁹²⁵. Morin teste également un poêle à coke et circulation d'air proposée par la compagnie d'éclairage au gaz. Les résultats synthétisés dans un tableau montrent que le rendement est satisfaisant et répend du combustible et de la ventilation éventuelle⁹²⁶. Cependant, Morin critique la combustion lente de certains de ces systèmes qui possèdent un tirage trop faible pour être salubre. De même, il reproche des températures inégales dans la pièce. En 1868, le général Morin est appelé par le président de l'assemblée M. Schneider pour améliorer le confort des députés, en collaboration avec l'architecte Edmond de Joly (1824-1892). Les députés se plaignent des gênes en fin de journée et il a été constaté une absence de totale de ventilation des tribunes où la température peut monter à 35°C. Si on se réfère aux nombreuses mesures effectuées, on peut affirmer que les problèmes ne proviennent pas du chauffage, réalisé par des calorifères à air, puisque les températures des salles s'échelonnent entre 17°C et 21°C. Notons que la notion de confort pour cette population choisie passe à 19°C à 21°C, on est bien au-dessus des standarts des prisons et des hôpitaux. Par contre, il faut améliorer le renouvellement d'air et son évacuation, ce qui a été possible grâce à la participation de l'architecte, malgré les contraintes d'un bâtiment existant.

⁹²³ Idem, p. 516.

⁹²⁴ MORIN Arthur Jules, Général, « *Expériences sur divers poêles métalliques* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1868-1869, p. 207-224, pl. 64.

⁹²⁵ Idem, p. 211.

⁹²⁶ Idem, p. 224.

La publication de tous ces rapports est l'indice qu'il est jugé nécessaire de faire partager ses expériences comme leurs résultats afin d'améliorer la compréhension des phénomènes en jeu. Certains, comme celui sur les poêles et les oxydes de carbone, ont marqués leur temps et sont cités par les littératures étrangères. D'autres ont été traduits comme *Warming and ventilating occupied buildings* par C. B. Young de la *Smithsonian Institution*⁹²⁷. Il est clair que le général Morin a des préférences pour un système qu'il défend. Cependant, sa curiosité d'homme de sciences le porte à étudier des bâtiments étrangers et à faire des démarches scientifiques réelles dans ses travaux, à défaut d'être neutre. Morin marque avec Pécelet le moment où le domaine du chauffage se cherche comme champs scientifique et pédagogique. Notons que pour le secteur domestique, la cheminée améliorée lui semble le moyen adapté.

Eugène Geneste & Charles Herscher (fils et frères)

Geneste apparaît en premier lieu dans l'*Annuaire du bâtiment Sageret* en 1840 avec la mention *foyers économiques* ; il est également présent dans l'*Almanach du commerce* de 1841⁹²⁸. Néanmoins sur une publicité du *Sageret* de 1902, il est indiqué que la maison a été fondée en 1794⁹²⁹. En 1844, Geneste obtient à l'*exposition des produits de l'industrie française* une mention honorable *pour ses calorifères, qui sont d'une bonne combinaison et d'une bonne exécution*⁹³⁰. À l'exposition industrielle de 1849, Geneste reçoit une nouvelle mention honorable pour une nouveauté : des cheminées à grilles cylindriques pour brûler de l'antracite ou de la houille sèche. On constate qu'en 1851 dans l'*Almanach du commerce*,

⁹²⁷ MORIN Arthur Jules, Général, *Warming and ventilating occupied buildings*, Translated by Clarence B. Young, vol. 2, Washinhton, Smithsonian Institution, 1882.

⁹²⁸ SAGERET, *Annuaire du Bâtiment*, 1840, Paris, p. 182 ; *Almanach du Commerce Bottin*, 1841, Paris, p. 597, adresse : 4 rue Boucherat, en 1848 Geneste est au 5 bis rue Neuve Ménilmontant.

⁹²⁹ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1902, p. 2143.

⁹³⁰ POUILLET, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section VI, Fain et Thunot, Paris, 1844, vol.2, p. 937.

Geneste devient Geneste et fils, poëlier fumiste⁹³¹. On apprend dans le *Sageret* de 1851 que Geneste est rapporteur de la chambre syndicale des poëliers fumistes lorsque René Duvoir est président⁹³². Dans le *Sageret* 1858 on peut lire : *Geneste et fils constructeurs d'appareils de chauffage brev. d'inv. et perfectionnement pour lignes de chemins de fer administrations, théâtres, collèges, églises, monuments*. C'est entre 1867 et 1876 que Geneste fils devient : Geneste fils et Herscher frères⁹³³. Cette association marque une évolution de la maison ; ce n'est plus un chauffagiste parmi d'autres qui obtient de temps à autre des récompenses ; elle entre dans le petit groupe de ceux qui se partagent les marchés des grands bâtiments publics. Ces changements se manifestent clairement lors de l'exposition de 1878.

Pour le chauffage de l'église Saint Pierre de Montrouge (1863-1867) de l'architecte municipal Emile Vaudremer, l'entreprise Geneste et Herscher pose un calorifère à air⁹³⁴. Avec le même architecte, ils chauffent le groupe scolaire de la rue d'Alésia (1873-1875). Les appareils de ventilation et de chauffage sont disposés dans l'axe des cloisons, ce qui pourrait être une solution économique⁹³⁵. L'entreprise est chargée de réaliser pour la Ville les chauffages des édifices scolaires municipaux⁹³⁶.

Geneste et Herscher chauffent également des bâtiments privés comme le magasin de la Belle jardinière dont la réalisation est publiée en 1873 par la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*. Le système suivant, breveté, est installé dans les caves : *il consiste à faire déboucher, dans les gaines communiquant avec l'extérieur, un jet d'air comprimé qui met en mouvement et entraîne avec lui l'air ambiant ; cet air passe par les carneaux*

⁹³¹ *Almanach du Commerce Bottin*, 1851, Paris, p. 789. En 1860, l'adresse est le 9 rue Neuve de Ménilmontant; en 1865 l'adresse devient le 24 rue du Chemin-vert..

⁹³² SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1867, p. 64-70.

⁹³³ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1876, p. 135-145. SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1851, p. 223.

⁹³⁴ THOMINE, Op. Cit, p. 299.

⁹³⁵ Idem, p. 132.

⁹³⁶ Idem, p. 325.

*des calorifères et se répand ensuite dans les magasins par les bouches de chaleur. L'été lorsque les calorifères ne sont pas allumés, l'air traverse également les mêmes carneaux, et les bouches de chaleur deviennent des bouches de ventilation*⁹³⁷. Geneste et Herscher reprennent le principe du calorifère à air en lui adjoignant une propulsion à vapeur de l'air, ce qui rend l'installation plus fiable et applicable à des bâtiments de grandes tailles (fig. 143).

Lors de l'exposition universelle de 1878, la maison Geneste & Herscher présente la ventilation et le chauffage du palais du Trocadéro de Gabriel Davioud et Jules Bourdais comme du théâtre de la Monnaie de Bruxelles de l'architecte Bordiau (fig. 144)⁹³⁸. La maison Geneste et Herscher chauffe également des bureaux et particulièrement ceux de la compagnie des chemins de fer de Lyon et de la Méditerranée présentée par l'édition posthume de Péclet en 1878⁹³⁹. La vapeur a été choisie pour sa sécurité et sa souplesse ; elle est produite par deux générateurs, l'un puissant pour le chauffage, l'autre plus petit pour la ventilation mécanique. Les surfaces de chauffe sont placées dans de faux planchers traversés par de l'air.

Le chauffage du projet de l'hôtel de Ville (1881 à 1884) est également confié à la maison Geneste et Herscher, ce qui marque le succès de leurs propositions. La ventilation mécanique est assurée par trente-six moteurs électriques (électricité produite localement à la vapeur) et le chauffage à vapeur est produit au moyen de dix générateurs placés dans les sous-sols⁹⁴⁰. Comme pour les autres projets, il y a indépendance entre chauffage et ventilation. *La vapeur est élevée dans la gravité, les surfaces rayonnantes sont placées dans les locaux mêmes à chauffer, près du sol,*

⁹³⁷ *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, Paris, 1873, vol 30, col. 14-16, pl. 9.

⁹³⁸ BARLET, « Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage », *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris, 1879, vol. 5.

⁹³⁹ PECLET Eugène & HUDELO A., *Op. Cit.*, vol. 3, p. 316-319.

⁹⁴⁰ HERSCHER Charles, *Etablissements Geneste, Herscher et Cie. Applications du génie sanitaire Ventilation, chauffage, assainissement, désinfection. Matériel d'assainissement*, Dupond, Paris, 1889, p. 32

au bas des parois refroidissantes, et notamment des parties vitrées. Les *surfaces de chauffe sont divisées de telle façon que les unes fournissent de la chaleur près des parois refroidissantes ; les autres, de l'air à température modérée, pour la respiration.* Cette prise en compte des déperditions des surfaces vitrées, qu'il faut compenser, les incite à proposer des *rubans de chaleur à la base et tout au pourtour de la toiture vitrée du grand hall du service financier.* Aujourd'hui encore, et alors que le chauffage urbain a remplacé ces installations, on peut toujours voir les registres de ventilation placés dans le sol des couloirs. Cette installation est également présentée dans l'édition posthume du traité d'Eugène Péclet⁹⁴¹.

Les nouveaux bâtiments de la Sorbonne de l'architecte Henri Pierre Nenot (1853-1934) sont également chauffés par Geneste et Herscher. Comme les fonctions des différents espaces sont différenciées, les moyens de chauffage sont adaptés : air chaud propulsé mécaniquement à l'électricité dans le grand amphithéâtre, le grand vestibule, les grands escaliers, salle du conseil académique, chauffage à eau chaude par microsiphon pour l'appartement du recteur, chauffage à vapeur pour les bureaux, les salles de cours et de conférences⁹⁴². Parmi les autres bâtiments publics chauffés par la maison Geneste et Herscher, on peut citer la maison de répression de Nanterre, l'hospice Ferrari à Clamart, l'hôpital du Mans, l'école centrale des arts et manufactures, l'école vétérinaire de Maison-Alfort, le lycée Janson de Sailly, Collège Rollin, école normale de la Seine, un groupe scolaire à Bagnolet, le théâtre de Nice, le théâtre de l'Opéra Comique, la banque de France, la banque Rothchild, le château de Laversin et l'hôtel de Flourens.

⁹⁴¹ PECKET Eugène & HUDELO A., Op. Cit, vol. 3, p. 347-353.

⁹⁴² Idem, p. 36.

Charles Herscher s'intéresse aux procédés étrangers et il écrit en 1881 : *Note sur des procédés récents de chauffage et de ventilation observés en Autriche*⁹⁴³.

De 1885 à 1889, la maison Geneste et Herscher chauffe le lycée Buffon d'Emile Vaudremer ⁹⁴⁴. Lors de l'exposition universelle 1889, Jules Grouvelle qui est rapporteur présente les différents systèmes qu'ils installent ainsi que différents types de surfaces de chauffe en fonte en fer, lisse ondulée ou à ailettes⁹⁴⁵. Parmi leurs appareils, citons le microsiphon où une petite quantité d'eau circule dans des tubes de faible diamètre, de même : *à tous ces appareils, M. Geneste, Herscher et Cie appliquent, suivant les circonstances et les besoins, un foyer spécial permettant de brûler des combustibles à bas prix*⁹⁴⁶. En parallèle de l'exposition, un livre promotionnel est écrit par Charles Herscher : *Etablissements Geneste, Herscher et Cie. Applications du génie sanitaire Ventilation, chauffage, assainissement, désinfection. Matériel d'assainissement*⁹⁴⁷.

La maison participe à l'exposition internationale de Chicago : *la société Geneste et Herscher et Cie, qui ne compte plus ses succès aux expositions internationales, avait exposé à Chicago dans les deux classes génie civil et hygiène. Ils exposent une série de dessins indiquant certaines combinaisons d'emplois spéciaux de ses appareils, plusieurs de ses installations de ventilation mécanique et de chauffage à vapeur, réalisées avec succès, notamment celles de la grande salle de la nouvelle Sorbonne, les amphithéâtres de l'Ecole central des arts et manufactures*⁹⁴⁸.

⁹⁴³ HERSCHER Charles, DEMIMUID René, « *Note sur des procédés récents de chauffage et de ventilation observés en Autriche* », *Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, impr. de E. Capiomont et V. Renault, Paris, 1881, 15 p.

⁹⁴⁴ THOMINE, Op. Cit, p. 308.

⁹⁴⁵ GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « *Appareils et procédés de chauffage* », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international, Classe 27*, p. 742-744.

⁹⁴⁶ Idem, p. 744.

⁹⁴⁷ HERSCHER Charles, *Etablissements Geneste, Herscher et Cie. Applications du génie sanitaire Ventilation, chauffage, assainissement, désinfection. Matériel d'assainissement*, Dupond, Paris, 1889, 82 p.

⁹⁴⁸ *Exposition internationale de Chicago en 1893*, vol. 13; Ed. M. Camille Frantz, Imprimerie Nationale, 1893, p. 143-145.

Dans son cours datant de 1908, Maubras évoque leur technique du microsiphon, inspirée du système Perkins⁹⁴⁹. La pression limitée à 15 kg/cm² permet de placer les surface de chauffe en dérivation et les arrêter à volonté ; les tubes, en continu, font 24 mm de diamètre intérieur, les surfaces de chauffe à ailettes semblent bien adaptées (fig. 145). Deux Hescher sont répertoriés dans les annuaires de l'école centrale : Etienne (EC 1886) et René (EC 1895) Herscher. Dans la publicité du *Sageret* de 1902, le dirigeant est alors Etienne Herscher-Geneste, qui a succédé à Charles décédé en 1893.

Victor Charles Joly

Victor Charles Joly, qui écrit en 1869 le *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, vient, comme Audot, de la filière agricole. Il est, en effet, vice-président de la Société Centrale d'Agriculture de France (1869 à 1879)⁹⁵⁰. Le *Sageret* présente Joly en 1858 : C. J. et cie, breveté rue Drouot et rue de la Victoire, calorifère à double enveloppe et foyer mobile d'une économie et d'une supériorité incontestable, marchant au coke et donnant pendant 12 heures une température toujours égale, sans renouvellement de combustible, appareils de toute grandeur, de toutes formes, et de tous prix, pour toute sorte de locaux modèles spéciaux pour les serres et sous-sols à triple enveloppe et double courant d'air chaud, marchant sans aucune surveillance⁹⁵¹. L'ouvrage de Joly résulte d'une constatation : *les traités spéciaux les plus estimés ne s'occupent que des applications de la chaleur à l'industrie et aux grands espaces, comme les hôpitaux, les casernes et les prisons. Nous ne connaissons pas de traité pratique qui mette le propriétaire ou*

⁹⁴⁹ MAUBRAS V., *Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques*, Fanchon, Paris, 1908, vol. 1, p. 492.

⁹⁵⁰ JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, 203 p.

*l'architecte en mesure de se prononcer, en pleine connaissance de cause, sur le système à employer suivant les lieux et les besoins dans les habitations particulières. Nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile de publier quelques données à ce sujet*⁹⁵². L'émergence de cette approche, montre qu'un besoin se manifeste : apporter les nouvelles méthodes modernes de chauffage à l'espace domestique. Il est vrai que les traités dont celui de Péclet traitent très sommairement le chauffage domestique. Durant l'époque d'expérimentation et de tâtonnement technique, le secteur domestique ne semble pas un débouché rentable pour les entreprises. Notons qu'à la fin de son ouvrage Joly joint une bibliographie internationale tout à fait remarquable, y compris sur le plan historique. Il commence son ouvrage par une courte mise au point théorique et se positionne en faveur de la thèse du mouvement, ce qui est original. Il poursuit avec un chapitre sur les bains où il évoque les solutions adoptées en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis et insiste sur la nécessité d'isoler les conduits. Il propose différentes méthodes pour le *chauffage des bains des maisons à loyer*⁹⁵³. Joly présente plusieurs techniques diverses pour le confort et l'hygiène de la maison : les citernes à eau, les glacières, les lavabos, les monte-plats⁹⁵⁴. Joly obtient une mention honorable à l'expo de 1867 : poêle calorifères au coke, avec appareil de charge mobile. Le coke brûle dans cet appareil avec lenteur et régularité, et donne une chaleur très égale pendant toute la durée de la composition. On se loue beaucoup, en général, de l'emploi des calorifères de M. Joly, tant sous le rapport de l'économie qu'ils procurent que sous celui de la facilité de leur entretien. Leur prix est d'ailleurs très modique⁹⁵⁵. Il fait un constat alarmant : *Si dans la seule ville de Paris, avec ses 1 800 000 âmes, on calcule 30 habitants, en moyenne, par maison, c'est 60 000 habitants à 25 cheminées chacune, soit 150 000 appareils*

⁹⁵¹ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1858, p. 93.

⁹⁵² JOLY, Op. Cit, Introduction, p. IX.

⁹⁵³ Idem, p. 43-52.

⁹⁵⁴ Idem, p. 53-75.

de chauffage, qui n'utilise que 8 à 10 % du combustible. Le reste est perdu dans l'atmosphère, sans profit pour personne⁹⁵⁶. Puis, il aborde la question du chauffage des appartements par une approche historique bien documentée et assez juste⁹⁵⁷. L'exposition universelle précédente de 1855, semble lui avoir apporté une vision de ce qui se passe à l'étranger. Joly rappelle qu'il ne faut jamais oublier que tout appareil domestique doit avant tout être simple, économique, facile à nettoyer et à inspecter, sans exiger des ouvriers spéciaux ou des réparations fréquentes et coûteuses. Je passe donc sous silence une foule d'inventions soi-disant modernes, plus ou moins brevetées, qui se copient les unes les autres et qui sont tombées dans l'oubli, les unes par leur complication, d'autres par leur aspect peu élégant, presque toutes par la difficulté du ramonage⁹⁵⁸. Il présente l'appareil Fondet, un élément de fonte, qui se place dans une cheminée afin de chauffer de l'air à l'intérieur (fig. 146). Joly qui reconnaît sa diffusion, critique sa rentabilité⁹⁵⁹. Comme il reconnaît l'intérêt de conserver un foyer, afin de respecter nos habitudes culturelles, il présente un brevet de Debret (fig. 147), qui est une reprise de la cheminée de Montalembert (avec plus de labyrinthes à fumée) et de l'appareil Mousseron (fig. 148) et celui de Descroizilles qu'il critique. Joly prêche pour un aménagement de la cheminée comme finalement celle qu'il propose pour lequel il a obtenu un prix de la Société d'Encouragement (fig. 149). Ce dispositif possède un double fond de fonte avec ailettes pour le foyer. Au-dessus on trouve un échangeur de chaleur métallique où les fumées se déploient en échauffant de l'air qui finalement sort par des bouches latérales. On peut

⁹⁵⁵ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1876, p. 449

⁹⁵⁶ Idem, p. 77.

⁹⁵⁷ Idem, p. 76-101. Il n'attribue au romains que ce qu'ils ont effectivement inventé (pas les cheminées par exemple). Il présente les poêles alémaniques avec des schémas très explicites, en particulier, pour ce qui concerne le chargement souvent réalisé dans une autre pièce. De même, il présente les contributions de Savot, Blondel, Gauger, Franklin, Hebrard, le marquis de Montalembert, Rumford avec des dessins immédiatement compréhensibles.

⁹⁵⁸ Idem, p. 103.

⁹⁵⁹ L'appareil Fondet est l'un des objets que j'ai le plus croisé *in situ* dans toutes sortes de cheminées : celle d'un salon de la fondation Deutsch de la Meurthe, au château de Maison-Lafitte, au château de Rambouillet. L'une de ses qualités est de pouvoir aisément être installé dans une cheminée existante.

dire que c'est une manière de tirer le meilleur rendement d'une cheminée, sans renoncer au foyer ouvert. Joly écrit : *quand on voudra adopter cette disposition, en deux mois, on aura payé les frais de l'appareil par économie de combustible et l'on aura obtenu la chaleur désirable*⁹⁶⁰. La cheminée commercialisée est plus arrondie que la première version (fig. 150). La cheminée de Joly obtient un grand diplôme d'honneur à l'exposition de Paris de 1878 est fabriquée vendue par la maison Geneste et Herscher au 42 rue du Chemin Vert (fig. 151)⁹⁶¹. Notons qu'une maquette de Joly est conservée dans les collections du CNAM : un fourneau économique⁹⁶². Joly revient également sur la nécessité de chauffer correctement les antichambres à l'aide de poêles qui doivent être modifiés pour être plus sains. L'auteur propose un modèle de calorifère à air qu'il juge sain : celui de M. Weibel de Genève, alliant une enveloppe de maçonnerie contenant une chaudière métallique aux parois en accordéons (fig. 152). Joly évoque les systèmes de chauffage à l'eau chaude, auquel il reconnaît des qualités d'efficacité sans croire que ce soit une solution pour le chauffage domestique. Il écrit : *comme on le voit, dans certaines circonstances, le chauffage à l'eau, que nous appliquons rarement chez nous, peut avoir un très heureux emploi, surtout dans les habitations où presque toutes les pièces sont occupées, et où l'on a besoin pendant longtemps d'une température douce et régulière. Dans la pratique, on combine le chauffage à l'eau avec le chauffage à l'air, en utilisant la chaleur de l'appareil pour les pièces contiguës et en envoyant l'eau chaude aux pièces éloignées*⁹⁶³. En achevant son chapitre sur le chauffage, Joly lance une idée pleine d'avenir : la géothermie, en évoquant le village de Chaudes-aigues, où de l'eau surgit à 80°C, et dont il sera question dans la partie concernant le chauffage urbain. Puis, il traite des solutions pour obtenir une bonne

⁹⁶⁰ Idem, p. 120.

⁹⁶¹ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1896.

⁹⁶² Inv. 07914-0000, Maquette du fourneau économique de Joly, provenant de l'exposition universelle de 1867.

⁹⁶³ JOLY, Op. Cit, p. 130.

ventilation. Même si le propos de cet ouvrage est de vanter les qualités de sa cheminée, il fait un point sur la situation effective du chauffage domestique en 1869 et sur la manière dont elle est perçue. De même, il est conscient qu'ailleurs s'élabore une société qui met en avant le confort. Il décrit le wagon américain exposé au conservatoire des arts et métiers : *là tout est prévu, chauffage confortable, lits suspendus, issue à l'air vicié par le gaz des lampes ou la respiration, lavabos, water-closet, tout y est : assurément les hommes qui vivent là comprennent le confort et l'hygiène*⁹⁶⁴.

Les années suivantes, Charles Joly cherche à améliorer sa cheminée et le *Bulletin de la société d'encouragement* fait, en 1874, état de ses progrès⁹⁶⁵. Il publie encore quelques courtes plaquettes sur les aspects du chauffage ou de la ventilation.

Le chauffage dans les grandes expositions industrielles puis universelles

Nous avons vu que les appareils de chauffage étaient présents dès la première exposition industrielle avec Jean Simon Bonnemain mais aussi Jean François Désarnod dès 1798. Lors des premières expositions de 1798, 1802, 1806, les fabricants d'appareils de chauffage ne sont pas groupés dans les publications.

En 1819, les exposants sont organisés par sections, et les *appareils d'économies domestiques* sont rangés en appendice entre la 4^e et la 5^e section⁹⁶⁶. En 1823 et 1827, nos fabricants disposent d'une section distincte au sein de l'économie domestique⁹⁶⁷. Seuls les lauréats sont

⁹⁶⁴ Idem, p. 155.

⁹⁶⁵ « *Rapport de séance du conseil d'administration* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 73, 1874, p. 157.

⁹⁶⁶ Le NORMAND L.-S. & MOLEON J.-G.-V., *Description des expositions des produits de l'industrie française, faites à Paris depuis leur origine jusqu'à celle de 1819 inclusivement ; renfermant les noms et les adresses de tous les exposants tant nationaux qu'étrangers*, Bachelier, Paris, 1824, vol. 4, 368 & 324 & 360 & 352 p.

⁹⁶⁷ THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française, 1823*, Imprimerie Royale, Paris, 1824, chapitre XXX : *économie domestique*, section 2, *chauffage*, p. 365-369. THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française 1827*, Paris: Imprimerie royale, 1828, chapitre XXXII : *économie domestique*, section 2 : *chauffage*, p. 409-411.

présentés avec un bref commentaire sur ses produits et évidemment leurs adresses⁹⁶⁸. En 1839, les appareils de chauffage sont présentés par Anselme Payen dans la 5^e commission (Arts chimiques), 3^e section (chauffage) qui rédige également un très court texte historique en introduction⁹⁶⁹. En 1844, la même organisation a lieu : 5^e commission (Arts chimiques), 6^e section (chauffage), M. Pouillet en est le rapporteur⁹⁷⁰. Il écrit quelques pages d'introduction générale puis viennent les lauréats classés par domaine : *le chauffage des grands édifices* vient en premier, puis les *calorifères* avant les *appareils culinaires et autres*. L'ordre est ici significatif. En 1849, la structure des commissions et des sections précédentes est reprise, le chauffage a trouvé sa place. Le premier domaine est : *calorifères à circulation d'eau ou de vapeur*, puis, les autres suivent : *calorifères à air chaud*, ensuite, *cheminées*, enfin, *appareils culinaires et appareils distillatoires de l'eau de mer*.

En 1855, il y a une structure différente, d'un côté un texte : une visite à l'exposition universelle de Paris 1855, de l'autre, une présentation des lauréats qui sont dans une classe distincte *industries comprenant l'emploi économique de la chaleur, de la lumière, et de l'électricité*⁹⁷¹. Dans le texte, les modes de chauffage domestiques traditionnels sont présentés avant les calorifères, les systèmes à eau chaude et à vapeur. Puis, la ventilation est également évoquée. En 1867, les appareils se trouvent dans le groupe 3, classe 24 : *Appareils et procédés de chauffage et d'éclairage*. La section 2 est rédigée par l'ingénieur Louis Ser, qui décrit la situation telle qu'elle est à

⁹⁶⁸ Si l'on veut voir l'ensemble des participants il faut explorer les dossiers correspondant aux Archives Nationales.

⁹⁶⁹ PAYEN Anselme, « *Chauffage* », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section III, Bouchard-Huzard, Paris, 1839, vol. 2, p. 498-499.

⁹⁷⁰ POUILLET, « *Chauffage* », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section VI, Fain et Thunot, Paris, 1844, vol. 2, p. 928-929, p. 931-932.

⁹⁷¹ *Visite à l'exposition universelle de Paris*, en 1855, sous la direction de Tresca, Hachette, 1855, p. 424-434.

PECLET Eugène, « *Chauffage et ventilation des édifices publics - Classe 9* », *Rapports du jury mixte international*, publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 442-452.

ce moment par type de programme, cette fois il n'est plus question explicitement des lauréats⁹⁷².

Un bilan de la période 1830-1870

On a vu qu'en parallèle avec les développements théoriques d'Eugène Péclet et du général Morin se développent des approches pratiques à visées commerciales. Ces deux points de vue qui s'alimentent mutuellement. Les réalisations pratiques sont des sources d'observations et d'études pour les théoriciens. Les firmes s'affrontent à travers les procédés dont ils sont l'inventeur ou du moins « l'améliorateur ». Ils défendent vigoureusement leur part du marché assez vaste des bâtiments publics à cette époque. Les plus anciennes firmes de chauffage sont confiées progressivement à des successeurs : d'Hamelin court pour René Duvoir, Harquembourg pour Grouvelle. Les enjeux de la concurrence sont alors de moins en moins personnels. En outre, ces maisons sont susceptibles d'installer des appareils de chauffage en fonction des besoins des lieux et moins des stratégies de l'entreprise. Notons que les débats qui secouent le milieu français du chauffage et de la ventilation ne sont pas des cas d'espèce. En effet, la Grande-Bretagne voit un débat tout aussi vif se développer autour du projet de chauffage et de la ventilation de la chambre des communes par l'ingénieur écossais David Boswell Reid (1805-1863). Dans ce cas, c'est l'architecte et l'ingénieur qui s'opposent lors de la reconstruction du bâtiment⁹⁷³. L'évolution du secteur se mesure également dans les différentes éditions du *Sageret (Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics)*. Les rubriques se multiplient et changent de nom, on passe du *poëlier fumiste* (commun avec *l'Almanach de Commerce*) aux *calorifères*, au *chauffage*

⁹⁷² SER Louis, « *Chauffage et ventilation* », *Exposition universelle de 1867, groupe III, classe 24, Rapports du jury international*, sous la dir. Michel Chevalier, vol. 3, p. 362.

⁹⁷³ Informations issues du site sur les ingénieurs civils victoriens (Peter Lawson Smith) Eugène Péclet rend compte de la première réalisation que Reid a L'évoeffectuée a pour le bâtiment provisoire de la chambre des communes dans PÉCLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1861, vol. 3, p. 129-131.

économique, aux chaudronniers poêliers, aux poêles de faïence et biscuits ; de même, il y a plusieurs rubriques d'ingénieurs : civils, mécaniciens, hydrauliciens⁹⁷⁴.

Pendant cette période, on constate l'apparition et le développement d'entreprises qui industrialisent progressivement la fabrication d'appareils de chauffage. On peut citer la maison Godin, fondée en 1840, qui obtient à l'exposition industrielle de 1849 une citation favorable pour ses poêles et ses cuisinières économiques⁹⁷⁵. Lors de l'exposition Universelle de 1855, on peut lire : *La plupart de ces exposants présentent en outre une série complète d'appareils de chauffage en fonte, appliqués aux besoins domestiques, tels que fourneaux économiques, fourneaux de cuisine, etc. mais la fabrication de ces derniers appareils est surtout représentée par les fonderies d'Hayance et de Cousances, les manufactures de MM. Godin Lemaire, Vinet-Odlin et Cie, André père et fils en France et les fonderies Tangerhütte en Prusse*⁹⁷⁶. Cette exposition fait l'objet d'un compte rendu exceptionnellement conséquent dans la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* (fig. 153)⁹⁷⁷.

On remarque que le sujet « chauffage » fait moins recette à partir des années 1870 dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, ce qui indique que cela n'est plus considéré comme un secteur d'innovation.

⁹⁷⁴ SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics* 1831, 1840, 1851, 1858, 1867, 1876, 1896, 1902, 1904.

⁹⁷⁵ PAYEN Anselme, « Chauffage », *Exposition des produits de l'industrie française*, 6^e section, Imprimerie Nationale, Paris, 1850, p. 816.

⁹⁷⁶ *Visite à l'exposition Universelle de Paris, en 1855*, Hachette, Paris, 1855, p. 426.

⁹⁷⁷ PERREY Jean Edmée, « Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vol. 13, cols. 149-161 & col. 193-208 & col. 262-277 & col. 419-447, pl.25-32.

Le chauffage à la fin du XIX^e siècle

La fin du siècle correspond pour le chauffage à une phase de mise au point après des phases d'expérimentation et de tâtonnement.

L'accident survenu à l'église de Saint-Sulpice, où un calorifère explose tuant et blessant plusieurs personnes en 1858, a eu des conséquences sur les choix de types de chauffage pour les bâtiments publics. Ainsi, on a plus volontiers recours aux calorifères à air, particulièrement pour les théâtres pour lesquels ils sont appropriés⁹⁷⁸. Souvent ces calorifères sont réalisés en maçonnerie de brique (fig. 154). Les questions de sécurité favorisent également les systèmes de chauffage dits indirects. Ces solutions mixtes ne mettent pas les usagers avec les conduits d'eau chaude ou de vapeur ; ceux-ci sont cantonnés dans des zones d'échanges thermiques. Ces systèmes ont aussi l'avantage de cacher les appareils, ce qui est valorisé dans l'habitat de luxe ou dans des espaces de représentations. Jules Grouvelle écrit : *il faut signaler, tout particulièrement, les progrès matériels réalisés dans la construction et l'installation des grands appareils de chauffage, au point de vue de l'aménagement général et du montage. Les constructeurs se sont ingéniés à installer des appareils exempts de fuites, de telle sorte que la vapeur et l'eau chaude puissent être distribuées, dans les édifices, aussi facilement que le gaz et l'eau froide. Les surfaces de chauffe, grâce à l'adjonction des lames ou ailettes, ont de moindres dimensions. Elles se plient à tous les emplacements*⁹⁷⁹. Les surfaces de chauffe et les échangeurs thermiques représentent un des secteurs où l'on rencontre une évolution.

⁹⁷⁸ Une commission avait été chargée par le préfet de la Seine de dresser le programme à suivre pour opérer la ventilation et le chauffage du Théâtre-Lyrique et du cirque que la ville construisait. Cette commission adopta la proposition de son rapporteur, le général Morin, laquelle consistait à ventiler par appel et à se servir à cet effet de la chaleur développée par les becs de gaz de l'éclairage ; comme chauffage, la commission, éclairée sans doute par les résultats de l'explosion meurtrière du calorifère à eau chaude de Saint-Sulpice, spécifia des calorifères à air chaud, PECKET Eugène & HUDELO A., *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1878, vol. 3, p. 321.

⁹⁷⁹ GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « Appareils et procédés de chauffage », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international*, Classe 27, p. 742.

L'origine étymologique du mot radiateur se situe un peu avant 1895⁹⁸⁰. Notons que l'*American Radiator Compagny* de Boston expose ses modèles de radiateurs standard et de chaudières modulaires à Paris en 1900 (fig. 155)⁹⁸¹. Ces radiateurs américains sont à l'origine des nos radiateurs actuels. Notons que l'élite des fabricants de chauffage français était présente à l'exposition internationale de Chicago en 1893. Henri Hamelle propose des appareils plats assez proches des radiateurs américains, dès 1896 (fig. 156)⁹⁸².

Les systèmes de chauffage se complexifient et les pressions sont mieux maîtrisées. Pour le chauffage à l'eau chaude, on trouve une très basse pression, une basse pression, une moyenne pression, une haute pression. Le système de Micro-siphon de Geneste & Herscher correspond à de la haute pression.

Les applications du chauffage central s'étendent progressivement. On voit l'architecte Emile Vaudremer imposer, entre 1880 et 1890, des moyens modernes de chauffage aux municipalités pour lesquelles il construit, malgré l'ampleur des coûts initiaux. De même, on constate que le chauffage à eau chaude ou à vapeur, réservés préalablement aux grandes écoles comme Polytechnique, concerne aussi les lycées de tout le pays. Pour le chauffage domestique, on peut lire lors du rapport de l'exposition Universelle de 1878 : *Le chauffage domestique n'a guère fait de progrès marquants depuis 1867*⁹⁸³. Cependant, même si la progression est plus lente, la question émerge comme sujet : le chauffage et l'aération des habitations sont traités à l'occasion du congrès international d'hygiène et de démographie à Paris en 1889.

⁹⁸⁰ Le trésor de la langue française cite un brevet de Grouvelle et Harquembourg en 1895.

⁹⁸¹ d'ANTHONAY Léon, « Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p 331-333.

⁹⁸² SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, 1896.

⁹⁸³ BARLET, « Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage », *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris, 1879, vol. 5. p.76

Un autre secteur émerge pendant cette période : le chauffage par rayonnement des parois. Issue des hypocaustes, ce système évite de chauffer l'air. Il permet donc d'atteindre un niveau de confort satisfaisant tout en gardant de l'air frais. On peut lire une première référence à ce mode de chauffage dans les colonnes de la *Revue Générale d'Architecture et des Travaux publics*. Edwin Chadwick fait, lors de la guerre de Sécession, d'ambulances de campagne sous tentes posées sur un sol chauffant (fig. 157)⁹⁸⁴. Fort de cette expérience, il propose un système de chauffage par parois creuses tout à fait séduisant (fig. 158). Emile Trélat (1821-1907), qui juge le chauffage de l'air malsain prêche pour le chauffage par rayonnement, écrit : *Tout ce qui vient d'être dit enseigne que pour établir un chauffage salubre dans une habitation, il faudra : 1° Porter les surfaces des enveloppes au milieu desquelles nous vivons, celles des murs, des planchers ou des plafonds aussi bien que celles des meubles, à une température telle que les radiations calorifiques qu'elles émettent, et que nous recevons, ne contrarient pas la température physiologique du corps. 2° Maintenir l'atmosphère intérieure à une basse température, pour que la respiration soit efficace avec le moindre travail des poumons*⁹⁸⁵. En 1889, Trélat cite l'expérience réalisée par Charles Somasco de sa maison à Creil chauffée par de l'air chaud qui passe entre les deux parois d'un mur creux. L'idée séduit car le *Génie Civil* y fait référence comme le compte rendu de l'exposition de 1900⁹⁸⁶.

À la fin du XIX^e siècle, les concepteurs et installateurs d'appareils de chauffage ne sont plus les détenteurs d'un système qu'ils défendent mais des intervenants polyvalents. Ils proposent ainsi des prestations relativement similaires. À l'occasion du rapport de l'exposition de 1889,

⁹⁸⁴ LAVEZZARI Emile, « *Traité pratique du chauffage* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°29, 1872, col. 152-154.

⁹⁸⁵ TRELAT Emile, SOMASCO Charles, *Le chauffage et l'aération des habitations*, Bibliothèque des Annales économiques, Paris, 1889, p. 4.

⁹⁸⁶ *Le Génie Civil*, tome XX, 1892, n°10, 168 p., GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « *Appareils et procédés de chauffage* », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international*, Groupe 3, Classe 27, p. 727-758., p.741.

Jules Grouvelle décrit une installation de Geneste & Herscher qui comportent des appareils fabriqués par d'autres firmes⁹⁸⁷. Les solutions s'adaptent au besoin de l'utilisateur et au programme. Par exemple, si l'occupation est intermittente, on évitera donc les « régimes continus » comme avec l'eau chaude.

Pendant les vingt dernières années du XIX^e siècle, les traités, souvent écrits par des enseignants à partir de leur cours, évoluent. Ces ouvrages abordent les techniques de chauffage selon différents plans mais sans présenter les projets comme cela se faisait précédemment. Il n'y a pas d'études de cas mais une présentation de différents types de solutions, les unes après les autres avec leurs spécificités. Tendanciellement, le nombre de pages de ces traités se réduit par rapport aux recours atteints par Eugène Péclet.

⁹⁸⁷ GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « Appareils et procédés de chauffage », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international*, Groupe 3, Classe 27, p. 742-744.

III - La naissance du chauffage urbain

Si on admet que le chauffage central représente un progrès par rapport au chauffage individuel traditionnel, le chauffage urbain peut apparaître comme un chauffage central à l'échelle de la ville. On peut ainsi le qualifier d'expression de la modernité en matière de chauffage et d'urbanisme.

Le chauffage urbain libère des contraintes d'approvisionnement en combustible et des risques y afférant, limite le nombre de foyers dont les émissions sont contrôlées, réduit les espaces nécessaires pour les chaudières et le stockage du combustible et des cendres. Il crée par contre une dépendance vis-à-vis d'un fournisseur et demande une infrastructure urbaine qui représente un investissement non négligeable. Le chauffage urbain est apparu en Amérique du Nord à la fin du XIX^e siècle, là où le chauffage central (à vapeur) avait déjà un développement sans commune mesure avec les situations Européennes. Les contraintes climatiques ne sont pas indifférentes à cette avancée technique. En effet, Lockport, berceau du chauffage urbain, est une ville située au nord de l'État de New York, à proximité immédiate du Canada, juste à l'est des grands lacs sur lesquels soufflent des vents glacés pouvant déposer jusqu'à deux à trois mètres de neige au sol et faire descendre considérablement les températures.

Jean Fleury, responsable des services techniques de Villeurbanne et père du chauffage urbain de cette commune, écrit en 1927, le texte suivant qui résume assez bien l'intérêt pour ce type d'équipement : *Les Américains se sont montrés les gens pratiques qu'on dit être. Ils se sont dit que, puisque le chauffage d'un appartement se faisait au total plus économiquement que celui d'une pièce, celui d'un grand immeuble plus économiquement que celui d'un appartement, il était logique que le chauffage d'une ville toute entière fût encore de beaucoup le plus économique. Ils l'ont pensé et ils l'ont réalisé, de sorte que depuis plus de cinquante ans, dans leur pays, des distributions de chauffage*

*s'étendant à des villes entières fonctionnent à la grande satisfaction de tous et que des centaines de villes en sont pourvues*⁹⁸⁸.

De même, Harvey Wiley Corbett, l'un des architectes du Rockefeller Centre écrit : *The individual heating plant is as archaic in a sense as the old-fashioned grate. Today we are concentrating our fireplaces at a few centrally situated points in the city where steam is made very much as electricity is made, and then through a highly efficient system system of pipes and underground conduits, this steam is distributed where needed to any type of building from the simple residence to the great skyscrapers. By this method, heat has become as accessible and as economically distributed as electric current, and the age-old problem of keeping warm in winter is no longer a matter of concern, becoming so commonplace a fact that only the foreigner, unaccustomed to such comfort appreciates our advantages*⁹⁸⁹. Pour Emmanuel de Thubert de la revue *La Construction Moderne : le chauffage urbain est une de ces inventions qui transformeront définitivement les conditions de la vie matérielle*⁹⁹⁰.

Les réseaux urbains antérieurs sont apparus successivement avec, en premier lieu, l'eau qui est maîtrisée depuis l'Antiquité, le gaz au cours de la seconde partie du XIX^e siècle, l'électricité à la toute fin du XIX^e siècle. Le chauffage urbain fait figure de petit dernier des réseaux « lourds », avec l'air comprimé dont l'usage domestique est plus restreint et dont l'exploitation a été récemment abandonnée à Paris. Il s'ajoute donc aux précédents et doit trouver son emplacement dans le sous-sol fort encombré de nos villes anciennes. Dans le cadre des villes nouvelles et quartiers restructurés, il fait partie de l'infrastructure élémentaire, plus rationnelle et donc moins coûteuse.

⁹⁸⁸ FLEURY Jean, « Le chauffage à la portée de tous », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, nov.-déc. 1927, p. 361.

⁹⁸⁹ Cité par : New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 115-117.

⁹⁹⁰ THUBERT Emmanuel de, « Le chauffage urbain », *La Construction Moderne*, Vol. 2, 1934, p. 184.

Si sa création officielle comme réseau de chaleur « à vendre » est attribuée à Birdsill Holly, l'idée de faire circuler de la chaleur sur des longues distance, est nettement antérieure.

Aux origines

C'est dans un petit village d'Auvergne, Chaudes-Aigues, disposant de la source thermo-minérale naturelle qui serait la plus chaude d'Europe « Le Par », avec ses 80°C, qu'un premier réseau d'eau chaude est installé pour chauffer, entre autres, les demeures situées en aval de la source⁹⁹¹. Les origines de cet usage sont difficiles à dater précisément, cependant : *l'histoire de Chaudes-Aigues, et celle des bains primitivement établis dans cette ville se perdent dans la nuit des temps*⁹⁹². Des textes du XIV^e siècle y font clairement référence⁹⁹³. Les utilisations artisanales et curatives sont également développées, ces dernières concourant, en fait, à la réputation de l'endroit. Concrètement : des canalisations de bois cheminent sous des dalles de part et d'autre de la chaussée. À l'intérieur des maisons, elles alimentent, en rigole, un circuit libre et des petits bassins d'accumulation de chaleur sous le dallage (fig. 159). Il n'est pas mentionné comment les problèmes liés au degré hygrométrique sont résolus... Au XVIII^e siècle, la quasi-totalité des habitations de Chaudes-Aigues est chauffée, ce qui frappe les visiteurs : *Ces eaux sont d'une très grande ressource pour les habitants. On les fait passer dans des tuyaux qui sont au rez-de-chaussée des maisons, dont les chambres d'en bas s'en trouvent réchauffées, ce qui fait l'effet de poêles*⁹⁹⁴. Encore : *en faisant passer dans des conduites de bois ou de pierre, les eaux thermales sous le plancher ou le pavé des appartements au rez-de-chaussée, on fait des chambres chaudes. Il y a peu de maisons à Chaudes-Aigues*

⁹⁹¹ Dans le périmètre, le Par n'est pas la seule source chaude, elles sont une vingtaine entre 50°C et 75°C.

CHASSANG Pierre, *Chaudes-Aigues une description, une histoire*, Aurillac, 1982, 335 p.

⁹⁹² CHEVALIER A., « *Les eaux de Chaudes-Aigues* », *Rapport à l'Académie Royale de Médecine de Paris*, 1828, p. 12.

⁹⁹³ RAYNAL P., GIBERT J.P., BARTHOMEUF C. « *Chaudes-Aigues : historique des utilisations de la géothermie* », *Réseaux et chaleur*, n° 16 (oct., nov., dec. 1992), p. 67-75.

qui ne jouissent de cet avantage⁹⁹⁵. Enfin : A l'entrée du logement est pratiqué un canal en maçonnerie avec son écluse : et, au milieu, un petit bassin recouvert d'une pierre mobile (...) L'eau, entrant par le canal, vient se répandre et circuler dans le bassin ; elle chauffe le pavé, puis sort au-dehors pour aller se perdre dans la rivière. En ouvrant plus ou moins la petite écluse, et par conséquent en admettant un volume d'eau plus ou moins grand, il est possible de donner au chauffoir la température qu'on désire. Quand l'air est plus doux, veut-on n'avoir plus la chaleur de l'étuve ; on ferme l'écluse ; et l'eau arrêtée dans son cours, est rejetée vers le ruisseau sans entrer dans le logement⁹⁹⁶. Les rez-de-chaussée sont pavés en dalles schisteuses placées sur une couche de terre argileuse très grasse, ce qui permet d'assurer une étanchéité à l'humidité entre le réseau et les pièces habitables⁹⁹⁷. Au début du XIX^e siècle, la municipalité réglemente la distribution qui se fait du 1^{er} novembre à la fin avril⁹⁹⁸.

Chaudes-Aigues joue incontestablement le rôle de mythe fondateur du chauffage urbain comme les hypocaustes pour le chauffage central. L'aspect « naturel » est très séduisant, surtout dans le contexte actuel de sensibilité à l'écologie. Au-delà de l'intérêt anecdotique, les techniciens à l'origine du chauffage central ou urbain ont-ils pu avoir connaissance de cette expérience ? Bosc-d'Antic et Chevalier sont bien les auteurs de rapports aux différentes Académies des sciences et de médecine. D'ailleurs autour de 1860, le docteur Grassi dans ses études comparatives des deux systèmes de ventilation et de chauffage de l'hôpital de Lariboisière, évoque le cas de Chaudes-Aigues dans son

⁹⁹⁴ BALLAINVILLIERS, *Etat de l'Auvergne en 1765*, cité par Idem p. 70.

⁹⁹⁵ BOSCO D'ANTIC, « *Examen des eaux thermales de Chaudes-Aigues* », *Mémoire envoyé à l'Académie royale des sciences et à celle de Dijon*, 1771.

⁹⁹⁶ LEGRAND D'AUSSY, *Voyage fait en 1787 et 1787 dans la ci-devant Haute et Basse Auvergne*, 1794. Cité par Idem p. 71.

⁹⁹⁷ CHEVALIER A., « *Les eaux de Chaudes-Aigues* », *Rapport à l'Académie Royale de Médecine de Paris*, 1828, p. 46.

⁹⁹⁸ Idem, p. 45.

introduction historique⁹⁹⁹. De même, dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, une rubrique est consacrée à Chaudes-Aigues (il y a également une rubrique chauffage) et aux applications thermiques de l'eau : le chauffage domestique et l'incubation artificielle des poussins¹⁰⁰⁰. Philippe Grouvelle fait également référence à l'incubation artificielle à Chaudes-Aigues dans le *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*¹⁰⁰¹. Cependant cette curiosité n'était pas connue de tous, ainsi le travail historique pourtant assez bien documenté de Walter Bernan n'y fait pas référence¹⁰⁰². Il est donc possible qu'une partie des personnes s'intéressant à la question du chauffage, aux XIX^e et XX^e siècles, aient pu avoir connaissance du cas de Chaudes-Aigues.

D'après Morris Pierce, citant F. W. Gibbs, un certain Cornelis Drebbel, inventeur d'un thermostat à incubateur, aurait proposé au Prince Charles un réseau de chaleur pour Londres en 1623¹⁰⁰³. C'est un hiver d'une rigueur exceptionnelle, gelant la Tamise, qui serait à l'origine de cette idée : *since water had now been brought to London and was distributed by means of artificial pipes, a similar system could be adopted for the supply of heat*. Voilà l'idée lancée outre-manche, mais on en restera là pendant un certain temps !

De manière plus récente, on peut considérer comme origine du chauffage urbain des tentatives d'alimentation en chaleur à distance de différents bâtiments à partir d'une ou plusieurs chaudières sources.

L'idée est reprise lorsque le chauffage central émerge : Robertson

⁹⁹⁹ De nos jours encore, dans quelques localités, comme Chaudes-Aigues, les eaux thermales, dont la température est de 80 degrés, sont conduites dans les tuyaux pour chauffer les maisons, GRASSI C., *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Paris, Dupont, 1864, p. 17. Le docteur Grassi était le pharmacien en chef de l'hôpital de Lariboisière récemment construit, il rédige sa thèse de médecine sur le même thème que le rapport cité plus haut.

¹⁰⁰⁰ *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*, Masson, Paris, 1864-1889, vol. 15, 1874, p. 525-550.

¹⁰⁰¹ GROUVELLE Philippe, « Régulation de Température », *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*, Laboulaye, Paris, vol. 4, 1847.

¹⁰⁰² BERNAN Walter, Op. Cit. Cet auteur n'est autre que Robert Meikleham, auteur de *l'Encyclopedia of Architecture* publiée à New York en 1854.

¹⁰⁰³ PIERCE Morris, *The Road to Lockport : Historical Background of District Heating and Cooling*, ASHRAE Transactions, 1995. Cite GIBBS F. W., *The Furnaces and Thermometers of Cornelis Drebbel*, *Annals of Sciences*, oct 1948, p. 32-43.

Buchanan l'évoque très explicitement dans son traité de 1815 sans pour autant citer d'exemple concret : *there are yet but few instances of dwelling-houses heated by steam, nor, perhaps, would it be eligible to heat small houses separately by it, on account of the trouble it would require to keep a small boiler regularly supplied with water and fuel. But where steam can be obtained from a steam-engine boiler, or where a number of neighbouring buildings could be supplied from one boiler, much might be saved in attendance and fuel, as well as cost of apparatus. In cases where single buildings are large, such as Inns, Hotels, &c., steam might be applied with peculiar advantage in heating the stair-cases, passages, bed-rooms, &c.*¹⁰⁰⁴.

Parmi les premiers essais effectifs de réseau de chaleur, le cas du chauffage des serres est à nouveau présent. Dans le traité de Thomas Tredgold se trouve une planche illustrant une application de ce type (fig. 160)¹⁰⁰⁵. Il s'agit du jardin d'un propriétaire aux environs de Londres, deux chaudières à vapeur dispensent à travers des tuyaux, sur lesquels on ne nous dit rien, la chaleur vers toutes sortes de serres horticoles, potagères, ou jardin d'hiver à proximité de la maison. Cet ensemble a été construit par MM. Bailey en 1821. Les distances parcourues sont de quelques centaines de mètres, ce qui inclut cette expérience dans le cadre qui nous intéresse. Il n'est pas encore question de vendre de la chaleur, mais des éléments sont en place : la vapeur comme le fluide caloripporteur, la distance parcourue et l'alimentation de divers espaces. L'importance de l'impact de cette tentative est certaine, car l'ouvrage de Tredgold a été largement diffusé, traduit et réédité. Pour Morris Pierce, l'expression de l'idée de chauffage à distance émerge avec fréquence entre 1800 et 1850¹⁰⁰⁶.

Une autre réalisation de chauffage à distance, sans aucune vente de chaleur, est décrite par Morris Pierce, dans son article sur le chauffage à

¹⁰⁰⁴ BUCHANAN, Op. Cit, 363 p , p. 194.

¹⁰⁰⁵ TREDGOLD , Op. Cit, p. 429.

vapeur de l'Académie Navale Américaine à Annapolis (Maryland) en 1853¹⁰⁰⁷. Il est question d'alimenter en gaz (d'éclairage) et en chaleur les différents bâtiments de l'Académie répartis sur un vaste terrain : quartiers, mess, chapelle, cuisine, laverie, séchoir. La distance atteinte en 1852 était de 350 m; en 1876 plus de 500 m. Le *superintendent* Commander Cornelius K. Strilling choisit W. R. Hopkins de New York comme ingénieur chargé de l'opération écrit : *The steam is very abundant. The boiler was calculated to heat all the buildings of the institution (except for professor's houses) and to give steam for a laundry (a large quantity) and for a machine shop and baths. It is more than sufficient for these purposes. The steam at 1170 feet from the boiler issues from the pipes hot and dry. I would not be willing to carry steam for heating much further than we now do. The distance it is already carried is much farther has ever been attempted in other places*¹⁰⁰⁸. Nos expérimentateurs sont donc conscients de l'originalité et de la performance de leur réalisation.

Il n'y avait plus qu'une étape à franchir : celle de mettre en vente cette vapeur, ce qui fut fait par Birdsill Holly, en 1877, à Lockport (Nord-Ouest de l'Etat de New York).

¹⁰⁰⁶ PIERCE M., Op. Cit.

¹⁰⁰⁷ PIERCE MORRIS, « *The Evolution of Heat, Light, and Power Systems at the U.S. Naval Academy : 1845-1995* », *XIIth Annual Naval History Academy*, octobre 1995.

¹⁰⁰⁸ lettre de W. R. Hopkins au *superintendent* Goldborough, décembre 1853, cité par PIERCE., idem.

Le chauffage urbain en Amérique du Nord

Voyons comment cet inventeur en est arrivé à cette première expérience de chauffage urbain¹⁰⁰⁹. Birdsill Holly, né à Auburn (État de New York) en 1820, perd son père tôt et se forme sur le tas dans une *machine shop*, un atelier de mécanique (fig. 161). Il fait preuve, très jeune, de capacités certaines et, à 18 ans, il est déjà *superintendant* deux ans plus tard et ouvre sa propre société.

Son activité d'inventeur est primordiale et abondante : une cinquantaine de brevets repérés. Un de ses premiers brevets concerne une pompe rotative elliptique, qui prend place dans une machine Silsby équipant les antennes de lutte contre les incendies, si utiles dans ces villes de l'Amérique du Nord construites en bois. Si les pompes sont majoritaires sur la liste des brevets déposés par Holly, on trouve aussi un calorifère, des condenseurs et régulateurs, des générateurs de vapeur, des accessoires pour réseau d'eau sous pression, des radiateurs à vapeur, etc. Ses intérêts se portent donc vers les réseaux d'eau froide ou de vapeur, et vers la production et la gestion de la chaleur¹⁰¹⁰. On ne s'étonnera donc pas que ses projets urbains concernent la mise en place de réseau d'eau sous pression afin de pouvoir lutter efficacement contre les incendies à tout moment... Lockport, où il réside à partir de 1862, adopte son système de pompe et son réseau, suivie par d'autres villes. Son modèle de pompe à débit constant pour lutter contre les incendies a une diffusion réelle, une gravure de cette énorme machine est représentée

¹⁰⁰⁹ Les informations concernant Birdsill Holly proviennent essentiellement d'un travail de maîtrise qui, hélas, attache trop d'importance aux jugements moraux sur la vie, dissolue selon elle, de l'inventeur et pas assez aux inventions... Cependant, ce travail a du être difficile et frustrant car Holly était tombé dans l'oubli avec les inconvénients habituels : pas d'archives et des livres introuvables... FREDICKSON Madelynn P., *The life and times of Birdsill Holly*, MA State University College at Buffalo Department of History, 1996, 165 p.

¹⁰¹⁰ PIERCE Morris A., *The Introduction of Direct Pressure Water Supply, Cogeneration, and District Heating in Urban and Institutional Communities, 1863-1882*, Ph. D. dissertation University of Rochester, 1993.

dans l'*Encyclopédie de mécanique appliquée* Appleton en 1880 (fig. 162)¹⁰¹¹. Notons que les incendies de Chicago, en 1871, puis de Boston, en 1872, n'ont pas manqué de favoriser ce type de procédé¹⁰¹².

Profondément déçu par les insuccès d'un audacieux projet d'immeuble-tour en structure métallique comprenant : hôtel, théâtre, etc. sur l'île de *Goat Island*, sur le site des chutes du Niagara puis à Long Island, c'est dans son jardin qu'il commence l'aventure du chauffage urbain¹⁰¹³. En 1876, il construit une chaudière qu'il installe dans le sous-sol de sa maison et fait circuler 150 mètres de circuit dans son jardin avant d'alimenter sa maison ainsi que celle de son voisin, industriel et sénateur. Les tuyaux sont en bronze, protégés et isolés par du bois, la vapeur est envoyée au grenier afin être répartie dans la maison, radiateur par radiateur ; le condensât est évacué par gravité. Ce stade « domestique » du chauffage urbain a permis, à ce pragmatiste qu'est B. Holly, de mettre au point les problèmes de ce type de système : isolation des conduits, pression, dilatation différentielle, diamètre des tuyaux, etc. *During the past winter, an equivalent of 65 houses, on nearly three miles on underground pipe, have been heated, and an accurate record has been kept from day to day of amount of coal consumed*¹⁰¹⁴. Ce petit réseau fonctionne bien mieux que prévu, pourtant, la perspective d'un changement d'échelle attire de nombreuses critiques défaitistes (fig. 163). Des difficultés surviennent, car l'eau utilisée provient du canal, et elle contient parfois des détritiques, d'origine animale et végétale, qui s'accumulent dans les canalisations sans qu'il y ait moyen de les nettoyer... Des filtres seront installés

¹⁰¹¹ HUNTER Louis C., *Steam Power A History of industrial Power in the United States, 1780-1930*, Hagley Museum and Library and University press of Virginia, Charlottesville, 1985, p. 560-563-564. cite l'*Appleton's Cyclopaedia of applied Mechanics*, vol. 2, New York, 1880.

¹⁰¹² Deux ans avant le fameux incendie de Chicago, le *Chicago Department of Public Works* avait recommandé, en vain, l'adoption de son système de pompe à débit constant pour lutter contre les incendies.

¹⁰¹³ Cet incroyable projet qui se situe entre la tour Eiffel et Disneyland, aurait eu des échos jusque dans la presse professionnelle française : DARVILLE Will, « *La tour de Coney Island* », *La Construction Moderne*, Paris, mars, 1907, p. 305-307.

¹⁰¹⁴ Propos de Holly du 18 mai 1878 repris dans : BARTLETT James Herbert, *District Steam Supply : Heating Buildings by Steam from a Central Source*, John Lovell & Son, Montréal, 1884, p. 12.

ultérieurement. Les nouveaux utilisateurs ayant conservé leurs procédés de chauffage traditionnel, les dommages furent limités. Un système de comptage est également mis au point rapidement pour limiter la surconsommation ainsi qu'un régulateur (fig. 164)¹⁰¹⁵.

Dès 1878, d'autres villes cherchent à s'équiper de ce nouveau type de réseau dont : Auburn et Garden City, rejointes d'autres, les années suivantes...

En 1880, Birdsill Holly dépose quatre brevets américains pour couvrir son idée de chauffage urbain ainsi que toutes les solutions techniques mises au point : générateurs de vapeur pour le chauffage des bâtiments, conduites, valves, radiateurs à vapeur, manomètres et régulateurs de pression. Il dépose également des brevets en Angleterre, en Allemagne et d'autre en France¹⁰¹⁶. À ces occasions, Holly décrit son système de manière extrêmement détaillée en s'accompagnant de planches. Dans l'un des brevets, on peut lire : *Cette invention est relative à un mode d'alimentation et autres bâtiments des villes et des villages, dans le but de chauffer les dits bâtiments et de faire mouvoir des machines dans les bâtiments des dits quartiers et pour d'autres usages pour lesquels la vapeur peut être employée.*

Le système consiste en principe dans une batterie de chaudières placées à un point central convenable d'où la vapeur est conduite dans de grands tuyaux souterrains principaux à travers la ville, le village ou le quartier. Les bâtiments sont alimentés par un réseau de tuyaux reliés à ces conduits ou tuyaux principaux. Les parties secondaires nécessaires du système sont des conduites pour décharger l'eau de condensation, des soupapes pour régler la pression des compteurs et les positions pour empêcher la perte de la chaleur par rayonnement¹⁰¹⁷.

¹⁰¹⁵ BARTLETT James Herbert, *District Steam Supply : Heating Buildings by Steam from a Central Source*, John Lovell & Son, Montréal, 1884, p. 8-9.

¹⁰¹⁶ Listes des Brevets en bibliographie.

¹⁰¹⁷ BIRDSILL Holly, *Perfectionnements apportés aux appareils destinés à utiliser la vapeur pour le chauffage et autres usages*, Office des brevets d'invention, 24 juin 1881, n° 143635, p. 2.

En 1881, la société de Birdsill Holly change de dénomination : *American District Steam Company*. Elle a des investisseurs provenant de différents États et semble prospérer durant les années 80, tandis que Holly repart vers une nouvelle aventure : celle de la fabrication de l'aluminium ! S'il n'y a pas de doute sur la paternité de Birdsill Holly sur les réseaux américains installés dans les années 80, même par d'autres sociétés. La presse a probablement rendu compte des réalisations militaires de la Fédération. On peut dire toutefois, que l'idée était dans l'air et que Holly l'a réalisée et mise au point grâce à son expérience et son savoir faire. Morris Pierce, dans l'un de ses articles sur l'histoire du chauffage urbain aux USA, révèle l'existence de quelques autres brevets concernant le chauffage urbain autre que ceux d'Holly, dont l'un « à air » proposé par William Bliss de Springfield (Massachusetts) en 1876¹⁰¹⁸. Cela n'implique pas pour autant que les dépositaires étaient en mesure de réaliser concrètement leur projet de réseaux comme l'a fait notre inventeur. Birdsill Holly avait, en effet, toutes les caractéristiques requises pour cela : une grande créativité reposant sur une pratique, des expériences de réseaux d'eau sous pression, une vision utopique à grande échelle comme l'indique son projet de gratte-ciel. Il y a une certaine continuité « humaniste » entre les réseaux sous pression de lutte contre l'incendie et ceux du chauffage urbain qui permettent la réduction du nombre de foyers, réduisant ainsi les risques d'embrasement. On peut remarquer également qu'une fois le procédé mis au point concrètement, Holly passe à autre chose et que ce sont des financiers qui poursuivent les exploitations de ses idées.

De Lockport à New York

Le chauffage urbain de New York, longtemps le plus important au monde, apparaît en 1882-1883. Dans l'ouvrage rétrospectif réalisé en 1932 à l'occasion des 50 ans des réseaux, les investisseurs d'origine sont mis

nettement plus en valeur que l'inventeur¹⁰¹⁹. En 1878, des investisseurs New Yorkais, dont Wallace C. Andrews (1835-1899), envoient un expert, Charles Emery, à Lockport étudier l'intérêt du procédé. Convaincus de sa pertinence, ils fondent la *New York Steam Company* dont les premières années sont occupées par le traitement des aspects financiers et juridiques de l'opération ainsi que la lutte contre la concurrence¹⁰²⁰. Le 14 décembre 1880, La *New York Steam Company* obtient une concession qui lui donne les droits suivants : *The right to lay mains and pipes in any and all the streets, avenues, lanes, alleys, squares, highways and public places in the city of New York, with the necessary and proper laterals and service pipes thereto, for the purpose of supplying to the city and its inhabitants, for motive power, heating, cooking or other useful applications, steam, water, air, and other fluids, at both high and low pressure, with necessary return pipes, and all necessary excavations in the said streets, avenues and other places aforesaid, for the purpose of laying such mains and pipes, and of making all necessary additions, repairs and alterations thereto, and of putting in place any manholes and vaults necessary to secure convenient to parts requiring adjustment*¹⁰²¹. Ils voient grand et divisent Manhattan en dix zones à alimenter indépendamment¹⁰²².

La première usine de production est située à *Cortland Street*, c'est-à-dire sur l'emplacement de l'ensemble du *World Trade Centre* (au nord de la tour Sud), la proximité de l'Hudson étant déterminante pour l'approvisionnement en charbon (fig. 165)¹⁰²³. Notons que le *Brooklyn Bridge* est alors encore en construction et que *Manhattan* est une île.

¹⁰¹⁸ PIERCE Morris, *The Road to Lockport...*, p. 6.

¹⁰¹⁹ New York Steam Corporation, *Fifty Years of New York Steam Service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, 143 p. Copie intégrale du microfilm de la Butler Library de l'Université de Columbia.

¹⁰²⁰ Notons qu'une partie des investisseurs de l'*American District Steam Compagny* provenant de Lockport sont les mêmes que ceux de la société new yorkaise : *New York Steam Compagny* dont C. Emery, W. C. Andrews, R. E. Rockwell.

¹⁰²¹ New York Steam Corporation, Op. Cit, p. 20.

¹⁰²² La réalisation sera beaucoup moins systématique...

¹⁰²³ Ce site privilégié ne sera abandonné qu'en 1926.

L'usine est équipée de 48 chaudières de 250 chevaux et surmontée d'une cheminée de 67 mètres de haut (fig. 166). Les canalisations, avec une isolation de laine minérale, sont disposées dans des caissons de bois. Une des questions les plus délicates est le comptage de la vapeur réellement utilisée pour lequel Emery a inventé son appareil (fig. 167). En 1882, le réseau croît d'un à six kilomètres. La fin de l'année voit le raccordement de 62 clients dont essentiellement des sociétés, compte tenu de la localisation dans le centre d'affaires. En 1886, le réseau atteint neuf kilomètres et dessert 350 clients.

Une autre unité de production a été prévue sur *Madison Avenue* entre la 53^e et la 67^e rue, dans un secteur alors très résidentiel pour ne pas dire luxueux. Parmi les premiers clients, on trouve certains des actionnaires et des « grandes » familles (Kennedy, Rockefeller, etc.)¹⁰²⁴. Conquérir cette clientèle représentait une opération stratégique évidente. Les nouveaux clients ont une influence sur l'économie du pays, ainsi que sur l'opinion. Satisfaits, ils peuvent promouvoir le système à New York ou dans les autres états ; de plus ce sont souvent des chefs d'entreprise qui possèdent des sièges sociaux, clients potentiels. Par ailleurs, c'était également introduire ostensiblement un usage domestique et ne pas se contenter d'alimenter uniquement des immeubles de bureaux. Le succès est au rendez-vous John D. Rockefeller écrit : *I have my house heated for several seasons by steam supplied by your Company and am satisfied with the service given* ; Edwin J. Berwind rapporte : *I have been using steam supplied by your Company for the past five years at my residence, 2 East 64th Street, and am in every way satisfied, having experienced no inconvenience, and always received good service* ; William Kennedy : *The even and abundant*

¹⁰²⁴ Liste des premiers clients : *Metropolitan Club, Frederick Gallatin, J. A. Boswick, William Belder, C. A. Belden, Dr. A. J. White, H. O. Armour, John H. Beach, H. H. Rogers, William Rockefeller, Seth Low, Mrs. Hermann Oelrichs, R. Fulton Cutting, C. Ledyard Blair, John S. Kennedy, Wm. Jay Schieffelin, Edward J. Berwind, Thomas Byrnes, John Hall, H. M. Flager, Henry F. Osborn, Charles B. Alexander, John D. Rockefeller, Daniel S. Lamont, W. A. Read, Andrew C. Zabriskie, John J. McCook, Chauncey S. Truax, H. McK. Twombly, John Downey, John Sloane, E. C. Converse, Charles A. Baudouine, John D. Crimmins.*

supply at all times enables me to obtain much more satisfaction in providing heat for my residence than I ever had before ¹⁰²⁵.

Résistant au terrible blizzard de 1888, la Société se développe avec des acquisitions de terrains en accès direct le long de l'*East River*, pour ses nouvelles unités de production, et le rachat des installations de sociétés concurrentes. Notons que dès 1885, la compagnie utilise un système de réfrigération à vapeur pour rafraîchir l'atmosphère les mois d'été, ce qui permet de maintenir une consommation de vapeur pendant la saison chaude, jusque là limitée à quelques usages domestiques et hôteliers¹⁰²⁶.

Durant les années 1880 et 1890, de nombreuses expérimentations permettent d'améliorer la fiabilité des canalisations à brides, d'abord en fonte puis en acier soudé. Au cours de ces années, la compagnie varie aussi les procédures de mise en place : les tubes vissés sont abandonnés, puis remplacés progressivement par des tuyauteries qui disposent de collerettes de fixation soudées pour être boulonnées entre elles. Les canalisations calorifugées par un complexe à l'amiante sont placées à l'intérieur d'un caniveau de maçonnerie reposant sur une semelle de béton armé ; les vides sont colmatés par de la laine minérale¹⁰²⁷. Dans certaines zones inondables, le système est remplacé par des caissons métalliques étanches. Parfois, les canalisations passent sous le niveau des égouts, où le condensât est recueilli à une température inférieure à 100°F (38°C)¹⁰²⁸. Des joints de dilatation réalisés en cuivre sont espacés de 50 mètres. Des trous d'hommes sont réalisés au niveau des connections, ainsi qu'aux changements de section des tubes. Différentes sections sont utilisées de 8 cm à 60 cm de diamètre suivant les besoins. Cependant, la

¹⁰²⁵ New York Steam Corporation, Op. Cit, p. 43

¹⁰²⁶ PIERCE Morris, *The Road to Lockport...*, p. 7.

¹⁰²⁷ Voir illustration précédente.

¹⁰²⁸ C'est en raison de cet écoulement de condensât chaud dans les égouts que l'on voit des vapeurs s'échapper des grilles d'égouts de New York, image caractéristique de l'urbain américain.

moitié du réseau utilise des tubes de 41 à 60 cm, un tiers des tuyaux de 15 à 20 cm, et le reste des canalisations autour 30 cm¹⁰²⁹.

La vapeur destinée au chauffage fait l'objet d'une réduction de pression jusqu'à 10 livres (par jauge?) afin d'obtenir une température intérieure de 70°F (21°C) avec 0°F (-17,7°C) à l'extérieur. Comme il ne fait pas -17°C tout l'hiver, la puissance maximale, qui ne peut être réduite, est envoyée par tranches d'un quart d'heure en fonction des besoins afin d'éviter les surchauffes¹⁰³⁰. Les tarifs sont fortement dégressifs en fonction de la consommation et moins chers pour les logements que pour les entreprises ; de la même manière, les utilisateurs à l'année sont favorisés comme ceux qui font appel au service aux heures creuses (la nuit et le week-end)¹⁰³¹. Des accords de rétrocession de vapeur avec *la New York Edison Company*, puis avec les sociétés de chemin de fer, permettent de relativiser les pics de consommations différents pour les deux énergies (le soir pour l'électricité et le matin pour le chauffage urbain).

L'extension du *Subway* enterré oblige également dans les années 1910-15 le réseau de vapeur à modifier son implantation dans les sous-sols de la ville. À partir de 1925, des investissements extérieurs importants ont lieu, ce qui permet une croissance du réseau surtout *uptown*¹⁰³². La compagnie qui avait projeté d'équiper 10 usines doit y renoncer. Cependant en 1928 elle compte 4 usines principales et 60 kilomètres de réseau en deux zones (fig. 168)¹⁰³³. La zone sud de *Manhattan*, dite *downtown*, à l'origine du réseau s'étend de *Beaver Street* à *Read Street* : le *lower Manhattan*, est alimentée par une usine construite sur *Water Street* et

¹⁰²⁹ Chiffres tirés du tableau « *Length and size of distribution Mains* » dans l'étude suivante : BLAKEMORE, *Analytical Report of the New York Steam Corporation*, MILLER, FRANKLIN, BASSET & COMPAGNY, New York, 1928, p. 62

¹⁰³⁰ Les surchauffes sont pourtant bien une spécialité locale avec le vacarme des valves de radiateurs!

¹⁰³¹ En 1928 de \$ 1,85 à \$ 0,65 les 1 000 kals pour les sociétés et de \$ 0,90 à \$ 0,60 pour 1 000 kals pour les immeubles de logements dans : BLAKEMORE, Op. Cit, p. 73-74.

¹⁰³² Voir Illustration précédente, Idem, p. 62.

¹⁰³³ La longueur du réseau nord est multiplié par 2,6 entre 1925 et 1932

Burling Slip¹⁰³⁴. La zone nord plus étendue, dite *uptown* et *midtown*, s'étend de la 27^e à la 81^e rues Est. Les trois usines sont situées sur l'*East River* : *Kip's Bay Plant* la plus récente bâtie sur la 35^e rue, la *station J* entre la 59^e et la 60^e rue, la *station JX* sur la 59^e rue. S'ajoute la fourniture de vapeur de la *New York Edison Company's Waterside Generating Station* située au niveau de la 40^e rue¹⁰³⁵. La compagnie dispose également de locaux d'entretien et de bureaux ainsi que d'un espace de stockage de charbon hors *Manhattan* à *Newton Creek*, baie située entre *Brooklyn* et *Le Queens*, ce qui lui augmente sa fiabilité.

En 1932, tous les nouveaux *buildings* d'importance sont raccordés : *the Rockefeller Center, the Empire State Building, the Chrysler Building, the Lincoln Building, the Irving Trust Building, The Bank of Manhattan Compagny Building, Daily News Building, Times Building and annex, The Grand Central Palace, The Waldorf-Astoria, Le Savoy-Plaza, Berghof-Goodman, The J. P Morgan Library. The Pennsylvania Hotel* et les gares dont *Pennsylvania Station*, qui, comme plus tard la gare de Lyon à Paris, utilisent la vapeur du réseau pour préchauffer les locomotives¹⁰³⁶. La compagnie compte alors plus de 2 000 clients et 75 % des bâtiments avoisinant la 42^e rue, centre de l'activité du moment, sont raccordés (fig. 169). En 1932, on peut lire *The confidence which the New York Steam Corporation now enjoys has been earned by a record of fifty years of uninterrupted service, through winters of great severity, against the handicaps of traffic-paralyzing blizzards ; through wars, coal famines and other*

¹⁰³⁴ Les usines précédentes ont été détruites.

¹⁰³⁵ Un contrat unit les deux sociétés dont les pics de consommations sont décalés, ce qui facilite les échanges : pour l'électricité cela a lieu le soir et pour le chauffage urbain c'est le matin.

¹⁰³⁶ Liste des principaux bâtiments ou ensembles urbains raccordés en 1932 : « *Grand Central Group of Buildings, Empire State Building, Chrysler Building, Lincoln Building, Irving Trust Building (n° 1 Wall street), Bank of Manhattan Compagny Building, City Bank Farmers Trust Compagny Building, Sixty Wall Tower (Cities Service Building), Daily News Building, Times Building and annex, Tudor City Group of Buildings , Pennsylvania Sation and Hotel, United States Governement Buildings, Rockefeller Center (Radio City)* ». *New York Steam Corporation, Op. Cit, p. 77.*

*catastrophes ; ainsi que : The New York Steam Corporation is today the largest district steam distribution organization in the world*¹⁰³⁷.

Notons que les bâtiments fédéraux ne se raccordent massivement qu'en 1931, alors que les bâtiments municipaux tels que la mairie et le tribunal de New York, situés au centre du périmètre du réseau fondateur de *Wall Street*, sont raccordés depuis plus longtemps¹⁰³⁸. On compte également : *the Sixties Wall Tower (Cities Service Building), the New Parcel Post Building, the Pennsylvania Post Office, the Federal Court House, the Downtown Post Office, the Custom House, the Federal Court Building, the Federal Office Building*¹⁰³⁹.

Des relations commerciales existent avec la *Consolidated Gas Compagny of New York* ainsi qu'avec la *Consolidated Edison Compagny*, société productrice d'électricité. Avec cette dernière, de l'énergie est échangée en fonction des pics de consommation différents entre chauffage urbain et électricité, dont l'usage principal est encore l'éclairage.

Diffusion et avantages

Les autres villes ne sont pas en reste et dès 1879, de nombreuses compagnies se forment et réalisent des réseaux dès l'année suivante¹⁰⁴⁰.

Notons que la cogénération apparaît très tôt, en 1880 à Lynn (Massachusetts) à partir d'un projet de Holly¹⁰⁴¹. À Boston, une expérience un peu différente est tentée avec comme fluide calorporteur de l'eau surchauffée à 400°F (204,5°C). Financée par l'industriel du téléphone Theodore N. Vail, elle capotera malheureusement au bout de

¹⁰³⁷ New York Steam Corporation, Op. Cit, p. 73-74.

¹⁰³⁸ La question de la date du raccordement des bâtiments du *City Hall* au réseau reste confuse. En effet, à la page 52 de l'ouvrage de Hottinger *Heizung und Lüftung*, édité en 1926, figure un plan, lui même vieux de 15 ans, du Sud de Manhattan, avec une trace nette d'un raccordement. Cependant, il peut être antérieur.

¹⁰³⁹ Tableau avec les gratte-ciel raccordés au réseau en annexe dans *appareils documentaires*

¹⁰⁴⁰ Toronto, Rochester, Troy, Dubuque, Belleville, Milwaukee, London (US), Burlington, Hartford, Denver, Pullman.

¹⁰⁴¹ Cogénération : production associée d'électricité thermique et de vapeur destinée à un réseau.

deux ans en raison de la grave corrosion des tuyaux assurant le retour¹⁰⁴². En 1886, les sociétés *Edison* d'Albany puis de Boston adjoignent à leur production électrique une production de vapeur. Ces systèmes de cogénération seront adoptés par d'autres filiales d'*Edison* à : Indianapolis, Kansas City, Rochester, Philadelphia, Duluth, Chester.

On dispose d'une liste des réseaux actifs en 1884 : Lockport, 1877 (New York, Detroit, 1878 (Michigan), Springfield, 1878 (Massachusetts), Auburn, 1878 (New York), Milwaukee, 1879 (Wisconsin), Troy, 1879 (New York), London 1879 (Ontario), Belleville, 1879 (Illinois), Dubuque, 1879 (Iowa), New Haven, 1879 (Connecticut), Lynn, 1880 (Massachusetts), Denver, 1880 (Colorado), New York City, 1880 (New York), Garden City, 1880 (New York), Hartford, 1880 (Connecticut), Burlington, 1880 (Iowa), Clearfield, 1883, (Pennsylvanie), Phillipsburg, 1883 (Pennsylvanie)¹⁰⁴³.

À Chicago, une forme originale de chauffage urbain se développe à partir de 1910 : *The Illinois Maintenance Compagny*. Il s'agit de raccorder entre eux des bâtiments du même voisinage afin de supprimer les petites chaudières, les moins rentables (fig. 170)¹⁰⁴⁴. Ce système est étendu à d'importants bâtiments du *Loop* : des bureaux, des théâtres, des grands magasins, des restaurants, des bâtiments publics. Les chaudières sont localisées dans le sous-sol des bâtiments producteurs, puis acheminées alentour aux bâtiments clients. Il n'y a donc pas d'usine de production centralisée et les canalisations sont considérablement moins longues que celles des réseaux précédents. Ce système perdure jusqu'à l'après Seconde guerre mondiale¹⁰⁴⁵. Certain *building* de l'école de Chicago font

¹⁰⁴² Les installations à eau nécessitent un réseau aller et un réseau retour, contrairement aux systèmes à vapeur qui ne comportent qu'un aller. Cette malheureuse expérience a coûté fort cher à notre industriel et a découragé les américains d'utiliser l'eau surchauffée en chauffage urbain pendant une cinquantaine d'année. PIERCE Morris, *The Road to Lockport...*, p. 7.

¹⁰⁴³ BARTLETT James Herbert, *District Steam Supply : Heating Buildings by Steam from a Central Source*, John Lovell & Son, Montreal, 1884, p. 20.

¹⁰⁴⁴ ELLIOT, Op. Cit, p. 284.

¹⁰⁴⁵ National District Heating Association, *District Heating Handbook*, NDHA, Pittsburgh, 1948, p. 13. *In a description in 1948, steam was generated by six boiler plants, four of which are tied together into one*

partie de ce réseau : *the Marquette Building, the Montauk Building, the Manhattan Building, the Fair Building, the City Hall and County Building, the Marshall Field Building, the Cable Building, the Railway Exchange Building, the Republic Building* (les deux derniers étant des unités de production).

De 1927 à 1929, la quantité totale de chaleur distribuée par le chauffage urbain aux USA a augmenté de 19% par an, un accroissement plus marqué que celui des réseaux électriques¹⁰⁴⁶. En 1932, 300 cités américaines et canadiennes possèdent leurs réseaux dont New York, Boston, Saint-Louis, Chicago, Pittsburgh, Detroit, Kansas-City. La croissance est quelque peu ralentie par les suites de la crise économique de 1929 et la reprise ne s'effectue nettement qu'après guerre. En 1948, les réseaux les plus importants sont ceux de New York, Detroit, Cleveland, St. Louis, Boston, Philadelphie, Pittsburg, Baltimore, Chicago, Indianapolis, Rochester¹⁰⁴⁷. Une carte de répartition des réseaux en Amérique du Nord est consultable en illustration (fig. 171).

Voyons les conditions qui favorisent le développement du chauffage urbain en Amérique du Nord. Nous avons parlé du climat qui peut être extrêmement rigoureux et peut bloquer les voies de communication durablement comme ce fut le cas lors du blizzard de 1888. Des hivers comme celui-là ont incontestablement participé à la diffusion des réseaux. En effet, lorsque les véhicules ne peuvent plus circuler en surface, les livraisons de combustibles traditionnels ne se font plus, pourtant la chaleur du réseau poursuit son chemin en sous-sol... De plus, dans les cas comme celui de New York, les usines étant situées en rive de l'*East River*, elles reçoivent le charbon directement de navires qui

system. Connections are also maintained with boiler plants not operated by the Company, for the purpose of receiving or supplying emergency service. In the system comprising the four plants, one is operated 24hours per day for base load and the others as needed to pick up peak loads resulting from weather changes. There is no by-product generation of electricity. The boilers plants are located mostly in the basements of the larger buildings. Steam is generated and distributed at pressures of 115 to 136 psi.

¹⁰⁴⁶ LEMOINE André, *Un aspect nouveau de l'urbanisme le chauffage urbain*, Les archives de l'actualité, Paris, 1931, p. 37.

¹⁰⁴⁷ National District Heating Association, Op. Cit, p. 11.

ne craignent pas les congères. La réduction du nombre des foyers diminue la fréquence des incendies, dans ces villes traumatisées par l'exemple terrible de Chicago. Cette tendance se confirme également lorsque l'éclairage électrique supplante l'éclairage au gaz.

Un autre argument très important est la grande densité urbaine de certaines villes, accompagnée d'une flambée des prix du terrain dans ces mêmes zones. En effet, ce réseau urbain permet de réduire les surfaces techniques vouées au chauffage et à la production d'eau chaude, car les bâtiments n'accueillent plus que des échangeurs, compteurs et réducteurs de pression, ce qui prend beaucoup moins de surface et de volume que des chaudières et des espaces destinés au stockage de combustible¹⁰⁴⁸. Ces surfaces peuvent donc être affectées à des fonctions plus « rentables ». La densité urbaine entraîne une autre contrainte : comment approvisionner l'hiver des immeubles de cette taille en charbon, sans encombrer les rues et mobiliser un parc impressionnant de camions ? Dans une étude d'audit commandée en 1928 par la *New York Steam Compagny* à *Miller, Franklin, Basset & Compagny*, le rapporteur évalue le remplacement de son service pour la partie centrale de *Manhattan* (hors *Wall street*)¹⁰⁴⁹. Il faudrait selon lui 333 camions de 5 tonnes de charbon 300 jours par an pour fournir l'équivalent du confort thermique fourni par le réseau¹⁰⁵⁰. On peut donc dire qu'en plus d'être un chauffage moderne au sens pratique du terme, le chauffage urbain est associé historiquement de manière indissociable à l'image mythique de la modernité des quartiers de gratte-ciel (fig. 172). Ajoutons que les couronnements décoratifs et spectaculaires de tous ces bâtiments ne sont possibles que parce que la chaleur du réseau évite les conduits de fumées

¹⁰⁴⁸ à l'époque essentiellement du charbon.

¹⁰⁴⁹ BLAKEMORE, Op. Cit, p. 2.

¹⁰⁵⁰ Le fait que Manhattan soit une île accentue évidemment le phénomène des transports et des manipulations de fret, le plus économique étant de délivrer le charbon en bateau directement aux usines en rive ou directement reliées aux jetées. La compagnie possède un très large stockage peu éloigné et accessible par voies d'eau quelques soient les conditions météo à Newton Creek.

qui ruinteraient la fameuse *sky line* : *For the first time, free rein can be given to the imagination in designing buildings without the hampering consideration of chimneys. And the result is strikingly apparent in our skyscraper. The ornamental tops that grace some of the most beautiful buildings would have been most impractical without central station steam service. Imagine columns of smoke rising where now glitter the graceful pinnacles of many of our skyscrapers of today*¹⁰⁵¹. Les architectes américains des années 30 utilisent particulièrement bien cet avantage du raccordement au réseau de chaleur et traitent leurs bâtiments comme des bijoux qui scintillent le jour comme de nuit dans le ciel des centres-villes¹⁰⁵².

Cependant, pour les clients potentiels deux principaux inconvénients subsistent lorsque ceux-ci abandonnent tout autre système de chauffage¹⁰⁵³ : le risque de dépendance vis-à-vis de la compagnie si une interruption accidentelle du service intervenait et la hausse frauduleuse des tarifs. En fait, depuis 1928, la fiabilité de la compagnie New-Yorkaise n'est plus à prouver. D'autre part, les tarifs sont réglementés par la *Public Service Commission*, les clients sont donc protégés¹⁰⁵⁴.

¹⁰⁵¹ New York Steam Corporation, Op. Cit, p. 112-113.

¹⁰⁵² Les relations entre chauffage urbain et gratte-ciel sont détaillées dans GALLO Emmanuelle, « *Skyscrapers and District Heating : an inter-related History, 1876-1933* », *Construction History*, 2003, vol. 19, 87-106 p.

¹⁰⁵³ Notons qu'une partie des clients n'ont pas renoncé à leur ancien équipement, ce qui n'est pas le cas des nouveaux raccordés.

¹⁰⁵⁴ Ce qui pose parfois des problèmes comme en 1918 quand les cours du charbon augmentent plus rapidement que le prix de vente de la vapeur...

Les premières réalisations européennes

Comme nous l'avons vu précédemment, il y a eu des prémices européennes au réseau de chaleur. Cependant, le démarrage fulgurant américain, dans les vingt dernières années du XIX^e siècle, n'est pas suivi en Europe, même si la presse spécialisée rend compte des réalisations d'outre-atlantique¹⁰⁵⁵. Malgré les problèmes linguistiques et documentaires liés à une étude à l'échelle européenne et au fait que l'ouvrage qui fait actuellement référence est rédigé en suédois, il devrait être possible de repérer quelques tendances¹⁰⁵⁶. Du tournant du siècle aux années 20 on se contente de très rares et ponctuelles expériences de réseaux avec Dresde (1900) et Frederikberg (1903), puis Manchester (1911) et Bergen (1918)¹⁰⁵⁷. C'est entre 1920 et 1935 que l'on constate une première vague de réseaux dans différents pays : France, Hollande, Royaume-Uni, Suisse, Danemark, Allemagne, Norvège, Union Soviétique, Tchécoslovaquie, Islande. C'est dans les pays les premiers équipés, l'Allemagne et le Danemark, que le développement est le plus spectaculaire. Il faudra attendre l'après-guerre, voire les années 60 et même 70, pour que d'autres pays européens se décident à s'équiper. Si le climat clément du sud de l'Europe explique que seule la Cité du Vatican dispose d'un réseau de chaleur en Italie avant les années 60, on ne peut avancer ce genre d'arguments pour d'autres pays au climat plus rigoureux : Autriche, Finlande, Suède, Pologne¹⁰⁵⁸.

La France n'est donc, ni à la pointe, ni à la traîne en matière de développement de réseau de chaleur dans cette première partie du

¹⁰⁵⁵ A titre d'exemple, on dénombre dans la revue *La Nature* les articles suivants : « *Le chauffage des villes par la vapeur* » en 1879, « *Le chauffage par la vapeur aux USA* » en 1881, « *Le chauffage des bâtiments par centrale urbaine* » en 1918.

¹⁰⁵⁶ WERNER Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning*, [Chauffage urbain développement et diffusion], Värmeverks Föreningen, Stockholm, 1989, 79 p.

¹⁰⁵⁷ Le même auteur cite aussi des expériences antérieures à plus petite échelle à Stockholm en 1878, Charlottenbourg en 1884, Hamburg 1893, et même le réseau créé pour l'ETH de Zürich (ancien site!)

¹⁰⁵⁸ Réseau datant de 1933, il est l'œuvre d'une firme allemande confirmée dans ce secteur : Otto Meyer de Hambourg.

siècle. Il est évident, cependant, que les promoteurs français de ces systèmes se sont référés aux expériences étrangères, américaines par la littérature disponible et allemande par des lectures et des visites. Voyons un peu plus en détail le cas de l'Allemagne à travers les sources d'époque¹⁰⁵⁹. Les premiers réseaux allemands et, en particulier, ceux de Dresde et de Hambourg sont situés en plein centre historique de ces villes importantes. Cette situation privilégiée leur permet de desservir des bâtiments publics et privés de grande échelle : mairie, théâtre, château, musée, poste principale, sièges de banques, grands magasins, bâtiments scolaires. Ce qui n'exclut pas d'autres usagers de type domestique. On notera que l'alimentation d'un centre historique comme celui de Dresde n'a ni la signification symbolique, ni les mêmes contraintes que celle du quartier de *Wall Street* à New York en mutation permanente. Il semble que les usagers allemands soient sensibles à l'efficacité des réseaux de chaleur : *Le chauffage urbain fonctionne de façon sûre et propre et présente par conséquent de grands avantages sur le chauffage central autonome. De plus, le coût du chauffage urbain est beaucoup moins élevé que celui du chauffage central autonome* écrit le directeur de la *Mittledeutsche Credit Bank* filiale de Hambourg en 1925. De même, le directeur de la succursale hambourgeoise de la *Dresdner Bank* écrit la même année : *Jusqu'à présent nous sommes contents, à tous points de vue, du chauffage de notre bâtiment par le réseau urbain. En comparaison avec nos anciennes installations de chauffage, le chauffage urbain présente les avantages d'une économie importante de main-d'œuvre, d'un fonctionnement plus simple, d'une plus grande propreté et d'un prix moins élevé. D'après nos constatations*

¹⁰⁵⁹ J'utilise différentes sources, dont des articles dans les revues françaises et allemandes mais la principale et la plus complète est la suivante : HOTTINGER M., *Heizung und Lüftung, Warmwasserversorgung, Befeuchtung und Entnebelung*, Von Oldenbourg, München und Berlin, 1926, 291 p.

actuelles, nous pouvons recommander à tout grand établissement commercial le raccordement au chauffage urbain¹⁰⁶⁰.

Les réseaux d'outre-Rhin n'ont pas de raccordements de type industriel ce qui explique sans doute que l'exploitation soit saisonnière¹⁰⁶¹. La production de chaleur est liée dans tous les cas à la production d'électricité d'usage courant et dans un cas à la production électrique destinée aux tramways¹⁰⁶². Cette production de chaleur résulte de la combustion de charbon de qualités et de coûts variables.

La société Rud. Otto Meyer de Hambourg a installé presque tous les réseaux des villes allemandes, se mettant ainsi dans une situation de quasi-monopole (fig. 173). Une des principales différences du chauffage urbain allemand par rapport à celui de l'Amérique du Nord, c'est le recours à de l'eau chaude sous pression et non à la vapeur comme fluide caloripporteur. En fait, déjà dans le domaine du chauffage central, au début du XX^e siècle, le chauffage intermittent à vapeur est abandonné pour le chauffage en continu à eau chaude sous pression dans différentes zones d'Europe¹⁰⁶³. La raison principale invoquée est l'augmentation de la rentabilité. En effet, les avis de différents auteurs convergent pour reconnaître à ce fluide une meilleure rentabilité (de 50 % à 75 %), une moindre corrosion, une plus grande inertie¹⁰⁶⁴. Notons que depuis la période héroïque des tout premiers réseaux, des progrès techniques ont été réalisés, permettant une meilleure maîtrise des différents fluides caloripporteurs. Une autre hypothèse doit être envisagée : la crainte d'explosion de chaudières ou de canalisations trouve sans doute plus d'écho dans la frileuse Europe. Dans plusieurs cas, dont Hambourg et

¹⁰⁶⁰ *Notes sur le chauffage urbain : distribution de chaleur dans les villes*, Compagnie générale française de chauffage urbain, Paris, 1926.

¹⁰⁶¹ La notion de confort à l'américaine, n'est pas forcément la même ici, de plus, à New-York des Grands hôtels sont raccordés et ils consomment toute l'année, en toutes saisons.

¹⁰⁶² C'est le cas de Braunschweig.

¹⁰⁶³ *De la chaleur, une entreprise et des hommes. [Wie die Heizung Karriere machte]*, Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 100.

¹⁰⁶⁴ C'est entre autre la thèse de SCARSEZ E., *Guide pour l'installation des chauffages modernes*, lib Polytechnique Ch. Béranger, Paris, 1935, 290 p. et celle de l'entreprise suisse Sulzer.

Barmen, nous avons deux réseaux parallèles dont les caractéristiques techniques sont différentes, eau chaude et vapeur, ce qui pourrait correspondre à des phases expérimentales successives. C'est sans doute grâce à cette cohabitation que des comparaisons entre les deux systèmes peuvent être plus fiables.

Les canalisations sont réalisées en aciers spéciaux, traités anticorrosion, assemblées par soudure autogène, les lyres de dilatation sont réalisées en acier suédois et disposées tous les 120 mètres. Des tuyaux sont installés de manière variée : en galeries, en extérieur ou en tranchées de béton armé. Les groupes d'habitations sont raccordés à l'aide de sous-stations. Les informations concernant la longueur de réseaux disponibles sont pour le moins imprécises : longueur totale ou longueur maximale par rapport à la centrale, variations dans les dates. On peut dégager de tout cela que les réseaux sont encore peu étendus et n'excèdent pas 5 km. Les quantités d'énergie produite varient de 6 M de kcal/h à 21 M de kcal/h, et dépendent du nombre de bâtiments raccordés.

Bien qu'il soit possible d'approfondir le cas d'une ville, cela ne devrait pas apporter d'éléments essentiels à la compréhension du phénomène, nous poursuivrons donc¹⁰⁶⁵. De manière plus théorique, le célèbre urbaniste allemand Fritz Shumacher évoque dans son ouvrage sur Cologne les effets particulièrement destructeurs des fumées et des suies sur les constructions¹⁰⁶⁶. Le chauffage urbain représente une alternative réelle à la pollution aérienne de cette époque.

¹⁰⁶⁵ On trouvera dans les documents annexés le compte rendu de visite des réseaux de Luwigshafen réalisé pour le *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne* en mars 1928.

¹⁰⁶⁶ SHUMACHER Fritz, *Köln, Entwicklungsfragen einer Großstadt*, Verlag Callwey, München, 1923, p. 61.

Les premiers projets français

*Incapables de régler le temps dans la vaste étendue des champs, nous devrions être en état de le régler du moins dans ces enceintes communes que nos villes (...) l'air chauffé ou refroidi, selon les saisons, par son passage dans des régions souterraines, c'est-à-dire disputé à la chaleur variable du soleil par la chaleur moins inconstante de la planète, devrait circuler méthodiquement dans les rues et en balayer tous les miasmes ; enfin, nous devrions y entretenir avec les mêmes soins que nous jugeons nécessaires dans nos intérieurs, la douceur de la température, la salubrité, la netteté¹⁰⁶⁷. Peut-on citer ce texte de 1834 du Saint-Simonien Jean Reynaud (1806-1910) comme source du chauffage urbain français ? C'est ainsi que le conçoit, en 1934, Emmanuel de Thubert dans un article de *La Construction Moderne*¹⁰⁶⁸.*

En 1829 déjà, Charles Fourier (1772-1837), dans sa description du phalanstère, évoque également des espaces communs et circulations tempérés : Les dites galeries, tempérées en toutes saisons par des tuyaux de chaleur ou de ventilation, servent de salle à manger dans le cas de passage d'armée industrielle. (...) Les abris et passages couverts sont un agrément dont les rois mêmes sont dépourvus en civilisation ; (...) en entrant dans la phalange, la moindre voiture passe des porches fermés, et chauffés ainsi que les vestibules et escaliers¹⁰⁶⁹.

Cette perspective est développée plus avant par Victor Considérant (1808-1893) dans son ouvrage de 1840 consacré aux projets phalanstériens : La rue-galerie, vitrée, rafraîchie ou chauffée (...) avec tout son luxe d'espace, est une construction aussi économique qu'hygiénique et confortable (...) notre architecture harmonienne qui universalise le confort et le

¹⁰⁶⁷ REYNAUD Jean, *Terre et Ciel*, 1834, p. 73-74

¹⁰⁶⁸ THUBERT Emmanuel de, « Le chauffage urbain », *La Construction Moderne*, Vol. 2, 1934, 546-552 p.

¹⁰⁶⁹ FOURIER Charles, *Le nouveau monde industriel et sociétaire*, Paris, 1829, rééd Flammarion, 1973, p. 170.

*bien être (...) tout est prévu et pourvu, organisé et combiné, et que l'Homme y gouverne en maître l'eau, l'air, la chaleur et la lumière*¹⁰⁷⁰.

Cependant, Considérant, qui est polytechnicien, va plus loin que ses prédécesseurs dans l'approche technique et concrète de la distribution générale du confort thermique : *La chaleur perdue du Séristère des cuisines est employée à chauffer les serres, les bains, etc. Quelques calorifères suffisent ensuite pour distribuer la chaleur dans toutes les parties de l'édifice, galeries, ateliers, salles et appartements. Cette chaleur unitairement ménagée est conduite dans ces différentes pièces par un système de tuyaux de communication, armés de robinets au moyen desquels on varie et gradue à volonté la température, en tout lieu du palais sociétaire*¹⁰⁷¹.

Ces aspirations laissent place à des projets plus concrets de chauffage urbain dans notre pays depuis l'expérience marginale de Chaudes-Aigues. Les organes de presse comme *La Nature, La Construction Moderne, Le Génie Civil, La technique Sanitaire et Municipale* ont rendu compte au long des années des expériences américaines et allemandes, comme également les *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*. Ceci a lieu dès 1879, même s'il ne s'agit souvent que de brèves, les informations essentielles se diffusent. Au fil du temps, le phénomène est décrit de manière plus détaillée : quant à son principe, ses réalisations techniques et son utilisation dans les locaux, avec les diffuseurs à ailettes dotés un robinet et d'un purgeur, des croquis décrivent à l'aide de coupes les canalisations et leur isolation. De la même manière, les avantages du réseau sont mis en valeur : la diminution des causes d'incendies et les perspectives d'économie de combustibles, etc. Ainsi, on peut lire : *Comme le chauffage par la vapeur revient beaucoup moins cher que le chauffage par des procédés ordinaires, les*

¹⁰⁷⁰ CONSIDÉRANT Victor, *Description du phalanstère & considérations sociales sur l'architectonique*, réédition Guy Duriez, Paris, 1840, p. 71; p. 91.

¹⁰⁷¹ Idem, p. 69.

*classes peu aisées de la population trouveraient grand profit à cette innovation*¹⁰⁷².

La connaissance du chauffage central et son extension urbaine va cependant au-delà de la presse périodique spécialisée. En effet, en 1880, Paul Planat (1839-1911) dans son *Cours de construction civile - Chauffage et ventilation des lieux habités* évoque lors de la rédaction d'un chapitre sur la comparaison des modes de chauffage : *En Amérique cependant se manifeste de plus en plus la tendance à organiser le chauffage en commun pour une maison entière, et même pour un quartier*¹⁰⁷³. De même, dans le rapport de l'exposition universelle de 1889 on peut lire : *l'Amérique a entrepris de vastes applications du procédé de chauffage à la vapeur. Certains quartiers de New-York possèdent des stations centrales génératrices, d'où la vapeur sous pression est envoyée par un réseau de conduites à plusieurs centaines d'établissements qui utilisent non seulement pour le chauffage, mais encore pour la mise en jeu de moteurs industriels*¹⁰⁷⁴.

Les références au chauffage urbain, qui se succèdent, attestent des volontés françaises d'installer des réseaux, bien avant les réalisations effectives. L'un des protagonistes parmi les plus zélés est Augustin Rey (1864-1934), architecte et lauréat de la Fondation Rothschild¹⁰⁷⁵.

Hygiéniste convaincu, il participe à un grand nombre de congrès à partir de 1905, et y défend, entre autres, l'idée du chauffage par station centrale¹⁰⁷⁶. Notons qu'une partie de ces congrès ont lieu à l'étranger et certains dans des villes possédant déjà un réseaux de chaleur comme

¹⁰⁷² Notons, comme on l'a déjà vu que l'on associe d'emblée, en France, les nouveaux moyens de chauffage à grande échelle au secteur social et non aux demeures de luxe. Ceci ne valorise pas forcément la diffusion du chauffage urbain. VIGNES E., « *Le chauffage par la vapeur aux USA* », *La Nature*, vol. 2, 1881, p. 245-246

¹⁰⁷³ PLANAT Paul, *Cours de construction civile - Chauffage et ventilation des lieux habités*, Duchet et Cie, Paris, 1880, p. 490.

¹⁰⁷⁴ PICARD Alfred, « *Chauffage* », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international*, Groupe 3, 1891, p. 210.

¹⁰⁷⁵ La biographie et bibliographie détaillées de A. Rey sont accessibles dans l'ouvrage suivant : DUMONT Marie-Jeanne, *Le logement social à Paris 1850-1930, Les habitations à bon marché*, Paris, Mardaga, 1991, p. 158-159, p. 187-190.

¹⁰⁷⁶ Augustin Rey attachait également une importance notoire à la ventilation des logements.

Berlin (1907), Washington (1908), Dresde (1911). L'architecte fait donc probablement partie de ces rares français qui ont pu visiter des centrales et des réseaux en Allemagne et en Amérique du Nord. Dans son intervention au congrès pour l'avancement des sciences de 1908, Augustin Rey préconise le chauffage à vapeur haute pression par groupe d'immeubles comme solution hygiénique et économique pour le logement social (fig. 174)¹⁰⁷⁷. Pour lui, les pauvres sont doublement défavorisés : les moyens de chauffage qu'ils utilisent sont inefficaces et peu hygiéniques ; de plus le prix du combustible au détail est considérablement plus cher qu'en grande quantité : *Disons simplement que l'ouvrier, s'il veut bien se chauffer, dépense, perd, dilapide son argent et n'obtient, pour une dépense élevée, qu'un chauffage irrégulier et malsain*¹⁰⁷⁸. Il propose alors : *Prenons, dans une ville, un îlot d'habitations ; établissons au centre une ou plusieurs chaudières produisant de la vapeur à haute pression ; distribuons cette vapeur, que nous pourrons, par un détendeur, rendre immédiatement utilisable, dans des canalisations où elle circulera presque sans pression et à très grandes distances. En plaçant sur ces canalisations, à l'entrée de chaque immeuble, des compteurs, nous pourrons ainsi, pour chaque propriété, déterminer exactement la chaleur qui y entrera. Nous constituerons ainsi une véritable installation industrielle. La chaleur étant produite dans le soubassement, il sera facile de la distribuer dans toutes les parties d'un îlot. Cette distribution rationnellement comprise, répondra aux meilleures conditions de l'hygiène. Quels avantages, dira-t-on, peut présenter ce chauffage à grande distance ? En premier lieu, le maximum d'économie de combustible. Nous pourrons, en effet, la quantité à dépanner devenant très importante, avoir des marchés directs avec les producteurs, sans passer par aucun intermédiaire et profiter des prix les plus bas. Rien que l'achat du combustible représentera une*

¹⁰⁷⁷ REY Augustin, « Comment chauffer les habitations populaires - Chauffage central par groupe d'immeubles », *Compte rendu de la 37^e session Clermont-Ferrand 1908 de l'Association Française pour l'avancement des sciences*, Masson, Paris, 1909, p. 1376-1388.

¹⁰⁷⁸ REY Augustin, « Le problème du chauffage collectif des habitations populaires », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, oct-nov, 1908, p. 248.

importante économie sur le chauffage de maisons isolées. Dans certaines villes, suivant la proximité des mines de charbon, nous pourrions l'évaluer à 40 %. Le second avantage est une installation collective importante permettant de réduire le capital chauffage de chaque immeuble pris en particulier. En effet, les chaudières sont toutes sous une même direction ; les déperditions sont réduites ainsi au minimum : un seul conduit de fumée, une seule cheminée remplace toutes les cheminées spéciales de chaque immeuble. À ces chaudières pourront être appliqués rationnellement les procédés les plus pratiques pour brûler et consommer tout le charbon contenu dans la fumée, c'est-à-dire pratiquer la fumivorité la plus parfaite. C'est encore une nouvelle économie de 10 à 15 % de combustible brûlé.

Ce chauffage permet, de plus, puisqu'il ne fonctionne qu'en hiver, par une installation supplémentaire partielle, de procurer à très bon compte l'éclairage électrique toute l'année au bloc chauffé. Ceci est très appréciable, si l'on songe aux tarifs élevés que prélèvent, dans certaines villes de France, les sociétés ayant le monopole de l'éclairage¹⁰⁷⁹.

La solution préconisée par Augustin Rey est donc une chaudière concernant un ou plusieurs îlots et il cite des exemples de Dresde et de l'Amérique. Dans la revue *La Technique Sanitaire et Municipale*, il reprend des propos très similaires et dans un autre article de fond fait d'audacieux projets pour deux quartiers de Paris. *C'est le chauffage des bâtiments administratifs qui est au centre de cet exposé très original¹⁰⁸⁰. Ce qui mérite surtout d'attirer l'attention, c'est l'écart de température qui existe entre certains bureaux où la chaleur est insuffisante (12°C), pendant qu'elle est excessive dans d'autres (25°C). Il faut tendre à une température égale et dont la moyenne peut être fixée entre 15°C et 18°C. Cette température moyenne doit*

¹⁰⁷⁹ Idem, p. 1378.

¹⁰⁸⁰ REY Augustin, « Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale », *La Technique Sanitaire et Municipale*, Paris, sept-oct, 1907, p. 260-272.

*être répandue uniformément dans les locaux administratifs partout où l'on travaille sédentairement*¹⁰⁸¹.

Il cite également monsieur Cheysson qui déjà trente ans auparavant décrivait la situation suivante : *Pendant que j'étais Directeur au Ministère des Travaux Publics, j'avais à ce titre l'occasion de suivre les longues et bruyantes manutentions de l'empilage dans les cours et du sciage des bûches, puis à leur consommation dans les cheminées des bureaux, avec le va-et-vient troublant et indiscret des garçons chargés de ce service. Pour supprimer ces mains-d'œuvre, ce bruit et cette agitation, et réaliser en même temps une sérieuse économie, j'avais émis l'avis qu'on devrait installer un chauffage à vapeur central qui aurait pu desservir tous les Ministères de la rive gauche, la Mairie du VII^e arrondissements, le Palais-Bourbon et la Présidence de la Chambre*¹⁰⁸².

Augustin Rey propose d'installer deux centrales urbaines à vapeur dans Paris : la première pour le quartier des ministères du VII^e arrondissement et la seconde dans le XIV^e à proximité de la prison de la Santé (fig. 175 et fig. 176)¹⁰⁸³. Dans les deux cas, la densité de bâtiments publics dans les périmètres permettrait une rentabilité optimale dans un cercle de 500 mètres de rayon¹⁰⁸⁴. Cette stratégie peut être comparée au réseau de Wall street à New-York et des villes de Dresde et Hambourg. Cette diversité de projets, montre que l'architecte Augustin Rey est persuadé de l'intérêt du chauffage par réseau : *Prenons, dans une ville, un îlot d'habitations ; établissons au centre une ou plusieurs chaudières produisant de la vapeur à haute pression ; distribution cette vapeur, que nous pourrons, par*

¹⁰⁸¹ Idem, p. 261.

¹⁰⁸² Idem, p. 261.

¹⁰⁸³ Liste des bâtiments concernés dans le VII^e (centrale placée dans une cour du ministère de la Guerre) : Palais Bourbon, ministère des Affaires Etrangères, ministère de la Guerre, ministère des Travaux Publics, ministère de l'Instruction Publique et des Beaux-Arts, ministère du Commerce et de l'Industrie, ministère de l'Agriculture, ministère du Travail, Service Géographique de L'Armée. Liste des bâtiments concernés dans le XIV^e (centrale placée à proximité de la prison de la Santé) : hôpital Ricord, hôpital Cochin, hôpital Baudeloque, caserne des Pompiers, hospices des Enfants Assistés, maison d'arrêt de la Santé, hospice de la Rochefoucauld, clinique d'Aliénés Ste-Anne, écoles du Bd. Arago.

*un détenteur, rendre immédiatement utilisable, dans des canalisations où elle circulera presque sans pression et à de très grandes distances*¹⁰⁸⁵. Il insiste sur les avantages du procédé : des coûts réduits des combustibles négociés en gros, moins de coûts d'infrastructure dans les immeubles, une purification de l'air des espaces chauffés et de celui de la ville, une diminution des risques d'incendie, une plus grande rentabilité thermique que celle des systèmes traditionnels et enfin une production d'électricité associée (cogénération).

L'architecte Eugène Hénard dans son étude sur les transformations de Paris, se propose d'étudier l'influence que les progrès de la Science et de l'Industrie modernes peuvent avoir sur la construction et sur les aspects des villes de l'Avenir¹⁰⁸⁶. Il prêche pour le développement des réseaux urbains : Les applications du froid se multiplient, et il n'est pas absurde de prévoir un réseau de canalisations pour l'air liquide. Le charbon est un combustible d'usine, il est encombrant et malpropre ; on peut admettre que, dans l'avenir, on distribuera à domicile l'essence de pétrole, dont la tuyauterie amènerait partout et proprement un combustible plus commode. L'oxygène combiné avec le pétrole donnerait des foyers intenses et sans fumées, pour le chauffage des calorifères, des fours de boulangeries¹⁰⁸⁷. Ces solutions permettent d'atteindre un but : *Quant aux souches de cheminées avec leurs nuages de fumées malsaines, elles auraient complètement disparues*¹⁰⁸⁸. On voit que la prospective des réseaux urbains peut prendre des formes différentes, même si les buts semblent communs.

¹⁰⁸⁴ Augustin Rey note à cette occasion que les réseaux d'Amérique du Nord fournissent de la chaleur à des distances bien supérieures. Ce projet est donc techniquement rassurant.

¹⁰⁸⁵ REY Augustin, *Comment chauffer les habitations populaires - Chauffage central par groupes d'immeubles*, Compte rendu de la 37^e session, Clermont-Ferrand, Association Française pour l'avancement des sciences, Masson, Paris, 1909, p. 1376-1380.

¹⁰⁸⁶ HENARD Eugène, *Etudes sur les transformations de Paris*, Champion, Paris, 1903-1909, ré-édition, éditions de l'équerre, Paris, 1982, 364 p.

¹⁰⁸⁷ Idem, p. 350.

¹⁰⁸⁸ Idem, p. 355.

Dès 1911, Auguste Beurrienne, ingénieur constructeur, reprend le flambeau du chauffage urbain. Lors d'un voyage aux Etats Unis en 1912, il visite la centrale de Lockport où les canalisations d'origines sont toujours en service¹⁰⁸⁹. Il présente un article très technique et concret dans les *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*¹⁰⁹⁰. À grand renfort d'intégrales et d'abaques, il tente de cerner les variables en jeu : diamètre et longueur du réseau, densité des consommateurs, caractéristiques climatiques, heures pleines et creuses de consommation, puissance, véhicules caloriporteurs (eau chaude ou vapeur). Il se réfère essentiellement au modèle nord américain et semble ignorer les expériences allemandes (plus récentes et à eau chaude), il prône l'utilisation de la vapeur et la cogénération (production conjointe d'électricité) qui permettrait un gain de 20 %. Auguste Beurrienne évoque l'intervention d'Edwin D. Dreyfus à la réunion de la *National District Heating Association*. Il se préoccupe beaucoup des aspects de rentabilité et d'amortissement, et cite ainsi les cas de petites villes américaines au climat clément et à la faible densité qui réalisent toutefois des bénéfices. Des grandes villes comme Paris avec leur densité devraient alors être forcément des lieux de rentabilité... Auguste Beurrienne, dans cet article qui s'adresse à un public de spécialistes, ne se situe plus comme ses prédécesseurs, des théoriciens de l'hygiène et du confort urbain, mais comme un ingénieur qui se pose les problèmes pratiques d'une installation à venir. Il propose ainsi un projet très étayé techniquement concernant une partie de l'ouest de Paris. Une usine de production située à Levallois-Perret, le long de la Seine, alimenterait un réseau vers la capitale de 2 km 500 avant de diffuser sa vapeur le long de l'Avenue de Ternes et de la Rue de Faubourg St. Honoré (voir illustration

¹⁰⁸⁹ « Discussions de la séance du 9 février 1934 », *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1934, p. 105.

¹⁰⁹⁰ BEURRIENNE Auguste, « Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris », *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1911, p. 469-508.

précédente)¹⁰⁹¹. Le souci de présenter une étude de cas afin de convaincre peut sembler banal, mais notre spécialiste fait une proposition originale : mettre en parallèle un double ou triple réseau et non de le surdimensionner au début, afin de mieux s'adapter aux besoins et réduire les conséquences des pannes. On peut dire également que la dissociation topographique entre le lieu de production de l'énergie, en banlieue et le long de la Seine, et les zones de consommation dans la capitale est une idée de Beaurienne qui fera son chemin après la Seconde guerre mondiale. Notre auteur ne nie pas l'influence américaine cependant, il écrit : *Pour toutes les raisons exposées, il y a donc lieu de suivre les Américains dans la voie où ils nous ont devancés en profitant de leur expérience. Il ne s'agit d'ailleurs pas de les copier simplement. Comme il arrive souvent dans cette science, nos savants ont été des précurseurs. Lorsqu'on lit les ouvrages américains traitant de chauffage, on retrouve partout les noms de Pécelet et de Ser. Aux données de ces théoriciens, les ingénieurs américains ont appliqué leur empirisme audacieux. Ils ont construit des installations très importantes sur lesquelles ils ont fait de nombreuses observations, mais il paraît leur manquer l'esprit théorique nécessaire pour en tirer toutes les déductions et déterminer des méthodes générales, C'est à nous, Français, doués d'une éducation scientifique plus développée, de reprendre cette œuvre et de la compléter en nous consacrant à cette industrie. Quand nous aurons déterminé ces méthodes, nos confrères américains ne manqueront pas de nous les emprunter à leur tour, de les appliquer à de nouveaux réseaux sur lesquels ils feront de nouvelles observations qu'ils nous communiqueront. Dans cette ascension continue vers la perfection, il n'y aura ni concurrents ni plagiaires, n'il y aura que des collaborateurs*¹⁰⁹². En 1918, monsieur Bousquet, dans un

¹⁰⁹¹ Cette mise à distance s'explique pour des raisons d'alimentation aisée en charbon grâce à la Seine, comme dans le cas de l'usine de New-York le long de l'East-River.

¹⁰⁹² BEAURRIENNE Auguste, « Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris », *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1911, p. 508.

article de *La Nature* sur « *Le chauffage des bâtiments par station centrale urbaine* », fait un historique de tous ces projets de réseau¹⁰⁹³.

D'autre part, Monsieur St. John (1848-1933), président de la compagnie New-Yorkaise de chauffage urbain à partir de 1899, voyage tous les ans en Europe et prend contact avec des industriels français dès 1905¹⁰⁹⁴.

Notons qu'à Paris une des premières sociétés de production électrique est la *Consolidated Edison*, liée à sa sœur New-Yorkaise qui coproduit la vapeur du réseau de la partie sud de Manhattan¹⁰⁹⁵. C'est sans doute par ce biais que des contacts s'établissent...

Quelques spécialistes, dont l'identité n'est pas claire, auraient visité les réseaux américains dont ceux de New York en 1923-24¹⁰⁹⁶. En 1923, un bilan est réalisé à l'occasion de la Conférence internationale du bâtiment :

Des distributions de vapeur à partir d'un point central ont été réalisées depuis fort longtemps dans des édifices importants : hôpitaux, lycées et il n'y a aucune raison pour que cette distribution ne s'étende sur une plus grande échelle.

Aussi, actuellement nous constatons de divers côtés une tendance à remplacer le chauffage central collectif au moyen de centrales thermiques chauffant un groupe d'immeubles ou un quartier, au besoin une ville entière.(...) En résumé, les immeubles futurs recevraient, des canalisations situées dans les rues, non seulement l'eau, le gaz, l'électricité, mais la chaleur destinée au chauffage des appartements (...) Constatons qu'en France de grands efforts ont été déjà faits sous des formes différentes ; nous citerons en particulier une installation de chauffage à eau chaude par pompe alimentant un groupe de 17 immeubles à Paris. De nombreux projets ont été établis, tous réalisables, peu encore réalisés¹⁰⁹⁷ André Nessi, ingénieur des Arts et Manufactures, serait l'auteur d'un chauffage collectif par îlot dans un groupe d'immeuble à

¹⁰⁹³ BOUSQUET M., « *Le chauffage des bâtiments par station centrale urbaine* », *La Nature*, 1918, 20-25 p.

¹⁰⁹⁴ Lettres citées par Morris Pierce.

¹⁰⁹⁵ Ces renseignements proviennent des *Annuaire statistiques de la Ville de Paris*, qui entre autre chose, rendent compte des concessions de la Ville à des Sociétés privées de fournitures de services.

¹⁰⁹⁶ Lettres citées par Morris Pierce.

¹⁰⁹⁷ PARGEAS, « *Le chauffage par groupe d'immeubles* », Conférence Internationale du bâtiment, *La Construction Moderne*, septembre, 1923, 629-632 p.

Paris en 1922¹⁰⁹⁸. Dans l'un de ces ouvrages, il donne des précisions sur cette réalisation : *1 130 radiateurs sont alimentés par la même chaufferie. La puissance horaire de l'installation est de 1 485 000 cal. Les circuits de distribution des radiateurs les plus éloignés ont un parcours d'environ 350 mètres. Le système est appliqué à la circulation d'eau chaude forcée par pompe centrifuge, la force motrice étant obtenue par la vapeur à basse pression des chaudières de chauffage (Dynamo-Circuit)*¹⁰⁹⁹. Même si le cas de chauffage de groupes d'immeubles diffère sur le plan économique de la notion de réseau public et commercial, il n'en est pas moins essentiel qu'une telle expérience ait eu lieu.

Dans la presse spécialisée, des articles concernant le chauffage urbain se succèdent. Véron et Pillet écrivent en 1928 que le chauffage urbain américain a pris un nouvel élan après 1920¹¹⁰⁰. Ils citent également Debesson : *le chauffage ne doit pas subir dans nos grandes villes, le mouvement de retour en arrière que représentait la généralisation de la solution des installations individuelles. L'avenir est de toute évidence aux grandes centrales de chauffage, par raison d'hygiène et par raison d'économie, de progrès technique et social*¹¹⁰¹. Les aspects économiques ne sont pas négligés, des études sur les coûts comparés des différentes solutions, chauffage central ou chauffage urbain, eau chaude ou vapeur sont étudiées dans le contexte climatique français par exemple par André Nessi (Illustration tableau)¹¹⁰². C'est donc dans ce contexte que vont se développer les deux premiers réseaux de chauffages urbains en France : Paris et Villeurbanne. Ces deux réseaux diffèrent par bien des aspects : échelle du réseau,

¹⁰⁹⁸ VERON M., « *Le chauffage Urbain, distribution de la chaleur dans les villes* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des ingénieurs civils de France*, 1927, p. 532.

Il est à noter que ce groupe d'immeubles est sans doute un ensemble de HBM, cependant compte tenu de l'abondante production parisienne de cette période, il n'a pas été possible de l'identifier, aucune des sources ne sient l'architecte ou la localisation précise.

¹⁰⁹⁹ NESSI André, *Répartition générale de la chaleur dans les immeubles au moyen de centrales thermiques avec ou sans utiliser la force motrice*, Dunod, Paris, 1924, p. 23.

¹¹⁰⁰ VERON M. & PILLET F. Jules, « *Le chauffage urbain* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, janvier, 1928, p. 18.

¹¹⁰¹ Idem.

¹¹⁰² NESSI, Op. Cit, p. 37.

échelle de la ville, volonté locale, mode de production de l'énergie, fluide caloripporteur, caractère saisonnier de l'exploitation, type de clientèle... La question de l'antériorité entre le réseau parisien et celui de Villeurbanne se pose : le 23 mars 1928, le Conseil d'Etat adopte à l'unanimité moins une voix le décret qui approuve la convention entre la Ville de Paris et la Compagnie Générale Française de Chauffage Urbain en exécution de la délibération du Conseil municipal (5 décembre 1927)¹¹⁰³. La première phase de l'exploitation du réseau parisien date d'octobre 1930. Dès 1926, l'équipe municipale de Villeurbanne autour de son maire Lazare Goujon avait opté pour un chauffage urbain alimenté par la production d'énergie de la combustion des ordures ménagères. Ainsi : *Villeurbanne est la première ville de France où la création du chauffage urbain a été décidée*¹¹⁰⁴. L'usine de production est inaugurée en mai 1929¹¹⁰⁵ ; alors que l'ensemble de 222 logements HBM rue Michel Servet a été préalablement raccordé¹¹⁰⁶. Il semble que le réseau de vapeur soit opérationnel dès fin 1929¹¹⁰⁷. Et, en septembre 1930, un accumulateur « Ruths » de 100 m³ est adjoint afin de satisfaire les deux industriels également desservis par le réseau qui atteint 400 mètres¹¹⁰⁸. On peut donc dire, que la décision a été prise en premier par Villeurbanne et que la ville a été également plus rapide en ce qui concerne la réalisation effective du réseau. Cependant, il serait sans doute plus juste de considérer ces deux expériences de chauffage urbain comme contemporaines. Notons que dans les deux cas, il y a eu une

¹¹⁰³ « Le chauffage urbain à Paris », *La Technique Sanitaire*, Paris, mars 1928, p. 68.

¹¹⁰⁴ *La Vie Communale et Départementale*, mars 1928.

¹¹⁰⁵ *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹¹⁰⁶ TRAVERSO Edith, *Villeurbanne - Gratte-ciel 1927-1934*, Mémoire de maîtrise, Institut d'histoire de l'art, Université Lyon II, 1986, p. 94.

¹¹⁰⁷ On peut lire dans GOUJON Lazare, « Compte rendu de la séance extraordinaire du 23 février 1931, Extension du service de chauffage », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1931, *L'expérience que nous avons depuis plus d'un an de notre distribution de vapeur, nous a permis de faire des remarques utiles*. Cet article permet de déterminer la période de démarrage effectif du réseau.

¹¹⁰⁸ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, février 1934, p 25. De même, Conseil Municipal du 1er septembre 1930.

première phase expérimentale, puis une deuxième amorçant véritablement la croissance des réseaux.

Le chauffage urbain dans la capitale

Voici, dans un premier temps, quelques éléments sur le cas parisien. L'histoire de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain ayant déjà fait l'objet d'un travail de maîtrise il y a quelques années, on ne s'attachera ici qu'aux caractéristiques essentielles de ce nouveau réseau¹¹⁰⁹.

De longues négociations

La perspective d'un réseau parisien se structure autour de la personnalité de Gaston Gourdeau (1883-1957), ingénieur et membre du groupe Empain, qui crée en 1925 la Compagnie Générale Française de Chauffage Urbain (CGFCU) puis la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU) (fig. 177)¹¹¹⁰. Le but de cette société est de mettre en place un réseau de chauffage urbain dans la capitale. Notons que c'est également le Baron Empain qui est l'origine du métropolitain parisien, dont il est l'actionnaire majoritaire. Il y a donc une liaison étroite entre ces deux projets de réseaux urbains, avant même que la CGFCU reçoive l'usine de Bercy comme dotation. Pour faire passer le réseau en sous-sol, il est nécessaire depuis 1893 de disposer d'une concession entre la Ville et la société¹¹¹¹. Le projet n'attire pas beaucoup d'enthousiasme de la part des instances municipales et un rapport est demandé. Ce sont messieurs de Taste et Lefébure, conseillers municipaux qui en sont les auteurs¹¹¹².

¹¹⁰⁹PANTIGA Karine, *La compagnie parisienne de chauffage urbain, histoires de vie, de 1928 à nos jours*, Maîtrise en Histoire à Paris I Panthéon-Sorbonne sous la direction de Jacques Marseilles, Paris, 1992.

¹¹¹⁰ Gaston Gourdeau, né le 19 février 1883 à St. Cosme de Vair dans la Sarthe, fait l'École des Arts et Métiers d'Angers puis l'École Supérieure d'Electricité. Il mène également une carrière politique de radical de Gauche. En 1930, il est sous-secrétaire d'Etat aux Travaux Publics dans le ministère Steeg puis en 1932 dans le ministère Herriot. Par la suite, il poursuivra son action politique sous d'autres formes et publiera des articles dans la presse.

Il existe des traces de courrier entre Gaston Gourdeau et la Consolidated Edison de New York en possession de Morris Pierce.

¹¹¹¹ REY Augustin, « Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale », *La Technique Sanitaire et Municipale*, Paris, sept-oct, 1907, p. 267

¹¹¹² Karine Pantiga et d'autres sources disent que les conseillers municipaux ont fait des voyages d'études pour leur rapport. Il n'en ai pas fait mention dans le rapport disponible à la bibliothèque

Avant d'aborder le cas de Paris, ils exposent la situation américaine et allemande et concluent : *D'après des études approfondies par des spécialistes, on peut donc conclure que du point de vue économique les réseaux français de chauffage urbain, malgré les différences de climat, se présenteront dans des conditions satisfaisantes d'économie*¹¹¹³. Afin de convaincre, la Compagnie Générale Française de Chauffage Urbain édite une plaquette où des exemples Américains et Allemands sont présentés, dont une page entière de lettres de recommandations provenant d'institutions d'Outre-Rhin raccordées à un réseau¹¹¹⁴.

Par souci de rentabilité, nos rapporteurs comparent les besoins de la ville : le climat est moins rigoureux à Paris qu'à New York et à Hambourg (références en la matière), cependant la densité serait plus élevée : ils prévoient donc entre 20 et 120 cal/m². Les conseillers font remarquer également que : *En dehors des quartiers d'affaires de ces grandes villes, ou les secteurs s'agrandissent de 10 % par an, le chauffage urbain est exploité avec succès dans de petites agglomérations dont certaines ont une population de 5 000 à 10 000 habitants, même sous des climats ou la neige est presque inconnue*¹¹¹⁵. Si le chauffage urbain peut être rentable dans des agglomérations de petites tailles, il devrait l'être dans des villes de la densité de Paris, ou le chauffage central a encore bien des marchés à conquérir. Nos conseillers municipaux cherchent à mettre en valeur dans leur rapport les avantages du chauffage urbain pour la collectivité : *Nous pouvons donc conclure que le chauffage urbain constitue une étape nouvelle et particulièrement intéressante dans la voie du progrès social et que la Ville de Paris se doit à elle-même d'être une des premières de France à en bénéficier. En dehors des avantages que nous avons rappelés plus haut, c'est surtout ce progrès*

Administrative de la Ville de Paris. Les informations qu'ils y dispensent étaient disponibles dans les revues citées plus haut, point d'informations nouvelles ou plus précises.

¹¹¹³ de TASTE L., LEFEBURE Auguste, *Rapport du conseil municipal de Paris n° 144*, 15 novembre 1927.

¹¹¹⁴ photographies de canalisations et autres raccordements, plans et coupes de centrales de chauffe, celle de Pittsburg et celle de Barnem (villes moyennes) dans : *Notes sur le chauffage urbain : distribution de chaleur dans les villes*, Compagnie Générale Française de Chauffage Urbain, Paris, 1926.

¹¹¹⁵ de TASTE, LEFEBURE, Op. Cit.

*social qui doit nous intéresser et nous incite le plus vivement à vous demander l'adoption du mémoire de M. le Préfet de la Seine*¹¹¹⁶. C'est tout d'abord le rendement thermique de 70 % qui est mis en avant ; viennent ensuite les aspects concernant les économies de combustible, ce système permettrait de réduire la dépendance énergétique de la capitale en charbon de qualité supérieure¹¹¹⁷. Le dernier argument concerne la pollution atmosphérique et ses effets désastreux sur la dégradation des monuments et bâtiments. Notons qu'à l'époque la pollution résulte essentiellement des fumées de la combustion du charbon d'origine domestique ou industrielle. Cet argument qui sera repris également à Villeurbanne correspond à une véritable préoccupation qui apparaît dans bien des articles ainsi Emmanuel de Thubert déjà cité écrit : *Le chauffage urbain n'empoisonne pas l'air des villes*¹¹¹⁸.

Ils tentent de rassurer leurs congénères et refusent tout pessimisme, car pour eux, l'affaire a fait l'objet « *d'une étude très poussée et sérieuse* ». Les rapporteurs admettent tout de même que : *La réalisation matérielle du projet qui nous est soumis rencontrera des difficultés certaines qui tiennent à la structure même de notre capitale dont le sous-sol est déjà si encombré ; nous croyons cependant que les difficultés ne seront pas insurmontables et il faut bien avouer que l'exécution des travaux sera d'autant plus facile qu'ils seront réalisés plus rapidement*¹¹¹⁹.

Une autre source avance également l'avantage de réduire les problèmes de circulation et la quantité d'ordures : *il peut en résulter qu'une heureuse réduction de voitures de livraison de charbon et du tonnage important de cendres et de mâchefer qui doit être véhiculé chaque jour. Le nombre de camions automobiles ou à chevaux circulant annuellement dans Paris pour assurer la fourniture de charbon est en effet de l'ordre de 1 million ; l'évacuation des*

¹¹¹⁶ Idem.

¹¹¹⁷ L'antracite, charbon de qualité, que brûlent des unités domestiques, à raison de 2 millions de tonnes par an vient de l'étranger (Allemagne?), peut être remplacé par du charbon français plus médiocre dans une centrale thermique.

¹¹¹⁸ THUBERT Emmanuel de, « *Le chauffage urbain* », *La Construction Moderne*, vol. 2, 1934, 546-552 p.

cedres nécessite le transport annuel d'environ 300 000 tonnes de résidus ; la généralisation du chauffage urbain doit donc également profiter à la propreté des rues de Paris, si encombrées le matin par les ordures ménagères. Par ailleurs, l'économie résultant de la réduction de tonnage des ordures ménagères est loin d'être négligeable : elle peut être chiffrée à près de 20 millions de francs par an, somme correspondant à un capital de l'ordre de 400 000 millions de francs¹¹²⁰. Selon le même auteur : la ville de Paris diffère des grandes villes étrangères munies du chauffage urbain : 1) par la douceur relative de son climat, 2) par la plus faible densité calorifique rapportée au kilomètre carré, 3) par l'absence d'usines productrices de chaleur dans les quartiers à chauffer, 4) par un sous-sol des voies publiques en moyenne plus encombré¹¹²¹.

La Ville, qui ne croit pas à la rentabilité du projet, n'investit pas elle-même et impose, en 1927 et après de longues négociations, des conditions très rudes aux financiers : le concessionnaire prend tous les risques et engagements financiers, il cède une part de ses bénéfices et se voit donc contraint à une croissance géographique rapide. Le conseil municipal de Paris accorde, pour soixante ans, le 5 décembre 1927 : *un privilège exclusif pour la distribution de la chaleur par vapeur et eau chaude dans l'étendue du territoire de Paris*¹¹²². La société s'engage également à ne pas choisir ses clients et à construire un minimum de 6 km de réseau en 5 ans, puis 1 km par an durant 15 ans. La ville exige également que : *la société s'engage à donner lorsque l'administration le demandera, pour l'installation des branchements, la priorité aux travaux destinés à assurer la distribution de la chaleur aux bâtiments des départements ou de l'Etat, qui seront indiqués par le Préfet de La Seine*¹¹²³. Les exigences ne s'arrêtent pas

¹¹¹⁹ de TASTE, LEFEBURE, Op. Citz.

¹¹²⁰ LEMOINE André, *Un aspect nouveau de l'urbanisme le chauffage urbain*, Les archives de l'actualité, Paris, 1931, p. 6.

¹¹²¹ Idem, p. 16.

¹¹²² PANTIGA Karine, *La compagnie parisienne de chauffage urbain, histoires de vie, de 1928 à nos jours*, Maîtrise en Histoire à Paris-I Panthéon-Sorbonne sous la direction de Jacques Marseilles, Paris, 1992.

¹¹²³ de TASTE, LEFEBURE, Op. Cit.

là : tous les risques des investissements sont laissés au concessionnaire, des fonds de garantie sont également bloqués dans les caisses municipales, la Ville qui n'investit pas un centime réclame 10 % des éventuels bénéfices¹¹²⁴.

Première usine, premiers réseaux

C'est autour de l'usine de production électrique pour le métro à Bercy, jugée obsolète pour son usage initial, puis mise à disposition par le groupe Empain, que commence donc l'aventure parisienne du chauffage urbain. On ne peut pas dire que les « bonnes fées » qui se sont penchées sur le berceau du chauffage urbain parisien aient été généreuses...

Pourtant, cette situation rappelle un des réseaux de Hambourg, où une station électrique déjà ancienne reprend également du service avec le réseau de chaleur¹¹²⁵. Hambourg abrite la société Otto Meyer, à laquelle on doit nombre des réseaux allemands et européens, et à qui la CPCU fera appel pour ses compétences¹¹²⁶.

L'usine électrique avait été construite en deux temps entre 1899-1900 puis entre 1903-1904 pour la production électrique. Il s'agit d'une œuvre architecturale de Paul Friesé (1851-1917), composée de trois halles parallèles, avec une structure métallique et des remplissages de brique. C'est un ensemble impressionnant (145 mètres de long entre la Seine et la rue de Bercy), ponctué verticalement par deux hautes cheminées caractéristiques (fig. 178)¹¹²⁷.

Selon des sources convergentes, l'exploitation du premier réseau s'effectue à partir d'octobre 1930, autour de la rue de Bercy et de la gare

¹¹²⁴ TRIBOULET Alain, BRICKA Dominique, « Spécial anniversaire CPCU », *Journal d'information de la Compagnie Parisienne de chauffage Urbain*, 1990, p. 1.

¹¹²⁵ Par contre nous ne sommes pas ici dans le centre historique de Paris, comme à Hambourg, mais déjà un peu en périphérie. Le réseau doit parcourir quelques kilomètres afin d'atteindre les bâtiments publics de première importance. Il est incontestable que cette situation a dû freiner la croissance dans un premier temps.

¹¹²⁶ Karine Pantiga qui donne cette information dans son travail, ne précise ni l'ampleur de cette participation ni son mode de rémunération (l'hypothèse des dommages de guerre n'est pas à négliger).

de Lyon, cliente, avec une piscine et vingt autres clients, immeubles d'habitations et bureaux, dès la première année (fig. 179)¹¹²⁸. Les anciennes chaudières fournissent de la vapeur à 10 kg/cm² et 300°C abaissée entre 150°C et 170°C pour circuler dans le réseau. Les tuyaux d'aller et de retour sont soudés au chalumeau. Le conduit aller possède un diamètre intérieur de 300 mm et de 9 mm d'épaisseur, les tubes de retour ont un diamètre intérieur de 178 mm, ils sont en acier doux passé au four Martin-Siemens (fig. 180)¹¹²⁹. Les canalisations sont posées avec une pente moyenne de 2 % afin de pouvoir évacuer d'éventuel résidu de condensation¹¹³⁰. La pression de la vapeur part, grâce à deux détendeurs, à 6 kg/cm² suivant les demandes des consommateurs de telle sorte que, au point du réseau de la plus éloignée des centrales, la pression soit toujours de 3 à 5 kg/cm². La température de la vapeur au départ est de l'ordre de 225°C grâce à un désurchauffeur à injection d'eau. Les pertes de chaleur dans le réseau étant réduites grâce à un calorifugeage approprié¹¹³¹. Le rendement des canalisations peut être évalué à 85 %¹¹³². Jusqu'à 1934, le premier réseau « test », qui fait environ 2 km de long n'utilise que les anciennes chaudières du Métropolitain et : *Depuis la mise en service qui date du 1er octobre 1930, la distribution a fonctionné sans interruption et à la satisfaction de tous les abonnés, même pendant les périodes de plus grand froid (-15°C)*¹¹³³.

Dans le courant de l'année 1934, la Compagnie procède à la modernisation de l'usine productrice et au percement d'un réseau de

¹¹²⁷ FIBLEC Hugues, *Paul Friesé*, IFA - Norma, Paris, 1991, p. 111-115.

¹¹²⁸ Les trains sont préchauffés à la vapeur. Plan du réseau en 1930.

¹¹²⁹ SALELLES R., DAUTEL R., *Soudure de canalisations de vapeur à haute pression pour le chauffage urbain (Ville de Paris)*, XI^e Congrès de soudure à Rome, Rome, 1934, p. 434-441. Les soudures utilisées sont aussi bien autogènes qu'électriques.

¹¹³⁰ THUBERT Emmanuel de, « *Le chauffage urbain* », *La Construction Moderne*, vol. 2, 1934, p. 549.

¹¹³¹ sous-couche de 5mm à bas de Kielselghur, coquilles de magnésie carbonatée de 80mm d'épaisseur, lissage et enduit extérieur à base de Kielselghur, enveloppe résistante de carton ou de jute, enduit étanche, enveloppe résistante de carton rubéroïde parfaitement ligaturée, « *Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain* », *Revue Chauffage et Ventillation*, Paris, 1935, p. 5.

¹¹³² THUBERT de, Op. Cit, p. 552.

pénétration dont l'artère doit atteindre le Conservatoire National des Arts et Métiers en passant par l'hôtel de Ville¹¹³⁴. Deux nouvelles chaudières sont mises en service, des « Badcock & Wilcox » sur des brevets « Rauber-Luquet », afin de renforcer le réseau. Elles peuvent produire 30 tonnes/heure à la pression de 20 kg/cm² et les deux suivantes 50 tonnes/heure à la même pression. La puissance totale de cette unité de production est donc de 160 tonnes/heure en marche poussée et de 176 tonnes/heure en pointe. Deux autres chaudières rejoignent les premières en 1935 et 1936. Notons qu'à partir de 1945, il est également possible de faire brûler du fuel lourd, moyennant des aménagements¹¹³⁵. De même le diamètre des canalisations pourra passer en fonction des besoins à 600 mm (fig. 181)¹¹³⁶. La vapeur est dirigée vers deux postes de départ : l'un pour l'ancien réseau à 6 kg/cm² et l'autre à 15 kg/cm² pour le réseau principal.

Les canalisations sont posées dans un caniveau de béton armé à une profondeur de 1 à 2 mètres au-dessous de la chaussée ou des trottoirs, elles sont également installées en galeries quand il en existe. Le passage des ponts (Pont Morland et passage du canal St.-Martin) se fait en extérieur sur des potences scellées sur les piles du pont. Une isolation de liège et magnésie calfeutre les tuyaux sur un pan légèrement incliné pour que le condensât descende par gravité. Afin de supporter les déformations dues aux hautes températures, les tubes sont disposés sur des galets (à roulettes) et de plus : une déformation préalable égale à la moitié de la déformation en service et dirigée dans le sens inverse est réalisée à l'aide de vérins hydrauliques. Divers moyens de compensation des dilatations sont mises en œuvre : les changements de direction ou les lyres, les soufflets et les joints glissants. Les déformations de la conduite

¹¹³³ « Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain », *Revue Chauffage et Ventilation*, Paris, 1935, p. 14.

¹¹³⁴ *Idem*, p. 14.

¹¹³⁵ *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954*, CPCU, Paris, 1955, p. 12.

¹¹³⁶ *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain*, CPCU, Paris, 1937, p. 35-36.

peut atteindre 200 à 250 mm pour 100 mètres de longueur (0,0025 / 1 m ou 1 / 4 de cm / m)¹¹³⁷.

D'une manière générale, un soin méticuleux est porté aux aspects concrets de la réalisation du réseau, ainsi des contrôleurs passent sur les chantiers afin de procéder à la vérification des soudures et à des essais successifs. Les postes de raccordement comportent un bac à flotteur automatique, un contacteur et une pompe électrique de refoulement, suivant le type de chauffage, ainsi qu'un ou plusieurs échangeurs¹¹³⁸.

Dans certains cas particuliers, les conduites de chauffage urbain sont disposées dans des galeries visitables, galeries dont la forme est comparable à celles bien connues des égouts (...) Lorsque la canalisation est posée en caniveau, il est nécessaire de ménager de place en place des chambres de visite dans lesquelles on installe les appareils spéciaux de compensation, les appareils de robinetterie, les points de purge dans le cas des conduites de vapeur¹¹³⁹. Les immeubles clients sont raccordés sous la chaussée et le compteur est intercalé sur la conduite de retour en amont du bac à flotteur¹¹⁴⁰.

Dans l'un de ses ouvrages, la CPCU développe sa propagande et, pour ce faire, met en avant les avantages des réseaux de chaleur : *Principaux avantages du chauffage urbain : suppression des chaufferies d'immeubles et des risques d'incendie, suppression de tous les ennuis inhérents aux approvisionnements en combustibles et à l'enlèvement des mâchefers ; suppression des cheminées, conduits de fumées, et risques d'asphyxie, suppression des fumées et leurs graves inconvénients concernant l'hygiène publique ; possibilité d'assurer à chaque instant le réglage automatique et instantané de la consommation de chaleur, de façon à la réduire au minimum strictement nécessaire, compte tenu de la valeur de la température extérieure et*

¹¹³⁷ « Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain », *Revue Chauffage et Ventilation*, Paris, 1935, p. 5. De même, on donne aussi 60 mm de dilatation pour 35 mètres de conduits, THUBERT Emmanuel de, « Le chauffage urbain », *La Construction Moderne*, vol. 2, 1934, p. 548.

¹¹³⁸ Idem, p. 18. Illustration, p. 21.

¹¹³⁹ « Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain », *Revue Chauffage et Ventilation*, Paris, 1935, p. 6.

¹¹⁴⁰ Voir illustration précédente.

*du programme d'occupation des locaux. Propreté, simplicité, sécurité, souplesse, régularité, gain de place, réglage automatique*¹¹⁴¹. Certains aspects sont mis en avant dont la suppression de l'évacuation des résidus de combustion. Le gain de place correspondant au stockage du charbon, combustible de référence à l'époque, peut être évalué de manière précise de 1 à 10¹¹⁴². Dans le second ouvrage de la CPCU, qui couvre la période de 1929 à 1954, la présentation des avantages du chauffage urbain est organisée en trois parties : pour l'utilisateur, pour la collectivité et sur le plan national et sont considérablement plus détaillés¹¹⁴³. La question de la suppression de la surveillance est évoquée, correspondant à l'abandon des chauffeurs qui alimentaient en charbon à heures régulières suivant la rigueur du climat des chaudières des quelques chauffages centraux de la capitale. Les inconvénients des fumées incontrôlées sont également abordés et un nouvel inconvénient est pointé : celui d'attaquer les façades et des toitures des bâtiments et monuments¹¹⁴⁴. Déjà dans l'ouvrage précédent, les aspects de santé publique des fumées étaient soulignés : *les fumées, provenant de la combustion dans les foyers domestiques, déversées annuellement dans l'atmosphère parisienne contiennent en effet une quantité de soufre correspondant à 50 000 tonnes d'acide sulfurique concentré. Ces fumées, cause importante de mortalité par la tuberculose, doivent être supprimées par la généralisation du chauffage urbain*¹¹⁴⁵. Afin de favoriser les nouveaux abonnements, la CPCU écrit : *Rappelons à ce sujet que toutes les installations intérieures de chauffage peuvent être raccordées au réseau de chauffage urbain sans que l'on n'ait rien à y changer ; les colonnes montantes, les tuyauteries de distribution et les radiateurs subsistent tels quels*¹¹⁴⁶.

¹¹⁴¹ *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, CPCU, Paris, 1937, p. 15-16.*

¹¹⁴² *Idem, p. 10.*

¹¹⁴³ *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954, CPCU, Paris, 1955, p. 3-4.*

¹¹⁴⁴ Il est à noter que les bâtiments, du XIX^e siècle et antérieurs, situés à proximité des gares et des parcours des voies ont souvent la façade dans le sens du vent endommagée.

¹¹⁴⁵ *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, CPCU, Paris, 1937, p. 21*

¹¹⁴⁶ *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954, CPCU, Paris, 1955, p. 19.*

Les premiers clients

Les premiers clients sont les bureaux du PLM, ceux de la RATP, et ceux de la gare de Lyon. Suivant l'importance du bâtiment à desservir la quantité de calories varie : petit immeuble 60 000 calories, immeuble moyen 0,2 million de calories et immeubles importants 1,2 million de calories, pour un chauffage à vapeur basse pression¹¹⁴⁷. Le réseau s'étend vers l'Ouest et, en 1934, les canalisations atteignent l'Hôtel de Ville puis, en 1935, le réseau se poursuit jusqu'au Palais Royal¹¹⁴⁸. En 1931, la chaleur est généralement vendue au compteur, le tarif moyen de vente est de 155 francs par million de calories¹¹⁴⁹. Un client hôtelier exprime lors d'une réunion des ingénieurs civils de France (9 février 1934) les satisfactions que lui apportent le réseau de vapeur parisien¹¹⁵⁰. Dans l'ouvrage de la CPCU, qui fait le bilan de son activité en 1937, la liste des immeubles raccordés est éloquente : la Belle Jardinière, le BHV, les magasins du Louvre, l'hôtel de la rue Parrot, l'hôtel Terminus Lyon, le Palmyr hôtel, l'hôtel Massilia, l'hôtel Beaubourg, l'Adriatic hôtel, les salons Viarney, la Comédie-Française, le cinéma rue de Lyon, la crèche municipale de la rue Fauconnier, la piscine Ledru-Rollin, les ateliers de confection de la Samaritaine, la confiserie Gessler, la chemiserie Rousseau, le garage rue Traversière, la gare de Lyon, l'hôtel de Ville de Paris, la Bibliothèque Nationale, le bureau de la compagnie PLM, le Crédit municipal, le Conseil d'Etat, les bureaux du métropolitain, la

¹¹⁴⁷ *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, CPCU, Paris, 1937, p. 31.*

¹¹⁴⁸ THUBERT, Op. Cit, p. 546-552. (Illustrations avec plans et photos des conduits en caniveau et des lyres, les compensateurs, les pompes, le comptage, les raccordements,...)

¹¹⁴⁹ LEMOINE André, *Un aspect nouveau de l'urbanisme le chauffage urbain*, Les archives de l'actualité, Paris, 1931, p. 31.

¹¹⁵⁰ « Discussions de la séance du 9 février 1934 », *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1934, p. 105 : M. Louis Raymond, Propriétaire du Modern Hôtel. - Si je prends la parole, c'est simplement à titre de client du chauffage urbain, afin d'adresser mes félicitations les plus sincères à M. Schereschewsky, Directeur de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain. Depuis trois ans, je suis rattaché au chauffage urbain et je déclare en être parfaitement satisfait. Je n'interviens ici ni comme actionnaire, ni pour faire de la publicité à ce système, mais uniquement comme client. Je chauffe ainsi mon hôtel d'une façon très commode, suivant les indications données par les thermomètres à distance qui donnent la température dans certaines pièces choisies comme témoins. Le service d'eau chaude est également assuré avec de l'eau chauffée par la vapeur du chauffage urbain, avec réglage thermostatique ; mon hôtel contient cent chambres et ce système de chauffage donne les plus grandes satisfactions à la direction et à la clientèle.

mairie du IV^e, le bureau du métropolitain boulevard Diderot, l'École centrale des arts et manufactures, le groupe scolaire rue François Miron, l'école Massillon¹¹⁵¹. Le premier réseau qui va vers le Nord dessert les voies suivantes : rue de Bercy, rue Traversière, boulevard Diderot, avenue Ledru Rollin, rue Jules César ; rue de Lyon, rue Parrot, rue Gilbert, rue Legraverent, rue Lacuée, rue Biscornet, rue Moreau. Le second réseau qui prend la direction de l'Ouest suit le quai de la Rapée puis s'étend boulevard Morland, quai des Célestins, rue du Petit Musc, rue J. Cousin, boulevard Henri IV, rue Fauconnier, rue Charlemagne, rue de Jouy, rue François Miron, quai de l'Hôtel de Ville, rue Lobeau, rue des Archives, rue des Blancs Manteaux, rue de la Verrerie, rue Beaubourg, avenue Victoria, rue J. Lantier, rue de Rivoli, rue de Valois, rue du colonel Driant, rue du Beaujolais, rue Vivienne¹¹⁵². En décembre 1934, l'association des ingénieurs de chauffage urbain visite, avec le directeur de la CPCU M. Fade, le poste de raccordement de l'hôtel de ville de Paris : *dont la puissance est de 12 millions de calories et dont l'encombrement très réduit a pu être comparé par les visiteurs à celui de l'ancienne chaufferie, dont la puissance n'était que de 4 millions de calories : pour une puissance 3 fois plus grande, l'encombrement total du poste de raccordement, y compris la place nécessaire à la manœuvre des vannes, n'est que de 100 m³ contre le 3000 m³ pour l'ancienne chaufferie et sa soute à combustible*¹¹⁵³.

Les projets d'extension de cette zone suivent la rue du Louvre en direction de l'Opéra, ainsi que la rue Réaumur et la rue Vaucanson, vers le CNAM et le Lycée Turgot. Dès 1937, le réseau est projeté sur la rive gauche et la connexion avec les deux unités de production d'Ivry-sur-Seine (production d'électricité et incinération des ordures) est également prévue ainsi que celle de St.-Ouen, même si les circonstances historiques

¹¹⁵¹ Tous ces bâtiments figurent en illustrations de la page 39 à la page 56, *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain*, CPCU, Paris, 1937, p. 39-56.

¹¹⁵² *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain*, CPCU, Paris, 1937, plans des canalisations.

¹¹⁵³ « *Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain* », *Revue Chauffage et Ventilation*, Paris, 1935, p. 18.

ont considérablement ralenti le processus¹¹⁵⁴. Le projet de parcours du réseau rive gauche s'étend ainsi : pont d'Austerlitz, boulevard de l'Hôpital, rue Goeffroy St. Hilaire, rue Cuvier, rue Lacépède, rue Blainville, rue de l'Estrapade, rue Clothilde, rue d'Ulm, rue Lhomond, rue Rataud, rue Claude Bernard, rue Pierre et Marie Curie, rue Saint Jacques, rue de l'Abbé de l'Épée, rue Auguste Comte, avenue de l'Observatoire, rue Cujas, rue de Vaugirard, rue Monsieur le Prince, rue Dauphine, rue Jacob, rue Bonaparte, rue de la Sorbonne, rue des Ecoles, boulevard Saint Michel, bd. du Palais, quai de l'Horloge, rue Pont-Neuf (fig. 182)¹¹⁵⁵. Il est possible de suivre la trace du réseau du chauffage urbain sur les documents graphiques dont dispose le service des égouts et de l'assainissement de la ville de Paris (fig. 183)¹¹⁵⁶. Malheureusement ces sources ne sont pas toujours datées ; cependant, on peut observer le dessin des « caniveaux CPCU » dont la largeur extérieure est d'1 m et l'intérieur de 0,80 m approximativement. Le tracé est précis et l'on peut découvrir les lyres, comme les raccordements et les chambres de vannes. Dans certains cas, il y a un caniveau de chaque côté de la rue comme dans la rue de Lyon. Le réseau issu de l'usine de Bercy sort aussi bien par la rue de Bercy dans les deux directions Est-Ouest, que par le quai de la Rapée¹¹⁵⁷.

En 1954, 663 immeubles sont raccordés¹¹⁵⁸. Le réseau croît au fil du temps : en 1930 – 1 000 m, en 1935 – 5 337 m, en 1940 – 13 567 m, en 1945

¹¹⁵⁴ À l'occasion de l'ouverture de la nouvelle usine d'incinération des ordures et de production de briques de mâchefer d'Issy-les-Moulineaux, M. Chenevier fait un bilan sur les quatre usines traitant les déchets domestiques de Paris et 20 communes de banlieue : Issy, Ivry, Romainville, St.-Ouen. Ces installations produisent de l'électricité mais la vapeur pourrait être mise en réseau CHENEVIER R., « Des ordures ménagères à la centrale électrique », *La science et la vie*, Paris, n° 175, janvier 1932, p. 34-42.

¹¹⁵⁵ *Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, CPCU, Paris, 1937, plans des canalisations.*

¹¹⁵⁶ Le Service des égouts de Paris conserve ses propres archives et sur certains documents graphiques figure le réseau de chauffage urbain. Le croisement des rues de Lyon, Traversière et Parrot, sur la rue de Lyon le réseau passe des deux côtés de la chaussée.

¹¹⁵⁷ Archives du service des égouts de Paris.

¹¹⁵⁸ *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954, CPCU, Paris, 1955, p. 24.*

– 28 038 m, en 1954 – 35 500 m¹¹⁵⁹. Le tableau suivant donne à intervalles de 5 ans la fourniture d'énergie effectuées par le réseau :

1er juillet 1930	au 30 juin 1935		229 270 tonnes	
-	1935	-	1940	889 298 tonnes
-	1940	-	1945	1 007 169 tonnes
-	1945	-	1950	1 786 411 tonnes
-	1950	-	1954	2 029 160 tonnes
soit une fourniture totale de				6 011 308 tonnes
ou encore 3 486 560 millions de calories ¹¹⁶⁰ .				

Le réseau parisien démarre assez lentement : longues négociations puis, les premières années, soit entre 1930 et 1935 la progression reste modeste avec cinq kilomètres de long. On peut considérer cette période comme une phase expérimentale.

Dès les premiers projets de la CPCU, il était question de raccorder le réseau à d'autres centrales électriques situées à la périphérie de Paris : Saint-Ouen, Issy-les-Moulineaux, Ivry-Vitry, afin de desservir également d'autres quartiers¹¹⁶¹. Ces projets seront cependant repoussés à l'après-guerre où le réseau prend plus d'ampleur, même si l'explosion effective du chauffage urbain à Paris date d'après les années 60¹¹⁶².

¹¹⁵⁹ Idem, introduction, Ces longueurs correspondent aux canalisations principales et qu'avec les branchements la longueur est plus importante : en 1954 40 100 m.

¹¹⁶⁰ *Chauffage urbain à Paris, 1929-1954*, CPCU, Paris, 1955, p. 14. Notons que de 1940 à 1945 la fourniture a été perturbée et même interrompue en l'hiver 1944-45.

¹¹⁶¹ THUBERT, Op. Cit, p. 550.

¹¹⁶² Après-guerre, suite à la nationalisation d'une partie des activités du Groupe Empain (électricité et RATP), EDF s'est retrouvé membre de la direction de la CPCU, or leurs intérêts divergent. Quand le réseau de la CPCU passe, ce sont des clients du chauffage électrique ou à gaz qui disparaissent.

Le chauffage urbain de Villeurbanne

Contrairement au cas de Paris, le chauffage urbain de Villeurbanne n'a fait l'objet d'aucun travail, même si l'histoire du nouveau centre ville a attiré plus d'intérêts¹¹⁶³. Nous développerons donc les conditions d'apparition du réseau dans le cadre de la politique urbaine municipale. La première différence entre le réseau parisien et celui de Villeurbanne c'est leur statut : l'un est privé, issu d'un groupe financier et industriel, le groupe Empain, et peu soutenu par la Ville ; l'autre est public : c'est le résultat d'une politique urbaine et sociale municipale.

Une autre différence concerne la forme réticulée du réseau, alors que dans un premier temps celui de Paris est surtout linéaire.

Le réseau de Villeurbanne dessert d'emblée les bâtiments municipaux et les logements sociaux, mais aussi des usines. Il est intéressant de noter que Birdsill Holly avait prévu, dès l'origine, l'alimentation en vapeur d'activités industrielles¹¹⁶⁴.

La question du fluide calorporteur et des canalisations diffère également entre les deux villes. Dans un premier temps, Villeurbanne fait le choix de la vapeur avec un seul circuit aller, puis remet en cause ce choix après une phase expérimentale et opte pour l'eau chaude sous pression avec des deux canalisations parallèles (l'une pour l'aller, l'autre pour le retour).

La création d'un nouveau centre ville à Villeurbanne, à une importante échelle, nous place dans une situation proche de la « ville nouvelle » et : *dans les immeubles neufs, dans les villes nouvelles, nous pourrions prévoir des réseaux économiques de distribution de vapeur surchauffée : il n'en sera pas tout à fait de même dans nos immeubles anciens et dans nos vieilles villes*

¹¹⁶³ Une maîtrise à l'Université de Lyon II, quelques articles, un ouvrage d'histoire politique, un ouvrage de présentation de la nouvelle ZPPAU, les actes d'un colloque pour le cinquantenaire en 1984, quelques travaux de l'école d'architecture de Lyon.

européennes, ce qui représente une autre différence avec le cas parisien durant cette période¹¹⁶⁵. En 1931, on peut lire dans les archives de l'actualité : *aucun quartier neuf, fut-il composé d'habitations bourgeoises ou de cités ouvrières, ne saurait être désormais conçu sans chauffage à distance*¹¹⁶⁶.

Le contexte politique et technique

Villeurbanne est une banlieue industrielle située au nord-est de Lyon. Sa population triple de 1900 à 1930, avec 60 % de travailleurs manuels dont une proportion non négligeable d'étrangers ; cette croissance démographique s'accompagne d'une croissance urbaine anarchique, hors de toutes infrastructures¹¹⁶⁷. La voirie, les égouts, les alimentations en eau potable ou non, l'éclairage public sont à un stade encore assez précaire par rapport aux besoins réels. Les industries locales se divisent en deux catégories : les traditionnelles d'une part (tissage, dentelle, tulle, teinture, etc.) ainsi que d'autres (chimie, cuirs, colorant, mécanique, alimentaire, matériel électrique, cycles, bâtiment, etc.)¹¹⁶⁸. Autant de cheminées d'usines qui crachent des fumées noires, issues de la combustion du charbon, dans l'atmosphère de la ville¹¹⁶⁹.

À Villeurbanne, le vote se porte plutôt à gauche et, de 1908 à 1922, le maire est Jules Grand-Clément, un « docteur des pauvres », qui lance un premier programme sanitaire et social avec enlèvement et incinération des ordures, magasins coopératifs, écoles et quelques logements

¹¹⁶⁴ HOLLY Birdsell, *Apparatus for Applying District in Cities and Towns with Heat and Power*, United States Patent Office, July 26, n° 9821, 26 p.

¹¹⁶⁵ VERON M. & PILLET F. Jules, « *Le chauffage urbain* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, janvier, 1928, p. 19.

¹¹⁶⁶ LEMOINE André, *Un aspect nouveau de l'urbanisme le chauffage urbain*, Les archives de l'actualité, Paris, 1931, p. 6.

¹¹⁶⁷ TRAVERSO Edith, *Villeurbanne - Gratte-ciel, où la banlieue devient ville*, Musée de Villeurbanne, Villeurbanne, 1984, p. 4.

¹¹⁶⁸ MEURET Bernard, *Le socialisme municipal, Villeurbanne 1880-1982*, Presse Universitaires de Lyon, Lyon, 1982, p. 79-80.

¹¹⁶⁹ Dès le début du siècle, des tentatives de contrôle des émanations des pollutions atmosphériques sont d'actualité : *la pollution des usines est surveillée. Quelques licences d'exploitations sont retirées mais, dans l'ensemble la municipalité ne veut pas mécontenter les industriels*, dans Idem, p. 115.

sociaux¹¹⁷⁰. En 1920, à l'issue du Congrès de Tours, le docteur Grand-Clément choisit le camp des communistes et ne sera pas suivi par le reste de ces concitoyens. C'est un autre médecin, Lazare Goujon, socialiste, qui conquiert la mairie en 1924 où il se maintient en 1929. Il est également député et vice-président du Comité National d'Hygiène¹¹⁷¹. Notons que Gaston Gourdeau, père du réseau parisien siégeait dans la même commission parlementaire que Lazare Goujon celle de l'administration générale, départementale et communale¹¹⁷².

Le nouveau maire est convaincu de poursuivre et d'accroître les efforts de son prédécesseur en ce qui concerne les aspects sociaux et sanitaires. Il construit des écoles, un dispensaire, un bureau de l'hygiène et favorise la bonne qualité de l'air en réduisant la pollution atmosphérique, principale nuisance de cette banlieue ouvrière. Il organise la généralisation des égouts et autres réseaux d'eau ainsi que la création de nouvelles voies. Il valorise le sport, prône l'accès au soleil et le confort dans les constructions municipales. Il favorise les logements sociaux confortables comme dans les *cottages* associatifs, mais aussi avec des logements collectifs.

Après 1903, Villeurbanne s'oppose vigoureusement au projet d'annexion à Lyon, ville dotée, depuis la Première Guerre mondiale d'un plan d'urbanisme¹¹⁷³. De 1924 à 1932, Villeurbanne élabore, à son tour, son propre « Plan d'aménagement et d'embellissement et d'extension » (avec

¹¹⁷⁰ *Le ramassage des ordures est organisé et mis en régie. Un four à incinérer est construit ; Enfin et surtout Villeurbanne est une des premières villes en France à se doter, après le vote de la loi de 1912 sur les HLM, d'un office destiné à construire », MEURET, Op. Cit, p. 114-119.*

¹¹⁷¹ *Lazare Goujon, né le 23 juillet 1869 au Creuzot, député du Rhône de 1928 à 1936. Ouvrier puis instituteur avant de pouvoir au prix d'un travail acharné accéder à la profession de médecin. Milite dès 1888, à la SFIO dès 1905. Maire de Villeurbanne, député dès 1928, membre de la commission d'hygiène, mais aussi de la commission de l'administration générale, départementale et communale : intérêts pour l'emploi, le logement, les constructions scolaires, l'épuration des eaux, dans Dictionnaire des parlementaires français 1889-1940, dirigé par JOLLY Jean, PUF, Paris, 1966, tome 4, p. 1860. Notons également que Lazare Goujon voyage à plusieurs reprises en Europe Centrale et en Allemagne entre 1912 et 1914. Lazare Goujon décède à Lyon le 18 avril 1960.*

¹¹⁷² *Idem.*

¹¹⁷³ *MEURET, Op. Cit, p. 83-107.*

une accélération des réalisations de 1930 à 1931)¹¹⁷⁴. Le maire crée également, afin de réaliser ses projets, la « Société Villeurbannaise d'Urbanisme », une des premières sociétés d'économies mixtes qui subira par la suite quelques tracasseries administratives de la part de ses successeurs¹¹⁷⁵.

Le maire met sur pied une équipe afin d'atteindre ses objectifs et il nomme, en 1927, Jean Fleury à la tête du service de l'urbanisme et de la voirie¹¹⁷⁶. Celui-ci va jouer un rôle essentiel dans la mise en place de tous ces projets. Les autres collaborateurs, adjoints techniques, sont : messieurs Comte (bâtiments, chauffage, théâtre de verdure), Magaud (voies publiques et privées, transports, jardins, cimetière), Paget (égouts, eau gaz, électricité, PTT), Desgranchamps (plans et alignements, lotissements)¹¹⁷⁷. Jean Fleury s'implique personnellement dans la diffusion des idées hygiénistes de l'époque municipale. Il donne des conférences publiques et rédige des articles de diffusion scientifique dans la presse locale concernant l'urbanisme, les normes de confort thermique et sanitaire, la pureté de l'air, les rôles de la lumière¹¹⁷⁸. Il met au point le projet de chauffage urbain comme solution rationnelle et économique au chauffage et à la pollution de l'air.

¹¹⁷⁴ CLÉMENÇON Anne-Sophie, « Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934) », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, Lyon, mars 1985, p. 259.

¹¹⁷⁵ *Rapport de la commission de contrôle instituée en vertu du décret-loi du 31 octobre 1935 sur la Société Villeurbannaise d'Urbanisme*, exercice 1935, association typographique, Lyon, Villeurbanne, 48 p. et *Rapport à Monsieur le Ministre*, Ministère de l'intérieur, Inspection générale des services administratifs, « *Au sujet des travaux d'urbanisme de la Ville de Villeurbanne* », 20 juin 1936, 22 p.

¹¹⁷⁶ Né à Gien en 1893, il est soldat en 1914-18 où il sera blessé, ces informations concernant Jean Fleury proviennent du *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, n°1959, janvier février 1959, p. 7580 ; consacré à la retraite de notre ingénieur municipal. Il abandonnera la direction de l'usine de production de chaleur, pour ne se consacrer qu'aux services techniques, où il restera jusqu'à l'âge de la retraite qu'il prend en 1959 après 32 ans de service municipal.

¹¹⁷⁷ *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, janvier, 1928.

¹¹⁷⁸ FLEURY Jean, « *Les cours de l'Université Prolétarienne Urbanisme - les eaux - Air et lumière* », *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1936 - mars 1937.

Jean Fleury a fait des études d'ingénieur à L'ESTP, promotion 1921, spécialité travaux publics¹¹⁷⁹. En 1927, il est également membre de l'Association générale des hygiénistes & techniciens municipaux alors qu'Augustin Rey et Marcel Forestier appartiennent au conseil d'administration de cette institution¹¹⁸⁰. Il commence sa carrière à Reims, où il est recruté en octobre 1922 comme stagiaire au poste de chef du service du nettoyage, des égouts et de l'éclairage, une tâche-clef dans cette ville en pleine reconstruction¹¹⁸¹. Il y sera titularisé en juillet 1923 et actif jusqu'en mai 1927. La ville de Reims, détruite par la guerre, a fait l'objet d'un plan d'urbanisme conçu par l'architecte et urbaniste américain John Burdett Ford à l'aide de fonds américains et mis en pratique par l'ingénieur Marcel Forestier¹¹⁸². Notons que George Burdett Ford, qui a fait son diplôme d'architecte d.p.l.g. à Paris, est l'auteur de la fameuse *Zoning Ordinance* de New York comme *L'urbanisme en pratique*¹¹⁸³. Bien que l'urbaniste Américain ait quitté la France depuis 1920 et que notre jeune ingénieur ne travaille à Reims qu'en 1921,

¹¹⁷⁹ Les renseignements concernant les études de Jean Fleury proviennent des annuaires de l'école ESTP disponibles à la Bibliothèque Nationale, *Annuaire de la Société des ingénieurs diplômés ETP*, 1947. Les études historiques lyonnaises le situent comme ancien élève de l'Ecole Centrale de Lyon, sans justifier cette source (Cléménçon, Traverso) ; ce qui n'est pas forcément incompatible.

¹¹⁸⁰ *La Technique Sanitaire*, Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiéniste municipal, Berger-Levrault et Cie, Paris, 1927. Notons qu'Augustin Rey est l'auteur de projets et d'articles sur le chauffage urbain et que Marcel Forestier est l'ingénieur en chef en charge de la reconstruction de Reims.

¹¹⁸¹ M. Fleury, *venu à Villeurbanne en 1927, après avoir exercé les fonctions d'ingénieur à la ville de Reims*, « Les municipaux ont fêté le départ à la retraite de M. Fleury », *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, n° 1959, janvier février 1959, p. 7580. Les renseignements concernant la vie rémoise de Jean Fleury m'ont été communiqués par Olivier Rigaud, urbaniste à Reims, et proviennent des archives municipales. Jean Fleury né à Gien, Loiret, le 21 décembre 1893, employé le 15 octobre 1922 comme chef du service du nettoyage, des égouts et de l'éclairage stagiaire payé annuellement 13 800 F. Il est augmenté le 13 juillet 1923 au moment de sa titularisation (5e classe), encore le 19 octobre 1925 (4e classe) 15 600 F.

¹¹⁸² Notons que c'est à l'occasion de la rédaction d'une conférence pour le SHOT à Pasadena que j'ai mis à jour cette relation entre Jean Fleury, Reims et G. B. Ford. Donc les liens entre Villeurbanne et l'influence américaine ont pu être établis à travers l'ingénieur et non l'architecte. GALLO Emmanuelle, *American influences on Villeurbanne's town center and district heating in the 30's*, Society for the History of Technology Annual Meeting in Pasadena, Oct. 1997. Eléments repris dans GALLO Emmanuelle, « La réception et le quartier des Gratte-ciel, centre de Villeurbanne, ou pourquoi des Gratte-ciel à Villeurbanne en 1932 », VII^e conférence internationale de Docomomo, *Image, usage, héritage : la réception de l'architecture du mouvement moderne*, Unesco, Paris, 16-19 septembre 2002, Presse Universitaire de Besançon, 2005, p. 149-152.

¹¹⁸³ G. B. Ford (1879-1930) étudie aux Beaux-Arts dans l'atelier Pascal de 1904 à 1907. FORD George Burdett, *Buiding zones*, Lawyers Mortgage Compagny, New York, 1916, 35 p. FORD George Burdett, *L'urbanisme en pratique ; Précis de l'urbanisme dans toute son extension ; Pratique comparée en Amérique et en Europe*, Paris, E. Leroux, 1920, 196 p.

l'influence semble assez directe d'autant que l'*American Memorial Hospital* de Charles Butler y est alors en construction. L'homme d'affaire américain Carnegie finance la construction de la Bibliothèque qui porte son nom¹¹⁸⁴. Cette expérience rémoise, a donc pu sensibiliser Jean Fleury à l'approche rationnelle nord-américaine des problèmes urbains. Notons, que le règlement d'urbanisme de Villeurbanne : *Plan d'aménagement et d'embellissement et d'extension*, élaboré sous l'égide du maire et de l'ingénieur, s'inspirera de celui de Reims, jugé à l'époque très audacieux en particulier en ce qui concerne les hauteurs des bâtiments situés sur des voies de plus de 36 mètres¹¹⁸⁵. L'ingénieur Jean Fleury arrive donc à Villeurbanne à l'âge de trente-trois ans pour entreprendre d'audacieux projets souhaités par le pouvoir politique¹¹⁸⁶.

Parmi les premières mises en place de l'équipe municipale, on peut citer le programme du concours du Palais du Travail dès 1927. C'est l'architecte autodidacte et peu connu Môrice Leroux qui gagne ce concours en mai 1928¹¹⁸⁷. Ce projet initial comprend un bureau d'hygiène, un bureau du travail, des bains douches, deux salles de

¹¹⁸⁴ Butler Architecte new-yorkais, diplômé de Columbia et Paris, atelier Laloux, BEDARIDA Marc, « La reconstruction de Reims (1918-1928) Compassions et aides Américaines », *Américanisme et modernité*, Paris, EHESS-Flammarion, 1993, p. 260.

¹¹⁸⁵ CLÉMENÇON Anne-Sophie, « Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934) », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, Lyon, mars 1985, p. 263.

¹¹⁸⁶ Avant Jean Fleury, le poste de la direction des services techniques était tenu par M. Chauvet dans *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1927, p. 199.

¹¹⁸⁷ Môrice Leroux (1896-1963). Né le 15 octobre 1896 à Domfort dans l'Orne, commis d'assurance à 14 ans, engagé dans les zouaves en 1915, terrassier, mètreur-vérificateur puis responsable de projet pendant la reconstruction des villages de Ruyancourt, d'Hébuterne, de Manancourt d'Achet le Grand, une cité jardin à Beauvais, une cité ouvrière à Amiens. En mai 1922, il est engagé chez l'architecte parisien Paul Lebreton (ancien condisciple de Tony Garnier aux Beaux-Arts de Paris) avec lequel il concourt à l'exécution de l'hôtel du Cercle du Jockey-Club. Le 2 avril 1928, Lebreton répond à la lettre datée du 30 mars de Tony Garnier en couvrant d'éloges Leroux : *M. Leroux travaille chez moi depuis 6 ans. Il est extrêmement sérieux, très travailleur et connaît particulièrement bien le côté pratique, en même temps que très expérimenté comme vérificateur. C'est un excellent praticien et, si l'exécution lui est confiée, je suis certain qu'il restera dans les limites des dépenses qui lui sont imposées. Avec cela très énergique, il saura se faire obéir des entrepreneurs. Si son budget artistique est moins grand, cette question est relativement facile à résoudre avec l'appoint et le conseil qu'il pourrait demander et obtenir auprès des gens autorisés.* Môrice Leroux est également passionné par l'aviation. Même s'il construit quelques immeubles à Paris et participe à la reconstruction de Caen, les gratte-ciel reste son œuvre majeure. Malgré cette réalisation, il demeure relativement inconnu et décède dans le dénuement en 1963. Dans BARRES Michel, « Môrice Leroux, architecte des gratte-ciel », *Urbanisme*, n° 204, octobre 1984, p. 60-61. BOUDIER D., FRANCOIS D., *La création d'un centre urbain Villeurbanne 1924-1934*, Unité Pédagogique d'architecture n°3, 1975. Aussi CLÉMENÇON Anne-Sophie, CURT-PATAT Florence, LAGIER Alain, TRAVERSO

répétition et une salle de gymnastique, une bibliothèque, une salle de spectacle, des salles de réunions et de conférences, une buvette et un restaurant, des bureaux pour les associations. Le projet sera beaucoup retravaillé jusqu'à l'obtention du financement et le démarrage effectif du chantier en avril 1930. Ainsi le programme du Palais du Travail comprend finalement un théâtre et une piscine en sous-sol¹¹⁸⁸. La présence de Môrice Leroux à Villeurbanne va permettre son intégration à un important projet ultérieur celui des gratte-ciel¹¹⁸⁹.

Edith, GOURNAY Isabelle, BARRÈS Michel, *Villeurbanne - Gratte-ciel, où la banlieue devient ville*, Musée de Villeurbanne, Villeurbanne, 1984, p. 9.

¹¹⁸⁸ La piscine et des bains douches sont particulièrement consommatrices de chaleur. En effet, il ne suffit pas de chauffer les volumes utiles mais aussi l'eau.

¹¹⁸⁹ Selon certaines sources, Monsieur Henri Chambon, villeurbannais et architecte du projet du stade municipal l'a secondé pour les travaux. BOUDIER D., FRANCOIS D., *La création d'un centre urbain Villeurbanne 1924-1934*, Unité Pédagogique d'architecture n°3, 1975.

Le traitement des ordures ménagères à l'origine d'un premier réseau

L'une des caractéristiques particulièrement originale du chauffage urbain de Villeurbanne est l'utilisation privilégiée de l'incinération des ordures ménagères comme source d'énergie. Or bien avant l'installation de la nouvelle équipe municipale, un problème urgent se pose : l'usine d'incinération des ordures existantes est devenue obsolète et ses dimensions ne sont plus adaptées aux besoins croissants de cette ville de banlieue avec ses 82 000 habitants¹¹⁹⁰. L'incinérateur à « gadoues », datant de 1911, est équipé de fours anglais d'un modèle assez rudimentaire, puisque le chargement est manuel et que, lors de l'extinction des mâchefers, de grandes quantités de vapeurs, fumées et autres poussières polluantes s'échappent. Ces dégagements sont jugés particulièrement nuisibles par la municipalité, il fallait donc y remédier en assainissant l'atmosphère urbaine¹¹⁹¹. Notons qu'une briqueterie de mâchefer est alors déjà associée à l'usine d'incinération. Il faut donc renouveler l'ensemble et c'est alors que notre équipe municipale songe à rentabiliser l'installation en l'associant à un réseau de distribution de chaleur (fig. 184). Une production d'électricité associée à l'usine d'incinération, comme à Ivry ou en Allemagne, ne saurait être rentable à Villeurbanne car les centrales hydrauliques du Rhône produisent une énergie très bon marché : 1 franc le kWh lumière et 0,30 franc le kWh force¹¹⁹². De plus, *dans le cas d'une commune de petite ou de moyenne importance, faire du courant électrique à partir de la gadoue amène à construire une centrale électrique complète, qui produirait beaucoup moins que le dixième de la consommation propre de la commune et d'autant moins que la commune est plus petite. Or, chacun sait qu'une petite usine électrique n'est pas viable : on en*

¹¹⁹⁰ L'usure des fours est telle qu'un arrêt de trois semaines a été nécessaire pour réparer. « *Ordures ménagères et chauffage urbain, Villeurbanne* », *La Technique Sanitaire et Municipale*, mars 1928, p. 67.

¹¹⁹¹ GOUJON Lazare Dr., *Le nouveau centre de Villeurbanne*, Association typographique lyonnaise, Lyon 1932, p. 12.

a la preuve dans le fait que dans toute la France, les communes n'ont pu être électrifiées qu'après qu'elles furent groupées en secteurs, qui reçoivent le courant d'une centrale unique¹¹⁹³. On peut dire, en substance, que le traitement des ordures et le projet associé de réseau de vapeurs sont antérieurs à la mise en place du projet urbain dans un sens plus classique, ce qui ne veut pas dire qu'il n'était pas souhaité également dès l'origine¹¹⁹⁴.

Afin de mettre cette réalisation dans son contexte, faisons un bref détour sur l'histoire du traitement industriel des ordures par incinération. C'est à Nottingham, en 1874, que l'incinération industrielle a été testée pour la première fois au niveau municipal ; l'ingénieur Alfred Fryer met au point les fours qui se diffusent en Grande-Bretagne et dans le reste de l'Europe¹¹⁹⁵. Les premières expériences américaines se situent à New York pour l'armée ; d'autres usines d'incinération apparaissent entre 1885 et 1888, un développement plus important s'opère à partir de 1894. En France, l'apparition de ces procédés date de 1893, avec une première usine à Javel, malheureusement interdite assez rapidement sous la pression des consommateurs d'engrais organiques¹¹⁹⁶. L'autorisation d'incinérer les déchets ménagers n'est rétablie qu'en 1906. Notons qu'à Paris où l'arrêté municipal du 7 mars 1884 impose l'usage de la fameuse « poubelle ». À cette date, M. Tur, ingénieur en Chef de la voirie parisienne, écrit dans son Rapport au Congrès d'Hygiène de Marseille de 1906 : *Entre les fours d'incinération et les usines de broyage nous hésiterions fort à faire un choix*¹¹⁹⁷.

¹¹⁹² FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, février 1934, p 25.

¹¹⁹³ HUMERY René, *Les ordures ménagères de la région parisienne (collecte, évacuation, destruction)*, Dunod, Paris, 1933, p. 57.

¹¹⁹⁴ « Le centre urbain de Villeurbanne près de Lyon », *Le Génie Civil*, n° 1, juillet, 1933, p. 20.

¹¹⁹⁵ MELOSI Martin V., *Garbage in the cities, Refuse, Reform, and the Environnement 1880-1890*, The Dorsey Press, Chicago, 1981, p 48.

Les premiers fours utilisant le tirage naturel, ensuite des ventilateurs activent la combustion

¹¹⁹⁶ SILGUY de Catherine, *La saga des ordures du Moyen âge à nos jours*, Paris, Editions de l'Instant, 1989, p. 137.

¹¹⁹⁷ NAVE Félix, « Considérations générales sur la destruction des immondices », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, octobre-novembre 1908, Paris, p 284.

De fait, ce sont souvent les usines de broyage d'ordures, procédé antérieur, qui sont transformées en usines mixtes : broyage et incinération. Les ordures sont, a priori, auto-comburantes, sauf dans des cas très spécifiques dans les zones maritimes, où la présence de sable perturbe la combustion¹¹⁹⁸. Dès 1908, il est envisagé de faire usage de la vapeur et des mâchefers afin de rentabiliser les installations dans le cas des agglomérations de plus de 100 000 habitants¹¹⁹⁹. Le recours au chargement mécanique des ordures est également nécessaire au-dessus d'un certain volume : 2 tonnes à l'heure¹²⁰⁰.

À la fin des années 20 et au début des années 30, les usines d'incinération d'ordures ne sont plus rares, en particulier dans l'agglomération parisienne avec : Issy-Les-Moulineaux, Ivry, Romainville, Saint-Ouen (fig. 185)¹²⁰¹. Chenevriér écrit alors : *Nulle part la très réelle beauté de l'œuvre transformatrice du feu n'éclate avec autant d'intensité que dans le traitement par combustion des ordures ménagères*¹²⁰². Ces centrales produisent de l'électricité et des mâchefers dont la proportion représente 40 % du poids initial¹²⁰³. Elles traitent annuellement 800 000 tonnes d'ordures ménagères de Paris et des 20 communes périphériques, dont le pouvoir calorifique moyen de 1 860 cal/kg est variable suivant la composition fluctuante d'une saison à l'autre. Après une séparation magnétique (élimination des éléments ferreux), chaque cellule du four traite une tonne de « gadoue » à l'heure, alors qu'un séchage préalable permet une incinération des ordures sans l'apport de combustibles extérieurs. En 1932, l'usine la plus récente de la région parisienne est celle d'Issy-Les-Moulineaux ; sa

¹¹⁹⁸ Idem, p. 276.

¹¹⁹⁹ Idem, p. 276.

¹²⁰⁰ Idem, p. 279.

¹²⁰¹ CHENEVRIER R., « Des ordures ménagères à la centrale électrique », *La science et la vie*, n° 175, janvier 1932, p. 34-42.

¹²⁰² Idem, p. 34.

¹²⁰³ Idem, p. 42.

production de briques de mâchefer est de 32 000 briques à l'heure¹²⁰⁴. Grâce à un traitement approprié, *cette fumée légère, soyeuse et blanche jusqu'à la pureté s'échappe des cheminées de l'usine*¹²⁰⁵. Transformer les miasmes des ordures ménagères en briques, en électricité et en fumées blanches et inoffensives, correspond à la vision quelque peu positiviste de Chenevier. Cependant, la démarche ne manque pas d'utilité ! Notons qu'avec une usine d'incinération des déchets datant de 1911 Villeurbanne se situait déjà dans le petit cercle des villes modernes¹²⁰⁶

Dans la politique de restructuration urbaine et technique de Villeurbanne, nous pouvons constater un réel pragmatisme ; en effet, les opérations commencent sous une forme puis selon les opportunités se développent en s'adaptant sous d'autres formes plus ambitieuses. Ainsi, le projet urbain avant 1930 se limite au Palais du travail et à un petit ensemble de logements, puis après 1930, l'ensemble des gratte-ciel et l'hôtel de Ville émergent grâce à la libération de terrains industriels jouxtant le Palais du Travail. Dans le domaine technique, nous pouvons constater la même approche car le réseau de chaleur va également évoluer en fonction du contexte. Dans ce domaine, on peut déterminer deux phases : l'une expérimentale et à échelle réduite, la suivante beaucoup plus ambitieuse.

La première phase s'amorce donc lors du renouvellement de l'usine d'incinération des déchets. Cette usine est localisée à l'emplacement actuel de la poste, c'est-à-dire entre la rue Paul Verlaine et la rue Clément Michot¹²⁰⁷. Les installations sont décrites comme suit : *Les ordures seront*

¹²⁰⁴ L'usine de St.-Ouen est la plus ancienne et date de 1910, HUMERY René, *Les ordures ménagères de la région parisienne (collecte, évacuation, destruction)*, Dunod, Paris, 1933, p. 45.

¹²⁰⁵ CHENEVIER R., « *Des ordures ménagères à la centrale électrique* », *La science et la vie*, n° 175, janvier 1932, p. 42.

¹²⁰⁶ « *Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices* », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹²⁰⁷ Il peut paraître, surtout avec notre sensibilité actuelle, paradoxal de mettre une usine de traitement des ordures si près d'un centre ville. Les notions de nuisances urbaines évoluent et le progrès dans les systèmes de filtrage semblait suffisant à cette époque. Notons que l'usine sera

déversées dans une fosse en ciment armé d'une contenance de 190 mètres cubes ; la manutention des ordures, le chargement et le déchargement des fours, l'extinction des mâchefers se feront par des moyens mécaniques, sans que les ouvriers soient à aucun moment en contact avec les ordures ou les mâchefers chauds (fig. 186)¹²⁰⁸. Les nouveaux fours ont été conçus de façon à éviter ces manipulations pénibles et malsaines et à supprimer toute poussière (...) À cet effet, les différents mécanismes de chargement des ordures, de défournement, d'extinction et concassage du mâchefer sont commandés électriquement de l'extérieur. Le déversement des ordures se fait donc au premier étage¹²⁰⁹. On peut souligner les efforts réalisés pour la mécanisation des travaux pénibles et le traitement des fumées (filtrées) et autres particules nuisibles avant tout échappement dans l'atmosphère. De même, avec des fours spécialement adaptés à la récupération de la chaleur, une tonne d'ordures ménagères dégage la même chaleur que 100 kilos de charbon. Villeurbanne produit quotidiennement 40 tonnes d'ordures ; c'est donc la valeur de plus de 1 400 tonnes de charbon par an qui seront économisées. Il a été décidé de mettre l'usine d'incinération à même de produire, dans les meilleures conditions d'économie et d'hygiène, le maximum de vapeur et d'assurer la marche continue, avec une capacité double de celle qui est actuellement nécessaire, afin de ménager l'avenir¹²¹⁰. Si l'usine de Villeurbanne ne traite que l'équivalent de 8 % d'une centrale parisienne, cela représente 14 500 tonnes de déchets par an. Au-delà des économies de combustible qui peuvent être réalisées, c'est également la réduction des fumées polluantes qui est visée. L'usine

détruite en 1984, alors que le réseau local est raccordé en 1971 à celui de la région géré par la Société Prodiith.

¹²⁰⁸ « Ordures ménagères et chauffage urbain, Villeurbanne », *La Technique Sanitaire et Municipale*, mars 1928, p. 67.

¹²⁰⁹ « Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹²¹⁰ « Ordures ménagères et chauffage urbain, Villeurbanne », *La Technique Sanitaire et Municipale*, mars 1928, p. 67.

*sera capable de brûler toutes les ordures de la commune en huit heures en été et treize heures en hiver*¹²¹¹.

Comme dans les centrales parisiennes, ce sont des fours « Bréchet » qui équipent l'usine et permettent un séchage préalable évitant l'apport de combustibles extérieurs : *Cette usine comprend un four de deux cellules à « Bréchet » capable de brûler trois tonnes d'immondices à l'heure ; les gaz sont utilisés par un générateur « Bussac » de trois tonnes de vapeur à l'heure, pouvant en pointe, débiter jusqu'à six tonnes-heures pendant quelques instants. Le bâtiment est établi pour recevoir un deuxième groupe semblable*¹²¹². *Les anciens fours conservés tiennent lieu de batterie de secours. (...) La chaleur des gaz de combustion y est utilisée à la vaporisation de l'eau dans une chaudière de 190 mètres carrés de surface de chauffe, capable de débiter à l'heure en marche industrielle 3 000 kilogrammes de vapeur à 10 kilogrammes de pression et 200° de surchauffe (fig. 187)*¹²¹³. La vapeur produite est donc distribuée par le réseau de chauffage urbain. Alors que l'alimentation en eau de l'ancienne usine se faisait à l'aide de deux puits dotés de deux pompes, la nouvelle installation exige l'usage de deux réservoirs et du raccordement à la Compagnie des eaux. Si la production électrique n'est pas rentable pour la vente extérieure, il est cependant intéressant de produire l'électricité nécessaire à l'usine, cela ne détournant que 2% de l'énergie du réseau . Il est également question d'utiliser la vapeur produite l'été afin de produire de la glace par compression de gaz selon les exemples allemand et américain¹²¹⁴. La vapeur n'est pas le seul sous produit de l'incinération des ordures : 300 kg de mâchefers subsistent par tonne de déchets. Ils subissent un traitement avant d'être

¹²¹¹ « Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹²¹² GOUJON Lazare, « Installations complémentaires de la nouvelles usine d'incinération », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1929, p. 768.

¹²¹³ « Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹²¹⁴ GOUJON, Op. Cit, p. 768.

transformés à la briqueterie : *en huit mois de 1931, 80 000 hourdis ont été fabriqués (fig. 188)*¹²¹⁵.

L'inauguration de la nouvelle usine d'incinération a lieu le dimanche 28 avril 1929, avec mise en service prévue pour le 1^{er} mai¹²¹⁶. *Le coût de l'usine en ordre de marche est de 2 375 000 francs, imposant à la ville une annuité de 259 323 francs (...) Le délai de construction est de douze mois*¹²¹⁷. La desserte des bâtiments suivants est projetée dès l'origine : le Palais du travail, le central téléphonique automatique, le groupe scolaire cours Emile Zola et 222 logements HBM déjà construits rue Michel Servet (architectes J. M. Pin et Michut)¹²¹⁸.

Afin de parvenir à ce résultat, l'équipe municipale a suivi un cheminement, dont la première étape est l'arrivée de l'ingénieur Jean Fleury. Ainsi quelques mois après son arrivée, celui-ci propose un article sur : « le chauffage central à la portée de tous », où il prépare le public à l'arrivée du réseau de chauffage urbain à Villeurbanne¹²¹⁹. Car si les techniques d'incinération des ordures sont courantes en France, il n'en est pas de même pour les réseaux de chaleur. Cet effort de communication sur les projets en cours provient sans doute de l'influence de G. B. Ford sur l'ingénieur Fleury. En effet, dans son ouvrage *L'urbanisme en pratique*, Ford insiste sur l'importance de la communication des projets en cours : *En attendant, la Commission privée mènera la campagne d'éducation parmi la population ; elle s'assurera le concours d'un publiciste souvent un journaliste en exercice. Elle remplira les*

¹²¹⁵ CHENEVIER R., « Villeurbanne, modèle d'urbanisme », *La science et la vie*, n° 181, juillet 1932, p. 49-50.

¹²¹⁶ « Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

¹²¹⁷ « Ordures ménagères et chauffage urbain, Villeurbanne », *La Technique Sanitaire et Municipale*, mars 1928, p. 67.

¹²¹⁸ FLEURY Jean, « Un nouveau progrès - Le chauffage central à la portée de tous », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, décembre 1927, p. 361-362.

¹²¹⁹ Idem, p. 361-362, p. 389. Aussi « chauffage, ventilation hygiène », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, février 1929, p. 746-748.

*journaux d'articles documentaires : elle organisera des conférences et des causeries dans tous les quartiers de la ville, devant toutes sortes d'auditoires*¹²²⁰. Afin de compléter l'étude détaillée du chauffage urbain une délégation municipale part visiter des réseaux allemands à Ludwigshafen et Barmen¹²²¹. L'un des réseaux de Ludwigshafen, à peine terminé, s'étend sur 8 km de long (avec des sections variables), il récupère la vapeur produite par une centrale électrique et alimente des habitations¹²²². Le second utilise l'énergie d'une usine à gaz et la distribue dans un hôpital. Les deux réseaux de Barmen, plus anciens, sont alimentés par deux centrales électriques. Leur production est saisonnière car ils n'ont pas d'industriels comme clients. Sans entrer dans les détails, on peut dire que les installations visitées sont toutes des réseaux à vapeur sous différentes pressions, les canalisations sont en acier soudé, elles sont calorifugées et dotées de compensateurs dimensionnels. Parmi les sujets qui semblent passionner nos visiteurs on trouve, au-delà des descriptions techniques : le problème du comptage de la chaleur afin de permettre une juste facturation des consommations, le personnel permanent nécessaire, les résultats d'exploitation.

Avant même l'inauguration de l'usine d'incinération, le premier réseau est implanté sur d'une longueur de 250 m vers la rue Michel Servet et ses 222 logements HBM pour un coût de 225 000 francs¹²²³. De même : *Depuis, nous avons eu des demandes de la part d'industriels de la rue Anatole France, et une nouvelle canalisation de 185 mètres est nécessaire pour les desservir. L'ensemble de l'installation, comprenant les deux canalisations, c'est-à-dire 430 mètres linéaires de conduite, coûterait, d'après les propositions*

¹²²⁰ FORD George Burdett, *L'urbanisme en pratique ; Précis de l'urbanisme dans toute son extension ; Pratique comparée en Amérique et en Europe*, Paris, E. Leroux, 1920, p. 177-178.

¹²²¹ On peut supposer que le Docteur Goujon avait déjà vu des installations de ce type lors de ses voyages Outre-Rhin, ou que des contacts existaient entre villes socialistes en Europe pendant les années 20.

¹²²² Ces visites font l'objet des comptes rendus dans la revue municipale : « *Le chauffage urbain* », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1928, p. 472-474.

¹²²³ TRAVERSO Edith, *Villeurbanne - Gratte-ciel 1927-1934*, Mémoire de maîtrise, Institut d'histoire de l'art, Université Lyon II, 1986, p. 94. Les HBM sont conçus par J.-M. Pin.

reçues ; 265 000 francs, dont 200 000 serait représenté par la part allemande dans les prestations en nature¹²²⁴. Ainsi fut constitué un premier un premier réseau distribuant de la vapeur à une pression de 6 à 8 kg en simple flux¹²²⁵. D'un développement d'environ 400 mètres, son débit atteignait 3 tonnes à l'heure et la vapeur était vendue sur la base de 30 francs la tonne. Afin de maintenir la pression et tirer meilleur parti de la vapeur produite la municipalité se décide en 1930 à installer un accumulateur « Ruths » de 100m³¹²²⁶.

En ce qui concerne *la part allemande dans les prestations en nature*, on peut légitimement supposer qu'il s'agit de dommages de guerre¹²²⁷. D'autres éléments : compteurs, pompes sont de fabrication allemande sans que l'on puisse affirmer pour autant que l'ensemble ait été « donné ». Avec ces 400 mètres de réseau et ces quelques clients, l'équipe municipale de Villeurbanne a pu tester en grandeur réelle la distribution de vapeur.

¹²²⁴ GOUJON Lazare, « Installations complémentaires de la nouvelles usine d'incinération », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1929, p. 768.

¹²²⁵ Notons donc qu'il n'y a qu'une canalisation aller et aucune pour le retour, le condensat étant évacué vers les égouts, ce qui n'est pas le cas pour Paris.

¹²²⁶ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 25. et Conseil Municipal du 1er septembre 1930.

¹²²⁷ Il est également question des canalisations de fabrication allemandes stockées à Paris, qui ne sont toujours pas utilisées en 1940.

Le nouveau centre

La réélection de Lazare Goujon, confortant l'orientation de sa politique, permet à la municipalité d'aller plus loin dans les réformes et sa politique urbaine¹²²⁸. Ainsi le règlement de voirie est mis en place (décembre 1930)¹²²⁹. Les travaux du Palais du Travail de M^orlice Leroux se concrétisent : fondations en avril, charpente métallique en juillet. La Société Villeurbannaise d'Urbanisme, l'une des premières sociétés d'économie mixte en France est fondée en août. Cependant, c'est la libération de terrains industriels (6700 m²) proches du Palais du Travail en direction de l'avenue Emile Zola qui permet de réaliser un projet d'une grande ampleur (mai 1930)¹²³⁰. C'est ainsi qu'émerge le projet de l'hôtel de Ville de Villeurbanne ainsi que celui des gratte-ciel. Cette ampleur provoque en quelque sorte un changement d'échelle du projet initial de chauffage urbain ; en effet, l'usine d'incinération des ordures ne saurait être suffisante pour alimenter un ensemble urbain de cette importance, la combustion des immondices ne pouvait plus être considérée que comme un appoint de chaleur. La plus grande partie de cette dernière devait être produite à l'aide d'un autre combustible, le charbon¹²³¹.

L'administration municipale désirait naturellement centraliser le chauffage de ses bâtiments administratifs. Elle voulut également distribuer la chaleur à tous les bâtiments à construire (...) Le périmètre à desservir approximativement délimité affectait la forme générale d'un carré de 1200 m de côté¹²³². Cette description de la situation villeurbannaise à l'aube de la deuxième phase

¹²²⁸ mai 1929.

¹²²⁹ Aussi : Arrêté Municipal du 2 décembre 1930. Notons que différentes sources pointent l'influence du plan d'urbanisme de Reims sur celui de Villeurbanne, avec en particuliers des contrastes entre les zones basses et des zones hautes le long de larges avenues. CLÉMENÇON Anne-Sophie, « Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934) », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, mars 1985, p. 263. LAGIER Alain. « Les gratte-ciel dans les plans d'urbanisme », *Colloque Villeurbanne Gratte-ciel, cinquantenaire*, Villeurbanne, juin 1984, p. 4.

¹²³⁰ Conseil Municipal, 25 mai 1930.

¹²³¹ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 26.

du réseau n'est pas sans rappeler les propositions d'Augustin Rey sur Paris¹²³³.

C'est le concours de l'Hôtel de Ville planifié en face du Palais du Travail qui relance donc les grands projets en janvier 1930. Tandis que les travaux du Palais du Travail avancent le concours de l'Hôtel de Ville est jugé en faveur de l'architecte lyonnais Robert Giroud en juillet¹²³⁴. La première référence au projet municipal d'un important groupe de logements, prévus sur les nouveaux terrains, se trouve dans le compte rendu du conseil municipal du 25 mai 1930¹²³⁵. Môrice Leroux semble avoir été associé au projet dès l'origine et *Leroux va être avec Fleury l'âme et le moteur de ce projet*¹²³⁶. Les premiers travaux datent de juin 1931 même si curieusement les premiers plans sont datés de septembre 1931. Les permis sont obtenus en octobre et novembre 1932¹²³⁷. Il a fallu dix-huit mois pour faire les premiers projets et former la Société Villeurbannaise d'Urbanisme, trouver le financement et commencer les travaux¹²³⁸. L'inauguration de l'ensemble urbain a eu lieu en juin 1934, et la réception définitive des derniers bâtiments se déroule jusqu'au 27 mars 1936 (fig. 189)¹²³⁹.

L'ensemble comprend 1 487 logements sociaux et des magasins et locaux commerciaux (16 730 m² pour ces derniers)¹²⁴⁰. Le niveau de confort

¹²³² Idem, p. 25-26.

¹²³³ Dans les premiers projets français et REY Augustin, « *Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale* », *La Technique Sanitaire et Municipale*, Paris, septembre-octobre, 1907, p. 260-272.

¹²³⁴ Roger Giroud, né en 1880, diplômé de l'École Nationale des Beaux-Arts de Paris, il obtient le premier prix de Rome en 1922, il a collaboré avec Tony Garnier.

¹²³⁵ TRAVERSO Edith, *Villeurbanne - Gratte-ciel 1927-1934*, Mémoire de maîtrise, Institut d'histoire de l'art, Université Lyon II, 1986, p. 100.

¹²³⁶ BARRES Michel, « *Môrice Leroux, architecte des gratte-ciel* », *Urbanisme*, n° 204, octobre 1984, p. 60-61.

¹²³⁷ Comme les projets émanent de la municipalité, les dates ne jouent pas le même rôle que dans le secteur privé.

¹²³⁸ MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 723.

¹²³⁹ TRAVERSO, Op. Cit p. 174.

¹²⁴⁰ MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 724.

prévu est très élevé pour l'époque : chauffage et eau chaude par centrale urbaine, gaz, cuisine à l'électricité, ascenseurs, vide-ordures, etc. Malgré ce haut niveau de confort, les prix sont inférieurs d'un quart aux prix pratiqués dans les immeubles neufs de la banlieue Lyonnaise¹²⁴¹. Les types d'appartements varient de 2 à 7 pièces, avec une majorité de 3 pièces. Les bâtiments se répartissent de part et d'autre de l'avenue Henri Barbusse (large de 28 mètres) et le long de la rue Michel Servet¹²⁴². Les bases des constructions hautes d'un étage sont alignées de long des chaussées. Au-dessus, les bâtiments font des redents afin de permettre au soleil et à la lumière d'atteindre tous les appartements. Les parties hautes des bâtiments (entre 9 et 11 étages ; 36,80 à 38,1 m de haut) se décalent en suivant un gabarit à 45° (fig. 190). Une partie des appartements dispose donc de balcons et de terrasses bordées par des jardinières de béton, ce qui représente un confort original pour l'époque et pour des logements « sociaux »¹²⁴³.

Les deux tours qui marquent l'entrée de l'ensemble sur le cours Emile Zola sont plus élevées (19 étages ; 62 m de haut) et l'on peut déceler une influence esthétique des gratte-ciel Américains Art Déco (fig. 191)¹²⁴⁴. Selon Anne-Sophie Cléménçon, les gratte-ciel seraient le résultat d'une étonnante parenthèse réglementaire, leur réalisation étant impossible avant 1931 comme après 1934¹²⁴⁵. Au-delà des influences américaines, on peut également citer l'influence de l'architecture à gradins d'Henri Sauvage. De même, si on se réfère à l'histoire des gratte-ciel en Europe, on peut penser que les deux premières tours situées à Stockholm *Kungshornet* et datant de 1922 et 1926 (par les architectes Wallander et

¹²⁴¹ CHENEVIER R., « Villeurbanne, modèle d'urbanisme », *La science et la vie*, n°181, juillet 1932, p. 48.

¹²⁴² L'ensemble fait 310 mètres de long.

¹²⁴³ MARGERAND, Op. Cit, p. 736.

¹²⁴⁴ GALLO Emmanuelle, « La réception et le quartier des Gratte-ciel, centre de Villeurbanne, ou pourquoi des Gratte-ciel à Villeurbanne en 1932 », VII^e conférence internationale de Docomomo, *Image, usage, héritage : la réception de l'architecture du mouvement moderne*, Unesco, Paris, 16-19 septembre 2002, Presse Universitaire de Besançon, 2005, p. 149-152.

Callmandre) ont pu influencer ce projet. En effet, ces bâtiments jumeaux de 18 étages sont construits de part et d'autre de l'avenue Kungsgalan et marquent de manière assez similaire qu'à Villeurbanne l'espace urbain¹²⁴⁶. La revue professionnelle la *Construction Moderne* rend compte de ces réalisations en juin 1930. Les deux tours de Villeurbanne forment une « entrée monumentale » au nouveau centre-ville¹²⁴⁷.

L'ossature des bâtiments est constituée d'une structure métallique de poutrelles d'acier rivées et boulonnées (7 000 tonnes de poutrelles) (fig. 192). Les fondations sont réalisées en béton. La structure est enrobée par de la maçonnerie : *dans les bâtiments d'habitations on a pris l'habitude d'enrober presque complètement le métal pour trois raisons : esthétique, protection contre la corrosion et meilleure résistance au feu*¹²⁴⁸. Dans les étages, les remplissages sont faits de briques creuses (de 0,20 m et 0,15 m d'épaisseur) ainsi que les refends (de 0,1 m), au total 3 millions de briques. Les planchers sont réalisés à l'aide de hourdis de mâchefer, sans doute issus de la briqueterie municipale, sous une chape de béton armée de 0,05 m¹²⁴⁹. Le contreventement est assuré par l'association des remplissages et d'un renforcement par triangulation métallique des angles¹²⁵⁰. Les bâtiments sont réalisés assez rapidement compte tenu de leur système constructif. La référence américaine sur le plan constructif est explicite : *l'utilisation de la charpente métallique pour l'édification de bâtiments est loin d'être une nouveauté. Depuis très longtemps on y a eu recours pour les constructions industrielles et même pour les magasins de vente. Aux Etats-Unis, son emploi a été étendu couramment aux bâtiments*

¹²⁴⁵ CLÉMENÇON Anne-Sophie, « Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934) », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, mars 1985, p. 257-269.

¹²⁴⁶ DESCAMPS Henri, « Les premiers gratte-ciel de Stockholm sur la Kungsgalan », *La Construction Moderne*, vol. 45, Paris, 1930, p. 598-607.

¹²⁴⁷ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 20.

¹²⁴⁸ Idem

¹²⁴⁹ MARGERAND, Op. Cit, p. 729-730.

¹²⁵⁰ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 22.

*d'habitation. Mais, dans nos pays, cet emploi a été tout à fait rare*¹²⁵¹. Il a été établi qu'une conférence a été donnée par G.-E.-J. Pistor, trésorier de l'*American Institut of Steel Construction* de New York à Lyon en Août 1930 sur le thème *L'art et l'économie dans le gratte-ciel américain*¹²⁵². D'après Jean Fleury, le dix-neuvième étage des tours est occupé par un réservoir d'eau de 30 000 litres.

Le confort thermique des logements a été pris en compte dès l'origine. Ainsi dès 1929, Lazare Goujon, s'exprime sur la nécessité d'un confort thermique pour tous à travers la solution du chauffage urbain.

*L'application du chauffage central aux habitations ouvrières est un problème tout nouveau qui mérite de retenir l'attention d'une municipalité qui entend travailler à élever le niveau de vie des classes laborieuses*¹²⁵³. Le chauffage central permet en effet d'atteindre le confort même si la femme travaille et n'est pas là pour entretenir le poêle. Si quelque soit la taille du logement, une seule pièce est chauffée par grand froid, il est fréquent que toute la famille couche dans cette pièce, ce qui n'est pas sain. Ainsi, le chauffage central améliore l'hygiène quotidienne.

Dans les logements, la température prévue est de : 18°C dans les salles à manger, 16°C dans les chambres, les salles de bains et les vestibules (pour une température extérieure de - 5°C)¹²⁵⁴. Le descriptif préconise un radiateur par chambre, salle à manger et vestibule du type « Idéal-Classic » au prix de 650 frs pièce (fig. 193)¹²⁵⁵. *De même chaque corps de chauffe est muni d'une vanne à cadran en bronze massif et volant isolant avec système permettant d'obtenir la température voulue dans chaque local*¹²⁵⁶. Le

¹²⁵¹ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 20.

¹²⁵² CLÉMENÇON Anne-Sophie, « Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934) », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, Lyon, mars 1985, p. 258.

¹²⁵³ GOUJON Lazare, *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1929, p. 769.

¹²⁵⁴ Contrat entre la société Gentilini & Berton et la Société Villeurbannaise d'urbanisme, 13 juillet 1931, dans le dossier des devis descriptifs, Société Villeurbannaise d'urbanisme, Archives de Villeurbanne.

¹²⁵⁵ Devis descriptif, Société Villeurbannaise d'urbanisme, Archives de Villeurbanne.

¹²⁵⁶ Devis descriptif, Société Villeurbannaise d'urbanisme, Archives de Villeurbanne.

nombre de radiateurs dans cet ensemble de logements s'élève à 4 000¹²⁵⁷. La circulation de l'eau chaude se fait à 60°C à la sortie des échangeurs¹²⁵⁸. *Le chauffage est à eau chaude et circulation accélérée. Cette circulation est assurée dans chaque bloc par deux pompes, dont l'une de secours, d'un débit de 60 mètres cubes à l'heure*¹²⁵⁹. Le chauffage central se fait donc à eau chaude à pression atmosphérique¹²⁶⁰. Notons que le recours aux pompes marque une distance par rapport à des systèmes comme le thermosiphon qui sont encore enseignés et pratiqués dans les années 30. Les locaux commerciaux sont raccordés au réseau intérieur alors qu'aucun radiateur n'est prévu dans ces espaces.

C'est l'entreprise Gentilini & Berton de Lyon, actionnaire comme les autres intervenants de la Société Villeurbannaise d'Urbanisme, qui est chargée de réaliser l'installation du chauffage à l'intérieur des immeubles dans les délais suivants : démarrage janvier 1932, pose des canalisations en juillet, pose des radiateurs en octobre, mise en route en novembre. Le prix total prévu forfaitairement est de 755 300 francs suivant un mètre réalisé par MM. Mornand & Fils métreurs vérificateurs à Lyon¹²⁶¹. Le chauffage doit revenir de 7 % à 8 % du prix de la location.

Jean Fleury explique également que le Palais du Travail est doté de la climatisation en plus du chauffage par le réseau¹²⁶². Le chauffage concerne aussi bien la salle de spectacle, les locaux divers, la piscine,

¹²⁵⁷ MARGERAND, Op. Cit, p. 728.

¹²⁵⁸ MARGERAND, Op. Cit, p. 731.

¹²⁵⁹ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 26.

¹²⁶⁰ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 28.

¹²⁶¹ Contrat entre la société Gentilini & Berton et la Société Villeurbannaise d'urbanisme, 13 juillet 1931, dans le dossier des devis descriptifs, Société Villeurbannaise d'urbanisme, Archives de Villeurbanne. Au final, l'entreprise bénéficiera d'un marché plus étendu (hôtel de Ville, Palais du Travail) et son montant s'élève à 2 279 252 francs, « *Au sujet des travaux d'urbanisme de la Ville de Villeurbanne* », *Rapport à Monsieur le Ministre*, Ministère de l'intérieur, Inspection générale des services administratifs, 20 juin 1936, 22 p.

¹²⁶² FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 39.

l'eau de la piscine et celles des équipements induits (douches, pédiluves).

L'ensemble urbain fait l'objet d'une inauguration en grande pompe entre le 10 juin et le 1^{er} juillet 1934¹²⁶³ ; le 16 juin, en présence de 35 maires SFIO dont celui de Boulogne-Billancourt, de Suresnes, de Lille et le jour suivant en présence du maire de Lyon Edouard Herriot et du préfet du Rhône Bollaert.

Notons que le quartier des gratte-ciel avec ses bâtiments élevés et son chauffage urbain n'est pas sans rappeler l'exemple américain et spécialement new-yorkais¹²⁶⁴.

¹²⁶³ MEURET, Op. Cit, p. 170-172.

¹²⁶⁴ GALLO Emmanuelle, « *Skyscrapers and District Heating : an inter-related History, 1876-1933* », *Construction History*, 2003, vol. 19, 87-106 p.

Le développement du réseau

Afin d'appuyer sa politique et tout particulièrement le chauffage urbain, notre équipe municipale reprend une campagne de communication comme elle l'avait déjà fait précédemment. Une série d'articles passent dans le bulletin municipal : « les fumées doivent disparaître » par M. Varinois puis « l'atmosphère des grandes agglomérations » par le Dr. H. Bordier¹²⁶⁵. *La fumée est une gêne grave pour le voisinage ; elle salit les maisons, les monuments, les locaux. Elle impose ainsi des nettoyages fréquents et coûteux non seulement au voisinage mais aux industriels eux-mêmes*¹²⁶⁶. *Elle diminue l'intensité de l'éclairage naturel et par conséquent, augmente la durée des périodes durant lesquelles on doit avoir recours à l'éclairage artificiel. Elle est nuisible à la végétation ; et les arbres sont les poumons des villes. Mais, surtout, la présence des fumées dans l'atmosphère a une influence désastreuse d'abord sur la santé des ouvriers mêmes des usines, puis sur la santé générale des habitants, en augmentant la quantité des poussières respirées*¹²⁶⁷. De même, le Dr. Bordier, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon va plus loin : *La morbidité et même la mortalité dans les grandes agglomérations sont en relation directe avec la pollution atmosphérique par les fumées : c'est surtout la tuberculose qui est à redouter*¹²⁶⁸. Cette campagne vise l'équipement de foyers fumivores, c'est-à-dire réduisant les émanations, comme la promotion du chauffage urbain de manière secondaire. En effet, le réseau de chaleur permet de remplacer une importante quantité de foyers domestiques et industriels, plus ou moins bien entretenus, par une seule unité de production, équipée des derniers perfectionnements

¹²⁶⁵ VARINOIS, « Les fumées doivent disparaître », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin, juillet, août, septembre 1930, p. 1109, p. 1165-1167, p. 1193-94. BORDIER Dr. H., « L'atmosphère des grandes agglomérations », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1930, p. 1110-1112.

¹²⁶⁶ Il s'agit aussi du fameux nettoyage de printemps, que l'on effectue à la fin de la saison la plus productrice de fumées dans les intérieurs l'hiver entre la cheminée, les poêles, et l'éclairage artificiel : chandelles, lampes à pétrole, à gaz...

¹²⁶⁷ VARINOIS, « Les fumées doivent disparaître », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1930, p. 1109.

¹²⁶⁸ BORDIER Dr. H., « L'atmosphère des grandes agglomérations », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1930, p. 1110.

dont un système fumivore et utilisée par du personnel formé et compétent¹²⁶⁹.

En 1932, la campagne de communication municipale vise également des médias nationaux populaires comme *L'Illustration* ainsi que des revues de large diffusion scientifique comme *La science et la vie* et *Science et Monde*¹²⁷⁰. C'est l'ensemble du projet du nouveau centre qui est présenté avec axonométrie panoramique à la clef¹²⁷¹. Tous les aspects du projet dont le chauffage urbain et l'incinération des ordures sont mis en avant. Cependant, dans les revues à caractère scientifiques, l'urbanisme et l'architecture prennent moins d'importance que les aspects techniques. Donc dès février 1931, l'accroissement considérable du projet de centre ville entraîne une reconsidération de l'échelle du réseau de chauffage urbain¹²⁷². *Les constructions du quartier du nouvel Hôtel de Ville vont bientôt commencer. Aussi faut-il se préoccuper sans retard de la réalisation du chauffage urbain de ce quartier que nous avons mis dans notre programme de travaux. La production de notre four actuel ne serait pas suffisante pour assurer ce service. Nous sommes donc dans l'obligation d'y annexer une centrale à charbon et l'administration s'est préoccupée de faire que cette nécessité soit non une cause de dépenses, mais au contraire une source de profil pour la*

¹²⁶⁹ Notre regard contemporain sur la pollution atmosphérique pourrait être ironique, quant à la position d'une centrale de chauffe en plein centre ville, malgré d'éventuels procédés fumivores. D'ailleurs, l'usine est le seul équipement des années 30 du centre de Villeurbanne à avoir été démolé jusqu'à présent (en 1984). Il n'est pas forcément évident aujourd'hui, où le mode majeur de pollution est la voiture, d'imaginer l'importance réelle de la pollution des foyers à charbon. Marcel Lods qui pilote un avion, de temps à autre, évoque cette situation : *Paris est empoisonné. Nous risquons tous de périr, bientôt, d'asphyxie. Mais aussi : J'avais poussé un cri d'alarme, en 1938, à la suite d'une promenade aérienne qui m'avait fait découvrir l'opaque manteau de crasse qui recouvre la ville par les jours de beau temps. J'étais parti de Buc, un matin de printemps. La plaine était inondée de soleil sous le ciel bleu, parfaitement pur. Après quelques instants accordés à la joie d'avoir quitté le sol, je laissai mes yeux faire le tour de l'horizon. Tandis que toute l'île de France baignait dans la lumière dorée, Paris demeurait plongé dans une épaisse buée grisâtre. - Tiens, Paris est dans la crasse, me suis-je dit. J'ai refait cette constatation à plusieurs reprises au cours des semaines et des mois qui suivirent.* LODS Marcel, *Le métier d'architecte*, France Empire, Paris, p. 50.

¹²⁷⁰ « Un bel effort d'urbanisme », *L'Illustration*, n°652, avril 1932, p. 532-533. CHENEVIER R., « Villeurbanne, modèle d'urbanisme », *La science et la vie*, n°181, juillet 1932, p. 44-55. CHENEVIER R., « L'urbanisme moderne dans la cité moderne », *Science et Monde*, mai 1932, p. 300-303.

¹²⁷¹ L'axonométrie a déjà été présentée comme illustration.

¹²⁷² GOUJON Lazare, « Compte rendu de la séance extraordinaire du 23 février 1931, Extension du service de chauffage », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1931.

*commune*¹²⁷³. Confiant dans ses principes, notre équipe municipale reprend cependant ses recherches sur le fluide calorporteur le plus adapté à ce changement d'échelle. *L'expérience que nous avons depuis plus d'un an de notre distribution de vapeur nous a permis de faire des remarques utiles. Le procédé que nous avons choisi en 1928 et qui paraissait alors le meilleur, va pouvoir être avantageusement remplacé par des procédés plus économiques (...)* Nous nous sommes livrés à une étude approfondie de cette solution (eau chaude) ; un adjoint, M. Perrin, est allé en Allemagne visiter des installations en fonctionnement, et nous en avons conclu qu'elle était la plus simple et la plus économique¹²⁷⁴. Le collaborateur envoyé en Allemagne ne rentre pas les mains vides, toute une documentation en langue allemande sur le chauffage à eau chaude sous pression se trouve dans les archives de la mairie¹²⁷⁵. Une partie de ces documents a fait l'objet de traduction en français afin d'en faciliter l'accès¹²⁷⁶. L'usage de la vapeur, ou de l'eau chaude à haute pression ou basse pression, fait l'objet de débats dans la communauté des thermiciens allemands. Pour un réseau à distance, l'eau chaude à basse pression est exclue et reste réservée au traditionnel chauffage central.

Selon Oscar Schmidt, l'utilisation de la vapeur dépose du tartre le long des parois intérieures des canalisations qui supportent également des oxydations. Elles subissent aussi des chocs thermiques violents qui peuvent affaiblir les tubes ainsi que les assemblages. Ces inconvénients sont considérablement réduits par le recours à l'eau chaude sous

¹²⁷³ Idem.

¹²⁷⁴ Idem, notons que cette proposition est soutenue par le maire Lazare Goujon et l'ingénieur - directeur des services techniques Jean Fleury ; elle sera adoptée à l'unanimité.

¹²⁷⁵ KAISER, « *Die wirtschaftliche Beheizung von Werkstätten* », *Die Wärme : Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, n° 42, oct. 1931, 5 p.

ASCHOF K., « *Die Caliqua-Heisswasserheizung* », *Die Wärme : Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, n° 42, oct. 1931, 4 p.

¹²⁷⁶ BACKE Hans, « *La fourniture de l'aide du chauffage à eau très chaude sous pression* », *Gesundheit-Ingenieur*, octobre 1931, 9 p.

SCHMIDT Oscar, « *Vapeur ou eau chaude ?* », *Gesundheit-Ingenieur*, avril 1932, p. 7.

MATTAR Robert, « *La fourniture de chaleur par le chauffage à eau chaude sous pression et pompe* », *Gesundheit-Ingenieur*, oct. 1932, 6 p.

pression. Le fait que le coefficient de transmission de la vapeur (10 000 à 15 000) soit supérieur à celui de l'eau chaude (4 000 à 6 000) ne semble pas compenser les autres pertes. Les pertes sont essentiellement dues aux purges indispensables pour les canalisations à vapeur qui sont évaluées de 20 à 30 %¹²⁷⁷. Ainsi selon Hans Backe le rendement des chaudières à chaude est supérieur à celui des chaudières à vapeur (67 % contre 64,6 %), soit 5 %¹²⁷⁸. Cela permet donc des économies de combustibles proportionnelles. Grâce à cet effort documentaire et aux visites techniques d'un de leur collaborateur, l'équipe municipale opte donc pour l'eau chaude sous pression comme fluide calorporteur. De même ces démarches induisent le choix de l'entreprise Caliqua, dont il est fréquemment question dans ces articles, la succursale Berlinoise ayant installé le réseau de l'hôpital de Beelitz¹²⁷⁹. C'est la succursale Alsacienne de Caliqua qui est l'interlocuteur de Villeurbanne¹²⁸⁰.

Jean Fleury dans sa contribution au bulletin de la Société des Ingénieurs Civils se fait l'écho des questions que l'équipe municipale s'est posées¹²⁸¹. Ainsi même si le coût de l'infrastructure d'une installation à eau chaude est plus important que celui de la vapeur, ceci serait compensé par le moindre coût d'entretien et un meilleur rendement¹²⁸². *De même l'amortissement du réseau se répartit sur une durée plus longue. C'est finalement l'eau chaude sous pression, 180°C à 15 kg, qui est choisie.*

Un schéma simplifié du réseau de chauffage urbain est communiqué par Jean Fleury qui le commente ainsi : *le schéma se trouve un peu compliqué par le fait que le réseau doit absorber les calories produites par l'usine*

¹²⁷⁷ Idem p. 3.

¹²⁷⁸ BACKE Hans, « La fourniture de chaleur par le chauffage à eau chaude sous pression et à Pompe », *Gesundheit-Ingenieur*, octobre 1932, p. 5.

¹²⁷⁹ Idem, p. 7.

¹²⁸⁰ La société Caliqua qui intervient à Villeurbanne est domiciliée 26 avenue Clémenceau à Mulhouse, MARGERAND, Op. Cit, p. 741.

¹²⁸¹ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 28-29.

¹²⁸² Deux fois plus de canalisations et de pompes.

d'incinération (au maximum 1 100 000 cal/h) ainsi que par la présence d'un accumulateur Ruths sur lequel débite normalement la chaudière de l'usine en question. Ces calories servent au réchauffage de l'eau du retour. Par ailleurs Ruths joue le rôle de vase d'expansion du réseau. Un jeu de vannes et de tuyauteries, en liaison avec les pompes d'alimentation, permet de faire passer l'eau du réseau dans l'accumulateur et réciproquement (fig. 194)¹²⁸³.

Il est prévu que la chaufferie comporte quatre chaudières de 800 m². Cependant, dans un premier temps, seules deux sont installées. Celles-ci produites par la « Société Alsacienne de construction mécanique » comporte deux corps : un faisceau de tubes d'acier à ailettes de 800 m² surface de chauffe et un économiseur à tubes à ailettes de 2 450 m² de surface de chauffe¹²⁸⁴. Elles peuvent produire 20 millions de cal/h et sont munies de grilles « Roubaix » type H de 21 m², avec tirage à ventilateurs et cheminées « Prat ». De même, *la chambre de combustion a été établie aussi vaste que possible afin d'obtenir une très bonne fumivorité*¹²⁸⁵.

Les chaudières brûleront soit du charbon soit du coke à gaz (au pouvoir calorifiques respectivement de 200 gr pour 1 000 calories ou de 250 gr pour 1 000 calories)¹²⁸⁶. Il est demandé à l'installateur de permettre l'utilisation des charbons de la Loire.

L'eau chaude sous-pression est mise en mouvement par des deux pompes de 250 tonnes à l'heure (quatre prévues au final) donnant au maximum une surpression de 5 500 kg¹²⁸⁷. Ces pompes, placées au départ de manière à ce que la pression ne tombe pas au-dessous du point de

¹²⁸³ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 32.

¹²⁸⁴ Le prix de cette chaudière est de 1 000 000 francs. « *Compte rendu du Conseil municipal du 6 juin 1931* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, 1931, p. 1419.

¹²⁸⁵ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 32.

¹²⁸⁶ CHENEVIER R., « *Villeurbanne, modèle d'urbanisme* », *La science et la vie*, n°181, juillet 1932, p. 54.

¹²⁸⁷ La société Caliqua fournit deux grosses pompes de 60 chevaux et une de 10 chevaux. *Compte rendu du Conseil municipal du 6 juin 1931, Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, 1931, p. 1419.

vaporisation, font circuler l'eau dans le réseau en circuit fermé vers des postes de raccordement puis, dans une deuxième canalisation de retour vers la chaudière. Toutes ces installations sont situées sur le site existant de l'usine d'incinération des ordures, quelque peu agrandi à l'occasion¹²⁸⁸.

Le réseau s'étend dans trois directions principales et comporte 2 200 m de long en double circuit (fig. 195)¹²⁸⁹. Au départ de l'usine, le diamètre des canalisations est de 240 mm, ensuite, le diamètre moyen est de 180 mm. Elles sont en tube d'acier qualité « chaudière » assemblés par soudure autogène et les robinetteries sont également en acier.

L'ensemble résiste à 35 kg/cm²¹²⁹⁰. La dilatation thermique des canalisations est compensée par des coudes ou des lyres en tubes ondulés. Des vannes de sectionnement sont disposées en fonction des besoins. De même, les conduites, soigneusement isolées, sont posées sur un radier en béton et recouvertes d'une demi-coquille de ciment armé, en sous-sol. Le radier comporte de loin en loin des petits puisards qui évacuent les éventuelles fuites¹²⁹¹. La société Caliqua a été également chargée des tuyauteries et des installations de pompage et de circulation de l'eau¹²⁹².

La nouvelle installation a été mise en route le 6 novembre 1932¹²⁹³. Ainsi les pertes ont pu être mesurées : 280 000 cal/h soit 120 cal/h par mètre de conduites doubles, cela correspond à 10 % de perte en fonctionnement réduit et seulement 4 %.

¹²⁸⁸ « Agrandissement des bâtiments de l'usine municipale d'incinération des immondices », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, septembre 1929, p. 900.

¹²⁸⁹ La longueur initiale prévue était de 3 km, GOUJON Lazare, « Compte rendu de la séance extraordinaire du 23 février 1931, Extension du service de chauffage », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1931.

¹²⁹⁰ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 35.

¹²⁹¹ *Idem*, p. 35.

¹²⁹² *Idem*, p. 36.

¹²⁹³ *Idem*, p. 31.

La puissance totale disponible dépasse les 14 millions de cal/h¹²⁹⁴. Cette énergie est répartie de la manière suivante :

- chauffage industriel	4000 000 cal/h
- service d'eau chaude	500 000 cal/h
- chauffage d'hiver :	
. de bâtiments publics	3 500 000 cal/h
. de bâtiments particuliers	6 000 000 cal/h ¹²⁹⁵

Les blocs d'habitations et les bâtiments publics disposent de postes centraux équipés de deux réservoirs producteurs d'eau chaude ainsi que de deux échangeurs pour le chauffage¹²⁹⁶. La circulation est réalisée à l'aide de deux pompes d'un débit de 60 m³/h et les canalisations intérieures sont soigneusement isolées (fig. 196)¹²⁹⁷. Le comptage pour les logements se fait par un système à évaporation « Calorius » disposé sur les radiateurs. Les puissances de raccordement varient considérablement de dizaine de milliers de calories à 1 ou 2 millions¹²⁹⁸.

Les usages industriels peuvent être directs : chauffage, bains de teinture, séchoirs, eau chaude, etc. ; ou indirecte sous forme de vapeur : *Pour les besoins industriels, des échangeurs sont installés permettant la transformation de l'eau en vapeur sous pression de 4 kilogrammes au minimum*¹²⁹⁹.

¹²⁹⁴ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 37.

¹²⁹⁵ Idem, de même la revue *La Construction Moderne* propose également une répartition des usagers du réseau : 30 % pour le chauffage industriel, 5 % pour le service de l'eau chaude, 40 % pour le chauffage particulier, 25 % pour les bâtiments publics. MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 737.

¹²⁹⁶ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 39

¹²⁹⁷ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 26.

¹²⁹⁸ FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 39.

¹²⁹⁹ MARGERAND, Op. Cit, p. 737.

Les contrats et la question de la rentabilité

Le coût global de l'opération est évalué à 5 000 000 francs, emprunté sur dix et trente ans (respectivement 2 100 000 francs pour les chaudières et les installations mécaniques et 2 900 000 francs pour les bâtiments et le réseau)¹³⁰⁰. L'équipe municipale prévoit que l'installation ne soit pas à la charge de la commune et qu'elle soit même une source de revenus¹³⁰¹.

L'utilisation de l'énergie de l'usine d'incinération des ordures est censée faire économiser 36 francs de charbon pour un million de calories, soit 200 000 francs de bénéfice sur l'année¹³⁰². De plus, les sous produits de l'usine d'incinération, des ordures des briques, hourdis, corps creux de mâchefer sont vendus.

Après des études préalables, l'équipe municipale élabore les contrats et les conditions de vente de la chaleur du réseau¹³⁰³. En douze articles et trois pages, les conditions et tarifs sont décrits : les abonnements se souscrivent pour trois années minimum¹³⁰⁴. Les premiers prix sont communiqués sous réserve de l'augmentation des tarifs du charbon dont le prix est de 160 francs la tonne. Pour le chauffage domestique, les tarifs sont inversement proportionnels à la consommation, ils varient de 0,075 à 0,12 francs pour une thermie soit 1 000 calories. Pour les usages industriels, le principe est le même et les tarifs oscillent entre 0,059 à 0,075 francs la thermie. Dans les deux cas, il est demandé une redevance mensuelle dont le montant est dû, quelle que soit la consommation réelle. Les bâtiments municipaux ne sont pas soumis à cette avance sur consommation. Les compteurs seront relevés chaque mois et les

¹³⁰⁰ GOUJON Lazare, « *Compte rendu de la séance extraordinaire du 23 février 1931, Extension du service de chauffage* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1931.

¹³⁰¹ Idem.

¹³⁰² Idem.

¹³⁰³ « *Compte rendu du Conseil municipal du 6 juin 1931* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juillet 1931, p. 1419.

¹³⁰⁴ « *Chauffage Urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1931, p. 1424-1426.

paiements sont mensuels. Il y a engagement de la part des gestionnaires du réseau à assurer la continuité de l'alimentation.

Les tarifs varient en fonction de l'utilisation : pour l'industrie, le million de calories coûte de 55 à 66 francs, pour les bâtiments particuliers le coût se situe entre 65 et 110 francs. Ainsi les locataires paient 115 francs leur chauffage, l'eau chaude à 60°C leur est facturée un centime le litre¹³⁰⁵.

Selon Jean Fleury, le tarif pour les locataires est réellement bas, soit de 60 à 80 francs par pièce et par hiver¹³⁰⁶. Or, les prix du charbon ayant augmentés en octobre 1936 le prix du million de calories passe de 60 à 70 francs alors que le prix de la tonne de l'eau chaude atteint 10 à 12,5 francs ¹³⁰⁷. De même, après-guerre, le président de Caliqua l'ingénieur Fisch indique que : *Au chauffage urbain de Villeurbanne, pour un appartement de quatre pièces et pour toute la saison 1949-1950, il faut compter environ 20 000F, chiffre inférieur au moins de 25 % au coût d'un chauffage d'appartement par immeuble, ainsi que chacun peut s'en rendre compte par simple comparaison avec ses propres charges de chauffage*¹³⁰⁸.

La desserte d'industriels permet d'amortir l'ensemble de l'installation du réseau sur environ 300 jours contrairement à un réseau qui ne servirait qu'au chauffage et ne serait utilisé que 850 heures à pleine charge¹³⁰⁹.

D'ailleurs les raccordements se poursuivent et en 1938 les établissements « Dognin » sont raccordés au réseau qui atteint alors 4 800 m.

Après une année d'exploitation, l'ingénieur Fleury ne s'avance pas à donner des résultats financiers. Selon lui, les pertes d'exploitations

¹³⁰⁵ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 41.

¹³⁰⁶ FLEURY Jean, *Le centre neuf de Villeurbanne*, Association typographique Lyonnaise, Lyon, février, 1934, p. 28.

¹³⁰⁷ « Rapport de la commission de contrôle sur la société Villeurbannaise d'urbanisme », Exercice 1935, p. 48 et *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, octobre 1936.

¹³⁰⁸ FISCH R., « Le chauffage urbain dans les pays d'Europe autres que la France », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 131, mai 1950, p. 52.

¹³⁰⁹ CHENEVIER R., « Villeurbanne, modèle d'urbanisme », *La science et la vie*, n° 181, juillet 1932, p. 52.

peuvent être compensées lorsque la vente moyenne journalière attendra 70 millions de calories¹³¹⁰. La question de la rentabilité d'un réseau de chauffage urbain se situe dans le contexte des expériences contemporaines. L'ingénieur Fisch, président du syndicat des installateurs et exploitants de chauffages urbains et collectifs en 1948, prêche pour sa paroisse. Il écrit : *L'évolution de l'équilibre financier est partout la même en Europe : les cinq premières années sont déficitaires, puis vient l'équilibre, puis une période bénéficiaire, avec une constante amélioration dans le temps*¹³¹¹. D'un autre côté, le responsable du chauffage urbain de Leipzig conteste l'aspect économique du chauffage par groupe d'immeubles : *Les locataires de ces groupes de constructions proviennent en général de milieux moyens. Comme chauffage économique, ils entendent ceux qui sont meilleur marché ou tout au moins pas plus cher que le chauffage par poêle. Ce but ne peut jamais être obtenu avec une installation de chauffage à distance. Les charges du capital et des pertes que l'on peut distinguer en pertes proprement dites et en gaspillage entraînés par le chauffage inutile des pièces, exigent un prix de chaleur qui fait monter les prix de chauffage bien au-dessus de ceux du chauffage par poêle. Toutes les finasseries de calcul qui sont employées pour faire ressortir l'intérêt du chauffage à distance telles que : économie de place par disparition du foyer, économie de travail, plus grande propreté avec les économies que celles-ci entraînent elles-mêmes, sont des bagatelles qui en imposent peu au locataire qui n'a pas les moyens et qui peut se convaincre facilement que le chauffage à distance prend davantage dans sa bourse que le chauffage par poêle*¹³¹².

Si la position de Robert Mattar se défend, il semble que le projet social de l'équipe municipale de Villeurbanne va dans le sens d'une large démocratisation d'un vrai confort et pas seulement celui obtenu grâce à

¹³¹⁰ FLEURY Jean, « La distribution de chaleur de Villeurbanne », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, février 1934, p. 41.

¹³¹¹ FISCH R., « Le chauffage urbain dans les pays d'Europe autres que la France », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 131, mai 1950, p. 52.

des poêles. Ce confort a donc un coût et les bénéficiaires de ce confort ont-ils vraiment les moyens de le payer ? Or, la crise économique (suite à 1929) bat son plein, le chômage explose (de 300 en 1930 à 3 000 en 1934) et les salaires sont à la baisse, les loyers et le chauffage du centre ville restent inaccessibles pour bien des familles¹³¹³. Ainsi : *les prix annoncés des loyers des gratte-ciel, même s'ils demeurent modestes, s'avèrent inabordables pour le plus grand nombre de ménages ouvriers. Le nouveau centre devient instrument de frustration*¹³¹⁴. Dans ce contexte, en mai 1935, Lazare Goujon perd la mairie face à une majorité communiste. Cette nouvelle majorité va remettre en cause les choix de la précédente d'autant qu'ils sont coûteux à la collectivité. Une enquête est demandée et un rapport du Ministère de l'Intérieur, l'Inspection générale des services administratifs, au sujet des travaux d'urbanisme de la ville de Villeurbanne est rendu en 1936¹³¹⁵.

La Société Villeurbannaise d'Urbanisme est également en position délicate car ses rentrées d'argent ne sont pas à la hauteur des prévisions, tous les logements ne sont pas encore loués (1 045 appartements seulement en 1935) et les locaux commerciaux restent vides en majorité. Déjà en 1932, la banque Morin-Pons qui prenait en charge une partie des emprunts de la SVU renonce à sa participation pour des raisons de crise économique, emprunt repris in extremis par la Caisse des Dépôts et Consignations (30 millions de francs) et la Caisse Autonome des Ouvriers Mineurs (20 millions de francs)¹³¹⁶. Les charges de chauffage qui sont fixes s'ajoutent encore au déficit (400 000 francs en 1934). De même, à partir de l'hiver 34-35, ce n'est plus la ville qui facture directement le chauffage aux locataires mais la SVU ; celle-ci supporte donc le coût du

¹³¹² MATTAR Robert, « *La fourniture de chaleur par le chauffage à eau chaude sous pression et pompe* », *Gesundheit-Ingenieur*, octobre 1932, p. 2.

¹³¹³ MEURET, Op. Cit, p. 175-176.

¹³¹⁴ Idem, p. 176.

¹³¹⁵ En 1935, on découvrira que le receveur et directeur de l'Office Municipal de H.B.M., M. Vincent avait des agissements malhonnêtes. Idem, p. 180.

¹³¹⁶ Idem, p. 167.

chauffage des logements vides (976 525 francs pour l'hiver 34-35)¹³¹⁷. Néanmoins, le déficit se réduit tendanciellement d'années en années et le bilan deviendra même positif en 1942. Dans le rapport de juin 1936, le système de chauffage urbain est jugé « très onéreux », les dépenses excèdent les recettes de 7 à 800 000 francs en 1935, cependant la SVU est responsable de la moitié de cette dette¹³¹⁸. Dans un contexte de crise économique et de suspicion politique, évidemment rien ne va plus. Il peut paraître un peu naïf de la part de notre équipe municipale d'avoir envisagé qu'une infrastructure de cette importance puisse être immédiatement rentable. Ce qui ne veut pas dire qu'elle ne le soit pas à moyen terme, comme l'indique l'égalisation des comptes dans les années 40, assez peu favorables par ailleurs. En 1937, on peut lire : *le fonctionnement en régie de ce service est des plus satisfaisant. De nombreuses améliorations y ont été apportées en vue d'augmenter la sécurité et d'élever le rendement de l'installation. Le nombre des usagers est en augmentation et, sans la crise, ce service pourrait atteindre sans personnel supplémentaire une production triplée*¹³¹⁹. Cette même année, il semble que la nouvelle municipalité se réconcilie avec le chauffage urbain, celui-ci bénéficie d'une présentation relativement positive dans son *Bulletin Municipal*¹³²⁰. Jean Fleury y publie également une série de conférences sur l'urbanisme de 1936 à 1937, ce qui prêche pour une meilleure cohésion entre la nouvelle municipalité et l'équipe technique¹³²¹.

¹³¹⁷ « *Au sujet des travaux d'urbanisme de la Ville de Villeurbanne* », *Rapport à Monsieur le Ministre*, Ministère de l'intérieur, Inspection générale des services administratifs, 20 juin 1936, p. 39. Afin, de compenser cette perte la SVU augmente les loyers de 8 %, ce qui reste insuffisant.

¹³¹⁸ « *Au sujet des travaux d'urbanisme de la Ville de Villeurbanne* », *Rapport à Monsieur le Ministre*, Ministère de l'intérieur, Inspection générale des services administratifs, 20 juin 1936, p. 19.

¹³¹⁹ « *Bilan sur les bâtiments communaux* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, octobre 1937.

¹³²⁰ « *Comment fonctionne notre chauffage urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, février 1937, p. 3221.

¹³²¹ « *Urbanisme - Les eaux - Air et Lumière* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1936 à mars 1937.

Après la phase d'innovation

Si le réseau de chauffage urbain de Villeurbanne a bien été souhaité par la municipalité, contrairement au cas de Paris, ses premières années ne s'écoulaient pas sans douleurs... L'ambition extrême des projets et leur ampleur considérable, tombés dans un contexte économique défavorable, a pesé financièrement sur les habitants. Pourtant, il ne faut pas nier l'intérêt de ces efforts et en particulier le rôle de ce centre dans la cohésion urbaine, si peu fréquente en banlieue. L'aspect symbolique favorable ne doit pas être négligé ; aujourd'hui, la station de métro porte le nom « Les gratte-ciel ».

Le réseau de chauffage urbain, invisible sous ce quartier si fort visuellement, a rejoint le silence des réseaux qui fonctionnent sans faire parler d'eux... Ce réseau a été raccordé au réseau « Prodith » de la région Lyonnaise en 1971 alimenté par quatre centrales thermiques dont une incinérant des ordures... Enfin, l'usine de production a été démolie en 1984, laissant place à un bureau de poste, un ensemble de logements et une sous-station thermique souterraine.

Le caractère pionnier de cette réalisation se situe à différents niveaux : mise sur pied d'un réseau de chaleur dans une petite ville alors que la capitale tatonne dans le même domaine, de même l'utilisation de l'incinération des ordures reste inégalée en France jusqu'en 1955 ; enfin lier des projets d'infrastructure avec des projets d'architecture et d'urbanisme préfigurant la structuration des villes nouvelles.

IV – Le chauffage au XX^e siècle

Le chauffage pendant la première moitié du siècle

Le chauffage dans la première partie du XX^e siècle se situe en continuité avec la période précédente, néanmoins on décele des évolutions sur les plans techniques, sur la diffusion, ainsi que sur l'intérêt des architectes pour le chauffage à travers quelques projets phares.

Notons, qu'au lendemain de la première guerre mondiale, on constate une baisse du nombre des domestiques (certaines fortunes s'effritent et il y a moins de personnel disponible). Il est probable que cette situation ait favorisé les énergies qui arrivent par réseau (électricité, gaz, chauffage urbain), ou permette une plus grande automatisation de l'alimentation comme le fioul. Cette évolution se fait aux dépens du charbon qu'il faut charger dans la chaudière à heures régulières (et procéder au vidage des cendres), monter les sceaux dans les étages vers les poêles à charger régulièrement eux aussi. Le personnel n'est plus disponible pour cela, ou l'on préfère qu'il soit occupé à autre chose.

Les évolutions techniques

Les problèmes de thermosiphon

L'une des questions techniques qui occupent cette période tourne autour des problèmes liées au thermosiphon. En effet, le chauffage à eau chaude par thermosiphon, consistant à utiliser la différence de température dans un réseau d'eau chaude ainsi que la gravité fasse circuler l'eau d'une partie du bâtiment à l'autre, fonctionne diversement suivant l'échelle du projet ; les radiateurs étant disposés sur la descente (fig. 197). En effet, un grand bâtiment, avec plusieurs ailes bénéficiant d'une orientation variée est susceptible de subir des inversions de flux appelé : circulation

inverse. Un certain nombre de publications ou une partie des traités sont consacrés à ce problème¹³²².

En fait, la solution, qui va petit à petit être adoptée, consiste à adjoindre un moteur électrique de manière à mettre en circulation contrôlée l'eau chaude. En effet, l'électricité, qui commence à être proposée à partir de 1881, permet l'usage de moteurs facilement utilisables (les premiers petits moteurs datent de 1878 par Deprez ou Trouve)¹³²³. Des moteurs à vapeur étaient déjà utilisés pour la ventilation dès le milieu du XIX^e siècle (cas de l'hôpital de Lariboisière), ils n'avaient cependant pas la souplesse des moteurs électriques, et ne convenaient qu'aux vastes ensembles bâtis¹³²⁴. D'après l'ouvrage de Rietschel et celui sur l'entreprise Sulzer, la première pompe aurait été installée par l'ingénieur Tichelmann dans un chauffage à distance à l'eau chaude à Plauen¹³²⁵. Dans un premier temps, les installations seront susceptibles de fonctionner alternativement en thermosiphon ou avec moteur. Cependant, à terme, la section des tuyaux tendant à se réduire, il y aura incompatibilité des systèmes. Notons que si la question du thermosiphon est centrale, c'est en partie parce que la vapeur reste en France un moyen de chauffage marginal. L'ingénieur polytechnicien André Missenard (1901-1989), aidé de René Dupuy et Roger Giblin, élabore de nouvelles règles de calculs pour les thermosiphons. Il crée des circuits à différentes températures par mélange d'eau et des retours d'eau vers les départs¹³²⁶.

¹³²² GILLEBEERT F., « Conditions à réaliser pour qu'une installation de chauffage à eau chaude avec une pompe puisse fonctionner par thermosiphon », *Chaleur et industrie*, 193*, p. 247-250. Fond Fleury, Archives de Villeurbanne.

MISSENARD André, « Du chauffage à eau chaude par thermosiphon », *Chaleur et Industrie*, avril-juillet 1928.

MISSENARD André, « Du calcul des tuyauteries dans les chauffages à eau chaude par thermosiphon », *Chaleur et Industrie*, août 1928.

¹³²³ BERTHET Christine, *L'exposition internationale d'électricité*, Paris, 1881, Paris, 1982, p. 138.

¹³²⁴ GALLO Emmanuelle, « Ventilating and Heating Lariboisière Hospital, a Scientific Debate in Paris 1848-1878 », poster pour la 3^{ème} conférence internationale pour l'histoire des hôpitaux *Form+Function, the Hospital*, McGill University, Montréal, 19-21 juin.

Déposé sur <http://emmanuelgallo.free.fr/livre/posterCh.pdf>

¹³²⁵ *De la chaleur, une entreprise et des hommes*, Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 112.

¹³²⁶ André Missenard est un personnage clef de la thermique du XX^e siècle, polytechnicien, il sera à la fois industriel, chercheur et enseignant. Il fonde également un bureau d'étude en génie climatique (qui

Les calculs sont effectués à l'époque à partir du traité Allemand Rietschel¹³²⁷. Le professeur Hermann Rietschel (1847-1914) enseigne dans le premier département consacré au chauffage et à la ventilation à l'Ecole technique supérieure royale de Charlottenbourg (Berlin) de 1885 à 1910¹³²⁸. Il crée un institut de recherche en 1887, le *Hermann-Rietschel-Institut* pour le chauffage et la ventilation. Le traité Rietschel est régulièrement réédité (jusqu'à aujourd'hui) des modifications successives : Karl Gräbe 1911-1924, Heinrich Gröber 1950-1968, Wilhem Raiss 1968-1991, Horst Esdorn 1991-2002, Dirk Fitzner depuis 2003. Des versions en français existent depuis 1911 et la traduction de Léon Lasson de la 4^e édition allemande : *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation, à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, entrepreneurs, etc.*, chez Bélanger¹³²⁹. Il y a eu une nouvelle édition en français en 1925 puis une autre en 1932¹³³⁰. La 14^{ème} édition de 1959,

a été racheté récemment) et fonde le COSTIC (Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation), organisme de recherche et de formation, pendant du Hermann Rietschel Institut de Berlin.

J'ai eu l'occasion de rencontrer ses héritiers, qui m'ont laissés consulter sa bibliothèque au début des années 90. Franchement réactionnaire sur bien des plans, admirateur d'Alexis Carrel, qui a préfacé l'un de ses livres, il n'en est pas moins la grande figure du siècle dans le domaine du génie climatique. Ces recherches portent sur différents domaines qui seront évoqués au fur et à mesure.

André Missenard comme d'autre enseigne : la thermique des bâtiments à l'Ecole Nationale Supérieure de Beaux Arts de 1936 à 1968, la physique industrielle à l'Ecole Supérieure des Travaux Publics de 1932 à 1942, les influences climatiques à l'Ecole de Thermique de l'Institut Français des Combustibles et de l'énergie de 1956 à 1970, des problèmes humains en économie politique et sociale à Ecole Polytechnique.

¹³²⁷ MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, Novembre 1972, p. 9 (Archives personnelles d'André Missenard).

¹³²⁸ Un site internet est consacré à l'*Hermann-Rietschel-Institut*.

¹³²⁹ RIETSCHER Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation, à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, entrepreneurs, etc.* Traduit de l'allemand sur la 4^e édition, par Léon Lasson, C. Béranger Paris et Liège, 1911.

¹³³⁰ Je possède un exemplaire de l'édition de 1911.

RIETSCHER Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation*, Revu et mis à jour, par K. Brabbée, Traduction de la 6^e édition allemande, par A. Jouve, C. Béranger, Paris & Liège, 1925, 407 p.

RIETSCHER Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation : Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation à l'usage des ingénieurs*, Revu et mis à jour par le Prof. Dr. Ing. Heinrich Gröber, une partie sur l'hygiène par le Prof. Dr. Ned J. Bürgers, Traduction de la 9^e éd. allemande par Ad. Jouve, Béranger, Paris & Liège, 1932, 349 p.

intègre la méthode de calcul modifiée par André Missenard¹³³¹. Un autre institut de recherche FIW (Forschung Institut Wärme) se développe à Munich autour des personnalités des professeurs Oskar Knoblauch (1862-1946) et Sebastian Cammerer, plus spécifiquement occupé par l'isolation des bâtiments¹³³².

¹³³¹ MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard*, p. 10.

¹³³² GELLERT Roland, ZEHENDNER Horst, « *First Steps in Establishing the Discipline of Building Science – The Research Institute of Thermal Insulation in Munich* », *Climate and Building Physics in the Modern Movement*, Docomomo preservation technology, dossier 9, 2006, p. 50-52.

La standardisation des radiateurs et des chaudières

Pendant la première moitié du XX^e siècle en France, les radiateurs standard, tels que nous les connaissons se généralisent et se diffusent en particulier sous la marque Idéal, venant d'American Standard propriétaire des brevets américains¹³³³. C'est la Compagnie Nationale des Radiateurs qui produit ces radiateurs et ces chaudières en France dans leur usine de Dôle. Le principe est le suivant, le radiateur est constitué d'éléments semblables assemblables par addition. En fonction des besoins, on détermine le nombre de « tranches » nécessaires à la diffusion de chaleur en fonction des différents modèles plus ou moins haut ou profond (fig. 198)¹³³⁴. D'après Cecil D. Elliot, les premiers brevets de radiateurs datent de 1850 et les éléments standard apparaissent vingt ans plus tard¹³³⁵. Dans le catalogue de 1911, les éléments des radiateurs, de section oblongue, sont conçus pour l'eau chaude ou la vapeur à basse pression, leur surface peut être ouvragée. Un modèle particulièrement étonnant est sur plan circulaire, livré en deux parties, elles sont réunies par des boulons¹³³⁶. Des modèles d'angles, en quart de cercles ou à angle droits sont également proposés¹³³⁷. Dans le catalogue de 1935, le radiateur « de base » a évolué formellement, les sections sont plus fines et plus nombreuses, il cherche moins à être un objet « décoratif »¹³³⁸. La transmission par rayonnement est favorisée par la surface développée de certains modèles (fig. 199)¹³³⁹. Un modèle spécialement conçu pour les hôpitaux assemble des éléments plats et lisses afin de faciliter le maintien

¹³³³ RODENGEN Jeffrey L., *History of American Standard*, Write Stuff Syndicate, 1999, 175 p.
La question de l'apparition des radiateurs datée au alentour de 1850 ? est évoquée dans l'ouvrage : ELLIOT, Op. Cit, 467 p.

¹³³⁴ C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, 191 p.

Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, 116 p.

¹³³⁵ ELLIOT, Op. Cit, p. 282.

¹³³⁶ Voir illustration précédente, C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, p. 26.

¹³³⁷ C.N.R., Op. Cit, p. 28-29

¹³³⁸ Compagnie Nationale des Radiateurs, Op. Cit, p. 12.

¹³³⁹ Idem, p. 15 et p. 22-25

d'une bonne hygiène (fig. 200)¹³⁴⁰. En 1911 comme en 1935, des modèles spéciaux « salle à manger » sont proposés : ils comportent un chauffe-assiettes dans la partie supérieure fermé d'une double porte¹³⁴¹.

Dans les différents catalogues, des échangeurs à ailettes sont aussi présentés pour des usages industriels ou pour les échangeurs vapeur/air. Ces catalogues proposent une gamme de chaudières dont certaines sont également constituées d'éléments standard que l'on assemble afin d'obtenir la puissance nécessaire. Dans le catalogue de 1911, ce sont essentiellement des chaudières à charbon qui sont présentées produisant de la vapeur basse pression ou de l'eau chaude. Leurs puissances varient pour les petits modèles de 6 600 à 55 200 calories pour l'eau chaude, de 14 500 à 58 200 calories pour la vapeur ; pour les grosses chaudières, la puissance peut atteindre 310 000 calories pour la vapeur comme pour l'eau chaude (fig. 201)¹³⁴². Dans le catalogue de 1935, on voit apparaître des brûleurs à huile lourde, indices de la diffusion de ce combustible alternatif au charbon. De même, six modèles de chaudières à gaz sont proposés pour produire de l'eau chaude ou de la vapeur à basse pression (fig. 202)¹³⁴³. Les puissances varient de 5 300 à 74 200 calories pour les petits modèles, de 112 000 à 444 000 calories pour les plus grands. Dans le catalogue 1935, se trouvent également les groupes « Idéal Vento-Spiros », des batteries d'échangeurs à ailettes sont traversées par un puissant courant d'air créé par un ventilateur électrique, ces groupes peuvent recevoir de l'eau chaude ou de la vapeur jusqu'à huit kilos (fig. 203)¹³⁴⁴.

¹³⁴⁰ Idem, p.16.

¹³⁴¹ C.N.R., Op. Cit, p. 24-25.

Compagnie Nationale des Radiateurs, Op. Cit, p. 20.

¹³⁴² C.N.R., Op. Cit, p. 58-61.

¹³⁴³ Compagnie Nationale des Radiateurs, Op. Cit, 76-79 p.

¹³⁴⁴ Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, 28-31 p.

Le perfectionnement des éléments

Pendant cette période, des éléments techniques se perfectionnent comme les horloges, les valves et autres vases d'expansion comme le compteur de Nessi (1913)¹³⁴⁵ ; de même que les joints et les assemblages, les régulateurs de pression. Dans les catalogues de la Compagnie Nationale des Radiateurs se trouvent : des thermomètres de tuyauterie, des régulateurs pour chaudières à vapeur, des régulateurs automatiques pour chaudières à eau chaude, des indicateurs de hauteur d'eau, des manomètres avec robinet de contrôle, des détendeurs de pression à piston et contrepoids, des purgeurs automatiques, des purgeurs d'air (pour la vapeur) et toutes sortes de robinets¹³⁴⁶. Dans le catalogue de 1935, se trouve également un régulateur hydrostatique pour chaudière à vapeur, un régulotherme pour chaudière à eau chaude, différents manomètres, vase de sûreté, soupape de sûreté¹³⁴⁷. Notons que c'est l'électricité qui permet l'introduction de la régulation automatique¹³⁴⁸. Parmi les équipements qui se diffusent, il y a les compteurs de chaleur, car la répartition forfaitaire des charges de chauffage central ne semble pas satisfaire les gestionnaires, qui craignent une consommation irresponsable¹³⁴⁹. Calorius est l'une des marques pour ces équipements.

¹³⁴⁵ SAUVAGE Henri « Les progrès de l'hygiène et du confort depuis le Moyen Âge jusqu'à nos jours », *L'Illustration*, Spécial Maison, n°4491, 1929 mars, p. 315-341.

NESSI André, NISOLLE Léon, *Physique industrielle, régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, Dunod, Paris, 1925, 171 p.

NESSI André, *Physique industrielle. Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, Dunod, Paris, 1933, 134 p.

¹³⁴⁶ C.N.R., Op. Cit, p 99-105.

¹³⁴⁷ Compagnie Nationale des Radiateurs, Op. Cit, 103-107 p.

¹³⁴⁸ « La régulation automatique par l'électricité », *Architecture d'Aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 96-97.

¹³⁴⁹ « La répartition et le paiement des frais de chauffage dans les immeubles modernes », *Architecture d'Aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 94.

Le développement d'autres moyens de chauffage

André Missenard n'a pas seulement amélioré le thermosiphon, il s'est également penché en 1932 sur le chauffage à vapeur basse pression dont il a réduit les pertes de charges par frottement¹³⁵⁰. Ce mode de chauffage est selon lui adapté lorsqu'il faut parcourir plusieurs centaines de mètres par rapport à la centrale de production, mais une bonne conception est délicate. Cependant la diffusion des pompes centrifuges a donné à l'eau chaude la capacité d'aller aussi loin que la vapeur sans ces inconvénients.

Parmi les autres méthodes de chauffage, on trouve l'aérotherme qui fait suite au traditionnel calorifère à air, avec propulsion de l'air par moteur électrique¹³⁵¹. Notons qu'ici le réseau d'électricité, les moteurs électriques et les tarifs plus abordables jouent un rôle déterminant dans l'apparition de ce système. En France, c'est Henri Arquembourg qui fait des expériences dans ce sens avant 1914. Beaurienne expose le « Calopulseur » et cette méthode en 1923 au Congrès de chauffage et de ventilation de Strasbourg. Il préconise de multiplier des appareils de petite puissance avec une vitesse de propulsion de 4 à 6 mètres.

D'André Missenard, on peut ainsi citer un système de chauffage et de rafraîchissement par air soufflé à grande vitesse et diverses tentatives de chauffage rayonnant par le sol et le plafond, par circulation d'eau chaude¹³⁵². Il s'agit du même principe que celui du calorifère à air chaud, équipé cette fois avec des ventilateurs centrifuges pour faire circuler l'air de manière plus active. Missenard propose de souffler l'air horizontalement à grande vitesse (10 m/s) dans une zone située au-

¹³⁵⁰ MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, Novembre 1972, p. 10.

¹³⁵¹ BAURIENNE Auguste, « *Utilisation de la chaleur, chauffage par aérothermes* », *Architecture d'aujourd'hui*, 1935, n°5, p. 41.

¹³⁵² MISSENARD André, « *Le chauffage radiant* », *Architecture d'aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 36. *Chantiers*, n°2 (1934, p. 32-34).

MISSENARD André, *Le chauffage et le rafraîchissement par rayonnement*, 4 vols., Eyrolles, Paris, 1959.

dessus des usagers de ses grands locaux. Ces expériences ont donné lieu à certaines controverses dans le milieu des chauffagistes avant d'être adoptées¹³⁵³.

Missenard a également repris le principe des parois rayonnantes venant des hypocaustes et déjà préconisée par Emile Trélat et Edwin Chadwick¹³⁵⁴. Cependant, il adapte cette technique aux dalles de béton armés pleines de faible épaisseur (15 cm) chauffant ainsi autant pas le sol que par le plafond¹³⁵⁵. Grâce à ce système qui supprime les radiateurs, la robinetterie permet de réduire les coûts globaux des installations de chauffage central (30 % à 35 % de réduction de coût d'installation, 10 % de coût d'exploitation). Ces réductions de coûts rendent accessible le chauffage central aux sociétés HLM. André Missenard ne dépose pas de brevet et n'est pas le seul sur ce nouveau marché (fig. 204). La société Deriaz brevète un système de chauffage par le sol par tubes posés sur hourdis creux de manière à produire 200 calories par m². Ce procédé est diffusé par plusieurs sociétés Boeringer et Cie, Chaussidière, Gandillot, Albert Hatry, Tunzini à Paris¹³⁵⁶. Voici un remarquable exemple d'une application du chauffage par dalle celui de l'école en plein air de Suresnes par les architectes Eugène Beaudouin (1898-1983) et Marcel Lods (1891-1978) en 1936. Dans ce projet très audacieux, les classes s'ouvrent sur le jardin. Pour compenser les importantes déperditions thermiques dues aux importantes surfaces vitrées (sur trois côtés, du sol au plafond) il y a deux systèmes de chauffage combinés (fig. 205)¹³⁵⁷. Le

¹³⁵³ MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'École Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, Novembre 1972, p. 11.

¹³⁵⁴ TRELAT Emile, SOMASCO Charles., *Le chauffage et l'aération des habitations*, Bibliothèque des Annales économiques, Paris, 1889, p. 4-5.

Edwin Chadwick propose un système de chauffage à double paroi de briques modulaires entre lesquelles circulent de l'air chaud. LAVEZZARI E., « *Traité pratique du chauffage* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1872, vol. 29, col. 153-156.

¹³⁵⁵ Idem, p. 13.

¹³⁵⁶ HERMANT André, « *Utilisation de la chaleur, chauffage par panneaux à basse température, chauffage par surfaces rayonnante* », *Architecture d'Aujourd'hui*, 1935 n°5, p. 39-40.

« *Le chauffage par le sol à tubes de chauffe par Brevet Deriaz* », *Chantiers*, n°2, 1934, p. 32-34.

¹³⁵⁷ ROTH Alfred, *La Nouvelle Architecture, 1930-1940*, Girsberger, Zurich, 1939, p. 115-130.

chauffage par la dalle est le principal et atteint 30°C, tandis qu'un chauffage complémentaire, contrôlé classe par classe, a été prévu par conduits d'air chaud le long des murs-rideaux¹³⁵⁸.

¹³⁵⁸ Le système utilise de la vapeur basse pression, compte tenu de l'étendue de l'installation et cela évite les risques de gel pendant les vacances, Idem, p. 130.

Énergies et combustibles

Dans les années 30, le charbon reste en situation dominante bien que d'autres énergies apparaissent dans le domaine du chauffage : le gaz, l'électricité et les combustibles liquides dérivés du pétrole¹³⁵⁹.

Ces derniers ne sont pas si nouveaux, en effet, le chauffage « aux huiles lourdes » est évoqué dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* dès l'année 1869¹³⁶⁰. Selon Duzan, les premières installations françaises datent de 1925 et en dix années 10 000 immeubles sont chauffés de cette manière¹³⁶¹. À partir de 1928, des raffineries sont créées en France ; on trouve dans la revue *Chantier* la liste des raffineries existantes en France en 1931¹³⁶². Ce combustible présente plusieurs avantages : un pouvoir calorifique supérieur à poids comparable (10 400 à 10 800 calories par kilogramme pour le fioul, de 5 000 à 7 050 cal./kg pour les différentes qualités de charbon), une réduction du personnel car l'alimentation est automatique, l'absence de résidus, l'allumage et l'extinction sont instantanés, la possibilité de l'installer en zone peu ou pas urbanisée (pas de réseau nécessaire)¹³⁶³. Par contre deux éléments changent avec ce combustible, il nécessite un brûleur spécifique (adapté sur une chaudière fonctionnant auparavant au charbon) de même, il faut organiser le stockage et trouver un emplacement pour le réservoir (cylindrique de tôle noire forte recouverte d'enduits protecteurs)¹³⁶⁴. Dès cette époque, il est également possible de passer du charbon au fioul sur la même installation, c'est le cas du chauffage de l'école Karl Marx à

¹³⁵⁹ TRUILLE J., « Comment chauffer économiquement un immeuble par les combustibles », « Chauffage et ventilation », *Architecture d'Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, p. 10.

¹³⁶⁰ TROOST, « Communication sur le chauffage au pétrole », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 68, 1869, p. 571-574.

¹³⁶¹ DUZAN J., « Le chauffage par les combustibles liquides », « Chauffage et ventilation », *Architecture d'Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, p. 13.

¹³⁶² *Chantiers*, n°5, 1935, p. 25-30.

¹³⁶³ En fait, on a constaté sur un grand nombre d'installations qu'un kg. de mazout correspond à 1,9 – 2,1 kg.d'antracite ; à 2,2 – 2,5 kg de coke, DUZAN J., p. 17.

¹³⁶⁴ Une réglementation de sécurité, datant de 1917, s'applique en fonction du volume de fioul stocké, indice de dangerosité. Une autre réglementation de janvier 1935 amende la première.

Villejuif construite par André Lurçat en de 1933¹³⁶⁵. Dans ce projet, le fioul est le combustible usuel, le charbon servant en dépannage. L'eau chaude du circuit y est propulsée par une pompe électrique, mais le système est censé fonctionner également en thermosiphon¹³⁶⁶.

Le chauffage au gaz

En toute rigueur historique, le chauffage au gaz devrait être traité dans la partie consacrée au XIX^e siècle, cependant son développement comme énergie pour le chauffage, domestique ou non, est retardé en France, en particulier en raison de tarifs élevés. Évidemment, il s'agit de gaz produit à partir du charbon ou du coke.

Dès l'origine avec Philippe Lebon (1767-1804) et son brevet du 28 septembre 1799, le chauffage est au programme des buts de son invention : *chauffage, éclairage, force motrice, moteur à gaz*¹³⁶⁷. Après l'éclairage du passage des Panoramas en 1816, les sociétés gazières se multiplient à Paris. Pourtant, *les sociétés gazières sont loin de prospérer, elles englobent 8 000 000 fr. (...) L'hostilité du public au nouveau mode d'éclairage, hostilité entretenue par la presse et des écrivains célèbres de l'époque, était pour une grande part responsable de cet échec. On alla jusqu'à dire que l'emploi du gaz empoisonnerait l'air, tuerait les arbres et finirait par asphyxier toute la population*¹³⁶⁸. Dès 1830, Merle note qu'en Angleterre on utilise le gaz comme combustible pour le chauffage central d'églises et de bâtiments publics¹³⁶⁹.

¹³⁶⁵ « L'école Karl Marx de Villejuif », *Chantiers*, n°3, 1933, p. 27-28.

¹³⁶⁶ Des tests ont établi que les radiateurs atteignaient la bonne température au bout de vingt minutes (avec les pompes) et que les deux combustibles offraient des résultats similaires, Idem.

Notons que la chaudière est installée dans un bâtiment à part, comme le voulaient les règlements en vigueur pour les « grosses » chaudières. On voit clairement ce bâtiment dans les illustrations de l'ouvrage de JOLY Pierre et Robert, *L'architecte André Lurçat*, Picard, Paris, 1995, p.103-109.

¹³⁶⁷ Philippe Lebon est ingénieur des Ponts et Chaussées, BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, p. 14.

¹³⁶⁸ BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, p. 25.

¹³⁶⁹ MERLE G., *Traité sur le gaz et tous les appareils nécessaires à sa fabrication*, Manuel Roret, 1837, 225 p. « La véridique histoire (en quelques histoires) du chauffage au gaz », *Gaz de France-Information*, n° 80, 1955, p. 3-10.

Dès 1847, Hugueny, pharmacien à Strasbourg, conçoit des appareils de chauffage qui sont présentés lors d'expériences publiques à Paris en 1850 à l'Hôtel Montholon rue du Temple. *Pour le chauffage, la forme des becs peut varier (...) double ou triple pour les poêles et fourneaux, suffisamment éloignés les uns des autres*¹³⁷⁰. En 1834, Barnes prend un brevet : *pour une machine destinée à fournir de l'air chaud dans l'intérieur des habitations et, en même temps, à l'éclairer*¹³⁷¹. En 1851, un brevet anglais a été pris par MM. G. H. Bachoffner et N. Defries pour une grille disposée pour brûler du gaz destinée au chauffage¹³⁷². La même année, Bogget propose un brûleur circulaire et Edwards divers brûleur de terre réfractaire. En 1855, les différentes compagnies parisiennes fusionnent et unifient les prix de vente aux particuliers à 60 centimes par m³, alors que le réseau ne sert qu'à l'éclairage en raison de l'intermittence de l'alimentation, ce qui change à cette date¹³⁷³. L'exposition internationale de 1855 est la première où le chauffage au gaz apparaît et bénéficie d'une courte mention dans le rapport, avec les appareils de Elsner R.-W. de Berlin et de Marini pour la France¹³⁷⁴.

En 1857, on peut lire dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* qu'afin de favoriser le développement de la consommation du gaz une exposition permanente à l'Hôtel du Louvre est installée (l'un des plus grands hôtels du moment)¹³⁷⁵. *Les appareils exposés (...) ne sont que la réunion de ceux qu'on trouve disséminés chez divers constructeurs. Il y en a*

¹³⁷⁰ « Note sur le chauffage au Gaz et sur quelques appareils destinés à des usages domestiques ou industriels », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 1858, n° 57, p. 101.

HUGUENY Charles-A., *Traité élémentaire et pratique du chauffage au gaz*, Roret, Paris, 1857, 27 p.

¹³⁷¹ D'ANTHONAY Léon, « Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation », *Exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 197.

¹³⁷² « Rapport de séance », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 6 février 1846, n° 45, p. 120.

¹³⁷³ *Eclairage et chauffage - Commission municipale de Paris*, Vinchon, Paris, 1855, p. 24.

« La véridique histoire (en quelques histoires) du chauffage au gaz », *Gaz de France-Information*, n° 80, 1955, p. 5.

¹³⁷⁴ CLERGET, « Industries comprenant l'emploi économique de la chaleur, de la lumière et de l'électricité », *Rapports du jury mixte international publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale*, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 451.

¹³⁷⁵ « Note sur le chauffage au Gaz et sur quelques appareils destinés à des usages domestiques ou industriels », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 1858, n° 57, p. 100-106.

*pour le chauffage des appartements, pour la cuisson des aliments, pour les laboratoires*¹³⁷⁶. Parmi les appareils de chauffage se trouve une grille de Marini (fig. 206) composée de tuyaux perforés de petits trous, reliés par une grille métallique équipée de « pinceau d'amiante » qui deviennent incandescents sous la flamme. Parmi les appareils destinés au chauffage des appartements, on trouve des bûches métalliques, sortes de cylindres en fer ayant la forme de bûches, laissant échapper le gaz par des fentes longitudinales très-minces. Il y a également des poêles ou des calorifères formés d'une enveloppe cylindrique en tôle fermée, par le haut et munie au bas de quelques ouvertures, à l'intérieur de laquelle se trouve un bac de gaz enflammé (fig. 207). Cependant on peut lire aussi : *Ces différents systèmes, nous le répétons, n'ont pas encore donné lieu à des applications assez concluantes pour qu'il soit nécessaire de s'y arrêter plus longtemps*¹³⁷⁷.

En 1858, l'exposition se poursuit alors que les tarifs du gaz baissent. En 1860, Eugène Pécelet écrit : *le chauffage au gaz a été appliqué à un grand nombre d'usages : à la cuisson des aliments, à la torréfaction du café, au chauffage des fers à repasser à souder, à des calorifères et dans les laboratoires de chimie, où il est d'un usage très commode. Des difficultés de diverses natures, parmi lesquelles se trouvent les frais d'installation et les craintes d'explosion, s'opposent pour le moment à la généralisation de son emploi*¹³⁷⁸. Dans le rapport de l'Exposition universelle de 1878, on peut lire que le chauffage au gaz est le seul secteur d'innovation depuis la précédente exposition de 1867 (considéré cependant comme un luxe compte tenu des coûts)¹³⁷⁹. En 1880, on constate des progrès techniques sur la livraison, plus régulière, qui s'accompagne d'une consommation légèrement accrue¹³⁸⁰.

¹³⁷⁶ Idem, p. 101.

¹³⁷⁷ Idem, p. 102.

¹³⁷⁸ PECELET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1860, vol. 2, p. 463.

¹³⁷⁹ BARLET, « Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage », *Exposition universelle internationale de 1889 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris, 1891, vol. 5, p. 76.

¹³⁸⁰ WILLIOT Jean-Pierre, « Nouvelle ville, nouvelle vie : croissance et rôle du réseau gazier parisien au XIX^e siècle », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIX^e-XX^e siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 220.

À la même période, il y a une renégociation des tarifs aux alentours de 0,20c/m³. Le réseau ne se développe que dans les quartiers centraux ou riches au XIX^e siècle¹³⁸¹. En 1900, les 9^e, 2^e, 3^e arrondissements possèdent 66 à 74 % d'immeubles équipés de colonnes montantes ; les 8^e, 1^{er} et 6^e arrondissements de 58 à 65 %, les 17^e, 7^e, 5^e, 4^e, 10^e arrondissements de 41 à 57 %, les derniers périphériques 12^e, 13^e, 14^e, 15^e, 16^e, 18^e, 19^e, 20^e, de 14 à 40 %. Lors de l'exposition universelle de 1900, des évaluations ont été faites sur les coûts réciproques des différents types de chauffage : pour chauffer une pièce de 75 mètres cube il faut environ 2 200 calories à l'heure soit 0,30 fr. pour du bois brûlé dans une cheminée, 0,06 fr. pour du charbon dans un poêle,) 0,33 fr. pour le chauffage au gaz (1 100 litres), 0,80 fr. à 1,37 fr. pour le chauffage à l'électricité (2 640 kilowatt), 0,05 fr. pour le chauffage par calorifère à foyer central, 0,20 fr. pour le chauffage à alcool, au pétrole, à l'essence¹³⁸². On constate donc que l'électricité est prohibitive, le gaz est aussi peu économique que le bois dans un foyer ouvert alors que les poêles ou les calorifères à charbon sont considérablement plus économiques.

Au tournant du siècle, 40 % de la consommation du gaz à Paris se fait de jour avec la cuisine, l'industrie et le chauffage¹³⁸³. Afin de concurrencer l'électricité, la Société prêle des plafonniers pour les HBM, de même après la guerre de 1914-1918 elle porta, en outre son activité sur le développement du chauffage central au gaz, longtemps considéré comme un luxe, d'abord en faisant des démarches auprès des architectes et en incitant les constructeurs à créer de nouveaux types d'appareils, puis lorsque l'électricité commença à être un concurrent dangereux dans ce domaine, en instituant des tarifs spéciaux¹³⁸⁴. Pourtant l'image négative du gaz est difficile à

¹³⁸¹ Idem, p. 226.

¹³⁸² D'ANTHONAY Léon, « Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation », *Exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 218.

¹³⁸³ BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, p. 161.

¹³⁸⁴ Idem, p. 163.

combattre : en 1918, Bousquet écrit dans la *Nature*, *on a essayé ces derniers temps d'utiliser le gaz pour le chauffage des appartements. On a construit, dans ce but, des petits appareils aisément transportables et chauffant par radiation comme le corps de chauffe des systèmes modernes (...) Ils chauffent rapidement, mais ils ont l'inconvénient d'être un chauffage d'un pris de revient élevé qui ne le rend pratique que dans certains cas isolés ou pour des pièces où l'on ne séjourne que peu de temps ; l'atmosphère d'une pièce chauffée au gaz ne tarde pas à devenir irrespirable, si l'on ne prend soin de renouveler l'air fréquemment, ce qui revient chaque fois à refroidir la pièce*¹³⁸⁵.

Dans les années 30, comme l'électricité prend des parts de marchés sur l'éclairage au gaz, il devient important de proposer et développer d'autres usages. Pour cela une campagne de propagande pour le chauffage au gaz est lancée également vis-à-vis du grand public. Entre 1932 et 1934, 10 169 radiateurs « Société du gaz de Paris » sont mis en service à une cadence moyenne de 2 500 appareils par an. Au 1^{er} janvier 1936, il y a à Paris 46 000 radiateurs de la société en service et environ 50 000 appareils d'autres modèles (fig. 208). Le chauffage central au gaz est beaucoup plus lent à s'imposer. À la fin de 1935, il n'y a que 2 210 installations en service¹³⁸⁶. En 1937, les tarifs baissent encore pour faire face à la concurrence ; il y a plusieurs tranches : la première 1,60 fr., la seconde 0,95 fr. pour l'eau chaude et le blanchissage, la troisième 0,72 fr. correspondant au chauffage des locaux. Cela crée une croissance de la consommation, 160 % en 1939, malheureusement interrompue par les rationnements du conflit¹³⁸⁷. L'évolution est également perceptible à travers les catalogues de produits dans celui de la *Compagnie Nationale*

¹³⁸⁵ BOUSQUET M., « Le chauffage des bâtiments par station centrale urbaine », *La Nature*, 1918, 20-25 p.

¹³⁸⁶ BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, p. 165-166.

¹³⁸⁷ Idem, p. 201.

des radiateurs de 1911, aucune chaudière à gaz n'est proposée alors que dans le catalogue 1935, il y en a six modèles (fig. 209)¹³⁸⁸.

Dans le numéro spécial *Chauffage et Ventilation, d'Architecture d'Aujourd'hui* de 1935, on conseille pour rentabiliser le chauffage central par le gaz : 1° - *De faire des installations très soignées, aussi simples que possible et avec des générateurs ayant un rendement propre maximum*

2° - *D'adopter le régime intermittent, c'est-à-dire de ne chauffer que pendant la période d'occupation des locaux en limitant le temps de réchauffage au minimum.*

3° - *De régler le générateur de façon qu'il n'y ait jamais de surchauffe inutile dans les locaux*

Les coûts élevés du gaz impliquent de choisir un fonctionnement intermittent, cela à des conséquences techniques : il faut une inertie minimum ainsi qu'une légère surpuissance de 15 %, les radiateurs légers à faible volume d'eau doivent être placés au plus près des zones froides, un thermostat sur l'eau chaude est conseillé également. L'intermittence correspond à certains types d'occupations des espaces, où l'on ne chauffe pas en continu, des bureaux, boutiques, salons de coiffure, cabinets de consultation, studios, salles de réunions et de spectacle, mais aussi les appartements vides une partie de la journée. En 1948, dans le numéro d'*Œuvres et maîtres d'œuvres*, on propose très astucieusement de transformer un chauffage central à combustible solide en chaudière à gaz, à peu de frais en changeant le brûleur et de faire une chicane à l'intérieur de la chaudière¹³⁸⁹. Néanmoins, on pense que *le gaz n'est pas à envisager pour le chauffage général des immeubles à loyer en raison du gaspillage inévitable de calories qu'il implique*¹³⁹⁰. Cela donne une idée de la considération des maîtres d'œuvre et des propriétaires pour les locataires !

¹³⁸⁸ C.N.R., Op. Cit, 191 p.

Compagnie Nationale des Radiateurs, Op. Cit, 76-79 p.

¹³⁸⁹ « Le gaz », », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, Paris, déc. 1947-janv. 1948, n° 9, p. 44.

¹³⁹⁰ Idem.

Compte tenu des tarifs, le chauffage au gaz se met en place lentement et reste longtemps un moyen de chauffage d'appoint. Ce n'est que dans l'Entre-deux-guerres avec la concurrence de l'éclairage électrique que l'on envisage sérieusement de développer le chauffage central au gaz. En revanche, que cette situation est différente dans des pays voisins : le Royaume-Uni, la Belgique, l'Allemagne.

Le chauffage électrique

Dès l'exposition internationale d'électricité de Paris en 1881, un certain Cabanellas soumet quelques chiffres qui tendent à prouver que l'on peut utiliser l'électricité pour se chauffer avec des résultats comparables aux cheminées en ce qui concerne le coût et l'efficacité¹³⁹¹. La presse sous le nom de Franck Géraldy raille ainsi ces conclusions : *Il ne semble pas après tout impossible de réussir, à l'aide de l'électricité à chauffer aussi mal et aussi chèrement que les cheminées, mais ce ne serait pas un résultat bien brillant, le sujet est d'ailleurs assez peu actuel*¹³⁹².

Dans la littérature anglophone, on peut lire quelques constatations élémentaires sur les débuts de la production électrique qu'on aimerait bien lire en français également¹³⁹³. Ainsi, l'électricité tend à être produite en continu, alors que les consommations, à l'origine liées l'éclairage, sont discontinues avec des pics : un petit le matin et un grand le soir. Le problème des producteurs consiste donc à développer des usages aux heures creuses : des usages industriels mais aussi domestiques. C'est alors que tout un design se développe convertissant des objets existants à l'électricité (fer à repasser, fer à friser, bouilloire, moine) ou en inventant de nouveaux objets (grille-pain, appareils de chauffage) (fig. 210).

¹³⁹¹ BERTHET Christine, *L'exposition internationale d'électricité*, Paris, 1881, Paris, 1982, p. 167.

¹³⁹² GERALDY Franck, *La Lumière Electrique*, samedi 8 octobre, 1881, vol. 5, p. 60.

¹³⁹³ Notons qu'une partie des recherches sur l'histoire de l'électricité est financée par EDF, peut être cela aurait-il une incidence ?

En 1895, aux USA des appareils de chauffage électriques portables sont proposés : des caisses plus ou moins perforées qui contiennent des résistances déployées sur des éléments réfractaires. Rectangulaires, plats, cylindriques toutes sortes de formes de convecteurs sont disponibles¹³⁹⁴. On peut noter que la question de la « luminosité » de l'appareil, n'a pas l'air d'être un élément important contrairement au contexte français ou anglais. Ainsi dans le contexte de l'Europe de l'Ouest, les premiers appareils de chauffage sont lumineux, comme des petites cheminées¹³⁹⁵. Ce sont d'abord des lampes qui éclairent et chauffent (fig. 211). Puis, ce sont des filaments posés sur des éléments de céramiques réfractaires qui assurent la production de chaleur. Là encore, le modèle de la cheminée persiste, même si un autre type de modèle parabolique semble avoir beaucoup de développement. Ces modèles de cheminées électriques renvoient à la persistance des modèles antérieurs malgré l'innovation. C'est un phénomène que l'on rencontre dans d'autres secteurs : les premières cuisinières à gaz ressemblent à la cuisinière à charbon, les structures de béton armé s'inspirent des structures de bois ou de métal. On rencontre aussi un autre conformisme formel qui consiste à intégrer des résistances électriques dans des appareils de chauffage sans les changer ; c'est le cas des poêles de céramiques alémaniques qui sont électrifiés. De même, on trouve des radiateurs « électro-vapeur », radiateurs « Idéal classique » auquel est adjoit un équipement électrique qui amène le liquide à l'état de vapeur ; première version du radiateur électrique à bain d'huile (fig. 212).

Puis, on trouve des appareils dont les côtés sont réalisés en tôles perforées, enfin on arrive au convecteur avec des côtés de tôle qui

¹³⁹⁴ HOUSTON Edwin & KENNELLY A. E., *Electric Heating*, The W. J. Johnston Compagny, New York, 1895, p. 134-142.

¹³⁹⁵ On trouve des illustrations de ces modèles dans diverses publications publicitaires ou des dictionnaires ménagers. La société Noirot possède une collection, l'association *d'Hier à Demain* également, moi-même je possède quelques pièces. Le musée Victoria et Albert expose une collection de ces appareils dans la salle consacrée aux inventions domestiques.

rayonnent et protègent, alors que la partie inférieure et supérieure sont perforées afin de laisser passer l'air à chauffer. Parallèlement, un autre type d'appareil apparaît avec le chauffage électrique à accumulation : des résistances sont noyées dans des éléments réfractaires et propre à emmagasiner la chaleur. Après un temps consacré à l'accumulation (situé aux heures creuses), on ouvre des volets pour faire circuler de l'air ainsi l'appareil dissipe sa chaleur par rayonnement et par convection. Plusieurs fabricants proposent ce type d'équipement : Sauter, Salvis, Electricus Cid et Sauria¹³⁹⁶. Toutes sortes d'autres d'objets chauffants sont petit à petit mis à la disposition du public : tapis-chauffant, chauffe-pieds, chauffe-lit, chauffe-plat, etc. On ne saurait aborder la question du chauffage électrique dans les années 30, sans évoquer le magnifique Radiaver, radiateur Saint-Gobain, créé spécialement et fabriqué en petite série industrielle pour l'Exposition internationale de 1937 par l'architecte René Coulon (fig. 213)¹³⁹⁷. Paradoxalement, cet objet ne fonctionne pas vraiment bien, c'est pourquoi sa seule « descendance » est le dégivrage électrique des vitres arrière de voiture¹³⁹⁸. En effet, le verre est opaque aux infrarouges, donc les lames d'argent ne chauffent pas latéralement, mais seulement l'air qui passe entre les deux surfaces de verre...

L'existence de tous ces appareils n'implique pas qu'ils soient fortement diffusés. Selon certaines sources, le chauffage électrique commence vers 1925, lors que les installations sont suffisamment dimensionnées¹³⁹⁹. Les tarifs sont encore très élevés : à Paris dans les années 30, de 3 à 6 fois plus que le gaz. En 1931, la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité édite et diffuse quelques plaquettes promotionnelles dont

¹³⁹⁶ MAURER P., *Pour se chauffer et faire sa cuisine à l'électricité*, Dunod, Chartres, 1934, p. 34-39.

¹³⁹⁷ Il existait d'autres appareils de la même série, dont des chauffe-plats. L'un d'eux est dans ma collection personnelle.

¹³⁹⁸ Informations obtenues lors d'un entretien téléphonique avec Maurice Hamon, archivistes et historien de la société Saint-Gobain.

¹³⁹⁹ DEFLASSIEUX F., « *Le chauffage par l'électricité* », *Architecture d'Aujourd'hui*, mai 1935, n°5, p. 21-23.

*l'une sur le chauffage électrique des appartements*¹⁴⁰⁰. Celle-ci présente les différents types d'appareils en situation dans le contexte d'appartements plutôt luxueux, la notion qu'une bonne d'isolation thermique rend l'électricité plus abordable est évoquée, comme l'emplacement des appareils¹⁴⁰¹. Les tarifs de jour, nuit, heure de pointe varient suivant la période été ou hiver, les prix étaient en 1931 : 0,307 – 0,792 – 1,547 francs du kWh et en 1934 : 0,229 – 0,698 – 1,531 francs le kWh¹⁴⁰².

D'après Alain Beltram et Patrice Carré en 1932, il y aurait en France 85 calorifères et radiateurs électrique pour 10 000 habitants, ainsi que 850 fers à repasser¹⁴⁰³. Les mêmes auteurs évoquent une accélération de l'achat d'appareils de chauffage électrique d'appoint de 1938 à 1942, date où la consommation est très fortement restreinte. Dans l'article sur le chauffage électrique du numéro spécial *d'Architecture d'Aujourd'hui* de 1935, le coût excessif de cette énergie est mis en avant comme frein à sa diffusion, alors que ses avantages simplicité, souplesse, propreté, hygiène sont reconnus¹⁴⁰⁴. Cependant, d'autres avis sont plus critiques : *les 1 000 calories électriques coûtant dix fois plus cher que les 1 000 calories charbons en grains, ou coke, on conçoit que l'on ne peut envisager leur emploi dans le chauffage qu'en raison de leur extrême maniabilité et de la suppression des pertes inhérentes aux autres sources*¹⁴⁰⁵

¹⁴⁰⁰ *Le chauffage électrique des appartements*, Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, Paris, 1931, 42 p.

¹⁴⁰¹ *Idem*, p. 6, p. 30.

¹⁴⁰² *Idem*, p. 39-40 et document annexe pour 1934.

¹⁴⁰³ Dans le cas des pays disposant de beaucoup de production hydroélectrique la consommation est plus développée car les coûts sont moins élevés.

BELTRAM Alain et CARRE Patrice A., *La fée et la servante, la société française face à l'électricité XIXe -XXe siècles*, Belin, Paris, 1991, p. 249.

¹⁴⁰⁴ DEFLASSIEUX F., « *Le chauffage par l'électricité* », *Architecture d'Aujourd'hui*, mai 1935, n°5, p. 21-23.

¹⁴⁰⁵ LECLERC Raoul-Maurice MEAUX-SAINT-MARC Jacques, « *Le Congrès du Chauffage - Réflexions d'architectes* », *La construction moderne*, février, 1934, p. 340.

Le chauffage d'appoint

Les énergies coûteuses mais d'utilisation simple et pratique donnent lieu au développement d'une catégorie d'objets les chauffages d'appoint à gaz ou électriques. Ces objets jouent plusieurs rôles : ceux de chauffages de complément à un autre système moins souple (comme les poêles qui sont longs à mettre en route). Ils sont également présents hors saison de chauffage. Ils jouent sans doute aussi un rôle déterminant dans les petits logements d'une pièce des quartiers qui bénéficient de l'alimentation en gaz ou en électricité. Ces appareils sont faciles à déplacer et se rangent aisément.

Ces objets peuvent être classés dans différentes catégories (à par le type d'énergie) ceux qui restent lumineux à la manière des cheminées traditionnelles et les opaques. Souvent le caractère rayonnant de la chaleur est visible avec des parties paraboliques ou à pans coupés. Les matériaux sont nombreux : tôle perforée ou non, fonte noire ou émaillée pour le gaz, cuivre, aluminium, tôle émaillée ou non, bakélite pour l'électricité. Les formes miment les foyers traditionnels, où l'on insère les brûleurs ou les résistances dans des objets existants. Puis progressivement s'élaborent des formes plus favorables à l'énergie en question. Notons qu'une association fédère les collectionneurs (fig. 214)¹⁴⁰⁶. On trouve aisément des reproductions graphiques de ces appareils d'appoint dans les dictionnaires ménagers, les ouvrages de vulgarisation des nouvelles énergies ainsi que dans les catalogues des grands magasins pour la vente par correspondance¹⁴⁰⁷.

Ces objets et leurs évolutions formelles mériteraient une étude plus approfondie.

¹⁴⁰⁶ *D'hier à demain*, fondée par Jeanne et Jean-Pierre Guelon, retraités EDF. Je possède une petite collection de ces objets, et j'en ai photographié beaucoup plus.

¹⁴⁰⁷ *Larousse Ménager Illustré*, Larousse, Paris, 1926, p. 523.

La perception du confort thermique

L'un des autres axes d'évolutions consiste dans le développement des recherches sur la notion de confort en tant que phénomène perceptif. Ceci est développé aux USA de 1925 à 1928, cependant le Français André Missenard apporte sa contribution avec son thermomètre résultant qui reçoit en 1838 la récompense la *Grande Plaquette Rietschkel*, véritable Nobel allemand de la thermique¹⁴⁰⁸. En 1930, André Missenard invente le principe de « température résultante » en remplacement de la « température effective » qui ne prenait pas en compte le rayonnement des parois¹⁴⁰⁹. Selon lui : l'impression de chaleur étant intimement liée à la totalité des échanges calorifiques du corps avec l'ambiance, on conçoit qu'un individu puisse ressentir la même impression thermique dans deux enceintes différant par la température de leurs parois, et par la vitesse et la température de l'air¹⁴¹⁰.

Pour évaluer cette température résultante, il invente un « thermomètre sec résultant » : une boule creuse de 9 cm de diamètre, faite de métal léger, peinte en noir, où est logé un thermomètre ordinaire, qui donne la température à l'intérieur de la boule¹⁴¹¹. André Missenard fait également des recherches sur le niveau d'hygrométrie souhaitable en 1932.

On a vu que le confort est une notion culturelle et donc variable. En 1934, le Bureau Véritas donne des indications sur les températures à atteindre en fonction des pièces et du niveau de luxe des appartements : *Différentes classes : A - Immeubles de luxe, B - de grand confort, C - moyens, D - à petits loyers ; températures intérieures :*

¹⁴⁰⁸ Cette récompense décernée tous les trois ans en Allemagne, exceptionnellement à un étranger, André Missenard est le premier français à l'avoir reçu.

¹⁴⁰⁹ MISSENARD André, « *Théorie simplifiée du thermomètre résultant* », *Chauffage - Ventilation*, décembre 1935.

¹⁴¹⁰ MISSENARD André, « *Utilisation de la chaleur, convection et rayonnement* », *Architecture d'Aujourd'hui*, 1935 n°5, p. 35-37.

¹⁴¹¹ MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, Novembre 1972, p. 16.

*chambres, salon, salles à manger : A 20°, B 18°, CD 16°, sdb : AB 20°, CD 18°; cuisine : ABC 15°, D ch et cuisine salle commune 15°*¹⁴¹².

De même, André Missenard, conseille dans son cours daté de 1937 les températures suivantes dans les habitations : *pièces à vivre sauf chambre à coucher 16° à 18°, chambre de malade 18°, chambre à coucher 10° si cabinet de toilette chauffé sinon 14°*¹⁴¹³.

Architecture et chauffage

Jean Fourastié écrit dans *les Trente Glorieuses : En dehors des « beaux quartiers » de Paris et de Lyon, le chauffage central et la distribution d'eau chaude étaient rarissimes en 1946*¹⁴¹⁴. Même si quantitativement les réalisations de la première partie du XX^e siècle restent faibles, elles sont cependant le signe d'un début d'évolution.

Le chauffage central n'est plus un objet étrange quelque peu hostile, les architectes se l'approprient plus volontiers... Déjà en 1865, pour l'enseignement de l'école spéciale d'architecture, Emile Trélat demande au centralien Emile Muller (1823-1889) de faire quinze leçons de physique appliquée à la construction :

Chauffage – Considérations sur la chaleur – Etude des combustibles – Conditions de combustion – Fumivorté – Puissance calorifique – Calories – formules diverses applicables aux problèmes usuels des quantités de chaleur à produire – Emission et transmission de chaleur – Tableaux résumant les données pratiques – Applications diverses – Chaagements d'état des coprs – Vapeur, chaleur lente – Chauffage des liquides – Chauffage par les cheminées – Appareils divers – Chauffage par poêles et calorifères à air, à eau et à vapeur – Exemples divers avec applications des formules et des tableaux ;

¹⁴¹² BUREAU VERITAS, *Installation du chauffage central dans les Immeubles de rapport*, Véritas, Paris, 1934, 62 p.

¹⁴¹³ MISSENARD André, *Le chauffage des habitations, cours supérieur de chauffage industriel*, Edition chaleur et industries, Paris, 4 vols., 1937, p. 456.

¹⁴¹⁴ FOURASTIE Jean, *Les trente glorieuses*, Fayard, Paris, 1979, p. 137.

*Ventilation – Etudes et applications diverses – Salles de réunions – Ecoles – Théâtre, hôpitaux - Anémométrie*¹⁴¹⁵. À partir de 1935, l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux Arts charge André Missenard d'une douzaine de conférences sur les climats artificiels et ceci jusqu'à 1968¹⁴¹⁶. 1935 est également l'année où la revue *Architecture d' Aujourd'hui*, consacre un numéro entier au chauffage et à la ventilation, cinq années après sa fondation¹⁴¹⁷. Des indications générales sont prodiguées à l'usage des architectes : choisir l'eau chaude pour les usages continus : appartements et hôpitaux ; la vapeur est conseillée pour les usages discontinus, les très grandes dimensions et les montées rapides en température¹⁴¹⁸. Le calcul des déperditions est également évoqués, comme la position des radiateurs sur la paroi la plus froide.

Les fondateurs d'*Architecture d' Aujourd'hui*, n'ont pas seulement consacré un numéro spécial au chauffage et à la ventilation, ils avaient déjà développé entre janvier 1933 et décembre 1934, un supplément mensuel *Chantier* spécifiquement destiné aux différents aspects techniques¹⁴¹⁹. Après le numéro d'*Architecture d' Aujourd'hui*, un numéro spécial d'*Œuvres et maîtres d'œuvres* en janvier 1948, (une revue éditée d'avril 1945 à septembre 1954, n°1 à 26 par la SADG et l'OGBTP) est lui aussi consacré au chauffage, à la ventilation, au conditionnement¹⁴²⁰. C'est

¹⁴¹⁵ SEITZ Frédéric, *L'école spéciale d'architecture 1865-1930*, Picard, Paris, 1995, p. 80-81.

¹⁴¹⁶ Il semble que Marcel Véron, professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et au CNAM, a également enseigné à l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts avant 1935.

MISSENARD André, « *Hommage à Le Corbusier* », *Industries thermiques et aérauliques*, fév. 1966, p. 72. De 1934 à 1968, *Maître de conférence du cours de Thermique des Bâtiments à l'Ecole Nationale Supérieures des Beaux Arts, section « architecture »*, (*Isolation, chauffage, ventilation et conditionnement de l'air*) dans MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, Novembre 1972, p. 1.

Le cours manuscrit d'André Missenard est conservé à bibliothèque de l'Ecole Nationale des Beaux-Arts.

¹⁴¹⁷ « *Chauffage et ventilation* », *Architecture d' Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, 100 p.

¹⁴¹⁸ LORMANT Henri, « *L'avant-projet* », *Architecture d' Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, p. 6.

¹⁴¹⁹ ROULLEAU-SIMONOT Nathalie, « *Les tentatives d'une revue à forte identité technique au travers de L'Architecture d' Aujourd'hui, puis de Techniques et Architecture (1930-1945)* », *Les Avatars de la littérature technique*, Colloque CHTE, CNAM, INHA, 3,4, 5 Mars 2005, (publication en cours).

¹⁴²⁰ « *Chauffage-ventilation-conditionnement* », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, Paris, déc. 1947-janv. 1948, n° 9, 99 p. La revue dirigée par Henri Letessier, est une publication conjointe de la Société des architectes diplômé par le gouvernement et de l'Office général du bâtiment et des travaux publics.

André Missenard qui rédige l'introduction, et il semble qu'alors le milieu soit pris en compte de manière plus importante : les apports solaires, l'isolation, de même la pompe à chaleur, dit chauffage thermodynamique, et le chauffage solaire font une timide apparition¹⁴²¹. Il est probable que les années de restrictions de la guerre ont amené les concepteurs à envisager le confort thermique, par d'autres moyens (meilleure isolation, prise en compte des apports solaires, etc.). Etant donné qu'entre un appartement « bien » exposé et un autre mal orienté, la différence devient sensible si les apports énergétiques artificiels sont quasi nuls, André Missenard suggère que le thermicien soit consulté par l'architecte en premier, lors d'un projet, afin d'établir au mieux *la nature des parois, leur épaisseur, voire leur couleur*¹⁴²². Evidente très éloignée de la réalité où la conception thermique consiste à construire puis à faire des trous pour faire passer l'équipement... Notons qu'après quelques années de privations diverses, les conceptions du confort de M. Missenard restent spartiates : *pour les adultes et surtout les enfants sains, les climats artificiels doivent être utilisés avec beaucoup de circonspection et en ne perdant pas de vue la vertu éducative du milieu ambiant, car une vie trop douce est amollissante, et, d'une façon générale, l'aisance est corruptrice*¹⁴²³.

Les expériences sur le confort respectif des radiateurs classiques, des radiateurs soufflants, et le sol chauffant sont poursuivies et les résultats du sol chauffant sont les plus performants. Le projet de rideaux chauffants apparaît afin de compenser le rayonnement des parois froides comme les vitrages¹⁴²⁴. Le rendement des convecteurs à eau chaude est également présenté : un tube à ailettes est enchâssé entre deux parois rayonnantes, perforées en partie haute et basse. Les poêles font toujours

¹⁴²¹ « Chauffage-ventilation-conditionnement », *Ceuvres et maîtres d'œuvres*, Paris, déc. 1947-janv. 1948, n° 9, p. 45-46 & p. 84.

¹⁴²² MISSENARD André, « Rôle du chauffage, de la ventilation, du conditionnement », *Ceuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 4.

¹⁴²³ MISSENARD André, « Conditions climatiques à réaliser dans les locaux », *Ceuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 7.

l'objet d'intérêt et ils sont dorénavant soumis à des normes (NF) qui attestent de leur rendement, une commission technique opère depuis 1941. Un article généreusement illustré fait le point sur les réalisations françaises de chauffage urbain et montre aussi bien le réseau de Villeurbanne et de Paris¹⁴²⁵.

Il semble que malgré l'évolution de l'intégration des problématiques du chauffage moderne chez les architectes, une certaine confusion règne : *Ce n'est jamais la chaudière qui n'est pas assez puissante mais toujours les murs qui ne sont pas assez épais ... C'est ainsi que l'architecte est souvent désarmé devant l'entrepreneur de chauffage, qui ne songe qu'à placer ses masses de fonte le moins coûteusement possible et choisit pour celles-ci, sous prétexte de nécessités techniques, les emplacements les plus en vue, ou fait courir verticalement et obliquement des tuyaux de diamètres soigneusement différents (...) Si vous ne m'autorisez pas à gâcher votre décoration avec mes tuyaux et si vous masquer mes radiateurs pour les empêcher de salir les murs, ça ne chauffera pas et je décline toute responsabilité¹⁴²⁶ !*

Si quelques architectes donnent leur position sur leur choix en matière de chauffage en fonction du type de programme, on en est souvent réduit à regarder les plans, chercher les cheminées et leurs conduits, scruter les caves (quand on a un plan des sous-sols, ce qui est rare dans les publications généralistes ou une coupe). De ce genre d'exploration, un peu aléatoire à première vue, on peut cependant percevoir des tendances. Le Corbusier (1887-1965) construit la première partie de son œuvre, essentiellement domestique, avec du chauffage central ; cependant le Jura Suisse et La Chaux-de-Fonds dont il est originaire est l'une des régions les plus froide d'Europe. Les premiers projets domestiques comportent toutefois des cheminées. Notons que Le

¹⁴²⁴ POMMERAS P., « Le chauffage électrique intermittent et le confort localisé », », *CŒuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 50.

¹⁴²⁵ RAYNAUD M., « Le chauffage urbain en France », *CŒuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 75-77.

Corbusier dans la villa Schwob en 1917, utilise un mur neutralisant faisant circuler les tubes de chauffage dans l'espace situé entre les deux doubles fenêtres et dans l'épaisseur des murs dotés de grilles (le double fenestrage est un dispositif courant également dans les régions alémaniques) avec la société Sulzer¹⁴²⁷. L'Unité d'habitation de Marseille est chauffée par air pulsé, l'air est également refroidi et humidifié pendant l'été¹⁴²⁸. Notons qu'André Missenard écrit de l'architecte : *j'ai rencontré peu d'architectes aussi préoccupés par ces problèmes que Le Corbusier*¹⁴²⁹. Ils ont organisé ensemble une conférence lorsque l'ingénieur était vice-président de la *Fondation Française pour l'Etude des Problèmes Humains*¹⁴³⁰. André Missenard fait état de relations amicales, ainsi que des projets : un livre en commun sur les problèmes de l'habitat et des climats artificiels, une d'étude sur les problèmes de climat à Chandigarh, tous restés au stade de projet¹⁴³¹.

Chez Henri Sauvage (1873-1932), on remarque que les premiers immeubles comportent des cheminées à toutes les pièces et que les conduits de fumées sont visibles sur les plans : HBM du 7 rue Trétaigne Paris 18^e datant de 1903-04, ainsi que les HBM du 163 Boulevard de l'Hôpital 13^e datant de 1909¹⁴³². Lors du projet des HBM du 13 rue des Amiraux Paris 18^e, il est fait référence au chauffage dans la notice explicative :

A - le chauffage à vapeur dans chaque logement, (...)

D - l'éclairage électrique,

¹⁴²⁶ LECLERC Raoul-Maurice MEAUX-SAINT-MARC Jacques, « *Le Congrès du Chauffage - Réflexions d'architectes* », *La construction moderne*, février, 1934, p. 334-350.

¹⁴²⁷ *De la chaleur, une entreprise et des hommes*, Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 184.

¹⁴²⁸ Idem, p.187.

¹⁴²⁹ MISSENARD André, « *Hommage à le Corbusier* », *Industries thermiques et aérauliques*, fév. 1966, p. 72.

¹⁴³⁰ Cette fondation était dirigée par Alexis Carrel (1873-1944).

¹⁴³¹ Il semble que leurs élitismes se rejoignaient, ainsi que l'impression d'être incompris et fréquemment critiqués.

¹⁴³² MINNAERT Jean-Baptiste, *Henri Sauvage ou l'exercice du renouvellement*, Norma-IFA, Paris, 2002, p. 99 & 105.

*E - la distribution d'eau chaude et salle de bains à chaque logement*¹⁴³³.

Notons qu'il était nécessaire pour ce projet de chauffer l'eau de la piscine, pourquoi ne pas chauffer aussi les appartements ! Pour ces immeubles de luxe des années 20, le chauffage central est présent avec parfois encore quelques cheminées dans le salon : 137 Bd Raspail Paris 14^e 1922 (pas de cheminées), 124 rue Beaujon Paris 8^e 1924, 14-16 Bd Raspail Paris 14^e 1924, Studio Building 65 rue La Fontaine Paris 16^e 1927 (pas de cheminées)¹⁴³⁴. De même à l'occasion, d'un numéro spécial de *L'Illustration* datant 1929, Henri Sauvage propose une histoire du chauffage assez bien documentée¹⁴³⁵.

On a vu dans la partie *chauffage urbain, et les premiers projets français*, qu'Augustin Rey promeut le chauffage central et le chauffage urbain en particulier pour les classes populaires dès 1908¹⁴³⁶. Il constate : *le chauffage des habitations populaires est actuellement absolument négligé et aucun effort sérieux n'a été tenté jusqu'ici en France dans nos grandes agglomérations pour le résoudre*¹⁴³⁷. Il propose pour le logement social par groupe d'immeubles le chauffage à vapeur à haute pression comme solution économique et hygiénique. Il explique que les familles pauvres sont doublement défavorisées sur la question du chauffage parce qu'elles paient au prix fort les combustibles pour les brûler dans des appareils malsains et peu thermiquement rentables. Augustin Rey est incontestablement un visionnaire car Emile Cheysson (1836-1910) écrit, en 1905, dans *Le confort du logement populaire*, qu'il souhaite un chauffage pour les logements

¹⁴³³ Idem p. 179.

¹⁴³⁴ Idem, p. 254, 260, 262, 288.

¹⁴³⁵ SAUVAGE Henri « *Les progrès de l'hygiène et du confort depuis le Moyen âge jusqu'à nos jours* », *L'Illustration*, Spécial Maison, n° 4491, 1929 mars, p. 315-341.

¹⁴³⁶ REY Augustin, « *Le problème du chauffage dans les grandes villes modernes et les conséquences sociales* », *Congrès pour l'avancement des sciences*, 1908.

REY Augustin, « *Le problème du chauffage collectif des habitations populaires* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, oct-nov 1908, p. 248.

¹⁴³⁷ Habitation populaire correspond à une chambre louée pour 100 fr. l'année à Paris.

REY Augustin, « *Le problème du chauffage collectif des habitations populaires* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, oct-nov 1908, p. 248.

populaires : *Ce serait un immense bienfait pour ces locataires que de les faire jouir d'un chauffage collectif, dût-on le borner à la cage d'escalier*¹⁴³⁸. Cheysson, qui appartient à la génération précédente et qui a voyagé à l'étranger, ne pense pas que des solutions techniques existent à son époque, même s'il souhaite une amélioration du confort et de l'hygiène de l'habitat populaire. En 1938, les choses ont un peu évolué, au moins en ce qui concerne les intentions Coutard écrit dans *les habitations à bon marché : le confort minimum des habitations n'a pas été déterminé par la loi. Les constructeurs restent libres, dans la mesure des crédits disponibles, d'apporter les améliorations nécessaires (...)* *L'aération et le chauffage, l'isolement thermique, la défense contre l'eau, l'insonorité seront soigneusement étudiés. L'eau courante et le chauffage central peuvent être installés dans les immeubles à bon marché*¹⁴³⁹.

Chez les frères Perret (Auguste Perret 1874-1954 et Gustave Perret (1876-1952), les premiers immeubles du tout début du siècle (immeubles de la rue Franklin et avenue Niel de 1904) sont chauffés de manière traditionnelle à l'aide de cheminées. Dans les années 20, le chauffage central fait son apparition dans les maisons et ateliers-résidence : maison Gaut 1923, atelier Macha Orloff 1926-1929, atelier Georges Braque 1927-30, maison Chagall à Meudon 1927, atelier Mela Muter 1927-28, maison Mauduit à Sceaux 1934¹⁴⁴⁰. Cependant, il y a encore des cheminées dans certaines pièces, souvent le salon. Pour les immeubles de luxe, la présence de cheminées dans les pièces de réception et dans les chambres de maîtres n'exclut pas la présence d'un chauffage central en parallèle : Immeuble Maurice Lange 1929 ou l'immeuble de la rue Raynouard¹⁴⁴¹.

¹⁴³⁸ CHEYSSON Emile, « *Le Confort du logement populaire* », *Bulletin de la Société française des habitations à bon marché*, Chaix, Paris 1905, 18 p.

¹⁴³⁹ COUTARD J., *Les habitations à bon marché*, Librairie technique et économique, Paris, 1938, p. 12.

¹⁴⁴⁰ CULOT Maurice, PEYCERE David, RAGOT Gilles, ABRAM Joseph, LEGAULT Régean, TEXIER Simon, GAUBERT Sonia, *Les frères Perret, l'œuvre complète - Les archives d'Auguste Perret (1874-1954) et Gustave Perret (1876-1952) architectes-entrepreneurs*, Norma-IFA, Paris, 2000, p. 134, 162, 166, 169, 170.

¹⁴⁴¹ Idem, p. 196.

Dans le cas de Beaudouin et Lods, dont on a vu le remarquable système de chauffage à l'École en plein air de Suresnes, les innovations et les performances en matière de structures constructives, incontestables, pour les logements à Bagneux et Drancy, ont quasiment éclipsé les autres prestations de confort, comme le chauffage central, pourtant pas si courant pour les HBM de banlieue dans les années 30¹⁴⁴².

Paradoxalement, on connaît la présence de cet équipement par un fâcheux incident datant de l'hiver 1938 à la Cité de la Muette de Drancy où les 600 radiateurs ont gelé une nuit où la température extérieure est descendue à - 15°C, alors que les occupants, des militaires, étaient absents (en ayant laissés les radiateurs fermés et les fenêtres entrouvertes)¹⁴⁴³.

Dans les bâtiments d'André Lurçat (1894-1970), le chauffage central est largement diffusé dans les constructions, y compris domestiques dès les années 20 ; souvent il n'y a même pas de cheminées du tout.

Chez Robert Mallet Stevens (1886-1945), il y a également beaucoup de chauffage central dans l'architecture domestique, avec différents combustibles (charbon à la Villa Collinet, fioul à la Villa Cavroix)¹⁴⁴⁴.

Cependant, dans certains bâtiments des « Cité moderne » on trouve des éléments qui peuvent être des murs de souches de cheminée. Le traitement des attiques est plus complexe chez cet architecte que de simples terrasses plates ; ainsi il utilise un élément vertical en longueur, formellement comparable à un mur de souches. Ce mur comporte des conduits de fumée et de ventilation et sert à structurer l'espace.

¹⁴⁴² Cité du Champ des oiseaux, Bagneux, Eugène Beaudoin et Marcel Lods, 1932.

Cité de la Muette, Drancy, Eugène Beaudoin et Marcel Lods, 1934.

¹⁴⁴³ LODS Marcel, *Le métier d'architecte*, Paris, 1976, p. 79-80. Pour Bagneux, on suppose que le système de chauffage était identique à celui de Drancy, comme pour le principe constructif.

¹⁴⁴⁴ Coll., *Rob Mallet-Stevens*, Archives d'Architecture Moderne, Bruxelles, 1980, p. 252.

KLEIN Richard, *Robert Mallet Stevens La villa Cavrois*, Picard, 2005, p. 224.

Il n'y a pas que les architectes modernes estampillés comme tels qui utilisent les moyens modernes de chauffer. Ainsi, la Cité-jardin du Plessis Robinson construite par l'architecte M. Payret-Dortail pour l'Office d'Habitation du Département de la Seine comprend 5 500 logements étendus sur 9 hectares, est chauffée par station centrale : une chaufferie installée par les établissements Hatry composée de 4 chaudières Roser à fioul lourd (6 000 000 calories à l'heure), surmontées par une cheminée de 30 mètres¹⁴⁴⁵. Les 5 150 radiateurs sont alimentés en galerie avec une distance maximale de 1 600 mètres. La revue *Chantiers* rend compte également de bâtiments « courants » tel ce groupe de logements à Maison-Alford de l'architecte Marcel Roux, chauffé par une centrale thermique ; ou l'agrandissement du *Collège de France* par Guilbert, bénéficiant d'une installation de chauffage particulièrement innovante réalisée par la société Donzeron et Cie¹⁴⁴⁶.

Il semble donc que durant les années 20, le recours au chauffage central soit plus courant. Cela comporte des avantages en ce qui concerne la composition des plans, car, il n'est plus nécessaire de « caser » les nombreux conduits de fumées. De plus, dans un contexte où l'hygiénisme est de rigueur, la réduction du nombre de conduits de fumée et de pollution incontrôlée est très favorable. Rappelons que c'est l'un des arguments en faveur du chauffage urbain par centrale commune.

De plus le toit, qui peut être traité en terrasse, se libère de ses obstacles répétés. Sur le plan esthétique, on passe de toitures en pentes rythmées par souches de cheminées plus ou moins ornées, à des toitures en terrasse libre de tout obstacle, ou presque ; ce qui est assez flatteur en

¹⁴⁴⁵ BONNAUD A., « La Cité-Jardin de Plessis-Robinson », *Urbanisme*, n° 67, sept-oct 1932, p. 189-197.

¹⁴⁴⁶ « Logements à Maison-Alford » *Chantiers*, n° 3, 1933, p. 11

« Agrandissement du Collège de France », *Chantiers*, n° 4, 1933, p. 29.

terme de rendu graphique (fig. 215). Les ventilations mécaniques, qui ornent nos terrasses actuelles, n'étaient pas encore d'actualité...

On pourrait dire que le chauffage central est un allié objectif du plan libre. Cependant il faut noter que l'immeuble du 25 bis rue Franklin de Perret, datant de 1903, possède des cheminées dans toutes les pièces et que les conduits de fumée se blottissent fort habilement de-ci de-là. L'un n'implique pas forcément l'autre. La disparition de cette contrainte classique de l'architecture domestique, bien situer les conduits de fumées n'a pas donné, dans un premier temps, de nouvelles formes (fig. 216). L'esprit des architectes n'était-il pas un peu formaté par cette contrainte ? Il faut dire que la solution des refends porteurs est économique, pour la construction est en maçonnerie traditionnelle comme en béton banché. C'est l'architecture des années 70, avec une nouvelle génération de concepteurs, qui en adoptant le système poteaux-poutres, rompent avec la répétitivité d'un étage sur l'autre ; prenant ainsi toute la mesure de cette liberté acquise.

Il existe des cas où le choix du système de chauffage concourt vraiment à l'expression architecturale dans toute sa plénitude sensorielle. Ainsi lorsque l'architecte Alvar Aalto (1898-1976) construit une bibliothèque à Viipuri entre 1932-35, il joue avec la lumière et la chaleur de concert dans une grande poésie de la sensation¹⁴⁴⁷. Les deux salles de lectures principales sont couvertes par une toiture, en double épaisseur, perforées de fenêtres circulaires faites de grosses lentilles de verre posées sur des ouvertures cylindriques. Des tubes de chauffage passent dans l'espace interstitiel situé entre les deux parois de la toiture, de telle sorte que la chaleur radiante vient du haut dans les salles de lecture, comme la

¹⁴⁴⁷ Cette relation lumière et chauffage dans ce bâtiment remarquable a été étudié dès le moment de son ouverture jusqu'à sa restauration en cours. GALLO Emmanuelle, « *Thermal Comfort in the Viipuri library* », *Construction for sensations*, Docomomo ISC/T, Copenhagen, 2004, p. 100-105.

lumière baignant les volumes¹⁴⁴⁸. Ce type d'expérience sensorielle n'existe pas à ma connaissance dans notre pays, mais il ne tient qu'aux architectes contemporains d'en réaliser...

Le chauffage pendant la seconde moitié du siècle

La seconde partie du XX^e siècle se caractérise en ce qui concerne la question du chauffage, domestique ou autre, par deux faits : la nationalisation des énergies et des réseaux : gaz, électricité et charbon ; et la réalisation du projet de démocratisation du confort thermique qui a pris sa source au XVIII^e siècle. Cette diffusion a lieu en ville comme à la campagne, et dans tous les milieux sociaux.

On pourrait utiliser les statistiques pour quantifier l'amélioration de confort des ménages.

Cependant, il me semble que cela ne suffit pas à vanter les avantages du service public des énergies. En effet, non seulement les crises du pétrole ont un peu chamboulé cette belle organisation. Il me semble qu'après 1973, l'évolution n'a pas été ce qu'elle aurait pu, la notion de service public a été dévoyée, sans doute un des effets de l'esprit centralisateur à la française et une logique de concurrence peu sociale. Les intérêts des sociétés publiques elles-même sont passés derrière les intérêts du pays et surtout des usagers. À titre d'exemple, EDF pendant un temps au Conseil d'administration de la CPCU (Compagnie Parisienne du Chauffage Urbain) s'est appliqué à freiner l'expansion de réseau de chaleur concurrent. Or, sur le plan strictement écologique, il vaut mieux consommer la chaleur du réseau, plutôt que de l'électricité, puisque la vapeur est produite en bonne partie par la combustion des ordures. De même, les énergies dites renouvelables ont été « peu encouragées » : pompes à chaleur, utilisation du solaire photovoltaïque par un état, qui

¹⁴⁴⁸ Le choix d'un chauffage radiant convient bien à une bibliothèque puisque les murs qui accueillent

par ailleurs encourageait l'électricité nucléaire. EDF, ayant un monopole d'état l'appliquait de manière stricte, interdisant aux usines voisines de s'échanger de l'énergie (il y a eut des procès), ce qui serait également plus écologique que de gacher et de produire plus de réchauffement. Les particuliers, jusqu'à une période récente, ne pouvaient vendre de l'énergie à EDF alors que cela se fait depuis plus de vingt ans en Allemagne.

Le chauffage électrique a été favorisé pour rentabiliser la production électrique nucléaire, comme la multiplication des ballons d'eau chaude qui consomment de nuit (que faire de cette électricité pendant la nuit), pour ne pas être forcément utilisés dans la journée. Combien de litres sont chauffés uniquement pour réchauffer l'atmosphère et rentabiliser le nucléaire ? Notons que l'eau peut être chauffée au fur à mesure par des chauffe-eau instantanés puissants, qui sont introuvables sur le marché français, car ils nécessitent une puissance qui est incompatible avec le système des abonnements proportionnels à la puissance pratiquée par EDF.

Il a aussi tous ces HLM, chauffés à l'électricité, mal isolés, où les occupants ne peuvent plus se payer le confort minimum.

Parmi ce qui constitue également des dérives de la notion de service public à mon sens, il y a le rôle des « conseiller ». En effet, comme EDF et GDF représentent dans l'imaginaire des particuliers une émanation de l'Etat à leur service, ils croient que les conseiller sont à leur service...

Or, je pourrais citer toute sorte d'abus de ces conseillers qui vont du surdimensionnement de la puissance de l'abonnement (qui se solde par une augmentation des frais d'abonnement) à des avis extrêmement limites¹⁴⁴⁹. De même, cela disqualifie les vrais spécialistes aux yeux du

habituellement les radiateurs sont occupés par les rayonnages.

¹⁴⁴⁹ J'ai vu une installation d'un ballon d'eau chaude de 100 litres chauffé de nuit pour un couple équipé d'une machine à laver la vaisselle, en Martinique (température annuelle en tre 27° et 31 °) où l'électricité est produite par la combustion de dérivés du pétrole. Jamais ces 100 litres seront utilisés, ils polluent doublement à la production et en réchauffant inutilement l'atmosphère. Ceci est l'œuvre d'un conseiller EDF, notons que le solaire fonctionne là-bas toujours de manière très rentable.

grand public, les ingénieurs thermiciens qui sont cantonnés aux gros projets de constructions neuves et de quelques rares rénovations phares. La rénovation du bâti existant par des particuliers représente pourtant une part considérable du patrimoine immobilier, qui aujourd'hui consomme trop d'énergie.

L'influence sur les professionnels est également déterminant. Je ne citerais que l'exemple de l'éclairage des boutiques qui depuis quelques années sont saturées de lumière halogène, ce qui rend les espaces invivables de mai à septembre à moins d'y installer une puissante climatisation, qui consommera encore un peu plus que les halogènes... Comme avant ce n'était pas nécessaire, les équipements n'existent pas ou sont sous-dimensionnés, bilan des conditions de travail inacceptables, ou des frais surdimensionnés.

L'Etat avec son appareil juridique et réglementaire est également responsable du retard pris. En effet, alors que les règles de calcul existent et se multiplient depuis la crise de 1973, leurs applications à tous les permis de construire ne prendra effet qu'en septembre 2006. De même, le recours à d'un diagnostic thermique avant toute location ou vente d'un bien immobilier ne sera obligatoire qu'en octobre 2006, après plusieurs reports ! On voit que le conservatisme, voir l'immobilisme, observé lors d'autres périodes historiques, se retrouvent dans les cinquante dernières années.

Toute cette complexité et ces contradictions concourent au fait que je n'ai pas souhaité, dans le cadre de ce travail, approfondir cette période. Par contre, j'envisage la rédaction d'un ouvrage polémique, où l'on pourra voir qu'un historien, peut apporter sa contribution en ce qui concerne la compréhension de l'actualité¹⁴⁵⁰.

¹⁴⁵⁰ A part savoir qu'il ne fallait pas investir dans Eurotunnel !

V – Vers une mise en évidence des problématiques

Dans cette dernière partie seront traités des sujets divers. En effet, certaines questions reviennent de manière récurrente tout au long des différentes périodes historiques. Il était donc intéressant de les mettre en valeur. On a cherché également à mettre en évidence des éléments qui sont susceptibles d'influencer l'évolution des moyens de chauffage et du confort thermique.

Changements climatiques

L'histoire de France et la mémoire des hommes portent la trace d'hivers particulièrement rigoureux. Ainsi, assez rapidement vient les questions suivantes : y a-t-il vraiment eu des changements climatiques? Et ceux-ci peuvent-ils avoir eu une influence sur l'évolution des équipements de chauffage, les types de combustibles ? Notons que des variations climatiques importantes existent entre les différentes régions d'Europe et qu'elles s'accompagnent de dispositifs différents. Il n'est pas nécessaire d'avoir beaucoup voyagé pour constater qu'actuellement, et toutes classes sociales confondues, les Anglais chauffent moins que les Français, qui chauffent eux-mêmes moins que les Allemands, et ceci par rapport à nos habitudes et normes françaises¹⁴⁵¹.

Historiens et physiciens ont fait de l'évolution climatique un sujet d'étude. Les premiers se sont penchés sur les chroniques anciennes, sur les variations volumiques des glaciers, sur les dates de vendanges et autres récoltes de végétaux afin de dépister la moindre variation. De manière plus récente, les analyses de carottage dans les profondeurs des

¹⁴⁵¹ Selon un rapport, la zone de confort des Anglais se situe entre 14,5 °C et 21 °C, celle des américains variant entre 20 °C et 26 °C; pour les régions tropicales, cette zone oscille entre 23 °C et 29,5° C, HESCHONG Lisa, *Architecture et volupté thermique (Thermal delight in Architecture)*, Parenthèses, Paris, 1981.

glaces polaires, ainsi que les observations des taches solaires, affinent encore les évaluations précédentes¹⁴⁵².

En ce qui concerne les évolutions à grande échelle, on a constaté un net réchauffement de 5°C à 10°C depuis la dernière période glaciaire c'est-à-dire de 9 000 ans av. J.C. à 3 000 ans av. J.C., ce qui est considérable.

Par contre, lors des derniers siècles les variations qui se succèdent, excèdent rarement 1°C d'écart type, ce qui est plutôt faible en terme de variation de température¹⁴⁵³.

On dénombre également des vagues de froid : vers 450 ans av. J.C. puis vers 1590-1650, enfin un maximum vers 1844 pour la zone alpine¹⁴⁵⁴. De la même manière, on constate un léger réchauffement au XI^e et au XII^e siècles¹⁴⁵⁵. De 1860 à 1960, une nette régression glaciaire s'établit avec un réchauffement moyen d'écart type supérieur à 1°C.

Les variations des températures moyennes sont donc très faibles voire insignifiantes en ce qui concerne les conséquences sur les modes de chauffage. On ne change pas de méthode pour produire du confort thermique avec ce que cela implique de coûts pour des variations aussi légères et longtemps imperceptibles sans thermomètres et mesures précises. L'influence des variations climatiques sur l'évolution des techniques ou de la consommation d'énergie n'est donc pas pertinente comme le montre la contradiction suivante : le léger réchauffement de la fin du XIX^e siècle est en effet contemporain de l'amélioration spectaculaire des techniques de chauffage...

La perception des variations

Cependant, cette notion de température moyenne ne recouvre pas la réalité « vécue » car il y a toujours des saisons exceptionnelles qui, d'une

¹⁴⁵² LE ROY LADURIE Emmanuel, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, Paris, 1967, 376 p.

¹⁴⁵³ Idem p. 95.

¹⁴⁵⁴ Idem p. 99. et p. 118

¹⁴⁵⁵ Idem, p. 100.

certaine manière, modifient la perception du climat aux yeux des contemporains. Les variations peuvent alors atteindre 4 à 5 °C pour des années particulièrement défavorables¹⁴⁵⁶. Au-delà de la notion de confort, c'est de survie dont il est parfois question ! Pierre Riché parle ainsi de l'époque carolingienne : *En cette année, l'hiver était si rude que l'on ne pouvait pas se procurer de bois de chauffage et que près d'un tiers des hommes moururent*¹⁴⁵⁷. Jacques Rossiaud écrit pour sa part : *Les XIV^e et XV^e siècles connurent de grands et merveilleux hivers dont une vingtaine furent terribles : l'encre gelait sur la page, le vin dans les pots et l'eau dans les puits : alors les pauvres mangeaient crus et étaient au chômage*¹⁴⁵⁸. Madeleine Foisil reprend les propos de Jean Héroard au sujet de l'hiver 1608 : *la rivière est toute gelée, une charrette y passa. Je n'en ai jamais senty de pareil ni de si long, écrit le médecin le 22 janvier, nous gelions près d'un grand feu*¹⁴⁵⁹. Il poursuit : *écrivant ceci, l'encre gelait tant le froid était grand*, avant d'évoquer les mains gelées du petit dauphin. Madeleine Foisil alors élargit le propos : *Telle est la vérité de ce temps-là, il fait froid, au-dehors mais il fait aussi froid au-dedans. Et c'est le sort de tous, riches et pauvres, grands et petits de le subir et de ne pouvoir vraiment se défendre.*

On évoque une micro ère glaciaire sur l'Europe pour décrire les hivers particulièrement terribles des années : 1693, 1694, 1695, 1709, 1740. Le duc de Saint-Simon écrit, en 1709, dans ses mémoires : *L'hiver avait été terrible, tel que de mémoire d'homme on ne se souvenait d'aucun qui en eût approché. Une gelée, qui dura près de deux mois de la même force, avait rendu les rivières solides jusqu'à leur embouchure, et les bords de mer capables de porter les charrettes. Un faux dégel fut suivi d'une gelée aussi forte que la*

¹⁴⁵⁶ Idem p. 95.

¹⁴⁵⁷ RICHE, Op. Cit, p. 199.

¹⁴⁵⁸ ROSSIAUD Jacques, « Crises et consolidations 1330-1530 », *Histoire de la France urbaine*, vol. 2, Le Seuil, Paris, 1980, p. 546.

¹⁴⁵⁹ FOISIL, Op. Cit, p. 258.

*précédente, trois autres semaines durant. Cette seconde gelée perdit tout (...)
Personne ne pouvait plus payer, parce que personne ne l'était plus soi-même*¹⁴⁶⁰.

Il est évident que des phénomènes de ce genre, coûteux en vies humaines et en souffrances, laissent des traces profondes dans la société au-delà de plusieurs générations. Pourtant dans l'exemple relaté par Saint-Simon, c'est la famine induite par les calamités climatiques qui semble plus grave que les conséquences immédiates du froid.

Cependant, pour ce grand aristocrate, les problèmes

d'approvisionnement en combustible ne se posent sans doute pas.

Parfois, les variations climatiques peuvent également affecter la saison chaude jusqu'à nécessiter l'usage de moyens de chauffage en plein été.

Ainsi le 28 juin 1675, Mme de Sévigné écrit à sa fille alors en Provence : *Il fait un froid horrible, nous nous chauffons et vous aussi, ce qui est une bien grande merveille*¹⁴⁶¹. Dans l'autre sens, l'été 2004 particulièrement chaud sur une longue période, a frappé les esprits avec son cortège de décès prématurés.

Il est difficile de tirer des conclusions nettes concernant l'impact des grands froids sur la santé et la survie des hommes ou leur consommation de combustible. Par contre, les aspects psychologiques ne doivent pas être négligés ; il peut y avoir une influence sur l'évolution des moyens de chauffage à la suite d'hivers difficiles et répétés. Les scientifiques et autres inventeurs se souviennent comme les autres de ces événements exceptionnels et de leur cortège de souffrance... On ne peut écarter l'hypothèse de l'influence de ces événements dramatiques sur la créativité de nos savants qui redoublent d'intérêt pour ces sujets dès le début du XVIII^e siècle. Il se trouve que lors de la période révolutionnaire, alors que les mesures de température sont très en vogue, ainsi que leur publication, il y a des hivers rigoureux qui servent d'argument au désir,

¹⁴⁶⁰ SAINT-SIMON Duc de, *Mémoires*, Unions générales d'éditions, Paris, 1974, p. 274.

¹⁴⁶¹ SEVIGNE, éd. 1862, vol. III, p. 499. cité par Ibid. p. 49

déjà existant, d'améliorer les conditions de chauffage¹⁴⁶². *Météorologie : Comparaison du froid de 1788, au froid de 1795, troisième année de la République : L'hiver de 1788 à 1789, a été très rigoureux; celui que nous venons d'éprouver n'a pas été moins considérable, ce qui suit va le prouver. Depuis le 1^{er} jusqu'au 20 novembre 1788, la température a été très douce, le ciel pur et l'éclat du soleil rappelait les beaux jours d'été. Le 26, le froid commença à se faire sentir et continua jusqu'au 16 janvier, si on excepte 3 jours où le mercure parvint au plus haut à 3 degrés au-dessus de zéro. Pendant ce long intervalle, il a eu 50 jours de gelée¹⁴⁶³. Les observations, qui s'étendent à des périodes plus longues, marquent un désir de maîtrise du monde¹⁴⁶⁴.*

Notons que l'expatriation crée des changements de climat brutaux par déplacement. Ce fut le cas des populations de l'ouest de la France qui se sont installées en Nouvelle France. Cela a entraîné la nécessité de modifier rapidement et radicalement les méthodes de construction : abandon de la pierre pour le bois, et pour les systèmes de chauffage passage du foyer ouvert au poêle¹⁴⁶⁵. On note le même phénomène dans les provinces de la Nouvelle Angleterre, d'ailleurs Franklin comme Rumford sont nés autour de Boston, ce qui ne peut être considéré comme une coïncidence.

¹⁴⁶² PERNY, *Annuaire du lycée des arts pour l'an IV de la République française 1795 et 1796, vieux style*, Gosset, Paris, 1795-6, p. 25-29.

¹⁴⁶³ Idem, p. 25.

¹⁴⁶⁴ Température des hivers froids en Région Parisienne : 1709 -15°, 1716 -15°, 1729 -12°, 1740 -10°, 1742 -13°, 1745 -11°, 1747 -12°, 1848 -11°, 1748 -11°, 1751 -10°, 1753 -10°, 1754 -12°, 1755 -12°, 1757 -10°, 1758 -11°, 1763 -10°, 1766 -10°, 1766 -10°, 1767 -10°, 1768 -12°, 1776 -15°, 1786 -10°, 1788 -17°, 1795 -18°.

¹⁴⁶⁵ SEGUIN Robert-Lionel, *Le Poêle en Nouvelle France*, vol. 33, 1968. & DEFFONTAINES Pierre, *L'homme et sa maison*, Gallimard, Paris, 1972, p. 114-115.

Les pénuries de combustibles

Parmi les questions qui viennent à l'esprit, certaines concernent les éventuelles relations entre pénurie de combustibles et mode de chauffage. Des pénuries de combustibles traditionnels (ou non) sont-elles apparues au cours de différentes périodes historiques ? Celles-ci résultent-elles d'un excès de consommation de bois de chauffage ou d'autres usages ?

Ces pénuries ont-elles provoquées des évolutions technologiques concernant le chauffage et l'économie du combustible ?

D'après Roland Bechmann : à l'époque gauloise, les forêts couvrent 40 millions d'hectares, soit 2/3 du territoire et pendant la conquête romaine, les forêts des grands domaines furent exploitées pour le bois de feu et afin de créer des pâturages, diminuant sensiblement l'ensemble de l'emprise. Sous le règne de Charlemagne, les forêts couvrent environ 30 millions d'hectares¹⁴⁶⁶. Le même auteur écrit : *Lorsque, à partir du XI^e siècle, la population se mit à augmenter, cette consommation de bois pour la vie courante contribua, en particulier autour des villes, à la déforestation dès que les prélèvements dépassèrent le renouvellement naturel de la forêt. Un peu partout cela conduisit à des strictes réglementations des droits d'usages*¹⁴⁶⁷.

Ainsi les campagnes de défrichement qui se succèdent au cours du Moyen Age font tomber la forêt à 13 millions d'hectares au début du XIV^e siècle.

Denis Woronoff dans son ouvrage sur *l'industrie en France du XVI^e à nos jours* écrit : *Au XVI^e comme au XVIII^e siècle, le sentiment d'une disette de bois est très répandu*. Louis-Sébastien Mercier s'en fait l'écho en 1781 pour

¹⁴⁶⁶BECHMANN Roland, *Des arbres et des hommes, la forêt au Moyen âge*, Flammarion, Paris, 1984, 346 p.

¹⁴⁶⁷ Idem p. 177.

Paris : *La consommation de bois est devenue effrayante, & menace, dit-on, d'une prochaine disette*¹⁴⁶⁸.

Il semble qu'il y ait des variations locales et régionales importantes. En 1775, les Etats de la Province du Languedoc commande au Sieur Venel une étude sur les usages domestiques du charbon de terre car : *Il est de notoriété publique qu'en Languedoc la disette du bois à brûler est extrême, qu'elle augmente annuellement dans une proportion sensible, & qui menace de rendre bientôt cette disette absolue*¹⁴⁶⁹. Outre ce type de variations géographiques, le cas des villes est plus crucial surtout lorsque celles-ci croissent en taille et en nombre d'habitants. *La possession ou du moins les droits d'usage sur des étendues forestières suffisantes était un des objectifs des communautés urbaines. Chaque ville avait sa ceinture de forêts et s'efforçait d'y protéger et d'y étendre ses droits*¹⁴⁷⁰. Le cas de Paris est particulièrement aigu : *bientôt les forêts de la région parisienne ne suffisant plus, il fallut faire venir le bois de plus loin. Paris allait ainsi chercher son bois à l'Ouest jusqu'à Vernon et aux Andelys. L'Andelle était utilisée pour transporter le bois de la forêt de Lyons et de l'Ourq pour celui provenant de la forêt de Retz. Mais l'exploitation par un flottage organisé jusqu'à Paris de l'immense réserve de bois du Morvan ne sera possible qu'à partir XVI^e siècle lorsqu'une même autorité politique, celle du roi, pourra assurer la libre circulation du bois et permettre l'organisation du flottage sur une telle distance (...) sans trop d'aléas, de risques, de prélèvements frauduleux, voire de péages, avec la possibilité de surveiller la voie d'eau sur toute sa longueur*¹⁴⁷¹. Jean-François Belhoste précise que *L'accroissement des besoins de Paris ressort de l'évolution de la population : peut-être 150 000 habitants au milieu du XVI^e siècle, 300 000 un siècle plus tard, 600 à 800 000 à la fin du XVIII^e siècle, soit deux doublements en un peu*

¹⁴⁶⁸ MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, tome 2, Amsterdam, 1781, p. 65.

¹⁴⁶⁹ VENEL, *Instructions sur l'usage de la houille*, Renault, Avignon, 1775, 543 p.

¹⁴⁷⁰ BECHMANN, *Op. Cit.*, p. 173.

¹⁴⁷¹ *Idem*, p. 174 et 179.

plus de deux siècles. Les chiffres de consommation sont, du reste, cohérents; aux mêmes dates : 315 000, 830 000 et 1,5 millions de stères¹⁴⁷² .

Denis Woronoff souligne l'émergence d'une revendication à une sorte de droit au chauffage en milieu urbain à partir de 1750¹⁴⁷³. Les pénuries ne touchent pas de manière égale les différentes composantes sociales¹⁴⁷⁴. À titre d'exemple, voici les citations suivantes : *À Lunéville, chaque ménage pouvait prendre, le vendredi et le samedi de chaque semaine, de la Saint-Martin (11 novembre) jusqu'à Noël, une voiture de bois ou autant de charges sur leurs épaules qu'ils le pouvaient (...)* Dans les « Fors » du Béarn (fin du XI^e siècle) la coupe des bois de feu était libre en ce qui concerne les essences secondaires (...)
*Les amendes concernant les infractions au ramassage et à l'abattage de bois dans les forêts dépendaient des essences mais aussi des régions moins sévères dans le Sud. L'enjeu en matière de bois de chauffage y est moins forte*¹⁴⁷⁵.

Il est clair que les plus miséreux devaient se contenter de substitut et concentrer leurs efforts sur la cuisson des aliments. Non sans conséquences puisque : *les restrictions des droits d'usage des forêts pour le ramassage du bois de chauffage sont à l'origine de révoltes paysannes dans toute l'Europe. Jusqu'à 1789 et les cahiers de doléances, le tiers état réclame l'abolition des interdictions d'usage de la forêt par les plus démunis*¹⁴⁷⁶. Pénurie de combustible ou non, ceux-ci doivent être acheminés et stockés ce qui en ville demande une organisation spécifique.

Dans quelle mesure le chauffage est-il responsable des déforestations ? La première remarque dans ce sens concerne la période romaine et les fameux hypocaustes. En effet, les travaux de Kretzchner dans les

¹⁴⁷² BELHOSTE Jean-François, *Le projet de flottage des bois d'Evreux en 1725*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay/Saint-Cloud, 1991, p. 16.

¹⁴⁷³ WORONOFF Denis, *Histoire de l'industrie en France du XVI^e siècle à nos jours*, Seuil, Paris, 1994, p. 112.

¹⁴⁷⁴ Beaucoup de forêts entourant Paris étant réservées pour la chasse par le roi et les seigneurs, les bourgeois durent se procurer leur bois plus loin ; mais, certains hivers particulièrement rudes, le roi fut obligé par arrêt du Parlement de souffrir des prélèvements : ce fut le cas pendant les hivers 1418 et 1446 aux dépens de la forêt de Laye dans le premier cas, de celles de Sénart et de Bondy dans le second. BECHMANN, Op. Cit, p. 174.

¹⁴⁷⁵ Idem, p. 175, p. 300.

¹⁴⁷⁶ Idem, p. 307.

années 50, cités par Jean-Marie Degbomont, montrent que les quantités de bois nécessaires pour chauffer l'Aula Palatina de Trèves sont considérables : 6 400 kg de bois en 48 heures¹⁴⁷⁷. On peut imaginer les quantités nécessaires pour un chauffage continu de ces grands espaces publics... Une généralisation ou une extension de ce procédé de confort thermique aurait sans doute été extrêmement coûteuse en combustible et aurait pesé sur l'environnement immédiat et même régional de ces bâtiments. Ce sont sans doute ces consommations énormes qui ont freiné les usages ultérieurs de ces équipements, alors que le savoir faire avait été préservé. On peut supposer qu'à Rome, où les thermes publics et privés étaient nombreux, l'approvisionnement pouvait poser problème et faire appel à une importation à distance.

*Au Moyen âge : Les forêts étaient le gisement essentiel de combustible pour les usages domestiques et collectifs (...) La consommation de bois pour les usages domestiques était considérable; le rendement des foyers étant mauvais, et les maisons, dépourvues de vitres et mal fermées, étant extrêmement difficiles à chauffer*¹⁴⁷⁸. Et comme l'écrit Denis Woronoff : *Le chauffage domestique absorbe environ 60 % du bois de feu au XVIII^e siècle*¹⁴⁷⁹. Sur le cas de Besançon, François Vion-Delphin écrit : *Les besoins de la cité étaient gigantesques car le bois était le seul combustible et le climat assez rigoureux nécessitait un chauffage d'octobre à juin. De plus, la recherche du confort, caractéristique de la vie urbaine du XVIII^e siècle et constamment évoquée par les mémoires du temps, entraînait la multiplication des cheminées domestiques en faisant croître encore les besoins de combustibles*¹⁴⁸⁰. Témoin de son époque Mercier évoque cette évolution des mœurs : *Autrefois, ce qui composait le*

¹⁴⁷⁷ KRETZSCHMER, Op. Cit, p. 208 dans : DEGBOMONT, Op. Cit, 240 p.

¹⁴⁷⁸ BECHMANN, Op. Cit, p. 172.

¹⁴⁷⁹ WORONOFF, Op. Cit, p. 112.

¹⁴⁸⁰ VION-DELPHIN François, *L'approvisionnement en bois de chauffage d'une capitale provinciale au XVIII^e siècle : le cas de Besançon*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, 1991, p. 54.

*domestique se chauffoit à foyer commun; aujourd'hui la femme de chambre a sa cheminée, le précepteur a sa cheminée, le maître d'hôtel a sa cheminée, &c*¹⁴⁸¹.

Le chauffage et la cuisson ne sont pas les seules raisons des déforestations et des pénuries qui en découlent. Les incendies successifs des villes édifiées en bois d'œuvre provoquent une consommation accrue dans le secteur de la construction¹⁴⁸². La fabrication de charbon de bois utilisé pour la cuisson et les activités de production concourent également à la destruction des réserves. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, l'industrie a recours en priorité à ce combustible plus performant, plus léger et plus transportable que le bois¹⁴⁸³. Notons également que : *Les consommations domestiques de bois rentrent en concurrence avec les usages proto-industriels en plein développement : verrerie, métallurgie, briqueterie, les fours à chaux et à plâtre (...) Pour essayer de protéger les forêts, on tenta parfois d'interdire l'installation des gros consommateurs de bois à proximité des zones boisées pour éviter de leur donner trop de facilités et les pousser à économiser le bois*¹⁴⁸⁴. Aux XVII^e et XVIII^e siècles, l'accroissement des circulations fluviales favorise la concurrence entre l'industrie locale et les besoins des villes : ainsi Paris capte le bois du Morvan également exploité par les forges et briqueteries.

En réponse aux pénuries de bois, différentes stratégies s'opèrent en premier lieu, le recours à d'autres combustibles plus rustiques : la tourbe, et les fagots. En Sologne au Moyen âge le système de jachère permettait, de trois ans en trois ans, la plantation de genêts utilisés comme bois à brûler récoltés tous les cinq ans¹⁴⁸⁵. L'attention à la qualité du bois et aux différentes essences concoure à l'amélioration de la combustion et parfois de réduction des fumées. Ainsi chez Gauger, puis repris mot à

¹⁴⁸¹ MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, tome 2, Amsterdam, 1781, p. 65-66.

¹⁴⁸² BECHMANN, Op. Cit, p. 196.

¹⁴⁸³ Au Moyen âge et jusqu'au XIX^e siècle, une véritable population de charbonniers vivaient dans les forêts, se déplaçant au fur et à mesure de l'exploitation pour fabriquer le précieux combustible, BECHMANN, Op. Cit, p. 186.

¹⁴⁸⁴ Idem, p. 184.

¹⁴⁸⁵ Idem, p. 65.

mot par Hébrard, on peut lire : *Un peu d'attention sur le choix du bois et sur la façon de l'arranger sur le foyer. Un bois verd ou humide, parce que l'eau dont ce bois est imbibé, ne laisse pas un accès assez libre à la matière ignée (...) A la vérité, lorsqu'il est une fois allumé, la flamme en est plus vive que du bois sec, parce...*¹⁴⁸⁶ Il précise également : *il faut donner la préférence au bois sec, & choisir même le plus propre pour le chauffage (...) Le bois flotté a moins de valeur, mais il s'allume mieux & brûle plus vite que le bois neuf (...) Le bois de hêtre flotté qu'on nomme aussi bois de traverse, ou bois de boulanger, se consume plus promptement que l'autre (...) Le bois blanc, comme le peuplier, le bouleau, le tremble est le plus mauvais bois à brûler (...) Le bois de chêne brûle & chauffe bien (...) Le charme brûle bien, fait un fort bon feu, & beaucoup de charbon qui dure long-tems (...) Le meilleur de tous les bois de chauffage, c'est le hêtre neuf, qui fait un feu vif & clair, & peu de fumée ; quand il est bien arrangé il rend une grande chaleur, & donne beaucoup de charbon*¹⁴⁸⁷. Gauger donne la taille des bûches à Paris qui est de 3 pieds 8 pouces (128,2 m).

De Montalembert précise que pour l'usage des poêles de céramique : *Le petit bois très sec est le meilleur : il s'allume plus facilement & est plus tôt consommé; en prenant garde toutefois que la consommation n'y soit trop prompte par la grande force avec le poêle pourroit tirer, parce qu'il faut s'attacher à convertir tout le bois en un brasier considérable, seul moyen de se procurer la chaleur : alors ce brasier n'ayant plus besoin de l'air extérieur dès qu'il est couvert de cendres, permet de fermer les soupapes placées dans le haut des poêles, de façon que la chaleur du brasier étant contrainte d'en pénétrer les parois intérieures & extérieures, toute la masse s'échauffe, ainsi que la chambre dans laquelle elle est placée*¹⁴⁸⁸.

L'usage du charbon de terre de manière habituelle est plutôt tardif en France par rapport à l'Angleterre. La mention d'une livraison de charbon anglais, à usage industriel, en Île-de-France en 1325, venant de

¹⁴⁸⁶ HEBRARD, Op. Cit, p. 55-56.

¹⁴⁸⁷ Idem, p. 57-58.

¹⁴⁸⁸ DE MONTALEMBERT, Op. Cit, p. 7.

Newcastle, est pourtant rapportée¹⁴⁸⁹. En 1775, l'ouvrage de Venel, démontre qu'un passage au charbon de terre pour les usages domestiques dans certaines conditions techniques est possible. Notons que l'utilisation du charbon nécessite un dispositif spécifique comme des grilles. Le charbon est idéal pour les combustions lentes des poêles et sa diffusion favorise la multiplication des poêles¹⁴⁹⁰. Une expérience dans l'Est de la France de la fin du XVIII^e siècle mérite d'être rapportée : *Metz innove en choisissant d'importer du charbon de terre sarrois acheminé par la Moselle. L'hôtel de Ville et les hôpitaux Saint-Nicolas et Sainte-Madeleine utilisent ce moyen de chauffage assurément assez bon marché puisque dix quintaux de charbon équivalant à une corde de bois ne coûtent guère que huit livres*¹⁴⁹¹. À Paris au début du XVIII^e siècle, on trouve du charbon de terre provenant de Decize et Nevers en vente chez les marchands de matériaux ferreux comme Louis Maillard, Rachon¹⁴⁹².

Néanmoins, les propos de Daniel Roche sur ce sujet sont très instructifs : *À l'exemple de l'Angleterre qui se chauffe déjà au charbon de terre, la France est techniquement prête pour substituer une source d'énergie calorifique à une autre, et mieux réchauffer les maisons citadines; toutefois elle n'est pas prête encore économiquement et culturellement. Elle ne le sera pas avant la seconde moitié du XIX^e siècle*¹⁴⁹³. Un rapport de 1805 sur l'emploi du chauffage domestique au charbon de M. Thomas donne des indications sur la

¹⁴⁸⁹ WORONOFF Denis, *Histoire de l'industrie en France du XVI^e siècle à nos jours*, Seuil, Paris, 1994, p. 112 .

¹⁴⁹⁰ *Le charbon de terre exige, plus que le bois qu'on favorise le feu qu'on en fait, en le brûlant sur des grilles proprement dites, tant parce qu'il brûle plus difficilement que le bois, que par la forme de ses morceaux, & surtout celle de ses fragments, le rend peu propre à en garnir les foyers contre lesquels l'air puise agir suffisamment sans le secours de la grille.* VENEL, *Instructions sur l'usage de la houille*, Renault, Avignon, 1775, 226 p.

¹⁴⁹¹ HUSSON Jean-Pierre, *Les difficultés d'approvisionnement en bois de chauffage des villes lorraines à la fin du XVIII^e siècle. Essai de géographie historique*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, 1991, p. 84.

¹⁴⁹² Notes prises au séminaire de Denis Woronoff, résultats de dépouillements d'inventaires après décès.

¹⁴⁹³ ROCHE, Op. Cit, p. 5.

croissance de la consommation de la houille entre 1800 et 1805¹⁴⁹⁴. *En l'an VII et l'an VIII, on y consommait pour 2 à 300 000 francs de houille (à environ 38 francs la voie) et aujourd'hui la consommation s'élève à une valeur de plus de 4 millions¹⁴⁹⁵. L'auteur cherche à introduire l'usage des poêles pour les petits ménages, les ateliers et les établissements publics¹⁴⁹⁶. Pour cela, il présente les coûts : Pour chauffer une chambre de douze pieds carrés sur neuf à dix de hauteur, il porte la valeur du poêle à 21 francs, celle de dix pieds de tuyaux en tôle de 12 francs, et celle de la pierre pour poser le poêle à 3 francs : au total 36 francs¹⁴⁹⁷.*

Dans un article de la *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* datant de 1842, on peut lire : *avant 1815, le charbon de terre n'était en usage à Paris que dans les forges et chez les maréchaux. La consommation était tellement insignifiante que l'administration de l'octroi avait négligé cette branche de revenus. Par une ordonnance du 29 décembre 1815, la houille fut soumise à un droit de 33 centimes par hectolitre. En 1820, la consommation de houille était de 500 000 hectol. ; en 1839, elle avait atteint le chiffre de 1 647 763 hectol. À l'époque où la progression de la consommation commence à devenir importante, ce combustible était un peu plus cher que le bois. Aujourd'hui, tous les calorifères des édifices publics et des grands hôtels particuliers sont organisés pour brûler de la houille : la dernière adjudication du chauffage des hospices comprenait la houille pour 52 000 hectolitres¹⁴⁹⁸.*

Grâce aux annuaires statistiques dirigés par le docteur Bertillon, il est possible de mesurer l'accroissement du volume de houille entrant dans Paris à partir de 1880 : 108 246 656 en 1880, 138 380 063 tonnes en 1890,

¹⁴⁹⁴ GILLET-LAUMONT, « Rapport au nom du Comité des Arts économiques sur un Mémoire de M. Thomas, relatif à l'emploi de la Houille pour le chauffage domestique », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 4, 1805, p. 52-56.

¹⁴⁹⁵ Idem, p. 54.

¹⁴⁹⁶ Idem, p. 52.

¹⁴⁹⁷ Idem, p. 53

¹⁴⁹⁸ « Du chauffage dans Paris », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1842, n°3, col. 277-278.

155 312 367 tonnes en 1900, 192 689 275 tonnes en 1909¹⁴⁹⁹. Pendant la même période 1880-1910, la consommation de « Bois dur neuf ou flotté–Stère » passe de 533 441 stères à 178 022 stères, tandis que celle du charbon de bois passe de 5 355 167 hectolitres à 1 207 261 hectolitres... Les chiffres sont éloquentes ! Des solutions alternatives apparaissent telles les briquettes de combustibles divers que cite Hamon et dont on trouve les traces dans les archives du CNAM¹⁵⁰⁰.

Parmi les solutions possibles face aux situations de pénurie de bois, il y a évidemment l'évolution vers des systèmes plus performants. C'est ce qui se passe à partir du début du XVIII^e siècle avec les premiers traités de caminologie que nous avons déjà évoqués. On trouve également cette préoccupation chez François Savot dès 1624. Il y consacre le chapitre 25, intitulé : *Des moyens d'échauffer une chambre avec moins de bois que de coutume*¹⁵⁰¹. Désarnod avant de proposer sa version du poêle de Benjamin Franklin écrit : *La disette du bois, causée par l'épuisement des forêts qui avoisinent les villes du premier ordre & même la Capitale, se manifeste de la manière la plus sensible, qui veille avec attention sur tous les Citoyens, dirige-t-il aujourd'hui ses vûes vers l'économie du chauffage & des combustibles : on n'ignore pas combien ce point essentiel d'administration l'occupe en ce moment, & les encouragemens qu'il se propose d'accorder à ceux qui seconderont ces recherches sur cet article. C'est sans doute pour parvenir à un but aussi louable qu'important, que nous avons vu se former des Compagnies qui, pour suppléer au manque de bois de chauffage, ont entrepris des exploitations de mines de charbon de terre & de tourbe. Des Sociétés littéraires & politiques, animées du désir du bien public, ont excité l'émulation des personnes instruites, des Savans & des Artistes, & les ont encouragé à chercher à*

¹⁴⁹⁹ *Annuaire statistique de la Ville de Paris*, dirigé par le Dr. Bertillon chef des Travaux de la statistique, Imprimerie Nationale, Paris, de 1880 à 1910. Voir en annexe *Tableau des entrées de combustibles dans Paris (1880-1914)* dans *Appareil documentaire*

¹⁵⁰⁰ HAMON P., *Art de chauffer, ou Traité des moyens de mettre à profit la chaleur qui émane des appareils de chauffage*, Librairie scientifique et industrielle, Mahler et compagnie, Paris, 1829, p. 100
CNAM T156.

découvrir les moyens d'obtenir la plus grande chaleur d'une moindre quantité de combustibles¹⁵⁰². Léopold Genneté est également l'auteur en 1774 d'un ouvrage consacré au charbon : *Connaissance des veines de houille ou charbon de terre, et leur exploitation avec l'origine des fontaines*¹⁵⁰³. Dans son ouvrage daté de 1802 : *Ofenrochherb Kessel und Bratofen Feuerunger Holzsparkunst* ou *Manière d'épargner le combustible*, Philipp Roth livre une bibliographie de plus de deux cents titres en allemand (en majorité), français et anglais dont la plupart sont de la fin du siècle précédent¹⁵⁰⁴. Les économies de combustibles concernent d'autres aires géographiques : en 1784, on voit naître à Berlin une *Gesellschaft für Holzspakunst*, et en 1805 en 1805 un *Archiv der Brennmaterialersparnis*¹⁵⁰⁵. François Cointeraux tente de répondre à la pénurie de combustibles en construisant des poêles à charbon maçonnés moins coûteux que les autres¹⁵⁰⁶.

En conclusion, on peut dire que les pénuries furent fréquentes et que l'usage domestique y pris grande part, mais que, longtemps, cela n'a pas provoqué de modification notable des pratiques. Les poêles alémaniques étaient connus, ils auraient donc pu être adopté au-delà de leurs régions d'origines et ne le furent pas¹⁵⁰⁷. Les recherches individuelles se multiplient en France à partir du début du XVIII^e siècle, période au cours de laquelle les usages industriels coûteux en combustibles se développent. Ceci coïncide également avec une croissance urbaine accrue et à l'émergence pour les populations à un droit au « confort ».

¹⁵⁰¹ SAVOT, Op. Cit, chap. 25, p. 158-162.

¹⁵⁰²DESARNOD François-Joseph, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Desarnod*, Lyon, 1789, p. 7-8.

¹⁵⁰³ GENNETE Léopold de, *Connaissance des veines de houille ou charbon de terre, et leur exploitation avec l'origine des fontaines*, Leclerc, Nancy 1774, 141 p.

¹⁵⁰⁴ ROTH Philipp Friedrich, *Ofenrochherb Kessel und Bratofen Feuerunger Holzsparkunst*, (Manière économique d'épargner le combustible), Monath, Nurmberg, 1802.

¹⁵⁰⁵ *De la chaleur, une entreprise et des hommes. [Wie die Heizung Karriere machte]*, Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 372.

¹⁵⁰⁶ COINTERAUX François, *Le chauffage économique ou leçon élémentaires avec lesquelles chacun pourra chauffer à peu de frais l'intérieur de sa maison ou de son appartement Vezard et Le Normant*, Paris, 1792, 28 p.

¹⁵⁰⁷ Connus comme l'atteste les tessons de carreau de poêle exposés au musée du Palais des Papes à Avignon trouvés dans une fouille en ville, mais peu diffusés.

C'est cet aspect d'évolution des mœurs qui me semble déterminant dans un contexte de pénurie, et donc de hausse des coûts, pour provoquer l'amorce d'une évolution technique au XVIII^e qui va s'épanouir au XIX^e pour prendre des effets vraiment massifs au XX^e siècle.

Les dispositifs de chauffage et la prévention des incendies

Les incendies

Les dispositifs de chauffage, quels qu'ils soient, ont souvent été à l'origine d'incendie. Donc, il a toujours été question d'en réduire les causes, en déclenchant différentes vagues réglementaires : zoning d'activités à risques, limitation et localisation des stockages de combustibles, matériaux et manière de construire les cheminées, dimensions et composition des conduits de fumée, etc.

L'incendie est incontestablement un fléau de la plus grande importance, qui fait perdre logis, biens et outils de productions même si la vie est souvent épargnée : *Le grand danger dans les villes de bois c'est l'incendie. Il n'y a pas de ville de la France médiévale qui n'ait été à plusieurs reprises plus ou moins gravement détruites par le feu. Rouen brûla six fois entre 1200 et 1225. Dans les coutumes de Marmande, l'incendie est un des crimes majeurs avec le meurtre, le vol et le viol. Il est - théoriquement - puni de mort¹⁵⁰⁸.*

Qu'elles qu'en soient les causes, le feu risque de s'étendre et de prendre des proportions considérables, surtout dans des villes aux rues étroites où les maisons à pans de bois présentent des façades en torchis et des toitures de chaume. L'hiver, l'entassement de provisions de toutes sortes - graisses, lard en particulier, bois et charbon accumulés pour le chauffage - transforme les maisons en véritables bûchers prêts à s'embraser à la moindre occasion. On constate en effet un très grand nombre de sinistres de plus ou moins grande importance. Les uns ont frappé par leur ampleur et leurs conséquences et ils restent dans le souvenir ; les autres moins célèbres remplissent des liasses d'archives - et ils sont loin d'être tous répertoriés. Parmi les premiers, rappelons le grand incendie de Londres qui, en 1666, détruisit une grande partie de la cité et auquel les auteurs font toujours référence. Nous connaissons ceux de Saint-

*Malo en 1661, de Briançon en 1692, de Sainte-Menehould en 1719, de Rennes en 1720*¹⁵⁰⁹. En 1824, Tredgold évoque dans son traité une étude : *On a calculé que les incendies occasionnent chaque année à Londres, la mort de cinq personnes, et une perte en propriété évaluée à cent mille livres sterling (deux million et demi de francs). Le nombre moyen des incendies importants dans la même ville, est de trente-cinq par an*¹⁵¹⁰.

Au XIX^e siècle, grâce à des efforts soutenus, les incendies urbains ne réduisent plus en cendre des quartiers entiers, pourtant il en ait encore de spectaculaires. Ainsi, l'incendie du bazar de la Charité, à Paris le 4 mai 1897 avec ses 121 morts qui marquent les esprits, sans doute compte tenu de l'extraction sociale : grande bourgeoisie et aristocratie et du sexe des victimes (110 femmes)¹⁵¹¹.

Dans ce contexte, voyons quelles mesures, actives ou préventives, ont été prises à différents niveaux afin d'éviter ou diminuer les effets de ces catastrophes. Ces démarches aboutiront à des analyses précises des causes et conséquences successives d'un sinistre comme on peut les lire actuellement dans la revue *Face aux risques* dont la lecture est extrêmement instructive. Notons que l'Académie d'Architecture à partir de la fin du XVII^e se chargeait de ce genre d'approches quand les incendies concernaient les bâtiments royaux¹⁵¹². La lutte active contre le feu s'opère pendant longtemps à la hache par la destruction des demeures attenantes au brasier. À partir du XVIII^e siècle, des pompes

¹⁵⁰⁸ LE GOFF Jacques, « *L'apogée de la France urbaine médiévale 1150-1330* », *Histoire de la France urbaine*, Tome 2, Seuil, Paris, 1980, p. 388.

¹⁵⁰⁹ NIERES Claude, sous la direction de DELUMEAU Jean & LEQUIN Yves, « *Le feu, la terre et les eaux* », *Les malheurs des temps, histoire des fléaux et calamités en France*, Larousse, Paris 1987, p. 372.

¹⁵¹⁰ Napier's Ency. Britan. vol. 5, p. 293 cité par TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c.*, Josiah Taylor, London, 2d ed. , 1824, p. 4.

¹⁵¹¹ Idem p. 488.

¹⁵¹² « *Du lundi 23e Aoust 1756. (...) Sur le rapport de M. de Luzy a fait à l'académie du feu qui apris dans l'aille du Roy à Vincennes *, le 16 aoust dernier, elle s'est entretenue sur la manière de passer les tuyaux de cheminée dans les anciens combles où les bois se trouvent posés (...)* C'est un des batiments construits par Le Vau au VIIe siècle* », LEMONNIER Henry, *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture*, 9 vols, Armand Colin, Paris, 192s*-1929.

d'origine hollandaise font leur apparition¹⁵¹³. Louis Savot propose des solutions pour lutter contre les feux de cheminées en étouffant le foyer soit par la fermeture d'un volet dans le conduit soit en obturant celui-ci à l'aide de botte de foin humides¹⁵¹⁴. Il ne préconise pas uniquement l'usage de l'eau qui ne peut être efficace qu'en des quantités difficilement disponibles à son époque. En 1713, Gauger présente une solution aux feux de cheminée en introduisant des trappes obturant les conduits de fumée¹⁵¹⁵. En 1759, Léopold Genneté propose, à son tour, le même type de trappes et encourage un ramonage régulier¹⁵¹⁶.

Les règlements urbains

À l'échelle de la ville, on tente d'éloigner les activités à risques¹⁵¹⁷. Et, l'on tente de contrôler les stockages de combustible¹⁵¹⁸. La tourbe est particulièrement visée puisqu'elle peut parfois subir des combustions spontanées comme ce fut le cas au quai Saint-Bernard par un temps chaud et humide¹⁵¹⁹. Dans les statuts de Bologne de 1288, on peut lire que l'on protège le palais communal en interdisant : *à tous ceux qui possédaient*

¹⁵¹³Mercier écrit : *Ce n'est que depuis quelques années, que le service des pompes procure au public un secours convenable, prompt & gratuit (...)* Aujourd'hui, au moindre indice de feu, on peut appeler, & s'adresser directement au dépôt où sont les pompes & les gardes-pompes, avec leurs casques, leurs hache : auprès sont les voitures d'eau toutes prêtes, MERCIER Louis-Sébastien, *Tableaux de Paris*, Tome 2. Amsterdam, 1781, p. 198-199.

¹⁵¹⁴SAVOT, Op. Cit, chap. 24, p. 155.

¹⁵¹⁵GAUGER, Op. Cit, p. 43.

¹⁵¹⁶GENNETE, Op. Cit, 141 p.

¹⁵¹⁷*Les statuts ne cessaient d'édicter mesures sur mesures, de les rappeler en toute occasion. S'il paraissait impossible d'interdire dans la ville les fours des boulangers et des rôtisseurs, ou même les fours domestiques, on multipliait les précautions (...)* Ainsi à Bologne, Les forges, les fonderies de bronze et d'étain, les verreries plus encore devaient s'installer dans les secteurs extra muros, dans des bourgs de plus en plus éloignés de la cité ancienne, CORSI D., *Statuti urbanisti cimedievali di Lucca*, Venise, 1960. p. 43; BONGI S., *Bandi lucchesi*, Bologne 1863, p. 188, cité dans HEERS, Op. Cit, p. 374.

¹⁵¹⁸*Il faut d'abord éviter le risque d'incendie et pour cela réglementer l'installation des métiers à feu et empêcher les amas de matériaux combustibles. Dans les villes, les foin, les pailles prévues pour la nourriture des animaux doivent être enfermés dans des lieux clos et sûrs. Il est interdit de les entasser devant les portes. Il en est de même des fagots, des bois, des charbons. La tourbe, redoutable, doit être conservée hors murs, en des lieux isolés, en tout cas loin d'autres matériaux combustibles. Dans les campagnes, on prescrit de placer les meules de foin et de blé à l'écart, de séparer les granges des bâtiments où habitent les hommes et animaux. La vente de marchandises particulièrement dangereuses - poudres, artifices - est réglementée, et même interdite à Paris et dans ses faubourgs, NIERES Claude, *Le feu, la terre et les eaux*, p. 377.*

¹⁵¹⁹Idem. p. 372.

*des maisons dans le voisinage de la cour publique de déposer du bois au pied des murs ou des colonnes de leurs maisons*¹⁵²⁰.

Les règlements concernant les formes architecturales

La forme et les matériaux des demeures font également l'objet de règles. Au XIII^e siècle, on interdit les tourelles d'escaliers et les cheminées en saillie, ainsi que les galeries en surplomb afin d'éviter qu'un passant n'incendie les maisons en passant sous les avancées avec une torche. De même, les dimensions des encorbellements sur la rue sont réglementées à Strasbourg¹⁵²¹. À Paris, en 1667, il est interdit de mettre les pignons sur rue et de faire usage de pans de bois non enduits¹⁵²². Après l'incendie de Londres en 1667, la prohibition des pignons sur rue s'impose plus largement, accompagnée d'une limitation en hauteur des constructions¹⁵²³. En 1783, ce sont les dimensions des rues qui doivent mesurer au moins 9,75 mètres de large, les voies plus étroites étant frappées d'alignement¹⁵²⁴.

Dans la coutume de Paris, datant de 1580, on trouve la liste des servitudes dont les 189 et 190, où il est question de mitoyenneté et de cheminées : *Qui veut faire cheminées et attres contre le mur mitoyen, doit faire contre-mur de thuilots ou autre chose suffisante de demi pied d'espaisseur (16 cm) ; Qui veut faire forge, four et fourneau contre le mur moitoyen, doit laisser demy pied de vuyde et intervalle entre deux du mur du four ou forge : et doit estre ledit mur d'un pied d'espaisseur (16, 32 cm)*¹⁵²⁵. Dans son ouvrage, Louis Savot reprend ces règles *in extenso en ce qui concerne la construction des cheminées et conduits dans ses articles CLXXXIX et*

¹⁵²⁰ CORSI, Op. Cit. p. 43; BONGI S., *Bandi lucchesi*, Bologne 1863, p. 188, cité dans HEERS, Op. Cit, p. 374.

¹⁵²¹ NIERES, Op. Cit, p. 380.

¹⁵²² *Manuel des lois du bâtiment*, Société centrale des architectes, Ducher et Cie, Paris, 1879, p. 45.

¹⁵²³ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 212.

¹⁵²⁴ PARDAILHE-GALABRUN, Op. Cit, p. 212.

¹⁵²⁵ *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol 1, p. 31.

CXC¹⁵²⁶. Dans l'édition réalisée par François Blondel en 1673, le chapitre 23 est annoté de manière sensible et il y est question de nouvelles dispositions : *Les plus grands désordres du feu viennent de la malice ou de l'ignorance des Ouvriers qui font passer des poutres, de solives & d'autres bois au travers des tuyaux, se contentant de les recouvrir d'un peu de plâtre; A quoy l'on a esté contraint de pourvoir par un tres beau reglement de Police du 26 Janvier 1672. Qui en substance deffend de faire porter les Atres sur poutres ou solives, ny de faire passer aucun bois dans les cheminées*¹⁵²⁷.

L'Ordonnance du Châtelet du 26 janvier 1672, traite donc de la question des chevêtres, de l'entretien des conduits, des liaisons des jambages à la structure du mur¹⁵²⁸. Les règlements successifs répètent ces principes avec des succès divers : Voltaire dans sa correspondance fait le récit en 1723 d'un incendie au château de Maisons résultant de la combustion d'une poutre mal placée sous l'âtre¹⁵²⁹.

¹⁵²⁶ *Extrait nécessaire d'estre su par tous ceux qui se meslent des bastimens du titre de la Coutume de Paris, des servitudes, avec la conferece des autres costumes du Royaume, qui y sont conformes ou contraires, & quelques autres annotations sur le mesme sujet, SAVOT, Op. Cit, chap. 35, p. 230-233.*

¹⁵²⁷ *Idem, chap. 23, p. 140.*

¹⁵²⁸ *Manuel des lois du bâtiment, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol.2, p. 10. Ordonnance du Chatelet sur la construction des cheminées à Paris – 26 janvier 1672 -*

I. – *Ordonnons qu'à l'avenir, tant aux bâtimens qu'en tout rétablissement des maisons, il sera fait des enchevêtres au-dessus de tous les âtres de foyers de cheminées, de quelque grandeur que puissent être lesdites cheminées et maisons où elles seront faites.*

II. – *Que, pour les dits âtres et foyers, il sera laissé quatre pieds d'ouverture au moins et trois pieds de profondeur depuis le mur jusqu'au chevêtre qui portera les solives.*

III. – *Qu'il y aura six pouces de recouvrement de toute part, tant auxdits chevêtres qu'aux solives d'enchevêtre, et que pour soutenir ledit recouvrement, les chevêtres et solives d'enchevêtres seront garnis suffisamment de chevilles de fer de six à sept pouces de longueur et de clous de bateaux, en sorte qu'après le recouvrement il puisse rester, pour les tuyaux de cheminées, du moins trois pieds d'ouverture dans l'œuvre, et neuf à dix pouces de largeur aux tuyaux aussi dans l'œuvre.*

IV. – *Seront faites pareilles enchevêtres dans tous les étages, à l'endroit des tuyaux de cheminées de quatre pieds d'ouverture, qui ne sera que de seize pouces seulement depuis le mur jusqu'au chevêtre, et lequel chevêtre sera recouvert de plâtre de cinq à six pouces, en sorte qu'il se trouve toujours neuf à dix pouces audit tuyau.*

V. – *Que les languettes des cheminées qui seront faites de plâtre auront deux pouces et demi d'épaisseur au moins an toute leur élévation.*

VI. *Qu'en tous bâtimens neufs seront laissés des moellons sortant du mur pour faire liaison des jambages des cheminées, et où ils ne pourraient être laissés, seront employés des clous de fer hachés à chaud, de longueur au moins neuf pouces, et ne seront pour ce employés, tant auxdits bâtimens neufs qu'aux rétablissements, aucunes chevilles ou fentons en bois.*

VII. – *Enjoignons, en outre, très-expressément à tous propriétaires ou locataires de maisons de faire tenir nettes les cheminées des lieux qu'ils habitent, à peine de cent livres d'amende contre ceux qui se trouveront habiter les maisons ou chambres dans les cheminées desquelles le feu aura pris, à faute d'avoir été nettoyées, encore qu'aucun accident ne s'en fût suivi.*

¹⁵²⁹ *Voici, Monsieur, un moment bien funest ; à peine fus-je à deux cents pas du château, d'une partie du plancher de la chambre où j'avais été, tomba tout enflammée ; les chambres voisines, les appartements qui étaient au-dessous, les meubles précieux dont ils étaient ornés, tout fut consumé par le feu. La perte monte à près de cent*

Les règlements sur les conduits de fumées

Ces éléments sont repris à quelques détails près par Antoine Babuty Desgodets (1653-1728) en 1724¹⁵³⁰. Le parlement de Normandie interdit en 1717 de construire des cheminées en bois, en tout ou en partie, sous peine d'une amende de 100 livres¹⁵³¹. Dans le recueil de coutumes locales inventoriées par par la Société Centrale des Architectes, on trouve un certain nombre d'articles du code civil qui concerne les cheminées et leurs constructions : *En mur moitoyen, le premier qui assied ses cheminées ne peut estre contraint par l'autre les oster ne reculer. Pourvu que le premier assiégeant laisse la moitié du mur, et une chandille pour contrefeu de son costé*¹⁵³². Cet extrait de la coutume d'Auxerre évoque une question d'antériorité des conduits dans les mitoyens que l'on retrouve dans d'autres codes locaux (Bar, Dunois, Orléans).

Dans *Le guide de ceux qui veulent bâtir* Le Camus de Mézières délivre un certain nombre de conseils : *Vos cheminées, lorsqu'elles seront prises aux dépens du mur, seront construites en briques; chaque languette aura quatre pouce d'épaisseur, la largeur du passage dix pouces; le mur par ce moyen aura donc dix-huit pouces d'épaisseur, pour que toute la partie de cheminée soit effacée*¹⁵³³.

Différentes ordonnances, royales en 1712 et 1723, et de police en 1719 prescrivent des solutions afin de réduire le nombre des incendies¹⁵³⁴. La

mille livres, et sans le secours des pompes qu'on envoya chercher à Paris, un des plus beaux édifices du royaume allait être entièrement détruit (...) J'appris que la cause de cet embrasement était une poutre qui passait précisément sous la cheminée. VOLTAIRE François-Marie AROUET dit, « Correspondance », *Oeuvres complètes de Voltaire, avec des remarques et des notes historiques, scientifiques et littéraires*, Baudouin, Paris, vol.1, 1273. Lettre au Baron de Preuilly, décembre 1723.

¹⁵³⁰ DESGODETS Antoine Babuty, *Toisé des bâtiments aux Us et Coutumes de Paris*, Paris, 1724, 403 p.

¹⁵³¹ Société centrale des architectes, *Manuel des lois du bâtiment*, Ducher et Cie, Paris, 1879, p. 87 et *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol. 2, p. 18.

¹⁵³² *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol.1, p. 46.

¹⁵³³ LE CAMUS DE MEZIERES Nicolas, *Le guide de ceux qui veulent bâtir*, Minkoff Reprint, Genève, 1972, p. 117-118-127-128.

¹⁵³⁴ *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol. 2, p. 18-19.

Ordonnance de police pour empêcher les incendies et accidents qui arrivent par la mauvaise construction des bâtiments – 28 avril 1719 – *Ordonnons qu'à l'avenir les atres ou tremies des cheminées seront plus larges de six pouces que l'ouverture des manteaux de cheminées : en sorte que les deux jambages des manteaux de cheminées qui seront construites portent moitié de leur épaisseur sur la trémie, et l'autre moitié sur les solives d'enchevêtures. Que tous les tuyaux des cheminées auront trois pieds de long et dix pouces de large*

première interdit de mettre des conduits de fumées contre des éléments constructifs combustibles (comme le bois). De même, les trémies doivent être plus larges que le passage du conduit (six pouces de distance soit 16,2 cm). Au début du XVIII^e siècle, les dimensions intérieures des conduits sont fixées : trois pieds de long et dix pouces d'épaisseur (96,9 cm x 27 cm), pour les cuisines d'hôtel et grandes maisons, cela peut atteindre quatre pieds et demi, cinq pieds de long et dix pouces de large (de 146,25 cm à 161,50 cm par 27 cm)¹⁵³⁵. Dans l'espace du conduit, des enfants peuvent circuler pour le ramonage rendu obligatoire quatre fois par an par l'ordonnance de 1781¹⁵³⁶. Déjà en 1753, le parlement de Besançon, prescrit le ramonage trois fois l'an à la Toussaint, à Noël et à Pâques pour les demeures et tous les mois pour les cabarettiers, traiteurs et rôtisseurs¹⁵³⁷. Au cours du XVIII^e siècle, les dimensions des conduits tendent à se réduire dans leurs longueurs et l'ordonnance de Police de Paris en 1779 les fixe à un minimum de deux pieds un quart (72,67 cm) alors que la largeur se maintient à dix pouces (27 cm)¹⁵³⁸. Ces dispositions ont fait l'objet d'un recensement systématique dans différents ouvrages celui de Jean Rondelet en 1802-1817 et

dans l'œuvre, les languettes trois pouces d'épaisseur, compris les enduits, liez avec des fantons de fer de deux pieds en deux au moins, et les tuyaux de cheminées de cuisines des hostels, grandes maisons et communautés, quatre pieds et demy à cinq pieds de long et dix pouces de large, et seront construites de briques avec des fantons de fer.

Défendons de faire porter aucuns bois, comme poutres, solives, pannes fâtes, chevrons, sablières et autres bois dans les manteaux et tuyaux de cheminées, et de les approcher desdits tuyaux de plus de six pouces, en sorte qu'il y ait au moins six pouces de charge.

Défendons pareillement de mettre aucuns fantons ny manteaux de cheminées de bois aux tuyaux et manteaux de cheminées, sinon aux cheminées desdites grandes cuisines pour le manteau seulement.

Ordonnons à l'égard de la maçonnerie qui sera faite sur les pans de bois, outre la latte qui s'y doit mettre de quatre pouces en en quatre pouces, suivant les réglemens, d'y mettre aussi des cloux de charettes, de bateaux, et de chevilles de fer en quantité, et enfoncées suffisamment pour soutenir l'entablement, plinthes, corps, avant-corps, et autres saillies. Et quant aux bastimens qui se construiront en pierres de taille, les entablemens porteront le parpin du mur, outre la saillie ; et au cas que la saillie de l'entablement soit si grande qu'elle puisse emporter la bascule de l'assise, on sera tenu d'y mettre des crampons de fer au derrière pour les retenir dans le mur de face au-dessous ; le tout à peine contre les contrevenans abusans et mésusans de demeurer garands et esponsables des ouvrages où se trouveront lesdits mal-façons, et des dommages intérêts envers les propriétaires, même interdiction contre les maistres maçons qui les auront faites ou fait faire, et de plus grande peine s'il y échet.

¹⁵³⁵ Société centrale des architectes, Op. Cit, p. 89.

¹⁵³⁶ NIERES, Op. Cit, 16-53 p.

¹⁵³⁷ Société centrale des architectes, Op. Cit, p. 134.

¹⁵³⁸ Idem, p. 167.

ultérieurement dans *La cheminée dans l'habitation* de Pierre Drobecq en 1942.

De nouveaux appareils, de nouveaux règlements

Dans le code civil (1804) se trouve la partie concernant les contrats de louages, règles particulières aux baux à loyer, qui nous intéresse¹⁵³⁹. Ce texte précise ce qui incombe au locataire dans l'entretien et les réparations des appareils de chauffage disponibles ; un ramonage régulier et le nettoyage des appareils sont explicitement demandés. On notera que, sur la liste des appareils, figure les objets suivants : poêles, fourneaux et calorifères à vapeur ou à eau (et leurs fuites), ce qui est le signe d'une diversification suffisante des objets pour qu'elle apparaisse dans l'appareil législatif.

¹⁵³⁹ Société Centrale des Architectes Français, *Manuel des lois du bâtiment*, Paris, 1901, vol. 1, p. 238. *Les réparations locatives ou de menus entretiens dont le locataire est tenu, s'il n'y a clause contraire, sont celles désignées comme telles par l'usage des lieux, et, entre autres, les réparations à faire.*

XI. – (a) *L'indication relative aux âtres, contre-cœurs, chambranles et tablettes de cheminées dont est tenu le locataire, s'étend, pour les appareils de chauffage de toute nature, tels que cheminées, poêles, fourneaux, calorifères, forges, etc., à tout ce qui est atteint ou peut être atteint par le feu, elle s'étend aussi aux parements extérieurs de ces appareils.*

(b) *Cette indication comprend donc : les éléments des foyers carrelages plaque de fonte ou de terre réfractaire, briques et jointoiement, cloches, grilles, portes rideaux, encadrements, croissants appareils tubulaires, etc. ; les éléments des cendriers : tiroirs, bassins, etc. ; les accessoires des calorifères : trappes, tampons de ramonage, bouches de chaleur, clefs de manœuvre et leurs étiquettes ; les accessoires de couvercle, clefs, boutons, coquilles, etc., les revêtements en plaques ou carreaux de faïence.*

(c) *Elle comprend les parties mobiles qui dépendent de ces appareils, telles que plaques de coup de feu, rondelles, grilles, couvercles de réchaud ou autres, etc.*

(d) *Elle comprend aussi les façades et tablettes d'appareils et leurs plaques de foyers, en marbre, faïence ou terre cuite, en fonte, fer ou tôle, leurs ceintures, agrafes, etc.*

(e) *Il peut y avoir lieu, cependant, pour les plaques de foyer, pour celles en marbre notamment, de distinguer entre un bris accidentel et celui produit par une cause inhérente à la construction, un tassement par exemple, qui ne saurait être mis à la charge du locataire.*

(f) *La réparation d'une fuite et ses conséquences, provenant d'un calorifères à vapeur ou à eau, dont le service n'est pas fait par le locataire, n'incombe pas à celui-ci, s'il n'a pas mis obstacle aux réparations à effectuer.*

(g) *Le locataire est tenu de procéder aux ramonages et aux nettoyages, ils doivent avoir lieu aussi souvent que cela est nécessaire pendant la durée de l'occupation, et spécialement en fin de jouissance.*

(h) *En cas de tuyaux de fumée dits unitaires, recevant la fumée de plusieurs foyers placés à des étages différents et indépendant de locaux loués à plusieurs locataires, le ramonage doit, par exception, en être fait par le propriétaire aux frais des locataires.*

(i) *Le locataire est tenu de toutes les conséquences d'un feu de cheminée, à moins qu'il ne fasse la preuve que le feu provient d'un vice de construction ou d'un fait inhérent à la propriété.*

(j) *Un four et ses éléments sont régis par les mêmes principes que les appareils de chauffage.*

(k) *Un trou fait dans un conduit de cheminée pour y adapter le tuyau d'un appareil établi par le locataire, doit être bouché par celui-ci en matériaux semblables à ceux du conduit.*

(l) *Le locataire doit, en fin de jouissance, le nettoyage de tous les appareils de chauffage dont il dispose, tant intérieurement que sur leurs faces externes ; il doit le noircissage ou l'éculage des parties qui comportent ces natures d'opérations.*

Ceci ne fait que se renforcer au fil du temps, avec les nouveaux moyens de chauffage : des nouvelles règles répondant à de nouvelles situations.

Les règlements concernant les poêles

L'ordonnance royale de 1823 interdit les tuyaux de poêles en façade et contraint à réaliser « une issue intérieure », de même les conduits de cheminée maçonnés en saillies en façade sont également prohibés¹⁵⁴⁰. L'ordonnance de Police de 1852 précise que les poêles de construction doivent reposer sur des matériaux incombustibles ; les tuyaux de poêle isolés doivent être maintenus à distance des matériaux combustibles comme le bois et les passages à travers les planchers doivent être protégés¹⁵⁴¹. L'ordonnance de Police de 1875, il est indiqué que les poêles doivent disposer de pieds hauts d'au moins 8 cm, posés sur une plateforme dépassant de 30 cm l'avant de l'appareil (fig. 217)¹⁵⁴². Les appareils mobiles, modèles assez répandus, doivent être également posés sur une plate-forme en matériaux incombustibles dépassant d'au moins 30 cm la face de l'ouverture du foyer¹⁵⁴³. Dans le même texte, il est indiqué que les conduits de chaleur des calorifères et autres foyers sont soumis aux mêmes conditions d'isolement que les conduits de fumée. À la fin du XIX^e siècle, une ordonnance précise des principes généraux sous forme de *Conseils d'hygiène concernant le mode de chauffage des habitations*¹⁵⁴⁴. Les risques d'intoxications au monoxyde et dioxyde de carbone sont au cœur de ce texte : les braseros sont proscrits, de même l'emploi des poêles mobiles est remis en cause, en raison des carences de tirage et du manque de ventilation : *Il y a lieu de proscrire formellement l'emploi des appareils et poêles économiques à faible tirage, dits « poêles*

¹⁵⁴⁰ Société centrale des architectes, *Manuel des lois du bâtiment*, Ducher et Cie, Paris, 1879, p. 359.

¹⁵⁴¹ RIS-PAQUOT, *L'art de bâtir, meubler et entretenir sa maison ou manière de surveiller et d'être soi-même architecte-entrepreneur-ouvrier*, Henri Laurens, Paris, 1892, p. 335-337.

¹⁵⁴² BARBEROT E., *Traité pratique de la législation du bâtiment et des usines*, Béranger, Paris, 1904, p. 616. En 1875, le préfet de police qui signe l'arrêt est L. Renault.

¹⁵⁴³ BARBEROT, *Traité de constructions civiles*, Béranger, Paris, 1912, p. 638.

¹⁵⁴⁴ *Manuel des lois du bâtiment*, Op. Cit, p. 295.

mobiles » dans les chambres à coucher et dans les pièces adjacentes. L'emploi de ces appareils est dangereux dans toutes les pièces dans lesquelles des personnes se tiennent d'une façon permanente et dont la ventilation n'est pas largement assurée par les orifices constamment et directement ouverts à l'air libre.

Les règlements concernant les machines à vapeur

Lorsque les chaudières et machines à vapeur (*autres que celles qui sont placées sur des bateaux*) ne sont plus des équipements exceptionnels, elles font l'objet de réglementations successives. Ces appareils sont en fait assimilés à des établissements classés, et ce sont les mêmes services administratifs qui traitent leurs dossiers. Après un décret en 1810 puis 1823, l'ordonnance de 1824 décrit les *Instructions sur les mesures de précautions habituelles à observer dans l'emploi des machines à vapeur à haute pression*. Ce texte expose les responsabilités des propriétaires de chaudières, de leurs chauffeurs, les conditions dans lesquelles elles doivent être tenues, afin de prévenir les accidents¹⁵⁴⁵. Cependant, ces appareils ne sont pas destinés au chauffage mais plutôt aux productions de toutes sortes. Les ordonnances se succèdent en 1828, 1829, 1830, 1839 et c'est Louis-Philippe qui signe l'ordonnance du 23 mai 1843 régissant cette catégorie d'établissements insalubres et incommodes¹⁵⁴⁶.

L'installation d'une chaudière à vapeur doit faire l'objet d'une autorisation préfectorale donnée après étude d'un dossier très complet comprenant un formulaire descriptif dûment rempli et des plans (fig. 218). Les chaudières doivent être testées. Elles sont classées en différentes catégories en fonction des risques encourus. Du classement dépend la localisation de la chaudière : dans une construction annexe à l'extérieur du bâtiment, avec un mur de défense vis-à-vis des zones habitées, ou à l'intérieur d'un atelier pour la troisième catégorie, à

¹⁵⁴⁵ Archives de la Préfecture de Police de Paris, décret du 18 mars 1824 (DB 141).

¹⁵⁴⁶ JULIEN C. E. & VALERIO O., *Nouveau manuel Roret complet du chaudronnier*, Roret, Paris, 1846 (réédition Léonce Laget, 1981), 304 p.

l'intérieur d'une habitation pour la quatrième catégorie¹⁵⁴⁷. Des éléments sont définis : les soupapes de sureté, les manomètres, l'alimentation et le réglage du niveau d'eau dans la chaudière, les chaudières multiples. Ces chaudières, ainsi répertoriées, sont surveillées tous les ans par des ingénieurs (des Mines ou des Ponts et Chaussées) diligentés par la préfecture¹⁵⁴⁸. C'est en juillet 1845, qu'il est fait explicitement référence aux appareils de chauffage avec *l'ordonnance concernant les cylindres sécheurs, chaudières à doubles fonds ou autres vases clos recevant de la vapeur et des calorifères à eau chaude*¹⁵⁴⁹. Dans cette ordonnance, des demandes supplémentaires complètent le dossier précédent, en particulier pour ce qui concerne la taille de la chaudière, la pression en atmosphère et il faudra spécifier : *la nature du combustible qui sera consommé par heure de chauffage; la demande sera en outre, accompagnée d'un plan en double expédition sur lequel seront indiquées les dispositions des diverses parties du calorifère et leur relation entre elles. Les pièces des calorifères seront soumises sur place après la pose, et avant qu'elles soient masquées par les boiseries ou parquets, à une pression d'épreuve triple de la pression maximum qu'elles pourront supporter lorsque l'appareil fonctionnera*¹⁵⁵⁰. Comme dans les textes précédents, les chaudières font l'objet de test, et sont classées suivant leurs puissances. Dans le cas des troisième et quatrième catégories, la chaudière peut être localisée dans une maison ou un atelier, elle doit alors être isolée par une enveloppe en matériau léger comme de la brique (épaisseur inférieure à 10 cm).

Dans les textes de 1863, 1872, 1880, en 1881 un élément nouveau est introduit : en cas d'accident, les autorités de tutelles doivent être mises au courant par la rédaction d'un rapport puis par les passages d'un expert désigné. En 1901 et 1907, la liste des experts de la région

¹⁵⁴⁷ JULIEN & VALERIO, Op. Cit, p. 166-169.

¹⁵⁴⁸ JULIEN & VALERIO, Op. Cit., 1846, p. 172.

¹⁵⁴⁹ Archives de la Préfecture de Police de Paris, ordonnance de juillet 1845 (DB 141).

¹⁵⁵⁰ Idem.

parisienne que l'on doit pouvoir joindre par téléphone (numéro joint) est disponible¹⁵⁵¹.

Dans le décret d'octobre 1907, seuls les petits modèles de machines à vapeur (inférieur à 25 litres) échappent aux mêmes types de restrictions distance par rapport aux usagers et murs de protection, essais et surveillance¹⁵⁵².

L'évolution des conduits de fumée et de la réglementation

Parallèlement à l'apparition de nouveau mode de chauffage, on constate au milieu du XIX^e siècle, l'émergence de nouveaux type de conduits de fumées qui bénéficient des progrès en termes d'industrialisation des composants du bâtiment. Parmi ces fabricants, on peut citer les briques Gourlier, Courtois, Fonrouge et Douelle ainsi que Borie et Patinot¹⁵⁵³.

Dans le vocabulaire des termes techniques du *Manuel des lois du bâtiment* de la SADG, se trouve la rubrique *wagon*, correspondant à des tuyaux de fumées superposables et encastrables¹⁵⁵⁴.

Or, dans un premier temps, ces dispositifs ne sont pas compatibles avec la réglementation existante sur les conduits de fumée, cependant, ils sont intégrés progressivement. L'ordonnance de décembre 1852 indique qu'il est possible que les dimensions des conduits soient inférieures à 60 par 25 cm² et qu'ils peuvent être déviés de la verticale avec un angle de plus de 30°¹⁵⁵⁵. De même, la forme des conduits peut être cylindrique ou ces poteries peuvent disposer d'angles arrondis. Il faut toutefois attendre août 1874 pour que ces conduits puissent être intégrés dans les murs de refend en moellons de 40 cm minimum ou de 37 cm de briques enduites¹⁵⁵⁶. Malgré une longue controverse sur la question, le règlement

¹⁵⁵¹ Archives de la Préfecture de Police de Paris, (DB 141). En 1901, les experts sont Walckenaer, Herscher, Bellom, en 1907 Jordan remplace Herscher. Ils sont répartis par villes et arrondissements.

¹⁵⁵² RIETSCHEL H Dr. *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation*, Léon Lasson, Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1911 4^e éd, traduit de l'allemand par Léon Lasson.

¹⁵⁵³ *Revue Générale d'Architecture et des Travaux Publics*, vol. 8, 1849-1850, p. 406.

¹⁵⁵⁴ *Manuel des lois du bâtiment*, Op. Cit, p. 474.

¹⁵⁵⁵ RIS-PAQUOT, Op. Cit, p. 336.

¹⁵⁵⁶ RIS-PAQUOT, Op. Cit, p. 337.

finira par être adopté, et ira même plus loin car, en janvier 1881, le sénateur et préfet de la Seine Hérold autorise, sous conditions, l'établissement des foyers et des conduits de fumée dans les murs mitoyens et dans les murs séparatifs de deux maisons contiguës¹⁵⁵⁷. Notons que, à titre d'exemple, les briques de conduits de fumées de l'architecte Charles Gourlier (1786-1857) qui permettent la construction de ces murs de refend ou mitoyens ont fait l'objet d'une première publication en 1823, d'un rapport dans le *Bulletin de Société d'Encouragement* en 1824, d'un dépôt de brevet en 1828, puis une nouvelle publication en 1830¹⁵⁵⁸. On peut mesurer ainsi l'inertie face à l'évolution technique, 40 à 50 années pour faire passer une évolution dans le cadre juridique, sachant que Gourlier est partie prenante des institutions comme membre du Conseil des bâtiments civils¹⁵⁵⁹.

¹⁵⁵⁷ BARBEROT E., *Traité pratique de la législation du bâtiment et des usines*, Béranger, Paris, 1904,, p. 627-628.

Article Premier. - L'établissement des foyers et des conduits de fumée dans les murs mitoyens et dans les murs séparatifs de deux maisons contiguës, qu'elles appartiennent ou non au même propriétaire, ne pourra être autorisé que sous les conditions suivantes :

1° *Les languettes de contre-cœur au droit des foyers devront être en brique de bonne qualité et avoir au minimum 0,22 m. d'épaisseur sur une hauteur de 0,80 m. et une largeur dépassant celle du foyer d'au moins 0,16 m. de chaque côté ;*

2° *Les conduits de fumée devront être construits exclusivement en briques à plat, droites ou cintrées ;*

3° *ces murs ne pourront recevoir de poutres ni solives que lorsqu'ils seront entièrement pleins dans la partie verticales au-dessus des scellements de ces solives ;*

4° *Les parties supérieures de ces murs constituant souche de cheminées porteront un couronnement en pierre devant servir de plate-forme et faisant saillie d'au moins 0,15 m. sur chaque face.*

Article 2.- Il est permis d'établir des conduits de fumée dans l'intérieur des murs de refend, sous la double condition :

1° *Que ces murs auront une épaisseur de 0,40 m. s'ils sont construits en moellons, ou de 0,37 m. s'ils sont construits en brique enduits compris ;*

2° *Que les conduits de fumée seront exécutés en brique de bonne qualité, droites ou cintrées, ou en wagons de terre cuite.*

¹⁵⁵⁸ GOURLIER Charles, *Exposé d'un nouveau mode de construction des tuyaux de cheminée renfermés dans l'épaisseur des murs, en briques faites exprès, inventées par M. Gourlier*, L. Colas, Paris, 1823, 15 p.

BOURIAT, « *Rapport fait par M. Bouriat, au nom du Comité des arts économiques, sur les tuyaux de cheminée de M. Gourlier* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, Paris, n° 23, 1824, p. 173-176.

GOURLIER Charles, *Par brevet d'invention. Manufacture de briques cintrées pour tuyaux de cheminées, et autres, de l'invention de M. Gourlier*, impr. de Fain, Paris, 1828, 4 p.

GOURLIER Charles, *Essai sur la construction des tuyaux de cheminée et autres*, par M. Gourlier, Béchét jeune, Paris, 1830, 42 p.

¹⁵⁵⁹ Rapporteur de 1819 à 1833, secrétaire de 1824 à 1831, en 1833 inspecteur général-adjoint au Conseil des bâtiments civils. En 1834, il est chargé de la rédaction des projets d'ordonnances, règlements, instructions touchant les travaux publics. Dans LENIAUD Jean-Michel, *Répertoire des architectes diocésains du XIXe siècle*, édition en ligne de l'Ecoles des Chartes.

Le règlement de septembre 1897 puis novembre 1897, signé Lépine, confirme ces options et joint des croquis afin d'illustrer les propos (fig. 219). Notons qu'il y a une différence entre les conduits qui peuvent être encastrés dans les murs mitoyens et ceux qui peuvent être adossés à des murs de refend. Dans la même veine, d'autres conduits sont également réglementés : ceux des calorifères à air (qui permettent à l'air chaud de circuler d'un point à un autre du bâtiment), ceux-ci doivent être recouverts d'un enduit de plâtre et les registres réalisés en matériaux incombustibles¹⁵⁶⁰.

Nouvelles énergies, nouveaux règlements

Lorsque de nouveaux réseaux énergétiques apparaissent, comme le gaz et l'électricité - dans un premier temps pour l'éclairage - de nouveaux règlements les accompagnent. Pour le gaz, les arrêtés du 28 février et 10 juin 1862 puis du 2 avril 1868, concernant *les conduites et appareils d'éclairage et de chauffage par le gaz à l'intérieur des bâtiments et habitations*, fixent les conditions d'installation¹⁵⁶¹. Ces textes régissent les contrats entre consommateurs et concessionnaires, la demande d'autorisation préalable, le contrôle des installations, la description des dispositions techniques, la ventilation (deux ouvertures : au-dessous du plafond et au-dessus du plancher)¹⁵⁶². Des principes généraux sont cependant repris : *Les appareils destinés au chauffage et à la cuisson des aliments, quoique établis dans des lieux ventilés, devront, en outre, être placés dans une hotte de cheminée*¹⁵⁶³.

Après quelques dispositions prises en mai 1886 et suite aux règles régissant le télégraphe, une réglementation électrique plus complète émerge en mars puis mai 1888. Elle gère les relations entre les

¹⁵⁶⁰ BARBEROT, *Traité de constructions civiles*, Béranger, Paris, 1912, p. 701.

¹⁵⁶¹ Idem, p. 473-480.

¹⁵⁶² Il ne nous semble pas pertinent de développer cet aspect sur lequel une thèse a déjà été écrite et publiée : WILLIOT Jean-Pierre, « *L'industrie du gaz à Paris au XIX^e siècle* » (Université Paris IV), *Naissance d'un service public : le gaz à Paris*, Paris, Editions Rive Droite, 1999, 778 p.

concessionnaires et la Ville, que les relations concessionnaires et clients ainsi que la description des dispositifs techniques de l'installation intérieure ; enfin en septembre 1893, c'est la circulation du réseau en ville qui est traitée¹⁵⁶⁴. L'arrêté du 25 juillet 1895 règle *les installations électriques à l'intérieur des propriétés* : conducteurs, protection des câbles, interrupteurs et coupe-circuit, moulures, raccordement des appareils, dispositions de protection des lampes à arc¹⁵⁶⁵. La question du chauffage électrique n'est pas encore évoquée par la réglementation en 1901, l'éclairage étant la fonction primordiale.

Lors que le fioul devient une énergie d'actualité, les règlements font aussi leur apparition en 1917 (puis en 1932), cela concerne la sécurité des stockages¹⁵⁶⁶. Les installations sont classées en fonction du volume stocké : 1^{ère} classe 30.000 litres et plus, 2^{ème} classe entre 7 500 à 30 000 litres, 3^{ème} classe entre 500 et 7 500 litres. Les installations de 1^{ère} et 2^{ème} classes doivent faire l'objet d'une autorisation préfectorale et la 3^{ème} classe nécessite une déclaration¹⁵⁶⁷. À Paris, et dans le département de la Seine C'est le préfet de Police qui délivre les autorisations et quelques différences existent pour les règles de stockage¹⁵⁶⁸. Des *prescriptions à observer* sont présentées sur : les réservoirs souterrains, les brûleurs et la combustion, les revêtements réfractères des chaudières, les réglages automatiques¹⁵⁶⁹. En 1935, le règlement de 1917 est amendé, les réservoirs souterrains sont traités indépendamment des autres. Les catégories s'échelonnent de la manière suivante, pour les réservoirs à l'air : 1^{ère} classe : plus de 180 000 litres, 2^{ème} classe : de 45 000 à 180 000 litres,

¹⁵⁶³ *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol. 2, p. 161.

¹⁵⁶⁴ BARBEROT, Op. Cit, p. 507-530, p. 496-507,

¹⁵⁶⁵ *Manuel des lois du bâtiment*, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol. 2, p. 338.

¹⁵⁶⁶ CHARLENT Charles, BOURCIER Lucien, *La pratique du chauffage central, charbon, gaz, mazout*, Garnier Frères, 1928, p. 245-246.

¹⁵⁶⁷ Idem, p. 246-248.

¹⁵⁶⁸ Aucune formalité pour 500 litres non enterrés, et 1.500 litres enterrés, une déclaration entre 500 et 7 500 litres non enterrés ou entre 1 500 à 22 500 litres enterrés, une autorisation après enquête pour 7 500 litres non enterrés et 22 500 litres enterrés. Dans CHARLENT Charles, BOURCIER Lucien, *La pratique du chauffage central, charbon, gaz, mazout*, Garnier Frères, 1928, p. 245-246.

¹⁵⁶⁹ Idem, p. 248-254.

3^{ème} classe : de 500 à 45 000 litres, au-dessous de 500 litres pas règles.
Pour les réservoirs souterrains : 1^{ère} classe : plus de 1 080 000 litres,
2^{ème} classe : de 270 000 à 1 080 000 litres, 3^{ème} classe : de 3.000 à 270.000
litres, moins de 3 000 litres pas de règles¹⁵⁷⁰. Dans l'article *d'Architecture
d'Aujourd'hui*, on propose aussi des croquis de dispositifs de réservoirs
souterrains, avec un cuvelage maçonné extérieur à la cuve (fig. 220). Un
emplacement spécial étant nécessaire pour ce stockage délicat ; il en
résulte une influence sur l'organisation de l'espace des sous-sols ; il est
toutefois possible de convertir d'anciennes caves à charbon en réservoir.

Les incendies et les statiques urbaines

Les travaux statistiques que le docteur Bertillon effectue et publie à la fin
du XIX^e siècle éclairent différents sujets : le nombre et les causes des
incendies dans Paris à partir de 1880 ainsi que le nombre d'explosions de
chaudières et autres fuites de gaz et incendies d'origine électrique¹⁵⁷¹...

Dans ces documents, on peut lire également la répétition par
arrondissement du nombre de calorifères car, à la suite des décrets des
2 janvier 1865 et 30 avril 1880, il est obligatoire de déclarer ses calorifères
à vapeur à la Préfecture de Police, comme les 3 168 appareils à vapeur en
fonctionnement en 1882 (dont 317 calorifères). De 1882 à 1899, on
constate globalement une augmentation du nombre des calorifères de
317 à 726, ce qui est considérable. Les tableaux donnent la répartition par
arrondissements, et sans tirer de conclusions définitives, il est clair que
les 2^e, 4^e, 14^e et 15^e arrondissement sont les mieux équipés¹⁵⁷².

Parmi les présentations statistiques, se trouvent des tableaux décrivant
les « incendies à Paris ». Les feux de cheminées y sont décomptés et leurs
nombres varient suivant les années mais sans inflexion réelle : de 1924 en

¹⁵⁷⁰ « La mise en œuvre des installations, les soutes à combustibles liquides », *Architecture d'Aujourd'hui*,
1935, n°5, p. 72-74.

¹⁵⁷¹ *Annuaire statistique de la Ville de Paris*, dirigé par Dr. Bertillon chef des Travaux de la statistique,
Imprimerie Nationale, Paris, de 1880 à 1910.

¹⁵⁷² Voir en annexe *Calorifères à vapeur à Paris 1882-1899 par arrondissement* dans *Appareil documentaire*

1888 à 1227 en 1892¹⁵⁷³. Le nombre global d'incendies est quant à lui en nette croissance : 786 en 1880, 884 en 1885, 1052 en 1890, 1370 en 1895, 1422 en 1900 et 1553 en 1905, 2030 en 1910. Les déclarations seraient-elles plus nombreuses au fil du temps ou le nombre croissant d'appareils chauffants et de réseaux d'énergie seraient-il à l'origine de cette évolution ? L'analyse des origines des incendies est abordée dans ces tableaux : électricité (à partir de 1885), appareils à gaz, fuites de gaz, poêles posés sur le parquet et vices de construction qui sont décrits ainsi : *Bouche de chaleur; calorifères, poêles sur le parquet ou rapprochés d'une cloison; cheminées adossées à du bois; cheminées construites sur des planchers en bois (absence de trémie); cheminées crevassées; charpentes traversant des cheminées; tuyaux traversant des boiseries*. Ces cas oscillent de 84 en 1903 à 197 en 1885 sans pour autant marquer une évolution particulière. Le nombre de poêles posés directement sur le parquet à l'origine d'incendie varient de 6 en 1902 à 38 en 1886.

Les problèmes concernant des appareils à gaz apparaissent à partir de 1895 avec 30 cas, puis croissent régulièrement : 40 vers 1905, 70 vers 1910, 90 vers 1915. Cette évolution est sans doute un indice déterminant de la croissance des équipements... Les causes d'incendie d'origine électrique, négligeables jusqu'en 1888, se situent entre 10 et 20 jusqu'en 1899, puis oscillent entre 30 et 60 les années suivantes. Notons que les nouveaux moyens de cuisson de chauffage et d'éclairage provoquent globalement peu de sinistres, tout en étant toujours plus nombreux de 1880 à 1915.

Jusqu'en 1886, les explosions de chaudières sont également recensées. On en compte une ou deux par an, sauf l'année 1881 qui en voit 40 ! Les accidents de chaudières font par ailleurs l'objet d'une littérature technique abondante. Mais cela concerne avant tout les appareils de

¹⁵⁷³ Voir en annexe *Analyse des causes d'incendies dans Paris (1880-1928)* dans *Appareil documentaire*

production de vapeur et peu les appareils de chauffage¹⁵⁷⁴. Cependant, un accident a marqué les esprits : celui du 7 janvier 1858 survenu dans l'église Saint-Sulpice. *L'Illustration* a relaté les faits en détail dans son numéro du 16 janvier, accompagné d'une gravure d'une demi-page propre à inquiéter les usagers¹⁵⁷⁵. Cet événement est cité dans un article daté de 1881, ce qui montre l'impact à long terme sur l'opinion comme sur les spécialistes¹⁵⁷⁶.

La propension à réglementer indique que l'inquiétude de l'incendie ne fait que croître dans la société. De plus, lorsque la situation se complexifie techniquement avec la multiplication des énergies offertes et des systèmes disponibles, la réglementation s'étoffe. Au point qu'une

¹⁵⁷⁴ Dans le fond de la bibliothèque de l'école des Mines de Paris se trouvent de nombreuses références dont à titre d'exemple : SAUVAGE Edouard, *Enquête sur les explosions de chaudières à vapeur en Grande-Bretagne*, Dunois, Paris, 1877 et SAUVAGE Edouard, *Notes sur l'explosion d'une chaudière à vapeur dans un hôtel à Hartford, USA*, Dunois, Paris, 1889.

¹⁵⁷⁵ « Explosion d'un calorifère de l'église de Saint-Sulpice », *L'Illustration*, Paris, 16 janvier 1858. Un évènement des plus déplorable est arrivé le 8 janvier dans l'église Saint-Sulpice. Entre dix heures et demie et onze heures, un prêtre venait de célébrer la messe en présence d'une assistance assez nombreuse, dans la chapelle de la Vierge, située derrière le maître-autel de cette église, quand soudainement une détonation terrible se fait entendre. Au même instant deux panneaux du piédestal en fonte sur lequel est placé un ange, à l'entrée de la chapelle à gauche ont volés en éclats. Huit personnes atteintes par les débris ont été renversées sans mouvement sur le carreau, inondés par le sang qui s'échappait en abondance de leurs profondes blessures. La chaire de l'évangile, placée près de ce piédestal, a été renversée et presque pulvérisée. Plusieurs autres personnes ont encore été plus ou moins grièvement blessées, et pendant quelques instants le surplus de l'assistance s'est trouvé comme foudroyé. C'était l'un des tuyaux du calorifère passant dans le piédestal de gauche qui venait de faire explosion, et avec tant de violence que les débris de ce tuyau et ceux des panneaux, indépendamment des ravages que nous venons de mentionner, ont été briser le pied de l'ange qui se trouvait en face, de l'autre côté de la chapelle, et une plaque de marbre formant panneau derrière.

Après un moment de terreur bien naturelle, les personnes qui n'avaient pas été blessées se sont jointes aux ecclésiastiques pour élever les victimes et les porter dans la sacristie, où plusieurs médecins, appelés en tout hâte par l'officier de paix du 11^e arrondissement, sont venus leur donner le secours de l'art. Ils ont constaté que deux d'entre elles avaient été tuées sur le coup, et qu'une troisième avait également été blessée mortellement. Cette dernière a succombé à ses blessures une demi-heure plus tard. Les cinq autres ont recouvré peu à peu l'usage de leurs sens; mais leurs blessures sont tellement graves qu'on a des craintes très sérieuses de ne pouvoir les conserver à la vie. Trois d'entre-elles, Mme Fort, Melle Fougeron, Melle Perlé, ont été transportées à leur domicile, dans le quartier; les deux autres, deux femmes également, une des deux d'origine anglaise, dont le domicile était inconnu, ont été portées à l'hôpital de la Charité. Les autres personnes blessées, au nombre de sept ou huit, ont pu retourner chacune à son domicile, et leurs blessures ne paraissent devoir amener aucune suite funeste.

Les trois victimes qui ont succombé sont une demoiselle Lefauconnier, une autre femme et un homme inconnus. Dans l'ignorance du domicile de ces trois personnes, leurs cadavres ont été transportés à la Morgue et déposés provisoirement dans une pièce réservée.

Au premier avis de ce triste événement, le commissaire de police de la section Luxembourg, M. Monville, s'est rendu sur les lieux, et a ouvert une enquête; le maire du 11^e arrondissement s'y est rendu également, et ils ne se sont retirés l'un et l'autre qu'après le transport des morts et des blessés.

L'église a été fermée immédiatement pour éviter l'encombrement, et un peu plus tard on s'est occupé de relever les débris et de laver le carreau de la chapelle de la Vierge, rougi par le sang des victimes. De nombreux groupes stationnaient aux abords du temple, et là comme dans tout le quartier chacun paraissait consterné.

Dès le lendemain, tout avait été remis en place, et il ne restait de la catastrophe que les morts et les blessés.

¹⁵⁷⁶ VIGNES E., « Le chauffage par la vapeur aux USA », *La Nature*, Vol. 2, 1881, p. 246.

approche des questions du confort thermique et du chauffage pourraient être abordée utilement par leurs aspects réglementaires et faire l'objet d'une étude historique en soi. Tel n'est pas mon objet, et ceci est donc une présentation sommaire qui pourrait servir de base à de nouvelles études.

Les obstacles au confort

Si le confort thermique dont disposaient les hommes du Moyen âge, peut nous paraître dérisoire, le sujet les préoccupait pour autant. Ainsi, *Le mesnagier de Paris* conseille à une jeune épouse : *Vous souviegne du proverbe rural qui dit trois choses sont qui chassent prudhomme hors de sa maison, c'est s'assavoir, maison descouverte, cheminée fumeuse, et femme rioteuse*¹⁵⁷⁷.

Le mari fait l'objet de soins particuliers : *Estre deschaux à bon feu (...) bien couvert de bonne fourrure et assouvi des autres joies et esbatemens, privetés, amours et secrets dont je me tai.*

Pour sa part Roland Bechman rapporte qu'au Moyen âge : *peu à peu le goût d'un certain confort se développait, dont témoigne le progressif développement de verre à vitre dans les usages domestiques, d'abord chez les rois, les grands seigneurs, puis chez les bourgeois*¹⁵⁷⁸. L'apparition de la cheminée adossée, et son développement vont dans le même sens.

Comme cela a déjà été souligné plus haut, la succession des traités de chauffage ou ceux d'architecture qui y consacrent un chapitre, montre que l'amélioration du confort était une préoccupation constante dès le XVIII^e siècle. Cependant, ainsi que l'on peut le lire dans la partie du texte concernant les pénuries de combustibles traditionnels, cette volonté n'a pas entraîné les Français de la période moderne à adopter des systèmes de chauffage vraiment plus efficaces ni à changer de combustible.

Pourquoi ? Quels étaient les obstacles à l'amélioration du confort ? Y-a-t-il une évolution dans ce domaine ?

Mis à part quelques défenseurs, comme René Descartes qui ne semble pas s'en plaindre : *Je demeurai tout le jour enfermé dans un poisle où j'avais tout le loisir de m'entretenir de mes pensées* et qui profite du confort et de la

¹⁵⁷⁷ *Le mesnagier de Paris*, publié par la Société des Bibliophiles français, par J. Pichon, Paris, 1846. dans ROUX, Op. Cit, p. 152.

solitude pour écrire ses discours, le Français n'aime pas les poêles¹⁵⁷⁹. Cette tendance a lieu malgré une tentative d'introduction particulièrement zélée du peintre François Keslar en 1619¹⁵⁸⁰. Celui-ci d'après Daniel Roche : *a soigneusement affûté ses arguments publicitaires à la physique des valeurs symboliques*¹⁵⁸¹. Il affirme : *Quand en hiver, je reviens souvent à la maison ayant froid, j'aime mieux auprès de mon fourneau que non, par-devant une cheminée ouverte, là où souvent on est rôti par-devant et on gèle par-derrrière*¹⁵⁸². François Blondel dans son *Cours d'architecture* décrit un très beau poêle qu'il a admiré à Francfort/Main. L'architecte ne manifeste aucune hostilité et il est même curieux, cependant il se garde bien de le prescrire en France réellement¹⁵⁸³.

En tête des rebelles, on trouve Louis-Sébastien Mercier : *Quelle distance entre un poêle & une cheminée ! La vue d'un poêle éteint mon imagination, m'attriste & me rend mélancolique : j'aime mieux le froid le plus vif que cette chaleur fade, tiède, invisible; j'aime à voir le feu, il avive mon imagination (...)* *D'ailleurs les poêles ont le défaut de rendre frileux; ils ne sont à leur place que dans les antichambres, dans les endroits où l'on mange, & dans les cafés, ou les désœuvrés vont héberger leur oisiveté, & se tapir contre les rigueurs du froid*¹⁵⁸⁴. Quelques années auparavant, le marquis de Montalembert, membre de l'Académie des Sciences, qui a eu l'occasion de voyager en Allemagne, Suède et Russie étudie les poêles et en installe un chez lui en 1749¹⁵⁸⁵. Il est persuadé de la performance et de l'économie de ceux-ci cependant il écrit : *Mais malgré des motifs aussi puissans, on n'eut point espéré que l'usage*

¹⁵⁷⁸ BECHMANN Roland, *Les racines des cathédrales*, Paris, Payot, 1981, p. 85-86.

¹⁵⁷⁹ DESCARTES René, *Discours de la méthode*, Leyde, 1637. Notons que Descartes a vécu en Hollande et en Allemagne, ce qui a peut-être modifié sa perception.

¹⁵⁸⁰ KESLAR F., *Espargne bois*, Oppenheim, 1619.

¹⁵⁸¹ ROCHE, Op. Cit, p. 142.

¹⁵⁸² KESLAR, Op. Cit.

¹⁵⁸³ BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie Royale d'Architecture*, P. Auboin, F. Clouzier, Paris, p. 566.

¹⁵⁸⁴ MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, tome 2, 1788, p. 303-305.

¹⁵⁸⁵ DE MONTALEMBERT, Op. Cit. *Les occasions que j'ai eu pendant la dernière guerre, de faire plusieurs voyages en Suède, en Russie, & de faire différentes campagnes dans les parties les plus septentrionales de l'Allemagne, m'ont mis dans le cas de connoître les usages des peuples du Nord; ils sont supérieurs aux nôtres :*

de ces sortes de poêles s'établisse en France ; on y est trop attaché à la symétrie & à l'agrément des décorations intérieures : on ne se résoudra jamais à placer dans une chambre à coucher, de parade, ni dans un beau salon de compagnie, une & même deux masses désagréables, hautes de dix à douze pieds & saillantes de cinq à six. Il faut avouer que ces gros poêles sont forts vilains & fort embarrassans (...) Nos yeux sont faits à la forme des cheminées, il s'en trouve de construites dans tous les appartemens. Dans cette introduction, on peut également lire les propos suivants qui peuvent nous éclairer sur le niveau de confort de nos ancêtres : Des poêles de différentes formes, & surtout les grands poêles de Russie, mettent les habitans de Petersbourg dans la nécessité de se vêtir légèrement au milieu des hivers les plus rudes. On peut dire qu'on a réellement à craindre la chaleur dans les appartemens les plus vastes, lors même des plus grandes gelées (...) toutes les places sont égales à cet égard dans ses sortes d'appartemens & si l'on doit avoir quelque attention, c'est d'éviter les plus chaudes. Cette agréable température, dont on est maître de régler le degré, est sans doute dû à ces poêles placés dans toutes les chambres, souvent deux dans chaque pièce, pour peu qu'elle soit grande. On peut imaginer que Montalembert ferait le même genre de remarques s'il visitait nos appartemens actuels.

Lorsque Louis XV réclame un poêle dans l'ancienne chambre du roi (Louis XIV) à Versailles, l'architecte Gabriel renâcle prétextant la rigueur de la composition, qui serait perturbée par cet ajout disgracieux¹⁵⁸⁶. Cette mise en cause esthétique n'empêche pas de constater un intérêt croissant pour les poêles de céramique d'origine nordique comme le montrent les procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture : du 5 août 1771, du 1er août 1774, du 9 janvier 1775, du 13 Mars 1775¹⁵⁸⁷. Cette curiosité

la longueur de l'hiver, & la durée constante du grand froid, les a forcés d'avoir recours à des moyens de s'en garantir.

¹⁵⁸⁶ VERLET, Op. Cit, *La chambre de Louis XIV, avec son haut étage d'attique et ses trois fenêtres exposées à l'Est estinchauffable (...)* Le 26 janvier 1758, il réclame l'installation d'un poêle.

¹⁵⁸⁷ LEMONNIER Henry, *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture*, Armand Colin, Paris, 192*-1929. Vol. 8 : p. 105 : *Ce lundy 5e Aoust 1771. L'Académie étant assemblée, M. Soufflot a présenté un mémoire et des coupes, profils et élévations faits par Monsieur le comte de Cronstedt, lesquels expliquent et rendent*

s'accompagne d'autres tentatives pour améliorer le confort thermique dont la réduction du volume des pièces, comme la création de petits espaces comme les boudoirs faciles à chauffer en liaison immédiate avec la chambre¹⁵⁸⁸. L'étude du matériel rassemblé par Michel Le Moël, dans son ouvrage, permet de constater la multiplication du nombre de cheminées dans les demeures¹⁵⁸⁹. Comme Louis Sébastien Mercier l'indiquait à sa manière : *Autrefois, ce qui composoit le domestique se chauffoit à foyer commun; aujourd'hui la femme de chambre a sa cheminée, le précepteur a sa cheminée, le maître d'hôtel a sa cheminée, &c.*¹⁵⁹⁰.

Les améliorations du confort proviennent également des modifications de format et de forme des foyers comme cela a été dit dans la partie traitant des cheminées. Enfin, un aspect ne doit pas être négligé, c'est le lambrissage des parois qui se développe au XVIII^e siècle dans une logique décorative¹⁵⁹¹.

*clairement la manière dont les poiles sont construits en Suède; l'Académie a entendu la lecture du mémoire et fait l'examen des desseins. p. 199 : Ce lundy 1er Aoust 1774. L'Académie étant assemblée, M. Wallin de la Mothe, associé correspondant, a fait voir à la Compagnie un recueil, dessiné et lavé à l'encre de Chine, des plans, coupes, profils et élévations des poëles et des cheminées qu'il a fait construire en Russie, et des modèles en relief faits en bois, tant de leurs compositions dans œuvre que hors œuvre. Ensuite il a fait lecture d'un mémoire sur la construction desdits poëles : ce que l'Académie a vu et entendu avec satisfaction et qu'elle croit pouvoir être utile (...), p. 209-210 : Ce lundy 9 Janvier 1775. L'Académie étant assemblée, il a été fait par M. Gabriel lecture d'une lettre à lui adressée par Monsieur le directeur général, par laquelle l'Académie est invitée à examiner les plans, coupes, profils et élévations des poëles dont les desseins et explications ont été envoyés par le Baron de Wrede, et par laquelle il est demandé à l'Académie de s'occuper avec soin de leur examen. L'objet paroissant mériter une attention et un examen particuliers, elle a nommé pour commissaires en cette partie et en faire rapport MM. Soufflot, Brébion, Le Roi, Mauduit, Piere, Jardin et Guillaumot. (...) Ensuite ont été mis sous les yeux de l'Académie plusieurs modèles de poëles en relief et, entre autres, celui inventé et exécuté par le sr Bartolin en 1774, au jardin royal des plantes. p. 217 : Ce lundy 13 Mars 1775. L'Académie étant assemblée, il a été procédé au jugement du prix d'émulation, dont le programme est la décoration d'un poële disposé par rapport à l'intérieur selon la méthode de M. de Montalembert *, et le prix a été adjugé au sr Foucherot, élève de M. Mauduit. (...) * C'est Marc-René de Montalembert (1714-1800), membre de l'Académie des Sciences, où il a publié plusieurs mémoires. Ensuite a été fait lecture du rapport sur les poëles, fait par les commissaires nommés d'après demande que Monsieur le Directeur général en a faite par une lettre adressée à M. Gabriel, en date du 7e janvier 1775, et l'Académie, ayant approuvé le contenu, a dit qu'il seroit enregistré et qu'il en seroit donné copie par M. Gabriel à Monsieur le Directeur général.*

¹⁵⁸⁸ Jacques-François Blondel parle ainsi de petits appartements dans BLONDEL Jacques-François, *Architecture française*, Jombert, Paris, 1752, p. 36.

¹⁵⁸⁹ LE MOËL, Op. Cit, 439 p.

¹⁵⁹⁰ MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, tome 2, 1788, p. 65-66.

¹⁵⁹¹ Le lambrissage des parois, élément décoratif essentiel, n'en est pas moins un élément de confort thermique dans la mesure où il assure une isolation vis-à-vis des murs extérieurs tout en évitant la sensation de rayonnement froid que peut provoquer une maçonnerie traditionnelle.

On peut dire qu'au XVIII^e siècle, les architectes apportent leur contribution à un certain mieux être, même si la lutte contre la fumée, au centre des écrits, semble les préoccuper plus que la chaleur.

Le rejet du poêle comme solution de confort aboutit à une sorte de compromis avec la cheminée poêle, ou des qualités du poêle cohabitent avec celles supposées de la cheminée. On peut donc dire que dans la mesure où nos climats ne sont pas trop rigoureux, cette résistance est une caractéristique « culturelle » qui favorise les aspects symboliques du foyer avant son efficacité. Sous l'Ancien Régime, l'hypothèse d'une « mentalité française » esthétisante préférant le décor et la rigueur de la composition peut être avancée. Une partie du contenu des traités d'architecture des XVII^e et XVIII^e siècles est ainsi consacrée à l'art de placer la cheminée dans les espaces par rapport aux fenêtres et à l'entrée ou la circulation. Dans ces recherches, c'est l'harmonie, les rituels sociaux et la répartition judicieuse des conduits de fumée, dont les souches rythment l'attique, qui prévalent et non une amélioration du confort thermique.

Le peu d'amélioration concrète des appareils peut sembler étonnant, alors que la France est très dynamique sur le plan des recherches comme l'indiquent les ouvrages qui en rendent compte. Ce type de réticences persiste sous une autre forme au cours du XIX^e siècle, alors que les poêles ont évolué et sont industrialisés. Ce sont les nouveaux moyens de chauffage en général qui sont l'objet de réticence. Il semble que la seule recherche de l'esthétique n'explique plus cet attentisme mais une attitude plus généralement conservatrice.

À partir du XIX^e siècle, les progrès des sciences et des techniques permettent l'apparition et le développement du chauffage central par différents moyens (air, eau chaude, vapeur). Dans la première moitié du siècle, les traités ou les cours (et leurs traductions) se succèdent dans les différents pays, ils sont témoins d'une activité expérimentale intense. Pourtant, à quelques exceptions près, la lecture des ouvrages

d'architecture de la seconde moitié du siècle montre un décalage très net avec les efforts louables des scientifiques et des ingénieurs. La distance croissante entre le monde des architectes et celui des ingénieurs qui s'instaure au cours du XIX^e siècle n'est pas une nouveauté puisqu'il ne manque pas d'exemple dans le domaine de la construction.

Dans son *Traité d'architecture*, Léonce Reynaud (1803-1880), met la cheminée en tête de son chapitre sur le chauffage, car, pour lui : *Les cheminées actuelles sont disposées de manière à n'avoir aucun des inconvénients de celles d'autrefois, tout en présentant les mêmes avantages : ceux de donner la vue du feu, d'offrir un moyen prompt et commode de se chauffer les pieds, de contribuer au renouvellement de l'air, et de permettre d'activer ou de ralentir rapidement le chauffage*¹⁵⁹². À la suite de ces propos, d'autres systèmes sont développés : les poêles et les chauffages centraux de différents types, auxquels il semble trouver de nombreux défauts en particulier en ce qui concerne l'usage domestique¹⁵⁹³. Il achève sur cette affirmation : *Les cheminées sont les appareils de chauffage les plus agréables et les plus convenables pour nos habitations*. Dans un numéro de la *Revue Générale d'Architecture* de 1863, on peut lire : *il est peu de sujets sur lesquels l'esprit puisse plus utilement s'exercer que sur ce qui touche au chauffage de nos habitations. Ce n'est pas qu'il n'ait été beaucoup fait, en ce genre, dans ces dernières années ; des progrès très réels et très sérieux qui ont été réalisés (...) Les procédés de chauffage par eau chaude ou l'air chaud, qui ont été heureusement utilisés dans de grands établissements publics, ne sont pas applicables aux constructions privées. Ils ne s'y introduisent, et très partiellement encore, que pour le chauffage des parties d'usage commun : vestibules et escaliers. L'appartement proprement dit leur échappe, et l'on conçoit facilement qu'il en soit ainsi, lorsqu'on réfléchit non seulement à la grande variété des goûts et des besoins individuels sous ce rapport, mais encore*

¹⁵⁹² REYNAUD Léonce, *Traité d'architecture*, Dunod, Paris, 1863, p. 611. Il est remarquable que Léonce Reynaud, ami de Viollet-le-Duc et volontiers novateur dans d'autres secteurs, campe ici sur une position assez traditionnelle.

*aux difficultés que présenterait le chauffage à forfait d'un appartement, et aux conditions aussi délicates à préciser qu'à contrôler que devrait contenir un contrat de cette nature, s'il pouvait venir à la pensée des propriétaires de rendre cette charge vis-à-vis des locataires. Il n'est donc pas probable que cela se fasse de sitôt ; aussi les poêles et cheminées sont-ils, pour bien longtemps encore, des moyens auxquels on aura recours*¹⁵⁹⁴.

Quelques années plus tard, on peut lire à la rubrique chauffage de l'*Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction* dirigée par Planat, sous la plume de d'Anthonay : *Le chauffage d'appartements se fait généralement à l'aide de cheminée. Ces appareils ont un avantage considérable sur les autres : celui de joindre à leur action calorifique une ventilation puissante*¹⁵⁹⁵.

En 1902, Guadet poursuit dans le même sens après avoir affirmé que : *Notre époque est, en matière d'habitation surtout, l'époque du confort et de l'hygiène (...) La cheminée n'est pas morte, et il est nécessaire d'y penser (...) Et une autre condition d'un bon chauffage est de renouveler l'air, de donner à l'habitant de l'air chaud et pur ; À ce point de vue, la cheminée est excellente, car elle appelle énergiquement l'air vicié de la pièce qui dès lors est renouvelé*¹⁵⁹⁶.

Quand il entre dans les détails pièce par pièce, on peut lire : *La salle de bain devra être très claire; peu importe qu'elle soit chauffée (...) le chauffage d'une salle à manger est difficile (...) on aura le soin de chauffer la salle à manger avant et non pendant le repas. Il importe en effet que la salle soit chaude lorsqu'on y entre; ensuite, le fait même du repas y entretiendra suffisamment la chaleur*¹⁵⁹⁷.

Il est vrai que les convives dégagent 100 watts par heure et par personne, cependant son système doit probablement écourter les repas d'hiver. Il s'appesantit sur la construction des conduits de fumée et sur la

¹⁵⁹³ Idem p. 616-617-618.

¹⁵⁹⁴ *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, 1863, vol. 21, col. 227.

¹⁵⁹⁵ d'ANTHONAY Léon, *Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction*, Planat, 6 vols. Paris, 1888-1892, p. 171.

¹⁵⁹⁶ GUADET Julien, *Éléments et théorie de l'architecture*, 4 vols, Librairie de la construction moderne, Paris, 1902, vol. 2, p. 155. et vol. 2, p. 157.

¹⁵⁹⁷ Idem vol. 2, p. 58. et vol. 2, p. 100.

description des calorifères à air, système passablement dépassé au début du XX^e siècle, auquel il trouve beaucoup d'inconvénients. L'apothéose est incontestablement atteinte par Pierre Drobecq avec la publication de son étude *La cheminée dans la maison sous l'occupation*¹⁵⁹⁸. Si durant cette période difficile le retour aux combustibles traditionnels se comprend fort bien pratiquement, la manière dont est présenté ce travail laisse un peu rêveur. C'est une sorte de *Neufert* de la cheminée de nos belles provinces françaises où l'on nous chante les traditions et les vertus du foyer, ce qui semble être un accord implicite aux valeurs du régime de Vichy¹⁵⁹⁹. La cheminée traditionnelle a des vertus symboliques incontestables qui sont fort éloignées de ses qualités thermiques¹⁶⁰⁰.

Afin de combattre ces réticences, certains utilisent l'Antiquité ou encore d'autres civilisations afin de favoriser la diffusion des nouveaux moyens de chauffage et faire bouger une société si souvent hostile aux changements. C'est une manière de rassurer l'utilisateur sur l'usage de certains modes de chauffage. Ainsi, la « redécouverte » des hypocaustes romains et autres calorifères souterrains, répandant la chaleur par des conduits placés sous le sol des résidences, est fort à propos. John Soane (1753-1837) est le premier, à ma connaissance, à faire la liaison entre ces éléments archéologiques et les expériences de chauffage central. *La Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics* se fait également l'écho de ce type d'approches¹⁶⁰¹. De même, le général Morin écrit en 1874 : *Notes sur les appareils de chauffage et de ventilation employés par les Romains pour*

¹⁵⁹⁸ DROBECQ Pierre, *La cheminée dans l'habitation*, Vincent et Fréal, Paris, 1942. Le Ministère a chargé, pendant cette période, un certain nombre d'architectes de travaux de recherches et de relevés afin de les aider à subsister et par la même d'échapper au STO, ce livre fait sans doute partie de ces travaux ?

¹⁵⁹⁹ NEUFERT Ernst, *Les éléments des projets de construction*, 1936, pour sa première édition allemande. Cet ouvrage est considéré comme une bible des concepteurs..

¹⁶⁰⁰ BACHELARD Gaston, *La psychanalyse du feu*, Gallimard, Paris, 1949, 190 p. Notons que le renforcement de la codification en matière de chauffage et d'isolation qui a eu lieu depuis 1973 en France a permis la fabrication de nouvelles cheminée-poêles dont l'âtre est obturé par une vitre spéciale.

¹⁶⁰¹ « Conquête romaine », *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, Paris, 1844, vol. 5, col. 168.

les Thermes à air chaud. Certains projets sont directement inspirés par des modèles antiques comme celui de Chadwick en 1872, il s'agit de dalles de tuiles-béton rainurées sur plots qui reproduisent de manière frappante les hypocaustes. En effet, ce sont des fumées qui circulent sous le sol et dans les murs et non de l'air chaud¹⁶⁰². Autre référence incontournable, le Kan de l'Asie Centrale : sorte d'estrade chauffante que l'on trouve dans les demeures de ces régions. Selon l'historien Bernan, ce serait le missionnaire Grammont qui le premier donnerait des indications sur les méthodes de chauffage en Chine et ce fameux Kan ou Kang¹⁶⁰³.

Il existe quelques cas d'architectes portant un intérêt aux nouveaux moyens de chauffage. Citons d'abord un exemple anglais, Sir John Soane, architecte néo-classique, introduit en 1815 le sujet du confort thermique dans ses cours à la *Royal Academy*¹⁶⁰⁴. Il admet que les Anciens, pour qui il a une grande admiration et dont il fait grand usage, ne peuvent servir de référence en la matière. Il évoque les travaux de Benjamin Franklin (1706-1790) et présente les systèmes à eau chaude et vapeur¹⁶⁰⁵. Différents projets de Sir Soane sont aussi l'occasion d'expérimentations concrètes et successives dont son agence et résidence *Lincoln's Inn Fields* et la *Dulwich Picture Gallery*¹⁶⁰⁶. On verra plus loin que l'un des collaborateurs de Soane, Charles Richardson (1806-1871) poursuit cette initiative en éditant un ouvrage dédié intégralement à la promotion du système Perkins (Angier March, 1799-1881)¹⁶⁰⁷.

¹⁶⁰² *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, Paris, 1872, vol. 29, col. 151-156.

¹⁶⁰³ BERNAN, Op. Cit, tome 2, p. 170. Aussi *Revue générale de l'architecture et des travaux publics*, Paris, 1872, vol. 29, p. 120.

¹⁶⁰⁴ Conférence n° 8 de SOANE John Sir, *Lectures on Architecture : Lecture n°8, delivered to the students of the Royal Academy from 1809 to 1836 in two Courses of Six Lectures Each*, ed. Bolton, London, 1929, 106 p.

¹⁶⁰⁵ La bibliothèque de Sir Soane comporte des ouvrages sur le chauffage dont celui du marquis de Chabannes datant de 1818 et celui de Buchanan datant de 1810, qui ne seraient pas annotés.

¹⁶⁰⁶ Un remarquable article a été consacré à cette question : WILLMERT Todd, « *Heating Methods and their Impact on Soane's Work: Lincoln's Inn Fields and Dulwich Picture Gallery* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 1, March 1993, pp. 26-58.

¹⁶⁰⁷ Ce système comporte un réseau de tuyauteries contenant de la vapeur (puis de l'eau chaude) qui réchauffe de l'air qui circule à son tour dans les espaces à chauffer. Cette procédure ne comporte

En France, quelques architectes s'intéressent aux nouveaux moyens de chauffage : François Cointeraux (1740-1830), Joseph-François Désarnod et P. Hamon au début du XIX^e siècle¹⁶⁰⁸. Ensuite, pendant la seconde partie du siècle, l'intérêt se porte sur le chauffage central avec les architectes Émile Trélat (1821-1907), Marius Vallin et Joseph Vaudremer (1829-1914). Trélat avance une conception tout à fait originale dans le domaine du chauffage. En effet, il s'oppose de manière vigoureuse au chauffage par conduction d'air pour des motifs de santé et il préconise à la place le chauffage rayonnant¹⁶⁰⁹. *Tout ce qui vient d'être dit enseigne que pour établir un chauffage salubre dans une habitation, il faudra : 1° Porter les surfaces des enveloppes au milieu desquelles nous vivons, celles des murs, des planchers ou des plafonds aussi bien que celles des meubles, à une température telle que les radiations calorifiques qu'elles émettent, et que nous recevons, ne contrarient pas la température physiologique du corps ; 2° Maintenir l'atmosphère intérieure à une basse température, pour que la respiration soit efficace avec le moindre travail des poumons.*

*On ne peut satisfaire à ces conditions qu'en renonçant à chauffer le local habité avec de l'air qu'on y respire. C'est la condamnation des calorifères à air chaud et des cheminées à air chauffant, qui fonctionnent pendant l'occupation du local*¹⁶¹⁰. L'architecte lyonnais Marius Vallin, qui construit en Savoie, défend le chauffage central à air par calorifère de cave en brique¹⁶¹¹. Joseph Vaudremer, quant à lui, recommande le chauffage à vapeur dans différents projets dont celui du lycée de Montauban : *tandis que Collin*

aucun risque de contamination de l'air par les gaz de combustion contrairement à certains modèles de calorifère à air. RICHARDSON, Op. Cit, 129 p.

¹⁶⁰⁸COINTERAUX François, *Chauffage économique nouvellement imaginé par Cointeraux*, 1810, Paris.

DÉSARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. Désarnod*, Paris, Dessenne et Gattey, 1789, p. 116.

¹⁶⁰⁹ Trélat s'oppose aussi bien au calorifère à air qui peut être éventuellement dangereux si les parois métalliques ou maçonnées du four sont poreuses aux CO et/ou CO₂, gaz qui peuvent alors circuler dans les espaces à chauffer. Il refuse également les systèmes type Perkins ou aucun contact n'est possible entre les gaz de combustion et l'air des espaces à chauffer car de l'eau chaude ou de la vapeur sont interposées. C'est donc l'air chaud qu'il condamne et non la manière de le chauffer.

¹⁶¹⁰ TRELAT Emile, SOMASCO Charles, *Le chauffage et l'aération des habitations*, Bibliothèque des Annales économiques, Paris, 1889, p. 4-5.

¹⁶¹¹ VALLIN Marius, *Chauffage et ventilation par les calorifères à chaud*, Dépollier et Cie, Annecy, 1869, 25 p.

*conçoit l'horloge, Vaudremer impose Grouvelle et son système de chauffage à vapeur, parfaitement hygiénique non sans mal, car la Ville est tout d'abord réticente à adopter un système aussi onéreux pour la pose et l'entretien*¹⁶¹².

Malgré les louables efforts de certains, nous ne serons pas donc pas étonnés de lire de la plume de Jean Fourastié : *En dehors des beaux quartiers de Paris et de Lyon, le chauffage central et la distribution d'eau chaude étaient rarissimes en 1946* ¹⁶¹³. Cette affirmation tout à fait confirmée par une étude sommaire des statistiques de confort pour notre pays. Le « vrai confort » un peu généralisé tel que nous le connaissons aujourd'hui ne se développe qu'après la seconde guerre mondiale... Pourtant les ingénieurs de notre pays (Péclet, Morin, Ser pour le XIX^e siècle et Missenard pour le XX^e siècle) ne peuvent en être tenus pour responsables. En effet, ils publient des ouvrages pertinents qui sont traduits et cités par leurs collègues étrangers. Pour des raisons d'économie, d'hygiène, de productivité ou de sécurité, les nouveaux systèmes sont appliqués aux espaces collectifs : théâtres mais surtout prisons, hôpitaux et serres. Ces espaces n'ont rien à voir avec l'image du confort domestique. De même on peut lire que les radiateurs ne peuvent être mis dans les intérieurs des classes élevées, cet objet « industriel » étant inacceptable, à moins de le cacher derrière des apparences élégantes. Le fait que les moyens modernes de chauffage naissent dans la sphère productive, dans le « nouveau monde », et qu'ils soient utilisés en premier dans les hôpitaux et les prisons, lieux qui accueillent les rebus sociaux, les associe à une image socialement négative. Ces aspects symboliques n'engagent pas la bourgeoisie à faire usage de ces nouveaux moyens de confort, malgré leurs commodités.

¹⁶¹² Lettre de Joseph Vaudremer au maire de Montauban, 2 octobre 1885, Arch. mun. de Montauban, 17M4, THOMINE Alice, *Joseph-Auguste-Émile Vaudremer (1829-1914) : Le parcours singulier d'un artiste bâtisseur au XIX^e siècle*, Picard, Paris, 2004.

¹⁶¹³ FOURASTIE Jean, *Les Trente Glorieuses*, Fayard, Paris, 1979, p. 137.

Fanny Beaupré et Roger-Henri Guerrand dans *Le confident des Dames* ouvrage historique sur le bidet et l'intimité font l'hypothèse que les raisons morales sont des obstacles efficaces au confort¹⁶¹⁴. Lorsque le général Morin traite du chauffage des casernements militaires, il écrit : *aussi n'entend-on pas fournir aux troupes les moyens de rester enfermées dans des chambres continuellement bien chauffées. Ce serait faire contraire à l'esprit et aux exigences du service militaire. Ces allocations sont donc seulement destinées à entretenir du feu dans quelques chambres où, dans les temps froids et pluvieux, les hommes, surtout ceux qui rentrent de service ou corvée, et les détachements de recrues casernés le jour de leur arrivée, puissent se chauffer et se sécher*¹⁶¹⁵.

Au milieu du XIX^e siècle, le confort n'est toujours pas du goût de nombreux moralistes. Sous le Second Empire, par exemple, le fameux Mgr. Pie, évêque de Poitier et champion de l'ultramontanisme, dénonce : *ce confort qui énerve les caractères, qui dévore, comme une plante parasite, les forces vitales de l'âme, qui rapetisse les intelligences et concentre l'homme tout entier dans les soins minutieux d'un assemblage de boudoir, dans ces mille riens qui sont devenus une nécessité du temps présent*¹⁶¹⁶.

Dans *Instruction pastorale sur l'esprit de renoncement et de sacrifice, carême de 1853*, le caractère diabolique du confort est avancé. L'absence de confort pourrait-elle fonctionner comme distinction sociale?

Si l'ensemble de l'élite sociale et culturelle ne place pas le chauffage, l'éclairage et l'eau courante au premier rang de ses préoccupations, alors même que l'avancée des techniques permettait d'en munir facilement les habitations, c'est autant pour faire prévaloir sa richesse et sa distinction - le marquis de Bonneval ne relate-il pas dans ses Mémoires que les suspensions à pétrole étaient faites pour les gens qui n'avaient pas les moyens de brûler tous les soirs des bougies et qui

¹⁶¹⁴ BAUPRE Fanny, GUERRAND Roger-Henri, *Le confident des dames, Le bidet du XVII^e au XX^e siècle : histoire d'une intimité*, La Découverte, Paris,

¹⁶¹⁵ MORIN Arthur Jules, Général, « Expériences sur une cheminée en usage dans les casernes et dans les hôpitaux d'Angleterre », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 192-193.

¹⁶¹⁶ Idem p. 113-114.

ne disposaient pas du matériel domestique suffisant - que par souci de dominer le corps et de ne pas se laisser à la mollesse qui avait perdu l'aristocratie.

Le confort, qui nous vient d'Outre-Manche puis d'Outre-Atlantique, serait-il l'une des caractéristiques d'un monde protestant¹⁶¹⁷.

La situation de l'Amérique du Nord et des USA est assez différente. Le titre des traités de chauffage comprend systématiquement le mot « pratique »¹⁶¹⁸. Ces livres sont courts, de 200 à 300 pages et vont à l'essentiel : la description des différents systèmes de chauffage central. Mettons en regard le *Cours de construction civile, chauffage et ventilation des lieux habités* de Planat qui comportent 600 pages dont une majorité consacrée à la cheminée et aux poêles pour ne consacrer que 150 pages au chauffage central moyen réellement efficace¹⁶¹⁹. On peut s'interroger sur les raisons de ces différences : le climat plus rigoureux est un élément essentiel. Le poids des classes moyennes américaines, avides de confort et possédant des moyens matériels ne doit pas être sous-estimé. Il ne faut cependant pas négliger de chercher du côté psychologique également ; une croyance au progrès technique et à ses applications est plus forte dans le nouveau monde qui s'identifie plus volontiers au changement qu'ailleurs. Les propos de E. E. Marcy, médecin américain en visite en Europe, évoque cette distance : *When in Europe two years ago, I examined with a considerable care, the house heating contrivances of the England, France and Germany, and I am quite certain that there is nothing in either one of these countries which can be compared with your apparatus, in healthfulness and all*

¹⁶¹⁷ Le protestant se sentirait-il le droit de jouir du confort en ce bas monde, le catholique attendant l'enfer pour se réchauffer ?

¹⁶¹⁸ Ce vocable renvoie sans doute à une réalité nord-américaine, dans la seconde moitié du XIX^e siècle, en effet, les ingénieurs formés dans des écoles sont forcément « importés », les autres, plus nombreux, sont formés sur le tas dans les entreprises comme les *machine shop* dont il sera question pour l'histoire du chauffage urbain et de Birdsill Holly. Formation pratique entraînerait donc traités pratiques.

¹⁶¹⁹ PLANAT Paul, *Cours de construction civile - Chauffage et ventilation des lieux habités*, Ducher et Cie, Paris, 1880.

*other qualities. It would be a philanthropic and probably profitable entreprise to introduce your excellent Steam Heaters into these countries*¹⁶²⁰.

C'est donc pourquoi à partir de 1850, les progrès déterminants sont réalisés Outre Atlantique. En tête, citons la naissance du chauffage urbain en 1877 à Lockport dans l'état de New-York et son expansion dans les grandes villes dès 1882. Quelques brevets signent cette tendance également, en particuliers ceux des radiateurs et des chaudières modulaires¹⁶²¹. Ces éléments et ces systèmes prendront le chemin de l'Europe avec plus ou moins de lenteur suivant les pays. Le rôle et l'importance numérique des classes moyennes Outre-Atlantique ainsi que les rigueurs climatiques furent très probablement responsables de ces différences de diffusion¹⁶²². Le renouvellement du bâti du centre des villes importantes nord américaines est considérablement accéléré par rapport à celui de nos villes européennes toutes périodes confondues¹⁶²³. Il permet de profiter au mieux de chaque nouvelle invention ou équipement à proximité. Philippe Gresset dans l'idéal américain expose des éléments qui nous intéressent tout particulièrement *L'Amérique devant être bâtie dans ce projet est celle de la classe moyenne seulement animée, ainsi que le souligne quelques années plus tard Alexis de Tocqueville dans son brillant essai, De la démocratie en Amérique (1835), par la passion du bien-être matériel. Le projet d'individualisation raisonnée de la demeure est l'avenir de l'architecture malgré la subjectivité relative de la notion de confort; à ce propos Tocqueville conclut : En Amérique, la passion du bien-être matériel n'est pas toujours exclusive, mais elle est générale; si tous ne l'éprouvent point de la*

¹⁶²⁰ BAKER, SMITH & Co, *Warming and ventilating by steam and water*, Baker, Smith & Co, Chicago, 1885, p. 45.

¹⁶²¹ Modulaires c'est-à-dire fait d'éléments qui se répètent à l'identique et sont assemblés en fonction des besoins.

¹⁶²² Notons que, du coup, les installations de chauffage dans les immeubles du XIXe siècle à New-York sont quelques peu obsolètes aujourd'hui, d'où des dysfonctionnements fréquents et des nuisances sonores tout à fait impressionnantes, spécialement pour un visiteur européen.

¹⁶²³ Ce renouvellement peut résulter d'un incendie comme dans le cas de Chicago en 1872 mais surtout de l'attractivité des centres d'affaires produisant une densification successive. France Vanlaethem m'a décrit assez précisément ce phénomène dans le cas de Montréal et des villes canadiennes sur lesquelles elle préparait une exposition pour le Centre Canadien d'Architecture.

*même manière, tous la ressentent. Le soin de satisfaire les moindres besoins du corps, et de pourvoir aux petites commodités de la vie y préoccupe universellement les esprits*¹⁶²⁴.

Il est intéressant de noter que ces remarquables inventions nord américaines étaient connues des spécialistes français : Planat dans son *Cours* publié en 1880 écrit : *En Amérique cependant se manifeste de plus en plus la tendance à organiser le chauffage en commun pour une maison entière , et même pour un quartier(...) Le grand avantage de la cheminée est de donner la vue du foyer, qui est toujours agréable, et de fournir une puissante ventilation. (...) Il faut bien reconnaître que la cheminée constitue, avec les poêles, le seul moyen de chauffage possible pour les appartements particuliers (...) chaque locataire veut se chauffer à sa guise, indépendamment des voisins*¹⁶²⁵.

Dans un imaginaire de progrès, la vapeur a une image virile, celle du chemin de fer, les machines, de la production, de l'industrie. Elle représente la puissance mais aussi un certain danger s'en dégage. Films et illustrations autour du chemin de fer et du monde industriel rendent compte de ces images. Cela peut expliquer l'engouement américain pour qui ce moyen représente le progrès, l'audace de la nouveauté et qu'ils l'acceptent volontiers pour leur chauffage domestique. Alors que les Français, plus méfiants, cantonneraient la vapeur dans les gares, celles-ci parfois hors de la ville¹⁶²⁶. De la même manière, les chaudières à vapeur sont reléguées hors les murs des bâtiments par la réglementation¹⁶²⁷.

Notons qu'aujourd'hui, une grande compagnie française de chauffage

¹⁶²⁴ GRESSET Philippe, *Américanisme et modernité : l'idéal américain dans l'architecture*, dirigé par J.-L. Cohen et H. Damisch, Flammarion, 1993, pp. 37-50 & p. 45.

¹⁶²⁵ PLANAT Paul, *Cours de construction civile - Chauffage et ventilation des lieux habités*, Ducher et Cie, Paris, 1880, p. 490.

¹⁶²⁶ Un des exemples le plus frappant est celui de la gare Orléans les Aubrays.

¹⁶²⁷ Dans un décret de 1880, on peut lire que sur les trois catégories de chaudières à vapeur, seule la 3^e et plus petite peut être présente dans une maison d'habitation. *Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction*, Planat, Paris, 1888-1892, p. 169. Notons que les explosions de chaudières n'étaient pas rares, dans le fichier de la bibliothèque de l'Ecole des Mines se trouvent de nombreuses références dont on peut citer à titre d'exemple : SAUVAGE Edouard, *Enquête sur les explosions de chaudières à vapeur en Grande Bretagne*, Dunod, Paris, 1877, 28 p. et WALCKNEAR C., *Notes sur l'explosion d'une chaudière à vapeur dans un hôtel à Hartford, USA*, Dunod, Paris, 1889, 14 p.

urbain hésite à communiquer à l'aide de la vapeur, son véhicule caloripporteur, car celle aurait une image vieillote, voir archaïque. La vapeur serait-elle maudite? Il ne semble pas que l'image un peu plus fade de l'eau chaude, utile pour la lessive, la cuisine et pour faire le thé motive plus nos hexagonaux. On peut de la même manière s'étonner que les aspects protecteurs et féminins de la serre chaude n'aient pas gagné l'univers domestique. Peut-être étaient-elles associées de trop près de la production et à la nature pour être transposables.

Pour conclure les raisons faisant obstacle à la diffusion des nouveaux moyens peuvent être résumés de la manière suivante. Les raisons morales : la France doit produire des soldats et donc les jeunes doivent s'endurcir. Des raisons sociales : les valeurs aristocratiques de représentation prévalent devant les valeurs bourgeoises de confort. Des raisons de santé : une chaleur excessive serait mauvaise pour la santé ; le monoxyde et le dioxyde de carbone sont mortels et filtrent à travers certains systèmes de chauffage. Des raisons de sécurité : les chaudières explosent parfois d'où la nécessité de maintenir celles-ci à l'écart. Des raisons culturelles : une certaine hostilité française aux changements surtout s'ils proviennent de l'étranger. Enfin, le secteur domestique est encore moins enclin aux innovations que les autres secteurs.

Pour conclure

Ce travail a permis de réunir des connaissances sur l'histoire du chauffage et de dégager quelques idées fortes à partir des pratiques et des écrits. Ainsi, il a pu être établi que le confort est autant un phénomène culturel qu'un besoin. De même, on peut dire que les variations climatiques ou que les pénuries de combustibles n'ont pas automatiquement des effets sur l'évolution technologique.

On constate un scepticisme régulier vis-à-vis de l'innovation technique et surtout de ces applications domestiques. Cela démontre que nous sommes dans un pays relativement « frileux », sinon carrément conservateur sur les aspects techniques¹⁶²⁸. Cette attitude affecte les particuliers comme les professionnels, même si cela s'exprime de manière plus nuancée.

Parmi les découvertes les plus stimulantes, il y a les influences des moyens modernes de chauffage sur les formes architecturales. Ainsi le chauffage central comme le chauffage urbain sont de bons alliés du plan libre et des toitures terrasses. De même, il a été établi que le chauffage urbain en supprimant totalement les conduits des fumées avait permis le développement des gratte-ciel à gradins. Les relations entre chauffage et architecture se situent autant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. Longtemps, à l'intérieur, la cheminée remplit sa fonction d'appareil de chauffage, mais joue également le rôle décoratif et structurant d'un élément exceptionnel. Lorsque les poêles de céramiques s'installent dans notre pays, ils font l'objet de traitements décoratifs, ils entrent dans l'enveloppe de commodes, de stèles placées dans des niches. Pendant les débuts du chauffage central, on cherche à cacher les conduits et les

¹⁶²⁸ Dans la période de l'après-guerre, l'automatisation de la machine à laver le linge a rencontré des obstacles culturels et psychologiques. De même, le micro-onde existait dans le monde anglosaxon depuis au moins dix ans avant qu'il apparaisse en France.

appareils par exemple dans des colonnes ou sous forme de sculpture. Les premiers échangeurs de chaleur, qui cherchent leurs formes, tentent de se dissimiler. Lorsque les radiateurs arrivent d'Outre-Atlantique chargés de décorations, ils se font accepter petit à petit. Puis, plus sobres, ils sont positionnés afin d'optimiser le confort et non pour suivre des conventions esthétiques. Enfin, avec les parois rayonnantes et le chauffage à air pulsé, on atteint une certaine dématérialisation des appareils de chauffage. Tandis que le confort thermique ne cesse d'augmenter, les moyens afin de l'obtenir semblent disparaître à l'échelle urbaine, comme à l'échelle domestique.

À l'extérieur, les conduits de fumées passent volontiers d'une contrainte à un objet de traitement décoratif. Les toitures des châteaux de la Renaissance sont véritablement ornées de souches avec leurs mitres. Un autre d'exemple est la cheminée en surépaisseur sur la façade, qui apparaît, dans un premier temps, pour des raisons d'inflammabilité des matériaux puis se développe comme recherche esthétique à part entière¹⁶²⁹. Chaque région, chaque pays, chaque époque traitent ces conduits de fumées différemment et trouve son style. La réduction de la taille des cheminées et de leurs conduits, leur dévoiement sur les côtés permettent de localiser un plus grand nombre de cheminées le long d'un mur et donc de chauffer potentiellement plus d'étages. Dans ce sens de l'accroissement des étages, l'étape suivante correspond à l'invention de conduits standard en poterie que l'on positionne le long et au sein des murs de refend, puis également des murs mitoyens. Cela crée en toiture de véritables murs de souches qui jouent un rôle dans le traitement esthétique des façades en créant des rythmes verticaux, alternant avec l'oblique des tentes, et caractérisent les constructions d'une époque.

¹⁶²⁹ De Viollet-le-Duc à Bonnier !

Au cours de ces recherches, on a pu constater que les innovations avaient souvent lieu du côté de la production et non du confort. Ainsi, quand le chauffage central émerge c'est dans les filatures, pour faciliter la production, puis dans bâtiments publics. L'espace domestique vient presque toujours en dernier pour le confort thermique. On observe le même phénomène lorsque la climatisation moderne apparaît dans les usines textiles du sud-est des USA, entre 1895 et 1918, non pour améliorer les conditions de travail mais pour stabiliser l'hygrométrie et ainsi provoquer des conditions de production stables dans un contexte d'automatisation croissante¹⁶³⁰. On peut s'interroger sur la situation actuelle à l'aune de cet éclairage. Il semble qu'actuellement, on nous fait croire que l'on s'occupe de notre confort, en fait pour mieux nous vendre des quantités de trucs à l'utilité discutable, et qui accroissent parfois la couche d'ozone ce qui donc, à terme, nuit à notre confort...

Même si ce travail résulte de bien des années de recherches et d'investissements, il est cependant la première étape dans un nouveau champ de recherches. J'ai focalisé intentionnellement sur des périodes particulièrement méconnues et fructueuses pour l'invention du chauffage, comme la fin du XVIII^e siècle et le début du XIX^e siècles. D'autres périodes pourraient bénéficier de développements plus approfondies comme le chauffage au gaz et le chauffage électrique. Le passage d'échangeurs thermiques, plus ou moins performant, à l'objet « radiateur », puis à celui de « convecteur » ainsi que l'évolution formelle de celui-ci me semble un bon sujet d'études post-doctorales. La question de l'apparition des radiateurs, traitée en deux phrases et une note dans l'ouvrage pourtant bien documenté de Cecil D. Elliot, me semble mériter plus que cela¹⁶³¹.

¹⁶³⁰ COOPER Gail, *Air-conditioning America, Engineers and the Controlled Environment, 1900-1960*, John Hopkins University Press, Baltimore, p. 20.

¹⁶³¹ ELLIOT, Op. Cit, p. 282.

J'ai cherché sur les travaux de Jean Simon Bonnemain comme j'ai tenté de restituer le contexte quotidien de l'inventeur. Sans doute n'est-il pas le seul à mériter ce type d'attention : Jean-François Désarnod, le marquis de Chabannes et bien d'autres pourraient mériter des recherches approfondies.

Les relations étroites entre chauffage et ventilation, n'ont pas facilité ma tâche, car il ne fallait pas ajouter encore des nouvelles parties à traiter... J'ai donc tenté dans la mesure du possible de maintenir la ventilation à distance. Cependant, avec la ventilation thermique et certains calorifères à air, cela n'a pas toujours été possible, sans compter le cas des hôpitaux où l'un ne va pas sans l'autre. Néanmoins, il me semble que c'est également un territoire à explorer sur le plan historique et les idées ne manquent pas.

Bon nombre d'intervenants, à partir du XIX^e siècle, étant d'anciens élèves de l'École centrale des arts et métiers, des recherches plus approfondies dans cette direction devraient être fructueuses. On a vu que les traités de chauffage étaient fréquemment issus d'enseignement, cela pourrait être un point de vue pour de nouvelles recherches et l'occasion de voir et de présenter la question sous l'angle pédagogique ou comparatiste (en France à différentes périodes, ou à la même période dans différents pays). D'autant que certaines archives, ou bibliothèques posséderaient des cours manuscrits¹⁶³².

Afin de poursuivre ces recherches sous un angle renouvelé, il est possible de développer les études par programmes, esquissé avec l'histoire du chauffage de l'hôpital de Lariboisière au cœur de débats entre eau chaude et vapeur, ventilation thermique et propulsion

¹⁶³² Le cours manuscrit de Trélat au Conservatoire des Arts et Métiers a été conservé dans un fond distinct des autres : celui des archives de l'École (dixit Valérie Nègre et Robert Carvaix) Le cours manuscrit d'André Missenard à L'école des Beaux-Arts est conservé à la bibliothèque de l'école, et sans doute accessible après quelques mois d'attente... L'existence de ces « cours » laisse imaginer qu'on devrait pouvoir en trouver d'autres avec beaucoup d'opiniâtreté et beaucoup de temps devant soi.

mécanique¹⁶³³. D'autres types de bâtiments seraient propices à des recherches de ce type, par exemple, les lycées et autres établissements scolaires¹⁶³⁴. Sur le logement lui-même, il est possible de focaliser sur une période et un type : comment passe-t-on de la cheminée au chauffage central dans le logement social à Paris pendant la première partie du XX^e siècle¹⁶³⁵ ? Un autre angle d'étude possible consisterait à utiliser les encarts publicitaires sur les appareils de chauffage dans différents supports de presse à différentes époques.

Lors de cette recherche, j'ai croisé un certain nombre de brevets anglais, français, et j'en ai fait reproduire certains. Les descriptions et les dessins joints sont souvent très utiles pour comprendre le fonctionnement de ces appareils. J'ai été tentée par une étude systématique des brevets, cependant j'ai reculé en raison des coûts de reproduction assez élevés à l'Institut National de la Propriété Industrielle¹⁶³⁶. Cela peut faire l'objet de recherches ultérieures (avec financements) ou avec le soutien matériel des institutions correspondantes.

Quelques remarques s'imposent sur les conditions de recherches. Évidemment, rien ne m'a vraiment empêchée matériellement de faire cette thèse, ni même de l'achever plus rapidement. Cependant, il faut tout de même noter que les trois mois passés à la bibliothèque Avery de Columbia University m'ont permis de faire l'équivalent d'un an de recherche à Paris. En particulier, en ce qui concerne les traités et autres dictionnaires d'architecture qui étaient très facilement accessibles et

¹⁶³³ GALLO Emmanuelle, « *Ventilating and Heating Lariboisière Hospital, a Scientific Debate in Paris 1848-1878* », poster pour la 3^{ème} conférence internationale pour l'histoire des hôpitaux *Form+Function, the Hospital*, McGill University, Montréal, 19-21 juin 2003, (version pdf sur mon site). Une version plus substantielle en français est en cours de réécriture pour la revue de la Société Française d'Histoire des Hôpitaux.

¹⁶³⁴ Régulièrement nous évoquons avec Marc Le Cœur, également doctorant de Gérard Monnier, la perspective d'écrire un article ensemble sur cette question.

¹⁶³⁵ Un séjour prolongé aux Archives de Paris devrait permettre de donner des réponses statistiques précises...

¹⁶³⁶ J'ai écrit à l'historienne de L'INPI, afin de bénéficier d'un tarif préférentiel ou d'une gratuité des copies, pour motif scientifique, mais je n'ai obtenu aucune réponse. Depuis, j'ai découvert qu'un autre

reproductibles, puisque disponibles également en fac-similé. Parfois, la complexité des institutions et leurs différents fonds d'archives étonnent. Par exemple, le CNAM possède une bibliothèque de l'école à Paris, une médiathèque du musée, des archives de l'école, des archives du musée (à deux endroits différents), une collection de dessins et d'objets, chacun possédant des éléments déterminants. Au moins, ils sont ouverts et réactifs. La bibliothèque de l'école des Beaux-Arts qui possède une collection remarquable dans le secteur du chauffage demande trois mois pour sortir un livre ; et l'on vous fait bien comprendre que, moins vous dérangez, mieux c'est... Autant dire que le jour, où l'accès sera à nouveau possible dans des conditions « normales », on va pouvoir enfin travailler sur nombres d'ouvrages inaccessibles. Quant à la bibliothèque de l'Institut Français d'Architecture, longtemps le seul endroit où l'on pouvait faire des photocopies des périodiques anciens a fermé pour on ne sait combien de temps. J'ai pu faire quinze jours de numérisation des planches de la *Revue Générale d'Architecture et des Travaux Publics* juste avant la fermeture.

Si l'on en croit certains enseignants, la pluridisciplinarité est indispensable à tous travaux un peu ambitieux aujourd'hui (propos tenus au séminaire d'Anne-Françoise Garçon). Si j'approuve tout à fait cette assertion, j'ai eu l'occasion de constater que certain(ne)s bibliothécaires ignoraient totalement ces audaces et réclamaient des justifications répétées quand une personne dotée d'une carte d'étudiant en histoire de l'art demandait à consulter la *Feuille du Cultivateur*, année 1799... La pluridisciplinarité semble ignorée également à la bibliothèque de la Faculté de médecine de Paris¹⁶³⁷. Pourtant les débats sur l'hygiène entre architectes, médecins, urbaniste et ingénieurs, ne sont pas d'une originalité folle.

lieu servait de dépôt aux brevets le CNAM et, aujourd'hui, le centre de documentation du Musée des Arts et Métiers. Mais alors le temps manquait...

¹⁶³⁷ Il n'y a que les médecins basanés qui sont encore plus mal accueillis dans cet endroit...

La palme de l'incompétence et de la mauvaise foi est détenue par deux services municipaux. Les archives municipales de Nanterre, où dès que l'on rentre la conservatrice se jette sur le téléphone pour appeler une copine et ne répondre à aucune question. Ce n'est certainement pas les moyens qui manquent à cette mairie. À Paris, le service central des cimetières met trois mois pour écrire que rechercher les tombes des disparus ne relève pas de leur travail, et vous renvoie sur les archives municipales de la Ville qui ne possèdent aucune archive de ce type. Il y a heureusement quelques bonnes nouvelles : la numérisation du catalogue de la bibliothèque Nationale a fait re-émerger quelques livres difficiles d'accès et de reproduction. Gallica a rendu accessible à tous Louis Savot comme Eugène Pécelet. Bientôt, le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* sera prochainement accessible par le CNUM, comme le sont déjà les rapports des expositions industrielles et universelles et la revue *Annales du Conservatoire des arts et métiers*.

Ce travail représente une véritable aventure intellectuelle, et une ouverture sur des périodes que je connaissais peu. L'aspect pluridisciplinaire complique et ralentit le processus d'appropriation mais correspond à un enrichissement incontestable. Ces recherches m'ont permis de croiser une grande variété d'archives, en particulier iconographiques¹⁶³⁸. Il est émouvant de retrouver des manuscrits des inventeurs sur lesquels on étudie : François Cointerau, Jean Simon Bonnemain, Claude Molard, le marquis de Chabannes. J'ai été particulièrement captivée par la fin du XVIII^e et le début du XIX^e siècles une période incroyablement riche d'inventions.

Dans ce parcours, il y a aussi les découvertes que l'on fait, à côté de son sujet principal, comme les origines des gratte-ciel de Villeurbanne qui

¹⁶³⁸ J'ai en projet quelques sujets d'expositions.

doivent plus à l'ingénieur qu'à l'architecte, ingénieur à l'origine du réseau de chauffage urbain.

Pendant ces années, j'ai accumulé des connaissances, mais j'ai également beaucoup progressé sur le plan méthodologique. J'ai acquis une foule de petits trucs de chercheurs dans le labyrinthe des fonds parisiens : comme, par exemple, consulter l'index du *Moniteur Universel* à la Bibliothèque historique de la Ville de Paris et aller consulter les exemplaires sous forme de microfilm à la bibliothèque administrative de la Ville de Paris, pour pouvoir faire des reproductions...

Un certain regain d'intérêt actuel pour les problématiques thermiques, ainsi que de nouveaux contacts avec d'autres chercheurs Français ou étrangers, devaient permettre de donner de nouveaux développements scientifiques au domaine de l'histoire du chauffage et de la ventilation ou à celui, plus vaste, de l'histoire du second œuvre.

Technical Modernity and Use Value: the Heating of Dwellings Buildings in France

L'histoire du chauffage des bâtiments d'habitation est ici étudiée dès les foyers des origines, comme les inventions Romaines ainsi que les dispositifs de l'Europe archaïque. La cheminée centrale, puis adossée, leurs évolutions formelles sont présentées, comme l'émergence des poêles alémaniques et leurs transformations. On s'est attaché à étudier comment les traités d'architecture abordent les problèmes de chauffage (XVI^e-XVIII^e siècles), puis les premiers traités de chauffage (XVII^e-XVIII^e siècles). On a détaillé les premières expériences de chauffage centralisé qui apparaissent au XVIII^e siècle et se développent au XIX^e siècle tant sur les plans pratiques que théoriques.

L'histoire de l'apparition du chauffage urbain, aux USA, en Europe et en France fait l'objet d'un traitement privilégié avec un développement du cas du réseau de Villeurbanne (l'un des deux premiers avec Paris). L'histoire du chauffage durant le XX^e siècle, moins radicalement novatrice, est présentée plus sommairement, mais articulée avec la création architecturale de l'époque.

The history of heating of dwellings is here studied from the origins hearthes, to the Roman's innovations and the technical devices in archaic Europe. From centred fire places, to mantelpiece leaned again the walls, the different shape evolutions of chimneys are presented as the emergence of Alemanic stoves and their transformations. We show how the architectural treatises approach the heating issues (16th to 18th centuries) and the first heating treatises (17th to 18th centuries). The early experiments on centralized heating, which appeared

During the 18th century and developed during the following century, on a theoretical point of view as well as a practical one, were precisely detailed. The history of the invention of district heating, in the USA, in Europe, and in France are also studied a precise way, with a larger development on Villeurbanne's network ; one of the two first with Paris. The history of heating during the twentieth century, less radically innovative, is presented more briefly, but with close connections with the architectural production of the time.

Mots clefs :

Histoire du chauffage de domestique, histoire du chauffage urbain, histoire des cheminées, histoire des poêles, histoire du chauffage central

Discipline : Histoire de l'architecture

Laboratoire : Histoire culturelle et sociale de l'art, EA4100
Université de Paris I

**Université Paris I Panthéon Sorbonne
UFR Histoire de l'art et archéologie
Formation doctorale en Histoire de l'art**

**Modernité technique et valeur d'usage :
le chauffage des bâtiments d'habitation en France**

Volume II

Thèse présentée par :
Emmanuelle GALLO

Sous la direction de :
M. le professeur Gérard MONNIER

Jury :
Denis Woronoff, Jean-François Belhoste, Laurent Baridon

Décembre 2006

Sommaire des annexes

Volume II

Sources	4
Archives	4
Périodiques	13
Visites d'expositions, de musées	14
Sites Internet	15
Bibliographie	17
Appareil documentaire	70
Petit précis de physique, de chimie et de physiologie	70
Thermomètres	70
Les principes de la thermodynamique	71
Les différents modes de transmission de la chaleur	72
Le rayonnement	72
La convection	74
La conduction	74
L'inertie thermique	75
Chaleur et variation dimensionnelle	76
Notions sur la combustion	76
Risques des gaz de combustion	77
Pouvoir calorifique d'un combustible	78
Du corps humain et de ses besoins fondamentaux	78
Les échanges de l'homme avec son environnement	79
Définition des températures d'ambiance et résultante	80
Eléments de l'histoire des sciences portant sur la chaleur	84
Eléments de vocabulaire sur les cheminées	90
Tableau chronologique des traités d'architecture et de chauffage	92
Tableau sur les éléments climatiques	100
Tableau chronologique sur la vie et les travaux de Bonnemain	102

Tableau chronologique des patronymes des poêliers fumistes	107
Tableau chronologique du chauffage dans les bâtiments publics	108
Analyse des causes d'incendies dans Paris (1880-1928)	111
Calorifères à vapeur à Paris par arrondissements (1882-1899)	113
Tableau des entrées de combustibles dans Paris (1880-1914)	115
Les gratte-ciel de New York raccordés au chauffage urbain	116
Premiers réseaux de chauffage urbain en Europe	118
Liste des illustrations	119
Illustrations	137

Sources

Archives

Archives Nationales

AN AD/XIX/1-3 Dossier exposition industrielle, an 9, an 10, 1819, 1844

AN AJ/15/582. *Rapports du conseil des professeurs du Muséum d'histoire naturelle*, 24 Prairial, 4 messidor, 24 germinal, an 7.

Lettre de Lefèbvre à Jussieu du 1^{er} Thermidor an 7.

AN E/2734, Privilège exclusif de 15 ans accordé à Bonnemain par arrêt du 11 février 1783

AN F/4/2333, Comptes et comptabilités du CNAM

AN F/12/513, *Lettres du ministre de l'intérieur à Désarnod*, 28 avril 1806, *Lettres de Désarnod au ministre de l'intérieur*, 24 avril 1806

AN F/12/536-542, Demande et pétition Chaptal

AN F/12/985, Catalogue de l'exposition industrielle de 1806, Catalogue de l'exposition industrielle de l'an 9

AN F/12/985-988, Liste des exposants, exposition industrielle 1806,

AN F/12/986-992, Exposition de 1823 et 1828

AN F/12/991 1823, Document n° 1088 : listes des différentes machines de Bonnemain, exposant n°47

AN F/12/1005/a, Brevet Curaudau

AN F/12/1005/b, Brevet d'Ollivier

AN F/12/1014, Brevet Ravelet

AN F/12/2248, Dossiers combustion, chaudière, poêles et fourneaux

AN F12/2424 Gratifications et secours à accorder aux artistes, 12 septembre 1791

AN F12/2432, dossier sur l'invention de l'incubation artificielle de Bonnemain

AN F12/2465, AN F12/997, Brevet Désarnod

AN F17/3123, lettre de Madame Bonnemain au Roi puis au Ministre de l'instruction publique 1833 puis 1835.

AN, MC/CVIII/152, Devis et marché du 23 juillet 1666 pour les dames de Saint Anastase, dites de Saint Gervais, rue Charlemagne

AN MC ET/CXVII/924, Contrat de mariage de Jean Simon Bonnemain et Anne Geneviève Desbordes devant Maître Margatin notaire, le 23 février 1786

AN MC ET/XVII/1084, Quittance Bonnemain-Guénois Françoise

AN MC ET/VIII/1355, Maître Defaucompret, 22 septembre 1807, Jean Simon Bonnemain est interdit et sa femme comme tutrice par déclaration du conseil de famille... devant M Gobert juge de paix du 12e ardt de Paris 16 mars 1807 enregistré par le tribunal civil de première instance du département de la Seine du 4 avril 1807.

AN Z/1J/555, Description d'une cheminée dans le salon du Palais Royal, Projet d'Oppenord pour le Palais Royal, 28 novembre 1722.

AN Z'H/652, Marché passé pour le bureau de l'Hôtel de Ville pour le quincaillier Barbier pour la fourniture et la réparation de poêles de fonte servant dans l'intérieur de l'Hôtel de Ville et dans les corps de garde.

Archives de Paris

AD 5 Mi2/329

Archives de la préfecture de police de Paris

DB 141, Décret du 18 mars 1824, ordonnance de juillet 1845 sur les appareils à vapeur

DB 488, Ramonage des cheminées

Archives de l'Assistance publique des hôpitaux de Paris

793 FOSS 7, Hôpital maritime de Berk-sur-Mer, 21 plans, 1883.

793 FOSS 32-2, Hôpital de l'hôtel-Dieu (nouvel), 15 plans

793 FOSS 33, Hospice des incurables - Charles Foix (Ivry-sur-Seine), 6 plans dont chaudière

793 FOSS 36, Hôpital Lariboisière, 14 plans dont étuves à vapeur

793 FOSS 46, Hôpital de Ménilmontant (Tenon), 6 plans dont 3 chauffage, ventilation, calorifère

793 FOSS 54-1, Hôpital Saint-Antoine, 16 plans dont chaudière, 1883.

793 FOSS 61, Hôpital Tenon, 7 plans dont chauffage et ventilation

793 FOSS 65, Hôpital Trousseau, 7 plans, 1882

Archives des égouts de Paris

Subdivision Est : 1er, 3ème, 4ème, 5ème, 6ème, 7ème, 10ème, 11ème, 12ème, 19ème, 20^{ème}, quartier de la gare de Lyon, quartier de l'Hôtel de Ville.

Archives du Conservatoire National des Arts et Métiers

CNAM A349, Dossier le moteur de Bonnemain construit pour le CNAM

CNAM N22, Dossier sur les poêles russes de la part du Prince Kourakin

CNAM N25, courrier, dessin et imprimé : *Calorifères Salubres de l'invention de Louis-François Ollivier, Ancien Manufacturier de Fayence ; Porcelaine, Minium et Terre blanche à couverte de Porcelaine, rue de la Roquette n° 37 faubourg Saint-Antoine avec Brevet d'Invention, Orizet, Paris, 1806, 6 p.*

CNAM N26, Poêles, essais comparatifs réalisés par la société d'encouragement sur les poêles de Désarnod et de Curaudau le 29 avril 1817

CNAM N27, Dossier sur les poêles hydraulique de Monpetit, dont *Prospectus des poêles hudraulique, œconomiques et de santé, Paris, 1772, 12 p.*

CNAM N29, Dossier sur les poêles de Thiolier dont *Lettre de M. Thiolier sur l'économie des combustibles, Thiolier 21 rue Neuve des Capucines, Paris, 4 p.*

CNAM N30, Dossier des poêles et cheminées de Curaudau avec dessins

CNAM N31, Dossier du poêle de Fabian Wiede avec dessins couleur

CNAM N32, Etat des dessins de poêles et des mémoires explicatifs

CNAM N33, Dossier sur les poêles cheminées de Bertolini avec dessins

CNAM N34, Dossier sur les poêles de Voyenne avec dessins et *Voyenne et Compagnie Mécaniciens, Paris 2 p.*

CNAM N35, Dossier sur les risques des registres de poêles

CNAM N43, Appareil culinaire de Mr Whiteley avec une chaudière pour les besoins domestiques

CNAM N45, Dossier sur les essais sur différents poêle, hiver 1807-1808, dont *Lettre du marquis de Chabannes aux commissaires nommés par le Ministre de l'Intérieur pour le concours des différents foyers ordonnés au département des Arts, 8 août 1807, Paris, 4 p.*

CNAM N47, Expériences sur le chauffage des églises

CNAM N49, MOLARD Claude, Appareil à circulation d'air chaud produite dans les directions que l'on veut, par la combustion de l'air même que l'on fait circuler, manuscrit, janvier 1808, 5 p.

CNAM, N51, Qualités requises et indispensables pour un bon appareil de chauffage

CNAM N52, Bibliographie sur le chauffage économique, 7 pages manuscrites (beaucoup d'ouvrages allemands)

CNAM U56, Ravelet, rue de la Contrescarpes, n° 12 près l'Estrapade, Imp. Fain et Cie, 4 p.

CNAM U57, Dossier sur le rouissage du chanvre par l'abbé Bralle d'Amiens, utilisation d'un calorifère de Bonnemain

CNAM U61, Poêle de Monpetit

CNAM N71, Trois manuscrits de Bonnemain, Rapport sur un alambic Bonnemain, 1782

CNAM 73, Brevet de John Hoyle pour communiquer la chaleur aux serres, églises, masions et autres bâtiments

CNAM N76, Société d'agriculture, essai sur les moyens d'économiser les combustibles, messidor an 8

CNAM N129, plan, manuscrit de Bonnemain 30 septembre 1807, fourneau hydraulique de cuivre, reçu de paiement

CNAM N135, Construction de deux fourneaux dans le séminaire de Saint-Sulpice

CNAM N148, Poêle Kiel avec dessin

CNAM N151, *Rapport de la société libre d'agriculture du département de la Seine, 1804-1805*

CNAM N156, Dossier poêles Suédois

CNAM N161, *Inventions de Thiolier, Pyrothechnique, 6 p. ; Boites-a-feu du citoyen Thiolier par Brevet d'invention, Imprimerie de Chaigneau, 2 p.*

CNAM N171, Dossier Cointeraux, 1793

CNAM N331 & N333, Traité de caminologie de Clavelin, 1796

CNAM N341, CANCRIN Frantz Ludwig von, *Abhandlung von einem neu eingerichteten, desonders dem Landvolf sehr vorheilhassten, und brandssparenden Vierekkigten Ofen von gegossenen Platten, Blech und anderer Materie, auch einem brandssparenden neuen Rochheerde, in welchen beiden man dann mit Hotz, Zorf und Steinkolhen feurer kann, Krieger, Giessen, 1800, 88 p.*

CNAM N342, KIRCHNER Gerh. Ferd. D., *Bechreibung eines einfachen und wohlfeilen Hotzsparofens in Wohnhäusern, Friedrich Esslinger, Frankfurt, 1799, p. 52.*

CNAM N343, KIRCHNER Gerh. Ferd. D., *Benussung Art der Steinkohlen als Brandmittel in Stuben Oefen, Stettinichen Buchhandlung, Ulm, 1799, 22 p.*

CNAM N344, KIRCHNER Gerh. Ferd. D., *Spar-Oefen bie forwohl zum Kochen als Heissen der Zimmer erfunden sin d; und wo man mit einer Biertelklasster Holz; mehr esswecht, als den andern Oefen mit einer ganzen Klasster*, Baumgärtnerschen Buchhandlung, Leipzig, 14 p.

CNAM N345, CANCRIN Frantz Ludwig von, *Abhandlung von einer Feuersesten, am Brand spahrenden Fruchtbarre, oder Fruchtriege*, Krieger, Giessen, 1799, 60 p.

CNAM N346, KORTE U. M. C., *Praktische Unweissung Holzsparende Stubenofen, Rochheerde und Bratofen mit wenigen Kosten zu bauen*, Bachmann und Gunbermann, Hamburg, 1799, 116 p.

CNAM N347, STROBEL Johann Baptist, *Kurze Leichtfassliche Unweissung Holzersparende Rauch Kassrol und Kochofen nach Danzerichten Grundfassen selbst zu erbauen*, STROBEL Johann Baptist, München, 1799, 144 p.

CNAM M466, *Mémoires de Curaudau sur une pompe et un série de fourneaux*

CNAM N594, *Poêle d'Ollivier*

CNAM N616, *Illustration sur les poêles*, 1818

CNAM P71, *Dossier sur le moteur de Bonnemain*

CNAM T113, *Appareil pour cristalliser le sucre de betterave de Bonnemain*

CNAM T156, *Sur des briquettes vues à l'exposition des Arts*, 30 prairial an 2 (1794)

CNAM U705, *Lettre de Bonnemain du 5 juillet 1808, description d'un four à tirer la soie et l'usage d'un régulateur du feu de Bonnemain à une bassine et un fourneau*

CNAM X24, *Rapport sur un alambic de Bonnemain*

Portefeuille Industriel du Conservatoire National des Arts et Métiers

Fond iconographique

Inv. 13571.321 / 1 à 5, *Poêles de Désarnod*, dessins de Dromard

Inv. 13571.327.1_aa, *Poêle de Voyenne* (CNAM N34)

Inv. 13571.327.2_aa, *Poêle de Bertolini* (CNAM N33)

Inv. 13571.333, *Cuisine économique avec régulateur de feu de Bonnemain*

Inv. 13571.641., *Chauffage à vapeur du théâtre du Vaudeville*

Inv. 13571.643 / 1 à 3, *Chauffage à circulation d'eau chaude de la serre à Bouture du jardin des plantes à Rouen*, par MM. Grouvelle et Granger, 1840.

Inv. 13571.1398., Chauffage et ventilation de l'asile du Vésinet, 1861. (Dr. Van Hecke, calorifère à air)

Inv. 13571.1399/1 à 5, Appareils de chauffage et de ventilation de l'hôpital de Vincennes et de l'hôpital du Gros Caillou, 1861. (Grouvelle)

Inv. 13571.1416/1 à 3, Chauffage et ventilation de l'hôpital de Lariboisière, par MM. Thomas et Laurens, 1861. (chauffage mixte : vapeur et eau chaude)

Inv. 13571.1417., Chauffage et de ventilation du grand Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, par le Général Morin, 1861. (Léon Duvoir-Leblanc)

Inv. 13571.1496/1 à 4, Chauffage à la vapeur et à l'eau chaude ; ventilation par appel par en bas de l'hôpital militaire de Vincennes, 1862. (Grouvelle)

Inv. 13571.1497/1 à 2, Chauffage et ventilation du Théâtre de la Gaité, 1862. (calorifère à air)

Inv. 13571.1591/1 à 3, Chauffage et ventilation de l'hôpital de Lariboisière, par MM. Thomas et Laurens, 1862. (chauffage mixte : vapeur et eau chaude)

Inv. 13571.1677/1 à 3, Appareil de chauffage et d'aération de l'hôpital de Guy à Londres, 1865. (chauffage mixte : eau chaude et air)

Inv. 13571.1678/1 à 2, Chauffage et aération de l'infirmerie royale de Glasgow, 1865.

Inv. 13571.1688/1 à 2, Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, par le Général Morin, 1866. (Léon Duvoir-Leblanc, eau chaude)

Inv. 13571.1689/1 à 5, Appareils de chauffage et de ventilation du petit Amphithéâtre du Conservatoire des Arts et Métiers, par le Général Morin, 1866. (calorifère à air)

Inv. 13571.2234/1 à 6, Chauffage à vapeur des nouveaux bureaux du service central du chemin de fer de l'est par M. Haillot, 1884.

Inv. 13571.2285/1 à 8, Chauffage à vapeur des nouveaux bureaux du service central du chemin de fer de l'est par M. Haillot, 1885.

Inv. 13571.2351., Chauffage simultané avec ventilation par l'eau chaude et l'air chaud, exécuté dans le casernement de l'Ecole polytechnique en 1854 par René Duvoir. (chauffage à l'eau chaude)

Inv. 13571.2352/1 à 2, Projet de chauffage et de ventilation à l'Ecole de la rue des Petits-Hôtels, de la Ville de Paris, par M. René Duvoir, 1885. (calorifère à air)

Inv. 13571.2353/1 à 2, Chauffage et ventilation de la crèche de la paroisse Saint-Ambroise par M. Duvoir, 1885.

Inv. 13571.2354/1 à 7, Chauffage et ventilation de l'hôpital Sainte-Eugénie à Lille par M. Mourcou, 1885.

Inv. 13571.2355/1 à 13, Chauffage et ventilation du chemin de fer du Nord de l'ingénieur Conche, d'Hamelin court, 1885.

Inv. 13571.2356., Chauffage et ventilation de l'asile du Vésinet, 1885. (Dr. Van Hecke, calorifère à air)

Inv. 13571.2357/1 à 22, Chauffage et ventilation du Palais du Corps Législatif, 1869. calorifère à air

Inv. 13571.2358/1 à 3, Chauffage et ventilation du Théâtre de la Gaité, 1885. (calorifère à air)

Inv. 13571.2359/1 à 12, Chauffage et ventilation du Théâtre lyrique 1861, d'Hamelincourt. (calorifère à air)

Inv. 13571.2360/1 à 11, Chauffage à vapeur du théâtre du Vaudeville, 1885.

Inv. 13571.2361/1 à 26, Chauffage et ventilation du Théâtre du Cirque, 1860. (Van Hecke/Léon Duvoir, calorifère à air)

Inv. 13571.2362/1 à 7, Chauffage et ventilation du nouvel Opéra, 1863. (d'Hamelincourt)

Inv. 13571.2370/1 à 4, Appareils de chauffage et de ventilation du Palais de l'Institut par Léon Duvoir-Leblanc, 1885. (Léon Duvoir-Leblanc)

Collections du Musée des arts et métiers

Inv. 00847-0000, *Couveuse artificielle de Bonnemain*, avant 1814 (maquette)

Inv. 07911-0000, Appareil de chauffage à air chaud, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 07912-0000, Appareil de chauffage à air chaud, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 07913-0000, Disposition générale des appareils de chauffage par l'eau chaude, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 07914-0000, Fourneau économique de Joly, exposition universelle 1867 (maquette)

Inv. 09378-0000, Appareil de chauffage à haute pression, système Perkins, construit par Digeon (entrée 1879) (maquette)

Inv. 09421-0000, Appareil pour le chauffage par l'eau chaude, système Perkins (maquette)

Inv. 10593-0000, Appareils de chauffage par circulation d'eau établis dans l'ancienne serre des orchidées du jardin, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10594-0000, Appareils pour le chauffage et la ventilation de la salle des séances de l'Institut de France, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10595-0000, Appareils d'eau établis pour le chauffage et la ventilation des pavillons ouest, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10597-0000, Disposition du chauffage d'appartement par circulation d'eau, établie en 1853, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10598-0000, Appareil de cave pour le chauffage par circulation d'eau, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10598-0000, Appareil pour le chauffage et de la ventilation de la séance de l'institut de France, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 10600-0000, Appareil à circulation d'eau établi pour le chauffage et la ventilation à la préfecture de Police, donné par Mme veuve Duvoir-Leblanc (maquette)

Inv. 35464-0000, Tableau : système de chauffage et de ventilation pour amphithéâtre, salle de cours publics (dessin)

Archives de l'Académie des sciences

BONNEMAIN Jean Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, pli scellé n° 222, pièces jointes aux *rapport de l'Académie des Sciences*, 14 August 1782, Paris, 24 p., 6 pl.

DAUBENTON Louis, DESMAREST Nicolas, *Rapports de l'Académie des Sciences*, 26 avril 1777, Tome 96, p. 638 (Gallica NUM55772)

DAUBENTON Louis, DESMAREST Nicolas, *Rapports de l'Académie des Sciences*, 3 et 14 August 1782, Tome 101, p. 293-298, p. 309-311 (Gallica NUM55777)

« Séance du 21 Brumaire an 6 – Mémoire sur les poêles de Désarnod », *Procès-verbaux des séances de l'académie des Sciences*, 1798-1835, Imprimerie de l'observatoire d'Abbadia, Hendaye, 1910, p. 295-6.

Archives de l'Académie de médecine

Société Royale de Médecine (SRM 191 dr30 n°1) :

- Rapport de FOURCROY De, TILLET, THOURET sur Bonnemain et son régulateur du feu pour chauffer les bains domestiques

- Prospectus imprimé de Jean-Simon Bonnemain : *Objet d'économie - Régulateur du feu*, Le Noir – Clousier, Paris, 1784, 1 p.

Archives de l'Académie d'agriculture

Rapport de la séance du 21 septembre 1814 de l'Académie d'Agriculture sur l'incubation par Bonnemain, par Bosc

Cabinets des dessins du Musée des Arts Décoratifs

Inv. 23955 ancien GF 24, Dessins de cheminées

Cabinet des dessins de la bibliothèque Doucet

Fol° Rés. 92, *Dessins de poêles de formes antique et moderne, de l'invention et de la Manufacture du Sieur Olivier, rue de La Roquette Fg St Antoine. IV R 15*

4° Rés. 104 – IV E 30, *Livre de cheminées nouvellement inventées par G. Feuillet*

Fol° Rés. 28, *Cheminées Girard*

Fol° Rés. 48, *Dessins de cheminées et lambris de menuiseries pour la décoration des appartements Jacques-François BLONDEL*

Archives des Hauts-de-Seine

AD 1Mi259, Recensement de la population de l'an 2 et de 1831

AD 3P2/NAN_11, Cadastre 1823 & 1828

AD 1Mi/NAN_10, Acte de naissance d'Auguste Pierre Bonnemain fils de Jean Simon

AD 5Mi/NAN_5, Acte de décès de Jean Simon Bonnemain 16 janvier 1830
Acte de décès d'Anne Geneviève Desbordes, veuve Bonnemain, 26 mai 1843

DQ14/695, Enregistrement du décès de Jean Simon Bonnemain, le 3 juin 1830

3Q/NAN_DQ14/666, Déclaration des mutations par décès, Jean Simon Bonnemain

D6P2/5/57, D6P2/5/58, D6P2/5/59, Plan du cadastre 1823, Nanterre

Archives municipales de Villeurbanne

Devis descriptif des Gratte-ciel, Société Villeurbannaise d'urbanisme

Contrat entre la société Gentilini & Berton et la Société Villeurbannaise d'urbanisme, 13 juillet 1931

Fond I O 217 H, l'usine d'incinération des ordures ménagères de Villeurbanne, 7 plans

« *Au sujet des travaux d'urbanisme de la Ville de Villeurbanne* », *Rapport à Monsieur le Ministre, Ministère de l'intérieur, Inspection générale des services administratifs, 20 juin 1936, p. 39.*

Fond Fleury

Archives d'André Missenard

MISSENARD André, *Notice sur les travaux scientifiques et techniques de Félix-André Missenard, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Président d'honneur de la Société des Thermiciens*, document dactylographié, novembre 1972, 10 p.

Périodiques

Annales d'hygiène publique et de médecine légale

Architecture d'Aujourd'hui

Archives des découvertes et inventions nouvelles

Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Chantiers (Architecture d'Aujourd'hui)

La Construction Moderne

L'Illustration

Journal des inventions et découvertes

La Feuille du Cultivateur

Le Génie Civil

Magasin Encyclopédique ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts

Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France

Le Moniteur Universel (an XII –1830)

La Nature

Nouvelles Littéraires

Nouvelles de la République des Lettres

Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France

Monuments Historiques

Power

Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal

Revue Chauffage et Ventilation

Revue Générale d'Architecture et des Travaux publics

La science et la vie

Science et Monde

La Technique Sanitaire

La Vie Communale et Départementale

Visites d'expositions, de musées présentant des appareils de chauffage

Ça gaze à Rennes, Rennes, avril-août 1990

Eau et gaz à tous les étages, Pavillon de l' Arsenal, automne 1992

Les manuscrits à peinture en France 1440-1520, bibliothèque nationale, 1993

Rêves d'alcoves, musée des Arts Décoratifs, janvier-avril 1995

Appareils de chauffage, Design miroir du siècle, Grand Palais

Gravure de Poêle, L'œuvre gravée d'Albrecht Dürer, Petit Palais, juin 1996

Le Plumeau, la cocotte et le robot, Arts ménagers, bibliothèque Forney, 1994

Hypocauste, les thermes de Cimiez, Nice

Hypocauste, les thermes de Lugdunum, Saint-Bertrand-de-Comminges

Reconstitution d'hypocauste, musée de Picardie, Amiens

Brasero, Musée gallo-romain de Fourvière, Lyon

Cheminée, Palais des Papes, Avignon

Cheminée du chauffoir, Abbaye de Fontenay

Cheminées, musée national du Moyen Age, hôtel de Cluny

Cheminées, musée national du château de Fontainebleau

Cheminées, musée national de la Renaissance, château d'Ecouen

Poêles, écomusée d'Alsace, Ungersheim

Cheminée et poêle de céramique, musée national de céramiques, Sèvres

Poêles et objets du foyer, musée des arts et tradition populaires, Paris

Poêle métallique XVIII^e, musée de l'histoire du fer, Nancy-Jarville

Poêles et braseros de céramiques, musée historique Lorrain, Nancy

Carreaux de poêles et poêles céramiques ou métalliques, musée des arts et traditions populaires, Nancy

Carreaux de poêles et poêles céramiques, métalliques ou mixtes, musée Alsacien, Strasbourg

Poêles en fonte, Musée Godin, Guise

Poêles céramiques, Schweizerisches Landesmuseum, Zürich

Poêles céramiques, Wohnmuseum Bäregasse, Zürich

Appareil de chauffage, museum für Gestaltung, Design-Sammlung, Zürich

Reconstitution foyer central, poêles, Museum für Kunst und Kulturgeschichte, Dortmund

Ancien palais royal et musée des postes, Prague

Poêle métallique, Schlossmuseum Weimar

Poêles de céramique, Musée paysan, Bucarest

Collection d'appareils de chauffage XIX^e et XX^e, Sciences Museum, Londres

Brasero et cheminées, Sir John Soane Museum, Londres

Visite chez un fabricant de poêle, Oltingue, Alsace

Sites Internet

LENIAUD Jean-Michel, *Répertoire des architectes diocésains du XIX^e siècle*, édition en ligne de l'Ecole des Chartes.

<http://elec.enc.sorbonne.fr/architectes/dico242.php>)

Site sur les ingénieurs anglais de la période victorienne :

Heritage Group of the Chartered Institution of Building Services Engineers
The PERKINS family, Henry MUSGRAVE (1827-1922), Sir Goldworthy GURNEY (1793 – 1875), Wilson WEATHERLEY (1838-1891), the HADEN family, John GRUNDY (1844 -1913), Dr Neil ARNOTT (1788-1874), David Boswell REID MD. (1805-1863)

<http://www.hevac-heritage.org/homepage.htm>

bouton : « Victorian Heating Engineers »

Sur l'histoire du chauffage urbain réalisé par Morris Pierce
<http://www.energy.rochester.edu/dh/>

Site internet de l'Hermann-Rietschel-Institut :
<http://www.tu-berlin.de/fb6/hri/html/institut/index.html>

Sur mon propre site, une bonne partie de mes publications sont accessibles au format pdf, les textes qui sont en attente de publication sont privés de notes.
<http://emmanuellegallo.free.fr>

Bibliographie

Histoire du chauffage

BANHAM Reyner, *The Architecture of the Well-tempered Environment*, The Architectural Press, London, 1969, 319 p.

BELLWALD Veli, *Die Stilgeschichtliche Entwicklung der Kachelöfen*, Bern, 1969.

BELLWALD Veli, *Winterthurer Kachelöfen von den Anfängen des Handwerks bis zum Niedergang im 18. Jahrhundert*, Stämpfli, Bern, 1980, 360 p.

BERNAN Walter (MEIKLEHAM Robert), *On the History and Art of Warming and ventilating rooms and buildings*, George Bell, London, 1845, 2 vol., 231 p. & 335 p.

BLÜMEL Fritz, *Deutsche öfen, Des Kunstofen von 1480 bis 1910 Kachel- und Eisenöfen aus deutschland, Österreich und der Schweiz*, Süddeutscher Verlag, München, 1965, 354 p.

BOOTH L. G., BILLINGTON N. S., « *Thomas Tredgold (1788-1829): Some aspects of his Work* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1979, p. 57-93.

BRODNER E., *Einige Bemerkungen zur Heizung der Aula Palatina in Trier, Germania*, 1965, pp. 277-278.

BREWER Priscilla J., *From Fireplace to cookstove, Technologie and the Domestic Ideal in America*, Syracuse University Press, Syracuse, 2000, 338 p.

BRUEGMANN Robert, « *Central Heating and Forced Ventilation Origins and Effects on Architectural Design* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 37, 1978, p. 143-160.

CADOGAN ROTHERY Guy, *Chimneypieces and Ingles Nooks*, Werner Laurie, London.

CARLIER A., *Histoire du chauffage*, Bibliothèque de Travail, Cannes, 1946, 30 p.

CARLSON & SHEPARD Seth, *A Heritage Unique: The History of the National Association of Plumbing-Heating-Cooling Contractors, 1883-1984*, ASHRAE.

CARPENTIER Henri, *Plaques de cheminées*, Paris, F. De Nobele, 1967, 474 p.

CHATHAM'S John, *Going to Pot, the Glorious Saga of Great British Chimney*, Baron , 1995, 128 p.

CLEMENT D'ARMONT Loïc & LACROIX Michel, *Cheminées des pays de la Loire du Moyen âge au XVIIIe siècle*, Léonce Laget, Paris, 1973, 404 p.

COOPER Gail, *Air-conditioning America, Engineers and the Controlled Environment, 1900-1960*, John Hopkins University Press, Baltimore, p. 20.

DANIELS A. M., « *History of the development of the Radiator* », *Domestic Engineer*, janvier, 1930, p. 49-55.

DEGBOMONT Jean-Marie, *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trêves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Inter-disciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, 1984, 240 p.

DEFFONTAINES Pierre, « *les dispositifs pour le feu* », *L'homme et sa maison*, Gallimard, Paris, 1972, 254 p.

DENIS Marie-Noële, « *Système des feux et mœurs culinaires dans la maison traditionnelle* », *Monuments Historiques*, n° 135, oct-nov 1984, p. 16-20.

Direction des Antiquités historiques d'Alsace, *Le chauffage domestique en Rhénanie de l'époque romaine à nos jours*, non publié, Strasbourg, 1976, 29 p.

DROBECQ Pierre, *La cheminée dans l'habitation*, Vincent et Fréal, Paris, 1942.

DUFTON A. F., « *Early Application of Engineering to the Warming of Building* », *Transactions of the Newcomen Society*, n° 21, 1940, p. 99-107.

ELLIOT Cecil, *Technics and Architecture, the Development of Materials and Systems for Buildings*, MIT Press, Cambridge, 1992, 467 p.

FABER Alfred, *Entwicklungsstufen der Häuslichen Heizung*, R. Oldenbourg, München, 1957, 370 p.

FERACCI J., *Cheminées anciennes*, Jacques Fréal, Paris, 1974, 142 p.

FIERRO Alfred, « *Se chauffer à Paris au XIXe siècle* », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIXe-XXe siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 207-211.

FLETCHER Valentine, *Chimney Pots and Stacks, an Introduction to their History, Variety and Identification*, Centaur Press, 1968, 115 p.

FRANZ Rosemarie, *Der Kachelofen*, Akademische Druck, Graz, 1981, 603 p.

FUSCH Gustav, *Über Hypocausten-Heizungen und Mitteralterliche Heizungsanlagen*, Druck von Gebrüder Jänecke, Hofbuchdruckerei, Hannover, 1910 ; réédition en fac-simile : Bauverlag-Reprint, Leipzig, 1986, 116 p.

GALLO Emmanuelle, « *Chauffage* », *L'art de l'ingénieur, constructeur, entrepreneur, inventeur*, catalogue – dictionnaire de l'exposition au Centre Georges Pompidou, Centre Georges Pompidou – Le Moniteur, Paris, 1997 p.116-117.

GALLO Emmanuelle, « *Ventilating and Heating Lariboisière Hospital, a Scientific Debate in Paris 1848-1878* », poster pour la 3ème conférence internationale pour l'histoire des hôpitaux *Form+Function, the Hospital*, McGill University, Montréal, 19-21 juin 2003.

GALLO Emmanuelle, « *Skyscrapers and District Heating : an inter-related History, 1876-1933* », *Construction History*, vol. 19, 2003, p. 87-106.

GALLO Emmanuelle, « *Thermal comfort in the Viipuri library* », *Construction for sensations*, Docomomo ISC/T, Copenhagen, 2004, p. 100-105.

GALLO Emmanuelle, THOMINE Alice, « *Chauffage et ventilation* », *Le Paris des centraliens, bâtisseurs et entrepreneurs*, Action Artistique de la ville de Paris, Paris, 2004, p. 199-201, direction Jean-François Belhoste.

GALLO Emmanuelle, « *La réception et le quartier des Gratte-ciel, centre de Villeurbanne, ou pourquoi des Gratte-ciel à Villeurbanne en 1932* », *Image, usage, héritage : la réception de l'architecture du mouvement moderne*, (VII^e conférence internationale de Docomomo Unesco, Paris, 16-19 septembre 2002), Presse Universitaire de Besançon, 2005, p. 149 - 152.

GALLO Emmanuelle, *Jean Simon Bonnemain (1743-1830) and the Origins of Hot Water Central Heating*, (2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April 2006), Construction History Society, vol. 1, 2006, p. 1045-1060.

GALLO Emmanuelle, « *La réception des nouveaux modes de chauffage domestique en France au XIX^e siècle* », *L'architecture : la réception immédiate et la réception différée. L'œuvre jugée, l'édifice habité, le monument célébré*, sous la direction de Gérard Monnier, Publications de la Sorbonne, 2006, p. 37-51.

GALLO Emmanuelle, « *Modern Movement Architecture and Heating Innovations in France 1900-1939* », 9th International DOCOMOMO Technology Seminar, *Climate and Building Physics in the Modern Movement*, Löbau, Germany, (en cours).

GALLO Emmanuelle, « *Les ouvrages techniques sur le chauffage des bâtiments d'habitations, des inventeurs aux ingénieurs* », *Les Avatars de la littérature technique*, CHTE, CNAM, INHA, (en cours).

GELLERT Roland, ZEHENDNER Horst, « *First Steps in Establishing the Discipline of Building Sciens – The Research Institute of Thermal Insulation in Munich* », *Climate and Building Physics in the Modern Movement*, Docomomo preservation technology dossier 9, 2006, p. 50-52.

GEBHARD Torsten, *Kachelöfen, Mittelpunkt häuslichen Lebens Entwicklung Form Technik*, Verlag Callwey, München, 1983.

GIEDION Siegfried, *La mécanisation au pouvoir*, CCI, Paris, 1980, 592 p. (*Mechanization Takes Command*, Oxford University Press, New York, 1948).

GISSEN David, « *Thermopolis, Conceptualizing Environmental Technologies in the Urban Sphere* », *Journal of Architectural Education*, 2006, p. 97-107.

- GUILLERME André « *Chaleur et confort, L'introduction du confort à Paris sous la restauration* », *History of Technology*, Mansell, London 1992, 16-53 p.
- JONGHI LAVARINI Guisepe Maria, MAGNANI Franco, *Camini inglesi Lo sviluppo del camino in inghilterra dal 1400 al 1800*, Di Baio editore, Milano, 1989, 117 p.
- HARRIS Eileen, *Keeping Warm*, Victoria and Albert Museum, London, 1982, 72 p.
- HILLS Nicholas, *The english fireplace*, Quiller press, London, 1983, 159 p.
- HEILIGMANN-HUBER Béatrice, *Les catelles à relief du château de Valengin*, Bibliothèque d'histoire vaudoise, Lausanne, 1983, 93 p.
- HESCHONG Lisa, *Architecture et volupté thermique (Thermal Delight in Architecture, 1979)*, Parenthèses, Paris, 1981, 93 p.
- HOLOHAN Dan, *The Lost Art of Steam Heating*, Dan Holohan Associates, Inc. , New York, 1992, 296 p.
- HOTTINGER, *50 Jahre Verein schweizerischer Centralheizungs Industrieller Stäfa*, 1956.
- HOUGH Walter, *Fire as an agent in human culture*, Government printing office, Washington, 1926, 269 p.
- ITEN Karl, *I Comignoli, Ein Buch über die phantastische Welt des Kamine auf den Tessiner Dächern*, Verlag Buchdruckerei Gamma & Cie, Altdorf, 1975.
- KIPPENBERGER Albrecht, *Die Kunst der Ofenplatten*, Verlag Stahleisen M.B.H., Düsseldorf, 1928, 111 p.
- KAUFFMAN Henry J., *The American Fireplace*, Thomas Nelson Inc., New York, 1972, 352 p.
- KAUFFMAN Henry J., *Early American Ironware, cast and wrought*, Charles Turtle Compagny, Rutland, Vermont, 1972, 166 p.
- KRELL Otto, *Altrömische Heizungen*, Oldenbourg, München & Berlin, 1901, 117 p. (fac-similé RODOPI, Amsterdam, 1970)
- KRETZSCHMER F., *Die Heizung der Aula Palatina in Trier*, Germania, vol. 33, 1955, 200-210 p.
- LAUFFER Otto, *Zur Geschichte des Kachelofens und Ofenkachen in Deutschland*, Wörter und Sachen, Heidelberg, 1915.
- LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIXe siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, 317 p.
- LEHNEMANN Wingolf, *Eisenöfen, Entwicklung, Form, Technik*, Callwey, München, 1984, 189 p.

- MANN Cecil, *The Alden heating story : a history of Fred G. Halden*, Oxford, 1981, 66 p.
- MARIACHER Giovanni, *Camini d'ogni tempo e paese*, Antonio Vallardi, Milano, 1958, 183 p.
- MEADE Martin, « *Au service du bien public, Innovations technologiques du comte de Rumford et du marquis de Chabannes* », *Monuments Historiques*, Paris , 1992, vol. 180, p. 31-35.
- MEADE Martin and SAINT Andrew, « *The marquis de Chabannes Pioneer of Central Heating and Inventor* », *Transactions of the Newcomen Society*, vol. 66, 1994, p. 193-221.
- MINNE Jean-Pierre, *La céramique de poêle de l'Alsace médiévale*, éditions Publitotal, 1977, 397 p.
- MOUSSETTE Marcel, *Le chauffage domestique en Nouvelle-France*, Ottawa, p. 242.
- MOUSSETTE Marcel, *Le chauffage domestique au Canada : des origines à l'industrialisation*, Presses de l'Université Laval, Laval, 1983, p. 316.
- ORTON Vrest, *Observations on the Forgotten Art of building a good Fireplace*, Yankee, Dublin (New Hampshire), 1969, 61 p.
- PIERCE Josephine H., *Fire on the Hearth, the evolution and romance of the heating-stove*, The pond-Ekberg Compagny, Springfield, 1951, 254 p.
- RODENGEN Jeffrey L., *History of American Standard*, Write Stuff Syndicate, 1999, p. 175.
- ROSU Georgeta, ION Blajan, Cahle, Muzeul Taranlui Român, Bucarest, 2001, 264 p.
- SADDY Pierre, « *Radiateur et code classique* », *AMC*, n° 32, décembre 1973.
- SADDY Pierre, *Henri Labrouste, architecte 1801-1875*, CNMHS, Paris, 1977.
- SEGUIN Robert-Lionel, « *Le Poêle en Nouvelle France* », *Cahier des dix* , vol. 33, 1968, p. 157-170.
- SHUFFREY L. A., *The english fireplace*, B. T. Batsford, London, 1912, 234 p.
- STOKROOS Meindert, *Verwarmen en verlichten in de negentiende eeuw (chauffage et éclairage au XIXe siècle)*, Walburg Pers, Pays-Bas, 2001, 144 p.
- STONE N. May, *The Plumbing Paradox, American Attitudes toward Late Nineteenth-Century Domestic Sanitary Arrangements*, Winterthur Portfolio, Chicago Press, Chicago, 1979, 283-309 p.
- STRAUSS Konrad, *Die Kachelkunst des 15. und 16. Jahrhunderts in Deutschland, Oesterreich, der Schweiz und Skandinavien*, Heitz, Basel, 1966.

STURROCK, N. S. & LAWSON-SMITH P., *The Grandfather of Air-Conditioning – the Work and Influence of David Boswell Reid, Physicien, Chemist, Engineer (1805-1863)*, (2nd International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge, UK, 29th March-2nd April 2006), Construction History Society, vol. 1, 2006, p. 2981-2998.

TABORIN Yvette, « *Le foyer : document et concept* », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAIF, Nemours, 1989, pp. 77-80.

TORCHE-JULMY Marie-Thérèse, *Poêles fribourgeois en céramique*, Fragnière, Fribourg.

USERMANN Klaus W., *Entwicklung von Heizungs - und Lüftungstechnik zur Wissenschaft - Hermann Rietschel - Leben und Werk*, R. Oldenbourg Verlag, München Wien, 1993.

VETTER Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 10-25.

VOIT Pál & HOLL Imre, *Anciens carreaux de poêle hongrois*, Corvina, Budapest.

WEBER Kurt, « *Zur Philosophie und zur Geschichte des Eisenkunstgusses* », *Ferrum*, Schaffhausen, n° 60, sept. 1988, p. 25-41.

WEST Trudy, *The Fireplace in the Home*, David & Charles, London, 1976, 160 p.

WILLMERT Todd, « *Heating Methods and Their Impact on Soane's Work: Lincoln's Inn Fields and Dulwich Picture Gallery* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 1, march 1993, pp. 26-58.

WRIGHT Lawrence, *Home Fires burning, the History of Domestic Heating and Cooking*, Routledge & Kegan, London, 1964, 219 p.

De la chaleur, une entreprise et des hommes. [Wie die Heizung Karriere machte], Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 372.

Histoire de l'architecture

ADAM Jean-Pierre, *La construction romaine*, Picard, Paris, 1984, 367 p.

ALEXANDROFF Georges et Jeanne-Marie, *Architectures et climats*, Berger-Levrault, Paris, 1982, 380 p.

AUDOIN J.-F., « *Les grands immeubles américains commerciaux et d'habitation, leurs installations mécaniques et aménagements* », *Mémoires et comptes-rendus de la Société des ingénieurs civils de France*, Paris, mars 1922, p. 10-52.

BABELON Jean-pierre, *Demeures parisiennes sous Henri IV et Louis XIII*, Hazan, Paris, 1977, 328 p.

BARTHELEMY Dominique, CONTAMINE Philippe, DUBY Georges, BRAUNSTEIN Philippe, « *Les aménagements de l'espace privé* », *Histoire de la vie privée*, Seuil, Paris, T. 2 p. 496.

BEDARIDA Marc, « *La reconstruction de Reims (1918-1928) Compassions et aides Américaines* », *Américanisme et modernité*, Paris, EHESS-Flammarion, 1993, p. 260.

BERGDOLL Barry, *Léon Vaudoyen, historicism in the age of industrie*, The MIT Press, Paris, 1994, 374 p.

BOUDON Françoise, BLECON Jean, GRODECKI Catherine, *Le château de Fontainebleau de François I^{er} à Henri IV, les bâtiments et leurs fonctions*, Picard, Paris, 1998, 303 p.

BRADFORD-LANDAU Sarah, CONDIT Carl W., *Rise of the New-York Skycraper, 1865-1913*, Yale University press, New-Haven & London, 1996, 478 p.

BRUAND Yves, *La vie dans le château, les conditions de construction*, Berger-Levrault, Paris, 1986, 421 p.

BUR Michel, « *L'habitat seigneurial fortifié en Europe occidentale* », *Encyclopedia Universalis*, vol. 9 , 1988.

CELAURO Louis & RICHAUD Gilbert, « *Thomas Jefferson and François Cointereaux, Professor of Rural Architecture in Revolutionary Paris* », *Architectural History*, n° 48, 2005, p. 173-206.

CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, p. 49.

CHAPU Philippe, « *Le décor intérieur du château au Moyen Âge* », *Le château en France*, 421 p.

CLÉMENÇON Anne-Sophie, « *Réglementation et architecture : les gratte-ciel de Villeurbanne (1931-1934)* », *Bulletin de la société d'histoire de l'art Français*, Lyon, mars 1985, p. 257-269.

CLÉMENÇON Anne-Sophie, CURT-PATAT Florence, LAGIER Alain, TRAVERSO Edith, GOURNAY Isabelle, BARRES Michel, *Villeurbanne - Gratte-ciel, où la banlieue devient ville*, Musée de Villeurbanne, Villeurbanne, 1984, p. 15.

COHEN Jean-Louis, *Scènes de la vie future*, Paris, CCA-Flammarion, 1995, 223 p.

CONDIT Carl W., *The Chicago School of Architecture*, the University of Chicago Press, Chicago, 1964, 238 p.

CULOT Maurice, PEYCERE David, RAGOT Gilles, ABRAM Joseph, LEGAULT Régean, TEXIER Simon, GAUBERT Sonia, *Les frères Perret, l'œuvre complète - Les archives d'Auguste Perret (1874-1954) et Gustave Perret (1876-1952) architectes-entrepreneurs*, Norma-IFA, Paris, 2000.

CURTISS Carol, *Form follows Finance, skyscraper and Skyline in New York and Chicago*, Princeton, 1995, 218 p.

DUBY Georges, BARTHELEMY Dominique, De La RONCIERE Charles, « *La vie privée des notables toscans au seuil de la Renaissance* », *Histoire de la vie privée de l'Europe féodale à la Renaissance*, Seuil, Paris, 1985, p. 197.

DUMONT Marie-Jeanne, *Le logement social à Paris 1850-1930, Les habitations à bon marché*, Mardaga, Bruxelles, 1991, 192 p.

BARRES Michel, « *Môrice Leroux, architecte des gratte-ciel* », *Urbanisme*, n° 204, octobre 1984, pp. 60-61.

BOLOGNE Jean-Claude, *Histoire de la pudeur*, Olivier Orban, Paris, 1989, 319 p.

BUTTNER Horst, MEISSNER Günter, *La maison bourgeoise en Europe*, Pygmalion, Paris, 1982, p. 34-96.

DELPHANTE Charles & BOURGIN Joëlle, *Une histoire de gratte-ciel – Villeurbanne*, Lyon, 1993, p. 71.

DESCAMPS Henri, « *Les premiers gratte-ciel de Stockholm sur la Kungsgalan* », *La Construction moderne*, vol. 45, Paris, 1930, p. 598-607.

DOUGLAS George H., *Skyscrapers, A social History of the Very Tall Building in America*, McFarland & Compagny, Jefferson, 1996, 270 p.

ELEB-VIDAL Monique & DEBARRE-BLANCHARD Anne, *Architectures de la vie privée, XVII^e, XIX^e siècles*, Archives d'Architecture Moderne, Bruxelles, 1989.

ELEB-VIDAL Monique & DEBARRE-BLANCHARD Anne, *L'invention de l'habitation moderne Paris 1880-1914*, Hazan et Archives d'Architecture Moderne, Paris, 1995, 534 p.

FIBLEC Hugues, *Paul Friesé, IFA - Norma*, Paris, 1991, 160 p.

FRATEILI Enzo, *Architektur und Komfort, Werk*, Winterthur, 1967, 80 p.

FOUCARD Bruno, « *Au paradis des hygiénistes* », *Monuments Historiques*, Paris, 1981, p. 43-52.

GARDELLES Jacques, « *De Saint Louis à Philippe le Bel le XIII^e siècle* », *Le château en France*, Berger-Levrault, Paris, 1986, p. 92.

GARRIGOU GRANDCHAMP Pierre, *Demeures médiévales*, Desclée de Brouwer, Paris, 1992, 128 p.

GIEDION Siegfried, *Espace, temps, architecture*, Denoel, Paris, 1978 (1940), 539 p.

GOURNAY Isabelle, « *Retours d'Amérique (1918-1960). Les voyages de trois générations d'architectes* », *Américanisme et modernité*, Paris, ÉHESS-Flammarion, 1993, p. 296.

GRESSET Philippe, *Américanisme et modernité : l'idéal américain dans l'architecture*, dirigé par J.-L. Cohen et H. Damisch, Flammarion, 1993, pp. 37-50 & p. 45.

GROS Pierre, *L'architecture Romaine du début de III^e siècle à la fin du Haut-Empire*, 2 vols., Picard, Paris, tome 1, *Les monuments publics*, p. 392.

GUILLAUME Jean, *Sebastiano Serlio*, Centro Internazionale di Studi di Architettura, *Andrea Palladio di Vicenza*, Electa, Milano, 1989, p. 67.

HAUTECŒUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, La renaissance*, Picard, Paris, 1943, p. 493.

HAUTECŒUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, sous Henri IV et Louis XIII*, Picard, Paris, 1967, 1033 p.

HAUTECŒUR Louis, *Histoire de l'architecture classique en France, le règne de Louis XIV*, Picard, Paris, 1948, 939 p.

HUSSON Armand, *Étude sur les hôpitaux considérés sous le rapport de leur construction, de la distribution de leurs bâtiments, de l'ameublement, de l'hygiène & du service des salles de malades*, Dupont, Paris, 1862, 607 p.

JEANSON Denis, *La maison seigneuriale du Val de Loire*, Garnier frères, Paris, 1981, p. 359.

JOLY Pierre et Robert, *L'architecte André Lurçat*, Picard, Paris, 1995.

KLEIN Richard, *Robert Mallet Stevens La villa Cavrois*, Picard, 2005, p. 224.

LOYER François, *Paris XIX^e siècle, l'immeuble & la rue*, Hazan, 1987.

LOYER François, *Histoire de l'architecture française de la révolution à nos jours*, éditions du patrimoine-Mengès, 1987, 499 p.

KRETZSCHMER F., *Bauformen I*, p. 356

LAGIER Alain. « *Les gratte-ciel dans les plans d'urbanisme* », *Colloque Villeurbanne Gratte-ciel, cinquantième Villeurbanne*, juin 1984, p. 4.

van Leeuwen Thomas A. P., « *Le gratte-ciel ou le mythe de la croissance naturelle* », *Américanisme et modernité: l'idéal américain dans l'architecture* », Paris, 1993, pp. 75-120.

LE MOËL Michel, *L'architecture privée à Paris au grand siècle*, Bibliothèque historique de la Ville de Paris, Paris, 1990, 439 p.

LODS Marcel, *Le métier d'architecte*, Paris, 1976, 213 p.

MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 714-748, p. 814-816.

MARREY Bernard, *Louis Bonnier 1856-1946*, Mardaga-IFA, Paris, 1988.

MARREY Bernard, *La brique à Paris*, Picard, Paris, 1991, p. 19.

MASSU Claude, *L'architecture de l'école de Chicago*, Dunod, Paris, 1982, 163 p.

MESQUI Jean, *Châteaux et enceintes de la France Médiévale*, 2 vols, Picard, Paris, 1991, 375 p. & 382 p.

MINNAERT Jean-Baptiste, *Henri Sauvage ou l'exercice du renouvellement*, Norma-IFA, Paris, 2002, 411 p.

MISSEARD André, « *Hommage à Le Corbusier* », *Industries thermiques et aéronautiques*, fév. 1966, p. 71-72.

OURSEL Raymond, *Univers roman*, Office du Livre, Paris, 1964, p. 194.

PANTZ Henri, « *La construction des derniers gratte-ciel de New York* », *La Construction moderne*, Paris, juin 1923, p. 457-460, 470-472.

PEROUSE DE MONCLOS Jean-Marie, *L'architecture à la française du milieu du XV^e à la fin du XVIII^e*, Picard, Paris, 2001.

PETSCH Joachim, *Eigneheim und gute Stube, Zur Geschichte des Bürgerlichen Wohnens*, Dumont-Taschenbücher, Köln, 1989, 281 p.

PONTUS Paul, *L'Abbaye de Silvacane*, CNMHS, Paris, 1982, p. 33 & 48.

RIGAUD Olivier, BEDARIDA Marc, *Reims reconstruction 1920/1930*, Paris, 1988, 212 p.

ROTH Alfred, *La Nouvelle Architecture, 1930-1940*, Girsberger, Zurich, 1939, 238p.

ROULLEAU-SIMONOT Nathalie, « *Les tentatives d'une revue à forte identité technique au travers de l'Architecture d'Aujourd'hui, puis de Techniques et Architecture (1930-1945)* », *Les Avatars de la littérature technique*, Colloque CHTE, CNAM, INHA, 3,4, 5 Mars 2005, (publication en cours).

RYBCZYNSKI Witold, *Home, a Short History of an Idea*, Penguin books, New York, New York, 256 p.

SABOYA Marc, *Presse et architecture au XIX^e siècle; César Daly et la revue générale de l'architecture et des travaux publics*, Picard, Paris, 1991, 336 p.

SAINTE FARE GARNOT Nicolas & MARTEL Pierre, *L'architecture hospitalière au XIX^e siècle, l'exemple parisien*, Réunion des Musées Nationaux, Paris, 1988, 88 p.

SCHACHTMAN Tom, *Skyscraper Dreams, The great Real Estate Dynasties of New York*, Blackinprint.com, 1991, 355 p.

SEITZ Frédéric, *L'école spéciale d'architecture 1865-1930*, Picard, Paris, 1995, 200 p.

TAYLOR Brian Brace, *Le Corbusier : la cité du refuge 1929-1933*, l'équerre, Paris, 205 p.

THOMINE Alice, *Emile Vaudremer 1829-1914, la rigueur de l'architecture publique*, Picard, Paris, 2004, 382 p.

VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Interlivres, Paris, 1980, 720 p.
(1^{ère} édition 1853)

WILLIS Carol, *Form follows Finance, skyscraper and Skyline in New York and Chicago*, Princeton architectural Press, 1995, 218 p.

ZIMMER J., *La maison de Créhange, une résidence seigneuriale du XIV^e siècle*, Château-Gaillard, 1988.

« Modernité des créations urbaines des années 30 de la banlieue à la ville », *Actes du colloque Villeurbaine gratte-ciel, cinquantenaire, Villeurbaine*, juin 1984.

Coll., *Germain Boffrand 1667-1754, L'aventure d'un architecte indépendant*, Ed. Gallet Michel et Jörg Garms, Paris, Délégation à l'action artistique de la Ville de Paris, 1986, 296p.

Histoire des sciences et des techniques

ANDRIEUX Jean-Yves, *Les travailleurs du fer*, Découvertes Sciences et techniques, Gallimard, Paris, 1991, 176 p.

AUTHIER Michel, « Chronologie », *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989, 537-562 p.

BARJOT Dominique, *L'énergie aux XIX^e et XX^e siècles*, Presses de L'école Normale Supérieure, 1991, 416 p.

BELHOSTE Jean-François, *Le projet de flottage des bois d'Evreux en 1725*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, 1991, 318 p.

BOISSIERE Jean, « Marché du bois en ville, en France, à l'époque moderne : quelques remarques », *Le bois et la ville du MoyenÂge au XX^e siècle*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, Saint-Cloud, 1991, p. 31-50.

BRET Patrice, « La Méditerranée médiatrice des techniques : regards et transferts croisés durant l'expédition d'Égypte (1798-1802) », *L'expédition d'Égypte, une entreprise des Lumières, 1798-1801*, Académie des Inscription et Belles Lettres & Académie des Sciences, Cachan, 1999, p. 92.

BUCHANAN Robert Angus, *The Engineers, A History of the Engineering Profession in Britain, 1750-1914*, Jessica Kingsley publishers, London, 1989, 240 p.

CARCOPINO Jérôme, *La vie quotidienne à Rome à l'Apogée de l'Empire*, Paris, Hachette, 1939, 318 p.

CARDWELL D. S. L., *From Watt to Clausius, The Rise of Thermodynamic in the Early Industrial Age*, Iowa State University Press, 1971, 336 p.

GARÇON Anne-Françoise, « *Techniques et nouveautés dans l'Encyclopédie Roret (1830-1880)* », *Les archives de l'invention, Ecrits, objets et images de l'activité inventive des origines à nos jours, actes du colloque du CDHT-CNAM (25-26 juin 2003)*, CNRS/Université Toulouse Le Mirail, série Histoire & Techniques, 2005.

GREGOIRE Paul-Christian, *Moines & métallurgie dans la France médiévale*, AEDEH Picard Diffusion, Paris, 1991, p. 127.

DAUMAS Maurice, « *L'expansion du machinisme - Le confort et l'hygiène domestique - le chauffage* », *Histoire générale des techniques*, PUF, Paris, 1968, 516-523 p.

FAGAN Brian M., *The Little Ice Age: How Climate Made History, 1300-1850*, Perseus Book Group.

FOX Robert, *The Caloric Theory of Gases from Lavoisier to Regnault*, 1971.

HILAIRE-PEREZ Liliane, *L'invention technique au siècle des lumières*, Albin Michel, 2000, 443 p.

HILAIRE-PEREZ Liliane, « *Des dépôts d'inventions en France et en Angleterre au XVIII^e siècle* », *Des matériaux pour l'histoire : Archives et collections scientifiques et techniques du XVIII^e siècle à nos jours*, ENS Editions, Fontenay-aux-Roses, 2000, p. 25-37.

HUSSON Jean-Pierre, « *Les difficultés d'approvisionnement en bois de chauffage des villes lorraines à la fin du XVIII^e siècle* », *Le bois et la ville du Moyen Âge au XX^e siècle*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, Saint-Cloud, 1991, p. 75-90.

JOHANNSEN Otto, *Geschichte des Eisens*, Düsseldorf, 1953, p. 207.

MARGAIRAZ Dominique, *François de Neufchateau*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2005, 560 p.

MAURY Jean-Pierre, *Petite histoire de la physique*, Larousse, Paris, 1992, 229 p.

MELOSI Martin V., *Garbage in the cities, Refuse, Reform, and the Environment 1880-1890*, The Dorsey Press, Chicago, 1981, p 268.

ORIS Michel, « *Inventivité technique et naissance d'industrie innovante en Belgique* », *XX^e congrès d'histoire des sciences*, ORIS Michel, Liège, 1997, 20 p.

PAQUIER S. & WILLIOT J.-P., *L'Industrie du gaz en Europe aux XIX^e et XX^e siècles ; L'innovation entre marchés privés et collectivités publiques*, Lang, Bruxelles, 2005.

PICON Antoine, *Architectes et ingénieurs au siècle des Lumières*, Parenthèses, Marseille, 1988.

PICON Antoine, *L'invention de l'ingénieur moderne, L'École des Ponts et Chaussées, 1747-1851*, Presses de l'école nationale des ponts et chaussées, Paris, 1992, 768 p.

RENARD Jean-Claude, *L'âge de la fonte, un art, une industrie, 1800-1914*, les éditions de l'Amateur, Paris, 1985, 319 p.

ROULEAU-SIMONOT Nathalie, « *Les tentatives d'une revue à forte identité technique au travers de l'Architecture d'Aujourd'hui, puis de Techniques et Architecture (1930-1945)* », *Les Avatars de la littérature technique*, CHTE, CNAM, INHA, (3,4, 5 Mars 2005) (en cours).

SILGUY de Catherine, *La saga des ordures du Moyen Age à nos jours*, Editions de l'Instant, Paris, 1989, p. 191.

TOULIER Bernard, « *La maison à pan de bois aux XVe et XVIe siècles dans quelques villes du Val de Loire et du Berry* », *Le bois et la ville du Moyen Âge au XXe siècle*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, Saint-Cloud, 1991, p. 203-222.

VION-DELPHIN François, *L'approvisionnement en bois de chauffage d'une capitale provinciale au XVIIIe siècle : le cas de Besançon*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay / Saint-Cloud, 1991, p. 51-74.

WILLIOT Jean-Pierre, « *L'industrie du gaz à Paris au XIXe siècle* » (Université Paris IV), *Naissance d'un service public : le gaz à Paris*, Paris, Editions Rive Droite, 1999, 778 p.

WORONOFF Denis, *Histoire de l'industrie en France du XVIe siècle à nos jours*, Seuil, Paris, 1994, 664 p.

Les professeurs du Conservatoire national des arts et métiers - Dictionnaire biographique 1794-1955, dir. FONTANON Claudine, GRELON André, Institut National de Recherche Pédagogique & CNAM, Paris, 1994, 752 & 687 p.

Préhistoire et histoire

BAUPRE Fanny, GUERRAND Roger-Henri, *Le confident des dames, Le bidet du XVIIe au XXe siècle : histoire d'une intimité*, La Découverte, Paris.

BECHMANN Roland, *Les racines des cathédrales*, Paris, Payot, 1981, 330 p.

BECHMANN Roland, *Des arbres et des hommes, la forêt au Moyen Âge*, Flammarion, Paris, 1984, 346 p.

CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, 357 p.

CONTENAU Georges, « *Mésopotamie* », *Les origines de la civilisation technique*, PUF, Paris, 1962, p. 122-123.

- COUDART Anick, « *Les premières maisons de l'Est et du bassin parisien et leur évolution* », *Le temps de la préhistoire 2*, Archéologia - Société préhistorique française, Paris, 1989, 124-128 p.
- COUDART Anick, ILETT Michael, « *Les plus anciens villages de France* », *Archéologie et histoire en France de Lascaux au Grand Louvre*, Errance, 1989, p. 214-216.
- COUDERC Camille, *Economie proposée par B. Franklin et Mercier de Saint-Léger pour l'éclairage et le chauffage à Paris*, Renouard, Paris, 1916, 11 p.
- DIBIE Pascal, *Ethnologie de la chambre à coucher*, Grasset, Paris, 1987, 306 p.
- DREYFUS Jacques, *La société du confort - Quel enjeu, quelles illusions*, l'Harmattan, Paris, 1990, 162 p.
- ELIAS Norbert, *La civilisation des mœurs*, Calmann-Lévy, Paris.
- FOISIL Madeleine, *La vie quotidienne au temps de Louis XIII*, Hachette, Paris, 1992, 374 p.
- FOURASTIE Jean, *Les trente glorieuses*, Fayard, Paris, 1979, 284 p.
- FOURASTIE Jean et Françoise, *Histoire du confort*, P.U.F., Paris, 1950, 127 p.
- GARDELLES Jacques, « *De Saint Louis à Philippe le Bel le XIII^e siècle* », *Le château en France*, Berger-Levrault, Paris, 1986, p. 92.
- GRAVES Robert, *Les Mythes grecs*, Fayard, Paris, 1967, p. 157-160.
- GOUBERT Jean-Pierre, *Du luxe au confort*, Belin, Paris, 1988, 192 p.
- HEERS Jacques, *La ville au Moyen Âge*, Fayard, Paris, 1990, p. 49.
- JELINEK Jan, *Encyclopédie illustrée de l'homme préhistorique*, Gründ, 1976, p. 213-214.
- LE GOFF Jacques, « *L'apogée de la France urbaine médiévale, 1150-1330* », *Histoire de la France urbaine*, Tome 2, Seuil, Paris, 1980, p. 388.
- LEROI-GOURHAN André, « *Les sociétés primitives* », *Les origines de la civilisation technique*, PUF, Paris, 1962.
- LE ROY LADURIE Emmanuel, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, Paris, 1967, 376 p.
- MARTINEAUD Jean-Paul, *Histoire de l'hôpital Lariboisière ou le « Versailles de la Misère »*, L'Harmattan, Paris, 365 p.
- MURARD Lion, ZYLBERMAN Patrick, « *Les Rockefeller médecine men en France (1917-1923)* », *Américanisme et modernité : l'idéal américain dans l'architecture*, Flammarion, Paris, 1993, 446 p.

MURARD Lion, ZYLBERMAN Patrick, *L'hygiène dans la république, la santé publique en France, ou l'utopie contrariée 1870-1918*, Fayard, Paris, 1996, 806 p.

NIERES Claude, « *Le feu, la terre et les eaux* », *Les malheurs des temps, histoire des fléaux et calamités en France*, sous la direction de DELUMEAU Jean & LEQUIN Yves, Larousse, Paris 1987, p. 367-382.

NIERES Claude, « *Incendies et reconstruction des villes : l'exemple breton au XVIII^e siècle* », *Le bois et la ville du MoyenÂge au XX^e siècle*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay/Saint-Cloud, Saint-Cloud, 1991, p. 265-272.

PARDAILHE-GALABRUN Annik, *La naissance de l'intime 3000 foyers parisiens, XVII^e-XVIII^e siècles*, PUF, Paris, 497 p.

PALIDDA Salvatore, CATANI Maurizio, CAMPANI Giovanna, « *Scaldini, Ciociariet reggiani entre indifférence, méfiance, fascisme et antifascisme dans les années 20* », *L'immigration italienne en France dans les années 20*, CEDEI, 1987, p. 223-239.

PERLES Catherine, « *L'apparition du feu* », *Le temps de la préhistoire 2*, édition Archéologia - Société préhistorique française, Paris, 1989, p. 110-112.

RICHE Pierre, *La vie quotidienne dans l'Empire Carolingien*, Hachette, Paris, 1973, 380 p.

ROCHE Daniel, *Le peuple de Paris, essai sur la culture populaire au XVIII^e siècle*, Aubier Montaigne, Paris, 1981, p. 141.

ROCHE Daniel, « *Quelques réflexions sur le bois et la ville* », *Le bois et la ville du Moyen Âge au XX^e siècle*, Ecole Normale Supérieure de Fontenay-Saint-Cloud, Saint-Cloud, 1991, 3-11 p.

ROCHE Daniel, *Histoire des choses banales, naissance de la consommation XVII^e-XIX^e siècle*, Fayard, Paris, 1997, 330 p.

ROUCHE Michel, « *Nouveaux empires, nouveaux malheurs* », *Les malheurs des temps, histoire des fléaux et calamités en France*, sous la direction de DELUMEAU Jean & LEQUIN Yves, Larousse, Paris 1987, p. 67-84.

ROSSIAUD Jacques, « *Crises et consolidations 1330-1530* », *Histoire de la France urbaine*, vol. 2, Le Seuil, Paris, 1980, 655 p.

ROUX Simone, *La maison dans l'histoire*, Albin Michel, Paris, 1976, p. 300.

SACCHI Dominique, « *La grotte : Habitat ou refuge ?* », *Archéologie et histoire en France de Lascaux au Grand Louvre*, Errance, 1989, p. 210-211.

SERRES Michel, « *Paris 1800* », *Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989, 340-361 p.

THIEBAULT Stéphanie, « *Apport de l'analyse anthracologique à la connaissance des combustibles ligneux* », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAÏF, Nemours, 1989, p. 81-87.

VALENTIN Boris, « *Nature et fonction des foyers de l'habitation n° 1 à Pincevent* », *Nature et fonction des foyers préhistoriques*, actes du colloque international de Nemours 1987, éd. APRAIF, Nemours, 1989, pp. 209-219.

VALLERY-RADOT Pierre Dr., *Un siècle d'histoire hospitalière de Louis-Philippe jusqu'à nos jours (1831-1949)*, Paul Dupont, 1948, 222 p.

VERLET Pierre, *Le château de Versailles*, Fayard, Paris, 740 p.

André Missenard 1901-1989, Interkom, Paris, 12 p.

The code of ordinances of the city of New-York adopted June 20, 1916, New York, 1934.

Gallo-Romains en Ile-de-France, association des conservateurs des musées d'Iles-de-France, 1984, 326 p.

Littérature et divers

BACHELARD Gaston, *La psychanalyse du feu*, Paris, éditions Gallimard, Paris, 1949, 190 p.

BACHELARD Gaston, *Etude sur l'évolution d'un problème de physique, la propagation thermique dans les solides*, Vrin, Paris, 1927, 182 p.

BRUHAT G., *Cours de physique générale – Thermodynamique*, Masson & cie, Paris, 1968, 688 p.

CONSIDERANT Victor, *Description du phalanstère & considérations sociales sur l'architectonique*, réédition Guy Duriez, Paris, 1840, 130 p.

COPINEAU l'abbé, *Ornitholotrophie artificielle ou art de faire éclore & élever la volaille par le moyen d'une chaleur artificielle*, Morin, Paris, 1780.

DEJUST S., *Chauffage central*, Malfère, Paris, 1929, 178 p.

DESCARTES René, *Discours de la méthode*, Paris, Le livre de Poche, 1970, (1596–1650)

FOURIER Charles, *Le nouveau monde industriel et sociétaire*, Paris, 1829, ré-éd. Flammarion, 1973, 561 p.

KARPOVITCH Peter, SINNING Wayne E., *Physiologie de l'activité musculaire*, Vigot, Paris, 1983, 520 p.

MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, tome 2, Amsterdam, 1781, p. 65.

MERCIER Louis-Sébastien, *Tableau de Paris*, Tome 2, 1788, p. 65-66.

MERCIER Louis-Sébastien, *Les tableaux de Paris*, tome 10, p. 183.

PLINE l'ancien, *Histoire naturelle*, Traduit par Saint-Denis, Les belles lettres, Paris, 1955, 157 p.

PLINE le jeune, *Lettres*, Garnier, Paris, p. 123. fin du 1^{er} siècle ap. J. C

REAUMUR René Antoine, *Art de faire éclore et d'élever en toute saison des oiseaux domestiques soit par le moyen du fumier, soit par le moyen de celle du feu ordinaire*, Imprimerie royale, Paris, 1749.

SAINT-SIMON Duc de, *Mémoires*, Unions générales d'éditions, Paris, 1974, 443 p.

SEVIGNE, éd. 1862, vol. III, p. 499.

VALCOURT L. P., *Mémoires sur l'agriculture*, Bouchard-Huzard, Paris, 1841, p. 249, pl. 29. (Bonnemain)

Le mesnager de Paris, publié par la Société des Bibliophiles français, par J. Pichon, Paris, 1846.

Livres d'architecture & de construction

ANDROUET DU CERCEAU Jacques, *Second livre d'architecture*, Paris, 1561.
réédition : *Les trois livres d'architecture*, Gregg Press, Ridgewood, 1965.

d'ANTHONAY Léon, *Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction.*, Planat, 6 vols. Paris , 1888-1892, p

BARBET Jean, *Livre d'architecture d'autels, et de cheminées*, 2 vol., Paris, 1633, 32 p.

BARBEROT E., *Traité pratique de la législation bu bâtiment et des usines*, Béranger, Paris, 1904, 1158 p.

BARBEROT E., *Traité de constructions civiles*, Béranger, Paris, 1912, 1158 p.

BERAIN Jean, *Desseins de cheminées dédiés à M. Jules Hardouin*, Mansart, Paris.

BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie royale d'architecture*, Lambert Roulland, Paris, 1675, 799 p.

BLONDEL Jacques-François, *Architecture française*, Charles-Antoine Jombert, Paris, 1752, 189 p.

BLONDEL Jacques-François, *Dessins de cheminées et lambris de menuiseries pour la décoration des appartements*, Mariette, Paris, 6 pl.

BRUCHON, *Cahier de six cheminées nouvelles*, Cherchan, Paris.

CHEYSSON Emile, « *Le Confort du logement populaire* », *Bulletin de la Société française des habitations à bon marché*, Chaix, Paris 1905, 18 p.

COUTARD J., *Les habitations à bon marché*, Librairie technique et économique, Paris, 1938.

DARVILLE Will, « *La tour de Coney Island* », *La Construction Moderne*, Paris, mars 1907, p. 305-307.

DE L'ORME Philibert, *Traité d'architecture*, réédition de 1561 et 1567 par Pérouse de Montclos Jean-Marie, Léonce Laget, Paris, 1988, édition originale 1648.

DELFANTE Charles & BOURGIN Joëlle, *Une histoire de gratte-ciel – Villeurbanne*, éditions lyonnaises d'art et d'histoire, Lyon, 1993, 126 p.

DESGODETS Antoine Babuty, *Toisé des bâtiments aux Us et Coutumes de Paris*, Paris, 1724, 403 p.

FERRE Christophe, *Paris énergies en sous-sol 1927-2002*, éditions du cercle d'art, Paris, 2002.

FEUILLET G., *Livre de cheminées nouvellement inventées par G. Feuillet pour servir aux maçons et menuisiers*, Bonnart rue St Jacques à L'aigle avec privilège, Paris, 6 pl.

FORD George Burdett, *Buiding zones*, Lawyers Mortgage Compagny, New York, 1916, 35 p.

FORD George Burdett, *L'urbanisme en pratique ; Précis de l'urbanisme dans toute son extension ; Pratique comparée en Amérique et en Europe*, Paris, E. Leroux, 1920, 196 p.

GIRARD Jean, *Cheminées nouvellement faite sur les desseins du Sr. Girard Architecte et intendent des bastiments de Monsr. Frère unique du ROY*, Chez le Blond Peintre du Roy en son Académie Royale, Rue St. Jacques proche St. Benoist à la cloche l'argent avec Privilège du ROY, Paris, 1686, 20 pl.

GUADET Julien, *Eléments et théorie de l'architecture*, Librairie de la construction moderne, Paris, 4 vols, 1901-04.

GUERARD Nicolas, *Cheminées Nouvelles des plus à la Mode*, N. Guérard graveur, rue St. Jacques, Paris, 6 pl.

HENARD Eugène, *Etudes sur les transformations de Paris*, Champion, Paris, 1903-1909, ré-édition, éditions de l'équerre, Paris, 1982, 364 p.

JONES Inigo, *Some Designs of Inigo Jones and W. Kent*, London, 1744, 17 p.

JONES Inigo, *Designs for Chimneypieces*, London, 1871, 10 p.

LE CAMUS DE MEZIERES Nicolas, *Le guide de ceux qui veulent bâtir*, Jombert et Morin, Paris, 1786, 700 p. (fac-similé Minkoff Reprint, Genève, 1972)

LEMONNIER Henry, *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture*, 9 vols, Armand Colin, Paris, 192s*-1929.

LE MUET Pierre, *Manière de bien bastir pour toutes sortes de personnes*, Paris, 1623, 113 p. (réédition : Pandora, Paris, 1981)

- LODS Marcel, *Le métier d'architecte*, France Empire, Paris, 214 p.
- MARIETTE Pierre-Jean, *L'architecture française*, 2 vols, Van Oest, Paris, 1727, 362 p. (fac-similé ed. Hauteceœur Louis, Paris, 1928)
- MARIETTE Pierre-Jean, *Cheminées nouvelles à la Mansarde*, Langlois, Paris.
- MAROT Jean, *Recueil de diverses pièces modernes d'Architecture et nouvelles inventions de portes, cheminées, ornemens et autres*, F. l'Anglois dit Chartres, Paris, 1650, 22 p.
- MAROT Daniel, *Nouvelles Cheminées à panneaux de glace de la manière de France*, Paris.
- de MONTALEMBERT Marc-René marquis de, *Cheminée poêle ou poêle français*, L'Imprimerie Royale, Paris, 1766, 20 p.
- NARJOUX Félix, *Les écoles publiques en France et en Angleterre*, Morel A., Paris, 1877, 339 p.
- NEUFERT Ernst, *Les éléments des projets de construction*, 1936 (1ère éd.).
- NEUFFORGE Jean-François de, *Recueil élémentaire d'architecture*, chez l'Auteur rue St. Jacques au Chariot d'or, Paris, 1757, pl. 296 & 311.
- OPPENORD Gilles-Marie, *Cœuvres de Gilles-Marie Oppenord, Livre de cheminée et lambris de menuiserie et de sculpture*, Huquier, Paris, 1741, 200 p.
- PALLADIO Andrea, *Architecture*, Ange Pasinelli, Venise, 1740, édition originale 1570.
- Le PAUTRE Jean, *L'œuvre de Le Pautre Jean, décorations intérieures, plafonds, alcôves, meubles, cheminées*, Armand Guérinet, Paris, 1663, 5 vols.
- LE PAUTRE Jean, *Cheminées à l'Italienne, Nouveaux dessins de cheminées, Cheminées à la Romaine*, Paris, 1665-1670, 18 p.
- LE PAUTRE Jean, *Alcôves et cheminées*, Mariette, Paris.
- LE PAUTRE Pierre, *Cheminées et Lambris à la Mode*, Paris, 1685, 6 p.
- LE PAUTRE Pierre, *Cheminées à la royale à grand miroir et tablette avec lambris de menuiserie*, 1698.
- PIERRETZ Antoine, *Divers desseins de cheminées à la Royale*, La veuve l'Anglois dit Chartres, Paris, 1647, 13 p.
- PIRANESI Jean-Baptiste, *Différentes manières d'orner les cheminées, (Diverse maniere d'adornare i cammini)*, Stamperia di Generoso Salomoni, Rome, 1769.
- REYNAUD Léonce, *Traité d'architecture*, Dunod, Paris, 1863.
- RIS-PAQUOT, *L'art de bâtir, meubler et entretenir sa maison ou manière de surveiller et d'être soi-même architecte-entrepreneur-ouvrier*, Henri Laurens, Paris, 1892, 4^e éd., 376 p.

ROTH Alfred, *La nouvelle architecture, 1930-1940*, Girsberger, Zurich, 1939, 238 p.

SAUVAGE Henri « *Les progrès de l'hygiène et du confort depuis le Moyen Age jusqu'à nos jours* », *L'Illustration*, Spécial Maison, n° 4491, 1929 mars, p. 315-341.

SAVOT Louis, *L'architecture française des bastiments particuliers*, Sébastien Cramoisy, Paris, 1624, 328p.

SCAMOZZI Vincenzo, *L'idea della architettura universale*, 1615, réédition, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1982.

SERLIO Sebastiano, *I sette libri dell'architettura*, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1987, livre 7.

SOANE John Sir, *Lectures on Architecture, Delivered to the students of the Royal Academy from 1809 to 1836 in two Courses of Six Lectures Each*, ed. Bolton, London, 1929, 106 p.

TENON Jacques-René, *Mémoires sur les hôpitaux de Paris*, Paris, 1788.

VAUDREMER Emile, *Monographie de la maison d'arrêt et de correction pour hommes, construite à Paris, rue de la Santé*, Paris, 1871, p. 4

VIENNOT M. W., *Procès-verbaux de l'Académie Royale d'Architecture 1671-1793*, tables, vol. 10, Lemonnier Henry, Armand Colin, Paris, 1929.

VITRUVÉ (VITRUVIUS Marcus V. Pollio), *Les dix livres d'architecture*, Balland, Paris, 1979, 349 p., fin du 1^{er} siècle Av. J. C.

Manuel des lois du bâtiment, Société centrale des architectes, Ducher et Cie, Paris, 1879, 534 p.

Manuel des lois du bâtiment, Société Centrale des Architectes Français, Paris, 1901, vol.1, p. 31.

«*L'école Karl Marx de Villejuif*», *Chantiers*, n°3, 1933, p. 27-28.

Rob Mallet-Stevens, Archives d'Architecture Moderne, Bruxelles, 1980, p. 252.

Traité de chauffage & ventilation

ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p. autres éditions (1828, 1835, 1849, 1883)

ARNOTT Neil, *On warming and ventilating with directions for making and using the thermometer - stove, or self-regulating fire, and other new apparatus*, London, 1838.

AUCAMUS E., *Chauffage, Ventilation et Fumisterie*, Dunod, Paris, 1923, 384 p.

AUDOT Louis-Eustache, *Pratique de l'art de chauffer par le thermosiphon ou calorifère à air chaud*, Audot, Paris, 1844, 106 p., 21 pl.

BAKER, SMITH & Co, *Warming and ventilating by steam and water*, Baker, Smith & Co, Chicago, 1885, p. 45.

BELAKHOWSKY S., *Chauffage & climatisation*, Technique & vulgarisation, Paris, 1974, 494 p.

BERNARD Jean, *Traité du Feu & de la Fumée*, 1621.

BOILEAU C, *Chauffage et rafraichissement combinés des habitations*, Dunod, Paris, 1949, 207 p.

BONNEMAIN Jean Simon, *Observations sur l'art de faire éclore et d'élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l'art de faire éclore les oiseaux domestiques par le moyen d'une chaleur artificielle*, Imprimerie de Chaigneau, Paris, 1816, p. 24.

BONNEMAIN Jean Simon, *Objet d'économie - Régulateur du feu*, Le Noir - Clousier, Paris, 1784, 1 p.

BOSC Ernest, *Traité complet théorique et pratique du chauffage et de la ventilation des habitations particulières et des édifices publics*, Veuve Morel et Cie, 1875, 262 p.

BOX Thomas, *Practical Treatise on Heat*, E. & F. N. Spon, London & New York, 1868, 300 p.

BUCHANAN Robertson, *A Treatise on the economy of fuel, and management of heat, especially as it relates to heating and drying by means of steam*, Brash and Reid, Glasgow, 1816, 363 p.

BURN Robert Scott, *Practical Ventilation as Applied to Public, Domestic and Agricultural Structures*, William Blackwood and sons, London, 1850, 208 p.

CAMI Jacques, *Hygrothermique*, ADUA, Paris, 1979.

CARPENTER Rolla Clinton, *Heating and ventilating buildings, A manual for heating engineers and architects*, John Wiley & Sons, New York, 1914.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *A short essay on the composition of oeconomical fuel, and of various mixtures that may be used with coal, to produce a clear savng one-third part of the expence of keeping up fires in general*, Tilson Vernor and Hood London, 1801, 42 p.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Prospectus d'un projet pour la construction de nouvelles maisons*, A l'imprimerie et librairie militaire, Paris, 1803, 46 p.

CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings*, Schulze & Dean, London, 1815, 25 p.

CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *An account of a forced ventilation produced in the Metropolitan Bazaar, no.82 Fleet Street : accompanied by an explanation of the chimney ventilator, patent calorifere and patent calorifere fumivore*, 1817, 16 p.

CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.

CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *A short essay on the composition of oeconomical fuel, and of various mixtures that may be used with coal, to produce a clear saving of one-third part of the expence of keeping up fires in general*, S. Tibson, Vernor and Hood, London, 42 p.

CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *Prospectus d'un projet pour la construction de nouvelles maisons*, A l'imprimerie et librairie militaire, Paris, 1803, 46 p.

CHARLENT Charles, BOURCIER Lucien, *La pratique du chauffage central, charbon, gaz, mazout*, Garnier Frères, 1928, p. 280.

COINTERAUX François, *Le chauffage économique ou leçon élémentaires avec lesquelles chacun pourra chauffer à peu de frais l'intérieur de sa maison ou de son appartement* Vezard et Le Normant, Paris, 1792, 28 p.

COINTERAUX, François, *Modèle de cheminée, et de la réparation à y faire d'après l'Avis au peuple sur l'économie de son bois*, Cointeraux, Paris, 1806, 15 p.

COINTERAUX François, *L'Art de faire le feu, ou Nouvelles formes de cheminées, de poèles, de fourneaux, de chaudières, etc.,...*, Cointeraux, Paris, 1809, p. 117-152.

COINTERAUX François, *Le chauffage économique nouvellement imaginé par Cointeraux*, Cointeraux, Paris, 1810, 28 p.

DEBESSON G., *Le chauffage des habitations*, Dunod, Paris, 1908.

DEWEY Dellon Marcus, *Heat and Ventilation, General Observations on the Atmosphere and its Abuses*, Press of daily Adv., Rochester, 1851, 59 p.

DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie, (Au sujet de l'invention et de l'application du chauffage à circulation d'eau)*, Cosson, Paris, 1845, p. 32.

DUVOIR-LEBLANC Léon, *Réponse de MM. Léon Duvoir-Leblanc et Cie, aux objections de MM. René Duvoir et Cie*, Surcy, Paris, 1846, 44 p.

DUVOIR-LEBLANC Léon, *Notes en réponse à une thèse de M. Grassi sur les procédés de chauffage et de ventilation employés à l'hôpital de Lariboisière*, Dupont, Paris, 1856, 44 p.

DUVOIR-LEBLANC Léon, *Note sur la réponse de M. Grouvelle. Invention des appareils ventilateurs employés dans les prisons, hôpitaux et grands établissements publics, revendiquée par M. Léon Duvoir-Leblanc contre MM. D'Arcet et Grouvelle*, Dupont, Paris, 1857, 13 p.

DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1844, n°5, col. 118-120 & col. 169-172 & col.208-214 & col. 440-446 &493-495. pl. 7, pl. 9, pl.13, pl. 27

DUVOIR René, « *Chauffage par eau chaude* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1847-1848, n°7, col. 509-515. pl. 13, pl. 44, pl. 45.

DUVOIR René, *Demande d'un brevet d'invention et de perfectionnement pour un nouveau système de ventilation à circulation perpétuelle, applicable à tous les foyers et à circulation d'eau*, Chaix, Paris, 1851, 23 p.

ESPITALIER G., *Cours raisonné et détaillé du Bâtiment - chauffage et ventilation*, Eyrolles, 1926, 378 p.

FERRINI Rinaldo, *Technologie de la chaleur, chauffage et ventilation des bâtiments*, Dunod, Paris, 1880, 604 p. 1^{ère} édition italienne : FERRINI Rinaldo, *Fisica tecnologica. Tecnologia del calore, apparecchi di combustione, camini, fornaci, scaldamento e ventilazione degli ambienti, ecc.*, Hoepli, Milano, 1876, 500 p. 2^{ème} édition italienne 1885.

FRANKLIN Benjamin, *Ceuvres de M. Franklin*, Quillau, Paris, Tome 2, p. 81-118.

FRANKLIN Benjamin, *Pennsylvanian fire-place*, G. K. Hall & Co., 1973, 44 p., fac-similé de l'édition de 1744.

FOSSE Charles-Louis, *Cheminée économique*, Jombert, Paris, 1786, 50 p.

FOURIER Jean-Baptiste-Joseph, *Théorie analytique de la chaleur*, Firmin Didot, 1822, 639 p. ré-édition Gabay, Paris, 1988.

GAUGER Nicolas, *La mécanique du feu*, Estienne et Jombert, Paris, 1713, 266 p.

GENNETE Léopold de, *Nouvelles constructions de cheminées*, Lambert, Paris, 1759, 141 p.

GENNETE Léopold de, *Cahier présenté à MM. de l'Académie Royale des sciences de Paris sur la construction et les effets d'une nouvelle cheminée qui garantit de la fumée*, Lambert, Paris, 1769, 14 p.

GENNETE Léopold de, *Connaissance des veines de houille ou charbon de terre, et leur exploitation avec l'origine des fontaines*, Leclerc, Nancy, 1774.

GILLOT Roger, *l'Eau chaude thermosiphon dans l'habitation*, libr. centrale des sciences Desforges, Girardot et Cie, Paris, 1927, 132 p.

HAMON P., *Art de chauffer, ou Traité des moyens de mettre à profit la chaleur qui émane des appareils de chauffage*, Librairie scientifique et industrielle, Mahler et compagnie, Paris, 1829, 293 p.

HAMON P., *Examen comparatif des modes de chauffage des habitations en usage en Russie et en France, et Notice sur l'établissement des machines à vapeur*, Librairie scientifique et industrielle Mahler et compagnie, Paris, 1829, 44 p.

HEBRARD Dom Pierre, *Caminologie ou Traité des cheminées*, Desventes, Paris, 1756, 187 p.

HOOD Charles, *Practical Treatise on Heating Buildings by Hot Water*, Whittaker & Spon, London, 1837, 463 p.

HOTTINGER M., *Heizung und Lüftung, warmwasserversorgung, Befeuchtung und Entnebelung*, Von Oldenbourg, München und Berlin, 1926, 293 p.

JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, 203 p. (2^e ed. 1875)

JOLY Victor Charles, *Note sur la ventilation des salons*, Michels, Paris, 1879, 8 p.

JOLY Victor Charles, « *Note sur le foyer à étages de M. Michel Perret* », *Extrait du Journal de la Société centrale d'horticulture de France*, 2^e série, vol.12, 1878, p. 475-478.

JOLY Victor Charles, « *Note sur les tuyaux employés pour le chauffage des serres* », *Extrait du Journal de la Société centrale d'horticulture de France*, 3^e série, vol.1, 1879, p. 39-42.

JULLIEN C. E. & VALERIO Oscar, *Nouveau Manuel Complet du Chaudronnier*, Paris, 1846, 304 + pl., autre édition 1873.

JUSSIEU CC., DESFONTAINES et THOUIN A., 1799, « *Premier rapport sur le nouveau moyen de chauffage du C. Bonnemain et de ses effets sur la végétation* », *La feuille du cultivateur*, p. 321-9.

LESLIE John, Sir, *An Experimental inquiry into the nature and propagation of heat*, J. Mawman, London, 1804, 562 p.

LAVEZZARI Emile, « *Etude de la construction des établissements hospitaliers* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°22, 1869, col.198-199.

LAVEZZARI Emile, « *Traité pratique du chauffage* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°29, 1872, col. 152-156.

MALEPEYRE François, *Rapport fait au nom d'une commission speciale sur les grands appareils du chauffage de M. Léon Duvoir-Leblanc et Cie*, Dupont, Paris, 1844, 56 p.

MAUBRAS V., *Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques*, Fanchon, Paris, 1908, 3 vol.

MISSENARD André, « *Théorie simplifiée du thermomètre résultant* », *Chauffage - Ventilation*, décembre 1935.

MISSENARD André, « *Utilisation de la chaleur, convection et rayonnement* », *Architecture d'Aujourd'hui*, 1935 n°5, p. 35-37.

- MISSENARD André, *Conférences sur le chauffage, la ventilation et le conditionnement de l'air faites à l'Ecole Nationale Supérieure des Beaux-arts, Paris, 1935* (pages dactylographiées).
- MISSENARD André, « *Cours supérieur de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air* », *Librairie de l'enseignement technique, Paris, 1937*, 285 p.
- MISSENARD André, *L'homme et le climat, Plon, Paris, 1937*, 270 p.
- MISSENARD André, *Le chauffage des habitations, cours supérieur de chauffage industriel, Edition chaleur et industries, Paris, 1937*, 2 vol., 455 p. & 484 p.
- MISSENARD André, *Le chauffage des habitations, P.U.F., Paris, 1947*, 127 p.
- MISSENARD André, « *Rôle du chauffage et de la ventilation et du conditionnement* », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 4.
- MISSENARD André, « *Conditions climatiques à réaliser dans les locaux* », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 7.
- MISSENARD André, *Le chauffage et le rafraîchissement par rayonnement, Eyrolles, Paris, 1959*, 359 p.
- MISSENARD André, *Nouvelles techniques du chauffage des grands locaux. Le soufflage à grande vitesse horizontale...*, Quint et Flamant, St.-Quentin, 1959, 24 p.
- MISSENARD Michel et BLANDIN Claude, *Climatique, École d'Architecture de Versailles, Versailles, 1989*, 409p.
- MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice, Mourgues, Paris, 1860*, 81 p.
- MORIN Arthur Jules, Général, *Études sur la ventilation, Bourdier, Paris, 1861*, 79 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1861, T1, p. 755-831)
- MORIN Arthur Jules, Général, *Classe 10. Renseignements sur la ventilation, recueillis en Angleterre en 1862, Bourdier, Paris, 1862*, 18 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*)
- MORIN Arthur Jules, Général, *Mécanique pratique, des machines à vapeur, Hachette, Paris, 1863*, 560 p.
- MORIN Arthur Jules, Général, Dupont, *Expérience sur les effets de ventilation produit par les cheminées d'appartements, Paris, 1863*.
- MORIN Arthur Jules, Général, « *Chauffage et ventilation des amphithéâtres du Conservatoire des Arts et Métiers* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers, Paris, 1864-1865*, p. 21-33 et p. 523-531, pl. 21
- MORIN Arthur Jules, Général, « *Expériences sur une cheminée en usage dans les casernes et dans les hôpitaux d'Angleterre* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers, Paris, 1864-1865*, p. 180-197.

MORIN Arthur Jules, Général, « *Note et documents sur l'hôpital d'accouchement de Saint-Petersbourg* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 502-522.

MORIN Arthur Jules, Général, « *Des appareils de chauffage et de ventilation à employer dans les hôpitaux* », *Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers*, 1865-1866, t. 6, p. 63-151, pl.27-28.

MORIN Arthur Jules, Général, *Notes sur les appareils de chauffage*, Bourdier, Paris, 1866, 31 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1865-1866, T6, p. 525-555)

MORIN Arthur Jules, Général, *Mémoires sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à la température rouge*, Didot, Paris, 1866, 69 p. (extrait des *Annales du Conservatoire des arts et métiers*)

MORIN Arthur Jules, Général, « *Des appareils à employer pour le contrôle du service de la ventilation dans les hôpitaux* », *Gazette médicale de Paris*, Paris, vol. 22, 1867, p. 85-88.

MORIN Arthur Jules, Général, « *Expériences sur divers poêles métalliques* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1868-1869, p. 207-224, pl. 64.

MORIN Arthur Jules, Général, *Salubrité des habitations, Manuel pratique du chauffage et de la ventilation*, Hachette, Paris, 1868, 148 p. (2^e édition 1874, 383 p.)

MORIN Arthur Jules, Général, « *Mémoire sur le chauffage et la ventilation du palais du corps législatif pendant la session de 1869-1870* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1871-1872, p. 157-246, pl. 72.

MORIN Arthur Jules, Général, *Note sur les appareils de chauffage et de ventilation employées par les Romains pour les Thermes à air chaud*, Académies des inscriptions et belles lettres, Paris, 1874, 347-369 p.

PECLET Eugène (Jean-Claude-Eugène), *Cours de physique*, impr. de A. Ricard, Marseille, 1823-1825.

PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828, p. 440. (aussi éditions : 1830, 1832, 1838, 1843, 1847, 1860, 1878)

PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols., Hachette, Paris, 1843, p. 451 & p. 477.

PECLET Eugène, *Traité élémentaire de physique*, Hachette, Paris, 1830, 1 vol., (aussi éditions de 1832, 1838, 1847, 2 vol.)

PECLET Eugène, *École centrale des manufactures Cours de physique appliquée*, impr. de Clouet, Paris, 2 vol., 1833.

PECLET Eugène, *Notice sur les travaux de M. Pécelet*, Bachelier, Paris, 1841, 16 p.

PECLET Eugène, *Instruction sur l'assainissement des écoles primaires et des salles d'asile*, Hachette, Paris, 1846, 16 p.

PECLET Eugène, *Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics*, Hachette, Paris, 1853, 176 p.

PECLET Eugène & HUDELO A., *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1878, 3 vol.

PLANAT Paul, *Cours de construction civile - Chauffage et ventilation des lieux habités*, Ducher et Cie, Paris, 1880, 606 p.

PLANAT Paul, *L'art de bâtir*, Paris, 1921, 836 p.

PLANAT Paul, *Habitations particulières*, Dujardin, Paris, s.d., 79 p.

PLANAT Paul, *Habitations à loyer*, Aulanier, Paris, 1900.

REID David Boswell, *Ventilation in American Dwelling*, Wiley & Halsted, New York, 1858, 123 p.

RICHARDSON Charles James, *A popular treatise on the warming and ventilation of buildings*, 2nd. ed., Architectural Library, London, 1839, 129 p.

RICHARDSON Charles James, *Description of the incoming and ventilating apparatus at the residence of Charles Babbage*, Nichols, London, 1839, 14 p.

RIETSCHER H Dr. *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation*, Léon Lasson, Paris, Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 1911 4^e éd, traduit de l'allemand par Léon Lasson.

ROTH Philipp Friedrich, *Ofenrohrherb Kessel und Bratofen Feuerunger Holzsparkunst, (Manière économique d'épargner le combustible)*, Monath, Nurmberg, 1802, 138 p.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques*, traduit par L. M. D. C., 6 vols., vol. 1, Manget, Genève, 1799, essai n°4, p. 343.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques*, vol. 2, Manget, Genève, 1799, essai n°6, p. 54.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques (Count Rumford's Experimental essays, political, economical and philosophical)*, traduit par Tannaguy de Courtivron, 6 vols., Pougens, Paris, 1802, vol. 3, essai n°10, planches.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essais politiques, économiques et philosophiques [Count Rumford's Experimental essays, political, economical and philosophical]*, traduit par Tannaguy de Courtivron, 6 vols., vol. 15, Pougens, Paris, 1799, essai n°15, 143 p.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Essays, Political, Economical, Philosophical*, London, 1798.

RUMFORD Benjamin (Thompson) Comte, *Rumford fireplaces and how they are made*, Comstock, New-York, 1906.

SCHUMANN S. E. F., *A manual of Heating and ventilation, in their practical application, for the use of engineer and architects*, Van Nostrand, New York, 1877, 89 p.

SER Louis, BLONDE, *Rapport sur les hôpitaux civils de la ville de Londres au point de vue de la comparaison de ces établissements avec les hôpitaux de la ville de Paris avec Blondel médecin*, 1862.

SER Louis, *Essai d'une théorie des ventilateurs à force centrifuge, Détermination de leurs formes et de leurs dimensions*, Masson, Paris, 1878, 44 p.

SER Louis, *Traité de physique industrielle, production et utilisation de la chaleur*, 2 vols. , Masson, Paris, 1888-1890.

THOMAS Joseph William, *The ventilation, heating and lighting of Dwellings*, Green, London, 1906, 296 p.

TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.

TREDGOLD Thomas, *Principes de l'art de chauffer et d'aérer les édifices publics, les maisons d'habitation, les manufactures, les hôpitaux, les serres,.... traduit par Duverne*, Bachelier, Paris, 1825, 430 p.

URE Andrew (Dr.), *An experiment enquiry into the modes of warming and ventilating appartements, in refrence to the health of their inmates*, 1836, 20 p.

URE Andrew (Dr.), « *The ventilation of the old House of Common* », *Proceedings of Royal Society*, 16th June, 1836.

URE Andrew (Dr.), *Architectural Magazine*, vol. 5, 1838, p. 39-41.

URE Andrew (Dr.), *Report on the apparatus in the Reform Club House, for warming and ventilating several appartements*, London, 1842.

VALLIN Marius, *Chauffage et ventilation par les calorifères à chaud*, Dépollier et Cie, Annecy, 1869, 25 p.

VIGNES E., « *Le chauffage par la vapeur aux USA* », *La Nature*, vol. 2, 1881, p. 245-246.

WHITWELL St., *On warming and ventilating houses and buildings*, John William Parker, London, 1834, 31 p.

Chauffage des serres

COURT VAN de VOORT de la, *Landhuren, Lusthaven, Plantagien*, 1737.

DIESTELKAMP Edward J., « *Richard Turner and the Palm House at Kew Gardens* », *Transactions of the Newcomen Society*, 1982, n°21, p. 1-26

EVELYN John, *Kalendarium Hortense the Gardener's Almanach*, J. Martyn, London, 1673, 127 p.

GUILLAUMIN A., « *Le jardin du Roi* », *Comité d'études historiques et archéologiques des V^e et XIII^e arrondissements*, 1956, p. 1-7.

HIX John, *The Glasshouse*, Phaidon Press, London, 1996, 239 p.

KOHLMAIER Georg, VON SARTORY Barna, *Houses of glass, a nineteenth-Century Building Type*, The MIT Press, Cambridge, 1986.

LOUDON John Claudius, *Remarks on the construction of Hothouses*, John Taylor, London, 1817, 92 p.

NEUMANN Louis, *Art de construire et de gouverner les serres*, Audot, Paris, 1844, 104 p. (réédition Duriez, 1980).

PLATT Hugh Knight, *The Garden of Eden or An accurate Description of all Flowers and Fruits now growing in England, with particular Rules how to advance their Nature and Growth, as well in seeds and Herbs, as the secret ordering of trees and plans*, William Leake, London, 1653.

TSCHIRA Arnold, *Orangerien und Gewächshäuser, Ihre geschichtliche Entwicklung in Deutschland*, Deutscher Kunstverlag, Berlin, 1939, 136 p.

Les poêles, combustibles et conduits

d'ARCET Jean-Pierre-Joseph, *Note sur la nécessité d'augmenter le diamètre des prises d'air et des bouches de chaleur des poêles et des calorifères*, impr. de P. Renouard, Paris, 1843.

BÖCKLER Georg Andreas, *Furnologia oder Haushältliche Oefen Kunst*, Georg Müllers Verlag, Frankfurt, 1666. (fac-similé Schäfer, Hannover, 1983)

BOERHAAVE, *Index Plantarum & Index Alter Plantarum*

BOURIAT, « *Rapport fait par M. Bouriat, au nom du Comité des arts économiques, sur les tuyaux de cheminée de M. Gourlier* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 23, 1824, p. 173-176.

CHABEAUSSIÈRE de la, « *Mémoire sur les avantages comparés de divers genres de Chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 12, 1813, p. 287-288.

CHADLEY J. , *A Treatise on the Formation of Flues of Chimnies*, Priestly and Weale's, London, 1831, 32 p.

CHEVALIER Michel, « Poêle et calorifère à l'antracite », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1840, n°1, col. 399-406 & col. 456-466.

DELESSERT, « Rapport au nom du Comité des Arts économiques sur le fourneau de M. Thirolier », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 3, 1804, p. 94-95.

DELUNEL Charles, *Rapport sur un alambic d'une nouvelle construction, auquel est adapté le régulateur du feu, par le citoyen Bonnemain, lu à la dernière séance publique du Lycée des Arts*, Imprimerie de la Feuille du cultivateur, Paris, 1799, p. 4.

DENY E., *Chauffage et ventilation rationnelle des écoles, habitations, etc.*, Librairie Polytechnique de J. Baudry, Paris, 1883, 156 p.

DESAGULIERS John Théophilus, *Fires Improved, or a now Method of Building Chimnies*, London, In-8, 1715 (2^e éd. 1736).

DESARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Desarnod*, Desenne et Gattey, Lyon, 1788, 58 p., 15 pl. (aussi Desenne et Gattey, 1789)

DESARNOD Joseph-François, *Rapport sur les foyers, ou cheminées salubres et économiques du citoyen Désarnod*, Vezard, 1793.

DESARNOD Joseph-François, *Souscription*, Paris, 1800, 4 p.

DESARNOD Joseph-François, *Manufacture des foyers salubres et économiques de M. Désarnod*, Paris, 4 p.

DESARNOD Joseph-François, *Instruction sur les foyers n°1, 2 et 3*, Paris, 1803.

GILLET-LAUMONT, « Rapport au nom du Comité des Arts économiques sur un Mémoire de M. Thomas, relatif à l'emploi de la Houille pour le chauffage domestique », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 4, 1805, p. 52-56.

GOURLIER Charles, *Exposé d'un nouveau mode de construction des tuyaux de cheminée renfermés dans l'épaisseur des murs, en briques faites exprès, inventées par M. Gourlier*, L. Colas, Paris, 1823, 15 p.

GOURLIER Charles, *Par brevet d'invention. Manufacture de briques cintrées pour tuyaux de cheminées, et autres, de l'invention de M. Gourlier*, impr. de Fain, Paris, 1828, 4 p.

GOURLIER Charles, *Essai sur la construction des tuyaux de cheminée et autres*, par M. Gourlier, Béchet jeune, Paris, 1830, 42 p.

GRÜTZMACHER Bernd, *Kachelofenbau, Planung, Konstruktion, Beispiele*, Callwey Verlag München, München, 1985, 101 p.

GUERARD François Dr., *L'hôpital de Lariboisière*, Steinheil, Paris, 1888.

GUYTON-MORVAU & CARNOT, « Rapport sur un appareil de chauffage de M. Curaudau », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 8, 1809, p. 139-142.

HALLE, TROUVILLE, « Rapports des séances », *Journal des inventions et découvertes*, 1795, n° 3, p. 171-177, (Désarnod).

HENRIQUEZ, *Moyens de prévenir la disette des bois*, 1786.

HERPIN, « Rapport sur divers appareils destinés au chauffage des appartements par Laury 29 rue Tronchet Paris », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 10, 1846, p. 268-269 & p. 286-288.

KESLAR F., *Espargne bois, c'est-à-dire Nouvelle et par ci-devant non commune ni mise en lumière, invention de certains et divers fourneaux artificiels, par l'usage desquels, on pourra annuellement espargner une infinité de bois et autres matières nourrissant le fue et néanmoins entretenir les poêles une chaleur commode et plus salubre*, Oppenheim, 1619.

JANNIARD H., « Des tuyaux de cheminées », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1847, n°7, col. 68-71, pl.44.

JANNIARD H., « Des appareils calorifères en général et de celui de Fondet en particulier », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1852-1853, n°11, col. 166-170, pl.18.

JULIEN C. E. & VALERIO O., *Nouveau manuel Roret complet du chaudronnier*, Roret, Paris, 1846 (réédition Léonce Laget, 1981), 304 p.

LE CANU, *Poêles antiques*, la veuve Chereau, Paris, 18 p.

MERIMEE, « Rapport sur un calorifère de M. Désarnod », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 16, 1817, Paris, p. 149-153.

MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, « Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 23-27.

OLDHAM James, *Air Stove Grate*, Oldham James, Londres, 9 p.

OLLIVIER, *Collection de dessins de poêles de formes antiques et modernes*, Paris, Bibliothèque Doucet, Album Maciet, bibliothèque des Arts décoratifs.

PAYEN Anselme, « Rapport sur les travaux de M. Bonnemain », *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie Française*, Paris, n°27, 1828, p. 181-182.

PECLET Eugène, « Rapport fait au nom du comité des arts économiques, sur le calorifère de M. Chevalier, rue Montmartre, 140 », *Bulletin de la société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 40, 1841, p. 50-54.

ROUFEN Gerritt , *Neuen Inventionirren Kachel-Ofen*, Neuman, Hamburg, 1695.

SAUVAGE Edouard, *Enquête sur les explosions de chaudières à vapeur en Grande-Bretagne*, Dunois, Paris, 1877.

SAUVAGE Edouard, *Notes sur l'explosion d'une chaudière à vapeur dans un hôtel à Hartford, USA*, Dunois, Paris, 1889.

SCHÜBLERN Johann Jacob, *Aussliche Vorstellung und deutlicher Unterricht von Zierlichen beqemen und holtz ersparenden Stüben-Oefen*, Weiglers, Nüremberg, 1728, 64 p.

THIROLIER, « *Lettre de M. Thiolier sur l'économie des combustibles* », Thiolier, 21 rue Neuve des Capucines, Paris, p. 4.

TRELAT Emile, SOMASCO Charles, *Le chauffage et l'aération des habitations*, Bibliothèque des Annales économiques, Paris, 1889, 48 p.

VENEL, *Instructions sur l'usage de la houille*, Renault, Avignon, 1775, 543 p.

WALCKNEAR C., *Notes sur l'explosion d'une chaudière à vapeur dans un hôtel à Hartford, USA*, Dunod, Paris, 1889, 14 p.

« *Du chauffage dans Paris* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1842, n°3, col. 277-278.

« *Questions 26 et 27* », *Nouvelles de la République des Lettres, Salon de la Correspondance pour les Sciences et les Arts*, jeudi 10 Mai 1787.

« *Réponses aux questions 26 et 27 par M. Bonnemain* », *Nouvelles de la République des Lettres, Salon de la Correspondance pour les Sciences et les Arts*, jeudi 31 Mai 1787.

« *Lycée des arts - Rapport par Regnier et mention honorable de nouveaux poeles ou fourneaux domestiques du citoyen Désarnod, architecte* », *Nouvelles Littéraires*, 1798, p. 390.

« *Nouvelles littéraires - Lycée des arts* », *Magasin encyclopédique ou journal des sciences des lettres et des arts*, 1797, p. 396.

« *Nouvelles littéraires - Lycée des Arts* », *Magasin Encyclopédique ou Journal des Sciences, des Lettres et des Arts*, 1798, p. 390, p. 399, (Bonnemain, Désarnod).

« *Nouvelles littéraires - Lycée des arts* », *Magasin encyclopédique ou journal des sciences des lettres et des arts*, 1800, p. 406.

« *Rapport de la commission du chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 1, 1802, p. 77-79.

« *Sur le chauffage économique, Arts économiques* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 5, 1806, p. 108-119, (Les essais de 1807-1808, Thiolier, Désarnod, Voyenne, Curaudeau, Frédéric).

« *Appareils de chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 6, 1807, p. 137-138, (Désarnod, Curaudeau, Thiolier, Voyenne).

« Méthode de chauffer les Appartements et les Etablissements publics au moyen de la vapeur », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 6, 1807, p. 66-72.

« Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 8, 1809, p. 23-27

« Extrait des séances et de la correspondance du Conseil d'administration de la Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 8, 1809, p. 210-211, (Désarnod, Curaudau).

« Description du calorifère de M. Désarnod », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 16, 1817, Paris, p. 260-265, planches.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, vol. 18, 1819, p.23-24, (Chabannes)

« Description d'un appareil destiné à chauffer l'eau ou tout autre liquide et à la maintenir constamment au même degré de chaleur ; inventé par Bonnemain, ingénieur physicien rue des Deux-Portes-Saint-Jean, n° 6, à Paris », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, vol. 23, 1824 p. 238-242, 2 pl.

« Rapport de séance », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, vol. 7, 1808, p. 236, (Bonnemain).

« Rapport de séance 11 mars 1829 », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, vol. 30, p. 355, (Bonnemain).

« Description de l'appareil d'incubation artificielle de Bonnemain, perfectionné par M. Sorel », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, vol. 39, 1840, p. 254-255, planche 802.

« Blanchissage par circulation continue de la lessive, d'après le système de chauffage à l'eau chaude, inventé par Bonnemain », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, vol. 50, 1851, p. 31-32.

Chauffage central

ADLAM Napier T., *Radiant Heating*, The industrial Press, New York, 1949, 504 p.

ASCHOF K., « Die Caliqua-Heisswasserheizung », *Die Wärme : Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, n° 42, oct. 1931, 4 p.

AUDOUIN J.-F., « Les grands immeubles américains commerciaux et d'habitation, leurs installations mécaniques et aménagements », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, n° 1, mars, 1922, p. 10-52.

d'AVENEL Vicomte, *Le Mécanisme de la Vie moderne*, 6e éd., Armand Colin, Paris, 1922, 183-235 p.

- BACKE Hans, « La fourniture de l'aide du chauffage à eau très chaude sous pression », *Gesundheit-Ingenieur*, octobre 1931, 9 p.
- BAURRIENNE Auguste, « Distribution de chauffage par station centrale urbaine », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, 1911, p. 349-350.
- BEAURRIENNE Auguste, « Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, 1912, p. 469-508, p. 701-733
- BAURIENNE Auguste, « Utilisation de la chaleur, chauffage par aérothermes », *Architecture d'Aujourd'hui*, 1935, n°5, p. 41.
- BOUDIN Jean-Christian Dr., « De la circulation de l'eau considérée comme moyen de chauffage et de ventilation des édifices publics », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, J.-B. Baillière, Paris, vol. 2, 1852, p. 34-92.
- BOUDIN Jean-Christian, « Nouvelles études sur le chauffage, la réfrigération et la ventilation des édifices publics », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, J.-B. Baillière, Paris, vol. 1 1853, p. 346-380.
- BOUDIN Jean-Christian, « Chauffage et ventilation des hôpitaux; examen de quelques propositions renfermées dans la thèse de M. Grassi », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, J.-B. Baillière, Paris, vol. 2, 1856, p. 464-474.
- BOYCE G. P., *Remarks on the different systems of warming and ventilating buildings*, 2nd ed., Wetton, London, 1824, 31 p.
- BUREAU VERITAS, *Installation du chauffage central dans les Immeubles de rapport*, Véritas, Paris, 1934, 62 p.
- CASTELLAN Joseph Léon, *Chauffage et ventilation des habitations privées. Chauffage et ventilation des hôpitaux. Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Rignoux, Paris, 1857, 43 p.
- DALY César, « Du chauffage et de la ventilation – Introduction », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°5, 1844, col. 118.
- DALY César, « Le nouvel hospice de Gisors, système de chauffage et de ventilation des salles des malades et des vieillards », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°19, 1861, col. 212-227.
- DAVIES John & RYDER George Vardon, *On the System for Warming Buildings by hot Water, being a Reply to Mr. Perkins's "Answer" to the Report presented to the Manchester Assurance Company*. Manchester, Love & Barton, Simpkin Marshall, London, 1841, 18 p.
- DAVIOUD Gabriel, *Architecture contemporaine : Les théâtres de la place du Châtelet : Théâtre du Chatelet, Théâtre lyrique construits d'après les dessins et sous le direction de Gabriel Davioud*, Ville de Paris, Paris, 1865-1876.
- DELERUE , « Maison pénitentiaire en construction à Rethel », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1842, n°3, col. 15-20 & col. 476.

DENFER J., *Fumisterie chauffage et ventilation, Encyclopédie des travaux publics architecture et constructions civiles*, Baudry, Paris, 1896.

DESCHAMPS (d'AVALON) & GAULTIER de CLAUBRY H. A., « *Du chauffage et de la ventilation des édifices publics* », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, vol.1, 1853, p. 323-345.

DETAÏN C., « *Le théâtre municipal du Vaudeville – Magne architecte* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°27, 1869, col. 273-276, pl. 51-55.

DUBOIS Edgard, *Ventilation, chauffage et éclairage des grands établissements tels que casernes, bâtiments industriels, scolaires, etc.*, Berger-Levrault, Paris, 1893, 73 p.

DURAND Paul, « *Le nouvel hôpital de Grange Blanche à Lyon* », *Le génie civil*, Paris, 1933.

DUZAN J., « *Le chauffage par les combustibles liquides* », « *Chauffage et ventilation* », *Architecture d'aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, p. 13.

FAIRBAINS William, *Report on Perkins's hot water apparatus for warming buildings*, London, 2 p.

FOWLER T., *A Description of the Patent of Thermosiphon*, London, 1829, 40 p.

GAULTIER, « *Rapport au nom de la Commission spéciale sur les calorifères de M. Désarnod* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 9, 1810, p 60-62.

GRASSI C. Dr., *Hygiène publique, Chauffage et ventilation des hôpitaux, Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, J.-B. Baillièrè et fils, Paris, 1856, 80 p.

GRASSI C. Dr., *Hygiène publique, Chauffage et ventilation des hôpitaux, Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital par M le Dr Van Hecke dans l'un des pavillons de l'hôpital Beaujon*, J.-B. Baillièrè et fils, Paris, 1857, 40 p.

GRASSI C. DR., *Etude des appareils de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Necker*, J.-B. Baillièrè et fils, Paris, 1859, 30 p.

GRASSI C. DR., *Mémoire sur les appareils de ventilation et de chauffage établis à l'hôpital Necker d'après le système du Dr Van Hecke*, J.-B. Baillièrè, Paris, 1859, p. 40.

GRASSI C. Dr., *Etude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, Dupont, Paris, 1864, p. 64.

GRASSI C. Dr., *Notice sur les travaux scientifiques du Dr. Grassi*, Parent, Paris, 1878, 15 p.

GROUVELLE Philippe, *Lettre à M. Émile Bouchotte, maire de la ville de Metz, sur les améliorations à introduire dans les hôpitaux et les prisons du département*, Malher, Paris, 1830, 31 p.

GROUVELLE Philippe, *Chauffage et ventilation de la Nouvelle Force à Paris par Philippe Grouvelle*, Fournier, Paris, 1845, 36 p.

- GROUVELLE Philippe, *Rapports et notes sur les travaux de Ph. Grouvelle, ingénieur civil...*, impr. de Munzel frères, Sceaux, 1855, 47 p.
- GROUVELLE Philippe, *Réponse aux notes que M. Léon Duvoir-Leblanc a publiés pour réfuter une thèse de M. Grassi*, impr. de Munzel frères, Sceaux, 1856, 16 p.
- GROUVELLE Philippe, *Chauffage par le gaz, système E. Beaufumé*, impr. de Bénard, Paris, 1857, 40 p.
- GUYTON-MORVAU & CARNOT, « *Rapport sur un appareil de chauffage de M. Curaudeau* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 139-142.
- HAMELLE Henry, *Chauffage moderne par la vapeur à basse pression : hygiène, économie, propreté, sécurité*, Dreager, Paris, 1900, 124 p.
- HERMANT André, « *Utilisation de la chaleur, chauffage par panneaux à basse température, chauffage par surfaces rayonnante* », *Architecture d' Aujourd'hui*, 1935 n°5, p. 39-40.
- HERSCHER Charles, DEMIMUID René, « *Note sur des procédés récents de chauffage et de ventilation observés en Autriche* », *Extrait des Mémoires de la Société des ingénieurs civils*, impr. de E. Capiomont et V. Renault, Paris, 1881, 15 p.
- HOTTINGER M., *Heizung und Lüftung, Warmwasserversorgung, Befeuchtung und Entnebelung*, Von Oldenbourg, München und Berlin, 1926, 293 p.
- KAISER, « *Die wirtschaftliche Beheizung von Werkstätten* », *Die Wärme : Zeitschrift für Dampfkessel und Maschinenbetrieb*, n° 42, oct. 1931, 5 p.
- KEITH James, *Report on the heating and ventilation of the house of parliament*, London, 1894, 18 p.
- LAVEZZARI Emile, « *Etude de la construction des établissements hospitaliers* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°22, 1869, col.182-205.
- LAVEZZARI Emile, « *L'hôpital à Berck-sur-Mer* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°28, 1873, col. 71-81 & col. 231-250.
- LECLERC Raoul-Maurice, MEAUX-SAINT-MARC Jacques, « *Le Congrès du Chauffage - Réflexions d'architectes* », *La construction moderne*, février, 1934, p. 334-350.
- LORMANT Henri, « *L'avant-projet* », *Architecture d' Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935, p. 6.
- MATTAR Robert, « *La fourniture de chaleur par le chauffage à eau chaude sous pression et pompe* », *Gesundheit-Ingenieur*, oct. 1932, p. 6.
- MERIMEE, « *Rapport sur un calorifère de M. Désarnod* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°16, 1817, p. 149-153 & p. 260-265
- MISSENARD André, « *Du chauffage à eau chaude par thermosiphon* », *Chaleur et Industrie*, avril-juillet 1928.

- MISSENARD André, « *Du calcul des tuyauteries dans les chauffages à eau chaude par thermosiphon* », *Chaleur et Industrie*, août 1928.
- MISSENARD André, « *Le chauffage radiant* », *Architecture d'Aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 36.
- MOSSE L., *Chauffage par l'eau chaude*, Loubat, Pariss, 1927, 64 p.
- MOSSE L., *Leçons de chauffage proposé aux cours de l'AICVF*, Loubat, Paris, 1930, 171 p.
- MULLER Emile, « *Nécrologie aux obsèques de M. Louis Ser, membre du conseil* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, Paris, 1888.
- NESSI André, NISOLLE Léon, *Physique industrielle, régimes variables de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, Dunod, Paris, 1925, 171 p.
- NESSI André, *Méthodes graphiques pour l'étude des installations de chauffage et de réfrigération en régime continu*, Dunod, Paris, 1925, 171 p.
- NESSI André, *Physique industrielle, Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, Dunod, Paris, 1933, 134 p.
- PERISSE Raymond, *Le chauffage des habitations par calorifères*, Paris, Gauthier-Villars, 1905, 173p.
- PALIARD, « *Rapport fait au nom du comité des arts économiques sur le calorifère inventé par M. Gurney, Bd St-Martin Paris* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 74, 1875, p. 355-358.
- PAYEN Anselme, « *Rapport fait au nom sur d'une commission spéciale, sur le calorifère à circulation d'air chaud, présenté par M. Chaussenot jeune, allée des Veuves, 45, à Paris* », *Bulletin de la société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 39, 1840, p. 92-94.
- PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, 43 p.
- PERKINS Angier March, *Answer presented to the Manchester Assurance Compagny, Manchester, Love & Barton, Moyes & Barclay*, London, 1841, 16 p.
- PERREY Jean Edmée, « *Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vol. XIII, cols. 149-161 & col. 193-208 & col. 262-277 & col. 419-447, pl.25-32.
- PRICE H. C., *Remarks on ventilation and warming, chiefly having reference to prisons; and also applying to other public buildings*, By « *An Enginee* », Brabury & Evans, London, 1844, 18 p.
- RIETSCHER Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation, à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, entrepreneurs, etc.*, Traduit de l'allemand sur la 4^e édition, par Léon Lasson, C. Béranger Paris et Liège, 1911.

RIETSCHEL Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation*, Revu et mis à jour, par K. Brabbée, Traduit sur la 6^e édition allemande, par A. Jouve, C. Béranger, Paris & Liège, 1925, 407 p.

RIETSCHEL Hermann, *Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation : Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation à l'usage des ingénieurs*, Revu et mis à jour par le Prof. Dr. Ing. Heinrich Gröber, une partie sur l'hygiène par le Prof. Dr Ned J. Bürgers, Traduit sur de la 9^e éd. allemande par Ad. Jouve, Béranger, Paris & Liège, 1932, 349 p.

RITCHIE Robert, *Observations on the sanitary arrangements of factories with remarks on the present methods of warming and ventilation*, John Weale, London, 1844, 40 p.

RITCHIE R., *On the ventilation and Warming of Buildings, and Heating of Baths, as practiced by the Ancients*, 1851, 50 p.

RITCHIE R., *Heating of buildings*, 1855, 6 p.

SARAZIN Charles, « *Essai sur les hôpitaux ; dimensions, emplacement, construction, aération, chauuffage et ventilation* », *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, n° 24, vol. 2., 1865, p. 294-374.

SCARSEZ E., *Guide pour l'installation des chauffages modernes*, lib. Polytechnique Ch. Béranger, Paris, 1935, 384 p.

SCHMIDT Oscar, « *Vapeur ou eau chaude ?* », *Gesundheit-Ingenieur*, avril 1932, p. 7.

SEE Paul & Edmond, *Chauffage et ventilation par l'eau surchauffée. Système Perkins*, impr. de Lefebvre-Ducrocq, Lille, 1885, 7 p.

SZAMBIEN Werner, « *Les bâtiments de la Montagne Sainte-Geneviève au XIX^e siècle* », *Le Paris des polytechniciens, des ingénieurs dans la ville*, DAAVP, Paris, 1994, p. 27-37.

SEE Edmond et Paul, *Chauffage et ventilation par l'eau surchauffée, système Perkins*, Lefevgre-Ducrocq, Lille, 1885, 7 p.

SNODGRASS Neil, « *Méthode de chauffer les Appartemens et les Etablissemens publics au moyen de la vapeur* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°6, 1807, p. 66-72.

THAUVIN, « *Chauffage et ventilation de la prison Mazas* », *Commission départementale faisant fonction de Conseil Général de la Seine*, Paris, 1852, 189-196 p.

TRELAT Emile, PELIGOT Henri, *Examen comparatif des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital de Lariboisière*, Dupont, Paris, 1864, 48 p.

TRELAT Emile, SOMASCO Charles, *Le chauffage et l'aération des habitations. : Bibliothèque des Annales économiques, Bibliothèque des Annales économiques*, Paris, 1889, 11 p.

TROOST, « Communication sur le chauffage au pétrole », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 68, 1869, p. 571-574.

VALLIN Marius, *Chauffage et ventilation par les calorifères à chaud*, Dépollier et Cie, Annecy, 1869, 16 p.

WAZON Adolphe, *Chauffage et ventilation des édifices publics et privés, chauffage des serres, précédés d'une étude pratique sur les combustibles*, Lacroix, Paris, 1886, 27 p.

WILLETS James R., *Heating and Ventilation of residences*, Inland Architect Press, Chicago, 1893, p. 34.

« Agrandissement du Collège de France », *Chantiers*, n° 4, 1933, p. 29.

« Chauffage et ventilation », *Architecture d'Aujourd'hui*, Paris, n°5, mai, 1935.

« Chauffage-ventilation-conditionnement », *Cœuvres et maîtres d'œuvres*, Paris, déc. 1947-janv. 1948, n° 9, 99 p.

« Chauffage et ventilation de l'Opéra de Vienne », *Nouvelles annales de la construction*, mars 1881, p. 35.

« Chauffage et ventilation de la prison Mazas », *Commission départementale faisant fonction de Conseil Général de la Seine*, Paris, 1854, 40-53 p.

« Le chauffage par le sol à tubes de chauffe par Brevet Deriaz », *Chantiers*, n°2, 1934, p. 32-34.

« Comptes rendus des travaux de la Société d'encouragement », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°23, 1824, p. 107-108 (M. le Vicomte de Castelbajac sur Bonnemain).

« Construction d'une maison de répression à Nanterre, Travaux de chauffage et de ventilation », Examen du concours ouvert suivant une délibération du conseil général de la Seine en date du 9 décembre 1876, *Imprimerie centrale des chemins de fer*, A. Chaix et Cie, 1878.

« Description d'un appareil pour chauffer les ateliers et les grands établissements, au moyen de la vapeur », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 19, 1820, p. 9-12.

« Description d'un appareil à vapeur propre aux usages domestiques construit à M. Whiteley à Londres », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°18, 1819, p. 24-26.

Documents à consulter sur la création d'un hôpital de 600 lits que l'administration municipale a proposé d'établir dans le quartier nord de Paris, Paris, 1843, 30 p.

« Installation du chauffage et de la ventilation du nouveau théâtre allemand de Prague », *Nouvelles annales de la construction*, mars 1889, p. 42-44.

« Explosion d'un calorifère de l'église de Saint-Sulpice », *l'Illustration*, Paris, 16 janvier 1858.

« Logements à Maison-Alfort », *Chantiers*, n° 3, 1933, p. 11

« New York's largest Hotel to Generate Power and Burn Pulverized Fuel », *Power*, vol. 67, n° 25, 19 June 1928, p. 1122.

« Notice sur le chauffage par le moyen de la vapeur et application de ce procédé au chauffage de la grande salle et de plusieurs autres parties de la Bourse », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 27, 1828, p. 202-213, pl. 359-360.

Notice sur l'hôpital Lariboisière, ouvert à Paris en 1854, Dupont, 1863.

Opinion de M. Alexis Beau sur le projet de créer un hôpital de 600 lits que l'administration municipale a proposé d'établir dans le quartier nord de Paris, Paris, 1843, 30 p.

« Ordonnances royales concernant les mesures de précaution à observer dans l'emploi des machines à vapeur à haute pression », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°23, 1824, p. 549-551.

Préfecture du département de la Seine, ville de Paris, direction des travaux, division d'architecture, « *Reconstruction et agrandissement de la Sorbonne, chauffage et ventilation* », Examen par la commission nommée par le préfet de la Seine, rapport présenté par Emile Trélat, 1885.

« La régulation automatique par l'électricité », *Architecture d'Aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 96-97.

« La répartition et le paiement des frais de chauffage dans les immeubles modernes », *Architecture d'Aujourd'hui*, n°5, 1935, p. 94.

« Sur les publications anglaises du marquis de Chabannes », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n°18, 1819, p. 23-24.

Chauffage au gaz et à l'électricité

BELTRAM Alain, « *Création et développement du réseau électrique parisien* », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIX^e-XX^e siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 241-257.

BELTRAM Alain et CARRE Patrice A., *La fée et la servante, la société française face à l'électricité XIX^e -XX^e siècle*, Belin, Paris, 1991, p. 249.

BESNARD Henri, *L'industrie du gaz à Paris depuis les origines*, Domat-Montchrestien, Paris, 1942, 212 p.

CLERGET, « *Industries comprenant l'emploi économique de la chaleur, de la lumière et de l'électricité* », *Rapports du jury mixte international publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale*, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 451.

DEFLASSIEUX F., « *Le chauffage par l'électricité* », *Architecture d'Aujourd'hui*, Mai 1935, n°5, p. 21-23.

DORISY C. E. & BRADFIELD J. L., *Residence electric heating as a potential market to hydro-electric Power*, Washington State Planning Council, Washington, 1937, 51 p.

FOUGERET Henri, *Le chauffage électrique par accumulation*, 1928.

GERALDY Franck, *La Lumière Electrique*, samedi 8 octobre, 1881, vol. 5, p. 60.

GERMINET Gustave, *Traité pratique du chauffage par le gaz considéré dans ses diverses applications à l'industrie et aux usages domestiques*, N.-J. Philippart, Paris.

HOUSTON Edwin & KENNELLY A. E., *Electric Heating*, The W. J. Johnston Compagny, New York , 1895, 290 p.

HUGUENY Charles-A., *Traité élémentaire et pratique du chauffage au gaz*, Roret, Paris, 1857, 27 p.

MAURER P., *Pour se chauffer et faire sa cuisine à l'électricité*, Dunod, Chartres, 1934, 154 p.

MERLE G., *Traité sur le gaz et tous les appareils nécessaires à sa fabrication*, Manuel Roret, 1837, 225 p.

POMMERAS P., « *Le chauffage électrique intermittent et le confort localisé* », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 50.

PRUD'HON G. *Le chauffage central au gaz*, Office technique de chauffage, Paris, 1927.

TENNESSEE VALLEY AUTHORITY, *Heating at Norris Tennessee, A study of Thermal efficiency in housing*, Louis Grandgent, Knoxville, 1938, 42 p.

TENNESSEE VALLEY AUTHORITY, *Studies in the heating of small houses*, W. H. Purnell, Knoxville, 1939, 42 p.

WILLIOT Jean-Pierre, « *Nouvelle ville, nouvelle vie : croissance et rôle du réseau gazier parisien au XIX^e siècle* », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIX^e-XX^e siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 213-232.

Le chauffage électrique des appartements, Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, Paris, 1931, 42 p.

Eclairage et chauffage - Commission municipale de Paris, Vinchon, Paris, 1855, p. 24.

« *Le gaz* », *Œuvres et maîtres d'œuvres*, Paris, déc. 1947-janv. 1948, n° 9, p. 44.

« *Note sur le chauffage au Gaz et sur quelques appareils destinés à des usages domestiques ou industriels* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 1858, n° 57, p. 100-106.

« *La véridique histoire (en quelques histoires) du chauffage au gaz* », *Gaz de France-Information*, n° 80, 1955, p. 3-10.

« Rapport de séance », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 6 février 1846, n° 45, p. 120.

Chauffage urbain

American District Steam Compagny, *Holly system of direct and exhaust steam distribution in cities and villages for heating and power*, Lockport, 1892, 24 p.

BALLAINVILLIERS, *Etat de l'Auvergne en 1765*.

BARTLETT James Herbert, *District Steam Supply : Heating Buildings by Steam from a Central Source*, John Lovell & Son, Montréal, 1884, 19 p.

BLAKEMORE, *Analytical Report of the New York Steam Corporation*, MILLER, FRANKLIN, BASSET & COMPAGNY, New York, 1928.

BEAURRIENNE Auguste, « Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris », *Mémoires et comptes rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1911, p. 469-508.

BONNAUD A., « La Cité-Jardins de Plessis-Robinson », *Urbanisme*, n° 67, sept-oct 1932, p. 189-197.

BORDIER Dr. H., « L'atmosphère des grandes agglomérations », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1930, p. 1110-1112.

BOSC D'ANTIC, « Examen des eaux thermales de Chaudes-Aigues », *Mémoire envoyé à l'Académie royale des sciences et à celle de Dijon*, 1771.

BOUSQUET M., « Le chauffage des bâtiments par centrale urbaine », *La Nature*, 1918, 20-25 p.

BOUSQUET M., « Le chauffage des bâtiments », *La Nature*, vol. 2, 1931, 91 p.

CHASSANG Pierre, *Chaudes-Aigues une description, une histoire*, Aurillac, 1982, p. 335.

CHENEVIER R., « Des ordures ménagères à la centrale électrique », *La science et la vie*, n° 175, janvier 1932, p. 34-42.

CHENEVIER R., « L'urbanisme moderne dans la cité moderne », *Science et Monde*, mai 1932, p. 300-303.

CHENEVIER R., « Villeurbanne, modèle d'urbanisme », *La science et la vie*, n° 181, juillet 1932, p. 44-55.

CHEVALIER A., *Les eaux de Chaudes-Aigues*, Res Universis, Paris, 1991.

DESCAMPS Henri, « Les premiers gratte-ciel de Stockholm sur la Kungsgalan », *La Construction Moderne*, vol. 45, Paris, 1930, p. 598-607.

DEVAUX Pierre, « *Extension du chauffage urbain du quartier St. Paul* », *La Nature*, vol. 2, 1934, p. 540-549.

FADE M., « *Visite des installations de la Compagnie de chauffage urbain* », *Société des ingénieurs civils de France*, 1936, 14 p.

FISCH R., « *Le chauffage urbain dans les pays d'Europe autres que la France* », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 131, mai 1950, p. 47-55.

FISCH R., « *Le chauffage urbain et ses perspectives* », *Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics*, n° 59, janvier 1949, p. 1-12.

FLEURY Jean, « *Un nouveau progrès - Le chauffage central à la portée de tous* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, nov.-déc. 1927, p. 361.

FLEURY Jean, « *Le chauffage à la portée de tous* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1928.

FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, février 1934, p. 25-41.

FLEURY Jean, « *Le chauffage Urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, 1928, p.473-4.

FLEURY Jean, « *Le chauffage Urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, 1936.

FLEURY Jean, « *Les cours de l'Université Prolétarienne Urbanisme - les eaux - Air et lumière* », *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1936 - mars 1937.

GILLEBEERT F., « *Conditions à réaliser pour qu'une installation de chauffage à eau chaude avec une pompe puisse fonctionner par thermosiphon* », *Chaleur et industrie*, 193*, p. 247-250.

GIBBS F. W., *The Furnaces and Thermometers of Cornelis Drebbel*, *Annals of Sciences*, oct 1948, pp. 32-43.

GOUJON Lazare, *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1929, p. 769.

GOUJON Lazare, « *Installations complémentaires de la nouvelles usine d'incinération* », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1929, p. 768.

GOUJON Lazare, « *Compte rendu de la séance extraordinaire du 23 février 1931, Extension du service de chauffage* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1931.

GOUJON Lazare Dr., *Le nouveau centre de Villeurbanne*, Association typographique lyonnaise, Lyon 1932.

GOUJON Lazare Dr., *Villeurbanne 1924-1934 ou 10 ans d'administration*, Association typographique, Lyon, 1934.

HOENKAMP Ir. M. C., « *District Heating Rotterdam* », *Rapports du deuxième congrès mondial des techniques et de l'urbanisme souterrains*, 1948, pp. 22-27.

HUNTER Louis C., *Steam Power A History of industrial Power in the United States, 1780-1930*, Hagley Museum and Library and University press of Virginia, Charlottesville, 1985, 732 p.

HUMERY René, *La lutte contre les fumées poussières et gaz toxiques*, Dunod, Paris, 1933, 350 p.

HUMERY René, *Les ordures ménagères de la région parisienne (collecte, évacuation, destruction)*, Dunod, Paris, 1935, 103 p.

LEGRAND D'AUSSY, *Voyage fait en 1787 et 1787 dans la ci-devant Haute et Basse Auvergne*, 1794. Cité par Idem p. 71.

LEMOINE André, *Un aspect nouveau de l'urbanisme le chauffage urbain*, Les archives de l'actualité, Paris, 1931, 47 p.

NAVE Félix, « *Considérations générales sur la destruction des immondices* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, octobre-novembre 1908, Paris, p 284.

NESSI André, *Répartition générale de la chaleur dans les immeubles au moyen de centrales thermiques avec ou sans utiliser la force motrice*, Mémoire présenté à la Société des Ingénieurs civils de France, 8 février 1924, Dunod, Paris, 1924, 60 p.

MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 723.

MEURET Bernard, *Le socialisme municipal, Villeurbanne 1880-1982*, Presse Universitaires de Lyon, Lyon, 1982.

MUSGRAVE J. L., « *Heating* », *Rapports du deuxième congrès mondial des techniques et de l'urbanisme souterrains*, 1948, p. 20-21.

PARGEAS, « *Le chauffage par groupe d'immeubles* », *Conférence Internationale du bâtiment, La Construction Moderne*, septembre, 1923, 629-632 p.

PIERCE Morris, *The Road to Lockport : Historical Background of District Heating and Cooling*, ASHRAE Transactions, 1995

PIERCE Morris, « *The Evolution of Heat, Light, and Power Systems at the U.S. Naval Academy : 1845-1995* », *XIIIth Annual Naval History Academy*, octobre 1995.

RAYNAL P., GIBERT J.P., BARTHOMEUF C., « *Chaudes-Aigues : historique des utilisations de la géothermie* », *Réseaux et chaleur*, Ademe, Paris, n° 16, oct., nov., déc. 1992, p. 67-75.

RAYNAUD M., « *Le chauffage urbain* », *Chauffage Ventilation Conditionnement*, n° 9, déc, 1947, p. 75-77.

RAYNAUD M., « *Le chauffage urbain en France* », *Cœuvres et maîtres d'œuvres*, déc. 1947-Jan. 1948, n° 9, p. 75-77.

REY Augustin, « *Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale* », *La Technique Sanitaire et Municipale*, Paris, sept-oct 1907, p. 260-272.

REY Augustin, « *Le problème du chauffage collectif des habitations populaires* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, oct-nov, 1908, p. 248.

REY Augustin, « *Comment chauffer les habitations populaires - Chauffage central par groupe d'immeubles* », *Compte rendu de la 37e session Clermont-Ferrand 1908 de l'Association Française pour l'avancement des sciences*, Masson, Paris, 1909, p. 1376-1388.

REYNAUD Jean, *Terre et Ciel*, 1834, 73-74 p.

SALELLES R., DAUTEL R., *Soudure de canalisations de vapeur à haute pression pour le chauffage urbain (Ville de Paris)*, XI^e Congrès de soudure à Rome, Rome, 1934, p. 434-441.

SEE Ch. Edmond, « *Les ordures ménagères* », *La construction moderne*, 1932-33, p. 19-29.

SCHULTZ E., « *Le chauffage urbain aux Etats-Unis* », *La technique sanitaire et municipale*, fév 1928, p. 46-47.

SHUMACHER Fritz, *Köln, Entwicklungsfragen einer Großstadt*, Verlag Callwey, München, 1923, p. 61.

TASTE de L. & LEFEBURE Auguste, *Rapport du conseil municipal de Paris*, n° 144, 1927.

THUBERT Emmanuel de, « *Une ville allemande a installé un réseau public de chauffage à la vapeur* », *La Construction Moderne*, 1908-1909, 280 p.

THUBERT Emmanuel de, « *Le chauffage urbain* », *La Construction Moderne*, vol. 2, mars, 1934, 546-552 p.

TRIBOULET Alain, BRICKA Dominique, « *Spécial anniversaire CPCU* », *Journal d'information de la Compagnie Parisienne de chauffage Urbain*, 1990, p. 1-8.

TROLLER A., « *La distribution centrale de la chaleur à Paris* », *La Nature*, Paris, vol. 1, 1928, p. 103-106.

VARINOIS, « *Les fumées doivent disparaître* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin, juillet, août, septembre 1930, p. 1109, p. 1165-1167, p. 1193-94.

VERON M., « *Le chauffage Urbain, distribution de la chaleur dans les villes* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des ingénieurs civils de France*, 1927, p. 532-631.

VERON M. & PILLET F. Jules, « *Le chauffage urbain* », *Revue de l'art de l'ingénieur et de l'hygiénisme municipal*, Paris, janvier, 1928, p. 18-19.

VIGNES E., « *Le chauffage par la vapeur aux USA* », *La Nature*, 1882, p. 245-246.

VINCIGUERRA Louis, « *CPCU, le réseau de chauffage urbain de Paris* », *Paris et ses réseaux, Naissance d'un mode de vie urbain XIX^e-XX^e siècles*, Mairie de Paris, Paris, 1990, p. 233-239.

WERNER Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning*, « *District heating development and spreading* », Stockholm, 1989, 79 p.

« *Agrandissement des bâtiments de l'usine municipale d'incinération des immondices* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, septembre 1929, p. 900.

« *Un bel effort d'urbanisme* », *L'Illustration*, n° 4652, avril 1932, p. 532-533.

« *Bilan sur les bâtiments communaux* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, octobre 1937.

« *Le centre urbain de Villeurbanne près de Lyon* », *Le Génie Civil*, n° 1, juillet, 1933, p. 20.

« *Le nouveau centre urbain de Villeurbanne* », *Le Génie Civil*, n° 10, 1934, p. 233.

« *Le chauffage public à la vapeur dans la ville de New York* », *Le Génie Civil*, n° 11, 1887, 417 p.

Chauffage urbain à Paris, 1929-1954, CPCU, Paris, 1955, 29 p.

« *Comment fonctionne notre chauffage urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, février 1937, p. 3221.

Compagnie générale française de chauffage urbain, Notes sur le chauffage urbain : distribution de chaleur dans les villes, 1926, 51 p.

Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain, CPCU, Paris, 1937, 56 p.

« *Compte rendu du Conseil municipal du 6 juin 1931* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, 1931, p. 1419.

« *Le chauffage des villes par la vapeur* », *La Nature*, 1879, p. 306-307.

« *Le chauffage urbain* », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mars 1928, p. 472-474.

« *Chauffage Urbain* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, mars 1931, p. 1424-1426.

« *Le chauffage urbain à Paris* », *La Technique Sanitaire*, Paris, mars 1928, p. 68.

« *Discussions de la séance du 9 février 1934* », *Mémoires et comptes-rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1934, p. 105.

« *Distribution d'eau chaude à Paris* », *La Nature*, vol. 2, 1893.

« *Distribution de chaleur à domicile à Boston par eau surchauffée* », *La Nature*, vol. 1, 1889, 270.

« *Inauguration des nouveaux fours à incinérer les immondices* », *Bulletin Municipal Officiel de la ville de Villeurbanne*, mai 1929, p. 819.

« *Les installations de la compagnie parisienne de chauffage urbain* », *Revue Chauffage et Ventilation*, Paris, 1935, 18 p.

« *Les municipaux ont fêté le départ à la retraite de M. Fleury* », *Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, n° 1959, janvier février 1959, p. 7580.

National District Heating Association, *District Heating Handbook*, NDHA, Pittsburgh, 1948.

National Heating Compagny, Central Station Heating and Power Supply, Heating and Power Supply System of the National Heating Compagny, New York, 1888, 15 p.

New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, 135 p.

« *Ordures ménagères et chauffage urbain, Villeurbanne* », *La Technique Sanitaire et Municipale*, mars 1928, p. 67-68.

Rapport de la commission de contrôle instituée en vertu du décret-loi du 31 octobre 1935 sur la Société Villeurbannaise d'Urbanisme, exercice 1935, association typographique, Lyon, Villeurbanne, 48 p.

« *Rapport de la commission de contrôle sur la société Villeurbannaise d'urbanisme* », Exercice 1935, p. 48 et *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, octobre 1936.

Le réseau de Bercy de la Compagnie Parisienne de chauffage urbain, Paris, 1933.

« *Urbanisme - Les eaux - Air et Lumière* », *Bulletin municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne*, juin 1936 à mars 1937.

Bulletin Municipal Officiel de la Ville de Villeurbanne, mars 1927, p. 199.

Catalogues d'expositions – catalogues de produits

Première exposition publique des produits de l'industrie française - Catalogue des produits industriels, Allier, Grenoble, 1798, 30 p.

Exposition publique des produits de l'Industrie française – Catalogue des produits, 1801.

Exposition publique des produits de l'Industrie française – Catalogue des produits, 1806.

Le NORMAND L.-S. & MOLEON J.-G.-V., *Description des expositions des produits de l'industrie française, faites à Paris depuis leur origine jusqu'à celle de 1819 inclusivement ; renfermant les noms et les adresses de tous les exposants tant nationaux qu'étrangers*, Bachelier, Paris, 1824, vol. 4, 368 & 324 & 360 & 352 p.

THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française, 1823*, Imprimerie Royale, Paris, 1824, chapitre XXX : économie domestique, section 2, *chauffage*, p. 365-369.

THURY Louis Etienne François (Comte de), *Rapport sur les produits de l'industrie Française 1827*, Paris: Imprimerie royale, 1828, chapitre XXXII : économie domestique, section 2 : *chauffage*, p. 409-411.

PAYEN Anselme, « *Chauffage* », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section III, Bouchard-Huzard, Paris, 1839, vol. 2, p. 498-499.

POUILLET, « *Chauffage* », *Exposition des produits de l'industrie française*, 5^e commission, section VI, Fain et Thunot, Paris, 1844, vol. 2, p. 928-929, p. 931-932.

PAYEN Anselme, « *Chauffage* », *Exposition des produits de l'industrie française*, 6^e section, Imprimerie Nationale, Paris, 1850, p. 794-816.

PECLET Eugène, « *Chauffage et ventilation des édifices publics - Classe 9* », *Rapports du jury mixte international*, publiés sous la dir. de S.A.I. le Prince Napoléon, président de la commission impériale, Imprimerie impériale, Paris, 1856, p. 442-452.

Visite à l'exposition universelle de Paris, en 1855, sous la direction de Tresca, Hachette, 1855, p. 424-434.

SER Louis, « *Chauffage et ventilation* », *Exposition universelle de 1867, groupe III, classe 24*, *Rapports du jury international*, sous la dir. Michel Chevalier, vol. 3, p. 362.

BARLET, « *Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage* », *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris, 1879, vol. 5.

GROUVELLE Jules, CORNUAULT Emile, « *Appareils et procédés de chauffage* », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international, Groupe 3, Classe 27*, p. 727-758.

PICARD Alfred, « *Chauffage* », *Exposition universelle internationale de 1889, rapport du jury international, Groupe 3*, 1891, p. 196-213.

d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74.

Main courante des collections du CNAM, 1814 (St-Denis)

CHRISTIAN Gérard-Joseph, *Catalogue général des collections du Conservatoire royal des arts et métiers*, Huzard, Paris, 1818, 167 p.

KLEIN Georges, *De Dietrich : Poêle fourneaux calorifères au musée de Retzwiller*, 1984.

MORIN Arthur, Général, *Conservatoire des arts et métiers, Catalogue des collections*, 7 vols., 1851-1882.

Catalogue de la Manufacture d'appareillage électrique, 1930.

Chauffage central Brousseval, 1934, 150 p.

C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, 191 p.

Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, 116 p.

De DIETRICH & Cie, *Chaudières Radiateurs Accessoires*, 1950, 34 p. Maison fondée en 1684

LOEBNITZ Jules & Fils, *Album Jules Loebnitz & Fils*, Paris, 18**.

Ets Nanquette, *Radiateurs chaudières accessoires*, tarif 1927 et 1929.

Ets Quint et Flamant réunis, *Robinetterie catalogue n°5*, 78, Bld Henri-Martin Saint-Quentin, Aisne, vers 1932.

Fabrique d'appareillage électrique de la Compagnie Générale d'Electricité, 1924-1925.

GROUVELLE Jules et ARQUENBOURG M., *Chauffage G. A.*, Paris, 1910, 47 p.

HERSCHER Charles, *Etablissements Geneste, Herscher et Cie. Applications du génie sanitaire Ventilation, chauffage, assainissement, désinfection. Matériel d'assainissement*, Dupond, Paris, 1889, 82 p.

Société Générale de Fonderie, *Chauffage Central Chappée*, Album n° 305, 193*, 142 p.

Ca gaze à Rennes, cent cinquante ans du gaz à rennes 1840-1990, Musée de Bretagne, Rennes, 1990, 92 p.

FOESSEL Georges, *Histoire du gaz à Strasbourg*, Oberlin, Strasbourg, 1988, 161 p.

Dictionnaires, encyclopédies & annuaires

Almanach général du Commerce, Tableau général du commerce, des marchands, négocians, armateurs, &c. de la France, de l'Europe, & des autres Parties du Monde, Gournay, Paris, 1790.

Almanach du Commerce Bottin 1810, 1815, 1820, 1825, 1827, 1828, 1830, 1833, 1834, 1848, 1850, 1851, 1853, 1855, 1860, 1865.

SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics* (édition annuelle à partir de 1802) 1831, 1840, 1851, 1858, 1867, 1876, 1896, 1902, 1904.

Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 3, Gosset, 1794-5, p. 173 (Gallica NUMM43810)

Annuaire du Lycée des Arts pour l'an IV de la République Française, Gosset, Paris, 1795-1796, p. 76. (Gallica NUMM43811)

Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 6, Gosset, 1797-8, p. 165 (Gallica NUMM43812)

Annuaire de la Société des ingénieurs diplômés ETP, 1947.

Annuaire statistique de la Ville de Paris, dirigé par Dr. Bertillon chef des Travaux de la statistique, Imprimerie Nationale, Paris, de 1880 à 1910.

Dictionnaire des antiquités grecques et romaines, Hachette, Paris, 1896.

Dictionnaire de biographies françaises, Ed. Prévost et Roman d'Amat, Letouzey et Ané, 1959.

Dictionnaire encyclopédique & biographique de l'industrie et des arts industriels, vol. 3, Ed. Lami E.-O., Librairies des Dictionnaires, Paris, 1883.

Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales, Masson, Paris, 1864-1889, vol. 15, 1874, p. 525-550.

Dictionnaire des parlementaires français 1889-1940, dirigé par JOLLY Jean, PUF, Paris, 1966.

Dictionnaire raisonné d'Architecture, Ed. Bosc Ernest, Firmin-Didot, Paris, 1877.

Dictionnaire Technologique, Thomine et Fortic, Paris, *Atlas*, vol. 1 (Illustrations)

Encyclopédie de l'Architecture et de la Construction, Ed. PLANAT Paul Amédée, 6 vols., Paris, 1888-1892.

Larousse Ménager Illustré, Larousse, Paris, 1926.

Le mobilier domestique, dir. Nicole de Reynies, Imprimerie Nationale, Paris, 1987, 2 vols.

Vocabulaire des objets civils domestiques, édition de l'Imprimerie Nationale, Paris, 1984, p. 635.

BLOCK Maurice, *Dictionnaire de l'administration Française*, 2 vols., Berger-Levrault, Paris, 1862-1877.

BUR Michel, « *L'habitat seigneurial fortifié en Europe occidentale* », *Encyclopedia Universalis*, t. 9, 1988, p. 45.

CHABAT Pierre, *Dictionnaire des termes employés dans la construction*, Veuve Morel et Cie, Paris, 1875, 784 p.

CHAPELOT Jean, *L'habitat rural en Occident du XI^e au XIX^e siècle*, *Encyclopédia Universalis*, T 9, 1988, p. 47.

CHEVALIER Jean & GHEERBRANT Alain, « *cheminée* », *Dictionnaire des symboles, mythes, rêves, coutumes, gestes, formes, figures, couleurs, nombres*, Laffont, Paris, p. 220.

DELAIRE L., *Les Architectes élèves de l'Ecole des Beaux-Arts*, Libr. de la Construction moderne, Paris, 1907, p. 262.

DIDEROT & d'ALEMBERT, *l'Encyclopédie*, vol. 19, p. 626, planche, vol. 33, pl. 2.

FIGUIER Louis, « éclairage et chauffage », *Les merveilles de l'industrie*, 1871, T.4, 756 p.

FRANKLIN Alfred, « Fumiste », « Poëlier », *Dictionnaire historique des arts, métiers et professions exercés dans Paris depuis le XIII^e siècle*, Paris-Leipzig, 1906.

GROUVELLE Philippe, « Chauffage », « Régulateur de température », « Ventilation », *Dictionnaire des arts et manufactures et de l'agriculture*, Laboulaye, Paris, vol. 4, 1847 (1^{ère} édition), 1891 (7^{ème} édition).

HAVARD Henry, « Cheminée » & « Poêle », *Dictionnaire de l'ameublement et de la décoration depuis le XIII^e siècle jusqu'à nos jours*, Librairies imprimeries réunies, Paris, p. 439-451.

PAYEN Anselme, « Assainissement », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 2, p. 290-291.

PAYEN Anselme, « Chaleur », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, 1823, vol. 4.

PAYEN Anselme, « Incucation artificielle », *Dictionnaire technologique*, Thomine et Fortic, Paris, vol. 11, p. 160-169.

QUATREMERE DE QUINCY M., *Dictionnaire historique d'Architecture*, 2 vols., Librairie d'Adrien Le Clere et Cie, Paris, 1832, 726 p. +731 p.

Brevets français, anglais puis américains

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Separating Large from Small Coal, and Consolidating the Latter*, English Patent, Dec. 16, 1799, n°2364, 3 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Consuming Smoke and Warming Apartments*, English Patent, Jan. 16, 1815, n°3875, 5 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Pneumatic Apparatus for Producing Currents of Air in Flues ; Apparatus for Evaporating and Cooling Fluids ; Ventilation of Chimneys*, English Patent, Dec. 5, 1815, n°3963, 6 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Constructing Metallic Tubes*, English Patent, Dec. 19, 1817, n°4191, 2 p., 1 pl.

CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Ventilating Apartments, Ships, &c., and for Promoting Draught in Flues, &c.*, English Patent, Dec. 19, 1817, n°4192, 5 p., 4 pl.

CURAUDAU, « N° 179, Brevet pour une nouvelle manière de construire les poêles, les fours et les cheminées », *Listes des brevets (1798-1806)*, INPI, p. 101.

DUVOIR René, *Brevet d'invention pour le perfectionnement pour un nouveau système de ventilation à circulation perpétuelle,...* applicable à tous les foyers et à circulation d'eau, 16 avril 1851. Imprimerie Impériale, Paris, 1850, 302-312 p. & Chaix, Paris, 23 p.

HOLLY Birdsill, *Perfectionnements apportés aux appareils destinés à utiliser la vapeur pour le chauffage et autres usages*, Office des brevets d'invention, 24 juin 1881, n° 143635, 14 p.+ 6 pl.

HOLLY Birdsill, *Appareils pour l'utilisation de la vapeur pour le chauffage et comme force motrice*, Office des brevets d'invention, 25 juin 1881, n° 143655, 5 p. + 6 pl.

HOLLY Birdsill, *Pour un système de compteur pour le mesurage des fluides*, Office des brevets d'invention, 25 mai 1881, n° 143035, 7 p.

THIROLIER, « N° 192, *Brevet pour les poêles fumivores, et les procédés relatifs à l'art de brûler avec économie des combustibles solides au sieur Thiolier de Paris* », liste des brevets (1798-1806), INPI, 30 juin 1800, p. 101.

COOK William, *Stoves*, English Patent, 31th July 1845, n°10,795.

HOYLE John, *Apparatus for Generating Steam, applicable to the Warming of Buildings*, english Patent, July 7, 1791, n° 1816, 3 p.

PERKINS Jacob, *Heating, Boiling, or evaporating by steam*, English Patent n°4792, 17th May 1823, 3 p. +1 pl.

PERKINS Jacob, *Generating Steam*, English Patent n°6128, 2nd July 1831, 4 p. + 5 pl.

PERKINS Angier March, *Apparatus for heating air in buildings*, English Patent n°6146, 30th July 1831.

PERKINS Angier March, *Apparatus for transmitting heat by circulating water*, English Patent n°8311, 16th Decembre 1839.

PERKINS Angier March, *Apparatus for heating by the circulation of hot water ; construction od pipes for such and other purposes*, English Patent n°8804, 2^{1st} July 1841.

PERKINS Angier March, *Apparatus for heating air in buildings*, English Patent n°10778, 21th July 1845.

PERKINS Angier March, *Warming buildings and apartments by hot water*, English Patent n°2757, 6th December 1855.

PERKINS Angier March, *Warming Rooms and Buildings*, English Patent n°342, 9th February 1862.

WATT James, *Certain newly improved methods of constructing furnaces or fire-places for the heating boiling or evaporating of water, etc.*, patent specification n° 1485, 1785, 4 p.

HOLLY Birdsill, of Lockport, New York, United States Patent Office: *Apparatus for Supplying Districts in Cities and Towns with Heat and Power*, n°9821, July 26, 1881, 14 p. + 12 pl.

HOLLY Birdsill, of Lockport, New York, United States Patent Office: *Street-Main*, n°9,730, May 31, 1881, 2 p. + 1 p.

HOLLY Birdsill, of Lockport, New York, United States Patent Office: *Meter*, n°241,217, May 10, 1881.

HOLLY Birdsill, of Lockport, New York, United States Patent Office: *Steam-Pressure Regulator*, n°246,952, September 13, 1881, 3 p. + 1 pl.

Thèses et autres travaux universitaires

BERTHET Christine, *L'exposition internationale d'électricité*, Paris, 1881, Paris, 1982, 235 p.

BOUDIER D., FRANCOIS D., *La création d'un centre urbain Villeurbanne 1924-1934*, Unité Pédagogique d'architecture n°3, 1975.

FREDICKSON Madelynn P., *The life and times of Birdsill Holly*, MA State University College at Buffalo Department of History, 1996, 165 p.

PIERCE Morris A., *The Introduction of Direct Pressure Water Supply, Cogeneration, and District Heating in Urban and Institutional Communities, 1863-1882*, Ph. D. dissertation University of Rochester, 1993.

PANTIGA Karine, *La compagnie parisienne de chauffage urbain, histoires de vie, de 1928 à nos jours*, Maîtrise en Histoire à Paris I Panthéon-Sorbonne sous la direction de Jacques Marseilles, Paris, 1992.

REMAUD Patrice, *Une histoire de la genèse de l'automatisme en France 1850-1950, De l'école de la régulation française au début du XX^e siècle à l'émergence de l'automatisme en France après la seconde guerre mondiale*, Conservatoire des Arts et Métiers, direction d'André Guilherme et Jean-Claude Trigeassou, 2004.

PHILIPPE Robert, *L'énergie au Moyen Âge*, 3 vols., 720 p.

De PLACE Dominique, *L'incitation au progrès technique et industriel en France de 1783 à 1819 d'après les archives du Conservatoire des Arts et Métiers*, diplôme EHESS, Paris, direction Louis Bergeron, 1981.

TRAVERSO Edith, *Villeurbanne - Gratte-ciel 1927-1934*, Mémoire de maîtrise, Institut d'histoire de l'art, Université Lyon II, 1986, 356 p.

Appareil documentaire

Petit précis des principes élémentaires de physique, de chimie et de physiologie concernant le chauffage

Compte tenu de la diversité potentielle de mes lecteurs, et de leurs connaissances différentes en physique, il paraît important de définir clairement quelques notions de bases. Je pourrais ainsi faire référence à ces notions dans le corps du texte sans les expliquer à chaque fois. Cette rédaction a permis de revoir des notions un peu lointaines, elle s'inspire de quelques ouvrages, l'originalité n'étant pas nécessaire ici¹.

Thermomètres

Tout d'abord, précisons que les notions de chaud et de froid sont subjectives. Elles varient suivant les individus, l'activité, la santé, la mémoire du lieu précédent. L'expérience quotidienne de chacun peut facilement illustrer cette remarque. Pour déterminer une température, il est nécessaire d'utiliser des instruments des thermomètres qui se réfèrent à différentes échelles : Celsius, Fahrenheit, Kelvin. C'est Celsius, physicien suédois, qui construit un thermomètre dont il fixe le 0°C à la température du mélange eau / glace et le 100°C à celle de l'eau bouillante mélange eau / gaz (à pression atmosphérique normale). Le zéro des degrés Kelvin, échelle énergétique officielle de la thermodynamique, est celui du « zéro absolu » : limite inférieure inaccessible, soit -273,15°C. Les mesures d'une manière générale sont réalisées à l'aide d'un système d'unités de base, dont les autres unités découlent. Le système international (SI) définit sept unités fondamentales. Dans le domaine de

¹ BELAKHOWSKY S., *Chauffage & climatisation*, Technique & vulgarisation, Paris, 1974, 494 p.
MISSENARD Michel et BLANDIN Claude, *Climatique*, École d'Architecture de Versailles, Versailles, 1989, 409p.
CAMI Jacques, *Hygrothermique*, ADUA, Paris, 1979.

la thermique et au cours de l'histoire, les unités fréquemment utilisées ne correspondent pas toujours à celles qui sont réglementaires aujourd'hui. L'unité de force est le newton (N), l'unité de travail (quantité d'énergie de chaleur) est le joule (J), l'ancienne unité est la kilocalorie (kcal, 1 kcal = 4 186 J). L'unité de puissance est le watt (W) (1 W = 1 J/seconde), l'ancienne unité est la kilocalorie/heure (kcal/h, 1 kcal = 1 163 W). L'unité de pression est le Pascal (Pa, 1 newton sur 1m²), l'unité d'intensité électrique est l'ampère (A), l'unité de force électromotrice, ou différence de potentiel, est le volt (V).

Les principes de la thermodynamique

La thermodynamique étudie les relations entre phénomènes mécaniques et phénomènes thermiques.

Principe n° 0 de la thermodynamique dit **principe d'équilibre** :

deux corps mis en contact prolongé se mettent en équilibre thermique. Deux corps en équilibre avec un troisième sont aussi en équilibre entre eux.

Principe n° 1 de la thermodynamique dit **principe d'équivalence** :

lorsqu'un système matériel parcourt un cycle de transformations au cours duquel il y a échange de travail et échange de chaleur avec le milieu extérieur (sans échange d'autre forme d'énergie), il existe un rapport constant entre les signes et les grandeurs des quantités de travail et de chaleur échangées. Ce rapport a une valeur universelle quelles que soient la structure physique et la composition chimique du système qui assure cet échange et quelque soit le sens de l'échange.

Principe n° 2 de la thermodynamique dit **principe de Carnot** :

1^{er} énoncé (de Clausius) : *le passage de la chaleur d'un corps froid à un corps chaud n'a jamais lieu « spontanément » ou n'a jamais lieu « sans compensation ».*

2^{ème} énoncé (de lord Kelvin) : *à l'aide d'un système qui décrit un cycle et qui n'est contact qu'avec une source de chaleur, il est impossible de recueillir du travail².*

Principe n° 3 de la thermodynamique de Nernst (1906) : *l'entropie d'un corps pur s'annule au zéro absolu.*

Les différents modes de transmission de la chaleur

Pour la compréhension des systèmes de chauffage, il est essentiel de pouvoir évaluer la façon dont la chaleur passe d'un corps chaud, un appareil de chauffage vers un corps froid, comme le local à chauffer. La chaleur se transmet selon trois modes distincts qui dans les faits se composent les uns avec les autres dans des proportions variables dont la somme est toujours égale à un (principe de conservation de l'énergie) :

- le rayonnement
- la convection
- la conduction

² BRUHAT G., *Cours de physique générale Thermodynamique*, Masson & Cie, Paris, 1968, 887 p.

Le rayonnement

Tout corps dont la température absolue n'est pas nulle émet un rayonnement énergétique d'ondes électromagnétiques. Si deux corps de températures différentes sont en présence, ils rayonnent tous deux, mais le plus froid absorbe plus d'énergie qu'il n'en émet; c'est le contraire pour le plus chaud. Il y a donc transport d'énergie d'un corps à l'autre.

De tous les rayonnements qui parcourent l'espace en tous sens, ceux dont la longueur d'onde se situe entre $0,8 \mu$ à 500μ (micron = 10^{-6} mètre), sont les infrarouges, dont une partie a des effets caloriques. Plus la longueur d'onde est courte et plus la température est élevée (application des micro-ondes au four). Si l'on chauffe par exemple une barre de fer : elle passe de l'infrarouge, non chauffant, à l'infrarouge chauffant, puis aux ondes visibles rouges, et enfin, blanc bleuté chauffant également. La longueur d'onde du spectre visible s'étale entre $0,4 \mu$ (violet) à $0,75 \mu$ (rouge).

Lorsque ces rayonnements, qui circulent à $300\,000 \text{ km/s}$, rencontrent un corps, une fraction du rayonnement est absorbée, une autre est réfléchie, la dernière traverse le corps. Leurs proportions réciproques dépendent des caractéristiques du corps atteint, qui peuvent varier avec la longueur d'onde. Ainsi, le verre est essentiellement transparent aux ondes lumineuses mais absorbant et opaque aux infrarouges et aux ultraviolets ceci explique l'effet de serre. Les radiations lumineuses passent à travers les vitres de la serre. La terre de celle-ci, réchauffée, émet un rayonnement de grande longueur d'ondes qui est stoppé par le vitrage, alors opaque à ces longueurs d'ondes. Un tissu blanc réfléchit les ondes visibles contrairement à qu'un tissu noir, cependant leurs absorptions des infrarouges sont identiques.

On définit la notion de **corps noir idéal** pour un corps qui absorbe toutes les radiations (plaque de cheminée de fonte noire) et celle de **corps blanc idéal** pour un corps qui réfléchit toutes les radiations.

Le soleil dont la surface présente une température de 6000°K , nous transmet une énergie rayonnante, appelée constante solaire, évaluée à 2 calories par cm^2 . Dans ce cas, l'épaisseur de la couche atmosphérique et sa transparence modifient grandement les apports du rayonnement direct. Ils dépendent également de la saison, de l'heure (hauteur solaire), de la position et de l'orientation des parois.

Les variations météorologiques sont importantes : ainsi, après une journée d'hiver ensoleillée, si des nuages épais descendent à la nuit, ils formeront une couche isolante et la nuit sera relativement douce, la chaleur emmagasinée par les solides se réfléchissant entre les nuages et la terre. Si la nuit est claire, la chaleur accumulée dans la journée se dissipera très vite, et la nuit sera fraîche.

La convection

Contrairement à ce qui se passe pour le rayonnement, où la transmission de chaleur ne s'accompagne d'aucun transport de matière, les courants de convection transportent la chaleur *à cheval* sur les particules de matière, elles-mêmes en mouvement.

Convection naturelle et la convection forcée

Dans le cas de la convection naturelle, l'air, à proximité d'un élément chauffant, s'échauffe, sa densité diminue ce qui provoque une ascension relative dans l'espace. En montant, cet air perd de sa chaleur, et sa place

est prise par de l'air plus froid, etc. Ce phénomène concerne tous les fluides et pas seulement l'air, ni les gaz.

Dans le cas de la convection forcée, le mouvement du fluide et sa vitesse sont imposés par un système mécanique; par exemple le chauffage à eau chaude pompée et le chauffage à air pulsé.

La conduction

La chaleur se transmet par contact entre les molécules mais sans déplacement de matière, d'un corps à l'autre ou dans un même corps.

La transmission dépend de la résistance thermique. Les résistances thermiques des différents matériaux de construction varient en fonction de leur épaisseur et de leur coefficient de conductivité. Celui-ci indique s'ils sont plus ou moins isolants ou conducteurs. Ainsi les métaux conducteurs ont un coefficient λ de 59 à 384 ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) et les gaz sont isolants : l'air immobile a un λ de 0,024 ($\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$) à 0° C. Quelques exemples de coefficients de résistance thermique :

(tableau page suivante)

<i>Matériaux</i>	λ (W.m ⁻¹ .K ⁻¹)
Sol sec	0,52
Sol humide	2,33
Sable sec	0,35
Sable humide	1,10
Ciment	0,30
Béton	1,3 à 1,4
Plâtre	0,55
Granit	2,3 à 3,5
Brique	0,35 à 0,5
Mur de brique	0,5 à 1
Mur de pierre	1,2 à 2,4
Bois	0,12 à 0,2
Liège	0,035
Mousse de polyuréthane	0,026
Aluminium (à 18°C)	211
Cuivre pur (à 18°C)	384
Fer pur (à 18°C)	67

L'inertie thermique

Le jour, les matériaux accumulent de la chaleur, qu'ils restituent la nuit et lorsque la saison change. La transmission du flux de chaleur sera d'une part retardée, d'autre part réduite puisqu'une partie du flux servira à échauffer la masse des matériaux et que lors de la période nocturne suivante une partie des calories stockées sera dissipée vers l'extérieur. La variation de flux de chaleur sera d'autant plus amortie et retardée que la masse des maçonneries et leur chaleur massique seront

importantes. Ainsi, l'inertie d'une tente et de parois vitrées est presque nulle et celle d'une cave enterrée est quasi maximale. La chaleur massique est la quantité d'énergie qu'on doit fournir à un gramme d'un corps pour élever sa température de 1°C.

L'unité de masse étant le kg, les chaleurs massiques, exprimées en kcal de quelques corps sont :

Eau	1
Glace	0,5
Fonte	0,13
Air	0,24

Chaleur et variation dimensionnelle

On constate une variation du volume d'un corps solide soumis à un apport calorique. Cette variation dépend du matériau, de la quantité de chaleur et de la pression du milieu. Ce phénomène très utilisé dans l'effet bilame³, pose des problèmes dans les installations de chauffage où il faut prévoir et permettre les variations dimensionnelles.

Les variations de volume concernent également les liquides. Il faut donc permettre l'expansion non négligeable des liquides utilisés comme fluides chauffants.

Les variations de volume concernent également les gaz, cela provoque une variation de pression dans l'installation.

³ Deux lames de métal accolées ne permettant le maintien dans une position que si elles sont à la même température et ont la même longueur. On en trouve dans le système de sécurité de l'allumage de certains appareils à gaz.

Notions sur la combustion

La combustion est une oxydation, c'est-à-dire une combinaison chimique entre un combustible et l'oxygène de l'air (le plus souvent). Ce type de réaction est exothermique, et produit donc de la chaleur.

Un combustible solide ou liquide doit être porté à une température suffisante pour provoquer une gazéification superficielle du carbone, et amorcer la réaction.

Première phase : $C + 1/2 O_2 = CO + 30 \text{ kcal}$ (monoxyde de carbone)

Deuxième phase : $CO + 1/2 O_2 = CO_2 + 68 \text{ kcal}$ (bioxyde de carbone)

Ces deux phases peuvent être simultanées et sont accompagnées d'une autre réaction, l'oxydation de l'hydrogène en eau :

$H_2 + 1/2 O_2 = H_2O + 69 \text{ kcal}$

Une partie de cette eau sera gazéifiée à nouveau et moyennant énergie et participera à une nouvelle oxydation. Les combustions peuvent être oxydantes, avec de l'air en excès, d'où une perte de calories dans les fumées. Elles peuvent être aussi réductrices, c'est-à-dire que la quantité d'oxygène est insuffisante, d'où une perte de rendement et surtout le danger que représente la production excessive de monoxyde de carbone toxique. Un contrôle des fumées informe sur la qualité de la combustion.

Risques des gaz de combustion

La présence des produits de combustion monoxyde et dioxyde de carbone dans les espaces habitables peut être à l'origine d'empoisonnements. Le gaz carbonique, provenant d'une combustion et de la respiration des occupants provoque à certaines doses, heureusement rarement atteintes dans l'habitat, des malaises respiratoires voir une syncope mortelle : 4 à 5 % CO_2 premiers troubles ;

8 à 10 % CO₂ syncope. Les symptômes d'intoxication sont nets et facilement réversibles (dans un premier temps) en présence d'air sain. Le monoxyde de carbone n'est pas naturellement présent dans l'atmosphère, il résulte d'une combustion trop réductrice. Le CO se fixe sur l'hémoglobine de manière stable, provoquant une anémie et une asphyxie difficilement réversibles. Après des symptômes légers : une céphalée, une réduction d'acuité visuelle et auditive, une somnolence s'installe qui ôte toute réaction à l'intoxiqué, et l'entraîne vers le coma mortel. Notons que les quantités dangereuses sont beaucoup plus faibles que pour le gaz carbonique (pendant une heure)

premiers symptômes : 0,7/1000 à 1,2/1000 de CO dans l'air

symptômes graves : 1,5/1000 et 2/1000 de CO dans l'air

risques mortels : > 4/1000 de CO dans l'air

Pouvoir calorifique d'un combustible

C'est la quantité de chaleur, dégagée par la combustion de 1kg ou 1m³ de ce combustible, suivant qu'il est solide ou gazeux. Il existe en fait deux pouvoirs calorifiques pour le même combustible : l'un supérieur, et l'autre inférieur tenant compte de la perte d'énergie due à la vaporisation de l'eau produite par l'hydrogène éventuellement contenu dans le matériau.

Les combustibles sont définis par tout un ensemble de caractéristiques dont le pouvoir comburivore soit la quantité d'air nécessaire à la combustion, le pouvoir fumigène soit la quantité de fumée produite par 1 kg de combustible.

Du corps humain et de ses besoins fondamentaux

Le monde animal se divise en deux : les poïkilothermes, ou animaux à sang froid, et les homéothermes ou animaux dont la température du corps est constante et autorégulée. La température du corps humain se maintient autour de 37°C, celle des mammifères de 37°C à 39°C, celles de certains oiseaux à 41°C, quelles que soient les conditions extérieures.

L'impossibilité de maintenir cette température peut entraîner la mort : par hyperthermie prolongée, 42°C pour l'homme (en fonction du degré hygrométrique), par hypothermie prolongée. Si des certaines parties du corps peuvent être maintenues à des températures entre 4°C à 20°C, lors d'opérations chirurgicales sans affecter la vie, en revanche la conservation à très basse température (en dessous de 0°C) ne semble pas pour le moment être possible sans lésions irréversibles.

Dans certains pays, où le chauffage est réduit voir inexistant, des conséquences sanitaires apparaissent. Ainsi, au Japon, où traditionnellement on ne chauffe pas les espaces, la mortalité hivernale atteint un taux inégalé dans les autres pays : 39 % de décès entre le 1^{er} décembre et le 31 mars⁴.

Le seul fait d'exister nécessite de l'énergie. Lors d'un jeûne, le métabolisme atteint son régime basal au bout de dix, douze heures. Une énergie de 1,2 calories est consommée chaque minute par le corps humain. Évidemment, les dépenses énergétiques dépendent de l'activité : d'une position couchée (1,14 calories/minute) à une position debout, détendu après un repas lourd (1,56 calories/minute). Certaines activités comme déblayer de la neige, faire le ménage, la lessive provoquent une grande dépense d'énergie.

⁴ DIBIE Pascal, *Ethnologie de la chambre à coucher*, Grasset, Paris, 1987, p. 279.

Les échanges de l'homme avec son environnement

Le corps transmet de la chaleur vers le milieu extérieur des façons suivantes :

- la conduction dépend des solides en contact avec le corps
- la convection dépend de la température et de la vitesse de l'air
- le rayonnement dépend de la température des parois et des facteurs de formes de celles-ci
- la respiration et l'évaporation dépend du degré hygrométrique de l'air et de sa vitesse

L'évaporation de la sueur à la surface du corps humain et l'évaporation par les muqueuses représente un élément important des pertes caloriques du corps humain. Notons que la température de l'environnement influe également sur le rythme cardiaque et le système vasomoteur.

Perte de chaleur chez l'homme, en vingt-quatre heures, à la température habituelle d'un local :

Modalités de la perte de chaleur	calories	pourcentage
radiation	1650	55
convection et conduction	450	15
évaporation (peau et poumons)	780	26
réchauffement de l'air inspiré	75	2,5
urines et matières fécales	45	1,5

Le confort thermique ne dépend pas seulement de la température de l'air mais d'un bilan d'échanges thermiques entre l'homme, l'espace et les parois.

Définition des températures d'ambiance et résultante

Afin de modéliser la perception du confort, la notion de température d'ambiance a été créée. En air calme (vitesse inférieure à 0,1 m/s), on évalue la température d'ambiance à la somme de la température de l'air et de la température moyenne des parois divisées par deux.

La température résultante, quant à elle, prend en compte de la vitesse de l'air. Ainsi, pour une même température ambiante l'augmentation de la vitesse de l'air donne une sensation de fraîcheur ; d'où l'utilisation de ventilateurs l'été, et la chasse aux courants d'air l'hiver. Cette vitesse augmente les échanges entre le corps (augmentés sur des surfaces nues) et son milieu. La température résultante correspond donc à la température de l'ambiance qui, en air calme donnerait la même sensation de confort que celle ressentie réellement.

Notons que les échanges par rayonnement sont indépendants de la température et de l'agitation de l'air ambiant, ils sont proportionnels à la différence entre la température superficielle du corps et la température moyenne des parois.

L'homme lutte contre les pertes de chaleur par conduction, par convection et par rayonnement en premier lieu par ses vêtements. La résistance thermique de ceux-ci dépend de la masse d'air accumulée. Une unité de résistance thermique vestimentaire existe, c'est le Clo (1 clo = 0,155 m².°C/W). En cas de nudité, la résistance est de 0 Clo, le port d'une pelisse de fourrure permet une résistance de 4,4 Clo. (tableau page suivante)

Vêtements	Clo
Tenue estivale : short, chemisette ouverte, espadrilles	0,3
Tenue d'été légère : pantalon, chemise sans manches, chaussures de toiles	0,5
Costume de travail en coton : pantalon, chemise, veste, chaussettes et chaussures légères	0,6
Vêtements de ville : pantalon, veste, chemise à col fermé, chaussettes, chaussures de ville	0,8 à 1
Costume d'hiver en tissu de laine : pantalon, veste, maillot de corps, chemise fermée, chaussettes de laine, chaussures de ville	1,25 à 1,5
Tenue d'extérieur : comme plus haut avec en plus manteau de pluie léger	1,7
Tenue d'extérieur : comme plus haut avec un pardessus en laine +/- épais	1,8 à 2,1

Éléments de l'histoire des sciences portant sur la chaleur

Au début de ce travail, il me semblait important de présenter des repères de l'histoire des sciences concernant la chaleur en préalable à mon exposé sur l'évolution des moyens de chauffage. Aujourd'hui, une proposition de lecture en annexe me semble plus judicieuse. Néanmoins, clarifier toutes ces questions m'ont permis d'avancer. On apprend ainsi que pendant des siècles, il n'y a pas eu de rapport entre les pratiques et une approche théorique de la chaleur. Le but de cette partie est donc de donner les éléments, certes rudimentaires, d'histoire des sciences portant sur la chaleur.

Jean-Pierre Maury dans son ouvrage *sur l'histoire de la physique* remarque que la distance entre les progrès de la science et les améliorations techniques sont très bien illustrées par la distance entre les débuts de la maîtrise du feu, qui date de 400 000 ans, et les premières interrogations scientifiques sur la nature de la chaleur par Boerhaave, vers 1700⁵. On peut s'étonner que les réflexions théoriques soient apparues si tard, malgré les pratiques variées et complexes du feu : métallurgie, verrerie, poterie, cuisine, etc. A l'opposé, la théorie de l'électricité précède l'usage pratique de ce phénomène.

L'invention d'un premier thermomètre ou *thermoscope* daterait de la fin du XVI^e siècle (1597) et est attribuée à Galilée. Un certain nombre de savants tentent successivement d'établir une échelle avec des points fixes, comme celle du thermomètre à mercure de Fahrenheit (1714), où le zéro correspond à la température la plus basse obtenue artificiellement, 32°F à la glace, 96°F à la température moyenne du corps humain, 212°F à l'eau bouillante. C'est en 1742, que Celsius physicien suédois, construit un thermomètre dont il fixe le 0° à la température de la glace fondante et le 100° à celle de l'eau bouillante (à pression atmosphérique normale).

⁵ MAURY Jean-Pierre, *Petite histoire de la physique*, Larousse, Paris, 1992, p. 7. cet ouvrage me sert de référence principale.

Au début du XVIII^e siècle, Boerhaave ébauche la calorimétrie : il montre qu'en mélangeant deux masses égales d'eau à des températures différentes, la température de la masse globale est égale à la moyenne des deux autres. Il étudie aussi le rôle du rapport surface-volume dans le refroidissement d'un corps, et compare les différentes *capacités à retenir le feu* des matériaux. Ces travaux sont poursuivis par Black et Watt.

Tout au long du XVIII^e siècle, deux interprétations de la chaleur coexistent : celle de la chaleur comme matériau ou gaz susceptible d'imprégner ou de se dégager des corps *le calorique* ; ou comme *mouvement* qui agiterait la matière ou un fluide de la matière. Ces deux thèses s'affrontent vigoureusement pendant que, loin des théories sur la chaleur, et à la suite des travaux de Papin, Savery et Newcomen, James Watt met au point, en 1765, le condenseur et donc la première machine à vapeur.

A l'occasion des premières ascensions de montgolfières, par réchauffement de gaz, la thèse du *calorique* retient plus particulièrement l'attention. A l'inverse, Rumford constate des dégagements de chaleur en perçant des canons, et penche plutôt vers la thèse du mouvement (1798). En 1777, le caractère rayonnant de la chaleur est mis en évidence par le suédois Carl Scheele, qui dit-on, aurait laissé ouverte la porte de son poêle. Les météorologistes suisses : Saussure et Pictet (1785) étudient sa propagation et sa réflexion grâce à des systèmes de miroirs. Ils font le parallèle entre la propagation de la chaleur et celle du son. En 1811, en établissant la continuité entre la lumière visible et l'infrarouge, Delaroche ébauche les premières théories sur la nature ondulatoire de la lumière. Dans son essai sur la rosée, Wells (1814) constate que le refroidissement des corps la nuit se produit d'autant plus qu'ils rayonnent mieux, et que les corps rugueux rayonnent mieux que les corps polis.

C'est Fourier, tenant de la thèse du *calorique*, qui en 1822 fait pourtant une synthèse remarquable des études antérieures sur la chaleur dans son *Traité analytique de la chaleur*⁶. Dans sa préface, il évoque l'universalité de la chaleur : tout corps la contient, la reçoit, la diffuse. Le passage d'une domination des forces newtoniennes à la prédominance des phénomènes thermiques représente l'émergence de la physique moderne.

Ainsi, comme nous l'affirme Jean-Pierre Maury : *les études sur la chaleur rayonnante contribuent de façon décisive à l'élaboration d'une nouvelle image du monde, un monde animé par la chaleur*⁷. Alors que tous les savants parisiens issus de la Révolution planchent sur l'équation d'état des gaz, Nicolas Léonard Sadi Carnot, fils aîné de Lazare Carnot physicien, philosophe, député et chef militaire, fait paraître un petit livre : *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*⁸. Déjà familier des machines hydrauliques, il étudie la rentabilité des machines thermiques, et fait l'hypothèse de la chute calorique d'une température élevée à une température basse comme source de travail à la manière des chutes d'eau. Parmi les conclusions de son livre, il établit que le maximum de puissance motrice dépend des températures des deux sources. Cet ouvrage, peu diffusé, sera très peu lu, en outre, son auteur qui doute ensuite de l'hypothèse du calorique, n'encourage pas sa diffusion. Huit ans plus tard Sadi Carnot meurt fou, à trente-six ans, du choléra ; on brûlera ses notes⁹. C'est grâce à un lecteur averti : Emile Clapeyron, et à ses publications et traductions que Kelvin et Clausius auront connaissance des travaux révolutionnaires de Carnot. Parallèlement en 1841, Joule met au point la loi donnant l'effet calorique d'un courant électrique et peut calculer l'équivalent mécanique de la

⁶ FOURIER Jean-Baptiste-Joseph, *Théorie analytique de la chaleur*, Firmin Didot, 1822, 639 p. Ré-édition Gabay, Paris, 1988.

⁷ MAURY Jean-Pierre, *Petite histoire de la physique*, Larousse, Paris, 1992, p. 66.

⁸ SADI CARNOT Nicolas Léonard, *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, Bachelier, Paris, 1824, 118 p. Ré-édition Gabay, Paris, 1990.

⁹ SERRES Michel, *Paris 1800, Eléments d'histoire des sciences*, Bordas, Paris, 1989, p. 340-361.

calorie ce qui à pour effet d'anéantir la théorie du *calorique*. Kelvin cherche entre 1845 et 1848 à se procurer le livre de Carnot et reprend la thèse de la chute calorique et de l'indépendance de l'agent. Il rencontre Joule afin de confronter leurs théories, ils se trouvent devant un dilemme. En effet, ils ont tous deux raison tout en ayant des théories apparemment opposées. C'est Clausius qui en 1850, les mettra d'accord dans *Théorie mécanique de la chaleur*¹⁰. *Il ne voit pas pourquoi l'équivalence chaleur-travail serait contradictoire avec la chute de température : la machine transforme en travail une partie reçue de la source chaude (et Joule a raison), mais une partie seulement et le reste doit être cédé à une source froide (et Carnot a raison)*¹¹. Quatre ans plus tard il définit le principe d'entropie, et la théorie de la thermodynamique classique est posée.

A partir de 1860, Bunsen (celui du bec) et Kirchhoff confrontent leurs travaux d'optique, de là Kirchhoff établit le bilan énergétique, c'est-à-dire que le rapport entre pouvoir d'émission et coefficient d'absorption ne dépend que de la fréquence et de la température et non du corps, d'où la notion de corps noir dont le coefficient d'absorption est égal à un.

Boltzmann en 1872 confirme la relation entre l'indice de réfraction d'un matériau, sa constante diélectrique et sa perméabilité magnétique. En 1873, Van der Waals trouve l'équation d'état des gaz réels et la température critique d'un gaz.

Comme évoqué plus haut, la théorie de l'électricité est antérieure à l'usage pratique de ce phénomène. Jusqu'au XVII^e siècle, seuls les cas d'électricité statique naturelle sont connus. En 1660, Otto von Guericke réalise la première machine électrostatique. Gray et Wheeler, en 1729, mettent en évidence les différences entre matériaux conducteurs et matériaux isolants. Du Fay et l'Abbé Nollet multiplient les expériences

¹⁰ CLAUSIUS Rudolf, *Théorie mécanique de la chaleur*, Lacroix, Paris, 1868-1869, 392 p. Ré-édition Gabay, Paris, 1991.

¹¹ MAURY Jean-Pierre, *Petite histoire de la physique*, Larousse, Paris, 1992, p. 84.

publiques et spectaculaires, d'autant plus facilement qu'en 1746 Musschenbroek de Leyde réalise le premier condensateur : sa fameuse bouteille. En 1792, Galvani et Volta découvrent incidemment la pile, événement important car dorénavant on dispose de courant électrique continu quand on en a besoin. Davy la met au point et expérimente l'électrolyse, puis, grâce aux batteries puissantes dont il dispose, produit le premier arc électrique. Dès 1820, Ampère fabrique les solénoïdes et met en évidence le magnétisme dû au courant électrique. Après lui, en 1831, Faraday réalise des courants induits, c'est-à-dire du courant électrique "induit" par du magnétisme. C'est en fait Maxwell qui écrira les équations liant électricité et magnétisme, alors qu'il prépare la grande exposition internationale d'électricité de 1881 à Paris. Le but de cette rencontre, outre la promotion cette nouvelle énergie, est de fixer un système d'unités uniques et cohérentes. En 1886, Hertz confirme l'existence des ondes électromagnétiques : dont les ondes radios à hautes fréquences.

Le mouvement Brownien mis en évidence par Brown en 1827 consiste en un mouvement désordonné de particules de pollen dans l'eau, il est considéré comme une manifestation du mouvement moléculaire. En 1857, Clausius, à la suite de Krönig, et dans une certaine mesure, de Dalton et de Gay-Lussac, étudie le nombre de degré de liberté des molécules c'est-à-dire le *nombre de manières d'emmagasiner de l'énergie*. Il fait l'hypothèse de l'agitation moléculaire, en tous sens à grande vitesse, s'annulant mutuellement, ce qui l'amène à la notion de "libre parcours moyen". Dans le même élan, en 1860, Maxwell énonce le principe d'équipartition de l'énergie : tous les degrés de liberté ont la même énergie cinétique.

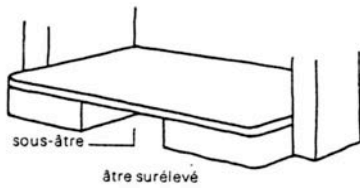
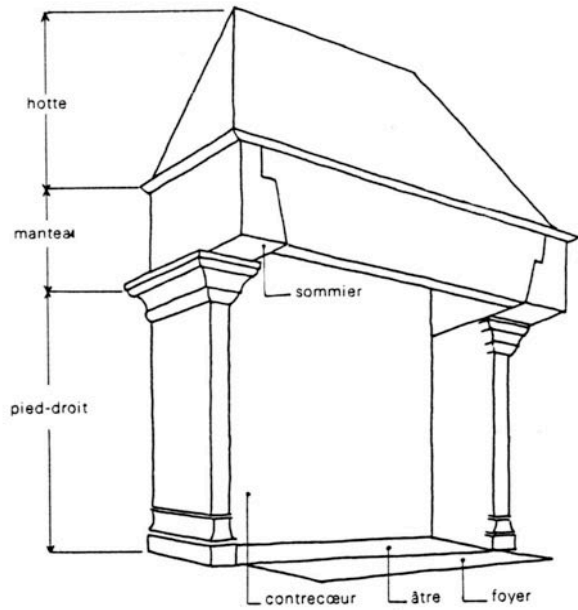
Boltzmann résout le problème de compatibilité entre le mouvement moléculaire forcément réversible et la théorie cinétique irréversible

(2^{ème} principe de la thermodynamique : l'entropie d'un système isolé augmente) en faisant des hypothèses sur les grands nombres. C'est l'amorce d'une approche statistique de la physique reprise, en 1905, par Einstein qui parvient à expliquer le mouvement moléculaire par ce type de calcul. Bientôt relayé par Perrin qui retrouve le nombre d'Avogadro, en observant ces mouvements.

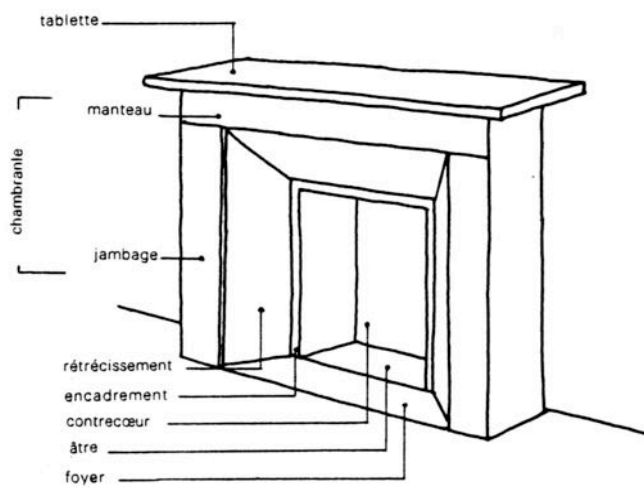
La nature même de la lumière intéresse aussi Einstein qui se penche sur l'effet photoélectrique et nomme les photons¹². Déjà Tyndall, en 1864, avait remarqué que si la température d'un corps augmente on passe de l'infrarouge au visible de plus en plus lumineux. Stefan reprenant Tyndall montre expérimentalement, en 1879, que la puissance émise est proportionnelle à T^4 (T étant la température absolue). La formule est ensuite démontrée par Boltzmann grâce aux théories de Maxwell. Wien propose la loi de *densité spectrale*, où la puissance émise est fonction de la longueur d'onde et de la température (avec toujours T^4). En 1900, Planck trouve la formule du corps noir qu'il publie, inquiet des répercussions de ses déductions. C'est Einstein qui, appliquant les travaux de Planck à l'effet photoélectrique, montre qu'une plaque métallique n'émet des électrons que lorsqu'elle est exposée à une lumière dont la longueur d'onde est supérieure à un certain taux, en dessous duquel il ne se passe rien quelle que soit la quantité de lumière. Il démontre ainsi que la lumière est granulaire (les photons) et ondulatoire. Dans le laboratoire de Rutherford, en 1913, Niels Bohr introduit la constante de Planck dans le modèle atomique : les électrons tournent autour du noyau sur une orbite et c'est en sautant d'une orbite à l'autre qu'ils émettent et absorbent de l'énergie.

¹² Idem, p. 165.

Éléments de vocabulaire sur les cheminées

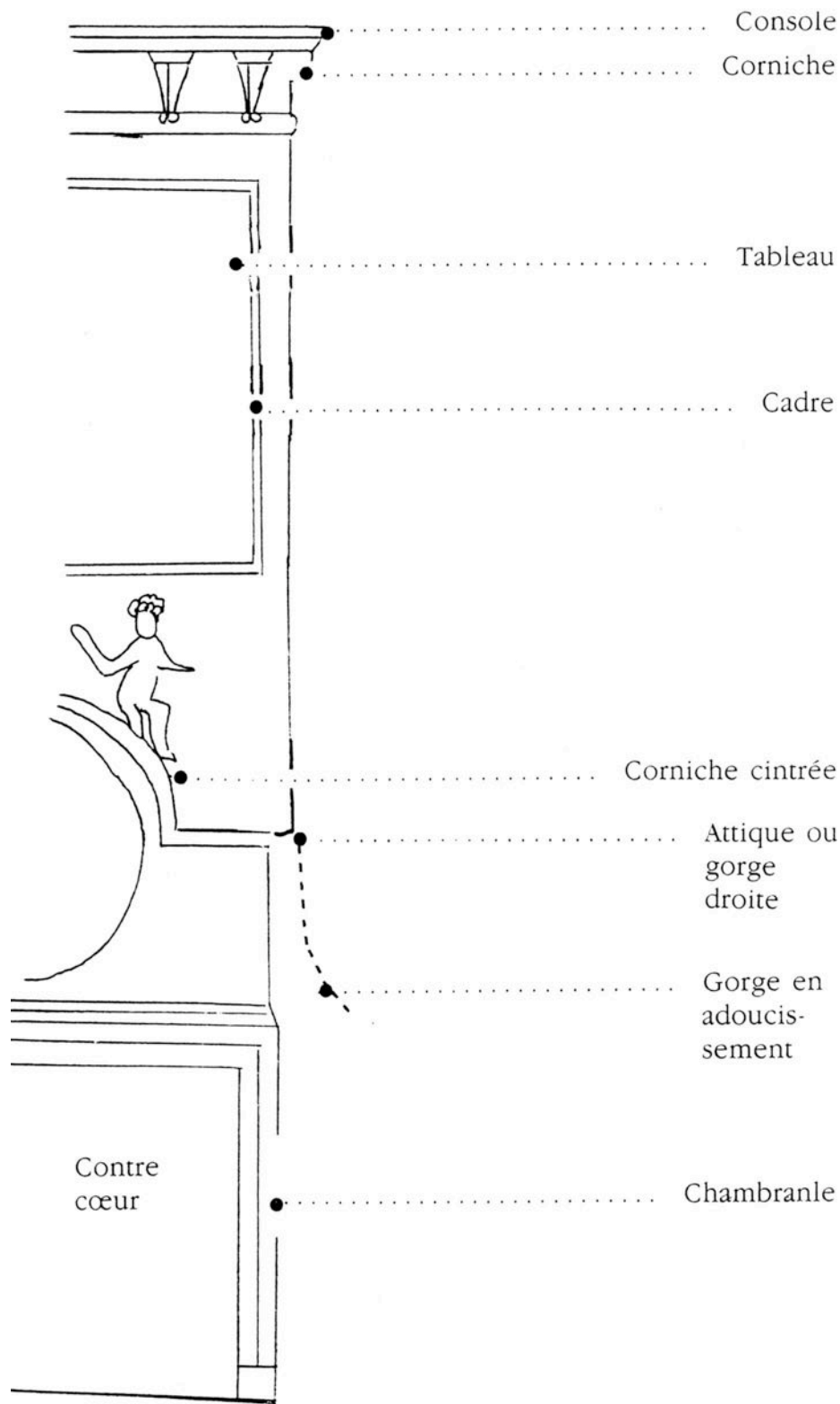


Les différentes parties de la cheminée.



Cheminée « d'appartement » à tablette.

LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIXe siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, p. 36.



Principaux éléments de la cheminée vers 1660.

LE MOËL Michel, *L'architecture privée à Paris au grand siècle*, Bibliothèque historique de la Ville de Paris, Paris, 1990, p. 371.

Tableau chronologique des traités d'architecture et de chauffage

Sur ce tableau sont réunies, de manière chronologique, trois séries de données : les textes ou traités de chauffage, les traités d'architectures traitant d'une manière ou d'une autre de chauffage, des repères historiques dans le domaine des sciences et des techniques.

Voir page suivante

Dates	Traité de chauffage ou recueils de dessins	Traité ou recueil d'Architecture	Histoires des sciences et des techniques
1500		1561 - Androuet du Cerceau Jacques <i>Second livre d'architecture auquel sont contenues plusieurs et diverses ordonnances de cheminées ...</i> , F 1561 - 1567 - De L'Orme Philibert <i>Nouvelles inventions pour bien bastir et Le premier livre d'architecture</i> , F 1570 - Palladio Andrea <i>I quattro libri dell'architettura</i> , It Trad. fr et it. de 1740 Le Muet ou Du Bois ? 1575 - Serlio Sebastiano <i>I sette libri dell'architettura</i> , It Trad. fr. 1764 de la version complète de 1584 1615 - Scamozzi Vincenzo <i>L'idea della architettura universale</i> , It Trad. fr. 1713 par d'Avillier et du Ry 1623 - Le Muet Pierre <i>Manière de bastir, pour toutes sortes de personnes</i> 1624 - Savot Louis <i>L'Architecture françoise des batimens particuliers</i> , F Nouv. éd. 1642 éd. augmentée par F. Blondel : 1673 et 1685 1633 - Barbet Jean <i>Livre d'architecture</i> 1633 - Collot Pierre <i>Pièces d'architecture</i> 1647 - Pierretz Antoine <i>Divers dessins de cheminées à la Royale</i> 1650 - Marot Jean <i>Recueil de diverses pièces modernes d'architecture et nouvelles inventions de portes, cheminées ornementales</i> 1650 - Cottard Pierre <i>Recueil de plusieurs pièces d'architecture</i>	1597 - Premier thermoscope de Galiléo

	1666 - Bäckler Georg Andreas <i>Furnologia oder Haushältliche Ofen Kunst</i> , All	1663 - Le Pautre Jean <i>Nouveaux dessins de cheminées</i> , F 1673 - Notes de François Blondel sur la réédition du Savot	1671 - Création de l'Académie Royale d'Architecture
	1695 - Roufen Gerrit <i>Neuen Inventionirten Kachel-Ofen</i> , All	1675 - Blondel François <i>Cours d'architecture</i> , F 1675? - Feuillet G. <i>Livre de cheminées nouvellement inventées</i> , F 1686 - Girard Jean-Batiste <i>Cheminées</i> , F 1680? - Guérard Nicolas <i>Cheminées nouvelles des plus à la mode</i> , F 1691 - Bullet Pierre. <i>L'architecture pratique</i> , F	1681 - Marmite à Vapeur de Denis Papin
1700	1713 - Gauger Nicolas <i>La mécanique du feu</i> , F Trad. all. 1715 par A. H. Horst Trad. angl. 1736 par J. T. Desagulier 1717 - Desagulier John Théodophilus <i>Physico-mecanical lectures</i> , UK Trad. fr. 1751 par Rollin	1698 - Le Pautre Pierre <i>Cheminées à la royale à grand miroir et tablette avec lambris de menuiserie</i> , F 1724 - Desgodet Antoine Babuty <i>Toisé des bâtiments aux Us et Coutumes de Paris</i> , F	1700 - Boerhaave Hermann & Amontons Guillaume : début de la calorimétrie 1707 - Machine thermique à Pompe 1714 - Thermomètre à mercure de Fahrenheit 1714 - Première machine atmosphérique de Thomas Newcomen
	1728 - Schüblerm Johann Jacob <i>Stilben Ofen</i> , All. (économie de bois)		
	1744 - Franklin Benjamin <i>Pennsylvanian Fireplace</i> , USA Trad. fr. 1773 par Barbeau du Bourg	1741 - Oppenord Gilles-Maire <i>Livre de cheminée et lambris de menuiserie et de sculpture</i> , F	1742 - Thermomètre de Celsius
	1756 - Hébrard Dom Pierre <i>Caminologie ou traité des cheminées</i> , F	1752 - Blondel Jacques-François <i>Architecture française</i> , F	
	1759 - Gennete Léopold <i>Nouvelle construction de cheminée</i> , F	1757 - Neuforge <i>Recueil élémentaire d'architecture</i> , F	
	1766 - Le Marquis de Montalembert Marc René <i>Cheminée poêle ou poêle français</i> , F	1769 - Piranesi Jean-Baptiste <i>Différentes manières d'ornez les cheminées</i> , It, éd. trilingue (fr., it., ang.)	1770 - Invention de la machine à vapeur et du condenseur par James Watt 1777 - Découverte du rayonnement infrarouge par Carl Scheele

	<p>1788 - Désarmod M. <i>Mémoires sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Désarmod, F.</i> Détails techniques dans <i>Instructions sur les foyers</i> n°1, 2 et 3 en 1803.</p> <p>1792 - Coïnteraux François, <i>Le chauffage économique ou leçon élémentaires avec lesquelles chacun pourra chauffer à peu de frais l'intérieur de sa maison ou de son appartement</i> Vezard et Le Normant, Paris, 28 p.</p> <p>1798 - Rumford Benjamin Thomson Count <i>Count Rumford's Experimental essays, political, economical and philosophical</i>, UK essais n° : 4, 6, 7, 8, 9 - essai n° 15 (1804) Trad. fr. 1799 et 1805</p>	<p>1781 - Le Camus de Mezières Nicolas <i>Le guide de ceux qui veulent bâtir</i>, F Nouv. éd. 1786</p>	<p>1783 - Lavoisier A.-L. & de La Place P.-S. <i>Mémoire sur la chaleur</i>, F 1785 - Etudes sur les infrarouges par Horace de Sausurre et Marc Auguste Piclet</p>
	<p>1800</p> <p>1803 - Le Marquis de Chabanne Jean-Frédéric <i>Prospectus d'un projet pour la construction de nouvelles maisons</i>, F</p> <p>1809 - Molard, Ampère, Bardel, Montgolfier, Gay-Lussac, « <i>Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage</i> », <i>Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale</i>, n° 8, p. 23-27.</p> <p>1810 - Buchanan Robertson <i>Practical and Descriptive Essays on the Economy of Fuel and the Management of Heat</i>, UK</p> <p>1815 - Le Marquis de Chabanne Jean-Frédéric <i>Explanations of a new method for warming and purifying the air in private houses and public buildings</i>, UK</p>		<p>1792/98 - L'éclairage au gaz : William Murdoch puis Philippe Lebon</p> <p>1802- Loi des gaz parfaits : Louis Gay-Lussac 1811 - Continuité entre rayonnement visible et l'infrarouge : Delaroche François</p>
	<p>1816 - Bonnemain Jean Simon, <i>Observations sur l'art de faire éclore et d'élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l'art de faire éclore les oiseaux domestiques par le moyen d'une chaleur artificielle</i>, Imprimerie de Chaigneau, Paris, 1816, p. 24.</p>		

	1817 - Loudon John Claudius <i>Remarks on the construction of Hothouses, UK</i>			
	1818 - Le Marquis de Chabanne Jean-Frédéric <i>On conducting air by forced ventilation and regulating the temperature in dwellings, UK</i>			
	1824 - Tredgold Thomas <i>Principles of warming and ventilating public buildings, UK</i> Trad. fr. 1825 Nouv. éd. angl. avec Bramah 1836	Gourlier Charles, <i>Exposé d'un nouveau mode de construction des tuyaux de cheminée renfermés dans l'épaisseur des murs, en briques faites exprès, inventées par M. Gourlier, Colas, Paris, 15 p.</i>		1822 - Fourier Joseph <i>Théorie analytique de la chaleur</i> 1er principe de la thermodynamique 1824 - Carnot Sadi Nicolas Léonard <i>Réflexions sur la puissance motrice du feu</i> ébauche du 2e principe de la thermodynamique
	1828 - Pécllet Eugène <i>Traité de la chaleur et de ses applications, F</i> Nouv. éd. fr. 1843			
	1829 - Hamon P., <i>Art de chauffer, ou Traité des moyens de mettre à profit la chaleur qui émane des appareils de chauffage, Librairie scientifique et industrielle, Mahler et compagnie, Paris, 293 p.</i>			
	1831 - Chadley J. <i>A treatise on the formation the formation of flues of chimnies, UK</i>			
	1834 - Whithwell St. <i>On warming and ventilating houses and buildings, UK</i>			
	1837 - Hood Charles <i>On warming and ventilating buildings, UK</i>			
	1838 - Arnott Neil, <i>On warming and ventilating with directions for making and using the thermometer - stove, or self-regulating fire, and other new apparatus, London.</i>			
	1839 - Richardson Charles James <i>A popular treatise on the warming and ventilation of buildings, UK</i>			
	1844 - Audot Louis Eustache <i>Pratique de l'art de chauffer par le thermosiphon ou calorifère à eau chaude, F</i> Nouv. éd. fr. 1857			

	1844 - Neumann Louis <i>Art de construire et gouverner les serres</i> , F Nouv. éd. fr. 1848 Trad. All. 1852 (de la 2eme éd.)			
1850	1850 - Burn Robert Scott <i>Practical Ventilation as applied to public domestic an agricultural structures</i> , UK 1851 - Dewey Dellon Marcus <i>Heat and ventilation</i> , USA 1853 - Pécelet Eugène <i>Nouveaux documents relatifs au chauffage et à la ventilation des établissements publics</i> , F 1858 - Reid David Boswell, <i>Ventilation in American Dwelling</i> , Wiley & Halsted, New York, 123 p. 1863 - Le Général Morin Arthur Jules <i>Mémoires sur l'insalubrité des poêles en fonte ou en fer exposés à la température rouge</i> , F 1868 - Le Général Morin Arthur Jules <i>Salubrité des habitations, manuel pratique du chauffage et de la ventilation</i> , F 1868 - Box Thomas <i>Practical Treatise on Heat</i> , UK & USA. 1869 - Joly Victor Charles, <i>Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires</i> , Baudry, Paris, 203 p. 1875 - Bosc Ernest, <i>Traité complet théorique et pratique du chauffage et de la ventilation des habitations particulières et des édifices publics</i> , Veuve Morel et Cie, 262 p. 1876 - Ferrini Rinaldo <i>Technologie de la chaleur, chauffage et ventilation des batiments</i> , It Trad. all. 1878 par Schroeter Trad. fr. 1880 par Ed. Archinard 1877 - Schumann S. E. F. <i>A manual of Heating and Ventilation</i> , USA			1850 -Redéfinition du rendement thermique et 2e principe de la thermodynamique par William Kelvin et Rudolf Clausius 1855 - brûleur à gaz dit « Bec » : Robert Bunzen 1860 - Loi sur le bilan énergétique par Gustav Kirchhof 1863- Reynaud Léonce <i>Traité d'architecture</i> , F 1871 - Maxwell James Clerk Théorie de la chaleur 1879 - Loi du rayonnement du corps noir par Joseph Stefan

	1880 - Planat Paul <i>Chauffage et ventilation des lieux habités</i> , F			
	1888 - Ser L. <i>Traité de physique industrielle, production et utilisation de la chaleur</i> 1889 - Trélat Emile, Somasco Charles, <i>Le chauffage et l'aération des habitations</i> , Bibliothèque des Annales économiques, Paris, 48 p.			
	1893 - Rietschel H. <i>Traité théorique et pratique du chauffage et ventilation</i> , All Trad. Fr. 1911 par Léon Lasson (de la 4e éd.)			
	1895 - Mott J. L. <i>Warming and ventilating</i> . USA			
	1895 - Houston Edwin & Kennelly A. E. <i>Electric heating</i> , USA			
	1896 - Sturtevant B. F. <i>Ventilation and Heating</i> , USA 1896 - Dentler J., <i>Fumisterie chauffage et ventilation</i> , <i>Encyclopédie des travaux publics architecture et constructions civiles</i> , Baudry, Paris.			
1900	1900 - Hamelle Henry, <i>Chauffage moderne par la vapeur à basse pression : hygiène, économie, propreté, sécurité</i> , Dreager, Paris 124 p. 1906 - Thomas Joseph William, <i>The ventilation, heating and lighting of Dwellings</i> , Green, London, 296 p.	1901-1904 - Guadet Julien <i>Elements et théorie de l'architecture</i> , F	1900 - Notion de quantum d'énergie Max Plank 1901 - Mécanique statistique et thermodynamique Josiah Gibbs	

	<p>1908 - Debesson G., <i>Le chauffage des habitations</i>, Dunod, Paris.</p> <p>1908 - Maubras V., <i>Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques</i>, Fanchon, Paris, 3 vol.</p> <p>1911 - Rietschel Hermann, <i>Traité théorique et pratique de chauffage et de ventilation. Guide pour le calcul et l'établissement des projets et installations de chauffage et de ventilation, à l'usage des ingénieurs, constructeurs, architectes, entrepreneurs, etc.</i>, Traduit de l'allemand sur la 4^e édition, par Léon Lasson, C. Béranger Paris et Liège.</p>	<p>1907 - Rey Augustin, « <i>Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale</i> », <i>La Technique Sanitaire et Municipale</i>, Paris, p. 260-272.</p>	
	<p>1923 - Aucamus E., <i>Chauffage, Ventilation et Fumisterie</i>, Dunod, Paris, 384 p.</p>		
	<p>1926 - Espitalier G., <i>Cours raisonné et détaillé du Bâtiment - chauffage et ventilation</i>, Eyrolles, 378 p.</p> <p>1926 - Hottinger M. <i>Heizung und Lüftung</i>, All</p>		
	<p>1927 - Gillot Roger, <i>L'Eau chaude thermosiphon dans l'habitation</i>, libr. centrale des sciences Desforges, Girardot et Cie, Paris, 132 p.</p>		
	<p>1928 - Charlent Charles, Bourcier Lucien, <i>La pratique du chauffage central, charbon, gaz, mazout</i>, Garnier Frères, p. 280.</p>		
	<p>1935 - Scarsez E. <i>Guide pour l'installation des chauffages modernes</i></p>	<p>1905 - Mouvement moléculaire par Albert Einstein</p>	
	<p>1937- Missenard A. <i>Cours supérieur de chauffage, ventilation et conditionnement de l'air</i>, Fr., plusieurs rééditions.</p> <p>1947 - Missenard A. <i>Le chauffage des habitations, (Que-sais-je?)</i></p>		
	<p>1949 - Boileau C, <i>Chauffage et rafraichissement combinés des habitations</i>, Dunod, Paris, 207 p.</p>		

Tableaux sur des éléments climatiques

Calamités et phénomènes extraordinaires aux IX^e et X^e siècles

	Comètes et éclipses	Hivers rigoureux	Hivers doux et pluvieux	Epidémies
750 790	761, 763 Gaule du Nord 787 Germanie	762, 764 Gaule du Sud, puis du Nord		
800	806, 809 Lune		801, 808 Gaule du Nord	
810	810 Lune et Soleil • 812 Soleil 817 Lune et comète • 818 Soleil			
820	820, 824, 829 Lune	821, 824 fleuves gelés	820 Empire	823 Francie
830	832, 838 Lune 837 comète	839 Gaule du Nord, Germanie	838 Gaule du Nord, Rhin	836 Italie
840	840, 843 comètes	843, 845, 846 Gaule	844 Gaule	
850		856 Gaule		856, 857 Gaule
860	860 Lune et Soleil 861 Lune • 868 comète	860 Gaule	868 Germanie	
870	873 pluies de sang, Brescia • 878 Lune	874 Gaule		873, 874, 877, 878 Italie, Germanie
880	882 comète, Germanie	880, 887 Germanie		889 Italie
890		893 Germanie		
900	905 comète			
910	912 comète			
920	926 Lune			
930	939 Soleil, comète			934 Gaule du Nord
940	942 comète 944 Soleil, comète	942 Bassin de la Loire	940 Bassin parisien	945 mal des ardents
950	951 Soleil 954 pluies de sang, Sens			956 Germanie, Gaule
960	968, 969 Soleil	964 Gaule du Nord		964 Germanie
970				
980	989 Soleil		988 Gaule du Nord	
990				997 mal des ardents, Limousin
1000	1000 Soleil			

(ROUCHE Michel, « Nouveaux empires, nouveaux malheurs », *Les malheurs des temps, histoire des fléaux et calamités en France*, sous la direction de DELUMEAU Jean & LEQUIN Yves, Larousse, Paris 1987, p. 67-84.)

Caractéristiques des hivers en France au XVI^e siècle

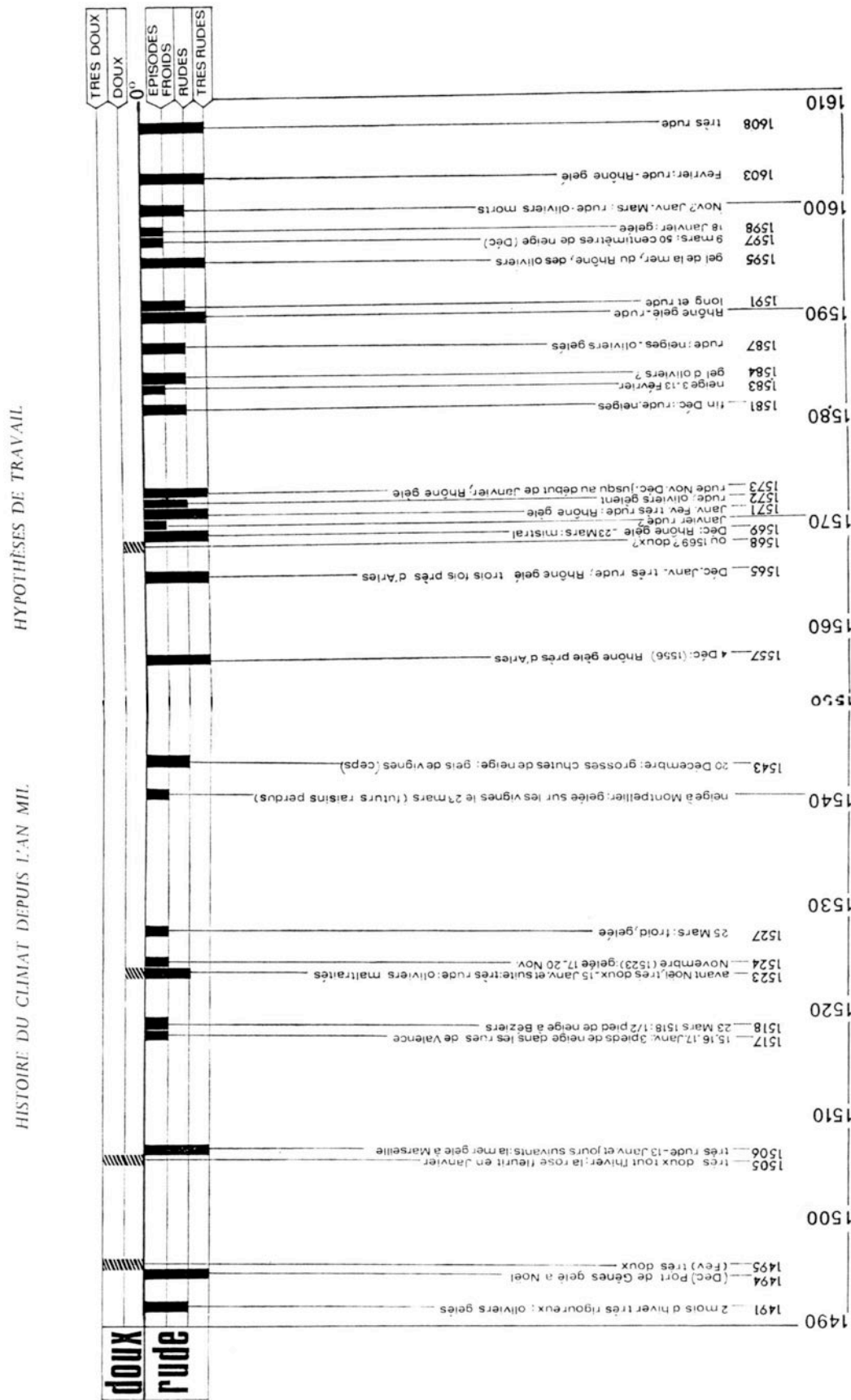


Fig. 28. — LES HIVERS DANS LE NORD DE LA FRANCE AU XVI^e SIÈCLE.
Rappelons que l'hiver de 1494, par exemple, commença le 1^{er} décembre 1493, janvier et février 1494.

(LE ROY LADURIE Emmanuel, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Flammarion, Paris, 1967, p. 226-227.)

Tableau chronologique sur la vie et les travaux de Jean Simon Bonnemain

Dans ce tableau sont réunies l'ensemble des données concernant la vie et l'œuvre de Jean Simon Bonnemain, dans son contexte familial. Sont jointes les adresses successives de l'inventeur et les références des sources d'archives ou imprimées.

Années	Evénements et activités	Adresse
1743	Naissance probable de Jean Simon Bonnemain, fils de Bernard Bonnemain, maître tapissier et de Catherine Guenois	
1777	L'Académie des sciences désigne Daubenton et Desmaret pour faire un rapport sur les travaux de Bonnemain sur la couvaison des poussins et l'élevage des poulets (AS Daubenton, 26 avril)	
1778	Plan terrier de Nanterre : Bonnemain <i>propriétaire d'une maison bourgeoise, écurie, cellier, puit et jardin 3 400 toises (12 980 m²)</i> , angle des rues de Venêts et de la rue de Courbevoie, Plan 13	
1778-1793	Production de poulets par incubation artificielle, interrompue par manque de grains durant la Révolution (Bonnemain, p.24)	<i>aux alentours de Paris</i>
1782	Rapport sur les études Bonnemain sur l'incubation artificielle des œufs et l'élevage des poussins à l'aide du régulateur du feu (AS Daubenton, 3 et 14 août) Dépôt d'un pli scellé contenant d'une description du régulateur du feu et de l'incubateur accompagné de dessins en couleur (pli 222, 14 août 782)	
1782-1783	Demande d'un privilège royal exclusif afin de construire, vendre et détailler son régulateur du feu. Celui-ci est appliqué à un poêle mobile servant à incuber les œufs et élever les poussins, comme poêle cocote qui permet de cuire douze livres de viande en quatre heures (AN F/12/2432, octobre 1782, février 1783)	<i>vit à Paris</i>
1783	Privilège royal exclusif de quinze ans pour le régulateur du feu de Bonnemain, décret du 12 mars (AN E2734)	
1786	Contrat de mariage (23 février) de Jean Simon Bonnemain avec Anne Geneviève Desbordes fille de Jean Armand Desbordes et Claude Nodin (AN MC ET/CXVII/924) L'époux a fait construire une maison à Nanterre, il possède 12 000 livres de marchandise de fer et son privilège, l'épouse amène 3 000 livres et son trousseau. La mère de Jean Simon leur offre un douaire de 300 livres annuels	<i>Cloître St-Jacques de l'Hôpital, Paris</i>
1784	Feuillet promotionnel sur les applications du régulateur du feu aux serres chaudes, aux bains, aux poêles et aux fourneaux de cuisine (Société Royale Médecine 191 dr30 n°1)	<i>Cloître St-Jacques de l'Hôpital, Paris</i>
1787	Bonnemain répond aux questions posées dans les lignes du « Salon de la correspondance pour les sciences et les arts », de la Nouvelle de la République	

	<i>des Lettres</i> sur le chauffage de 24 litres de Mercure à température constante à peine en dessous de l'évaporation durant quarante jours. <i>Physicien - Mécanicien</i> <i>Cloître St-Jacques de l'Hôpital, Paris</i>
1788	Naissance d'Auguste Pierre Bonnemain, fils de Jean Simon le 18 novembre, baptisé à Nanterre le 20 novembre, parrain Pierre Nicolas Bonnemain (frère de Jean Simon), tapissier rue St Honoré, marraine Marie Jeanne Nodin, épouse d'Antoine Gasq, rue Quinquampoix (AD Hauts-de-Seine 1Mi/NAN_10)
1788	Rapport très favorable de la Société royale de médecine aux applications du régulateur du feu au chauffage, à température constante, des baignoires et des poêles d'appartement (SRM191 dr30 n°1)
1789	Rôle de la Taille, Paroisse de Nanterre, Bonnemain est imposé pour 24 livres comme propriétaire et marchand de volaille <i>Marchand de volaille</i> <i>Nanterre</i>
1790	Naissance d'Anne Hélène Emilie Bonnemain, fille de Jean Simon (AD Hauts-de-Seine DQ14/666)
1791	Bonnemain bénéficie de gratifications et secours accordés aux artistes, de 200 à 300 francs, pour ces inventions (AN F12/2424)
1792-1816	Référence à la visite d'un appareil pour chauffer la ferme du citoyen Regnier au 227 rue de Mantoue vis-à-vis du Jardin de Monceau (CNAM N71)
1795, an 2	Recensement à Nanterre (sur 1991 habitants) : citoyen Bonnemain, sa femme, deux enfants 5 et 7 ans, 3 domestiques à demeure (AD Hauts-de-Seine 1Mi259) <i>Nanterre</i>
1795	Rapport sur un alambic d'une nouvelle construction avec le régulateur du feu de Bonnemain lu par Charles Delunel au Lycée des Arts (CNAM N71, X24)
1795, an 3	Bonnemain est sur la liste additionnelle du <i>Lycée des arts</i> (<i>Annuaire du Lycée des arts</i> , an 3, p. 173) <i>Chimiste - mécanicien</i>
1796	Bonnemain est membre du <i>Lycée des arts</i> (<i>Annuaire du Lycée des arts</i> , an 4, p. 76) <i>Mécanicien</i> <i>Nanterre</i>
1798, an 4	Bonnemain prend part à la première exposition industrielle (110 exposants) aux Champs Elysées, arcade n°8 : « Fourneaux alambics et autres ustensiles perfectionnés » (<i>Première exposition publique des produits de l'industrie Française</i> , p. 5) <i>Physicien</i> <i>à Nanterre près Paris</i>
1798	Le journal <i>le Magasin Encyclopédique</i> publie la liste des exposants à la première exposition industrielle française (<i>Magasin Encyclopédique</i> , p.399)
1799	Bonnemain est membre du Lycée des arts (<i>Annuaire du Lycée des arts</i> , an 4, p. 76) <i>Mécanicien</i> <i>Paris, rue Helvétius au coin de celle de Louvois</i>
1799, an 7	Rapport devant le conseil des professeurs du Muséum national d'Histoire naturelle, à la demande du Ministre de l'intérieur François de Neufchateau, sur les nouveaux moyens de chauffage et ses effets sur la végétation, expérience sur les asperges (AN AJ/15/582, <i>La Feuille du Cultivateur</i>)
1800	Rapport lu par Charles Delunel au <i>Lycée des Arts</i> sur l'utilisation du régulateur du feu pour la fonte des suifs en grand (<i>Magasin Encyclopédique</i> , p. 406)
1805, an 12	Rapport de la Société Libre d'Agriculture de la Seine sur la nécessité

	d'économiser le bois comme combustible, le CNAM et Société d'Encouragement pour l'Industrie Française sont chargés de favoriser les inventions comme celle de Franklin, Rumford, Désarnod et Bonnemain (CNAM N151)
1806	Dossier sur l'application du régulateur du feu au rouissage du chanvre selon la méthode de l'abbé Bralle (CNAM U57) <i>Nanterre</i>
1807	Dépôt au CNAM par Bonnemain d'un fourneau hydraulique contre un dédommagement de 84 francs (CNAM N129)
1808	Dans le <i>Bulletin de la Société d'encouragement</i> Charles Delunel décrit l'usage du régulateur du feu à une chaudière à fondre le suif à la ferme Saint-Lazare, faubourg Saint-Denis (Delunel, p. 154-162)
1808	Dossier sur l'application du régulateur du feu de Bonnemain à un four à tirer la soie (CNAM 705)
1808	Bonnemain reçoit 400 francs de supplément pour finir un poêle qu'il a déjà commencé avec 600 francs, le dispositif terminé sera déposé au CNAM (BSEIF, p. 236)
1808-09	Dossiers sur un moteur hydropyrique dont le principe est basé sur la dilatation des métaux et la circulation alternée d'eau chaude et froide, pour un budget global de 2000 francs (CNAM A349, P71, A349) <i>Nanterre</i>
1809	Croquis et description d'un fourneau pour cristalliser le sucre de betterave, Bonnemain déclare disposer d'un local pour faire des expériences (CNAM T113) <i>Mécanicien – physicien</i> <i>Nanterre, près de la Porte Dauphine</i>
1809	Applications du régulateur et du calorifère de Bonnemain au blanchissage de la lessive par Shoppler et Hartman d'Augsbourg (BSEIF, 1850, p. 31)
1813	Le chimiste Andrew Ure (1778-1857), professeur à l'université de Glasgow, rencontre Bonnemain qui fait des formations pour la construction et la maintenance de son calorifère à eau et de son incubateur à poussins (Ure 1839, p. 40)
1814 av.	Maquette de l'incubateur de Bonnemain (CNAM inv. 00847-0000) Fourneau de cuisine de Bonnemain avec régulateur du feu, dessin en couleur (CNAM Portefeuille industriel inv. 13571.333.)
1814	L'académie royale d'agriculture, sur un rapport défavorable de Mr Louis Bosc d'Antic, refuse d'aider Bonnemain (ARA, Bosc)
1816	Bonnemain publie une brochure sur l'incubation artificielle des œufs et l'élevage des poussins, avec un système de souscription pour les formations pour piloter les installations (Bonnemain, 32 p.) <i>Mécanicien,</i> <i>372 rue St-Honoré, Paris</i> <i>auteur de plusieurs inventions et découvertes</i>
1818	Objets et dessins sur Bonnemain figurant dans le <i>Catalogue général des collections du Conservatoire royal des arts et métiers</i> : Appareil pour démontrer le système de M. Bonnemain n° 474, appareil dit de circulation, au moyen de la différence des pesanteurs spécifiques de l'eau froide et de l'eau chaude, par M. Bonnemain n°475 (salle d'agriculture), Calorifère qui a servi dans les serres du Jardin du Roi, avec un régulateur du feu, par M. Bonnemain n°20 (galerie des échantillons), Appareil pour faire éclore les poulets, par M. Bonnemain n°76 (salle de l'éventail), Dessin du calorifère de M. Bonnemain n°16, Dessin d'une cuisine économique, avec régulateur du feu par le même n°17 (tiroir J)

1819	Les propriétés appartenant en propre à Jean Simon Bonnemain à Nanterre ont été vendues par saisie immobilière à l'audience de criée du tribunal civil de la Seine le 11 août au sieur Jean Folzel, propriétaire à Paris (AD Hauts-de-Seine DQ14/666)
1822	Les travaux de Bonnemain sont cités dans la rubrique <i>assainissement</i> du <i>Dictionnaire Technologique</i> par le chimiste Anselme Payen (1795-1871), qui pense que Bonnemain est déjà décédé. Après publication Bonnemain prend contact avec Payen (<i>Dictionnaire Technologique</i> , vol.2, p. 290-291)
1823	Bonnemain expose huit machines à l'exposition industrielle : régulateur du feu, calorifère à eau (en cuivre et fer), fourneau de bains (AN F/12/991, Thury, p. 369) <i>6, rue des Deux-Portes-Saint-Jean, Paris</i>
1823	Le système de chauffage des appartements de Bonnemain est décrit à la rubrique <i>chaleur</i> du <i>Dictionnaire Technologique</i> (D T, vol.4, p. 377)
1823	Bonnemain est propriétaire d'une maison, d'un bâtiment, d'un jardin et d'un terrain à Nanterre dans un lieu dit le <i>Champs aux Melles</i> , situé maintenant entre les rues des Venêts, Victor Hugo, Raymond et avenue Joliot-Curie, au sud est du centre ancien du village de Nanterre (AD Hauts-de-Seine, 3P2/NAN_11)
1824	M. le Vicomte de Castelbalac, directeur général des Haras, présente à la Société d'Encouragement quelques inventions de Bonnemain non publiées (BSEIF, p. 107-8) Trois inventions de Bonnemain sont présentées dans le Bulletin de la Société d'encouragement : chauffer des bains ou des liquides, couvrir les œufs artificiellement, chauffer les serres. Il reçoit une rémunération pour le dépôt de ses dessins et des descriptifs à la Société d'Encouragement pour l'industrie française (BSEIF, p. 238-42) <i>Mécanicien – physicien</i> <i>6, rue des Deux-Portes-Saint-Jean, Paris</i>
1827	Décès d'Auguste Pierre Bonnemain le 1 ^{er} octobre à Paris, fils de Jean Simon (AD Paris 5Mi2 329)
1827	Bonnemain présente ses machines à l'exposition industrielle et reçoit une médaille d'argent (Thury, p. 409) <i>2, rue des Deux-Portes-Saint-Jean, Paris</i>
1828	Suite à un rapport sur les inventions de Bonnemain et les différentes applications de son régulateur, le conseil de la Société d'Encouragement lui décerne une médaille d'argent. Les applications citées par Anselme Payen : l'incubateur à poussins, le chauffage d'appartement ou de chambre de malade, des étuves à fermentation, des serres chaudes, des couches à primeurs, la distillation du vin, la concentration de liquides, la lessive du linge, des toiles, des matières salines, la fabrication de la colle, l'extraction du houblon (Payen, p. 181-2) Le <i>Moniteur Universel</i> , le journal de l'époque reprend les informations sur les travaux de Bonnemain et sa médaille d'argent (M U, p. 854) <i>6, rue des Deux-Portes-Saint-Jean, Paris</i>
1829	En mars, la Société d'Encouragement alloue 450 francs afin de faire des expériences sur le chauffage des pièces par circulation d'eau à l'aide d'un calorifère (BSEIF, p. 217, p. 355) <i>Ingénieur-physicien</i>
1828-1829	Bonnemain est présent sur la liste des poêliers et des fabricants de cheminées dans l'Almanach du commerce (Almanach du commerce 1828, p. 203, 1829, p. 135) <i>Poêlier</i> <i>2, rue des Deux-Portes-Saint-Jean, Paris</i>
1830	Décès de Jean Simon Bonnemain à Nanterre le dimanche 15 janvier

	(AD Hauts-de-Seine 5MI/NAN_5) <i>Nanterre</i>
1830	Le 3 juin, enregistrement du décès de Jean Simon Bonnemain, succession à sa veuve et sa fille Anne Hélène Emilie religieuse hospitalière demeurant au collège Saint Louis rue de la Harpe à Paris, sans doute infirmière (AD Hauts-de-Seine DQ14/695, 3Q/NAN_DQ14/666)
1831	Recensement à Nanterre : Anne Geneviève Desbordes, veuve Bonnemain seule au foyer (AD Hauts-de-Seine 1Mi259) Bonnemain fils, tapissiers décorateurs 372 rue St.-Honoré (<i>Sageret</i> , 1831)
1833-1835	Dossier de demande par la veuve de Jean Simon Bonnemain d'aide financière au roi puis au ministre de l'éducation et des sciences, avec une description des contributions scientifique et pratique de l'inventeur, apparemment sans succès (AN F/17/3123) <i>Physicien Mécanicien</i> <i>Nanterre</i>
1838	Article d'Andrew Ure sur les travaux de Jean Simon Bonnemain dans <i>L'Architectural Magazine</i>
1840	Description d'un incubateur utilisant le régulateur de Bonnemain perfectionné par Mr Sorel. Cette installation, appartenant à Mme Rousseau, est située au Pecq (<i>BSEIF</i> , p. 254-5)
1841	Mr Borne utilise l'incubateur de Bonnemain à Paris rue des Veuves et aux Ternes (<i>Valcourt</i> , p. 249)
1840	Les Bonnemain ne sont plus présents dans le <i>Sageret</i> (<i>Sageret</i> , 1840)
1843	26 mai, décès d'Anne Geneviève Bonnemain à Nanterre, née en 1763 (AD Hauts-de-Seine 5MI/NAN_5) <i>Porte Saint Denis, Nanterre</i>

Tableau chronologique des patronymes des poêliers fumistes

En dépouillant l'*Almanach du Commerce*, on constate un nombre important de poêliers fumistes dont les patronymes sont d'origine étrangère, voilà un tableau qui rend compte de ce phénomène. Figure également dans le tableau les localisations répétées des ateliers.

Année	Nombre total	Patronymes	Localisation
1815	41	22 noms d'origine italienne 2 noms d'origine alémanique	3 poêliers rue de la Roquette
1820	98	43 noms d'origine italienne 7 noms d'origine alémanique	3 poêliers rue de la Roquette 2 poêliers rue du Fg. St.-Antoine 2 poêliers rue Vieille du Temple
1825	112	43 noms d'origine italienne	
1827	119	45 noms d'origine italienne	3 poêliers rue de la Roquette 4 poêliers rue du Fg. Poissonnière 4 poêliers rue St. Martin
1828	123	48 noms d'origine italienne	5 poêliers rue St. Martin
1829	131	49 noms d'origine italienne	
1830	124	62 noms d'origine italienne	5 poêliers rue St. Martin 3 poêliers rue Paradis Poissonnière
1833	144	58 noms d'origine italienne	4 poêliers rue du Fg. Poissonnière 3 poêliers rue de la Roquette 3 poêliers rue St. Martin
1834	145	66 noms d'origine italienne	5 poêliers rue de la Roquette 4 poêliers rue St. Martin

Tableau chronologique du chauffage dans les bâtiments publics en France au XIX^e siècle

dates d'inst...	type de programme	dénomination	ville	mode de chauffage	entreprise	architecte	combustible	température con...
18**	bains publics	Bains Racine	Paris	vapeur ?	Grouvelle			
18**	bains publics	Bains François 1 ^{er}	Paris	vapeur ?	Grouvelle			
1804	bibliothèque	Muséum d'histoire naturelle	Paris	poêle faïence puis fonte	Désarmod		bois puis charbon	+ 3 à 4 °C puis
1806	école	Ecole Polytechnique	Paris	poêle de fonte ou de faïence à poêle				
1807 av.	hôpital	Hôpital de Bicêtre	Kremlin-Paris	Poêle	Voysenne, mécanicien			
1807 av.	instituteur	Théâtre de la République (nom du Théâtre)	Paris	Poêle	Voysenne, mécanicien			
1808	prison	Maison de détention de Colmar	Colmar	chauffage à vapeur	Félix Desportes, préfet et SEIN			
1809	manufacture	Porcelaine Nast	Paris	4 calorifères à air, avec	Curaudou		charbon	
1817	mairie	Hôtel de Ville de Paris	Paris	2 calorifères	Désarmod		charbon, 4 f.	+ 15 à 18 °C
1817	clique	Cirque de Francoini	Paris	2 calorifères	Désarmod			
1826	salle des séances	Bourse	Paris	chaudière à vapeur, chauffage	Gay-Lussac, Thénard & d'Arcet			
1832 av.	musées, ateliers	Hôtel des Normales	Paris	calorifère à air, four à coke	Grouvelle, plan d'Arcet			
1840 av.	amphithéâtre, orangerie,	Chambre des pairs (Sénat)	Paris	8 calorifères à air	Rohaut et Musard, plans de			
1840 av.	amphithéâtre, orangerie,	Chambre des Pairs (Sénat)	Paris	eau chaude	Chabrol ?(reprise)			
1841 av.	salle des séances	Chambre des députés	Paris	calorifère à air	Rohaut et Musard, plans de			
1842	prison	Maison pénitentiaire de Reithel	Reithel	6 thermosiphons	Fontaine frères à Versailles		charbon?	
1843 av.	bains 1840 av. publics	Bains publics	Paris	chaudière	Thomas & Laurens			
1843 av.	lingerie	Lingerie de l'Hôpital Saint-Louis	Paris	chaudière	René Duvoir			
1843 av.	bouillon	Compagnie Hollandaise	Paris	chaudière à vapeur	Grouvelle, modifiée par Rudler			
1843 av.	salles de séances	Palais du Quai d'Orsay (Conseil d'Etat & Collège Louis-le-Grand	Paris	eau chaude, cheminée	Leon Duvoir-Leblanc			15°
1843 av.	église	Eglise de la Madeleine 1808-1843	Paris	Calorifère	René Duvoir			
1843 av.	archives	Archives de la guerre	Paris ?	calorifère à air	Le Turc			
1843 av.	bains publics	Bains Vigier	Paris	chaudière	René Duvoir			
1844 av.	hôpital	Les enfants malades (Macon, Noyon,	Paris	calorifère à air	René Duvoir			
1844 av.	école	Ecole de Tournon	Tournon	calorifère à air	René Duvoir			
1844 av.	école	Ecole de Reims	Reims	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1844 av.	école	Ecole rue Neuve-Coquenard	Paris	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1844 av.	école	Ecole rue de la Halle-aux-Draps	Paris	calorifère à air	René Duvoir		houille 20 à 25 kg/l	12°, 2
1844 av.	école	Ecole rue des Blancs-manteaux	Paris	calorifère à air	René Duvoir		houille 40 à 50 kg/l	13° à 14°
1844 av.	école	Ecole rue du Renard-Saint-Merry	Paris	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1844 av.	école	Ecole de Vaugirard	Vaugirard	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1844 av.	école	Ecole de Metz	Metz	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1844 av.	hôpital	Hôpital des enfants malades	Paris	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1845	hôpital	Hospice des aliénés de Charenton	Charenton	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc			
1846	église	Eglise Saint-Roch	Paris	eau chaude basse pression	Grouvelle	Gilbert Jacques Emile(1795	houille	
1846	prison	Prison de Remiremont	Remiremont	eau chaude	René Duvoir			
1850	prison	Prison Mazas (Nouvelle Force) 1843-1850	Paris	vapeur et eau chaude (mixte)	Grouvelle	Leclaire & Gilbert		15° cellules, 18°
1850	bibliothèque	Bibliothèque Sainte-Geneviève	Paris	calorifère à air	Leon Duvoir-Leblanc	Labrousse Henri (1801-1875)		
1851 av.	hôpital	Hôpital Necker	Paris	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc			
1851 av.	hôpital	Hôpital Beaujon	Paris	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc	Girardin		
1852	église	Eglise Saint-Sulpice	Paris	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc			
1852	prison	Prison de Saint-Quentin	Saint-Quentin		Leon Duvoir-Leblanc			
1852	prison	Prison de Château-Thierry	Château-		Leon Duvoir-Leblanc			
1852 av.	école	Grand amphithéâtre du Conservatoire des	Paris	eau chaude, puis	Leon Duvoir-Leblanc/?	Vaudoyer Léon (1803-1872)		de 18,5° à 19°
1852 av.	salle des séances	Salle des séances de l'Institut	Paris	eau chaude (4 poeles)	Leon Duvoir-Leblanc	Vaudoyer Antoine (1756		
1853	école	Ecole Polytechnique (1835)	Paris	chauffage à l'eau chaude en	Leon Duvoir-Leblanc	René Andre-Marie		16°
1854	hôpital	Hôpital de Lantboisière (Hôpital Nord)	Paris	eau chaude/ vapeur et eau	Duvoir-Leblanc/ Grouvelle	Gauthier Martin (1790-1855)		17° à 18° (ec)
1854 av.	église	Eglise Saint-Vincent-de-Paul	Paris	eau chaude	René Duvoir	Le Pere & Hitbortf (1792		13°
1855 av.	église	Eglise Saint-Philippe-du-Roule	Paris	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc	Chalgrin-Jean-François		
1855 av.	serre	Serres du jardin des plantes (x 3)	Paris	eau chaude	Duvoir-Leblanc	Rohaut de Fleury Charliés		
1855 av.	hôpital	Ecole vétérinaire	Maison-Alfort	eau chaude	Leon Duvoir-Leblanc			
1855 av.	prison	Prison de Provins	Provins	vapeur et eau chaude (mixte)	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison de Beaupréau	Beaupréau	calorifère à air	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison d'Angers	Angers	calorifère à air	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison d'Abbeville	Abbeville	vapeur et eau chaude (mixte)	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison de Marseille	Marseille	calorifère à air	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison de Saint-Marcelin	Saint-Marcelin	vapeur et eau chaude (mixte)	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison de Bourgoin	Bourgoin	calorifère à air	Grouvelle			
1855 av.	prison	Prison d'Etampes	Etampes	eau chaude	René Duvoir			

dates d'inst...	type de programme	dénomination	ville	mode de chauffage	entreprise	architecte	combustible	température con...
1855 av.	prison	Prison de Senlis	Senlis	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc			
1855 av.	école	Ecole Normale	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc			
1855 av.	bureau	Ministère des affaires étrangères	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc			
1855 av.	école	Ecole des mines	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc			
1855 av.	école	Observatoire de Paris	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc	Gisors de A. (1841-1847) Perrault Claude (1867-1871)		
1856	prison	Prison de Fontainebleau	Fontainebleau	mixte : vapeur /eau chaude	Grouvelle			
1859	église	Eglise de Passy, rénovation 1846-1859	Passy		Grouvelle			
1859	hôpital	Asile impérial du Vésinet	Vésinet		Van Hecke Dr	Laval Eugénie (1818-1869)		
1860 av.	amphithéâtre	Palais de justice - salles d'assise	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc	Duc Joseph Louis (1802)		
1861 av.	prison	Prison de Montdidier	Montdidier	eau chaude	René Duvoir			
1861 av.	prison	Prison d'Abbeville	Abbeville	eau chaude	René Duvoir			
1861 av.	prison	Prison de Chalon-sur-Saône	Chalon-sur-	eau chaude	René Duvoir			
1861 av.	prison	Prison de Baune	Baune	eau chaude	René Duvoir			
1861-1862	théâtre	Théâtre de la Gaîté	Tours		Léon Duvoir-Leblanc	Prath		
1862	théâtre	Théâtre Lyrique (place d'y Chatlet)	Paris	calorifère à air		Cusin Alphonse Adolphe		
1862 av.	hôpital	Théâtre du Cirque Impérial (du Chatelet)	Paris	Calorifère à air	d'Hamelincourt	Davioud Gabriel (1823-1881)	houille de Charteroi	
1863	théâtre	Hôpital militaire de Vincennes	Vincennes	vapeur & eau chaude	Grouvelle			
1864	prison	Nouvel Opéra	Paris	air chaud eau chaude	d'Hamelincourt			
1865	école	Prison de Rouen	Fontainebleau	mixte : vapeur /eau chaude	Grouvelle			
1865	école	Ecole rue des Petits-Hôtels	Paris	calorifère à air de cave / vertical	d'Hamelincourt			
1866 av.	théâtre	Théâtre du Cirque Impérial (du Chatelet)	Paris	calorifère à air	Van Hecke/Léon Duvoir		charbon	
1866 av.	bureau	Bureau chemin de fer du Nord	Paris	vapeur	d'Hamelincourt			
1867	prison	Prison de la Santé	Paris	mixte vapeur/eau chaude	Grouvelle et Harquembourg	Emile Vaudremer (1829)		
1867	église	Eglise St-Pierre-de-Montrouge	Paris	calorifère	Geneste & Herscher	Vaudremer Emile(1829)		
1869	théâtre	Théâtre du Vaudeville	Paris	vapeur	Louis Ser	Maigne Auguste (1816-1885)		
1869	hôpital	Hospices des incurables	Ivry	vapeur		Labrousse Théodore(1799)		
1872	salle des séances	Palais du Corps Législatif	Paris	calorifère à air	Geneste & Herscher	Joly Edmond de (1824-1892)		12° à 15°
1873	magasin	Bourse (rénovation)	Paris	chaudière à vapeur, chauffage	Geneste & Herscher	Brongiart Alexandre		
1874	hôpital	Magasin de la Belle Jardinière	Paris	calorifère avec propulsion	Geneste & Herscher	Bertrand Ernest François		
1875	bibliothèque	Hôtel Dieu	Paris	vapeur?	Louis Ser	Gilbert Jacques Emile(1795)		
1875	école	Bibliothèque Nationale	Paris	calorifère à air	Geneste & Herscher	Labrousse Henri (1801-1875)		
1876	magasin	Groupe scolaire de la rue d'Alésia	Paris	calorifère avec propulsion	Vaudremer Emile(1829)			
1877	prison	magasin du Bon Marché	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Boiseau		
1877	école	Palais de justice "Le dépôt"	Paris			Duc Joseph Louis (1802)		
1878	hôpital	Collège Rollin	Paris	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher	Roger Napoléon-Alexandre		
1878	théâtre, musée	Hôpital Tenon (hôpital de Ménilmontant)	Paris	vapeur	Louis Ser	Billon		
1878 av.	hôtel	Palais du Trocadéro	Paris	calorifère avec propulsion	Geneste & Herscher	Davioud Gabriel		
1878 av.	bureau	Hôtel Continental	Paris	vapeur	Geneste & Herscher	Biondel		
1878 av.	amphithéâtre, orangerie,	Bureau chemin de fer de Lyon	Paris	vapeur		Geneste & Herscher		
1878 av.	école	Chambre des pairs (Sénat) après 1860	Paris	eau chaude	Léon Duvoir-Leblanc	Chabrol ?(reprise)		de 18,5° à 19°
1878 av.	prison	Petit amphithéâtre du Conservatoire des	Paris	calorifère à air		Vaudoyer Léon (1803-1872)		
1879	prison	Prison de Pontoise	Pontoise		Grouvelle et Harquembourg	Peit Albert		
1880	école	Ecole Normale d'instituteurs de la Seine	Paris		Grouvelle			
1881	école	Ecole Alsacienne	Paris		Grouvelle	Auburtin		
1881-4	mairie	Hôtel de Ville de Paris	Paris	vapeur et air	Geneste & Herscher	Bailu & Doperthes		
1884	école	Lycée Janson-de-Sailly	Paris	vapeur	Geneste & Herscher	Laisné Jean-Charles (1819)		
1884	école	Ecole centrale des arts et métiers	Paris	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher	Dentier J		
1884	école	Ecole normale Supérieure de Fontenay- aux-	Fontenay- aux-	vapeur et air	Grouvelle et Harquembourg	Le Cœur Charles (1830)		
1885	école	Sorbonne (1885-1901)	Paris	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher	Nénot Henri Paul		
1885	prison	Prison de Nanterre	Nanterre	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher	Colinaud Eugène Hermant,		
1885 av.	école	Ecole de la rue des Petits-hôtels	Paris	calorifère à air	René Duvoir		charbon	
1886	école	Lycée de Montauban	Montauban	mixte vapeur eau chaude	Grouvelle	Vaudremer Emile(1829)		
1887	école	Lycée de Grenoble	Grenoble	mixte vapeur eau chaude	Grouvelle	Vaudremer Emile(1829)		
1887	hôtel	Grand Hôtel du Louvre (1855-1887)	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Hallé		
1888	école	Lycée Molière	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Vaudremer Emile(1829)		
1889	école	Lycée Buffon	Paris		Geneste & Herscher	Vaudremer Emile(1829)		
1889	banque	Banque de France	Paris	microsiphon eau chaude	Geneste & Herscher			
1889	banque	Banque Rothschild	Paris	microsiphon eau chaude	Geneste & Herscher			
1889 av.	hôpital	Hôpital du Mans	Paris	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher			
1889 av.	école	Ecole vétérinaire	Maison-Alfort	vapeur à basse pression	Geneste & Herscher			

dates d'inst...	type de programme	dénomination	ville	mode de chauffage	entreprise	architecte	combustible	température con...
1889 av.	théâtre	Théâtre de Nice	Nice	microsiphon eau chaude	Geneste & Herscher			
1889 av.	théâtre	Théâtre de l'Opéra Comique	Paris	eau chaude	Geneste & Herscher			
1889 av.	hôpital	Hospice Ferrari	Clamart	vapeur	Geneste & Herscher	Robin Prosper		
1889 av.	hôpital	Hôpital du Mans	Le Mans	microsiphon eau chaude	Geneste & Herscher			
1889 av.	école	Groupe scolaire	Bagnolet	microsiphon eau chaude	Geneste & Herscher			
1890	école	Lycée de Beauvais	Beauvais		Grouvelle et Harquembourg	Maillard Norbert		
1892	salle	Salle des fêtes du XV ^e ardt	Paris	mixte vapeur eau chaude	Grouvelle	Vaudremer Emile (1829)		
1896	école	Ecole Estienne	Paris	vapeur	Grouvelle et Harquembourg	Menjot de Dammartin		
1897	école	Ecole supérieure J.-B. Say	Paris	vapeur basse pression	Grouvelle et Harquembourg	Salard		
1898	hôpital	Hôpital Bouicaut	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Legros Alphonse & Georges		
1899	prison	Prison de Fresnes	Fresnes		Grouvelle et Harquembourg	Poussin Henri		
1899	école	Ecoles des Roches	Vernueil		Grouvelle et Harquembourg	Nodet		
1900	hôpital	Hôpital Bretonneau	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Héneux Paul		
1900	école	Ecole des Arts Décoratifs	Limoges		Grouvelle et Harquembourg	Mayeux Henri Pierre		
1900 av.	école	Lycée d'Aurillac	Aurillac		Grouvelle et Harquembourg	Chièze		
1900 av.	hôpital	Hôpital Pasteur	Paris	vapeur	Grouvelle et Harquembourg			
1900 av.	école	Faculté de médecine	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Gerhardt		
1901	hôpital	Hôpital Troussseau	Paris	vapeur en cogénération	Grouvelle et Harquembourg	Maistrasse Alexandre		
1902	école	Lycée Descartes	Tours		Grouvelle et Harquembourg	Brunette		
1905	prison	Prison de Besançon	Besançon		Grouvelle et Harquembourg	Saint-Ginest		
1908	école	Lycée de jeunes filles de Besançon	Besançon		Grouvelle et Harquembourg	Bouffierin		
1910 av.	prison	Prison de Douai	Douai		Grouvelle et Harquembourg	Batteur		
1910 av.	prison	Prison de Boulogne sur Mer	Boulogne sur		Grouvelle et Harquembourg	Couturaud		
1910 av.	prison	Prison de Béthune	Béthune		Grouvelle et Harquembourg	Agnès		
1910 av.	prison	Prison d'Epemay	Epemay		Grouvelle et Harquembourg	Dupont		
1910 av.	prison	Prison de Caen	Caen		Grouvelle et Harquembourg	Nicolas		
1910 av.	prison	Prison de Corbeil	Corbeil		Grouvelle et Harquembourg	Laroché		
1910 av.	prison	Prison de Chaumont	Chaumont		Grouvelle et Harquembourg	Descaves		
1910 av.	prison	Prison d'Orléans	Orléans		Grouvelle et Harquembourg	Dusserre		
1910 av.	prison	Prison de Bourges	Bourges		Grouvelle et Harquembourg	Pascault		
1910 av.	prison	Prison de Poitiers	Bourges		Grouvelle et Harquembourg	Grange		
1910 av.	prison	Prison de Montauban	Montauban		Grouvelle et Harquembourg	Comberiac		
1910 av.	magasin	Grand magasin du Louvre	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Armand, Alfred		
1910 av.	hôtel	Carlton Hôtel	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Humbert		
1910 av.	hôtel	Grand Hôtel du Parc	Nice		Grouvelle et Harquembourg	Carlo		
1910 av.	magasin	Saint Frères	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Bayard		
1910 av.	bureau	Chandon	Epemay		Grouvelle et Harquembourg	Picard		
1910 av.	bureau	Hachette	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Le Deschaut		
1910 av.	bureau	Saint Gobain	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Noël		
1910 av.	école	Lycée de Reims	Reims		Grouvelle et Harquembourg	Brunette		
1910 av.	école	Lycée de jeunes filles de Clermont-Ferrand	Clermont-		Grouvelle et Harquembourg	Teillard		
1910 av.	école	Ecole des Beaux-Arts	Mompeller		Grouvelle et Harquembourg	Kruger		
1910 av.	hôpital	Institut et clinique Notre-Dame	Berck-sur-Mer		Geneste & Herscher	Lamy et Dufay		
1910 av.	hôpital	Hôpital de Versailles	Versailles		Geneste & Herscher	Petit		
1910 av.	atelier	Christofle et Cie	Paris		Grouvelle et Harquembourg			
1910 av.	bureau	Compagnie d'assurance New York	Paris		Grouvelle et Harquembourg	Morin-Goustiaux		
1910 av.	banque	Crédit Lyonnais	Paris		Geneste & Herscher	Latoux, Narjoux		
1910 av.	banque	Crédit Lyonnais	Paris		Geneste & Herscher	Bouwens van der Boijen		
1910 av.	théâtre	Grand théâtre municipal	Nice	eau chaude	Geneste & Herscher	Rondel		

Analyse des causes d'incendies dans Paris (1880-1928)

Les données réunies dans ces tableaux proviennent de l'étonnante compilation de *l'Annuaire statistique de la Ville de Paris*, dirigé par le docteur Bertillon, chef des travaux de la statistique, édité par l'Imprimerie Nationale de 1880 à 1910.

Années	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
Nombre total de feux de cheminée	1,309	1,585	1,656	1,668	1,671	1,654	1,524	1,912	1,924	1,572	1,504
Nombre total d'incendies	786	945	982	905	869	884	953	998	923	1,059	1,052
Explosion de chaudières	1	40	1	1	1	2	0	1	-	-	-
Vices de construction*	117	132	157	108	96	128	132	152	150	150	170
Poêles sur le parquet	-	7	10	16	27	32	38	28	11	10	11
Appareils à gaz, fourneaux	-	-	-	-	-	7	5	7	9	11	5
Fuites de gaz	16	15	29	25	10	13	14	12	6	4	12
Electricité		-	-	-	-	1	4	2	3	33	15

* Vices de constructions : Bouche de chaleur; calorifères, poêles sur le parquet ou rapprochés d'une cloison; cheminées adossées à du bois; cheminées construites sur des planchers en bois (absence de trémie); cheminées crevasées; charpentes traversant des cheminées; tuyaux traversant des boiseries.

Années	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
Nombre total de feux de cheminée	1,631	1,405	1,214	1,307	1,610	1,406	1,316	1,227	1,259	1,507	1,544
Nombre total d'incendies	975	1,070	1,257	1,104	1,370	1,204	1,190	1,283	1,433	1,495	1,422
Vices de construction*	135	121	123	111	197	125	94	89	110	85	126
Poêles sur le parquet	12	19	13	13	16	29	12	11	17	8	18
Appareils à gaz, fourneaux	3	2	0	2	2	1	2	6	3	1	2
Fuites de gaz	23	17	17	28	38	18	29	41	36	46	30
Electricité	10	9	19	13	10	27	16	23	24	72	40

Années	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909
Nombre total de feux de cheminée	1,595	1,382	1,466	1,594	1,615	1,717	1,850	1,892
Nombre total d'incendies	1,343	1,439	1,554	1,553	1,677	1,748	2,049	2,167
Vices de construction*	112	84	116	115	108	106	133	129
Poêles sur le parquet	6	11	18	21	13	15	19	18
Appareils à gaz, fourneaux	-	-	-	-	-	-	-	-
Fuites de gaz	42	40	46	25	42	46	79	69
Electricité	29	47	17	21	31	31	41	53

Années	1910	1911	1912	1913	1914	Années	1915	1916	1917	1918
Nombre total de feux de cheminée	1,554	1,898	1,516	1,736	1,776	Nombre total de feux de cheminée	2,755	2,622	4,622	4,892
Nombre total d'incendies	2,030	2,444	2,078	1,982	1,830	Nombre total d'incendies	1,414	1,333	1,815	1,722
Vices de construction*	110	148	108	93	106	Vices de construction	98	78	127	110
Poêles sur le parquet	25	12	15	9	13	Appareils d'éclairage	292	260	361	290
Appareils à gaz, fourneaux	-	-	-	-	-	Appareils de chauffage	146	133	220	225
Fuites de gaz	57	71	72	88	88					
Electricité	55	45	48	58	61					

Années	1919	Années	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928
Nombre total de feux de cheminée	103	Nombre total de feux de cheminée								
Nombre total d'incendies	2,104	Nombre total d'incendies	2,172	2,254	2,253	2,294	2,402	2,342	2,288	2,462
Vices de construction*	6	Vices de construction*	103	126	100	137	134	131	116	80
Poêles sur le parquet	15	Appareils d'éclairage	449	410	396	491	418	398	231	202
Appareils à gaz, fourneaux		Appareils de chauffage	238	231	323	489	429	405	190	279
Fuites de gaz	50									
Electricité	88									

Calorifères à vapeur à Paris 1882-1899 par arrondissements

Au XIX^e siècle, les appareils à vapeur doivent être déclarés à la préfecture de police (voir le sous chapitre sur les règlements). Parmi ceux-ci, les appareils qui servent pour le chauffage sont appelés calorifères et comptabilisés comme tels. Les données réunies dans ces tableaux proviennent de l'*Annuaire statistique de la Ville de Paris*, dirigé par le docteur Bertillon, chef des travaux de la statistique, édité par l'Imprimerie Nationale de 1880 à 1910. A partir de 1900, les calorifères ne sont plus décomptés à part.

Arrondt.	1882	1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890
1 ^{er}	24	24	24	24	25	25	24	24	24
2 ^{ème}	33	30	32	32	30	30	30	30	29
3 ^{ème}	24	27	33	27	25	25	23	22	22
4 ^{ème}	30	33	33	33	30	30	27	27	27
5 ^{ème}	22	19	19	19	19	19	22	23	24
6 ^{ème}	-	26	27	25	27	27	27	25	22
7 ^{ème}	-	15	26	16	22	22	23	22	22
8 ^{ème}	13	14	7	14	12	12	10	10	10
9 ^{ème}	13	11	12	13	11	11	12	12	12
10 ^{ème}	24	22	23	22	17	17	21	21	21
11 ^{ème}	35	30	35	30	34	34	34	33	32
12 ^{ème}	18	20	20	24	20	20	22	23	25
13 ^{ème}	-	12	12	11	12	12	12	14	16
14 ^{ème}	-	17	18	18	39	39	38	40	42
15 ^{ème}	-	27	17	32	70	70	70	72	75
16 ^{ème}	6	6	6	6	16	16	15	14	14
17 ^{ème}	13	13	12	12	13	13	11	10	10
18 ^{ème}	12	13	16	13	14	14	17	18	18
19 ^{ème}	30	26	29	24	30	30	34	35	35
20 ^{ème}	20	20	20	23	23	23	29	28	27
Total	317	405	417	418	479	479	501	503	507

Arrondt.	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
1 er	20	18	20	20	20	34	35	39	42
2 ème	32	32	49	49	49	39	42	42	48
3 ème	26	24	32	37	35	37	37	37	40
4 ème	44	43	56	56	56	46	45	46	48
5 ème	15	25	34	34	38	30	31	30	30
6 ème	10	10	14	14	14	23	22	25	25
7 ème	14	16	19	19	22	34	33	33	33
8 ème	9	8	14	25	26	49	53	56	60
9 ème	16	15	22	24	20	39	48	52	58
10 ème	39	40	58	58	65	9	20	28	29
11 ème	37	35	42	42	47	14	14	14	14
12 ème	9	16	22	22	26	41	42	43	43
13 ème	5	5	12	12	10	45	46	47	45
14 ème	37	37	42	42	45	46	44	45	45
15 ème	52	59	68	68	81	39	38	38	38
16 ème	14	14	28	31	37	62	19	24	25
17 ème	9	9	16	16	18	24	23	23	26
18 ème	10	9	15	15	23	26	30	29	31
19 ème	50	54	72	72	71	27	28	25	25
20 ème	11	14	32	32	37	16	17	21	21
Total	459	483	667	688	740	680	667	697	726

Tableau des entrées de combustibles dans Paris (1880-1914)

Les données réunies dans ces tableaux proviennent de l'*Annuaire statistique de la Ville de Paris*, dirigé par le docteur Bertillon, chef des travaux de la statistique, édité par l'Imprimerie Nationale de 1880 à 1915.

Années	1880	1885	1890	1895
Bois dur neuf ou flotté (stère)	533,441	358,366	345,376	301,328
Bois blanc neuf ou flotté (stère)	279, 941	290,282	256,252	255,970
Cotret, menuise et fagots (stère)	83,082	69,134	63,852	56,504
Charbon de bois, charbon artificiel (hectolitre)	5,355,167	4,678,292	4,156,122	3,441,969
Poussier de charbon de bois (hectolitre)	101,582	127,318	79,110	79,984
Houille, coke (100 kg)	1,082,466,563	1,053,146,257	1,383,800,635	1,566,159,875

Années	1900	1905	1910	1914
Bois dur neuf ou flotté (stère)	269,165	229,897	178,022	142,467
Bois blanc neuf ou flotté (stère)	282,741	264,234	242,218	160,922
Cotret, menuise et fagots (stère)	51,311	49,098	45,597	32,415
Charbon de bois, charbon artificiel (hectolitre)	2,694,942	1,658,255	1,207,261	687,362
Poussier de charbon de bois (hectolitre)	86,807	87,321	113,935	35,032
Houille, coke (100 kg)	1,553,123,676	1,690,190,969	1,718,971,576	1,570,262,165

Les gratte-ciel de New York raccordés au chauffage urbain

Name of the building	Years	Adress (Downtown) Architects	Storeys	Highness
New York Produce Exchange	1881-1884	2 Broadway (Dt) George B. Post	11	68,5 m
Tower Building	1888	50 Broadway (Dt) Bradford Lee Gilbert	11	48 m
St. Paul Building	1899	St. Ann street (Dt) George B. Post		100 m
Park Row Building	1899	15 Park Row (Dt) R. H. Robertson	32	117 m
Times Building	1903-1905	1 Times square C. W. Eidlitz and McKensie	25	110,5 m
90 West Street Building	1905-1907	90 West Street (Dt) Cass Gilbert	24	99 m
Singer Building	1906-1908	149 Broadway (Dt) Ernest Flagg	47	204 m
Thames Twins, Trinity and US Realty Buildings	1905-1907	111-115 Broadway (Dt) Francis H. Kimball	21	90 m
Metropolitan Life Insurance Building (1 Madison Avenue)	1907-1909	1 Madison avenue Napoleon Le Brun & Sons	45	213 m
Woolworth Building	1913	233 Broadway (Dt) Cass Gilbert	60	241,5 m
Municipal Building	1909-1914	Centre, Reade & Duane Streets William M. Kendall, McKim, Mead & White	39	170,5 m
Adams Building	1914	65 Broadway (Dt)	33	136,5 m
Equitable Building	1912-1915	120 Broadway (Dt) Ernest Graham, Anderson, Probst & White	41	157 m
Crown Building or Heckscher Building	1921	728-34 Fifth avenue Waren & Wetmore	25	104 m
Standard Oil Building	1922	26 Broadway (Dt) Carrere & Hastings and Shreve, Lamb & Blake	30	154 m
Ritz Tower Building	1925	370 Masison avenue Emery Roth and Carrere & Hastings	41	
Barclay-Vesey Building	1923-1927	140 West street Ralph Walker, McKensie, Voorhees & Gmelin	32	152 m
Paramount Building	1926-1927	1501 Broadway C.W. and George L. Rapp	32	139 m
Fred F. French Building	1927	551 Fifth avenue	36	135 m
New York Life Insurance Company Building	1927-1928	246 Broadway/51 Madison avenue (Dt) Cass Gilbert	40	187,5 m
Chanin Building	1927-1929	122 East 42nd street Sloan & Robertson	56	207,5 m
Beekman Building	1928	3 Mitchell place John Mead Howells	28	
Hotel Pierre	1928	795 Fifth avenue	44	160 m
10 East 40th Street Building	1928	10 East 40th street	48	189 m
Fuller Building	1928-1929	41 East 57th street Walker & Gillette	40	
Bank of New York & Trust Co.	1927-1929	48 Wall street (Dt) Benjamin Wistar Morris III	32	156,5 m
Helmsley Building or New York Central	1929	230 Park avenue Warren & Wetmore	35	172,5 m

Railroad Co				
Lincoln Building	1930	60 East 42nd street J. E. R. Carpenter	53	205,5 m
Chrysler Building	1928-1930	395 Lexington avenue William Van Alen	71	319 m
Western Union Building	1928-1930	60 Hudson street (Dt) Voorhees, Gmelin & Walker	24	113 m
Bank of Manhattan- 40 Wall Street	1928-1930	40 Wall street (Dt) H. Craig Severance and Yasuo Matsui	71	282,5 m
Daily News Building	1929-1930	220 East 42nd street Raymond Hood, André Fouilhoux and John Mead Howells	37	155,5 m
500 Fifth avenue Building	1930	500 Fifth avenue Shreve, Lamb & Harmon	60	207 m
Empire State Building	1930-1931	350 Fifth avenue William F. Lambas, Shreve, Lamb & Harmon	102	381 m
Waldorf-Astoria	1929-1931	309 Park avenue Schutze & Weaver	47	190,5 m
Irving Trust co. Building- Bank of New York	1929-1932	1 Wall street (Dt) Ralph Walker, Perry Coke and Voorhees, Gmelin & Walker	50	195 m
120 Wall Street Building	1930	120 Wall street (Dt) Buchman & Kahn		131,5 m
New Yorker Hotel	1930	481-97 Eight avenue Sugarman & Berger	43	134,5 m
Essex House (Hotel)	1930	160 Central Park South Frank Grad	43	140,5 m
City Bank Farmers trust Co. Building	1930-1931	22 William street (Dt) Cross & Cross	57	229 m
General Electric Tower or RCA Victor Radio Co. building	1929-1931	570 Lexington avenue Cross & Cross	50	195 m
Nelson Tower	1931	450 Seventh avenue H. Craig Severance	46	160 m
30 Broad street Building- Continental Bank	1932	30-34 Broad street (Dt)	48	171 m
Rockefeller Centre	1932	Fifth-Sixth avenue from 48th-50th streets Reinhardt, Hoffmeister, R. Hood & Fouilhoux, H. W. Corbett, Harrison & Mac Murray	70	259 m max
US Courthouse	1933	40 Centre street Cass Gilbert and Cass Gilbert Jr.		
Beresford apartments	1929	211-219 Central Park West Emery Roth	20	85 m
Eldorado apartments	1929-1931	300 Central Park West Margon & Holder and Emery Roth	29	105,5 m
San Remo apartments	1930	145 Central Park West Emery Roth	28	112 m
Century apartments	1931	25 Central Park West Irwin Chanin	30	103,5 m
Majestic apartments	1931	115 Central Park West Jacques Delamarre	30	103,5 m

Premiers réseaux de chauffage urbain en Europe

Ce tableau recense les premiers réseaux de chauffage urbain dans autres pays d'Europe, à partir de différentes sources imprimées répertoriées dans la bibliographie.

Pays	Ville	Année
Hollande	Utrecht	1927
	Rotterdam	1949
Grande-Bretagne	Manchester	1911
	Dundee	1922
	Glasgow-Chesterfield	
	Londres	1944
Suisse	ETH-Zürich	1899
	Zürich	1933
	Lausanne	1934
	Bâle	1942
Norvège	Bergen	1918
	Oslo	1937
Danemark	Frederikborg	1903-1923
	Copenhague	1925
	Esbjerg	1927
	Arhus	1928
	Odense	1929
	Randers	1931
Allemagne	Charlottenburg-Berlin	1884-1912-1920
	Hamburg	1893-
	Dresde	1900
	Kiel	1922
	Barmen(Wuppertal)	1922
	Braunschweig	1924
	Leipzig	1925
	Essen, Stettin, Francfort, Stuttgart	1929
Russie-URSS	Leningrad-St. Petersburg	1920
	Moscou	1928
	Charkov	1934
	Kiev	1937
Italie	Le Vatican- Rome	1933
Tchécoslovaquie	Brno	1930
Islande	Reykjavik	1933

Liste des illustrations

Fig. 1 -Note de Claude Molard (1792-1816) (archives du CNAM N71) (DSC01709)

Fig. 2 - La maison rubannée, (COUDART Anick, « *Les premières maisons de l'Est et du bassin parisien et leur évolution* », *Le temps de la préhistoire 2*, Archéologia - Société préhistorique française, Paris, 1989, p. 124-128) (AR1392)

Fig. 3 -Braseros grecs et romains (*Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, Hachette, Paris, 1896, p. 1196) (EN351/1196)

Fig. 4 - *Milliarium* (Collection du musée national d'archéologie de Naples, photo Alinari-Giraudon) (Brasero/romain/2)

Fig. 5 - Braseros romains (Collection du musée national d'archéologie de Naples, photo Alinari-Giraudon) (brasero/romain/1)

Fig. 6 - Plan et coupe d'un hypocauste (DEGBOMONT Jean-Marie, *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trêves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Inter-disciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, 1984, pl. 2) (Li310/2)

Fig. 7 - Pilettes de l'hypocauste d'Arles (Photo : Jean Feuillie C.N.M.H.S/S.P.A.D.E.M.) (hypo/Arles)

Fig. 8 - Différents types d'hypocaustes (DEGBOMONT Jean-Marie, *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trêves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Inter-disciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, p. 119) (Li310/119)

Fig. 9 - *Tegula* et *tubuli* et leurs mises en œuvre (FUSCH Gustav, *Über Hypocausten-Heizungen und Mitteralterliche Heizungsanlagen*, Druck von Gebrüder Jänecke, Hofbuchdruckerei, Hannover, 1910 ; réédition en *fac-simile* : Bauverlag-Reprint, Leipzig, 1986, p. 13-14

DEGBOMONT Jean-Marie, *le chauffage par hypocauste dans l'habitat privé de la place Saint-Lambert de Liège à l'Aula Palatina de Trêves*, Service d'Archéologie Préhistorique et Centre Inter-disciplinaire de Recherches Archéologiques de l'Université de Liège, Liège, p. 136 & p. 139) (Li348&Li310)

Fig. 10 - Chauffage par alternance à l'abbaye de Maulbronn (FUSCH Gustav, *Über Hypocausten-Heizungen und Mitteralterliche Heizungsanlagen*, Druck von Gebrüder Jänecke, Hofbuchdruckerei, Hannover, 1910 ; réédition en *fac-simile* : Bauverlag-Reprint, Leipzig, 1986, p. 101) (Li348/101)

Fig. 11 - Chauffage par alternance à l'abbaye de Marienbourg (FUSCH Gustav, *Über Hypocausten-Heizungen und Mitteralterliche Heizungsanlagen*, Druck von Gebrüder Jänecke, Hofbuchdruckerei, Hannover, 1910 ; réédition en *fac-simile* : Bauverlag-Reprint, Leipzig, 1986, p. 97) (Li348/97)

Fig. 12 - Exemples de plans de maisons mixte en Europe médiévale et moderne (CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, p. 228 & p. 232) (Li352/228-232)

Fig. 13 - Habitat semi-enterré, exemple germanique au Moyen âge (CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, p. 118) (Li352/118)

Fig. 14 - Maison en forme de bateau de l'Europe du Nord (CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, p. 82-83)

Fig. 15 - Maisons mixtes au XX^e siècle dans le Morbihan et à Val-d'Isère (CHAPELOT Jean, FOSSIER Robert, *Le village et la maison au Moyen Age*, Hachette, Paris, 1980, p. 230 & *Techniques et Architecture*, 1947, n°1-2, p. 10) (Li352/82-83) (Li352/230-TA)

Fig. 16 - Cheminée à foyer cylindrique du château de Fréteval (Photo : Revault C.N.M.H.S/S.P.A.D.E.M.) (Freteval)

Fig. 17 - Cheminée au Puy-en-Vellay (VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Paris, 1853, p. 318) (En615/318)

Fig. 18 - Cheminée à double de foyer du château de Coucy (VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Paris, 1853, p. 322) (En615/322)

Fig. 19 - Chauffe-pieds, chaufferette, brasero à roulettes (VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Paris, 1853, p. 644-672) (En615/644-672)

Fig. 20 - Scènes à côté du feu (WRIGHT Lawrence, *Home Fires burning, the History of Domestic Heating and Cooking*, Routledge & Kegan, London, 1964, p. 32-33) (Li211/32-33)

Fig. 21 - Cuisine de l'abbaye de Fontevrault et de Marmoutiers (OURSEL Raymond, *Univers roman*, Office du Livre, Paris, 1964, p. 19 et VIOLLET-le-DUC Eugène, *Encyclopédie médiévale*, Paris, 1853, p. 384-396) (CuisineAbbaye)

Fig. 22 - Maisons avec des cheminées sur le refend mitoyen, (GARRIGOU GRANDCHAMP Pierre, *Demeures médiévales*, Desclée de Brouwer, Paris, 1992, p. 36) (Li564/36)

Fig. 23 - Maison avec une cheminée en encorbellemnet sur la façade formant pignon (VIOLLET-le-DUC Eugène, « Maison », *Encyclopédie médiévale*, Paris, 1853, p. 568) (En615/568)

Fig. 24 - Mur en torchis à l'Ecomusée d'Alsace, Ungersheim (photo de l'auteur) (Torchis)

Fig. 25 - Evolution formelle de la cheminée du XII^e au XVI^e siècle, (LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIX^e siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, p. 35-36) (Li213/35-36)

Fig. 26 - Evolution formelle de la cheminée du XVII^e au XIX^e siècle, (LECOQ Raymond, *Les objets de la vie domestique, Ustensiles en fer de la cuisine et du foyer des origines au XIX^e siècle*, Berger-Levrault, Paris, 1979, p. 36-37) (Li213/36-37)

Fig. 27 - Conduits de fumées rectangulaires dans le fond des cheminées chez Le Muet (BABELON Jean-pierre, *Demeures parisiennes sous Henri IV et Louis XIII*, Hazan, Paris, 1977, p. 126) (Li538/126)

Fig. 28 - Moyens de dévier les tuyaux et précautions à prendre avec les chevêtres des planchers, ordonnance du 26 janvier 1672 (JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, p. 94-95) (Li1046/94-95)

Fig. 29 - Evolution des poêles de céramiques (FRANZ Rosemarie, *Der Kachelofen*, Akademische Druck, Graz, 1981, p. 25) (Li127/25)

Fig. 30 - Les poteries dans l'architecture romaine (FRANZ Rosemarie, *Der Kachelofen*, Akademische Druck, Graz, 1981, p. 15-16) (Li127/15-16)

Fig. 31 - Poêles de céramique (BLÜMEL Fritz, *Deutsche öfen, Des Kunstofen von 1480 bis 1910 Kachel- und Eisenöfen aus deutschland, Österreich und der Schweiz*, Süddeutscher Verlag, München, 1965, 34-36 p.) (Li433/34-36)

Fig. 32 - Chargement du poêle par derrière à partir d'un couloir (BLÜMEL Fritz, *Deutsche öfen, Des Kunstofen von 1480 bis 1910 Kachel- und Eisenöfen aus deutschland, Österreich und der Schweiz*, Süddeutscher Verlag, München, 1965, p. 60) (Li433/60)

Fig. 33 - Poêle suisse vers 1760 (ZunftHaus zur Meisen à Zürich) (CP Zürich1)

Fig. 34 - *Auf dem Ofem, sur le poêle* (par Albert Anker 1831-1910 au Kunsthaus Zürich) (CPAnker)

Fig. 35 - Poêle suisse vers 1620 (Prunkzimmer , alten Seidenhof, Schweiz Landesmuseum in Zürich) (CP Zürich2)

Fig. 36 - Poêle fait de plaques métalliques (Photo de l'auteur, Schloss Museum, Weimar) (PoeleWeimar)

Fig. 37 - Poêle métallique, 1609 ((BLÜMEL Fritz, *Deutsche öfen, Des Kunstofen von 1480 bis 1910 Kachel- und Eisenöfen aus deutschland, Österreich und der Schweiz*, Süddeutscher Verlag, München, 1965, p. 88) (Li433/88)

Fig. 38 - Poêle métallique cylindrique (Photo de l'auteur, ecomusée d'Alasce, Ungersheim) (PoeleUngersheim)

Fig. 39 - Poêle mixte (BÖCKLER Georg Andreas, *Furnologia oder Haushältliche Oefen Kunst*, Georg Müllers Verlag, Frankfurt, 1666, p. 15) (Li77/15)

Fig. 40 - Poêle métallique à étages (LEHNEMANN Wingolf, *Eisenöfen, Entwicklung, Form, Technik*, Callwey, München, 1984, p. 52) (Li532/52)

Fig. 41 - Dessins de poêles de formes antique et moderne, de l'invention et de la Manufacture du Sieur Olivier (Cabinet des dessins de la bibliothèque Doucet Fol° Rés. 92)(Ca361/4-7)

Fig. 42 - Fourneaux du XVIII^e au Musée de l'histoire du Fer, (photo de l'auteur, Nancy-Jarville (Jarville)

Fig. 43 - Cheminée dessinée par Androuet du Cerceau, (ANDROUET DU CERCEAU Jacques, *Second livre d'architecture*, Paris, 1561) (Li81/4)

Fig. 44 - Modèles de décors pour des cheminées (DE L'ORME Philibert, *Traité d'architecture*, 1648, p. 262-266) (Li91 / 262-266)

Fig. 45- Dispositifs pour éviter la fumée proposés par Philibert de l'Orme (DE L'ORME Philibert, *Traité d'architecture*, 1648, p. 271-273) (Li91 / 271-273)

Fig. 46 - Dessins de cheminées à la française et à l'italienne (SERLIO Sebastiano, *I sette libri dell'architettura*, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1987, livre 7) (Li35 / 69-73)

Fig. 47 - Dessin de cheminée de Scamozzi (SCAMOZZI Vincenzo, *L'idea della architettura universale*, 1615, réédition, Arnaldo Forni Editore, Bologna, 1982, p. 157) (Li36 / 157)

Fig. 48 - Dessins de cheminées de Jean Barbet (BARBET Jean, *Livre d'architecture d'autels, et de cheminées*, 2 vol., Paris, 1633, p. 7-9-11) (Li45 / 7-9ab-11)

Fig. 49 - Dessins de cheminées d'Antoine Pierretz (PIERRETZ Antoine, *Divers desseins de cheminées à la Royale*, La veuve l'Anglois dit Chartres, Paris, 1647) (Ca94 / 1-3-8-11)

Fig. 50 - Dessins de cheminées de Jean Marot (MAROT Jean, *Recueil de diverses pièces modernes d'Architecture et nouvelles inventions de portes, cheminées, ornemens et autres*, F. l'Anglois dit Chartres, Paris, 1650, 22 pl.) (Ca95 / 1-3-5-6)

Fig. 51 - Dessins de cheminée de Le Pautre (LE PAUTRE Jean, *L'œuvre de Le Pautre Jean, décorations intérieures, plafonds, alcôves, meubles, cheminées*, Armand Guérinet, Paris) (Ca82 / 57-221-229-488)

Fig. 52 - Cheminée chez Nicolas François Blondel (BLONDEL François, *Cours d'architecture enseigné à l'Académie royale d'architecture*, Lambert Roulland, Paris, 1675, 799 p. livre dixième : *Des lucarnes et des cheminées*, Chapitre II, p. 570) (Li90 / 570)

Fig. 53 - Dessins de cheminée de Jean Girard (GIRARD Jean, *Cheminées nouvellement faite sur les desseins du Sr. Girard Architecte et intendent des bastiments de Monsr. Frère unique du ROY*, Chez le Blond, Paris, 1686) (Ca354 / 38-40-41-55)

Fig. 54 - Dessins de cheminées de Feuillet (FEUILLET G., *Livre de cheminées nouvellement inventées par G. Feuillet pour servir aux maçons et menuisiers*, Bonnard rue St Jacques à L'aigle avec privilège, Paris, 6 pl.) (Ca353 / 1-3-4-6)

Fig. 55 - Dessins de cheminée et d'intérieurs de Gilles-Marie Oppenord (OPPENORD Gilles-Marie, *Livre de cheminée et lambris de menuiserie et de sculpture*, Huquier, Paris, 1741) (Ca89 / 1-LV-LL)

Fig. 56 - Dessins de cheminées de Nicolas Guérard (GUERARD Nicolas, *Cheminées Nouvelles des plus à la Mode*, N. Guerard graveur, rue St. Jacques, Paris, 6 pl.) (Ca355 / 3-6-II-VI)

Fig. 57 - Dessins de cheminée et d'intérieur par Neufforge (NEUFFORGE Jean-François de, *Recueil élémentaire d'architecture*, chez l'Auteur rue St. Jacques au Chariot d'or, Paris, 1757, pl. 5-6-212) (Li139 / 5-6-121)

Fig. 58 - Dessins de poêle et d'intérieur (NEUFFORGE Jean-François de, *Recueil élémentaire d'architecture*, chez l'Auteur rue St. Jacques au Chariot d'or, Paris, 1757, pl. 212-311. (Li139/212-311)

Fig. 59 - Dessins de cheminée de Piranèse (PIRANESI Jean-Baptiste, *Différentes manières d'orner les cheminées*, Rome, 1769, 52 pl.) (Li33/2-3)

Fig. 60 - Axonométrie et coupe horizontale du foyer de Gauger (GAUGER Nicolas, *La mécanique du feu*, Estienne et Jombert, Paris, 1713, pl. 3 & pl. 6) (Li206/3-6)

Fig. 61 - Labyrinthe à fumées du foyer de Gauger (GAUGER Nicolas, *La mécanique du feu*, Estienne et Jombert, Paris, 1713, 266 p.) (Li206/7)

Fig. 62 - Souche à huit conduits, (GENNETE Léopold de, *Nouvelles constructions de cheminées*, Lambert, Paris, 1759, 141 p.) (Li192/1)

Fig. 63 - Cheminée de cabinet, (HEBRARD Dom Pierre, *Caminologie ou Traité des cheminées*, Desventes, Paris, 1756, 187 p.) (Li194/22)

Fig. 64 - Cheminée de Nancy, (HEBRARD Dom Pierre, *Caminologie ou Traité des cheminées*, Desventes, Paris, 1756, 187 p.) (Li194/23)

Fig. 65 - Cheminée de Montalembert (DIDEROT & d'ALEMBERT, *l'Encyclopédie*, planche, vol. 33, suppl. 3) (En992/v33/suppl3)

Fig. 66 - Foyer de Franklin et sa légende (FRANKLIN Benjamin, *Pennsylvanian fireplace*, G. K. Hall & Co., 1973, fac-similé de l'édition de 1744) (Li51/36 & Li51/36b)

Fig. 66 bis - Légende du foyer de Franklin (FRANKLIN Benjamin, *Pennsylvanian fireplace*, G. K. Hall & Co., 1973, fac-similé de l'édition de 1744) (Li51/36 & Li51/36b)

Fig. 67 - Coupe sur le foyer de Franklin (FRANKLIN Benjamin, *Pennsylvanian fireplace*, G. K. Hall & Co., 1973, fac-similé de l'édition de 1744) (Li51/17)

Fig. 68 - Petit foyer du sieur Désarnod (DESARNOD Joseph-François, *Mémoire sur les foyers économiques et salubres de M. le Docteur Franklin et du Sr. Desarnod*, Lyon, 1789, 58 p., 15 pl.) (Li229/1)

Fig. 69 - Foyer de Désarnod sous une baie vitrée avec un conduit dévoyé (DESARNOD Joseph-François, *Instruction sur les foyers n°1, 2 et 3*, Paris, 1803) (Li233/2a)

Fig. 70 - Foyer du sieur Désarnod de la grande dimension (Portefeuille Industriel CNAM, Inv. 13571.321/1, Poêle de Désarnod, dessins de Dromard) (Inv. 13571.321/1)

Fig. 71 - Foyer à la Rumford (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p., pl. 2/1-2-3) (Li191/pl2/1)

Fig. 71 bis - Foyer à la Rumford (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p., pl. 2/2) (Li191/pl2/2)

Fig. 71 ter - Foyer à la Rumford (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p., pl. 2/3) (Li191/pl2/3)

Fig. 72 - Poêle et appareil de Thirolier (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p., pl. 3) (Li191/Thirolier)

Fig. 73 - Poêle hypocauste de Bertolini (Portefeuille industriel CNAM, inv. 13571.327.2_aa) (AR1236)

Fig. 74 - Poêle de Voyenne (Portefeuille industriel CNAM, inv. 13571.327.1_aa) (AR1237)

Fig. 75 - Couches chauffées à la vapeur (DIDEROT & d'ALEMBERT, *l'Encyclopédie*, planche, vol. 33, pl. 2) (En992/v33/pl2)

Fig. 76 - Murs chauffants (DIDEROT & d'ALEMBERT, *l'Encyclopédie*, planche, vol. 33, pl. 3) (En992/v22/pl3)

Fig. 77 - Schéma du système de Cook (BRUEGMANN Robert, « *Central Heating and Forced Ventilation Origins and Effects on Architectural Design* », *Journal of the Society of Architectural Historians*, n° 37, 1978, p. 147) (AR230/147)

Fig. 78 - Vues sur la couveuse de Bonnemain (BONNEMAIN Jean Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, pli scellé n° 222, pièces jointes aux *rapport de l'Académie des Sciences*, 14 August 1782, Paris, 24 p., pl. 3-4) (Ma688/3/4)

Fig. 79 - Régulateur du feu de Bonnemain (BONNEMAIN Jean Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, pli scellé n° 222, pièces jointes aux *rapport de l'Académie des Sciences*, 14 August 1782, Paris, 24 p., pl. 1) (Ma688/1)

Fig. 80 - Cuisinière-Cocotte à vapeur de Bonnemain (BONNEMAIN Jean Simon, *Mémoire sur le régulateur du feu*, pli scellé n° 222, pièces jointes aux *rapport de l'Académie des Sciences*, 14 August 1782, Paris, 24 p., pl. 6) (Ma688/6)

Fig. 81 - Feuillet promotionnel sur les applications des inventions de Bonnemain (BONNEMAIN Jean Simon, *Objet d'économie - Régulateur du feu*, Le Noir - Clousier, Paris, 1784, 1 p.)

Page de titre de l'ouvrage de Bonnemain (BONNEMAIN Jean Simon, *Observations sur l'art de faire éclore et d'élever la volaille sans le secours des poules, ou Examen des causes qui ont pu empêcher de donner suite aux diverses tentatives faites en Europe pour imiter les Égyptiens dans l'art de faire éclore les oiseaux domestiques par le moyen d'une chaleur artificielle*, Imprimerie de Chaignieau, Paris, 1816, p. 1) (Ca1091/Li662)

Fig. 82 - Maquette de la cuisine économique avec régulateur du feu de Bonnemain, Collections du musée du CNAM (CNAM Inv. 13571.333)

Fig. 83 - Cuisine économique avec régulateur de feu de Bonnemain entre 1891 et 1814 (Portefeuille industriel du CNAM, Inv. 13571.333) (DR1113)

Fig. 84 - Couveuse, calorifère et régulateur du feu de Bonnemain (VETTER Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 21) (Li685/21)

Fig. 85 - Couveuse de M. Borne chauffé par le calorifère de Bonnemain, 1841 (VALCOURT L. P., *Mémoires sur l'agriculture*, Bouchard-Huzard, Paris, 1841, p. 249, pl. 29) (Li1316)

Fig. 86 - Chauffage à vapeur de Neil Snodgrass (« *Description d'un appareil pour chauffer les ateliers et les grands établissements, au moyen de la vapeur* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 19, 1820, p. 9-12) (AR1289)

Fig. 87 - Calorifère de Désarnod, 1804-1817 (MERIMEE, « *Rapport sur un calorifère de M. Désarnod* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale*, n° 16, 1817, Paris, p. 149-153) (AR1285)

Fig. 88 - Poêle et calorifère de Désarnod (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p., pl. 8) (Li191/8)

Fig. 89 - Dessins des appareils de Curaudau (CNAM N30) (AR1193/1-2-3-4)

Fig. 90 - Poêle et cheminée de Curaudau (ARDENNI & JULIA DE FONTELLE & MALEPEYRE F., *Nouveau manuel Roret, complet du poëlier fumiste ou traité complet de cet art*, Roret, 1850, Paris, (rééd. Léonce Laget, 1979), 436 p.) (Li191)

Fig. 91 - Cheminées et poêles du marquis de Chabannes à échangeur d'air (CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Consuming Smoke and Warming Apartments*, English Patent, Jan. 16, 1815, n°3875, 5 p., pl. 1) (Br848/1/2/3/4/6)

Fig. 92 - haut : Calorifère pour sécher le grain du marquis de Chabannes ;
Bas : Chaudière à vapeur du marquis de Chabannes (CHABANNES Jean-Baptiste marquis de, *Apparatus for Ventilating Apartments, Ships, &c., and for Promoting Draught in Flues, &c.*, English Patent, Dec. 19, 1817, n°4192, 5 p., pl.2-3) (Br851/pl3/2 - Br851/pl2/1)

Fig. 93 - Calorifère à air du marquis de Chabannes (CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.) (Li186/pl8a)

Fig. 94 - Cuisinière du marquis de Chabannes disposant d'un circuit d'eau chaude qui alimente un échangeur dans une autre pièce (CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.) (Li186/12a)

Fig. 95 - Systèmes de chauffage et de ventilation du théâtre de Covent-garden à Londres par le marquis de Chabannes – calorifère, coupe et plan du théâtre, descriptif (CHABANNES Jean-Baptiste Marie Frédéric, marquis de, *On conducting air by forced ventilation, and regulating the temperature in dwellings*, Schulze and Dean, London, 1818, 79 p.) (Li186/14)

Fig. 95 bis – Idem (Li186/1)

Fig. 95 ter – Idem (Li186/2)

Fig. 96 - Chauffage central à eau chaude du marquis de Chabannes (VETTER Hermann, « *Aus der Geschichte der Zentralheizung bis zum Übergang in die Neuzeit* », *Gesundheits Ingenieur*, Oldenbourg, München, 1907, p. 23.) (Li685-23)

Fig. 97 - Plan du chauffage de la Bourse de Paris, 1826 (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828, pl. 117) (Li251/pl117a)

Fig. 98 - Détails du chauffage de la Bourse de Paris, 1826 (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols. Mahler, Paris, 1828, pl. 117) (Li251/pl117b)

Fig. 99 - Tableau synthétisant les résultats des tests à la Bourse de Paris hivers 1826-1827 et 1827-1828 (« *Notice sur le chauffage par le moyen de la vapeur et application de ce procédé au chauffage de la grande salle et de plusieurs autres parties de la Bourse* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, Paris, vol. 27, 1828, p. 202-213, pl. 359-360) (AR1290/209)

Fig. 100 - Dépenses pour établir le chauffage de la Bourse (« *Notice sur le chauffage par le moyen de la vapeur et application de ce procédé au chauffage de la grande salle et de plusieurs autres parties de la Bourse* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, Paris, vol. 27, 1828, p. 202-213, pl. 359-360) (AR1290/208)

Fig. 101 - Tableau des résultats des tests sur des appareils de chauffage au CNAM 1807 (MOLARD, AMPERE, BARDEL, MONTGOLFIER, GAY-LUSSAC, « *Rapport sur les expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers avec divers appareils de chauffage* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 8, 1809, p. 23-27) (AR1271/27)

Fig. 102 - Deux modèles de chaudière à vapeur de Tredgold, 1824 (TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.) (Li258/1-2)

Fig. 103 - (fig.7 & fig.8) (fig.12) Assemblages de tuyaux et échangeur de chaleur, 1824 (TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.) (Li258/3)

Fig. 104 - (fig. 21-22-23-24), Chauffage d'une église (TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.) (Li258/7)

Fig. 105 - (fig. 16-17), Chauffage des serres, 1824 (TREDGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264.) (Li258/5)

Fig. 106 - Plans et coupes des écoles selon les principes d'Eugène Péclet (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, 2 vols., Hachette, Paris, 1843, pl. 119) (Li161/pl119)

Fig. 107 - Chaudières des frères Price (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1860, vol. 3, p. 393) (Li1377/393)

Fig. 108 - Système de chauffage à eau sous pression de Perkins (PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, p. 1) (Li421/1)

Fig. 109 - Echangeurs de chaleurs à décors perforés (PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, p. 25) (Li421/25)

Fig. 110 - Vue axonométrique de la chaudière Perkins (PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, p. 17) (Li421/17)

Fig. 111 - Le chauffage Perkins installé à la bibliothèque du *British Museum* (PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, p. 23) (Li421/23)

Fig. 112 - Régulateur de Perkins (PERKINS Angier March, *Improved apparatus for warming and ventilating buildings*, Nichols, London, 1840, p. 21) (Li421/21)

Fig. 113 - Calorifères à air de René Duvoir (DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1844 n°5, pl. 7) (Pe644/5/pl7)

Fig. 114 - Calorifères à air de René Duvoir (fig. 1, 2, 3) (DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1844, n°7, pl. 13) (Pe644/5/pl13)

Fig. 115 - Différentes vues sur un calorifère d'hôpital de René Duvoir (fig. 4, 5, 6) (DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1844, n°5, pl. 13) (Pe644/5/pl13)

Fig. 116 - Calorifère de cave en fonte de René Duvoir (DUVOIR René, « *Du chauffage et de la ventilation* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1844, n°5, pl. 9) (Pe644/5/pl9)

Fig. 117 - Calorifères de cave de René Duvoir (DUVOIR René, « *Chauffage par eau chaude* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1847-1848, n°7, pl. 45) (Pe644/7/pl45)

Fig. 118 - Différents modèles de poêles à eau (DUVOIR René, « *Chauffage par eau chaude* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1847-1848, n°7, pl. 44) (Pe644/7/pl44)

Fig. 119 - Plan et coupe du système de chauffage de l'école polytechnique par René Duvoir (PERREY Jean Edmée, « *Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vo 13, pl. 25) (Pe644 /13/pl25a)

Fig. 119 bis – Idem, (Pe644 /13/pl25b)

Fig. 120 - Système de chauffage à eau chaude de Léon Duvoir-Leblanc (*De la chaleur, une entreprise et des hommes*, Sulzer Infra, Winterthur, 1991, p. 59) (Li666/59)

Fig. 121 - Chauffage et ventilation de la salle des séances de l'Institut (PERREY Jean Edmée, « *Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vo 13, pl. 26) (Pe644/13/pl26)

Fig. 122 - Catalogue Jules Grouvelle et H. Arquembourg & Cie (GROUVELLE Jules et ARQUENBOURG M., *Chauffage G. A.*, Paris, 1910) (Ca573)

Fig. 123 - Chauffage à vapeur très haute pression de Jules Grouvelle et Arquembourg (d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 254) (Ca1163/254)

Fig. 124 - Schéma d'un système de chauffage à eau chaude à haute pression (MAUBRAS V., *Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques*, Fanchon, Paris, 1908, vol. 1, p. 496) (Li1057/496)

Fig. 125 - Plan de l'hôpital Trousseau (d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 239) (Ca1163/239)

Fig. 125 bis - Chauffage à vapeur et éclairage électricité (d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 240-241) (Ca1163/240-241)

Fig. 126 - Plan et coupe de la prison de Fresnes (d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 247) (Ca1163/247)

Fig. 126 bis - Salle de chauffe de la prison de Fresnes (d'ANTHONAY Léon, « *Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation* », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p. 248) (Ca1163/248)

Fig. 127 - Plan de la Prison Mazas avec sa centrale de chauffe dans la partie supérieure (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1861, vol. 3, p. 217) (Mazas1)

Fig. 128 - Coupe sur les échangeurs vapeur/eau chaude, coupe sur les WC et le chauffage des corridors de la prison Mazas (PECLET Eugène, *Traité de la chaleur et de ses applications aux arts et aux manufactures*, Masson, Paris, 1861, vol. 3, p. 219, p. 221) (Mazas2)

Fig. 129 - Plan de l'hôpital de Lariboisière (iconothèque de AP-HP) (J3176)

Fig. 130 - Coupes sur l'appareil de Duvoir-Leblanc dans les combles de Lariboisière (Portefeuille Industriel, Inv. 13571.1688) (LaribRDtoit)

Fig. 131 - Coupe sur l'aile de l'hôpital de Lariboisière, système Duvoir-Leblanc (MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860) (LaribRDcoupe)

Fig. 132 - Plan du chauffage de Lariboisière par Grouvelle (Portefeuille Industriel, Inv. 13571.1592) (LaribPGplan)

Fig. 133 - Coupe du chauffage de Lariboisière par Grouvelle (MORIN Arthur Jules, Général, *Rapport de la commission sur le chauffage et la ventilation du Palais de Justice*, Mourgues, Paris, 1860) (LaribPGcoupe)

Fig. 134 - Chauffage de l'hôpital de Guy (MORIN Arthur Jules, Général, « *Renseignements sur la ventilation, recueillis en Angleterre en 1862* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1862, pl. 13) (AR1007/13)

Fig. 135 - Appareils de chauffage et de ventilation de l'amphithéâtre du CNAM (MORIN Arthur Jules, Général, « *Chauffage et ventilation des amphithéâtres du Conservatoire des Arts et Métiers* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, pl. 21) (AR1005/21)

Fig. 136 - Cheminée Douglas-Dalton (MORIN Arthur Jules, Général, « *Expériences sur une cheminée en usage dans les casernes et dans les hôpitaux d'Angleterre* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, p. 181) (AR1003/181)

Fig. 137 - Chauffage de la maternité de Saint-Petersbourg (MORIN Arthur Jules, Général, « *Note et documents sur l'hôpital d'accouchement de Saint-Pétersbourg* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Paris, 1864-1865, pl. 24) (AR2002/24)

Fig. 138 - Projet de chauffage et de ventilation de Guérin Maison Duvoir (MORIN Arthur Jules, Général, « *Des appareils de chauffage et de ventilation à employer dans les hôpitaux* », *Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers*, 1864-1865, t. 5, pl. 27) (AR1009/27)

Fig. 139 - Chauffage et ventilation de d'Hamelin court (MORIN Arthur Jules, Général, « *Des appareils de chauffage et de ventilation à employer dans les hôpitaux* », *Annales du Conservatoire Impérial des Arts et Métiers*, 1864-1865, t. 5, pl. 28) (AR1009/28)

Fig. 140 - Appareils de chauffage et de ventilation (MORIN Arthur Jules, Général, *Notes sur les appareils de chauffage*, Bourdier, Paris, 1866) (AR1008/45)

Fig. 141 - Calorifère à air Chaussonot (PAYEN Anselme, « *Rapport fait par M. Payen, au nom d'une commission spéciale, sur le calorifère à circulation d'air chaud, présenté par Chaussonot jeune allée, des Veuves, 45, Paris* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, vol. 39, 1838, p. 94) (BSEIN/39/94)

Fig. 142 - Différents modèles de poêles (MORIN Arthur Jules, Général, « *Expériences sur divers poêles métalliques* », *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, 1868-1869, pl. 64) (AR1001/64)

Fig. 143 -Plans de la Belle Jardinière avec le chauffage à air chaud en sous-sol (*Revue Générale de l'Architecturale et des Travaux Publics*, Paris, 1873, vol 30, pl. 9)
(Pe644/30/9)

Fig. 144 - Plan des sous-sols du théâtre de la Monnaie (BARLET, « *Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage* », *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris,1879, vol. 5., p. 22)
(Ca1398/22)

Fig. 145 - Coupes sur le théâtre de la Monnaie (BARLET, « *Rapport sur les procédés et les appareils de chauffage et éclairage* », *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport général*, Imprimerie nationale, Paris,1879, vol. 5., p. 220-21) (Ca1398/20-21)

Fig. 145 bis - Schéma et exemples de micro-siphons de Geneste & Herscher (MAUBRAS V., *Traité pratique de fumisterie, chauffage, ventilation et chaudronnerie concernant le bâtiment avec de nombreux exemples, tables et résultats pratiques*, Fanchon, Paris, 1908, vol. 1, p. 493-494) (Li1057/493-494)

Fig. 146 - Appareil Fondet en place dans une cheminée (PRIESTLEY, « *Rapport sur un appareil de chauffage présenté par M. Fondet* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 49, 1850,p. 434-436, pl. 1158) (BSEIN/49)

Fig. 147 - Cheminée-poêle Debret (JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, p. 106)
(Li1046/106)

Fig. 148 - Cheminée de Mousseron (PELIGOT Henri, « *Rapport sur les appareils de M. Mousseron* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, n° 63, 1864, p. 391-395, pl. 275) (BSEIN/63)

Fig. 149 - Principe de la cheminée de Joly (JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, p. 116-117) (Li1046/116-117)

Fig. 150 - Cheminée de Joly (*Revue Générale d'Architecture et des Travaux publics*, n°29, 1872, col. 124-125) (Pe644/29/col124-125)

Fig. 151 -Publicité pour la cheminée de Joly dans le Sageret 1898 (SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, Paris, 1898) (Sageret98Joly)

Fig. 152 -Calorifère de Weibel (JOLY Victor Charles, *Traité pratique du chauffage, de la ventilation et de la distribution des eaux dans les habitations particulières à l'usage des architectes, des entrepreneurs et des propriétaires*, Baudry, Paris, 1869, p. 126-127)
(Li1046/126-127)

Fig. 153 - Participants à l'exposition Universelle de 1855 (PERREY Jean Edmée, « *Des appareils de chauffage et de ventilation, exposition universelle de l'industrie et des beaux-arts* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, 1855, vol. 13, cols. 157-158)
(Pe644/13/col127-8)

Fig. 154 - Calorifère en briques réfractaires creuse de Gaillard et Haillet (TRESKA, « Procès-verbal des expériences faites sur un calorifère en briques réfractaires creuse de Gaillard et Haillet », *Annales du Conservatoire des arts et métiers* 1867-1868, pl. 66) (Tresca)

Fig. 155 - American Radiator Compagny (d'ANTHONAY Léon, « Appareils et procédés généraux du chauffage et de la ventilation », *Rapport général de l'exposition universelle internationale de 1900 à Paris*, Imprimerie nationale, Paris, 1902-1906, Classe 74, p 333) (Ca1063/334)

Fig. 156 - Radiateur français d'Henry Hamelle (SAGERET, *Annuaire professionnel du bâtiment et des travaux publics*, 1896) (Pe1063/1896)

Fig. 157 - Ambulance de campagne d'Edwin Chadwick (LAVEZZARI Emile, « *Traité pratique du chauffage* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°29, 1872, col. 152-154) (Pe644/29/153-254)

Fig. 158 - Chauffage par parois creuses (LAVEZZARI Emile, « *Traité pratique du chauffage* », *Revue Générale de l'Architecture et des Travaux Publics*, n°29, 1872, col. 155-156) (Pe644/29/155-156)

Fig. 159 -Chaudes-Aigues : plan de la ville, illustration des bains, schéma du chauffage des maisons (RAYNAL P., GIBERT J.P., BARTHOMEUF C., « *Chaudes-Aigues : historique des utilisations de la géothermie* », *Réseaux et chaleur*, Ademe, Paris, n° 16, oct., nov., déc. 1992, p. 67-75) (AR232/1/2/3)

Fig. 160 - Plan du chauffage à distance de serres, 1821 (TREGOLD Thomas, *Principles of warming and ventilating public buildings, dwelling-houses, manufactories, hospitals, hot-houses, conservatories, &c...*, Josiah Taylor, London, 1824, p. 264) (Li258/9)

Fig. 161 - Portrait de Birdsill Holly (FREDICKSON Madelynn P., *The life and times of Birdsill Holly*, MA State University College at Buffalo Department of History, 1996, 165 p.) (Th273/1)

Fig. 162 - Pompe de HOLLY, 1888 (FREDICKSON Madelynn P., *The life and times of Birdsill Holly*, MA State University College at Buffalo Department of History, 1996, 165 p.) (Th273/99)

Fig. 163 - Plan du réseau de Lockport (BEURRIENNE Auguste, « *Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris* », *Mémoires et comptes-rendus des travaux de la Société des Ingénieurs Civils de France*, Paris, 1911, p. 469-508) (Co470/10)

Fig. 164 - Système de régulation et compteur de Holly (BARTLETT James Herbert, *District Steam Supply : Heating Buildings by Steam from a Central Source*, John Lovell & Son, Montréal, 1884, p. 8-9) (Li418/8/9)

Fig. 165 - Plan d'extension du réseau de chauffage urbain dans le Sud de Nanhattan (Dessiné à partir de New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 32) (NY-DT)

Fig. 166 - Plan et coupe de l'usine de New York, *Cortland Street* (New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 35-36) (Li172/35, Li172/36)

Fig. 167 - Compteur d'Emery (1886), Assemblage à collerettes (1890), Dispositif souterrain pour les conduits du réseau de New York, 1(890) (BOUSQUET M., « *Le chauffage des bâtiments par centrale urbaine* », *La Nature*, 1918, p. 21) (AR367/21-3-2-1)

Fig. 168 - Plan du réseau dans la zone au sud est de Central Park, 1928 (BLAKEMORE, *Analytical Report of the New York Steam Corporation*, MILLER, FRANKLIN, BASSET & COMPAGNY, New York, 1928, p. 21) (Li173/21)

Fig. 169 - Croissance du réseau de chauffage urbain à New York de 1881 à 1930 (1882) (New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 76) (Li172/76)

Fig. 170 - Réseaux de chauffage urbain du centre de Chicago (Dessiné à partir d'un dessin provenant de : ELLIOT Cecil, *Technics and Architecture, the Development of Materials and Systems for Buildings*, MIT Press, Cambridge, 1992, p. 285) (Li204/285)

Fig. 171 - Répartition des réseaux en Amérique du Nord (National District Heating Association, *District Heating Handbook*, NDHA, Pittsburgh, p. 8) (Li410/8)

Fig. 172 - Publicité pour la New York Steam Corporation : « *Serving a City of Towers* » 1932 (New York Steam Corporation, *Fifty years of New York steam service, the Story of the Founding and Development of a Public Utility*, New York Steam Corporation, New York, 1932, p. 132) (Li172/132)

Fig. 173 - Plans de réseaux de chauffage urbain en Allemagne : Hambourg, Dresde, (HOTTINGER M., *Heizung und Lüftung, warmwasserversorgung, Befeuchtung und Entnebelung*, Von Oldenbourg, München und Berlin, 1926, 293 p.) (Li222/48/49)

Fig. 173 bis – Idem (Li222/56/60)

Fig. 173 ter – Idem (Li222/58,)

Fig. 174 - Schéma de distribution d'eau chaude à distance pour le chauffage de la Fondation Rothschild par A. Rey (BEAURRIENNE Auguste, « *Production et distribution d'énergie calorifique à domicile à un quartier de Paris* », *Mémoires et comptes rendus de la Société des Ingénieurs Civils de France*, 1912, p. 734) (CO715/734)

Fig. 175 - Zone de Paris concernée par le projet de réseau (REY Augustin, « *Chauffage d'immeubles administratifs urbains situés dans un même rayon au moyen d'une usine centrale* », *La Technique Sanitaire et Municipale*, Paris, sept-oct 1907, p. 268) (AR461/268)

Fig. 176 - Zone de Paris et de Levallois-Perret concernée par des projets de réseau (BOUSQUET M., « *Le chauffage des bâtiments par centrale urbaine* », *La Nature*, 1918, p. 23-24) (AR367/24 AR367/23)

Fig. 177 - Portrait de Gaston Gourdeau (TRIBOULET Alain, BRICKA Dominique, « Spécial anniversaire CPCU », *Journal d'information de la Compagnie Parisienne de chauffage Urbain*, 1990, p. 1) (AR275/1)

Fig. 178 - Facade et coupe de l'usine de la Compagnie du Chemin de Fer Métropolitain par Paul Friesé (FIBLEC Hugues, *Paul Friesé*, IFA - Norma, Paris, 1991, p. 112, p. 114-115) (Li408/115-114)

Fig. 179 - Plan de la première phase du réseau parisien (WERNER Sven, *Fjärrvärmens utveckling och utbredning*, « *District heating development and spreading* », Stockholm, 1989, p. 29) (Li401/29)

180 - Pose des canalisations du réseau parisien (SALELLES R., DAUTEL R., *Soudure Fig. de canalisations de vapeur à haute pression pour le chauffage urbain (Ville de Paris)*, XI^e Congrès de soudure à Rome, Rome, 1934, p. 434-441) (Li383/7)

Fig. 181 - Raccordement au réseau de chauffage urbain au niveau de l'immeuble et de l'appartement (BOUSQUET M., « *Le chauffage des bâtiments par centrale urbaine* », *La Nature*, 1918, p. 22) (AR367/22)

Fig. 182 - Plan du réseau de la CPCU en 1937 (*Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain*, CPCU, Paris, 1937, 56 p.) (Li276/pl)

Fig. 183 - Implantation du réseau de chauffage urbain de la rue de Lyon sur un plan des égouts (Archives du service des égouts de Paris, rue de Lyon) (CA783/rdlyon)

Fig. 184 - Schéma du réseau de chauffage urbain et de ses sous produits (GOUJON Lazare Dr., *Villeurbanne 1924-1934 ou 10 ans d'administration*, Association typographique, Lyon, 1934, p. 299) (Li703/299)

Fig. 185 - Usine d'incinération des ordures d'Ivry (CHENEVIER R., « *Des ordures ménagères à la centrale électrique* », *La science et la vie*, n° 175, janvier 1932, p. 36) (AR708/36)

Fig. 186 - Coupes de l'usine d'incinération (Archives municipales de Villeurbanne) Ma797/coupe et Ma817/7)

Fig. 187 - Vue frontale du four Camia (Archives municipales de Villeurbanne) (Ma797/four)

Fig. 188 - Publicité pour les briques de mâchefer en 1934 (GOUJON Lazare Dr., *Villeurbanne 1924-1934 ou 10 ans d'administration*, Association typographique, Lyon, 1934) (Li703/machefer)

Fig. 189 - Vue aérienne du quartier des Gratte-ciel (« *Un bel effort d'urbanisme* », *L'illustration*, n° 4652, avril 1932, p. 532-533) (AR802/532h)

Fig. 190 - Coupe sur l'un des bâtiments des gratte-ciel de Morice Leroux (Société Villeurbannaise d'urbanisme) (SVU/coupe/108)

Fig. 191 - Photographies du quartier des Gratte-ciel (MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 715 & Carte postale) (Li803/713 et CP/Villeurbanne/2)

Fig. 192 - Photographies du chantier des gratte-ciel (MARGERAND J.-L., « *Le nouveau centre de Villeurbanne* », *La Construction Moderne*, juillet 1934, p. 162 - MEURET Bernard, *Le socialisme municipal, Villeurbanne 1880-1982*, Presse Universitaires de Lyon, Lyon, 1982, p. 533) (Li382/162b et AR803/533)

Fig. 193 - Radiateurs Idéal Classic (Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, 116 p.) (CA932/10-11)

Fig. 194 - Schéma de fonctionnement du système de chauffage urbain de Villeurbanne (FLEURY Jean, « *La distribution de chaleur de Villeurbanne* », *Mémoires et comptes rendu de la Société des Ingénieurs Civils de France*, février 1934, p. 31) (CO716/31)

Fig. 195 - Plan du réseau du chauffage urbain en exploitation (GOUJON Lazare Dr., *Villeurbanne 1924-1934 ou 10 ans d'administration*, Association typographique, Lyon, 1934, p. 370) (Li703/370)

Fig. 196 - Pompes des sous-stations des immeubles, Comptage de chaleur des logements (GOUJON Lazare Dr., *Villeurbanne 1924-1934 ou 10 ans d'administration*, Association typographique, Lyon, 1934, p. 371-372) (Li703/371-372)

Fig. 197 - Fonctionnement du chauffage par thermosiphon (ESPITALIER G., *Cours raisonné et détaillé du Bâtiment - chauffage et ventilation*, Eyrolles, 1926, p. 189-192) (Li1045/189-192)

Fig. 198 - Différents radiateurs et coupe sur un radiateur, 1911 (C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, p. 8, 10, 26) (Ca1317/10/8/26)

Fig. 199 - Radiateurs classic et radiants, 1935 (Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, p.12-22-24) (Ca932/12/22/24)

Fig. 200 - Radiateurs avec chauffe-plat 1911, 1935 et radiateur pour hôpitaux, 1935 (C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, p. 8, 10, 26 & Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, p. 16, 20, 25) (Ca932/16/20 & Ca1317/25)

Fig. 201 - Modèles de chaudières modulaires en 1911 (C.N.R., *Radiateurs chaudières accessoires « Idéal »*, 1911, p. 70-71, p. 76-77) (Ca1317/70/71/76/77)

Fig. 202 - Modèles de chaudières modulaires en 1935 (Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateur chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, p. 50-53) (Ca932/50/51/52/53)

Fig. 203 - Chauffage à air Idéal Vento-Spiros (Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateur chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, p. 28-29) (Ca932/28-29)

Fig. 204 - Exemples de chauffage par panneaux rayonnants par conduits d'eau chaude (MISSEWARD André, « *Chauffage par panneaux rayonnants* », *Architecture d'Aujourd'hui*, 1935, n°5, p. 38-40) (AR944/38-40)

Fig. 205 - Plan et coupe d'une classe de l'école en plein air de Suresnes, avec son système de chauffage (ROTH Alfred, *La Nouvelle Architecture, 1930-1940*, Girsberger, Zürich, 1939, p. 124) (Li907/124)

Fig. 206 - Appareils de chauffage au gaz (« *Note sur le chauffage au Gaz et sur quelques appareils destinés à des usages domestiques ou industriels* », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, 1858, n° 57, p. 106) (BSEIN/57/106)

Fig. 207 - Feuillet publicitaires des appareils à gaz de Marini (collection personnelle) (Marini)

Fig. 208 - Différents radiateurs à gaz (Collection personnelle, Collection du Sciences Museum photo de l'auteur, FOESSEL Georges, *Histoire du gaz à Strasbourg*, Oberlin, Strasbourg, 1988, p.116-120) (Radgaz)

Fig. 209 - Modèle de chaudière à gaz (Compagnie Nationale des Radiateurs, *Radiateur chaudières accessoires « Idéal »*, 1935, p. 77) (Ca932/77)

Fig. 210 - Moine électrique (Collection personnelle) (moine / elec)

Fig. 211 - Radiateurs électriques à lampes et paraboliques (Carte postale Forney, fond iconographique du Sciences Museum, *Larousse Ménager Illustré*, Larousse, Paris, 1926, p. 523) (RadElecLampe)

Fig. 212 - Radiateur électrique à bain d'huile, convecteur, radiateur à accumulation (*Le chauffage électrique des appartements*, Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, Paris, 1931, p. 12 p. 14 - *Larousse Ménager Illustré*, Larousse, Paris, 1926, p. 523) (RadElec2)

Fig. 213 – Radiaver de Saint Gobain, exposition internationale de 1937 (Collection privée) (StGobain)

Fig. 214 -Quelques appareils électriques et à gaz de ma collection (Collection personnelle) (Radappoint)

Fig. 215 - Traitement contrasté entre un immeuble de Bonnier avec cheminée et un autre de Perret sans (67, rue des Meuniers Paris 12^e dans MARREY Bernard & DUMONT Marie-Jeanne, *La brique à Paris*, Picard & Pavillon de l'arsenal, Paris, 1991, p. 86 ; Immeuble de la rue Raynouard dans « *Perret* », *Architecture d'aujourd'hui*, oct 1932, p. 105) (BonnierPerret)

Fig. 216 - Plans de différents logements : en haut détail de logement rue du Congo Paris 1908, au milieu plan d'un immeuble à Maubeuge par Lurçat 1950, en bas plan de logements immeuble Daniel Casanova Ivry par Renaudie 1972 (ELEB Monique, *L'apprentissage du "chez-soi" - Le groupe des maisons ouvrières*, Paris, avenue Daumesnil, 1908, Parenthèses, Marseille, 1994, p. 55 ; LURÇAT André, *Œuvres récentes I*, Fréal, Paris, 1961, p. 82 ; BUFFARD Pascale, *Jean Renaudie*, Sodedat93 1993, p. 70.) (logement)

Fig. 217 - Règles pour installer un poêle mobile (BARBEROT E., *Traité de constructions civiles*, Béranger, Paris, 1912, p. 639-640) (Li680/639-640)

Fig. 218 - Formulaire de déclaration des machines à vapeur, (JULLIEN C. E. & VALERIO Oscar, *Nouveau Manuel Complet du Chaudronnier*, Paris, 1846) (Li434)

Fig. 219 -Modèles de conduits de fumée (BARBEROT E., *Traité de constructions civiles*, Béranger, Paris, 1912, p. 67-70) (Li860/67-70)

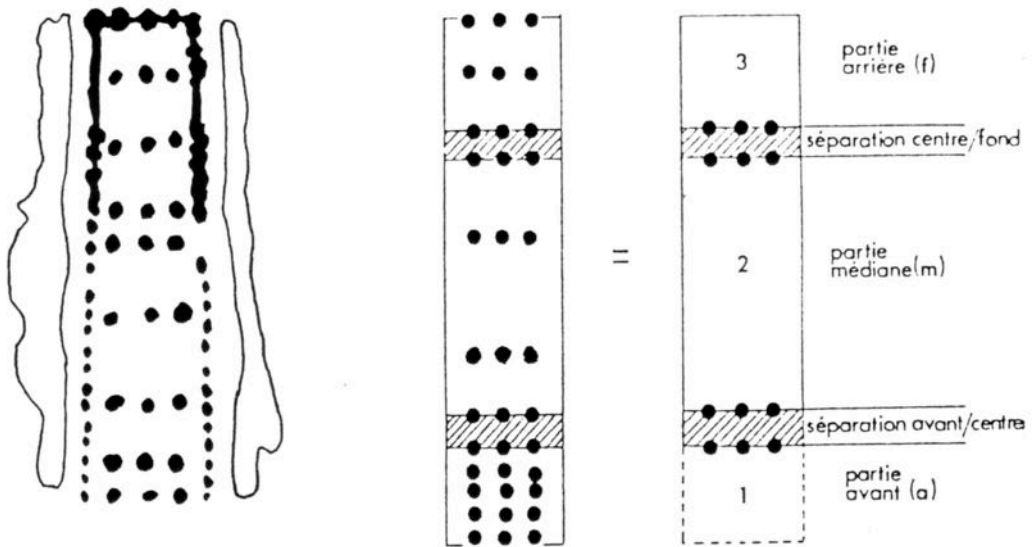
Fig. 220 - Installation d'un réservoir de fioul enterré (« *La mise en œuvre des installations, les soutes à combustibles liquides* », *Architecture d' Aujourd'hui*, 1935, n°5, p. 72-74) (AR944/1935/5/74)

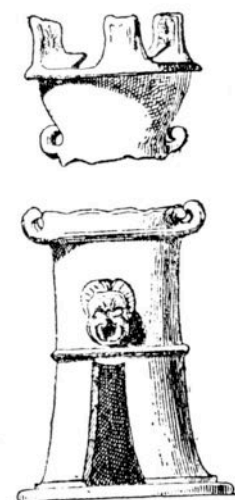
Illustrations

Fig. 1

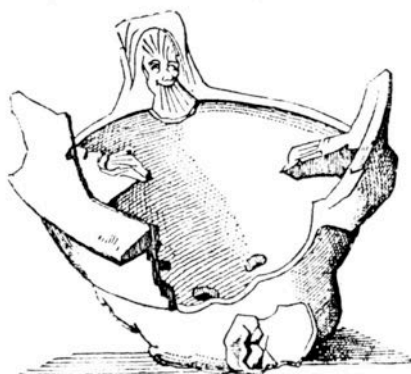
N⁷¹ appaait de Bonne-main
pour chauffer une serne.
chez le citoyen Regnier
rue de Mantoue n^o 227
vis a vis le jardin de moureau
autrefois rue de Couvet.
J'y vendrai à midi.

Fig. 2

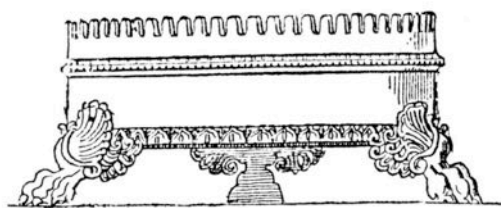




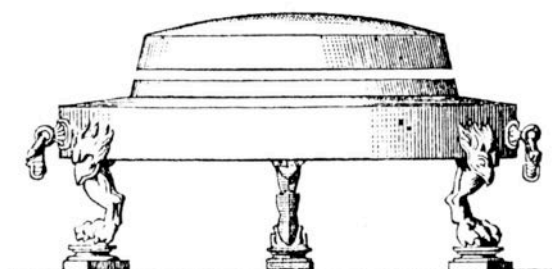
Fourneau grec



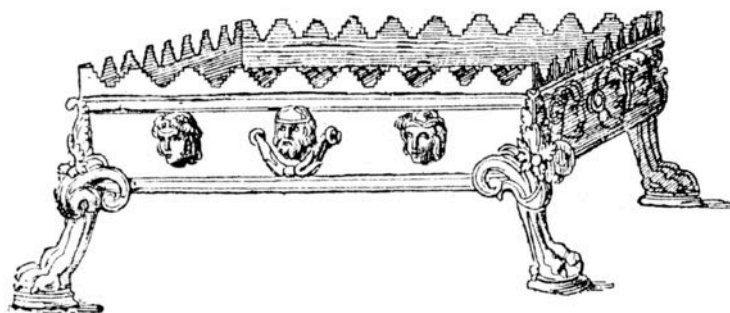
Récipient supérieur d'un fourneau grec



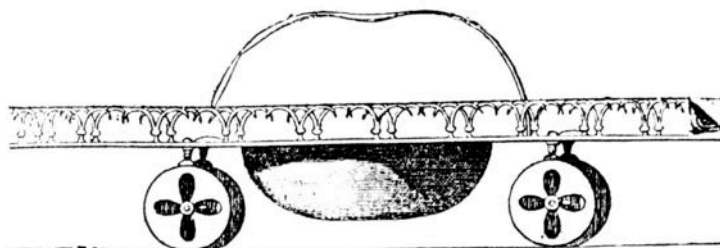
Brasier de bronze



Foyer portatif



Brasier portatif



Foyer roulant

Fig. 4

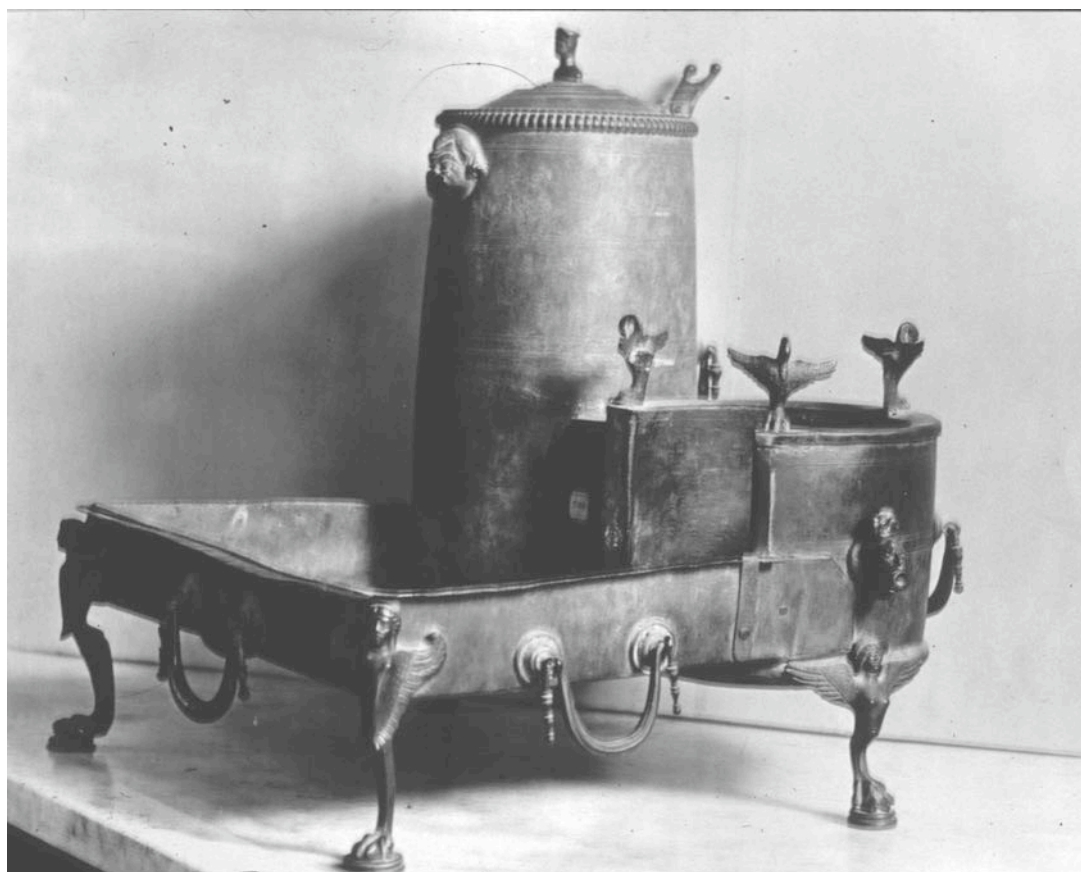


Fig. 5

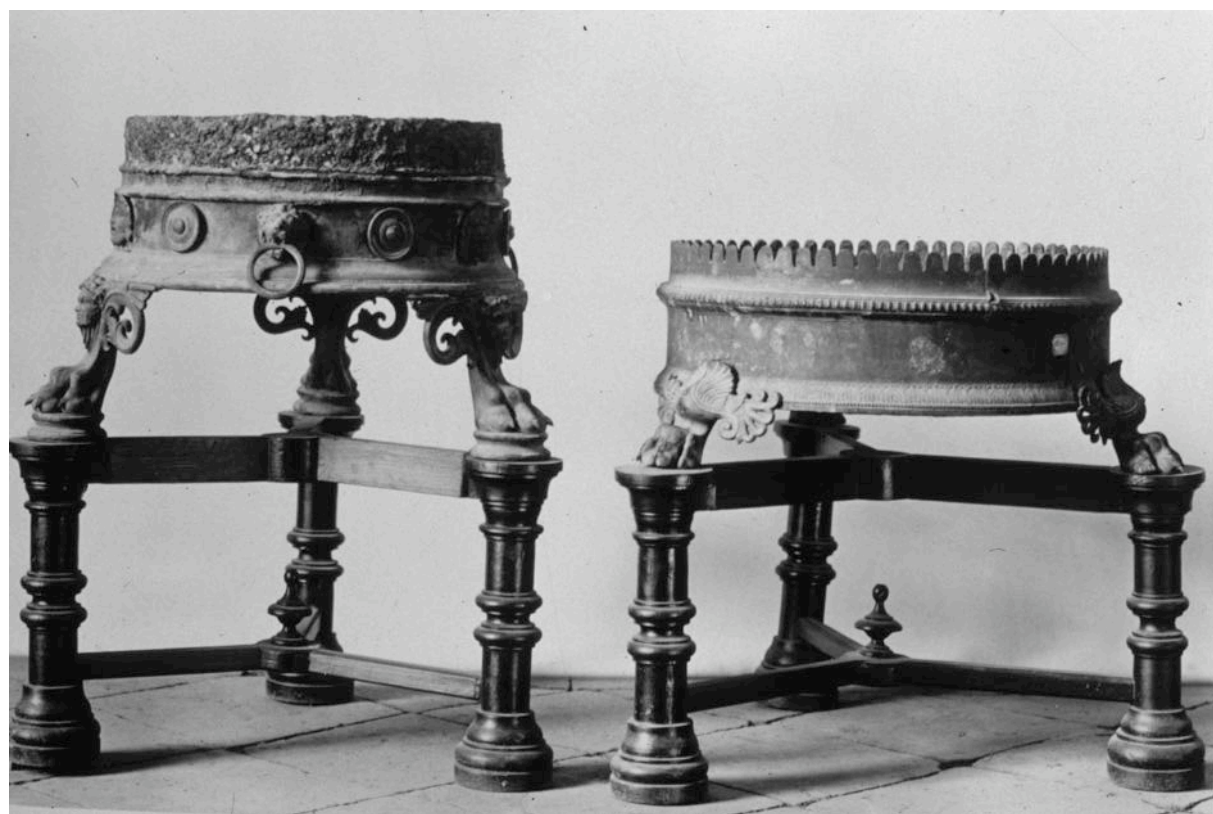


Fig. 6

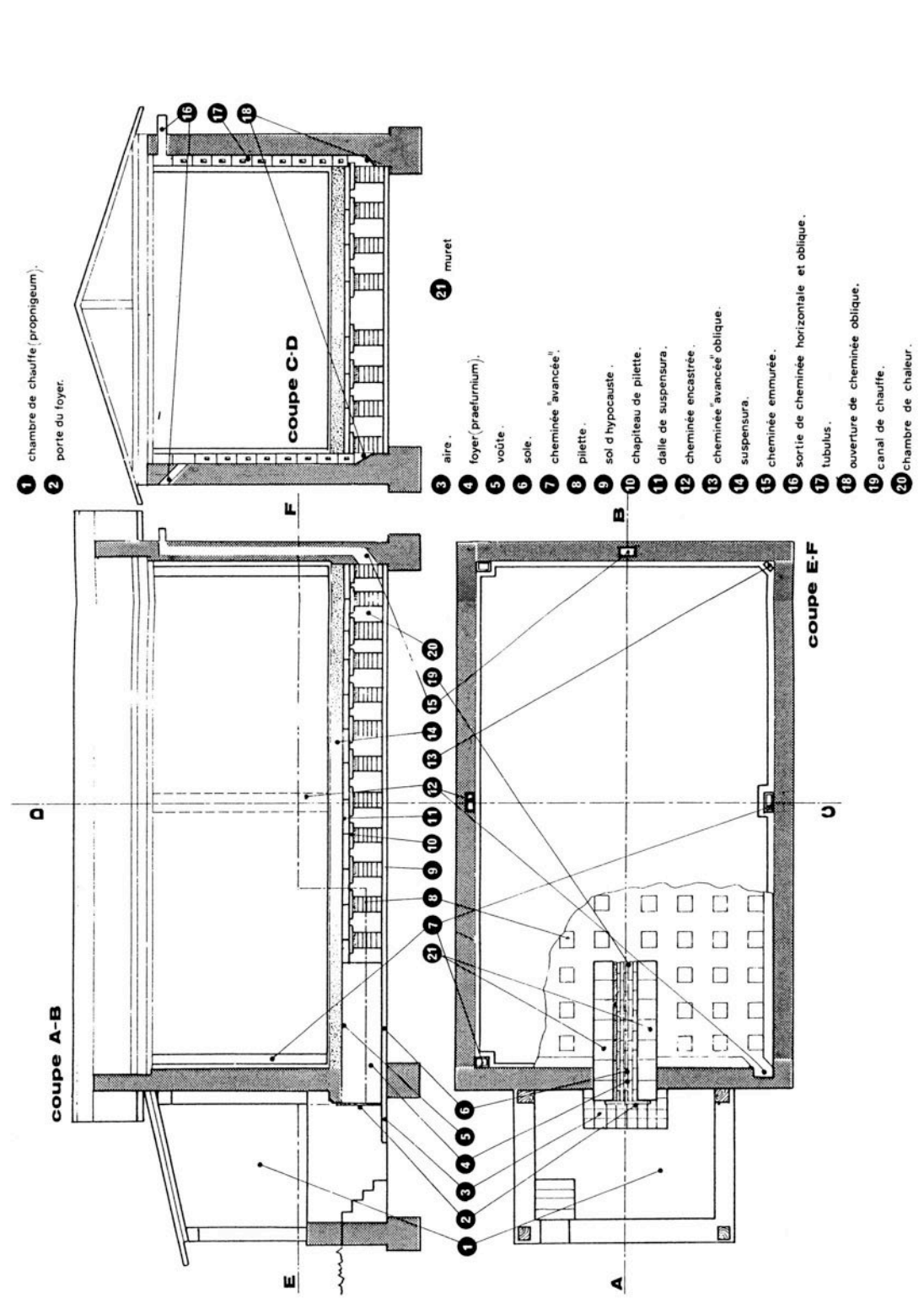
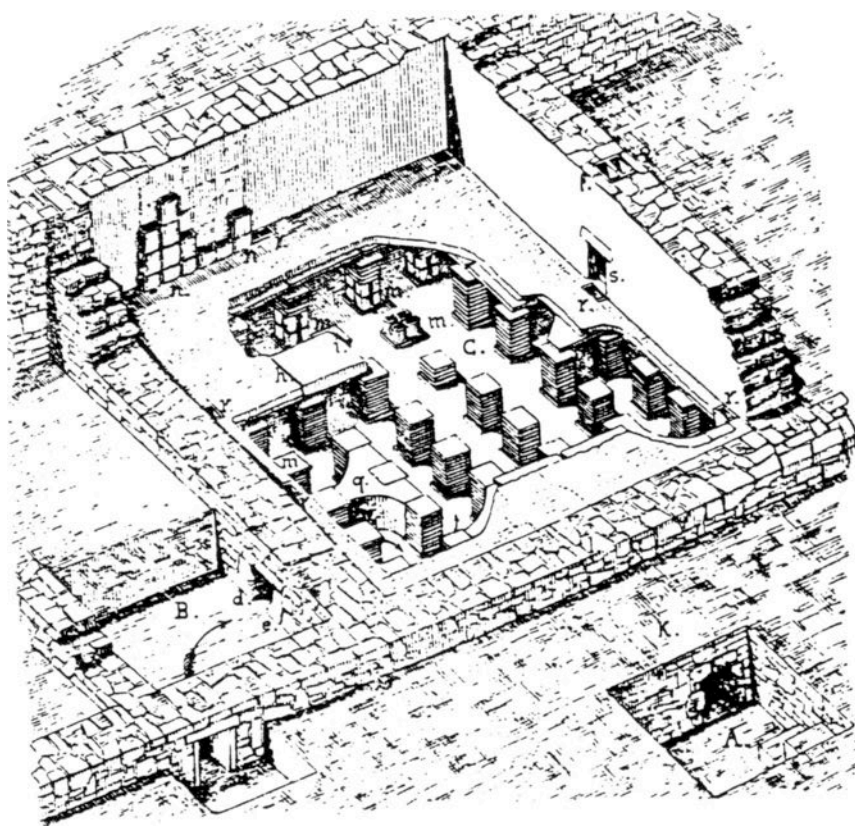


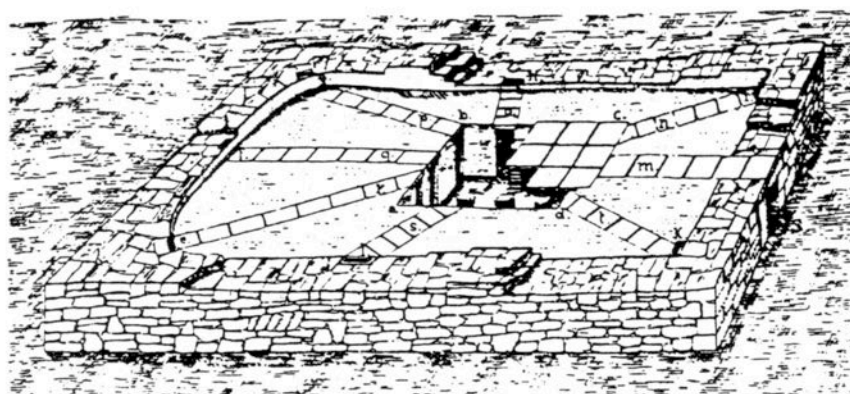
Fig. 7



Fig. 8



mixte



à canaux

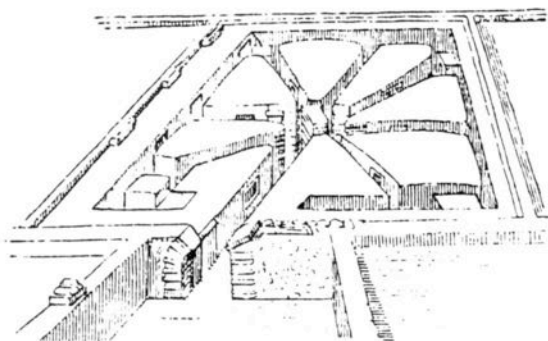
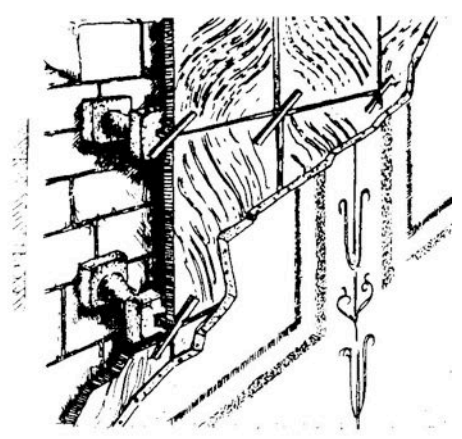
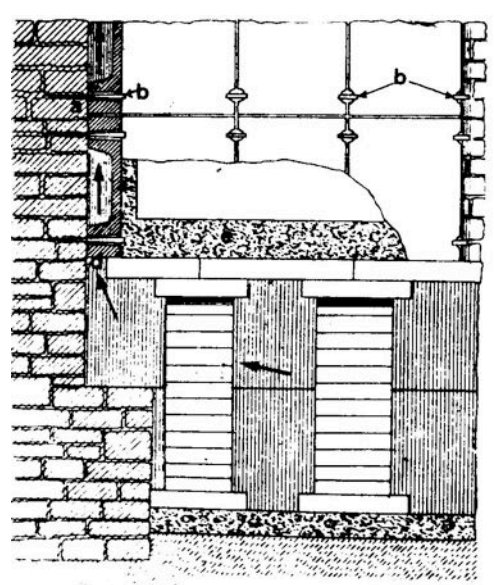
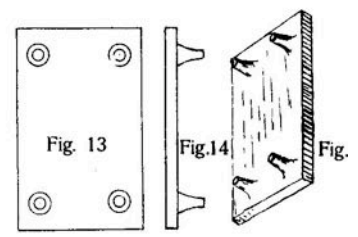
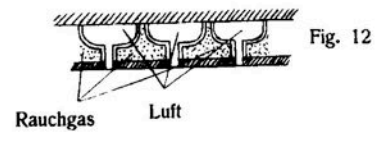


Fig. 9

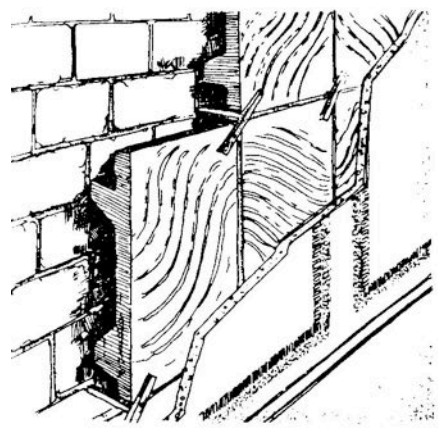
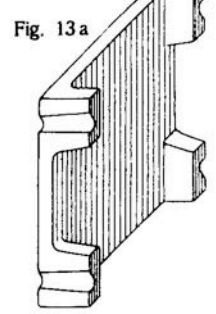


Angebl. Luft- u. Rauchgasführung (nach Berger)

Tegula mammata aus Pompeji²⁾



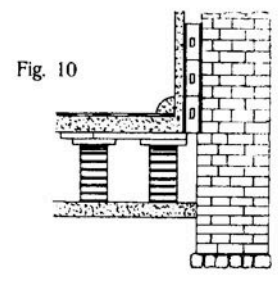
Tegula mammata (Saalburg)¹⁾



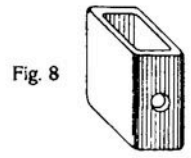
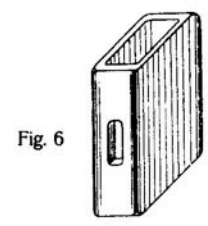
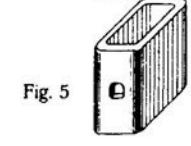
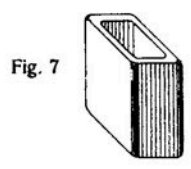
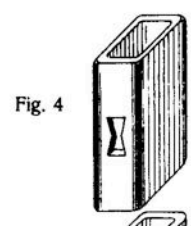
Wirkliche Anordnung der Wandverkleidung²⁾



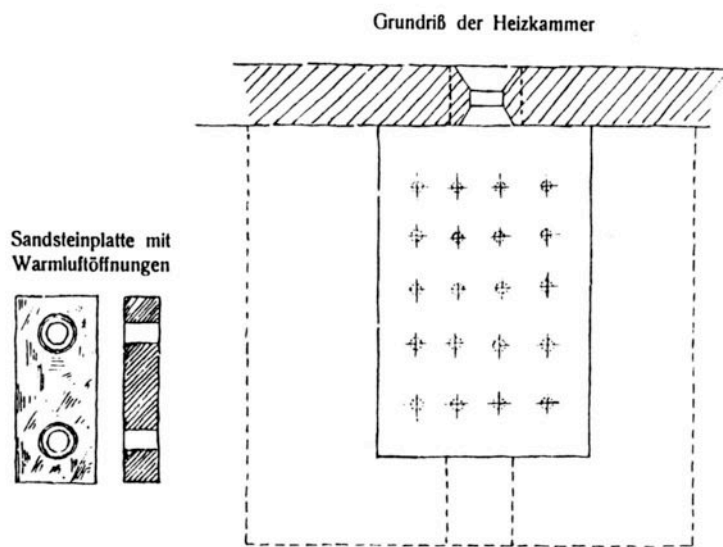
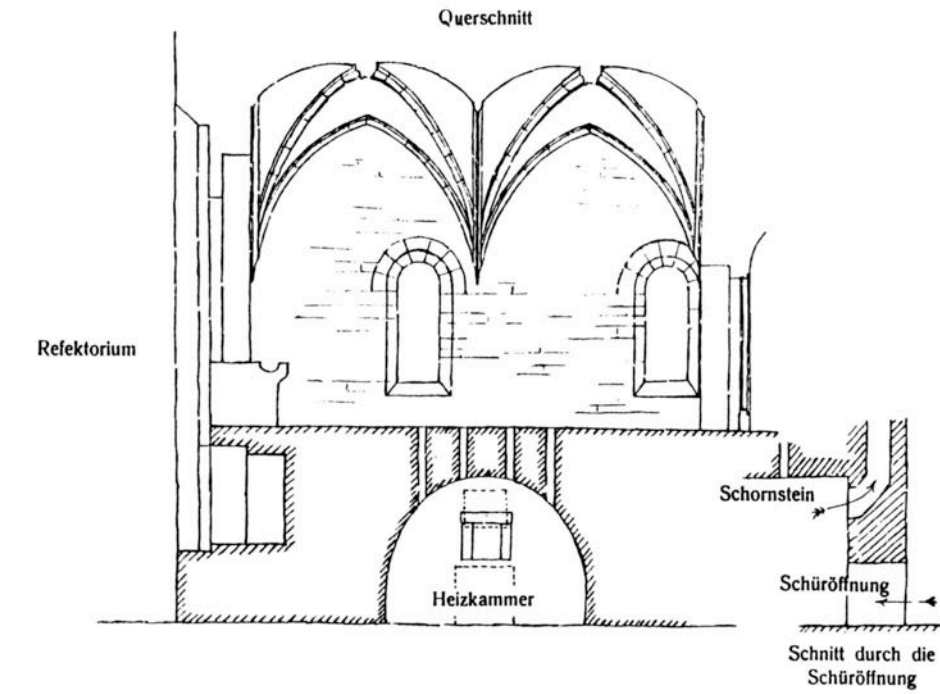
Hypokaustum in Baden (Schweiz)³⁾



Röm. Hohlziegel (tubuli)



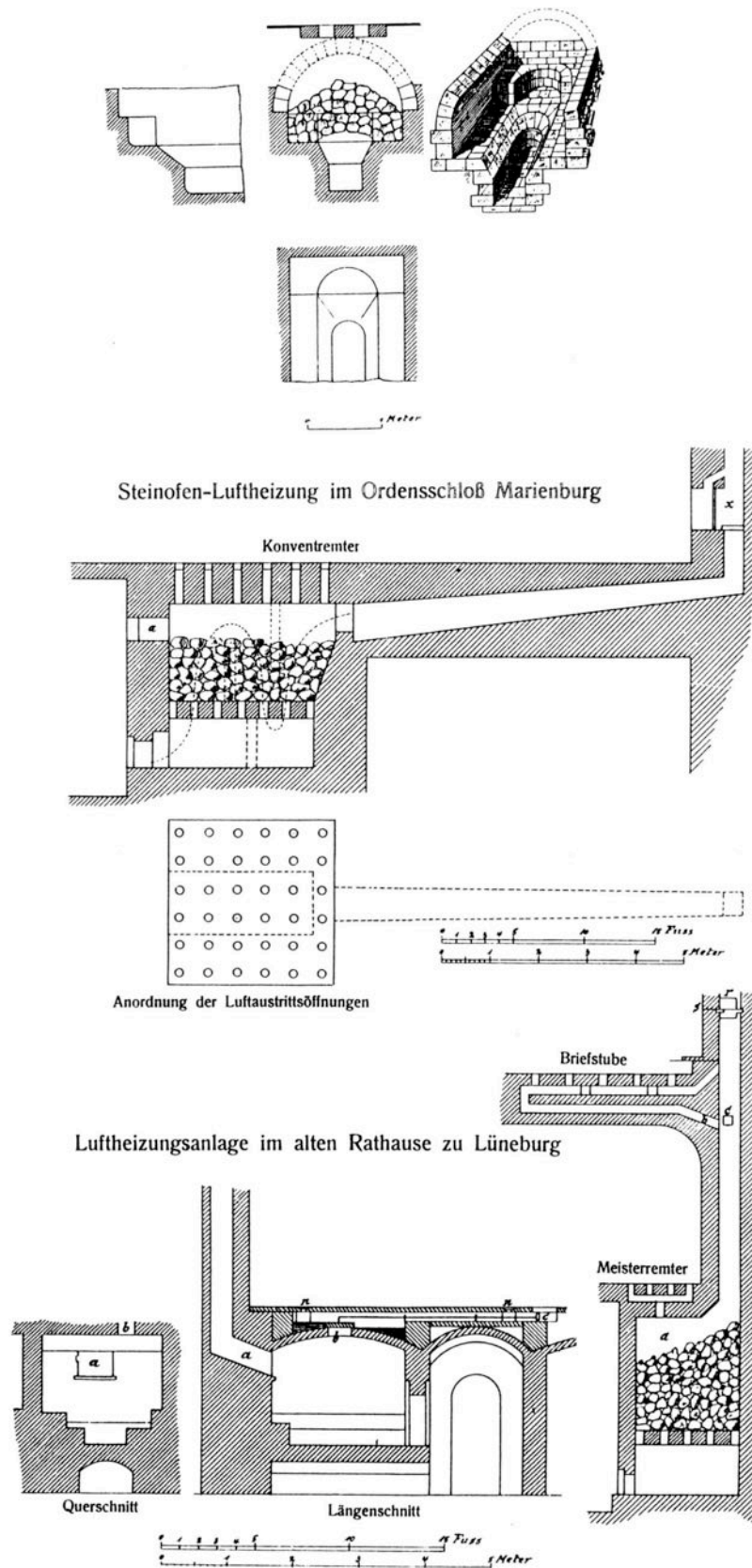
Heizungsanlage im Calefactorium der Zisterz.-Abtei Maulbronn



1) Nach der Aufnahme des Verfassers



Fig. 11



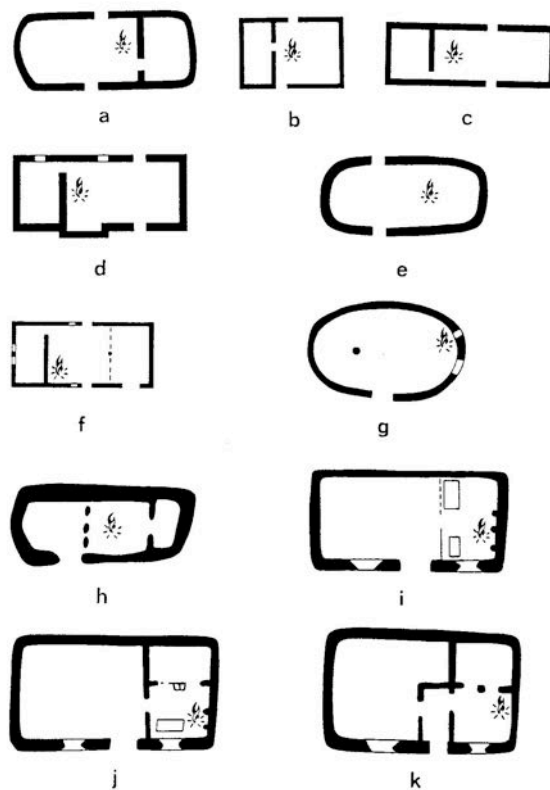


Fig. 71. Quelques maisons mixtes médiévales et modernes en Europe

Exemples médiévaux :

a) Hohenrode (Allemagne démocratique).

b) Königshagen I.

c) Wharram Percy.

Exemples post-médiévaux :

d et e) Maisons irlandaises actuelles.

f) Maison post-médiévale à Kohlgrube (R.F.A.).

g) Maison actuelle dans le nord de l'Espagne.

h) Maison actuelle aux îles Hébrides (G.-B.).

i-j et k) Trois maisons de Villars d'Arène (Oisans) à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Elles montrent trois possibilités, de complexité croissante, pour l'accès au bâtiment et la séparation entre les deux parties de celui-ci (cf. fig. 72).

(a, b, c, f : Karl Baumgarten, « Ethnographische Bemerkungen zum Grabungsbefund Hohenrode », *Ausgrabungen und Funde*, 16, 1971, pp. 49-53 (p. 51).

(d, e, g, h, i, j, k : *Techniques et architecture*, n° 1-2, 1947, p. 14.)

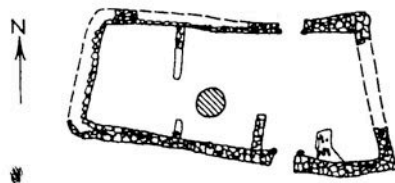


Fig. 73. Maisons mixtes médiévales dans le sud-ouest des îles Britanniques

Great Beere (Devon), du XIII^e siècle.

Dans les deux premiers exemples, la présence des mangeoires pour les bestiaux, en pierres plates sur chant, indique que ceux-ci occupaient la partie droite de la maison. Dans le troisième exemple, la partie habitation comprend, comme c'est souvent le cas, une grande pièce avec le foyer et une sorte de chambre à l'extrémité du bâtiment.

(M. Beresford et J. G. Hurst, *Deserted Medieval Villages*, 1971 ; fig. 19, p. 108 et 20, p. 109 et cliché D. M. V. R. G., Londres.)

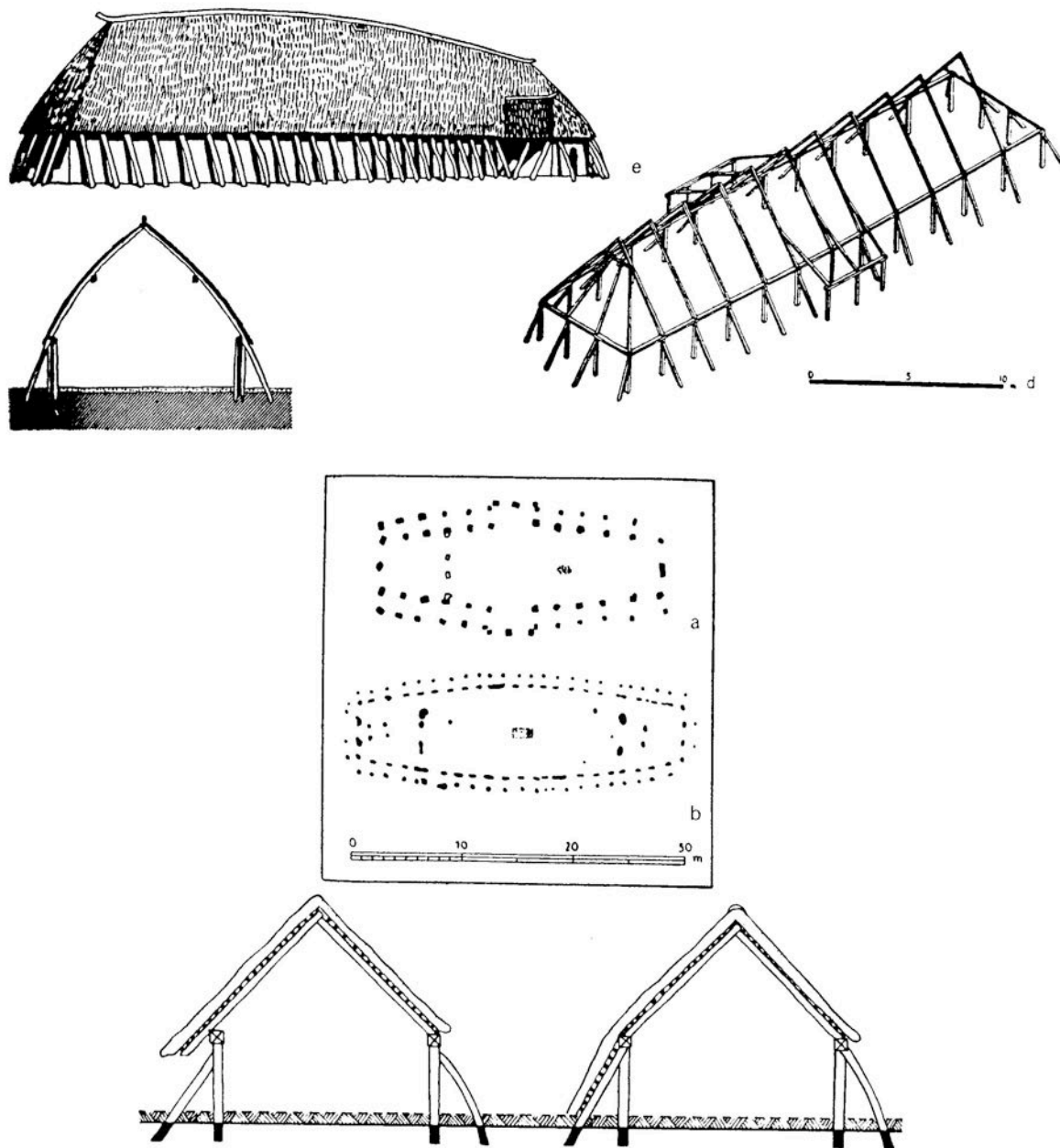


Fig. 16. La maison en forme de bateau en Europe du Nord

Diverses fouilles à Warendorf (a) ou dans le camp danois de Trelleborg (b) ont produit de grands bâtiments, mesurant habituellement entre 14 m et 30 m ou plus de long, aux grands côtés arrondis et affectant la forme générale d'un bateau. Des bâtiments de ce genre se retrouvent entre le v^e et le x^e siècle apparemment aussi bien en Scandinavie et au Danemark, qu'en Allemagne du Nord, aux Pays-Bas, par exemple à Kootwijk (cf. ci-dessous fig. 18) ou Dorestad, et en Grande-Bretagne, comme à Catholme (cf. ci-dessous fig. 22) ou Hamwik, le port du haut Moyen Age qui précéda celui de Southampton.

La charpente de ces bâtiments était maintenue en place par des lignes de contreforts extérieurs obliques (c), selon un système que l'on trouve d'ailleurs dans d'autres bâtiments que ceux en forme de bateau (cf. fig. 102) et notamment dans des maisons de Warendorf de plan rectangulaire (d). Grâce à divers éléments, et spécialement des représentations figurées, nous pouvons assez bien reconstituer la silhouette générale (e) de cette sorte de construction : ainsi le coffret de la cathédrale de Cammin (Poméranie), au corps de bois recouvert de plaques d'os fixées par une armature de plomb et datable des environs de l'an Mille (f), une monnaie du port suédois de Birka (g) ou divers autres objets encore. Dans ces deux cas, on notera la présence de têtes de monstre aux extrémités du faitage et le profil arrondi de ce dernier.

(a, b et d : R. Cramp, « Beowulf and Archaeology », *Medieval Archaeology*, I, 1957; fig. 16 a et b; c : B. Trier, *Das Haus im Nordwesten der Germania Libera*, Band IV. Veröffentlichungen der Altertumskommission im Provinzialinstitut für westfälische Landes- und Volkskunde, Aschendorfsche Verlagsbuchhandlung, Münster/Westfalen, 1969; Tafel 17 a.

e et f : *L'art scandinave*, éditions Zodiaque, tome I, 1969; fig. 34, p. 163 et fig. 38, p. 172.

g : H. Schmidt, « The Trelleborg House reconsidered », *Medieval Archaeology*, XVII, 1973; fig. 24, p. 63.)

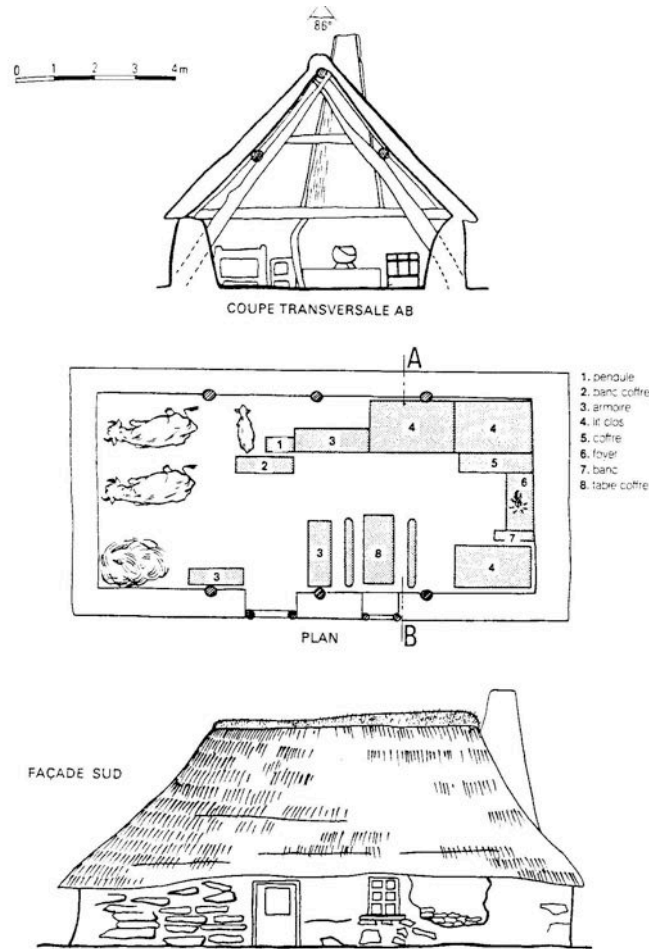


Fig. 76. Maison mixte contemporaine à Plumelin (Morbihan)

Dans cette petite exploitation agricole, étudiée en 1944, on retrouve nombre de traits des constructions analogues du Moyen Age : une annexe proche de l'habitation ou « cave », qui est en fait un fond de cabane; le plan et le mode de construction, ainsi que les dimensions de la maison elle-même.

Il n'existe aucune séparation entre animaux et humains, sauf celle matérialisée par les meubles, l'entrée étant commune par une seule porte. La charpente est du type à *cruck*, sans grenier ou installations de dégagement, la toiture à pan coupé.

(Enquête sur l'architecture rurale, doc. 44.215.7; Archives du Musée National des Arts et Traditions Populaires, Paris.)

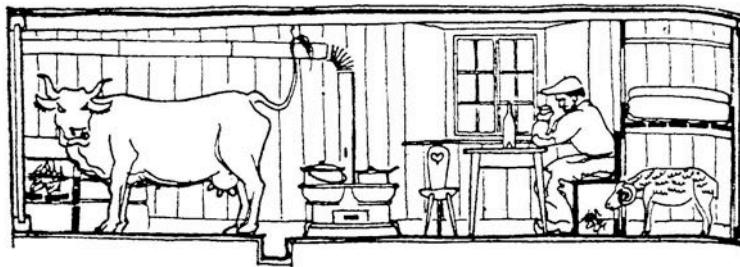


Fig. 72. Aménagements intérieurs d'une maison mixte à Val-d'Isère à la fin de la Deuxième Guerre mondiale

Humains et animaux vivent sous le même toit, sans clôture ou mur de séparation entre eux, comme dans bien d'autres cas au Moyen Age ou plus récemment (cf. fig. 71 i, j et k ou fig. 76).

Le foin entreposé au grenier constitue un excellent isolant. Comme il est rare et précieux, les vaches couchent sur un plancher sans litière. Leur queue est attachée à un fil de fer pour qu'elles n'aspergent pas toute la pièce... Un fossé à purin perpendiculaire à l'axe de la maison et que l'on vide tous les matins sépare la partie réservée aux animaux et celle destinée aux humains. Les moutons sont abrités sous le lit clos.

(Techniques et Architecture, 7^e année, n^{os} 1-2, 1947; fig. p. 10.)

Fig. 15



Fig. 17

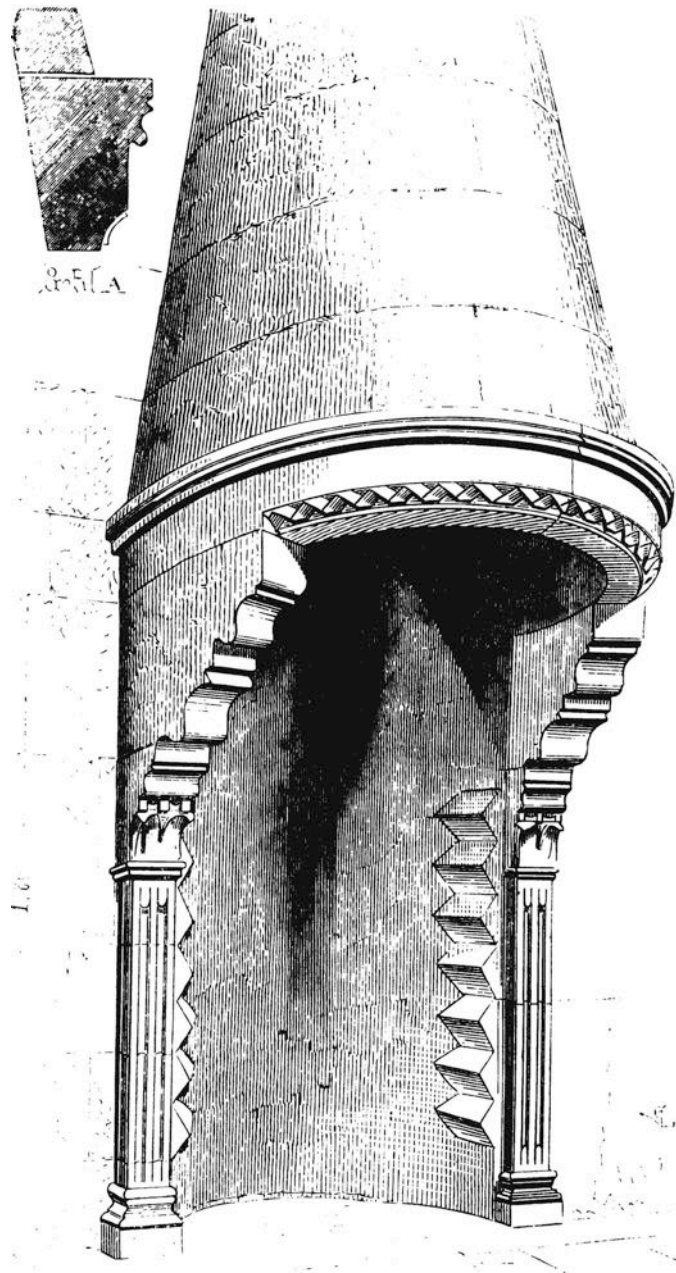


Fig. 18

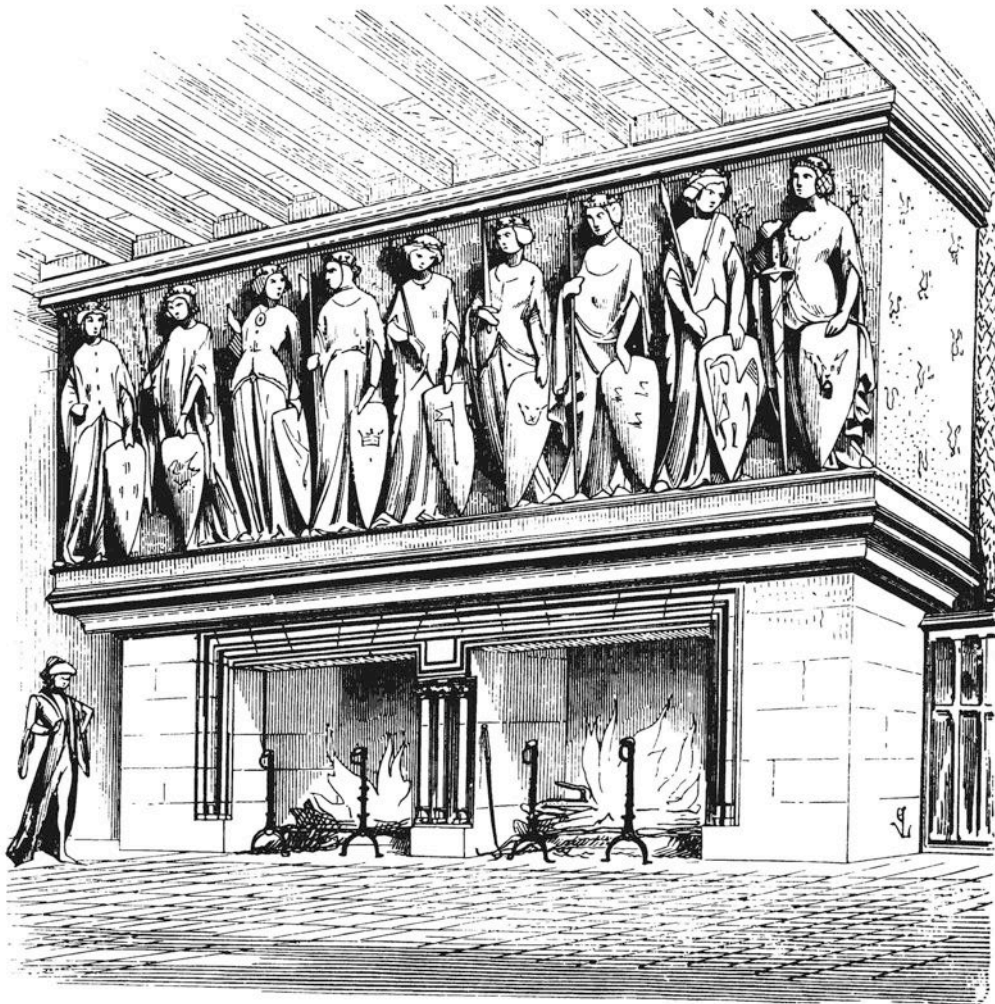


Fig. 19

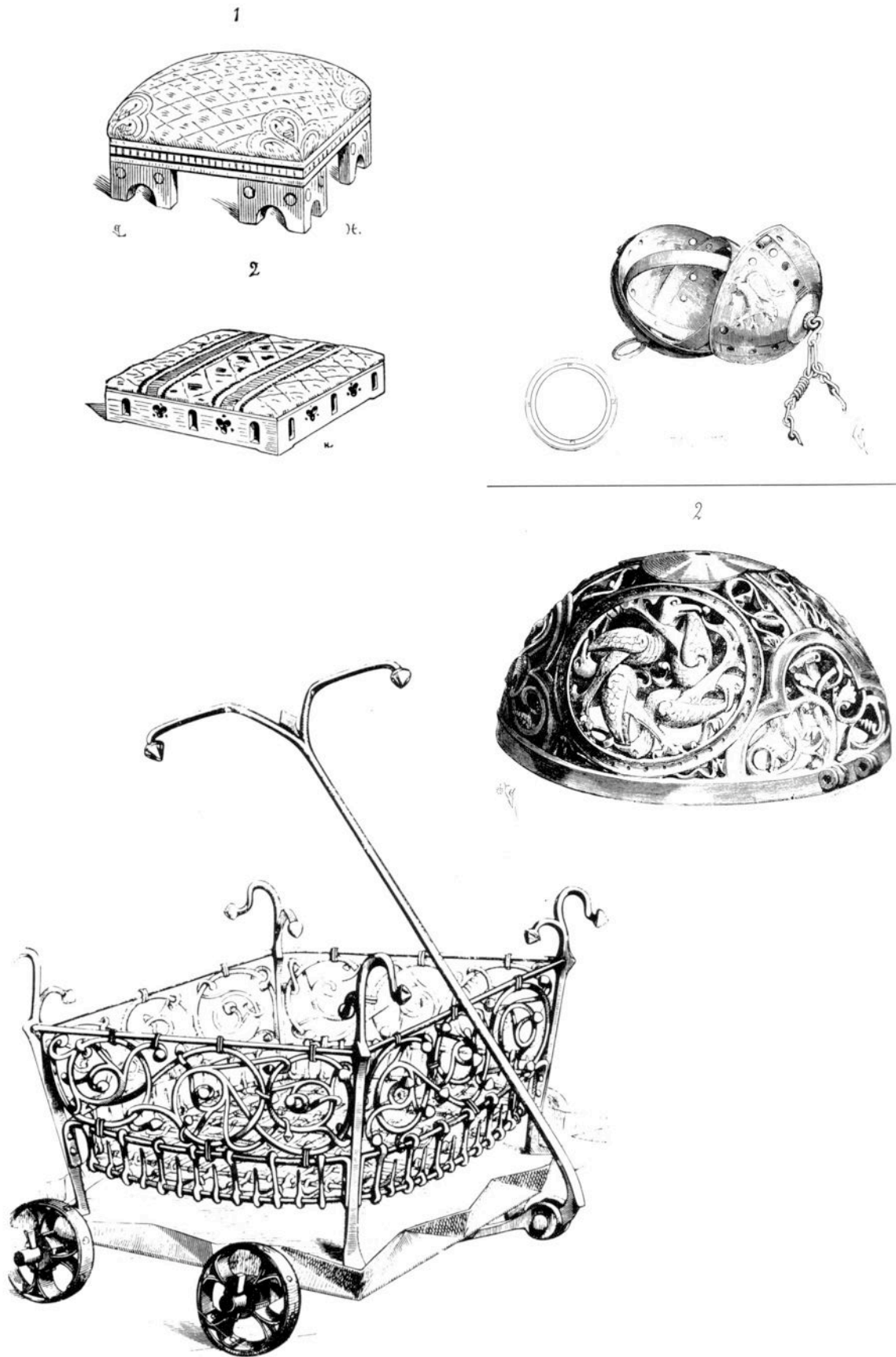


Fig. 20



Fig. 21

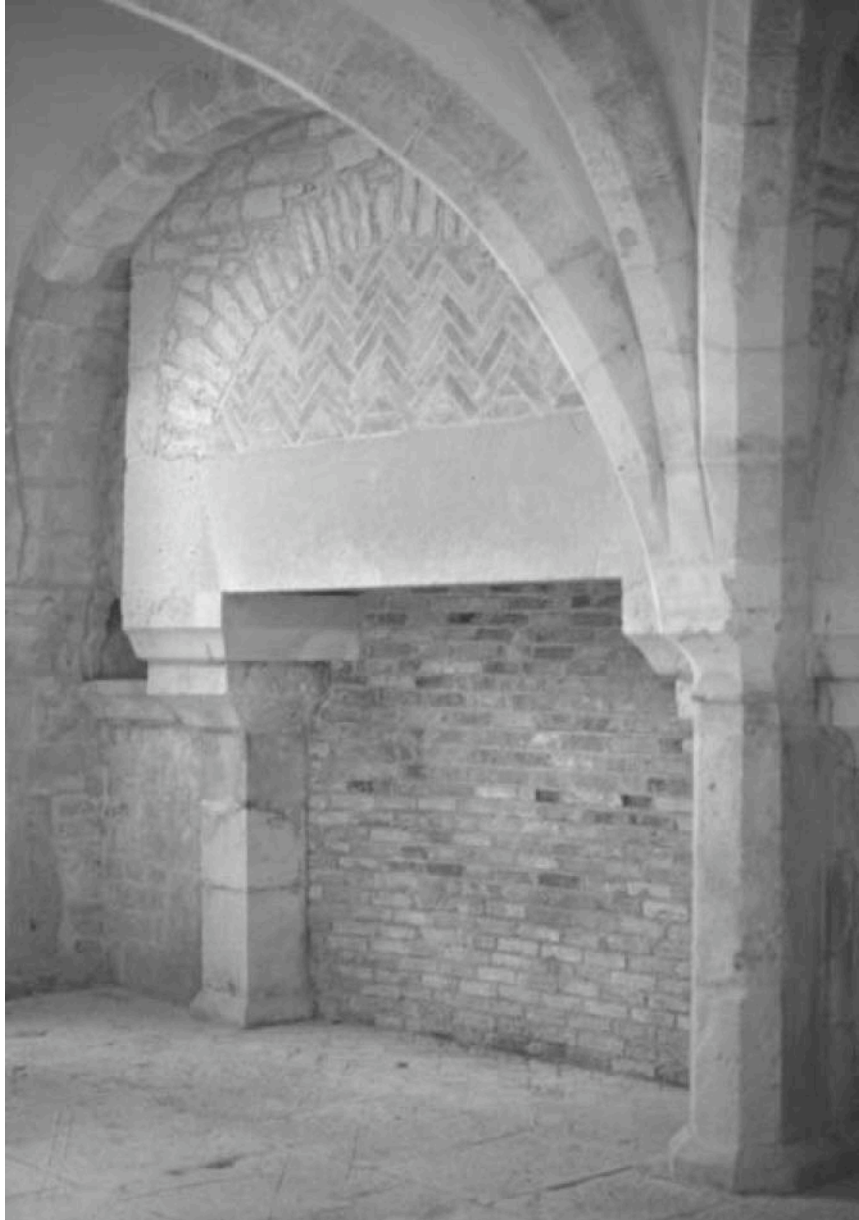


Fig. 22

Tours, 2-18, rue de la Madeleine. Maisons vers 1520-1530. Neuf logis modestes, mais non dénués de confort, donnent un bon exemple de l'habitat bâti en série qui se développe à la fin du Moyen-Age. Noter l'absence d'échoppe : il y a dissociation du logis et du lieu de travail. Dessin d'après B. Toulhier.

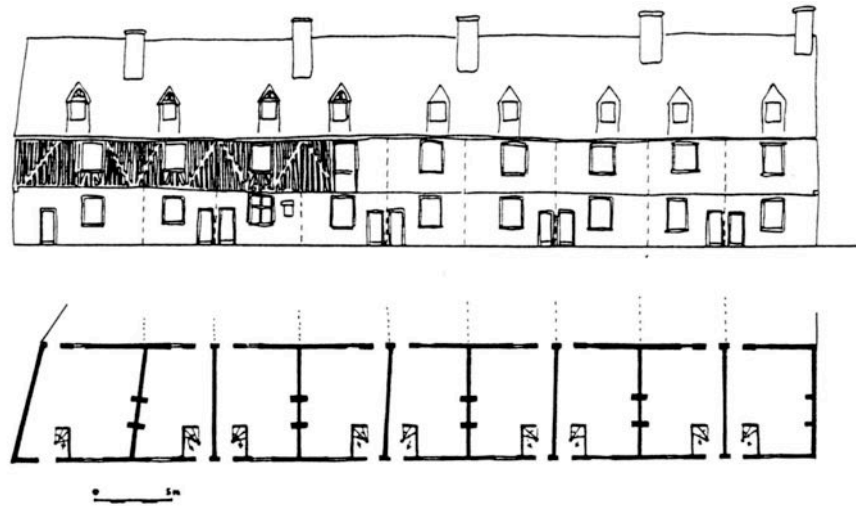


Fig. 23

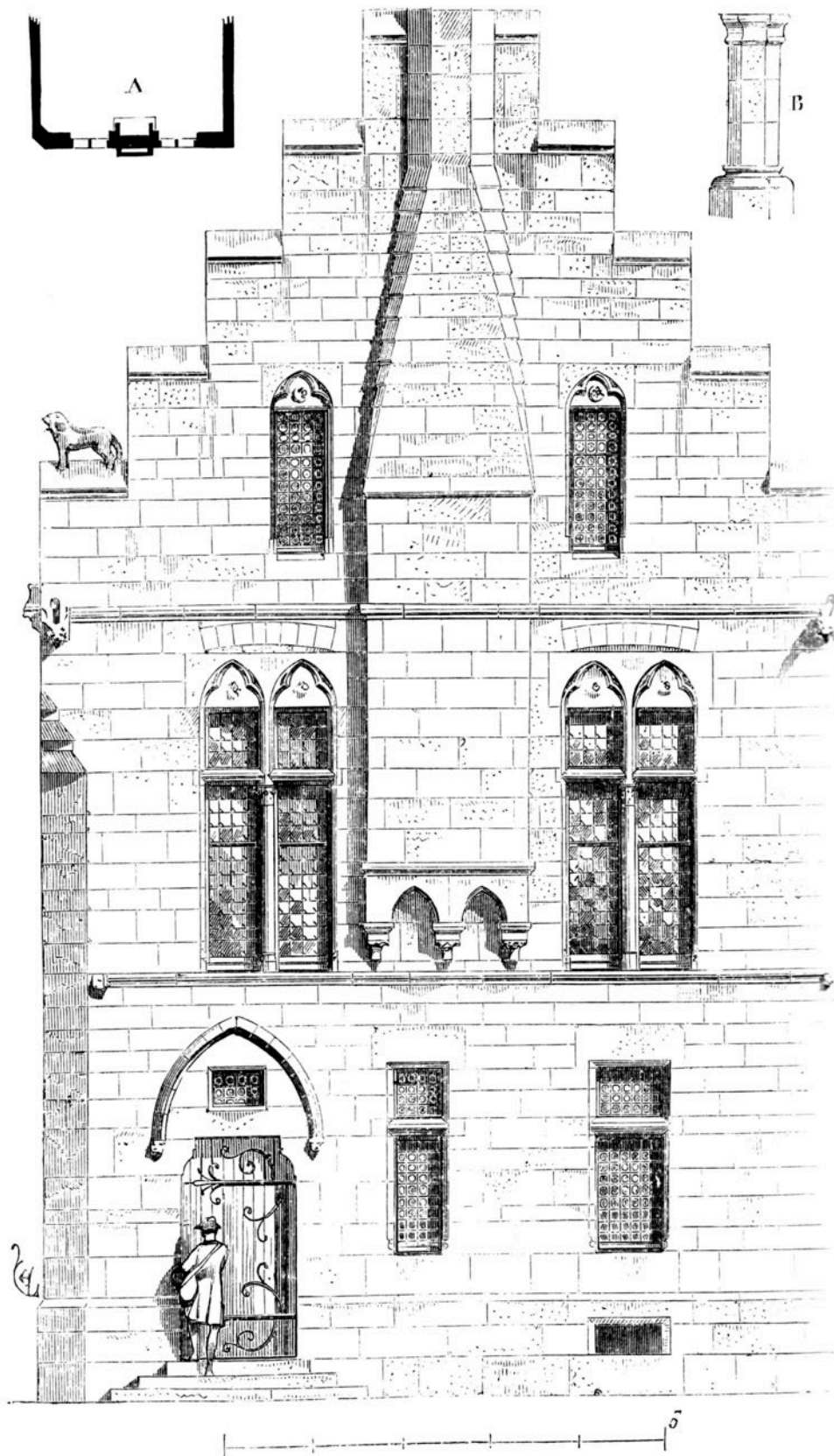
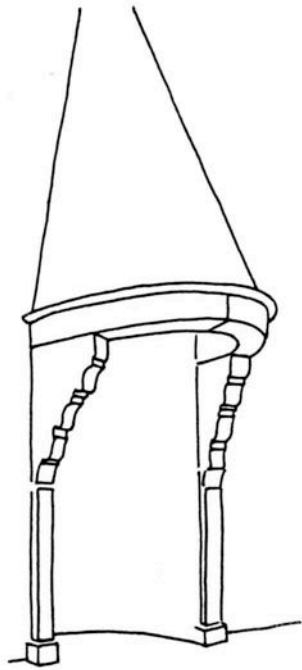
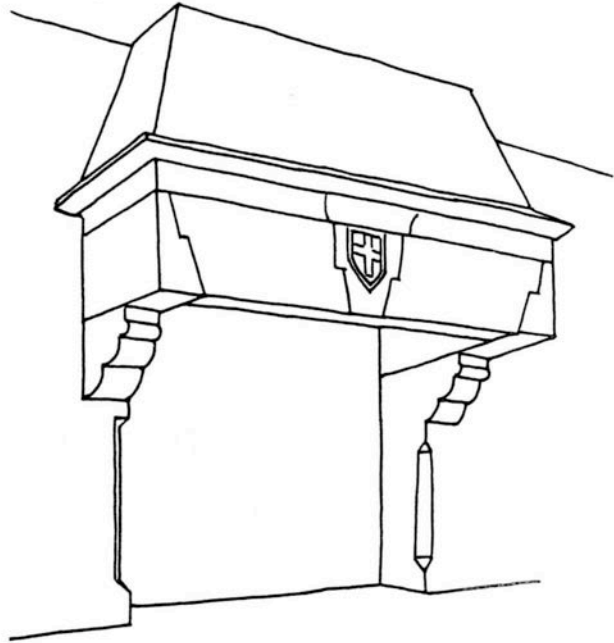


Fig. 24

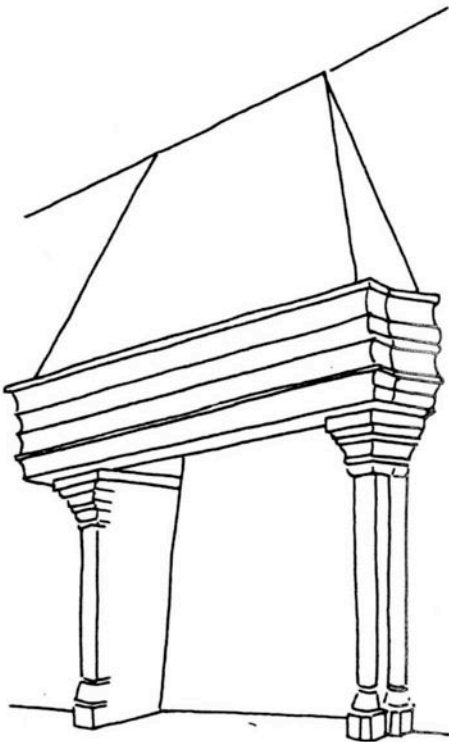




xii^e siècle, Le Puy-en-Velay.



xiii^e siècle, Mortrain, Abbaye Blanche.



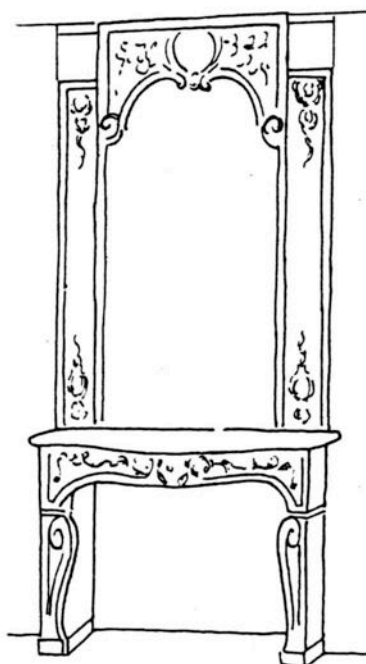
xv^e siècle, Le Plessis-Macé.



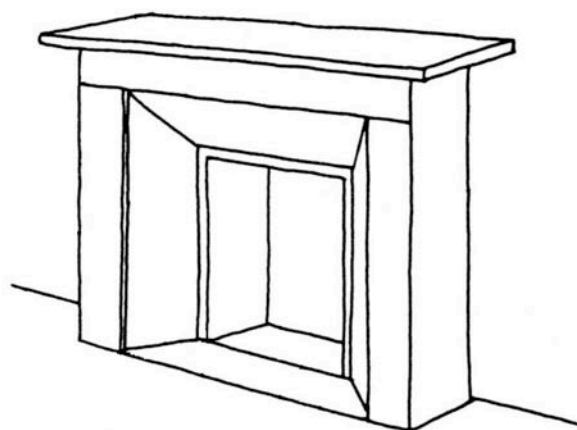
xv^e siècle, Musée Saint-Jean, Angers.



Louis XIII, Ancien évêché de Lisieux.

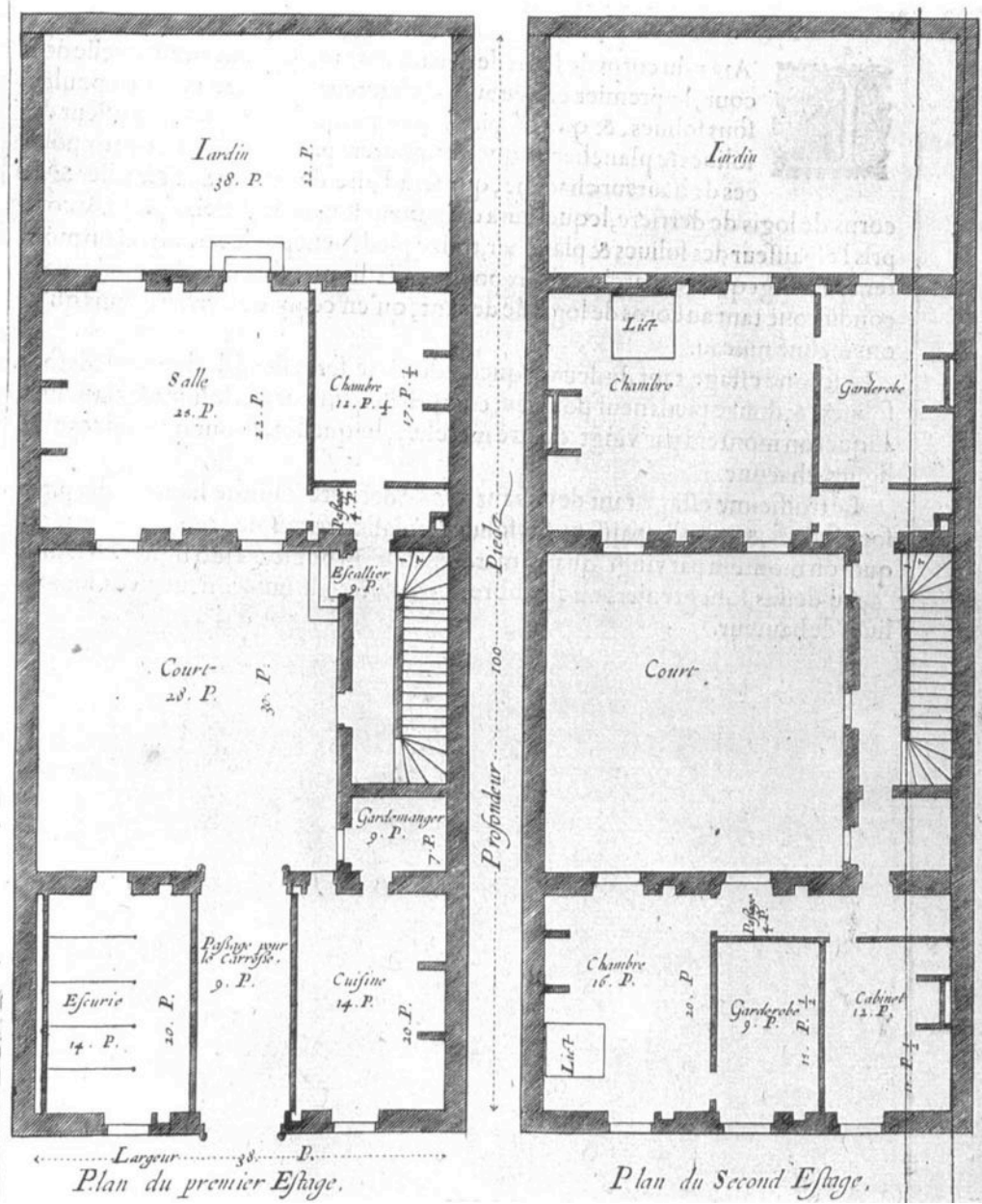


Louis XIV, Musée des Arts décoratifs, Paris.



*Cheminée « d'appartement »
à tablette.*

Fig. 27



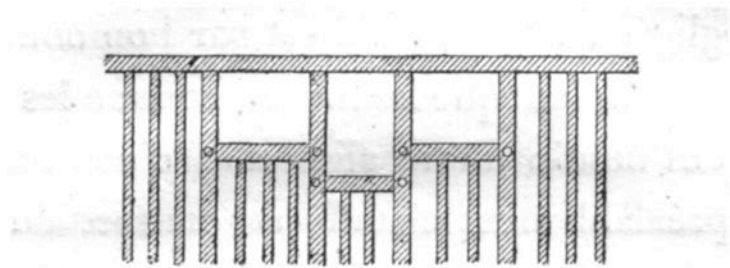
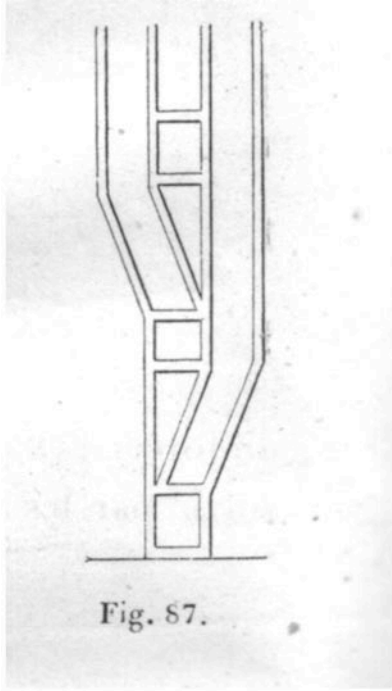


Fig.11. Entstehung und Entwicklung des Kachelofens.

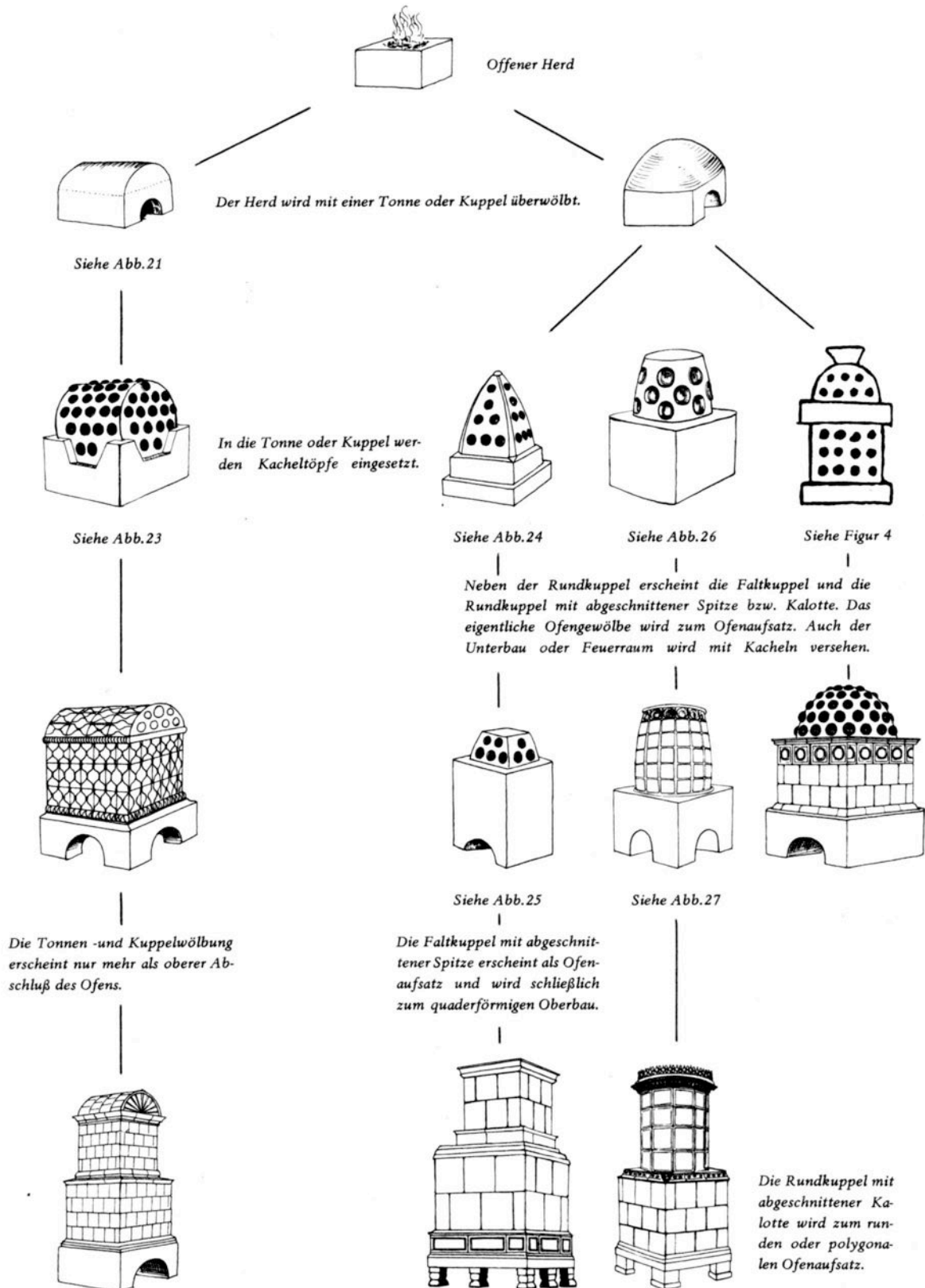
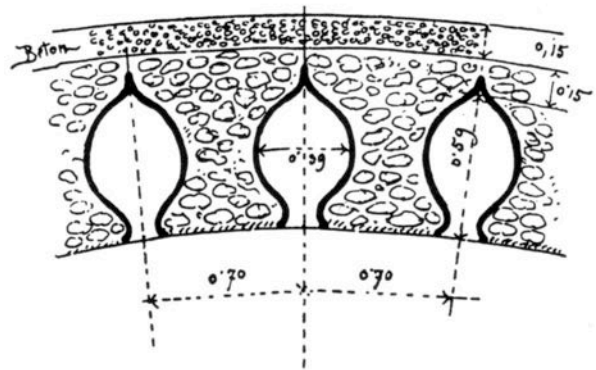
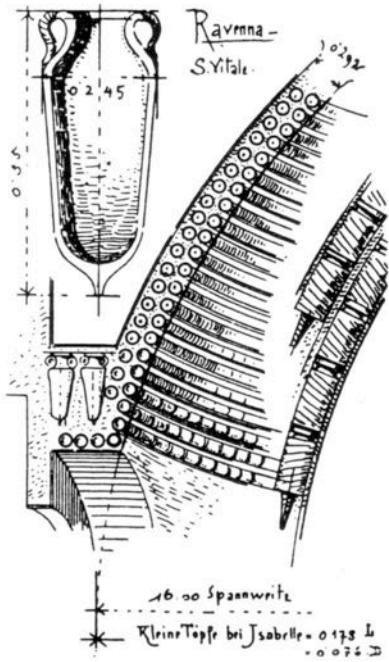


Fig. 30



Kuppel der Villa des Gordian, Rom (nach Durm)

Kuppel von San Vitale in Ravenna (nach Durm, Die Baukunst)

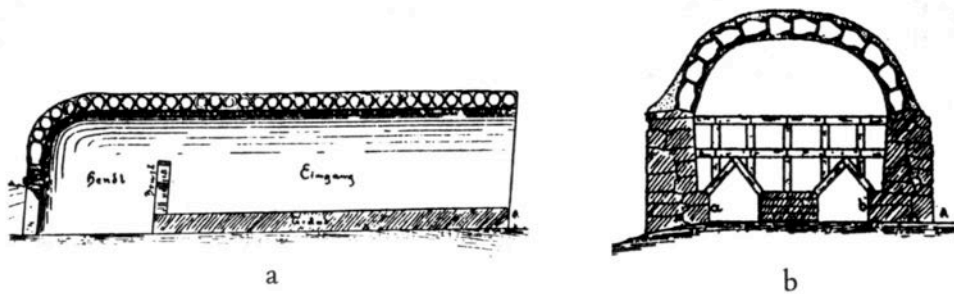
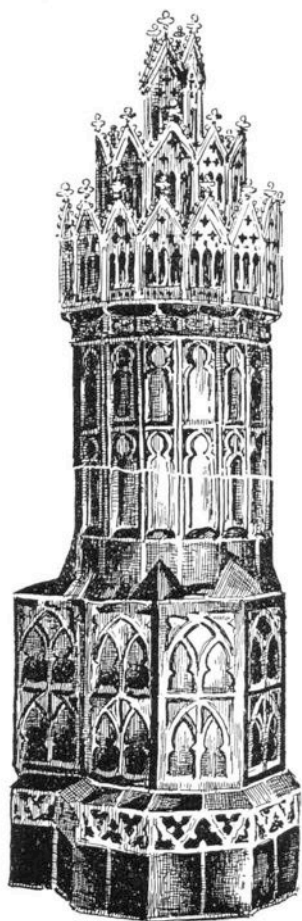


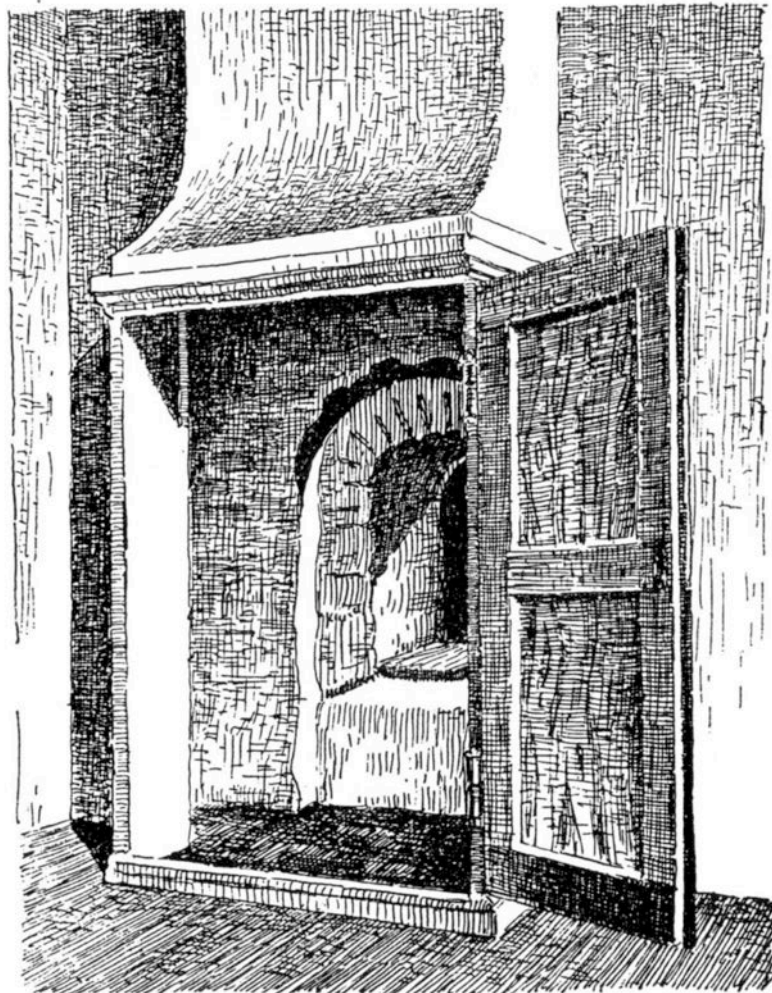
Fig.3 Töpferofen aus Stooob, a, Längsschnitt, b, Querschnitt



Gotischer Turmofen in sakraler Auffassung



Gotischer Turmofen, Ende 15. Jahrhundert, Burg Meran



Geöffnete Einzelheizkammer der Burg Trausnitz

Fig. 33



Fig. 34



Fig. 35



Fig. 36



Fig. 37



*Eiserner Beileger
in dem Geburtshaus von Klaus Groth in Heide, 1609*

Fig. 38



Fig. 39

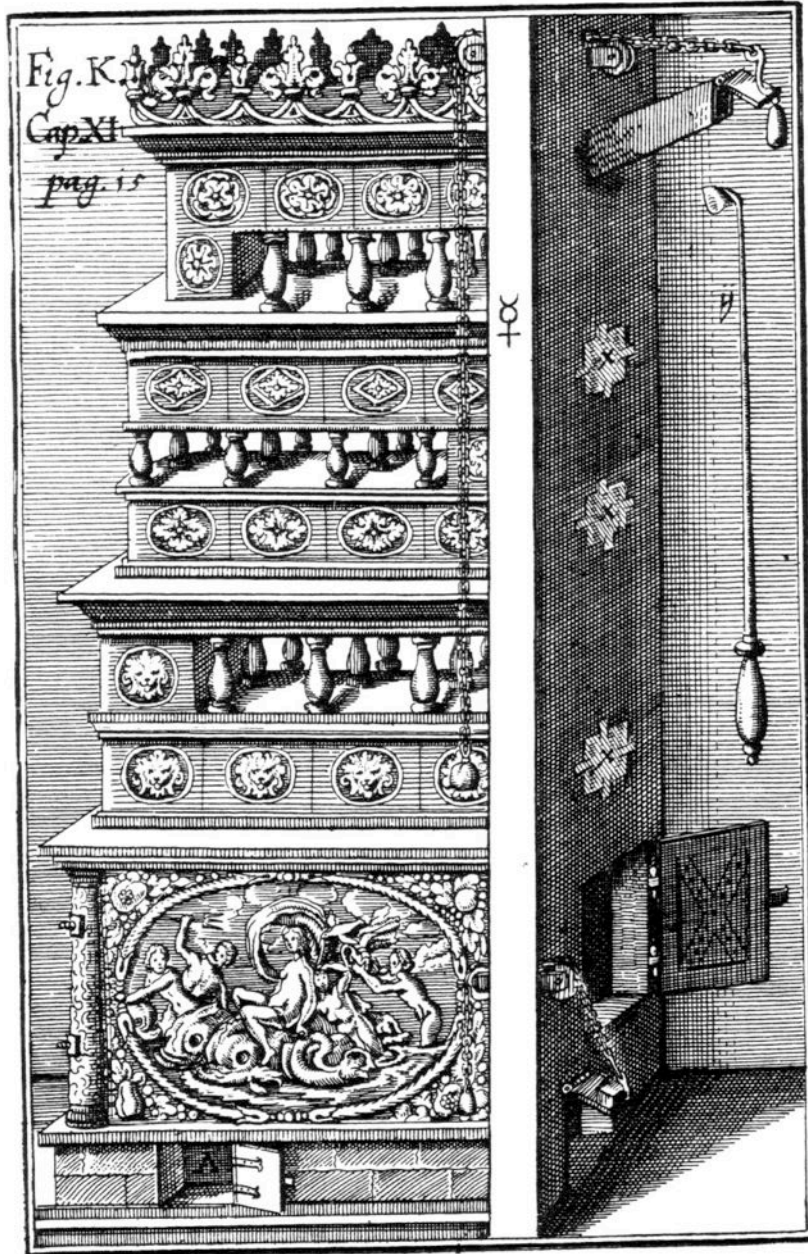


Fig. 40

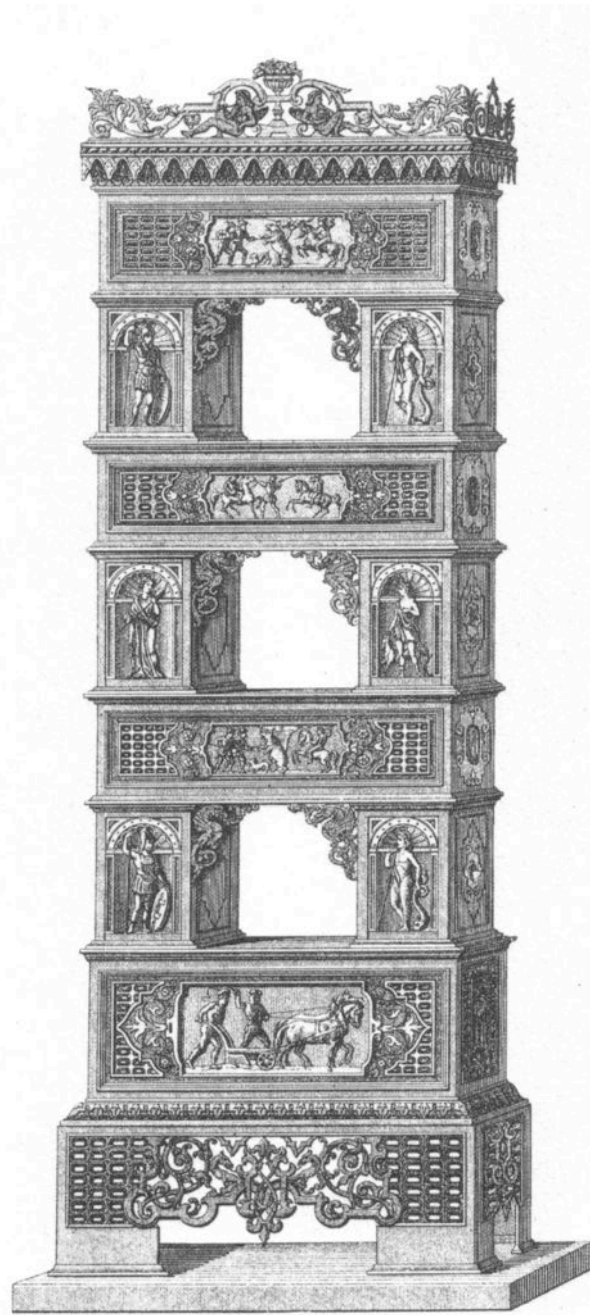


Fig. 41

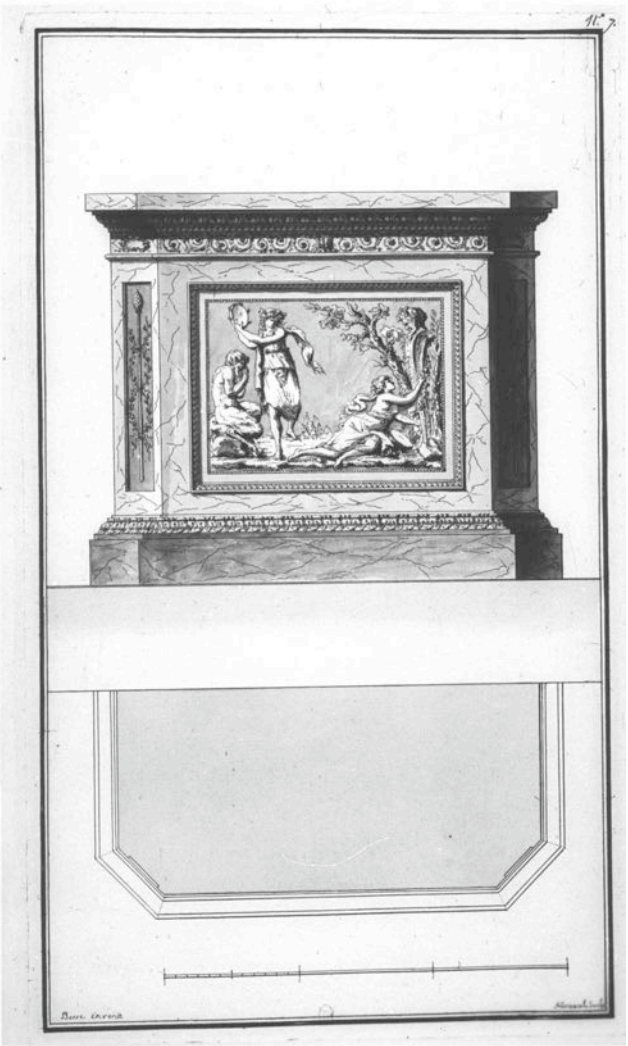


Fig. 42



Fig. 43

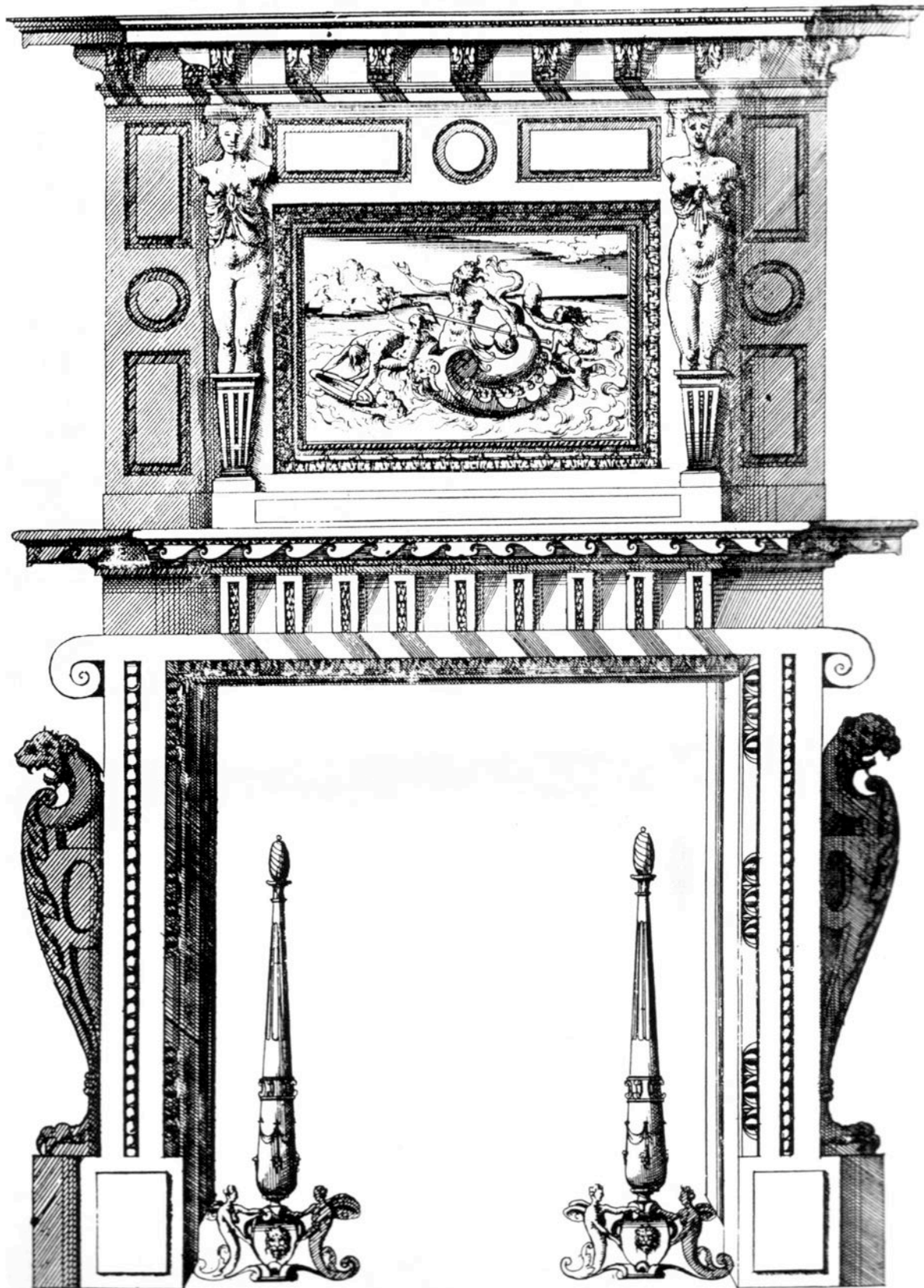


Fig. 44

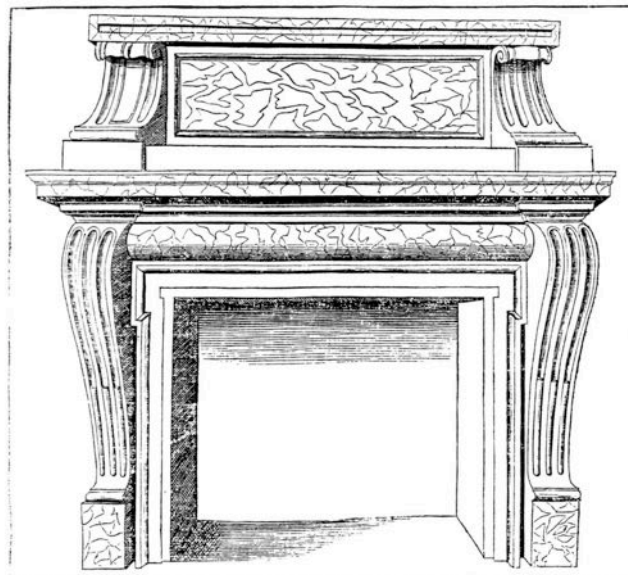
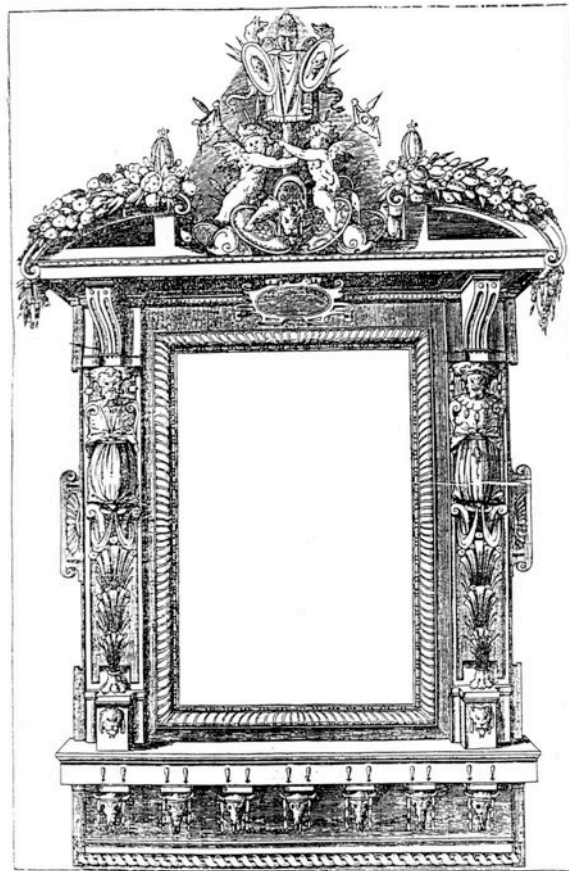
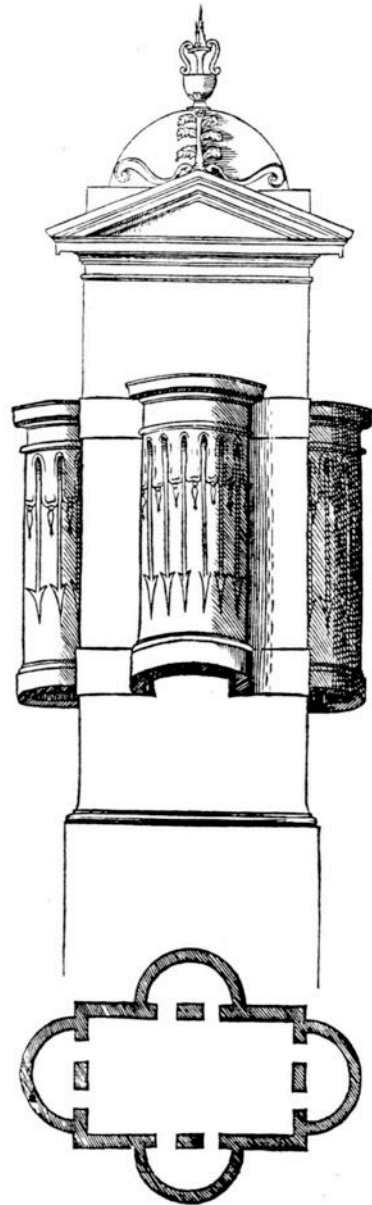
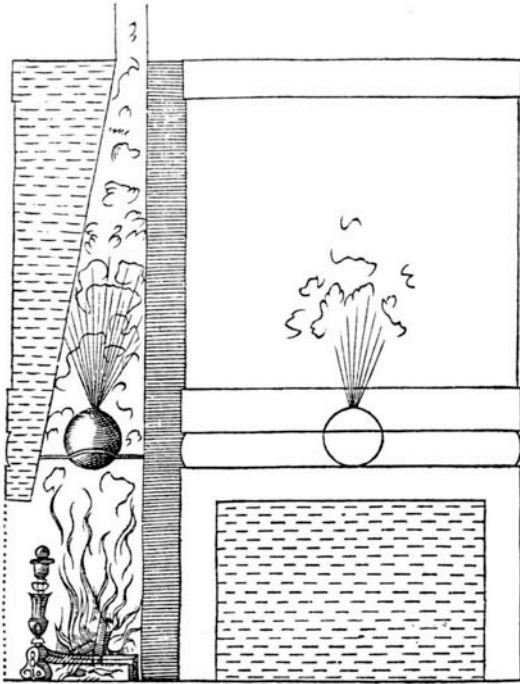
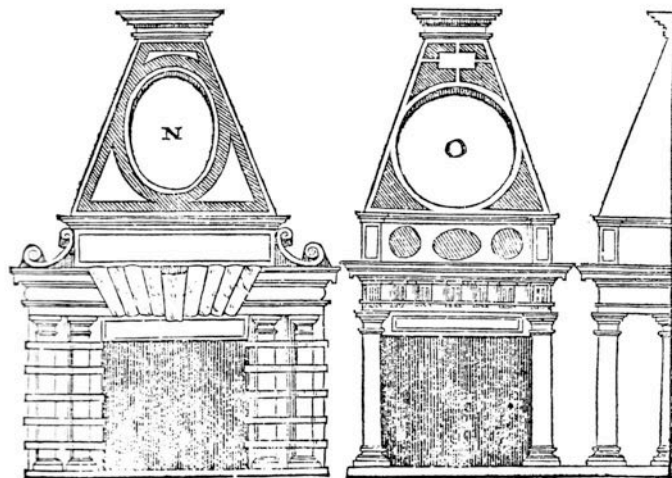
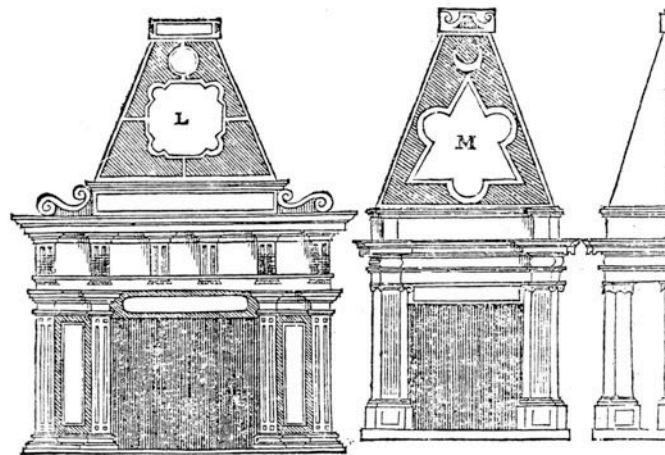
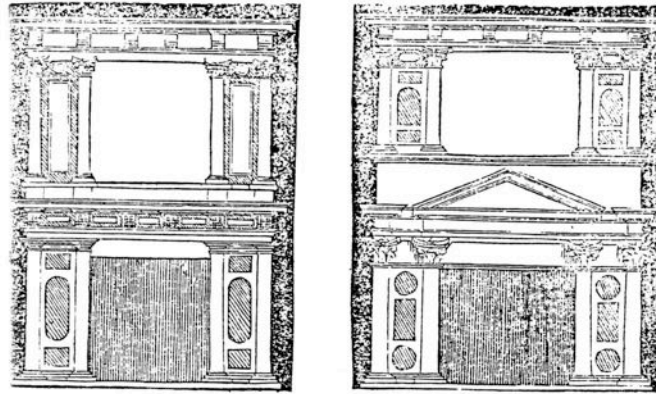
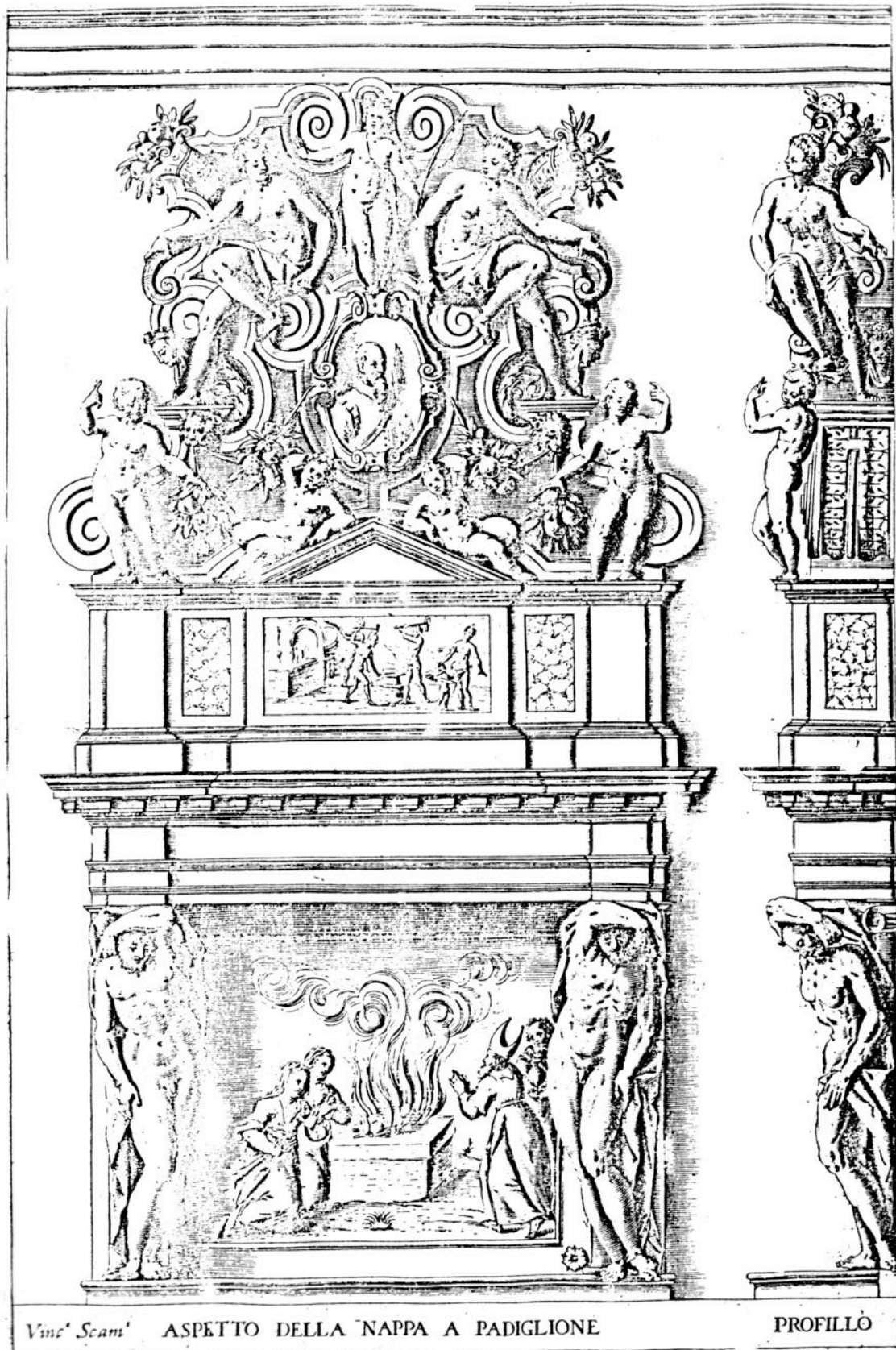


Fig. 45



LIBRO VII.





Vinc' Scam' ASPETTO DELLA NAPPA A PADIGLIONE

PROFILLO

Fig. 48

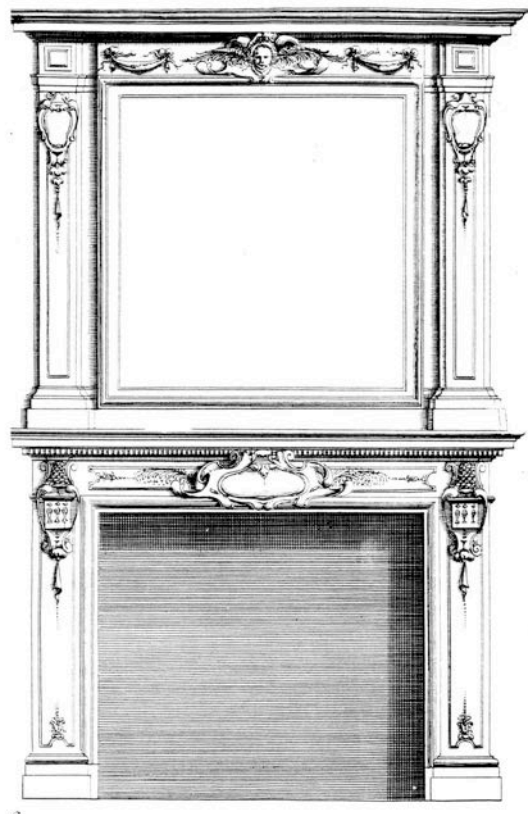
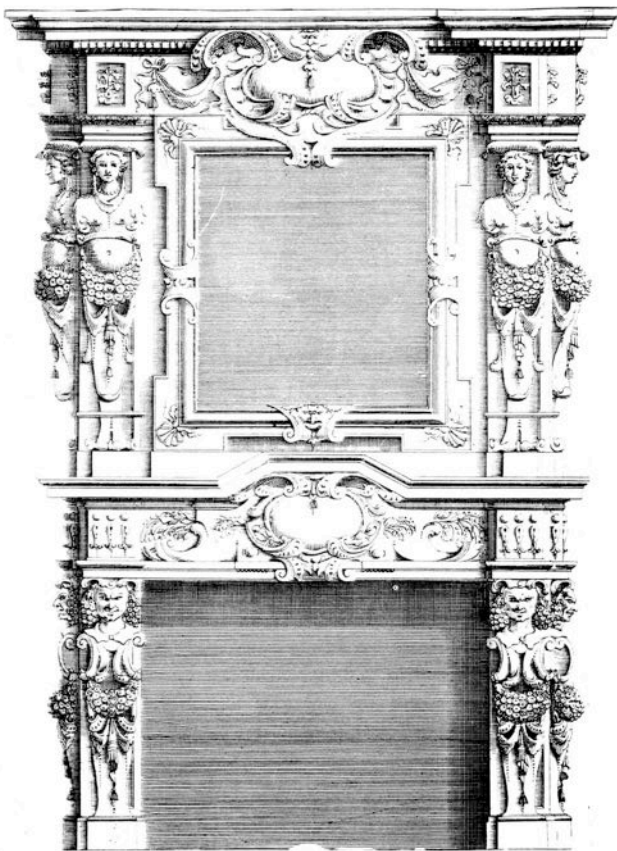
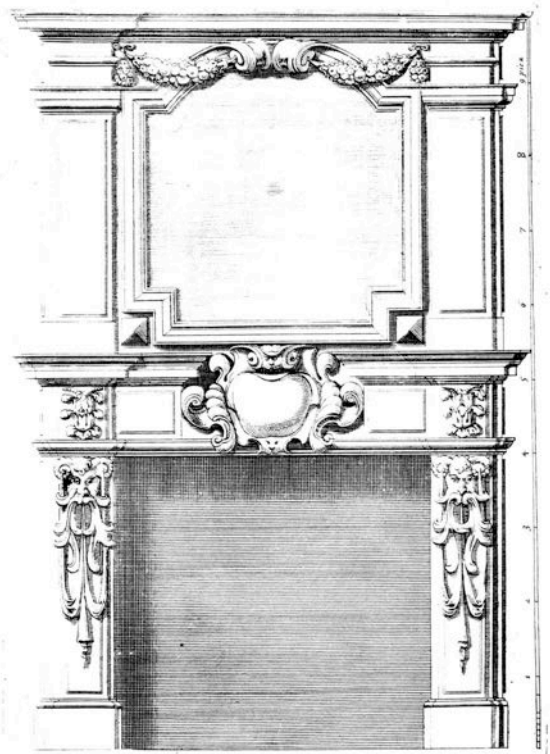
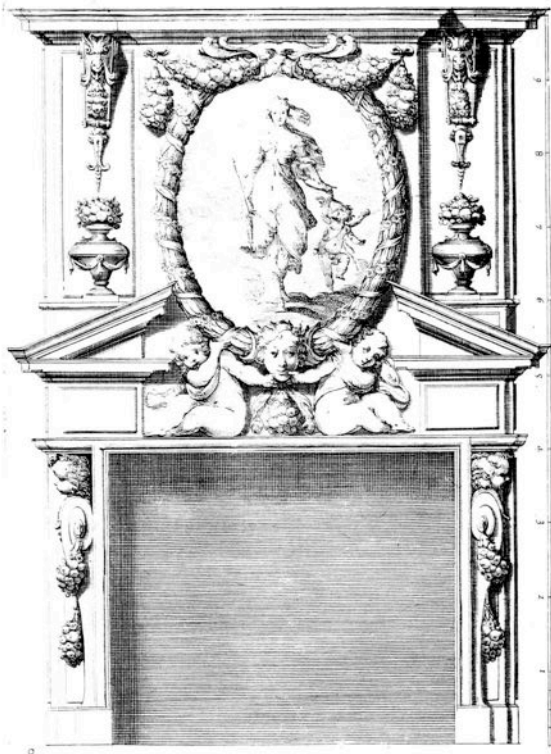


Fig. 94

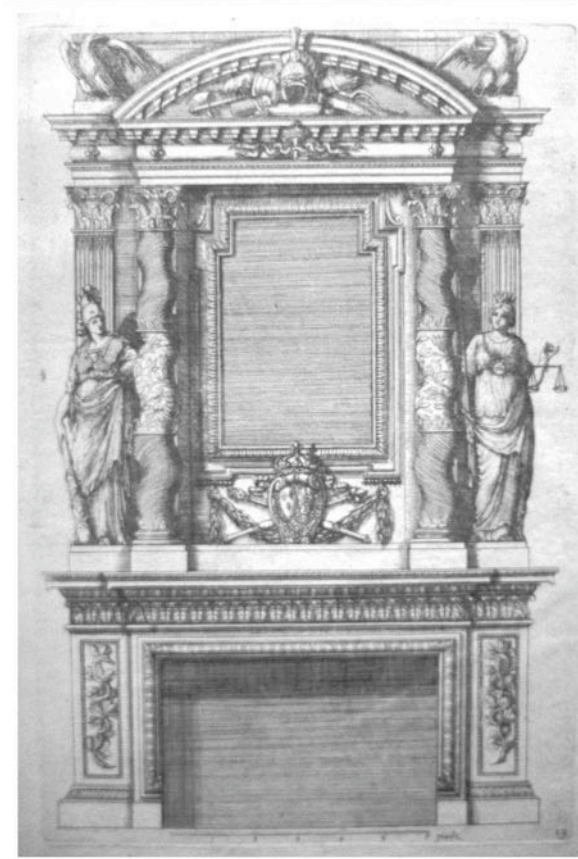
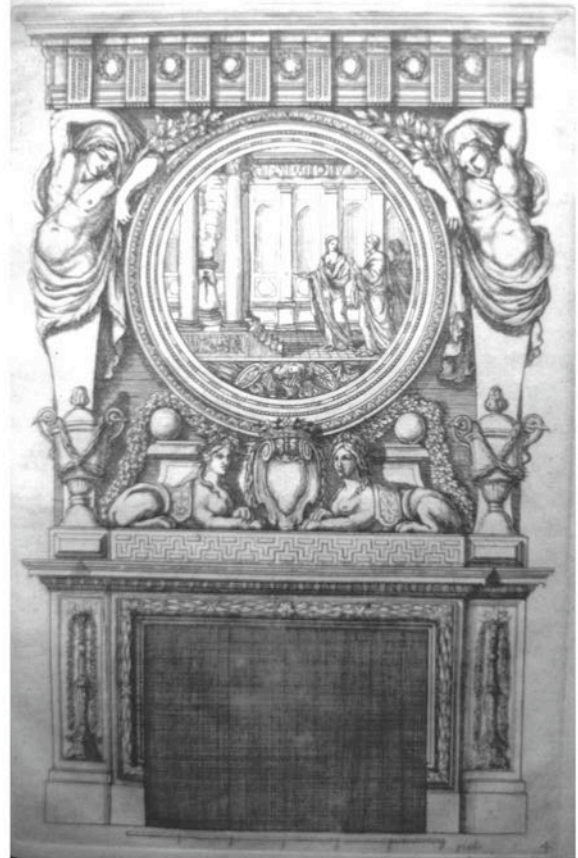
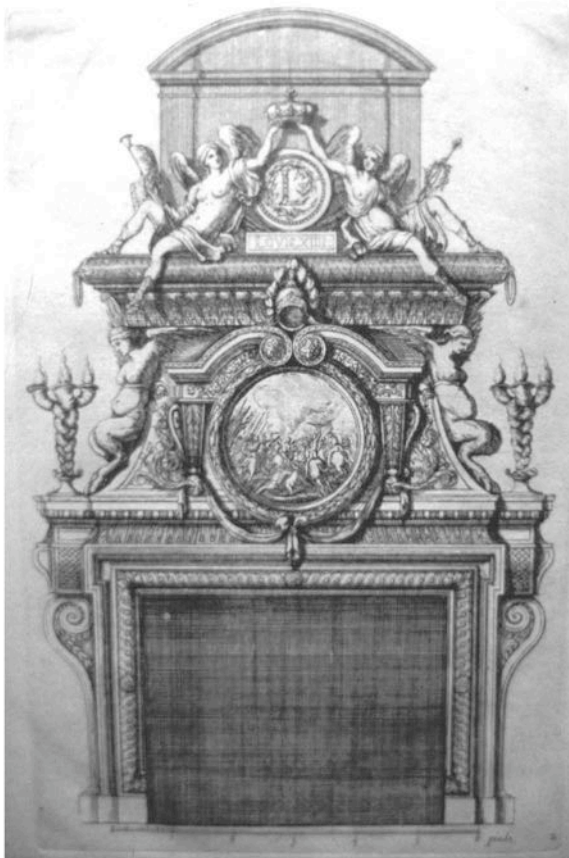


Fig. 50

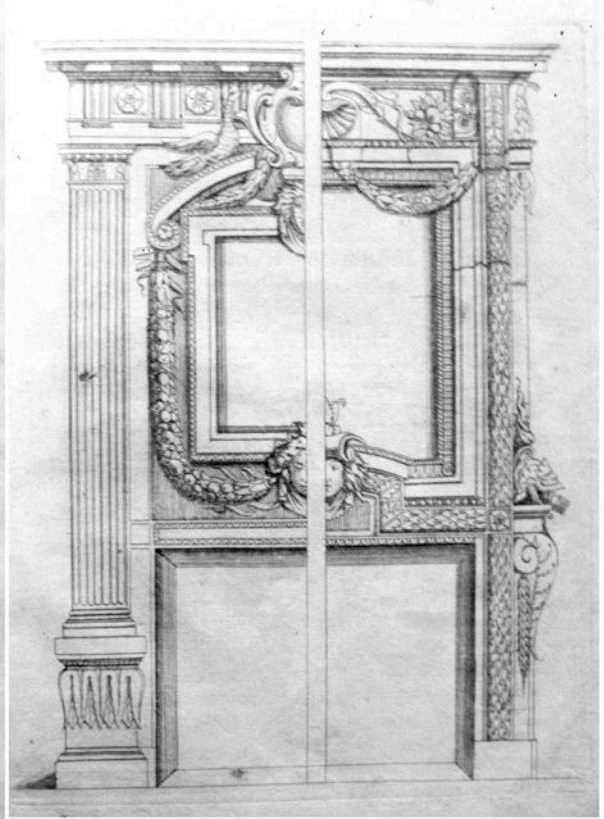
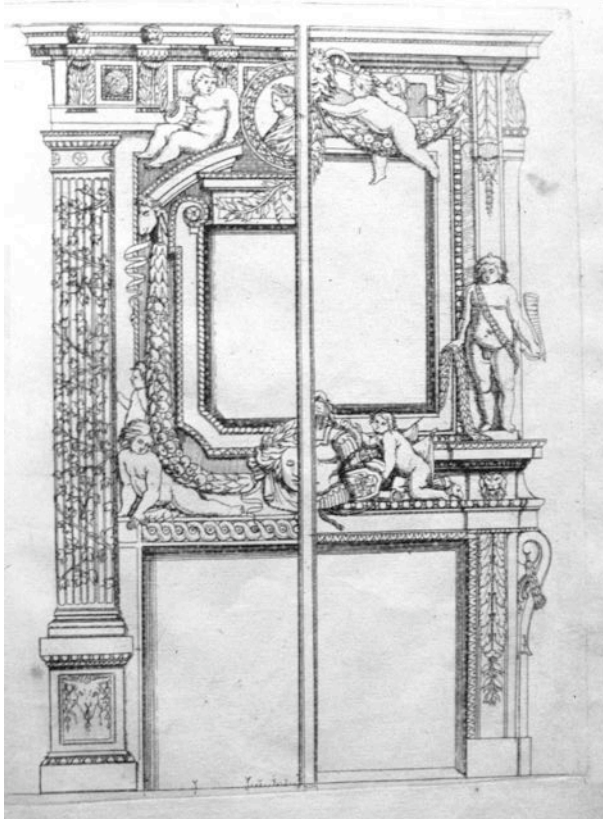
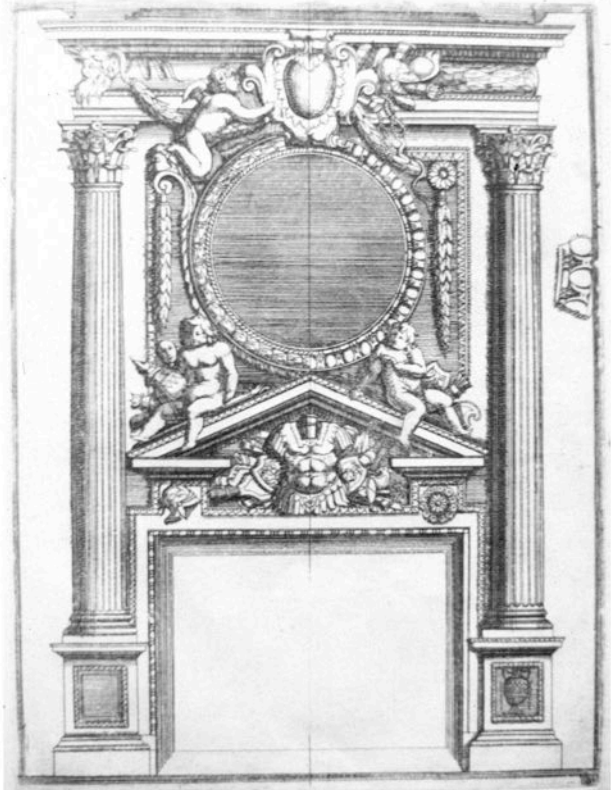
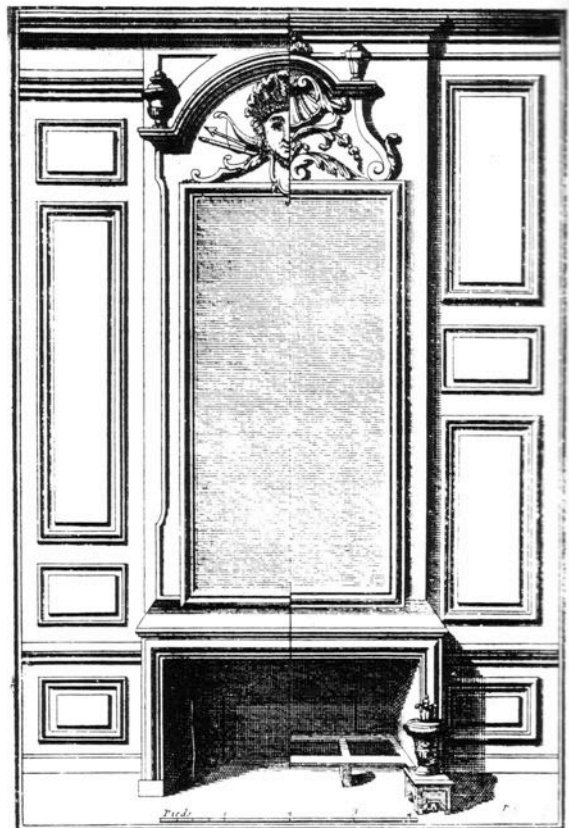
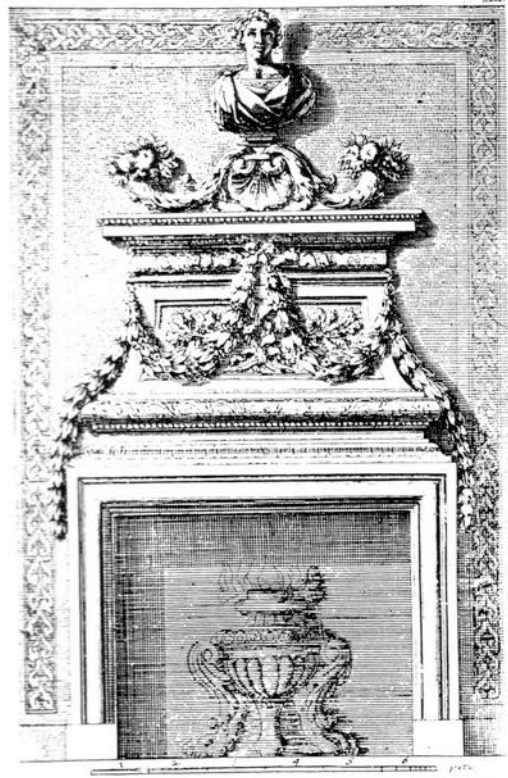
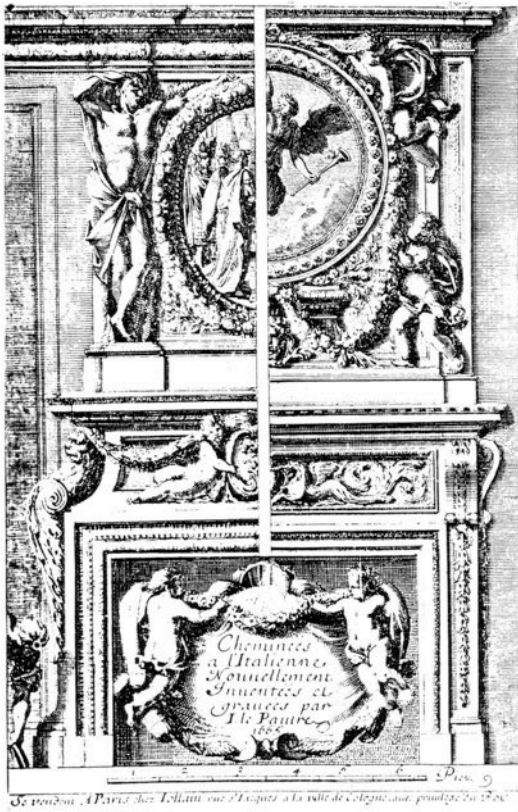


Fig. 51



570 COURS D'ARCHITECTURE

LIVRE IX. CHAP. II. L'on faisoit cy-devant beaucoup de dépense pour la structure & les ornemens des Cheminées des chambres que l'on chargeoit excessivement : Mais presentement on les rend beaucoup plus simples, & l'on les trouve plus belles dans leur simplicité. Un seul chanbranle de marbre vray ou feint, & si l'on veur; Un petit entablement au dessus que l'on remplit de vases de porcelaine avec un cadre sur l'entablement pour un tableau, ou quelque beau bas relief, suffisent pour servir d'ornement aux plus beaux entablemens.

Voicy le dessein d'un chanbranle de Cheminée tiré de Scamozzi qu'il appelle luy-même à la Scamozziane, & qui est en usage parmi nous.

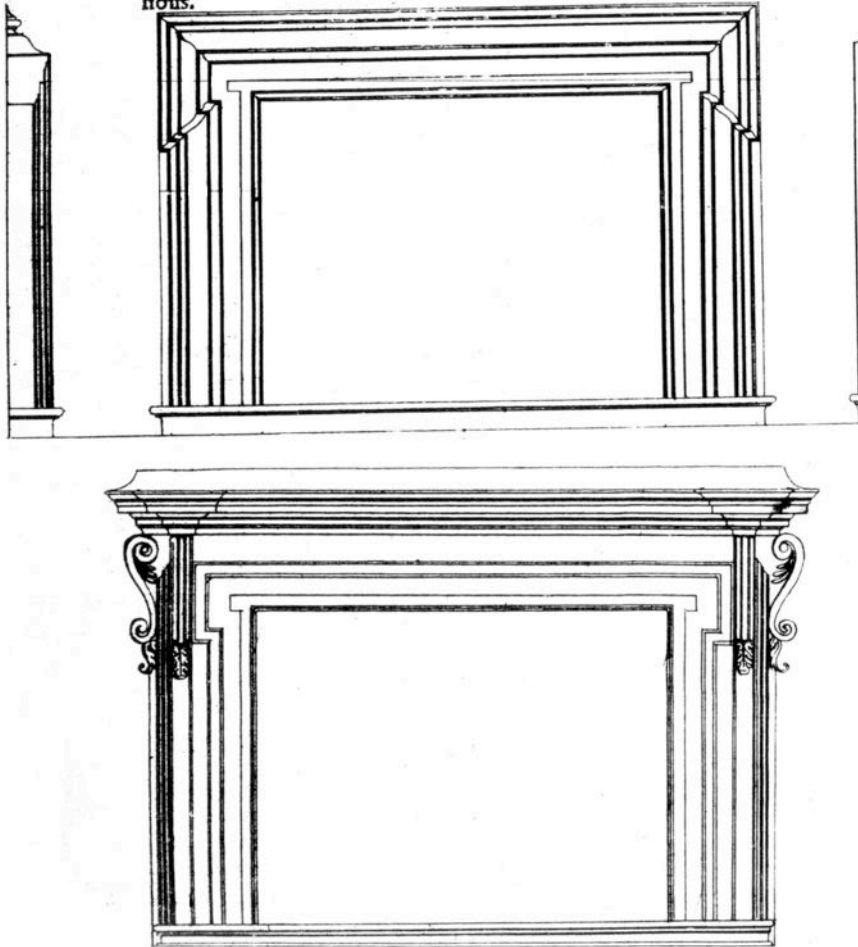


Fig. 53

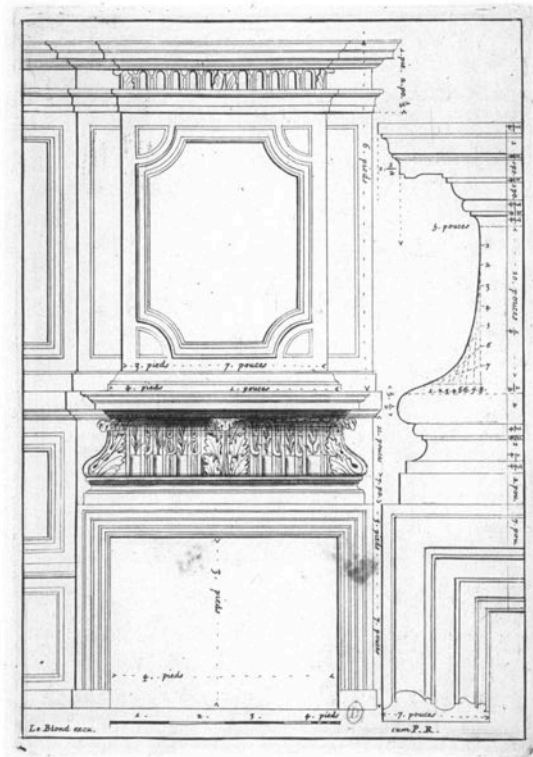
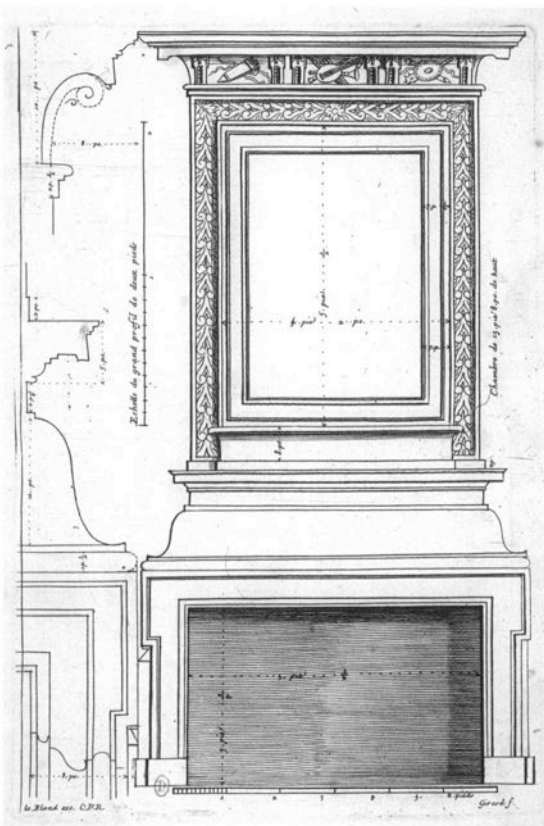
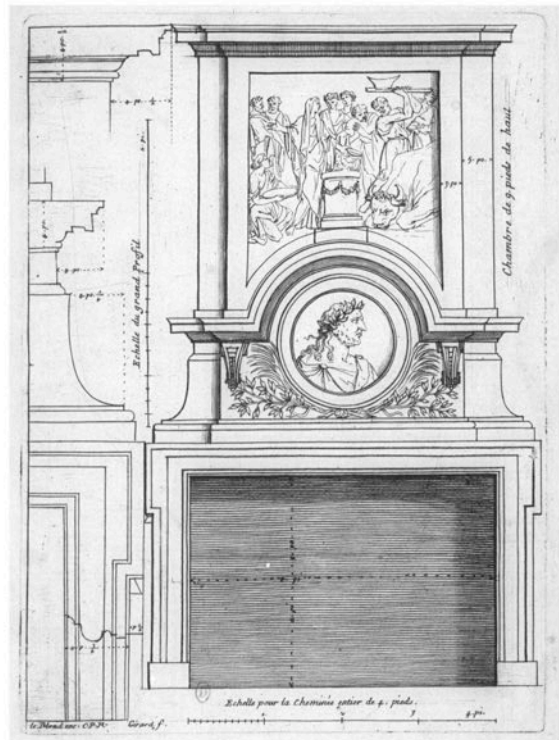
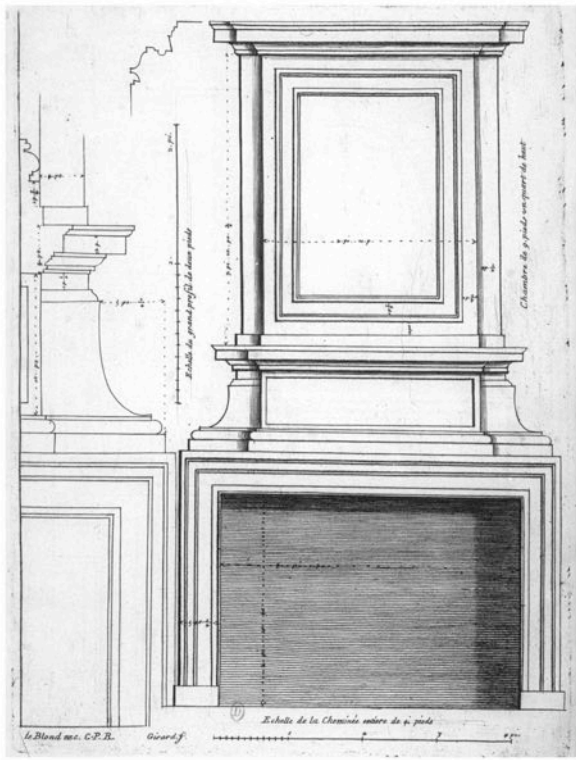


Fig. 54

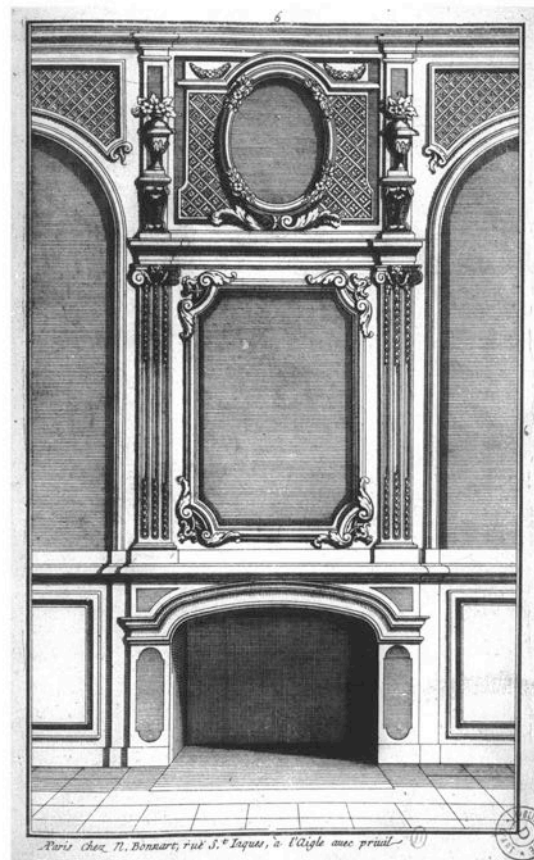
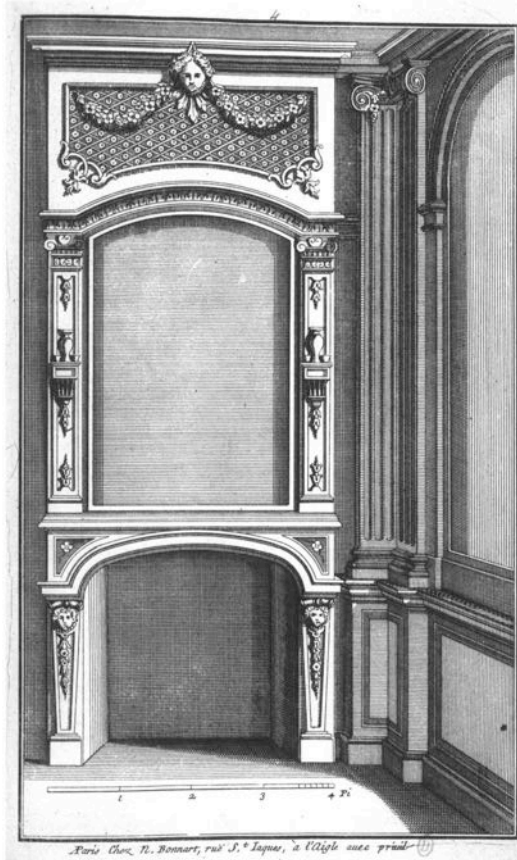
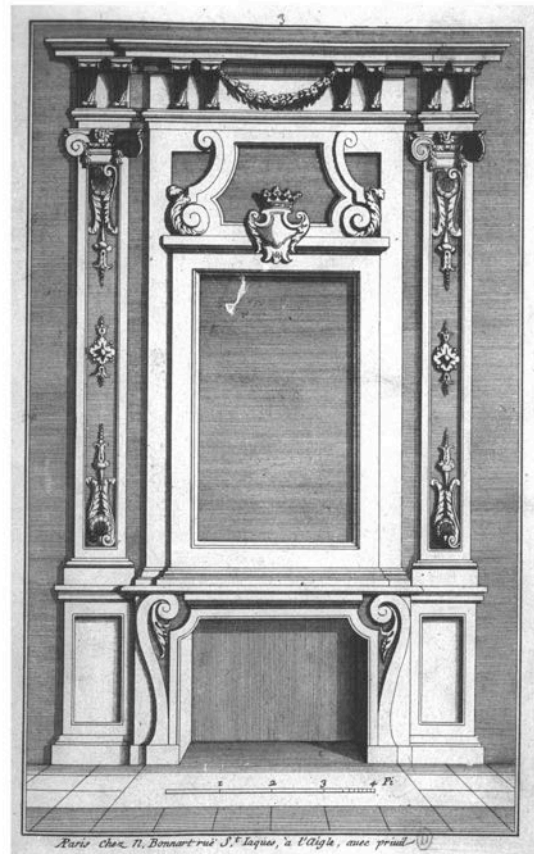
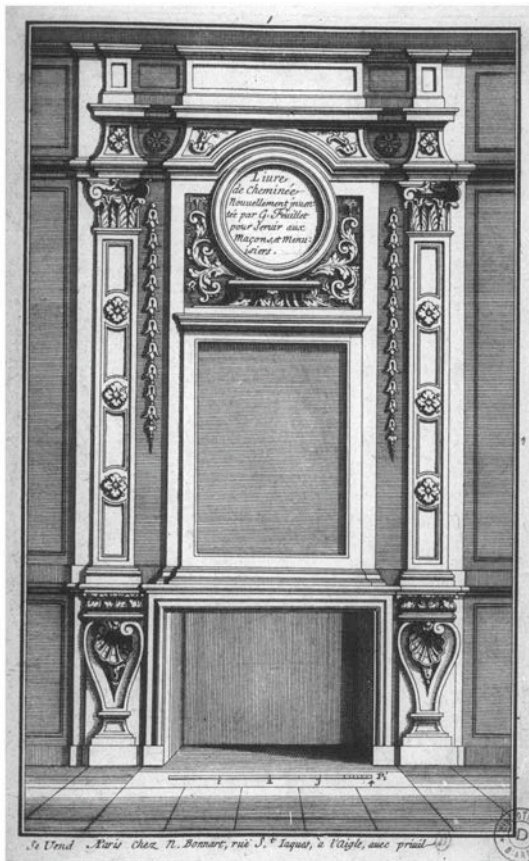


Fig. 55

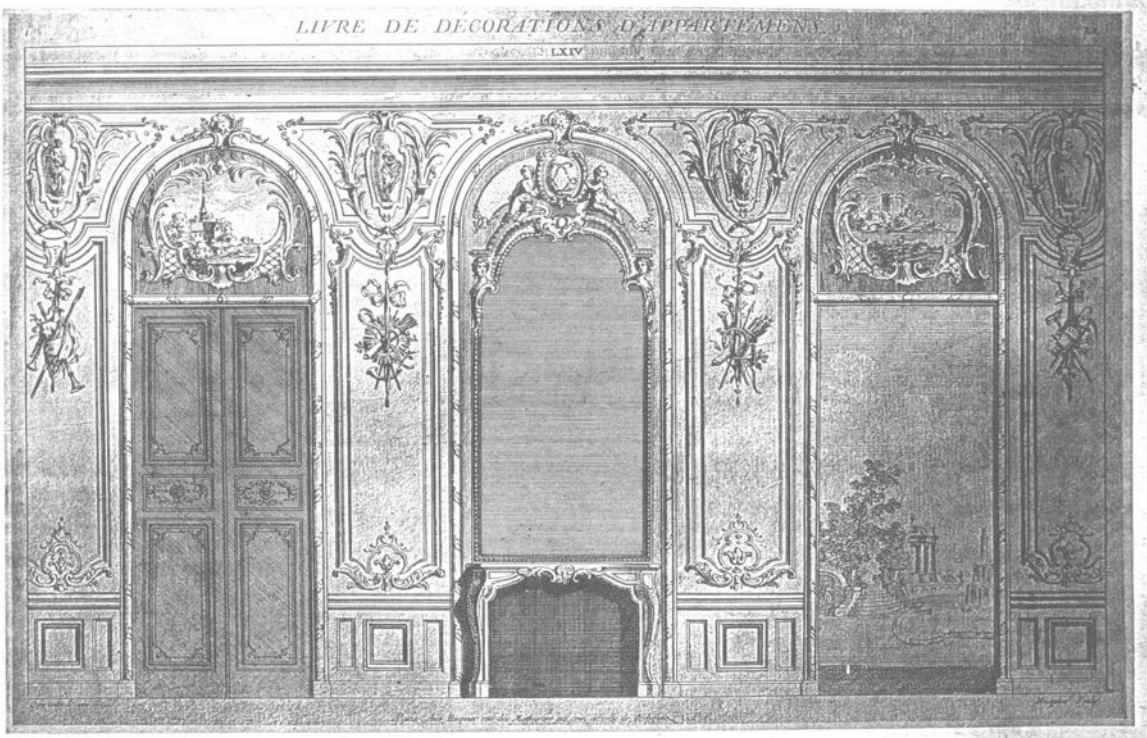
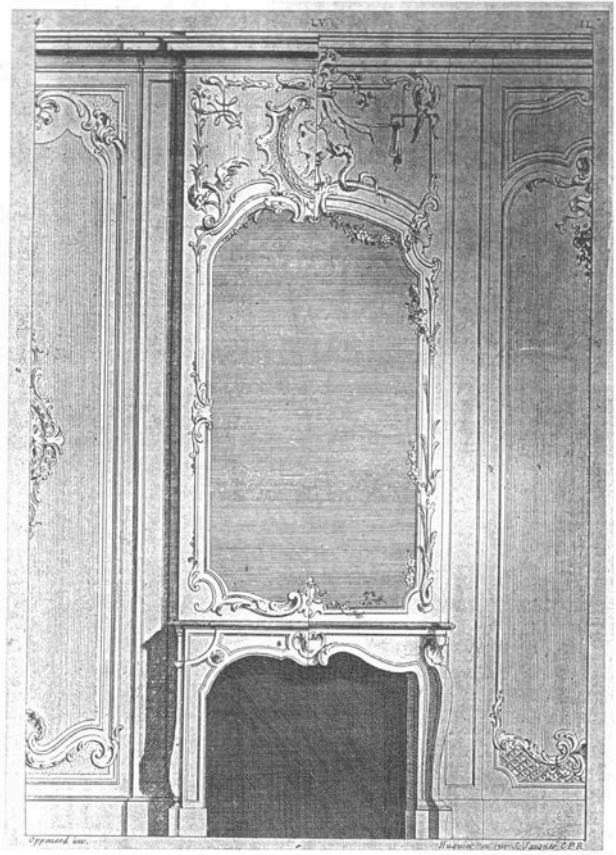
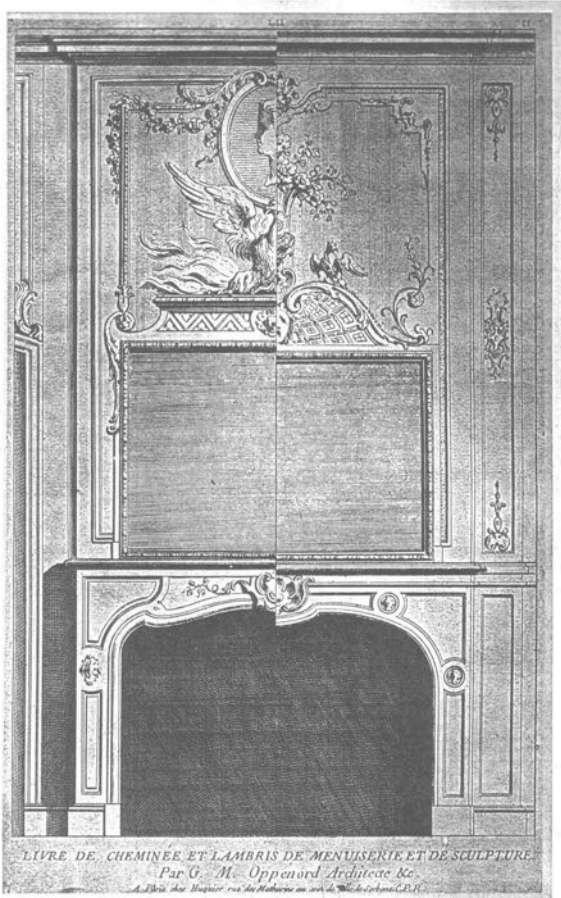


Fig. 56

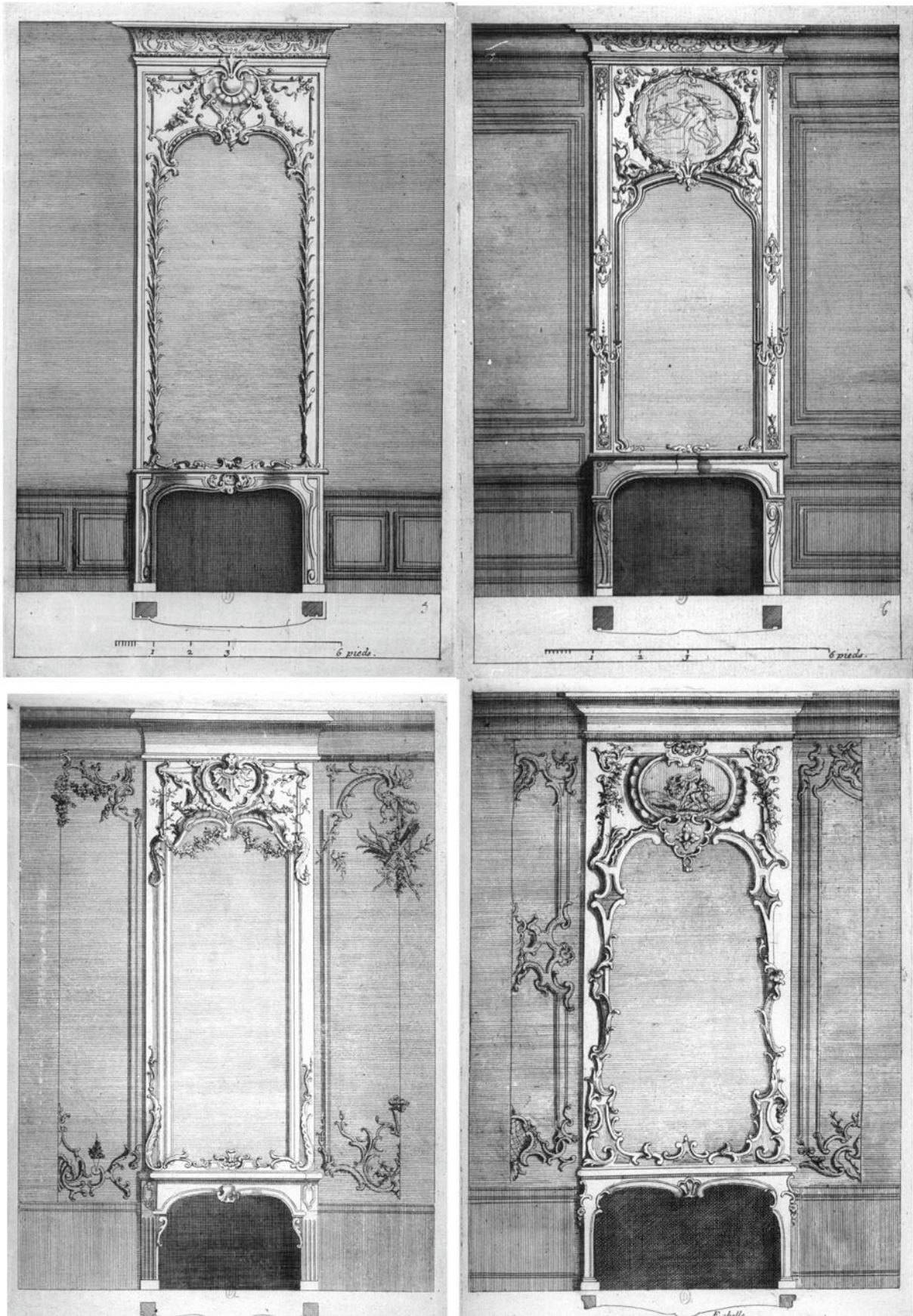


Fig. 57

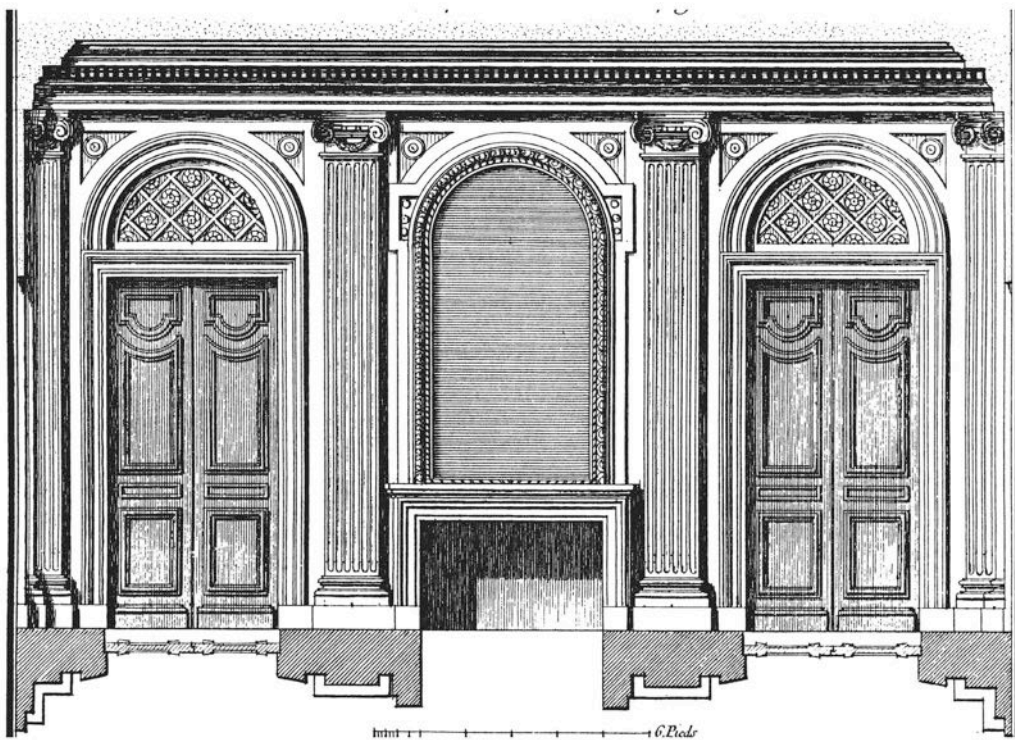
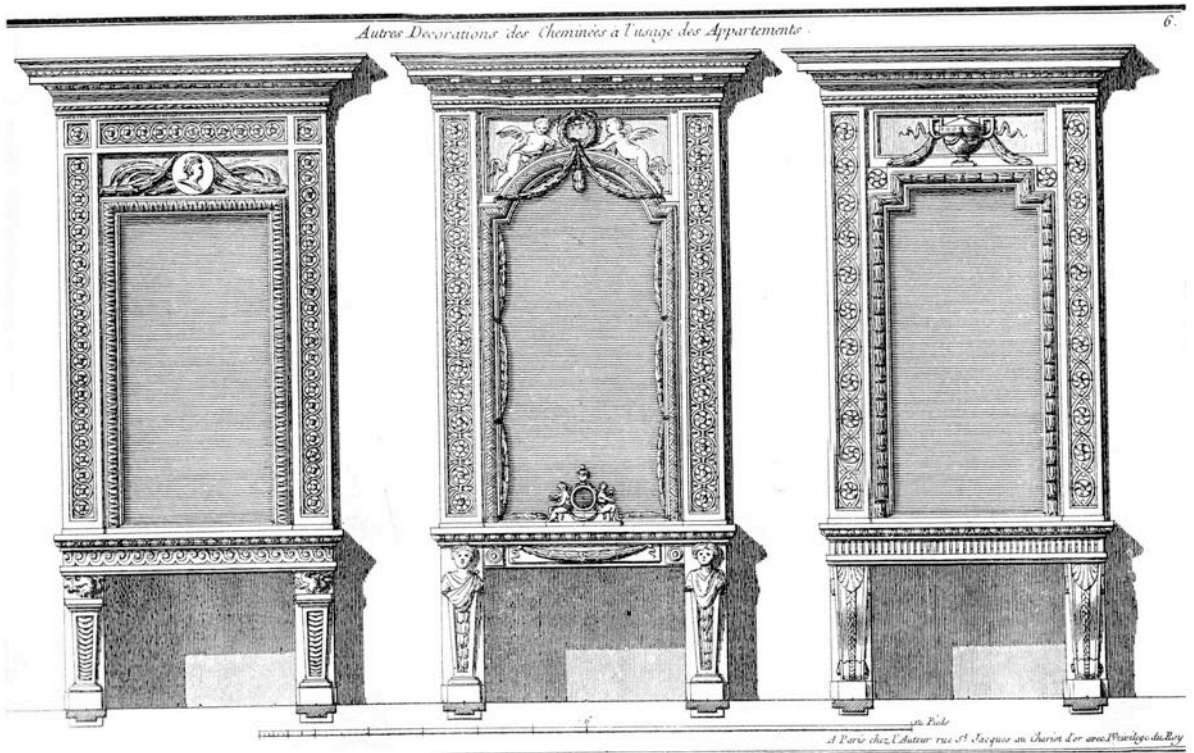


Fig. 58

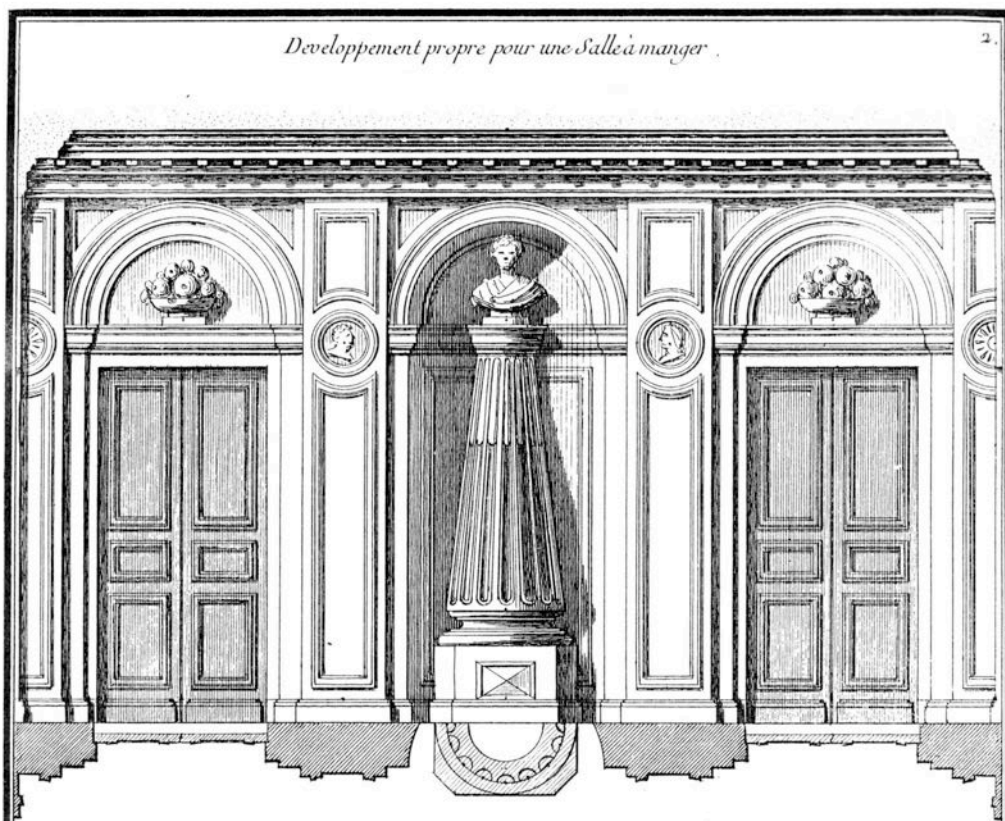
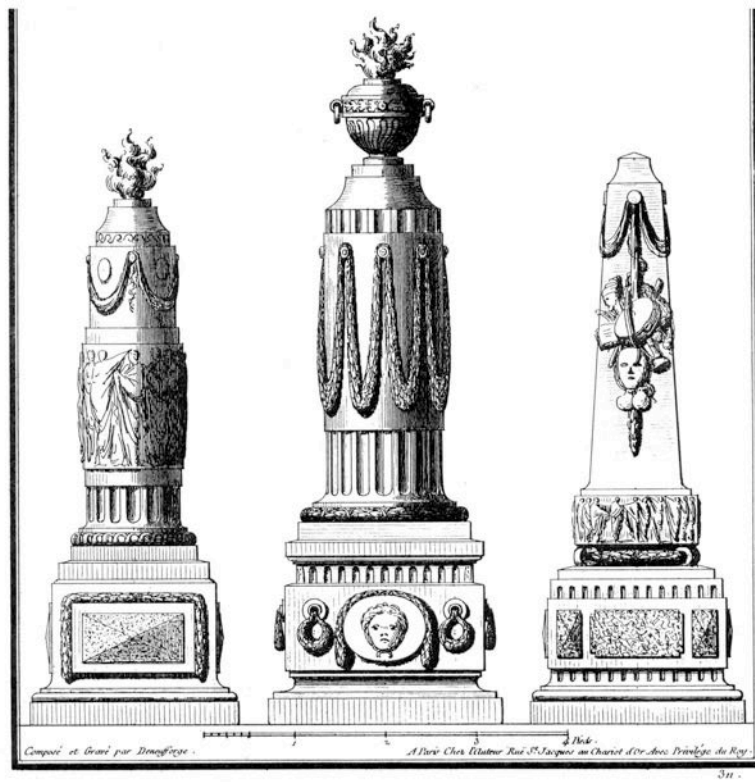


Fig. 59

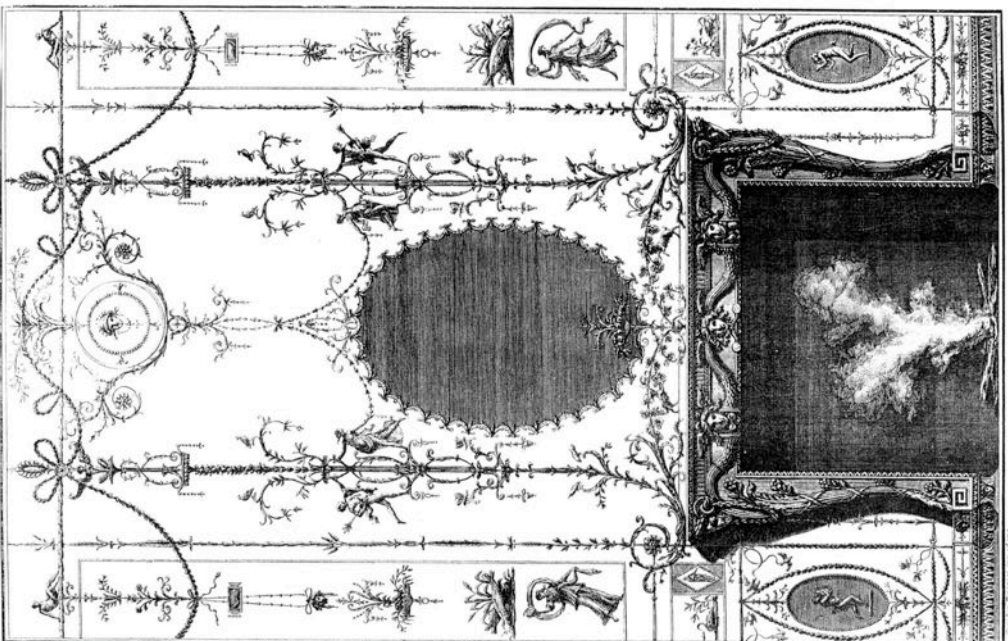
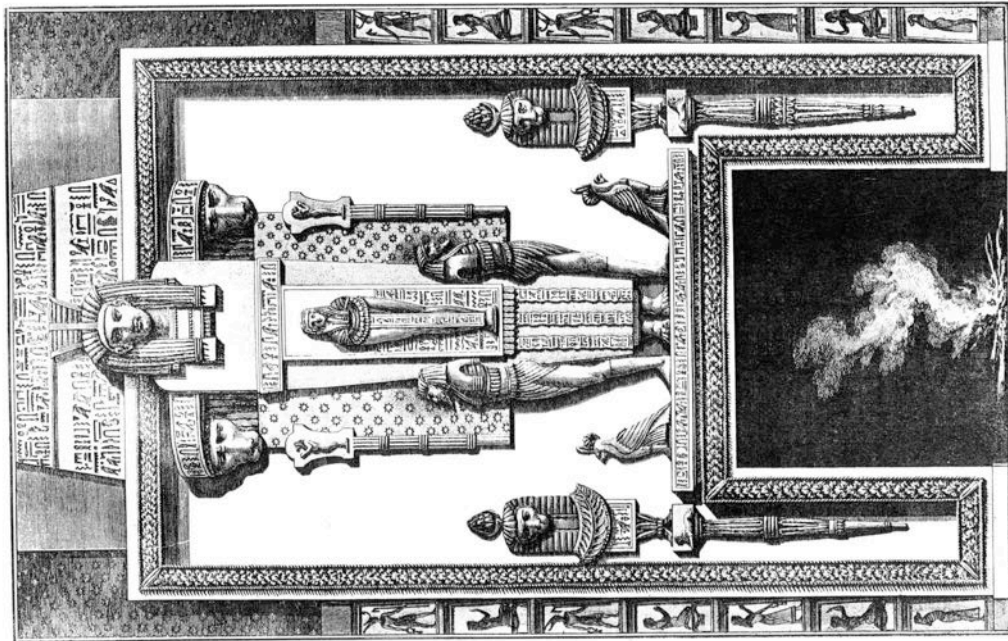
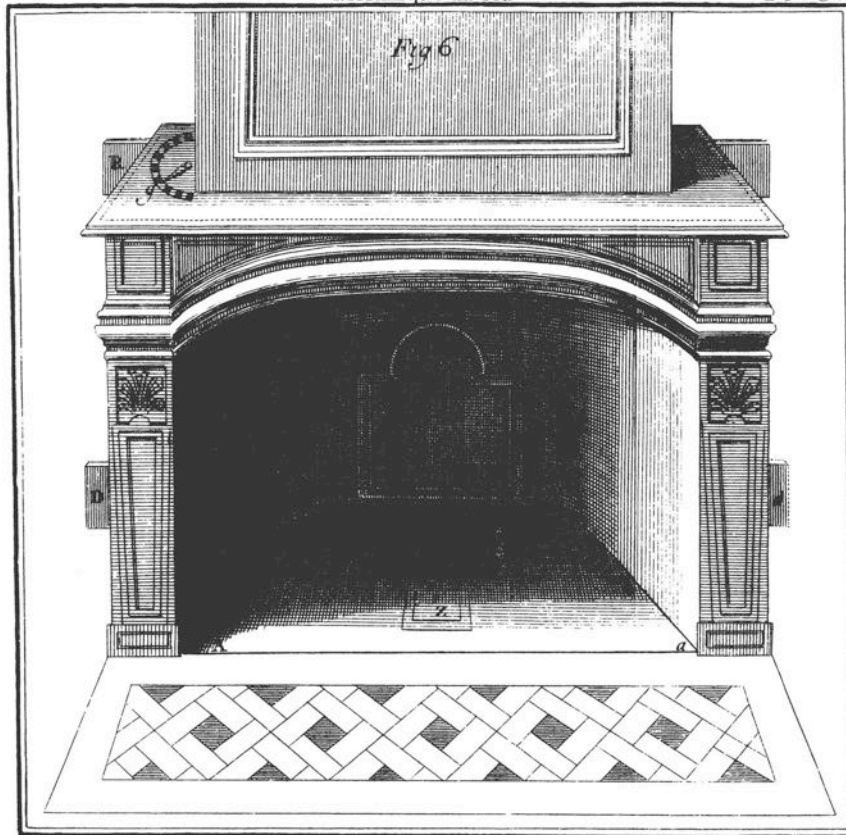


Fig. 60

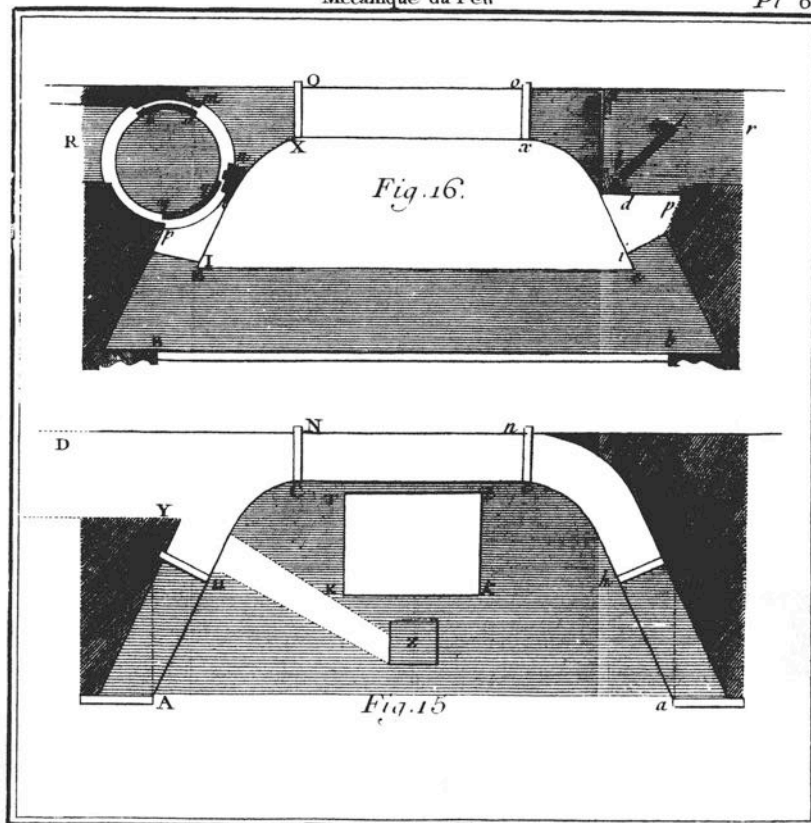
Mecanique du feu

Pl. 3.



Mecanique du Feu

Pl 6^e



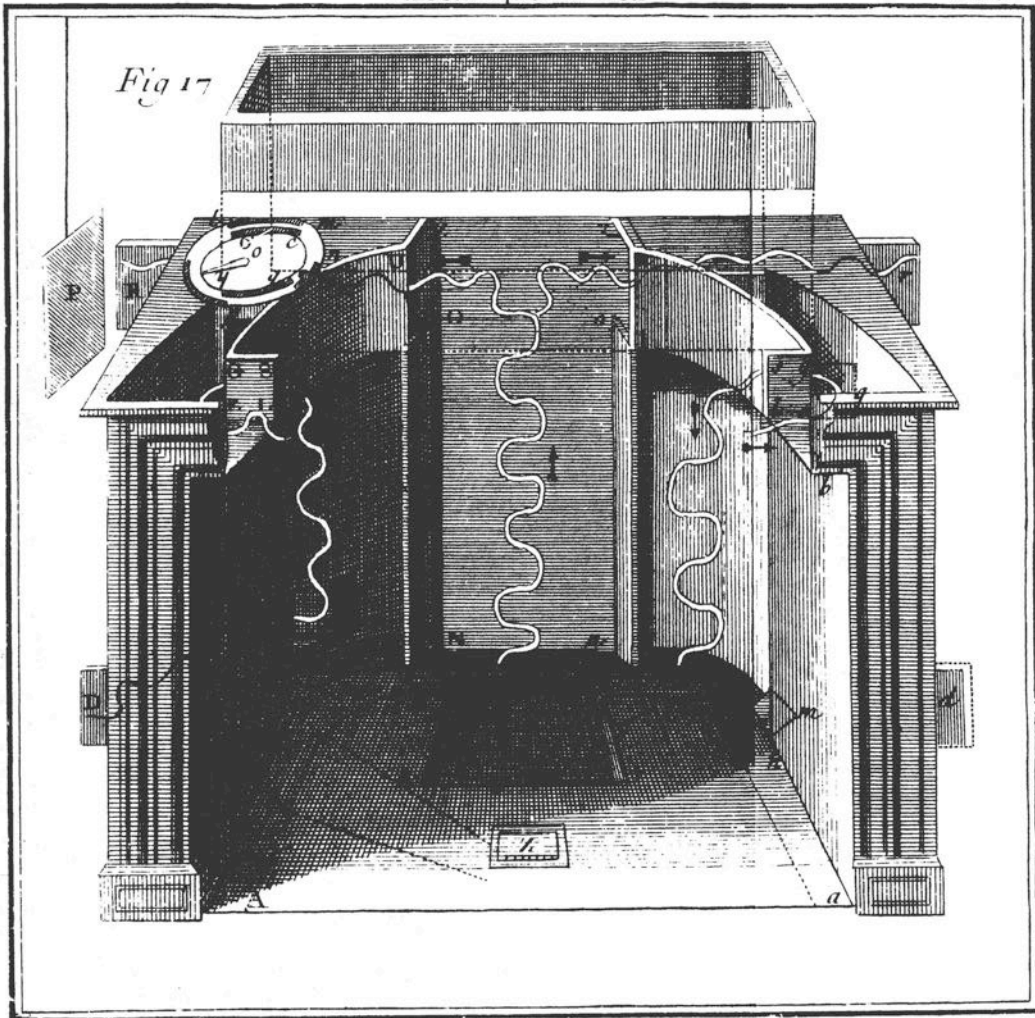
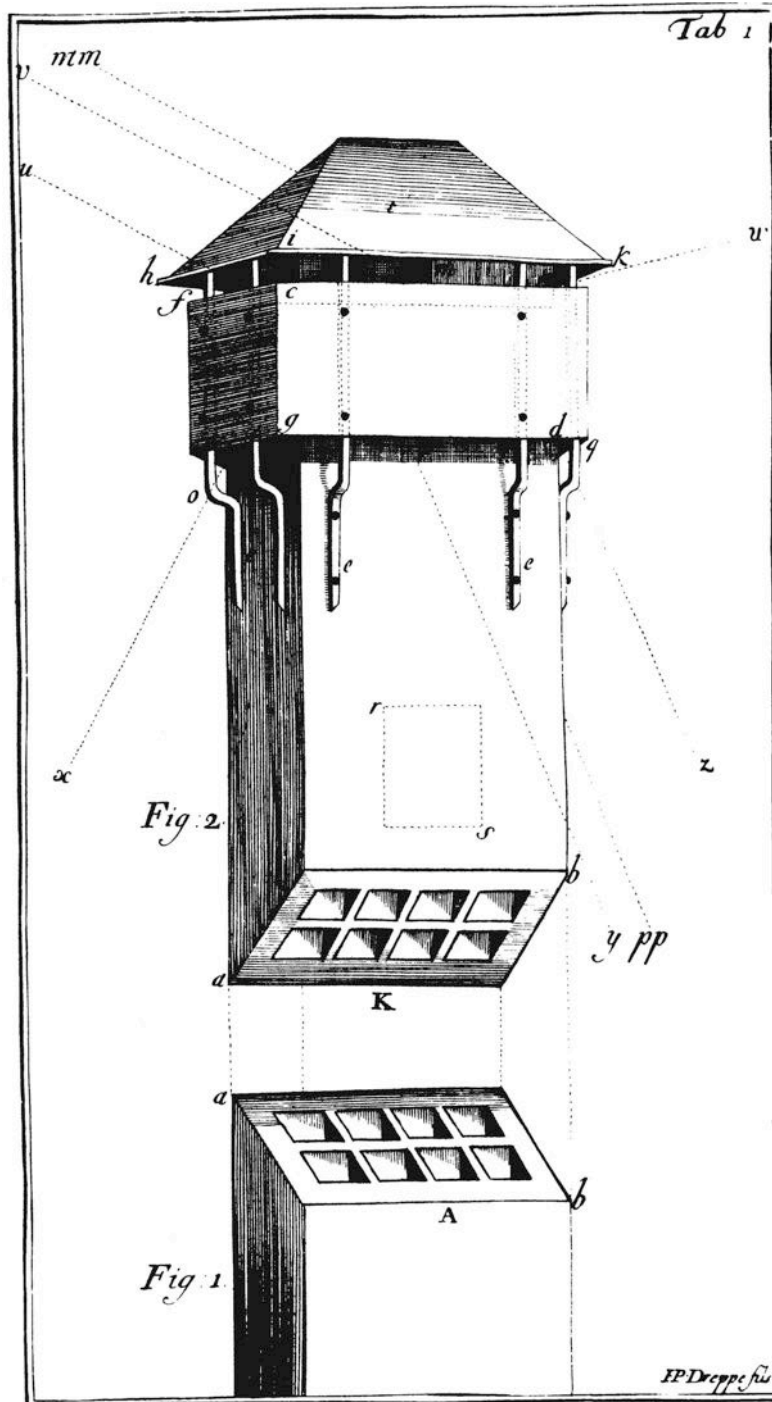
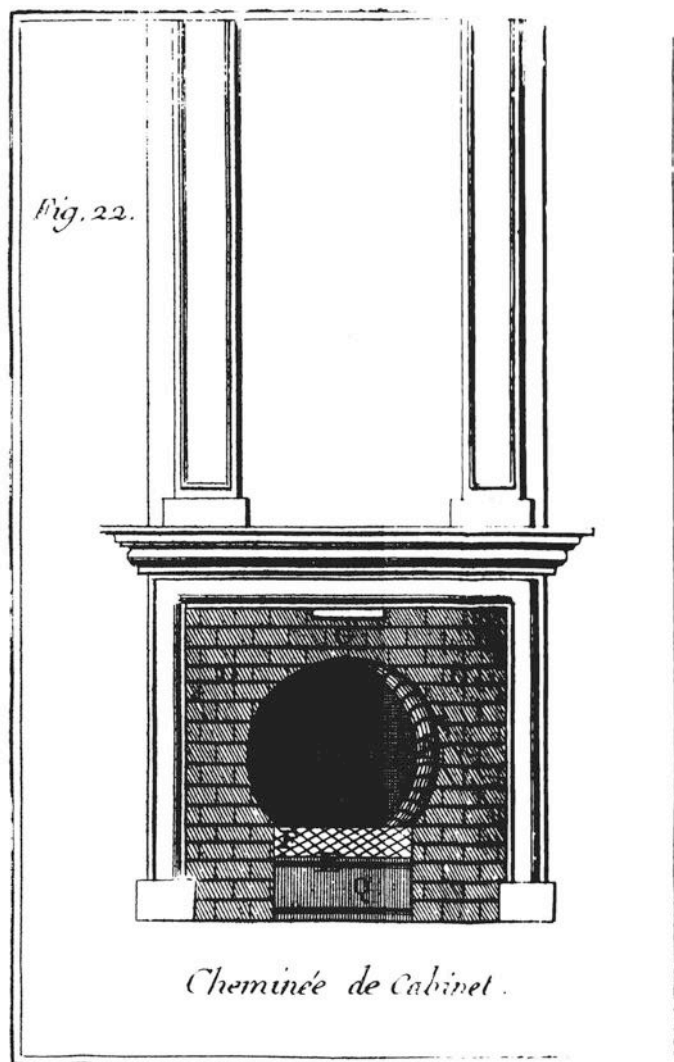


Fig. 68





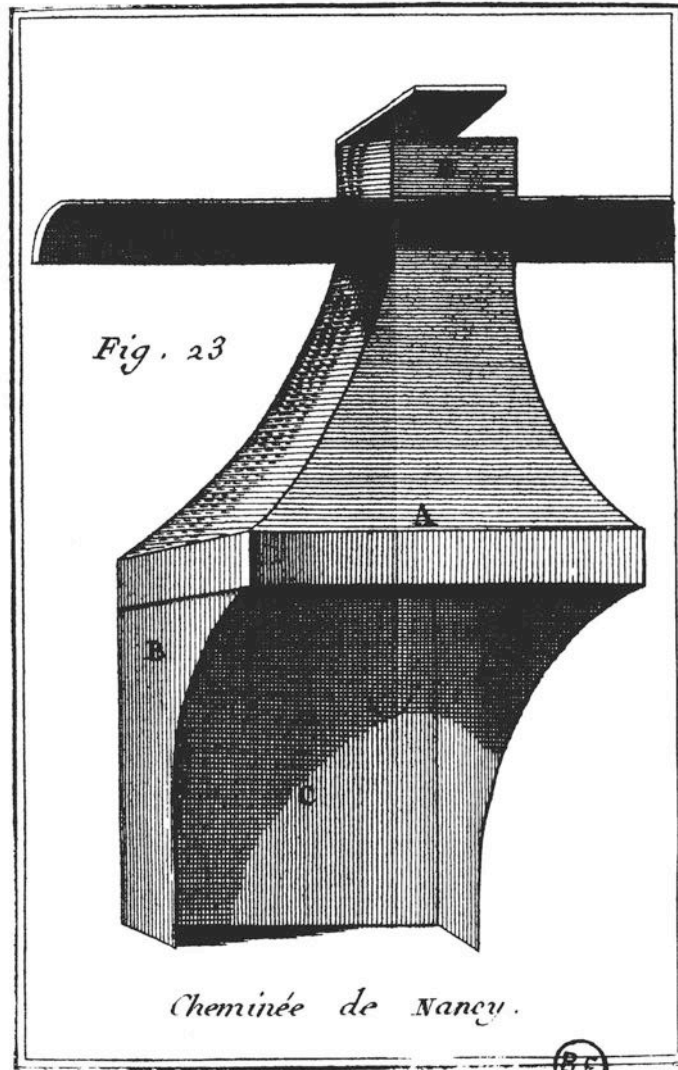
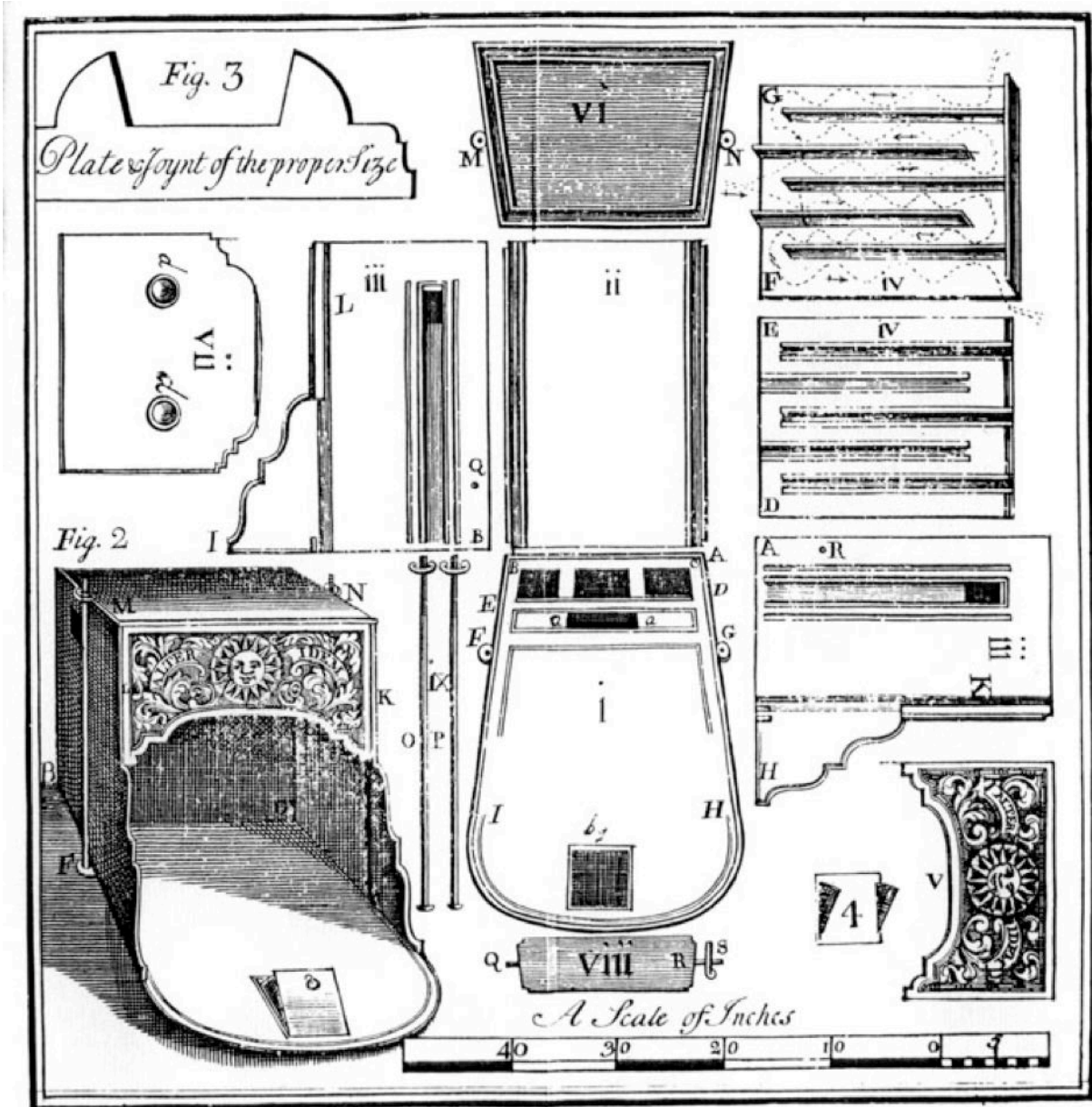


Fig. 66



EXPLANATION of the PLATE,
Referring to the Pages where the several Parts
are describ'd, or their Uses shewn.

	<i>Page</i>
i <i>The Bottom Plate</i>	14
ii <i>The Back Plate</i>	14
iii <i>The two Side Plates</i>	14
iv <i>The two Plates that make up the Air-Box</i>	15
v <i>The Front Plate</i>	15
vi <i>The Top Plate</i>	15
vii <i>The Shutter or Slider</i>	15, 20, 21, 22
viii <i>The Register</i>	16, 21, 22
Fig 2. <i>The Fire-Place put together</i>	16, 39
3. <i>The Section of a Fragment of a Plate, shew- ing the quarter-round Regulets that make the joints</i>	14
4. <i>The Blower, (Bottom upwards)</i>	21
O P <i>The two Screw Rods</i>	14
† † <i>With the prick'd Lines, shew the Course of the Air thro' the Windings of the Air-Box.</i>	
<i>The Capital Letters show the corresponding Parts of the several Plates.</i>	



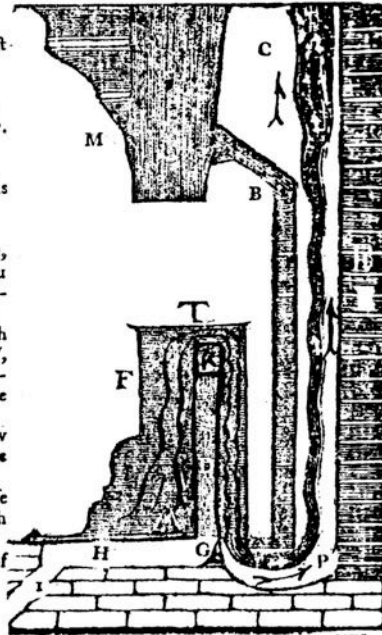
On the DEVICE of the NEW FIRE-PLACE,
A SUN; *with this Motto, ALTER IDEM.*
i.e. A second Self; or, Another, the same.
By a Friend.

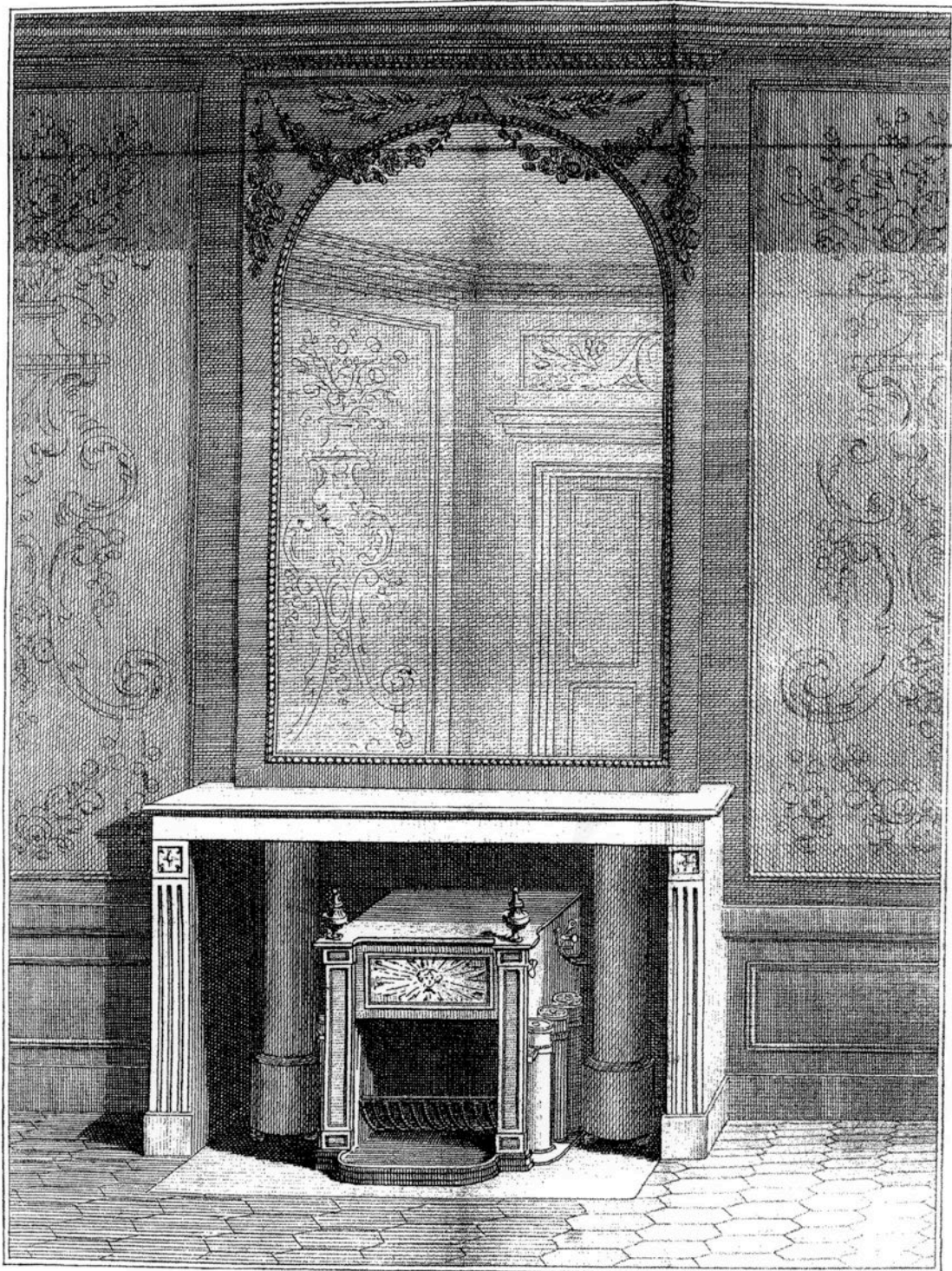
ANOTHER Sun! — 'tis true; — but not THE SAME.
Alike, I own, in Warmth and genial Flame:
But, more obliging than his elder Brother,
This will not scorch in Summer, like *the other*;
Nor, when sharp *Boreas* chills our shiv'ring Limbs,
Will *this Sun* leave us for more Southern Climes;
Or, in long Winter Nights, forsake us here,
To cheer new Friends in t'other Hemisphere:
But, faithful still to us, this *new Sun's* Fire,
Warmus when we please, and just as we desire.



*PROFILE of the Chimney and
FIRE-PLACE.*

- M* The Mantle-piece or Breast-
of the Chimney.
- C* The Funnel.
- E* The false Back & Clofing.
- E* True Back of the Chimney.
- T* Top of the Fire-place.
- F* The Front of it.
- A* The Place where the Fire is
made.
- D* The Air-Box.
- K* The Hole in the Side-plate,
thro' which the warm'd Air
is discharg'd out of the Air-
Box into the Room.
- H* The Hollow fill'd with fresh
Air, entering at the Passage *I*,
and ascending into the Air-
Box thro' the Air-hole in the
Bottom-plate near
- C* The Partition in the Hollow
to keep the Air and Smoke
apart.
- P* The Passage under the false
Back and Part of the Hearth
for the Smoke.
- ↑↑↑↑↑ The Course of
the Smoke.





Dessiné et Gravé par J. Ramezotte O. ord. de Monsieur

PETT FOYER DU SIEUR DESARNOD.

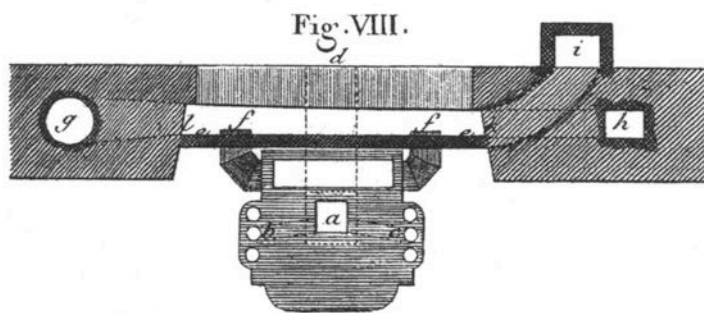
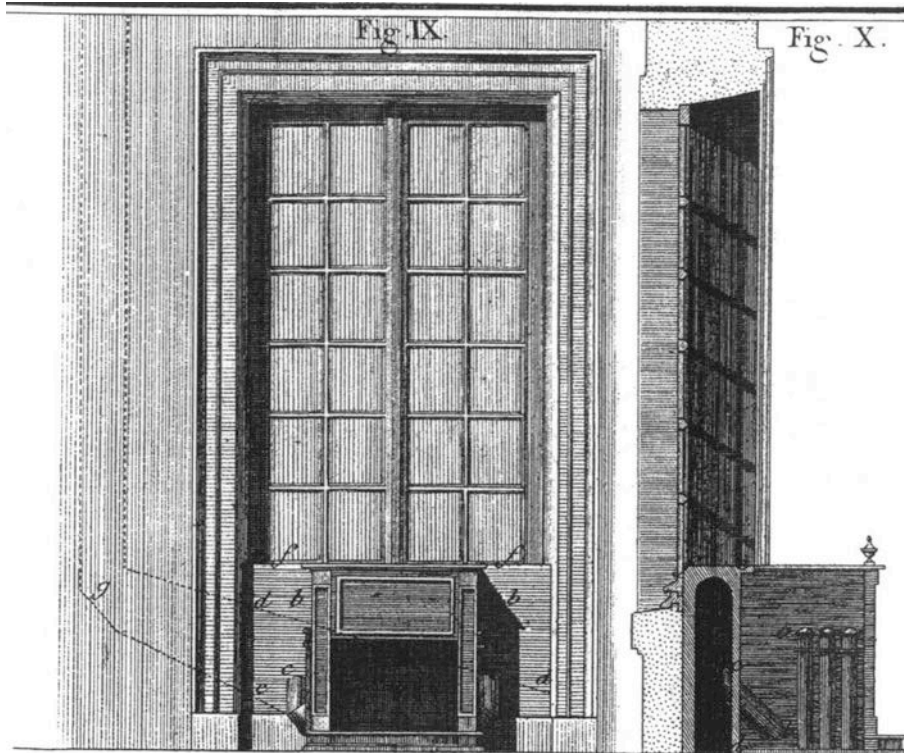


Fig. 70

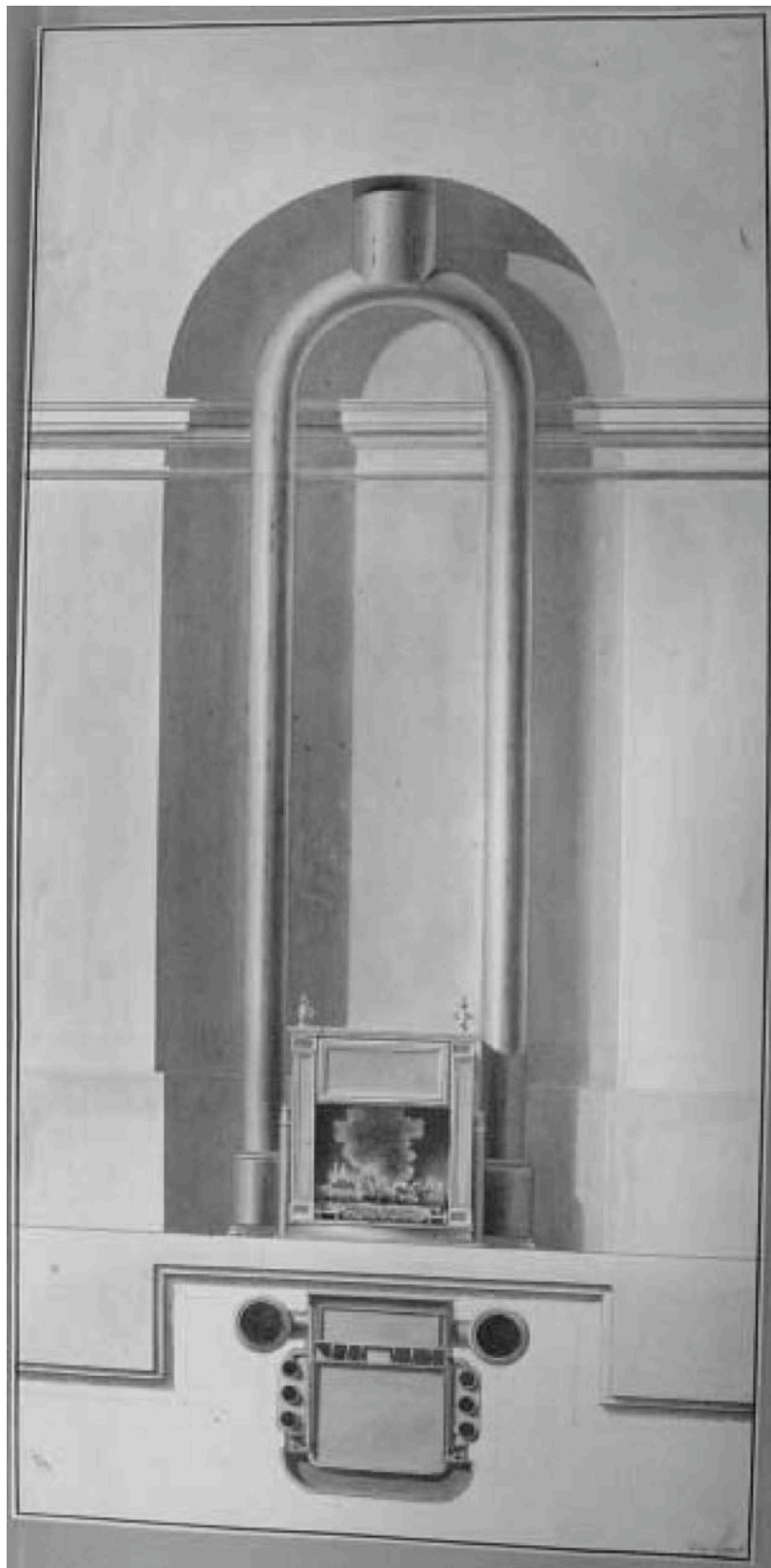


Fig. 2.

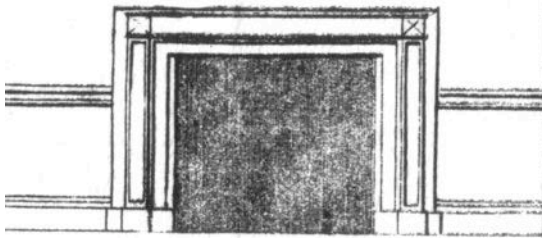
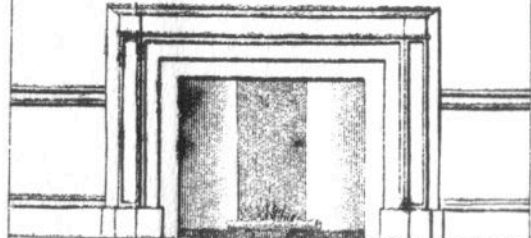


Fig. 4.



m A m

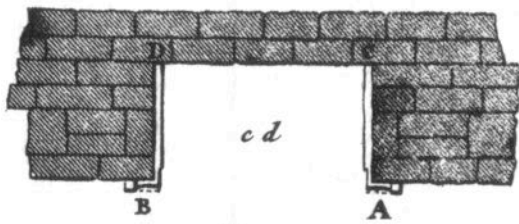


Fig. 1.

Ech. de 0 1 2 3 4 6 P.

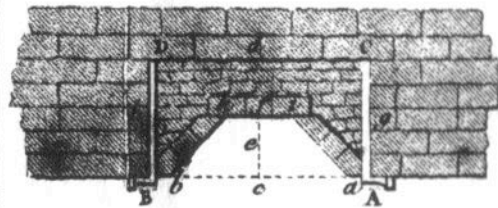
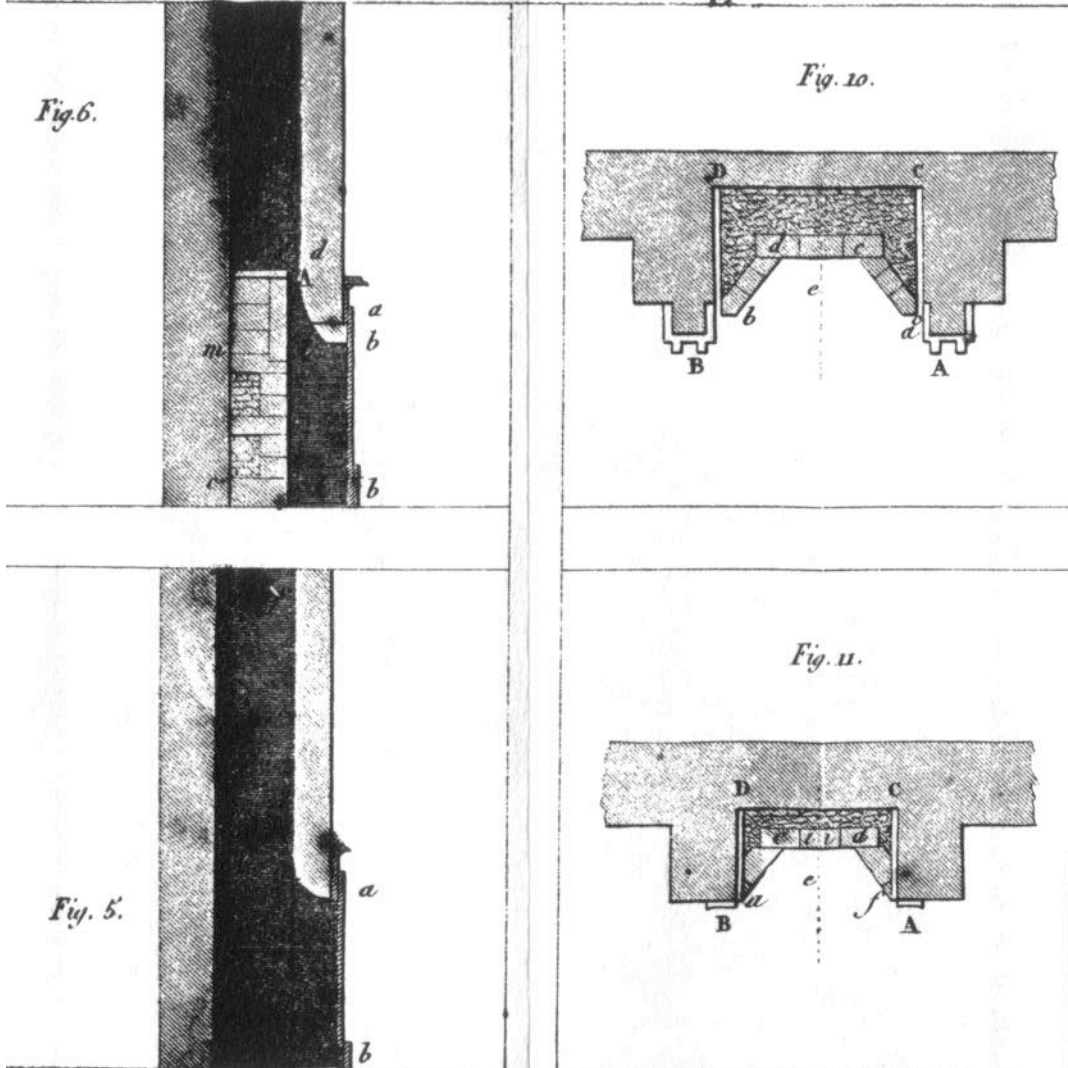
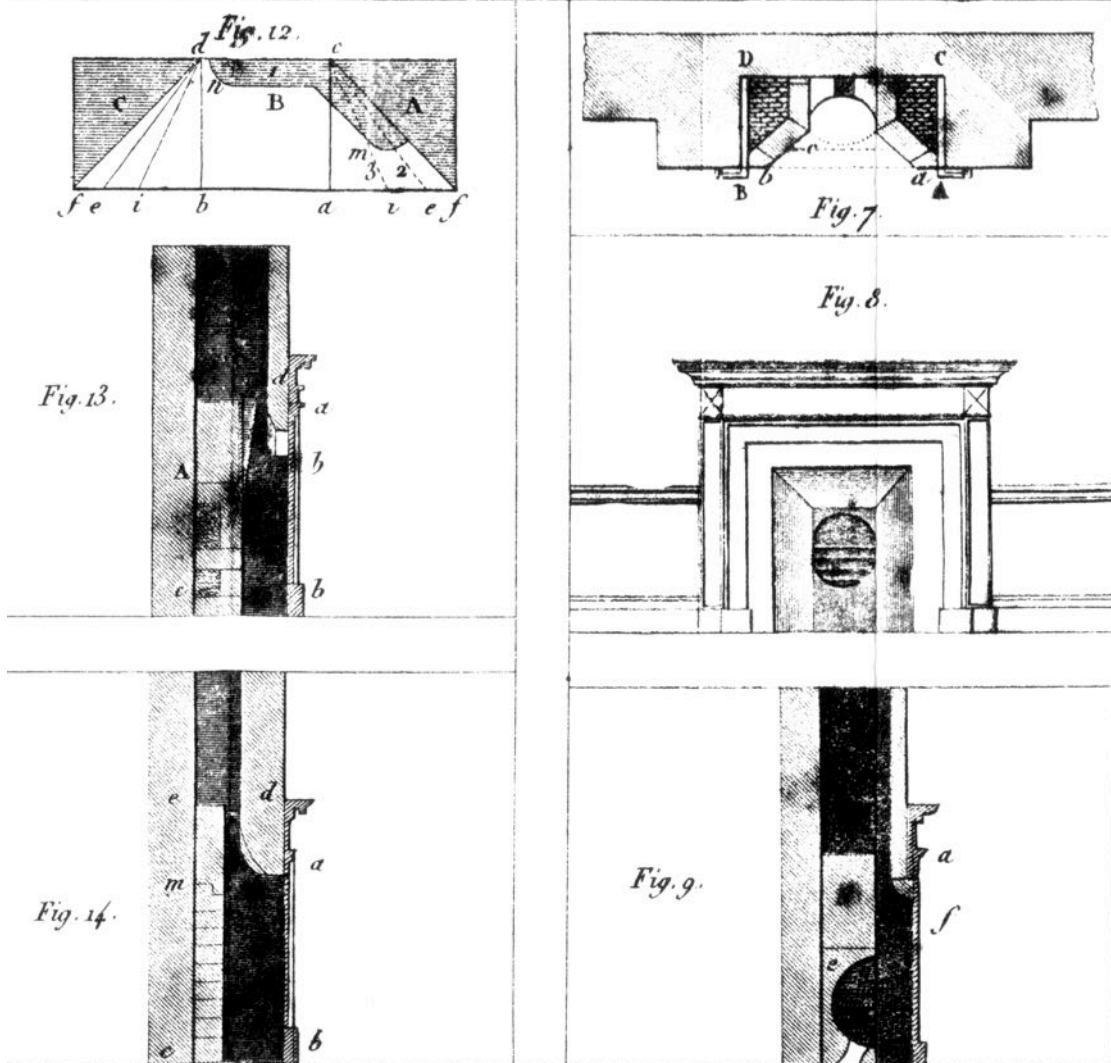


Fig. 3.

Cheminées à la Rumford.



Manuel du Poëtier-Fumiste . PL. 2.



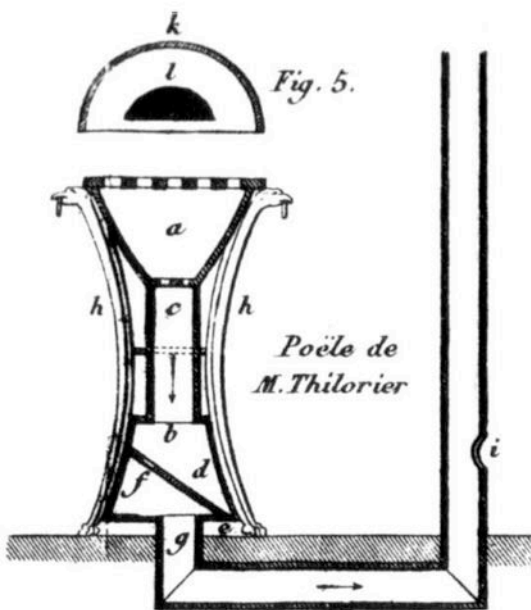
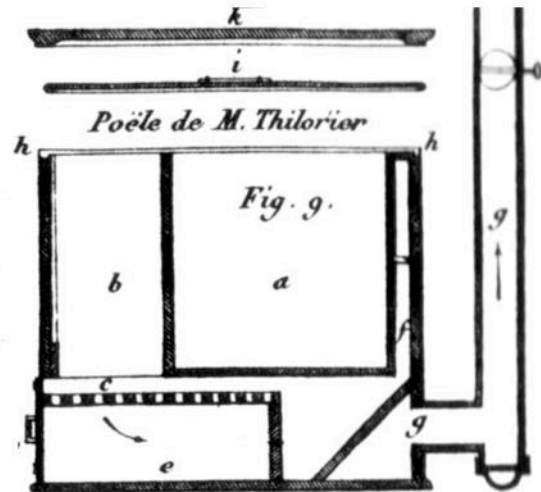
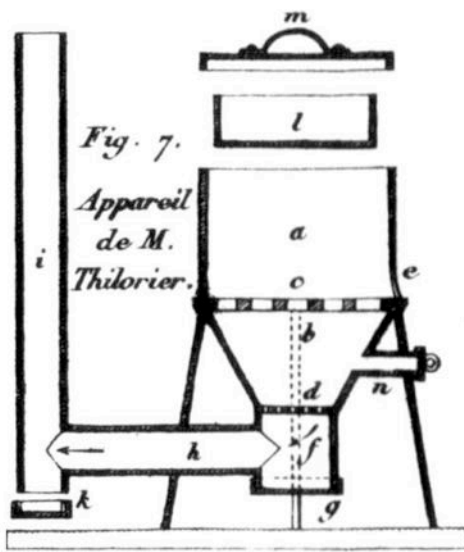
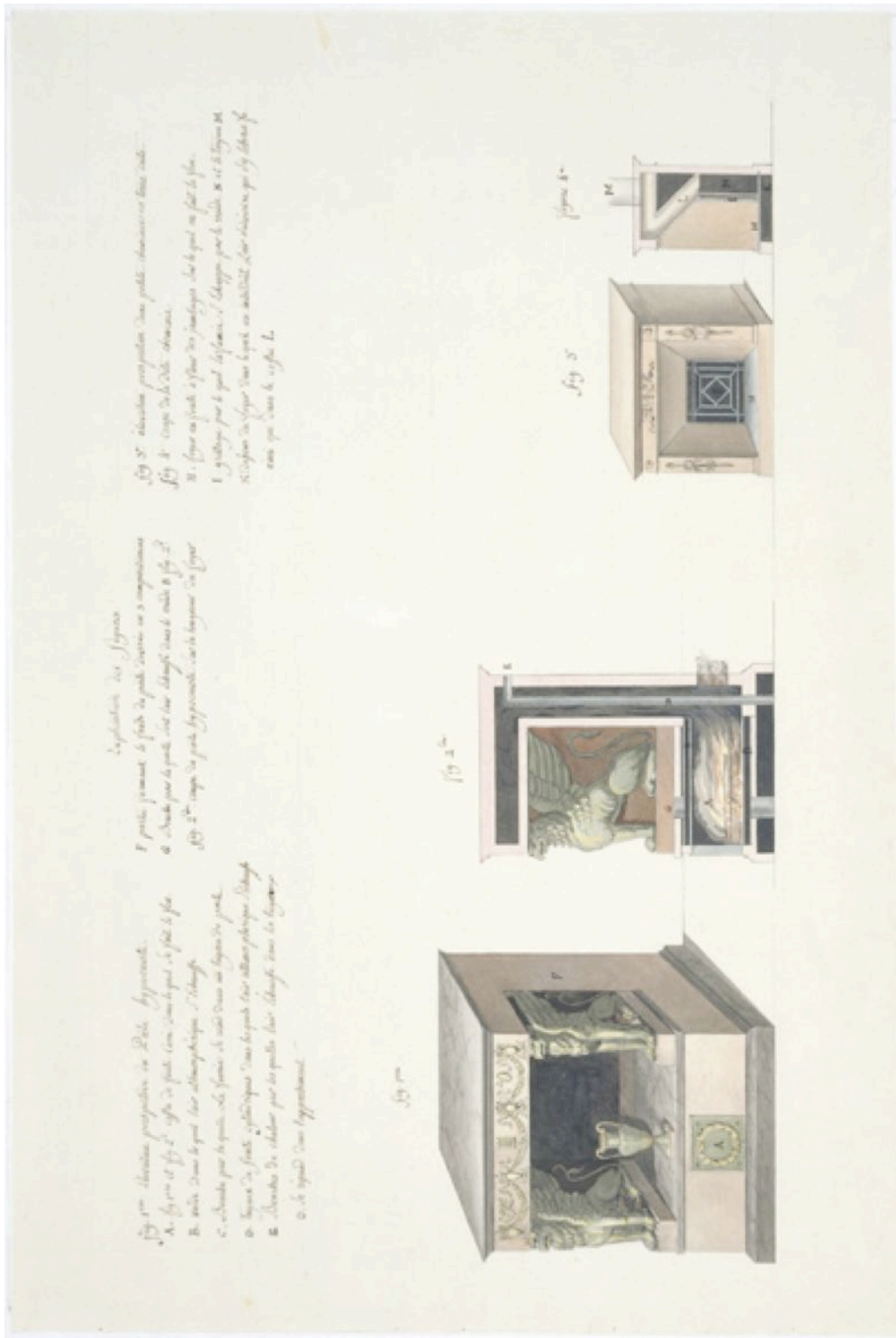


Fig. 73



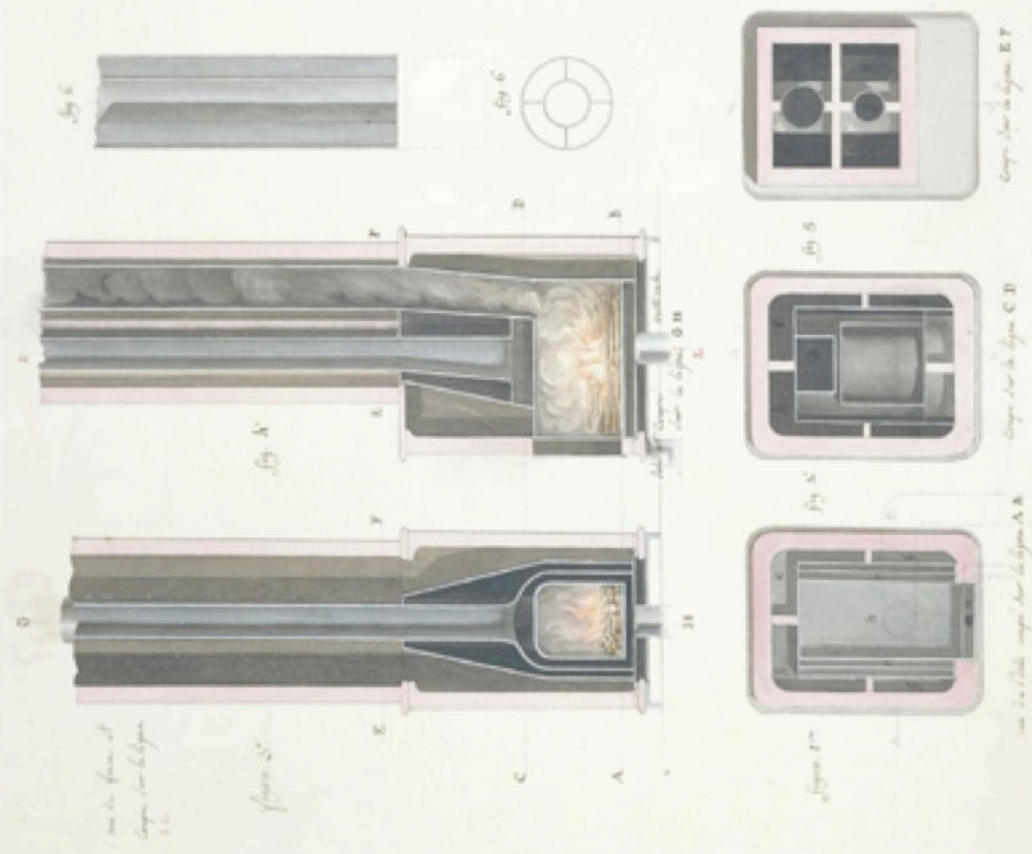
Explication des figures

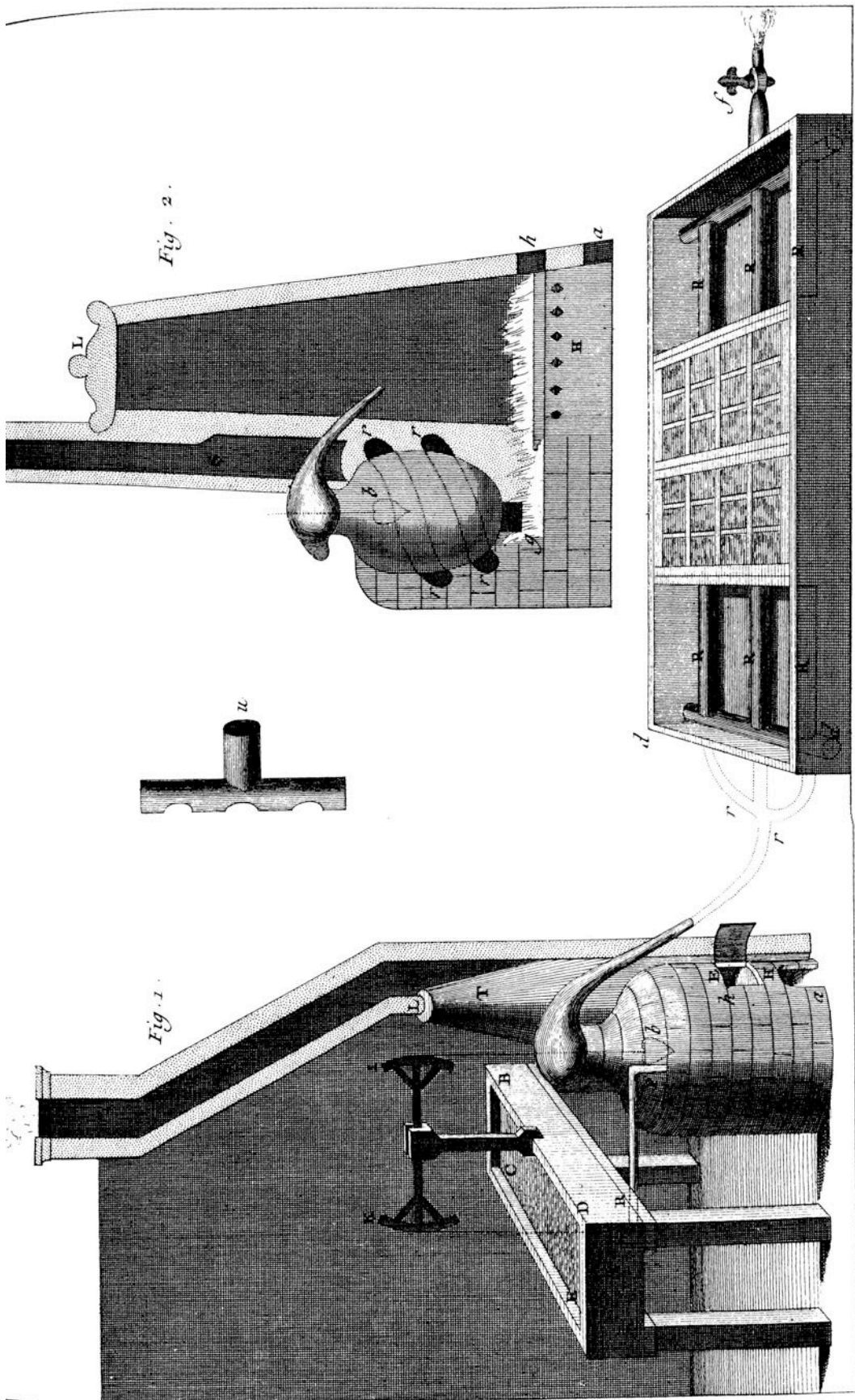
Fig. 1^{re} Plan de l'âtre pour le chauffage de la loge A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z. On voit dans ce plan la forme de l'âtre, le lieu où se fait le feu, le chemin par lequel le feu se porte dans la cheminée, et le lieu où se fait le tirage. On voit aussi le lieu où se fait le tirage de l'air, et le lieu où se fait le tirage de la fumée.

Fig. 2. Section de l'âtre en A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z. On voit dans cette section la forme de l'âtre, le lieu où se fait le feu, le chemin par lequel le feu se porte dans la cheminée, et le lieu où se fait le tirage. On voit aussi le lieu où se fait le tirage de l'air, et le lieu où se fait le tirage de la fumée.

Fig. 3. Plan de l'âtre pour le chauffage de la loge A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z. On voit dans ce plan la forme de l'âtre, le lieu où se fait le feu, le chemin par lequel le feu se porte dans la cheminée, et le lieu où se fait le tirage. On voit aussi le lieu où se fait le tirage de l'air, et le lieu où se fait le tirage de la fumée.

Fig. 4. Section de l'âtre en A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z. On voit dans cette section la forme de l'âtre, le lieu où se fait le feu, le chemin par lequel le feu se porte dans la cheminée, et le lieu où se fait le tirage. On voit aussi le lieu où se fait le tirage de l'air, et le lieu où se fait le tirage de la fumée.





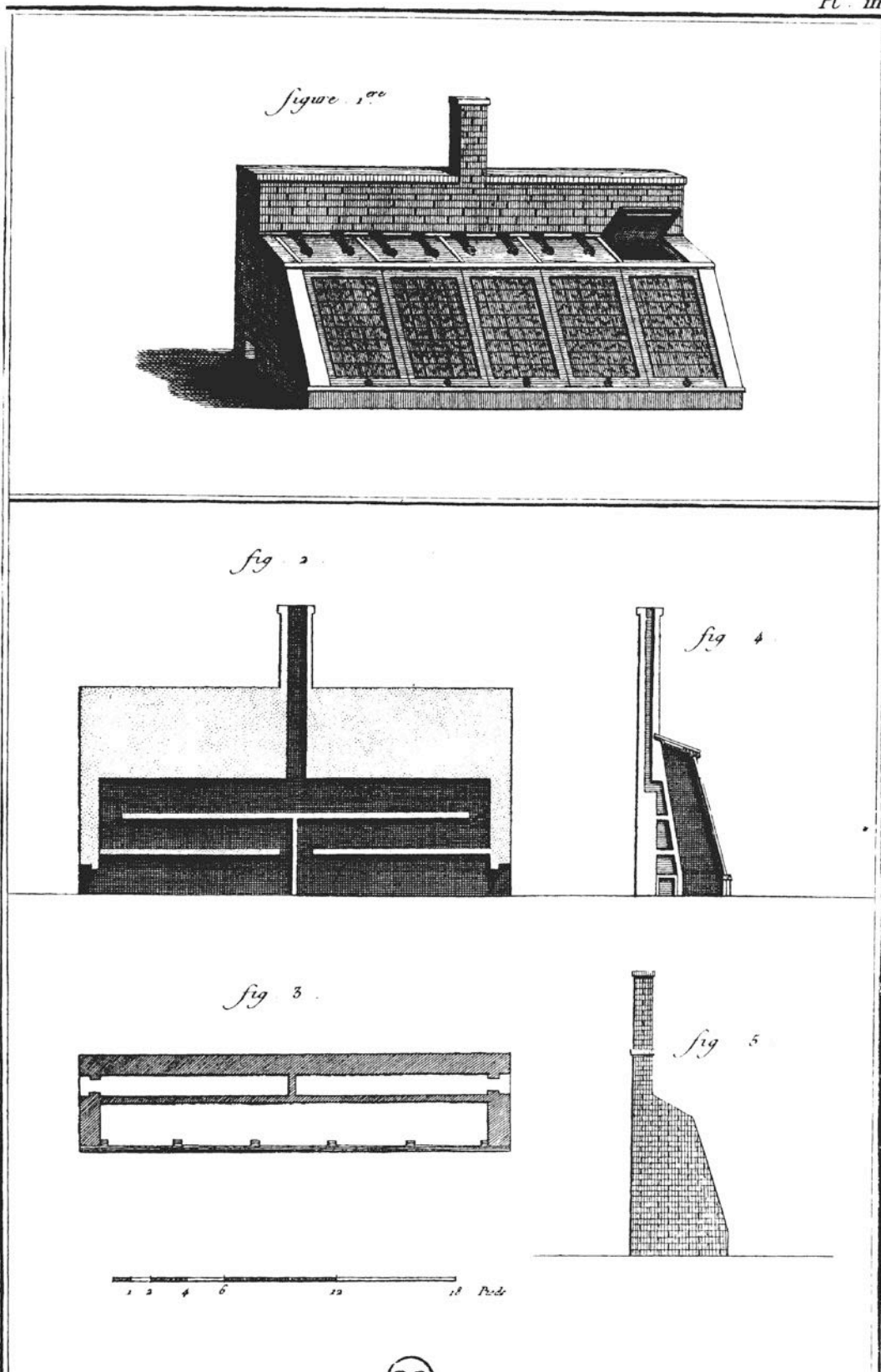


Fig. 77

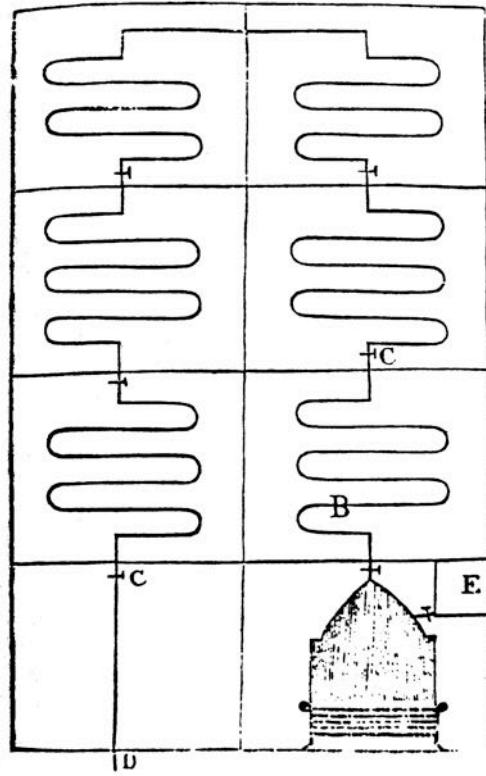


Fig. 78

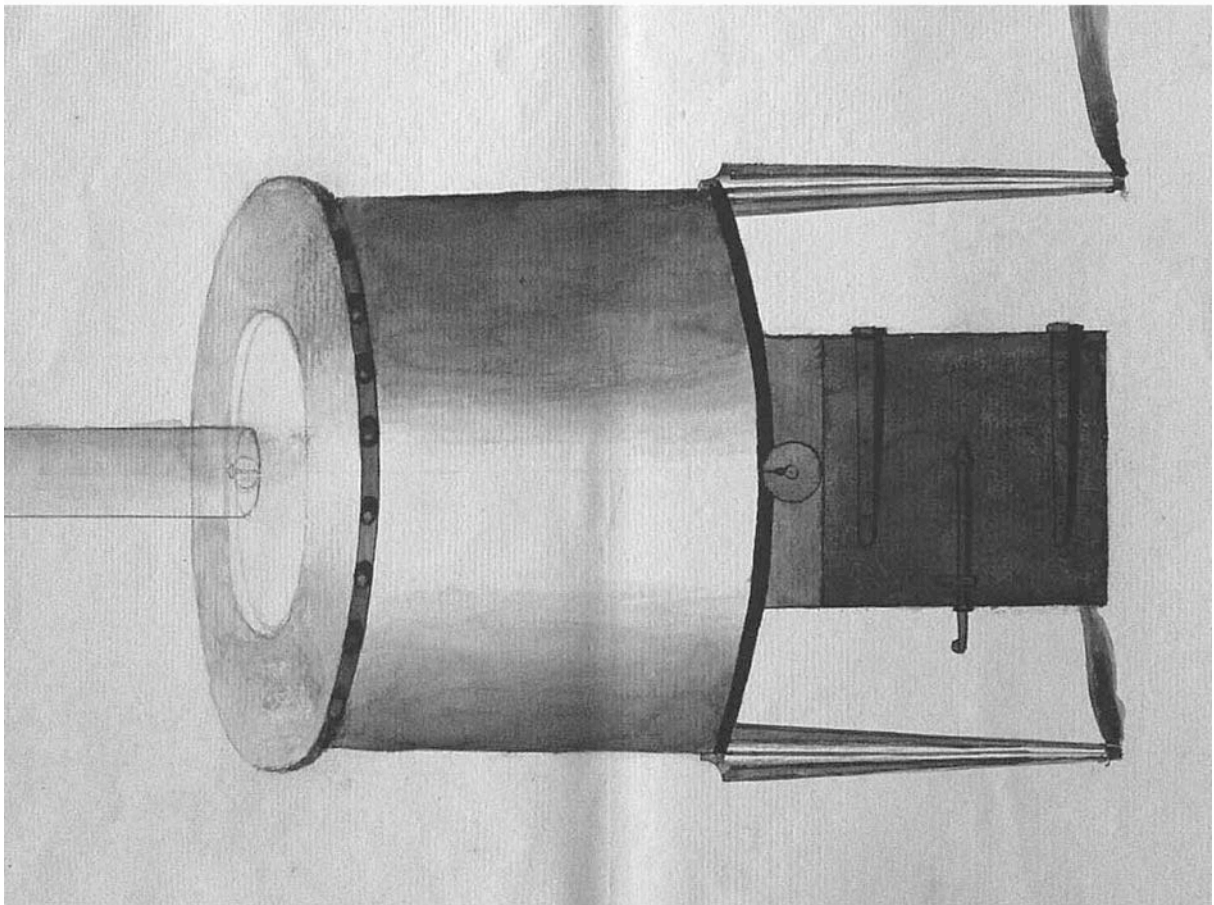
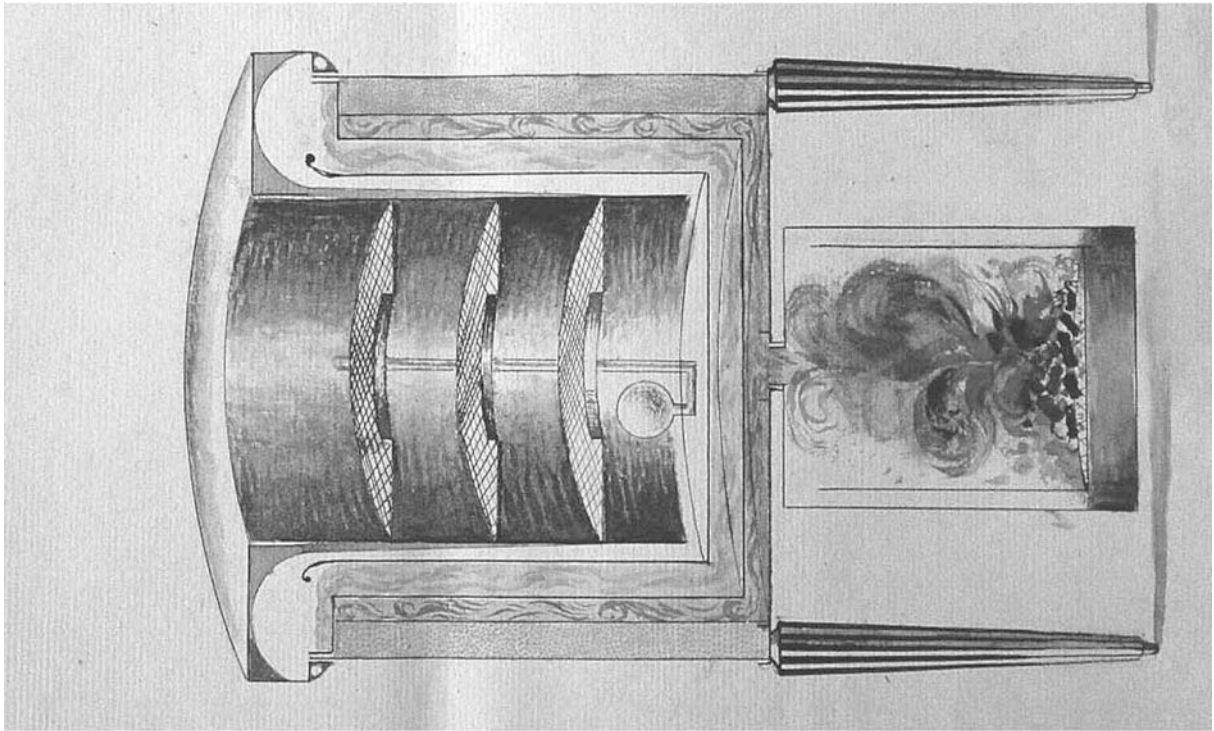


Fig. 79

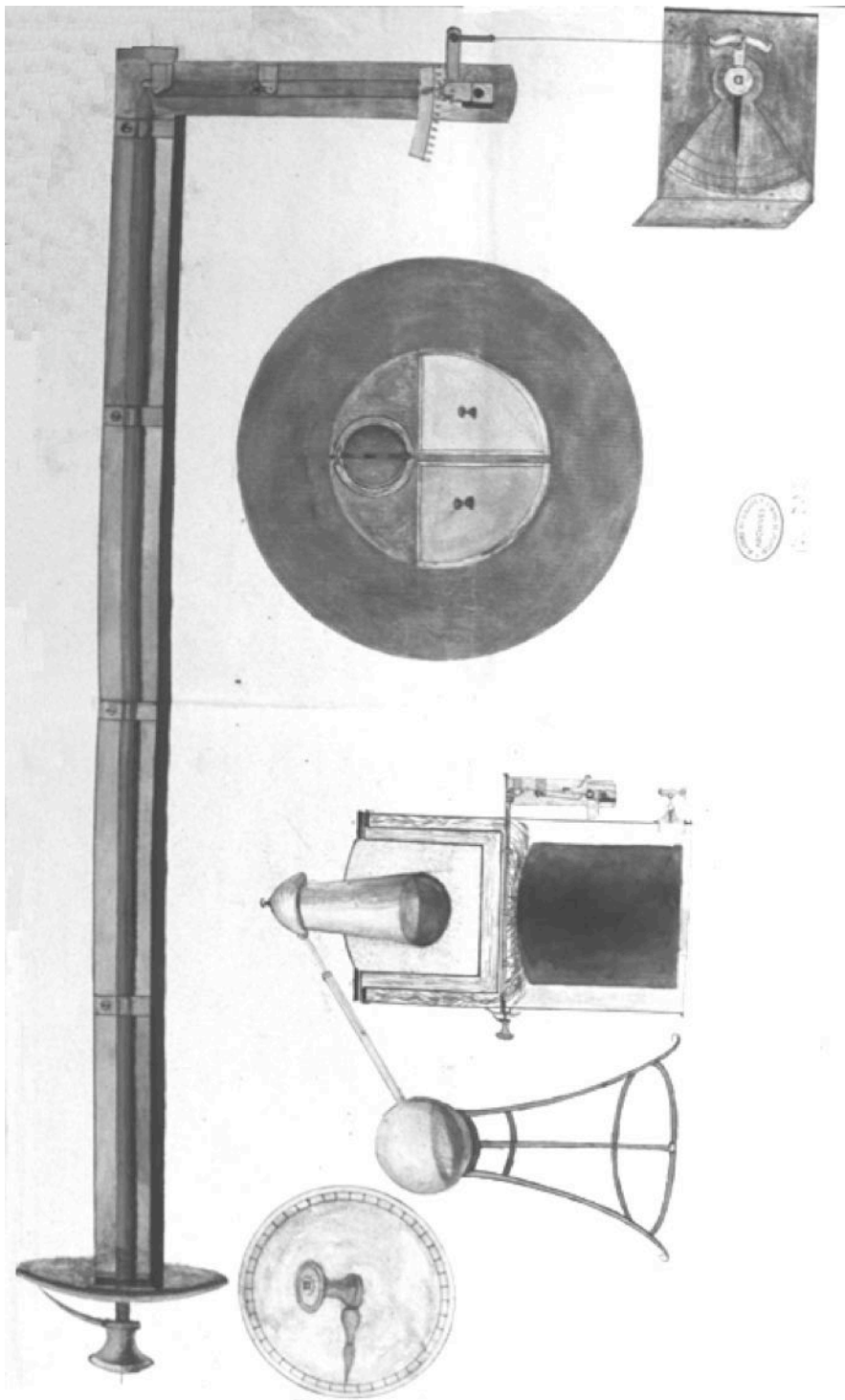


Fig. 80

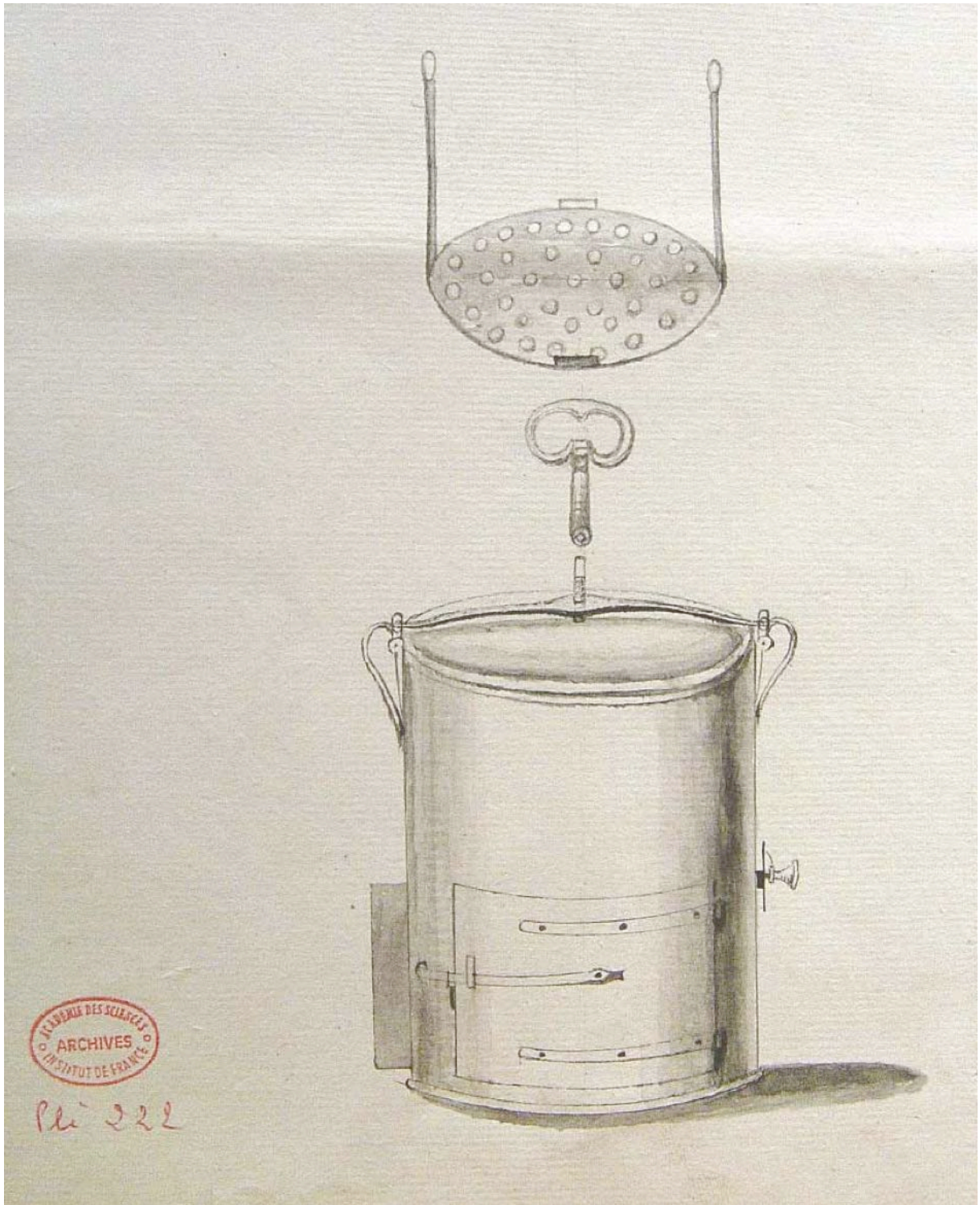


Fig. 82

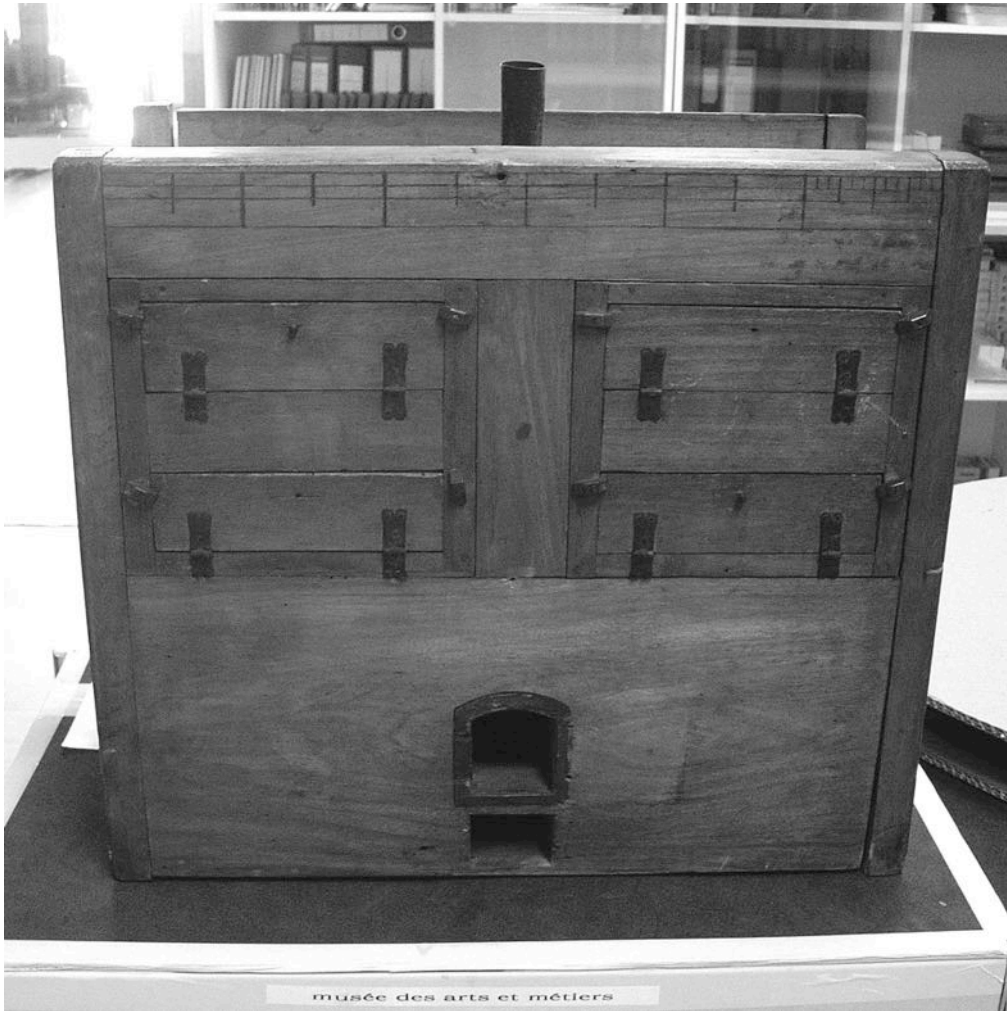
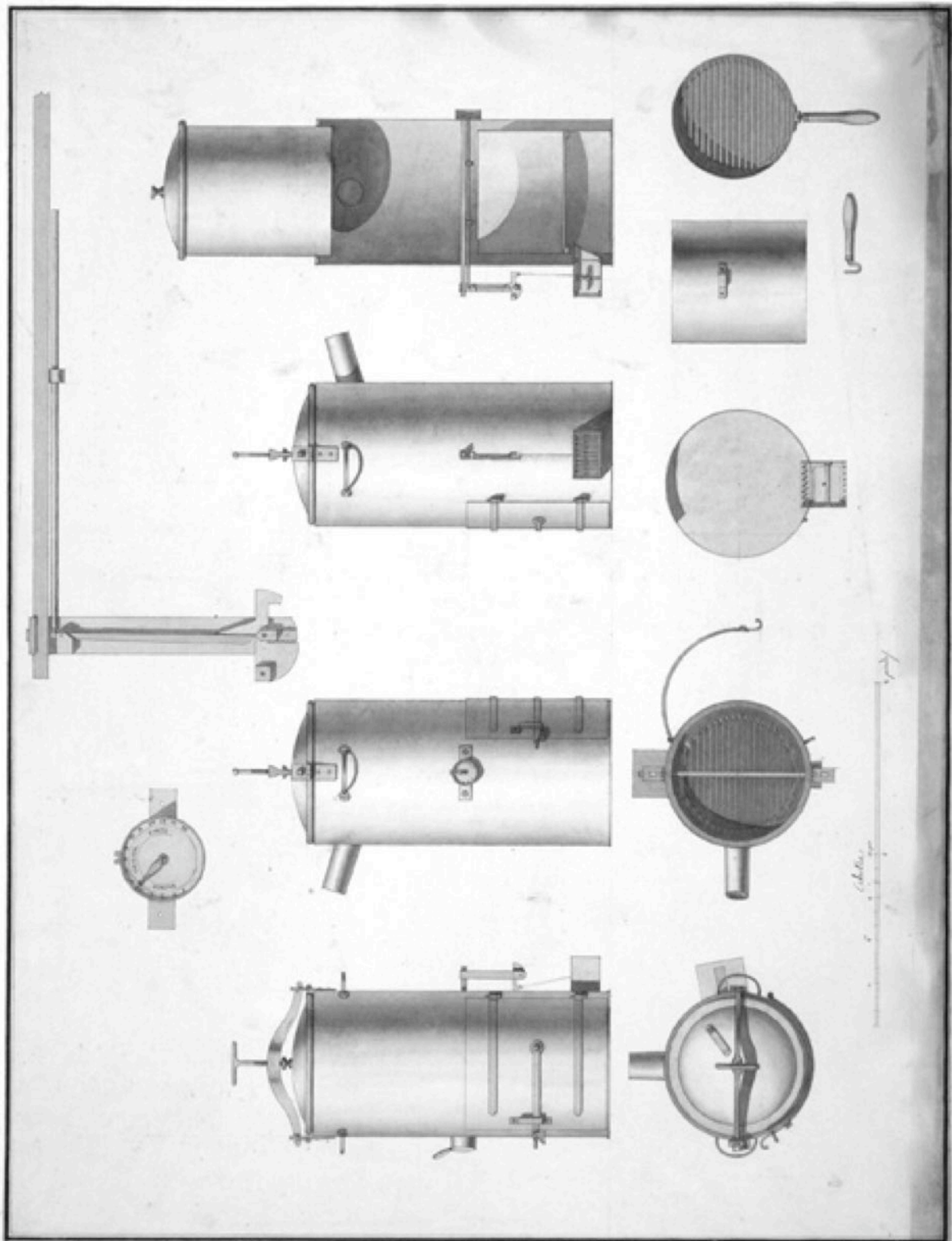
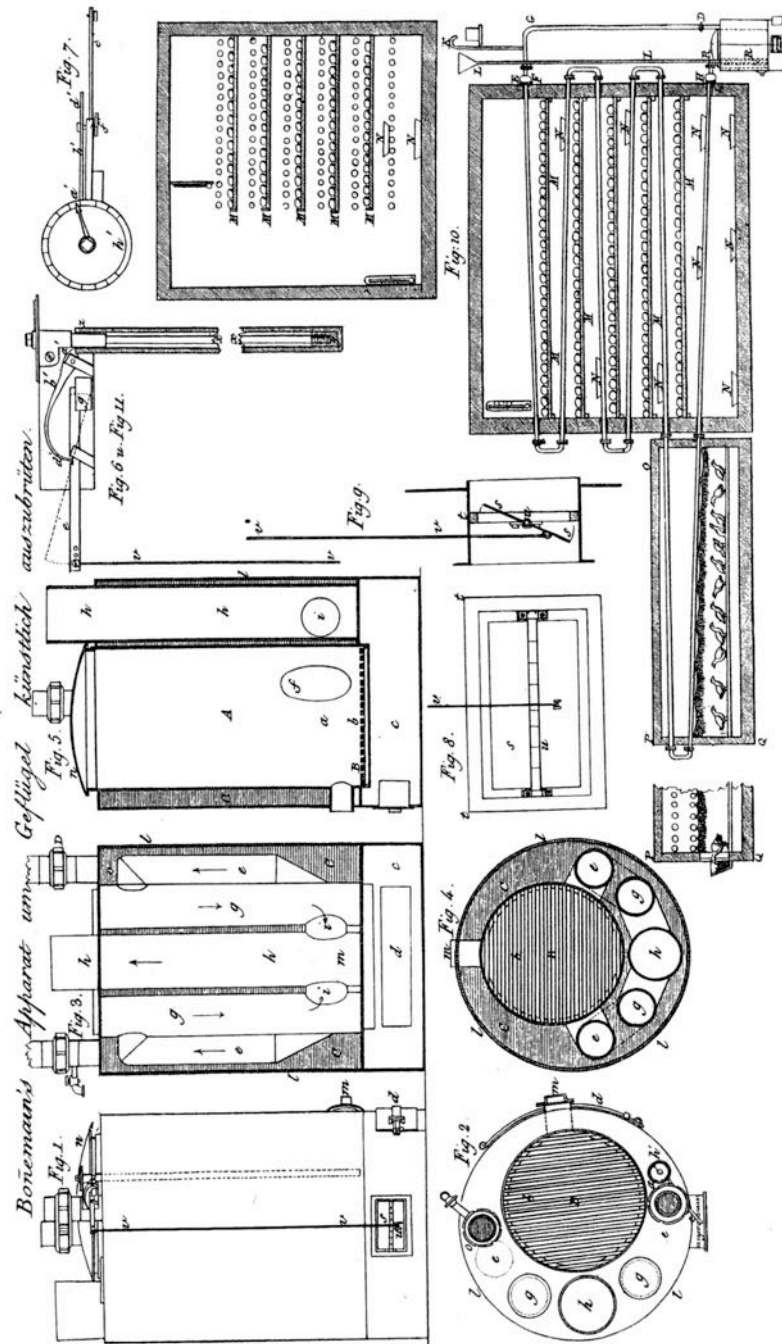


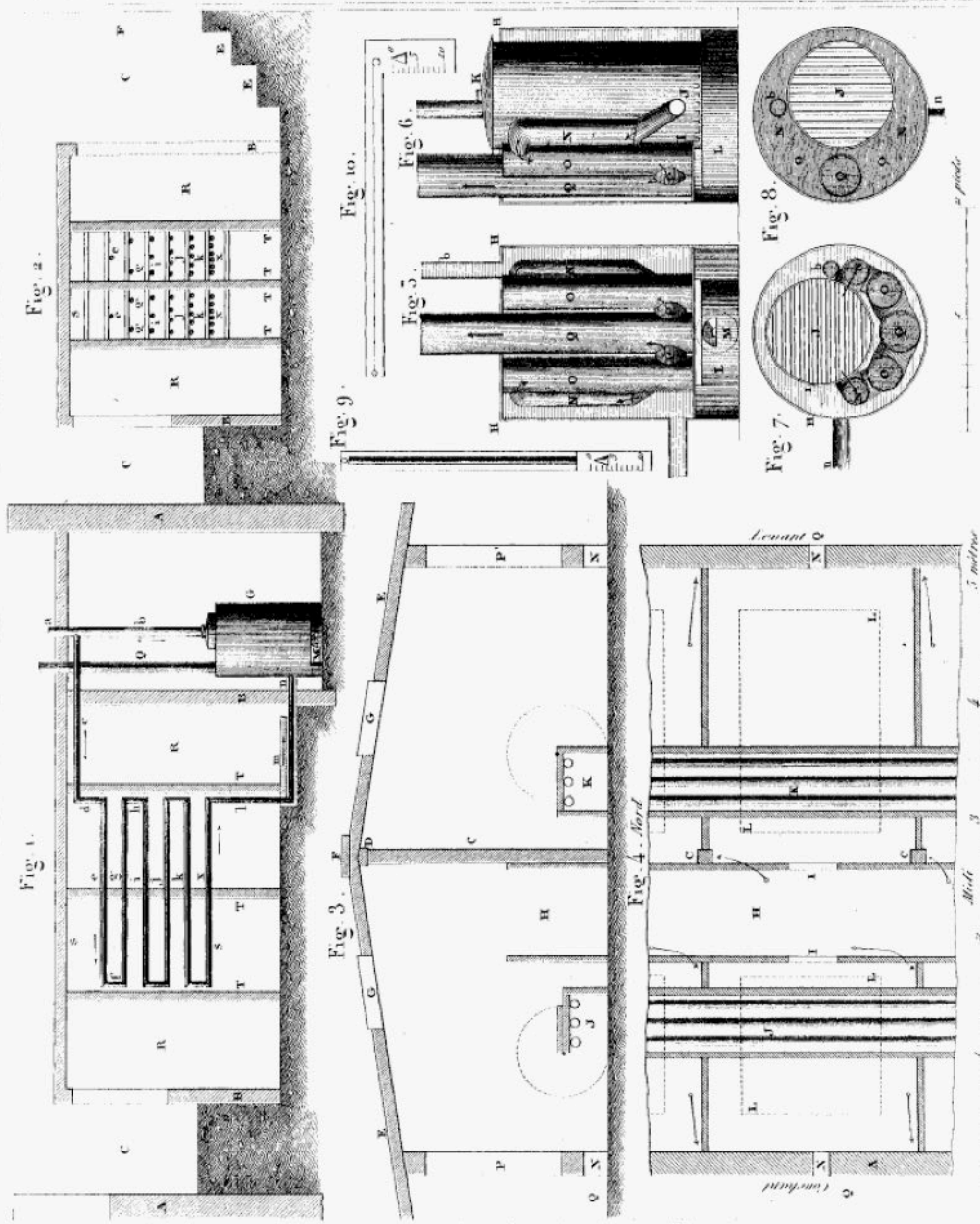
Fig. 83





INCUBATION ARTIFICIELLE DE M^{rs} BORNE. ET POËLE BONNEMAIN.

Pl. 29.



Adapté de Borne - comp. - G. Bouchery del.

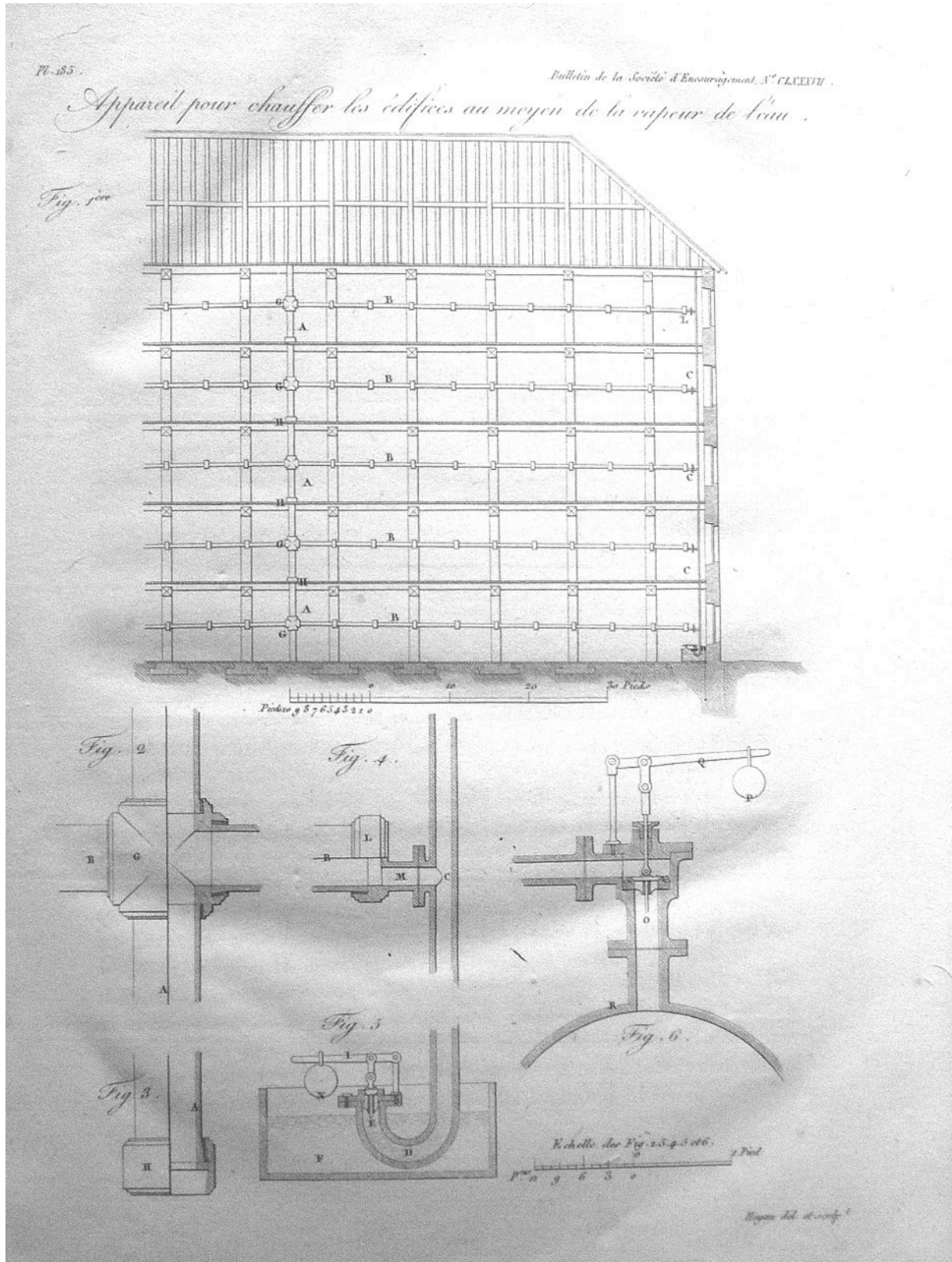


Fig. 87

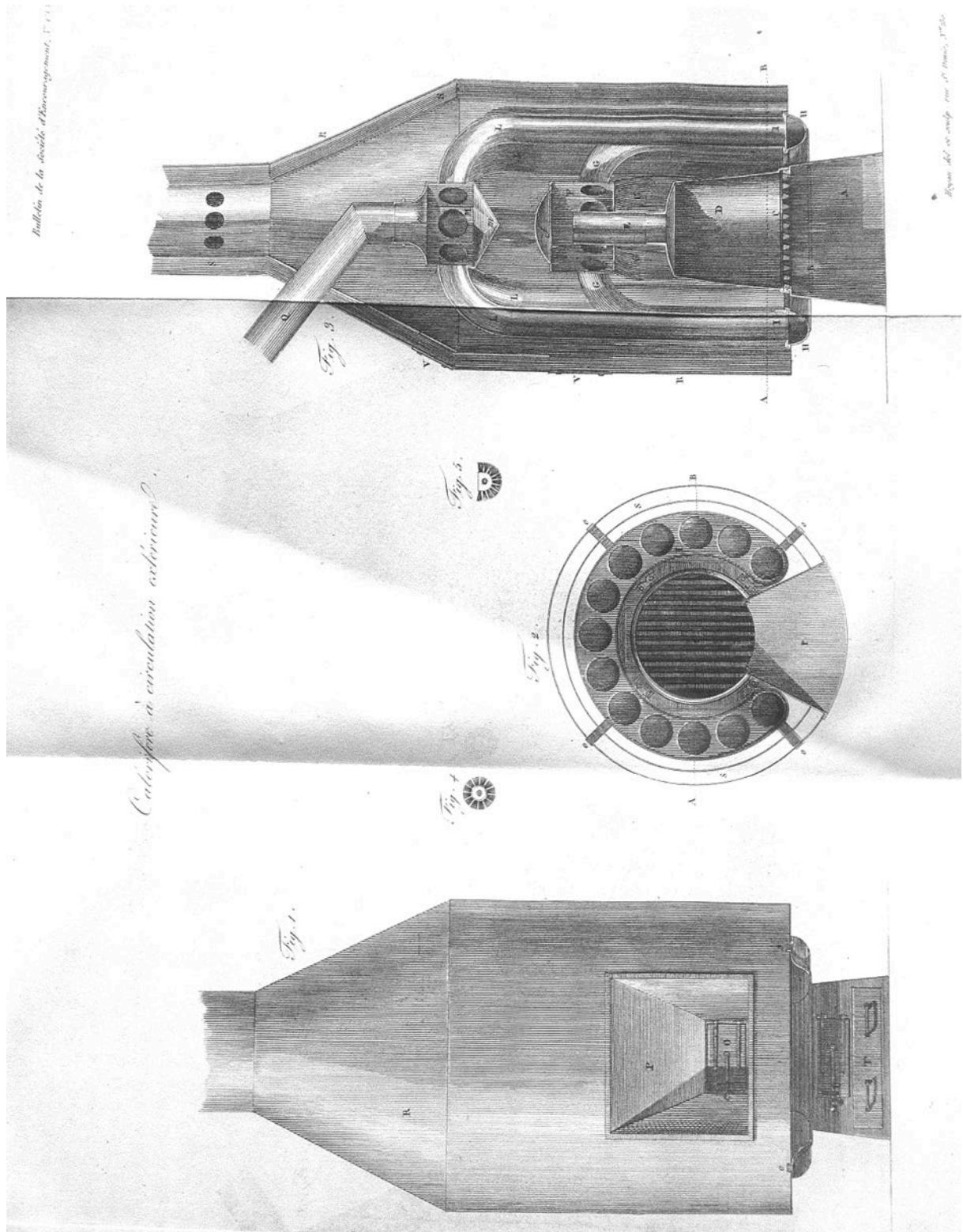


Fig. 88

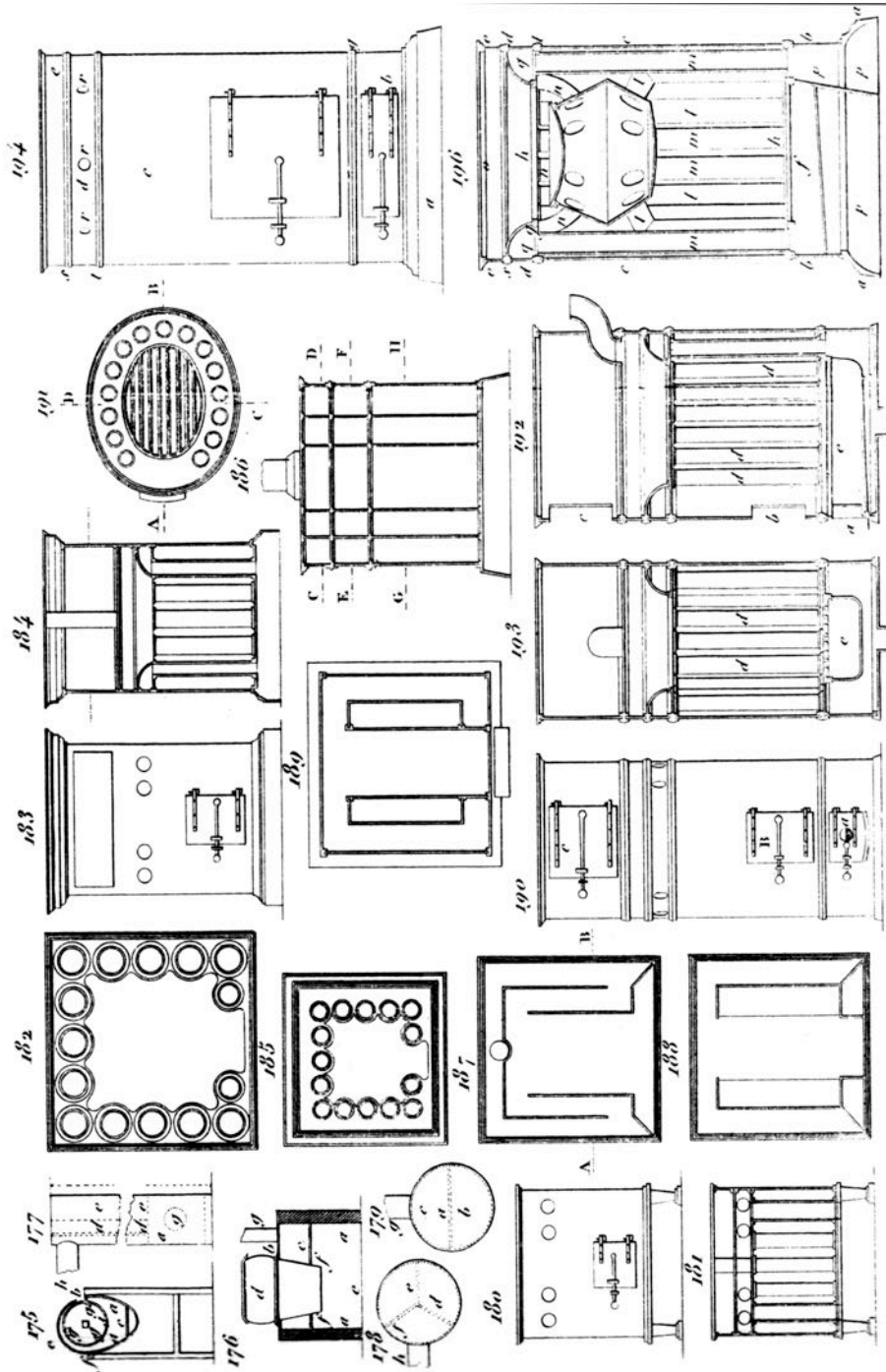


Fig. 89

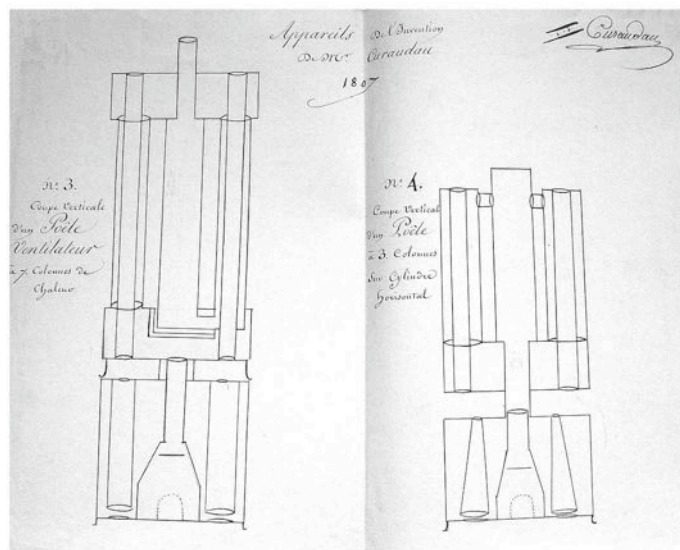
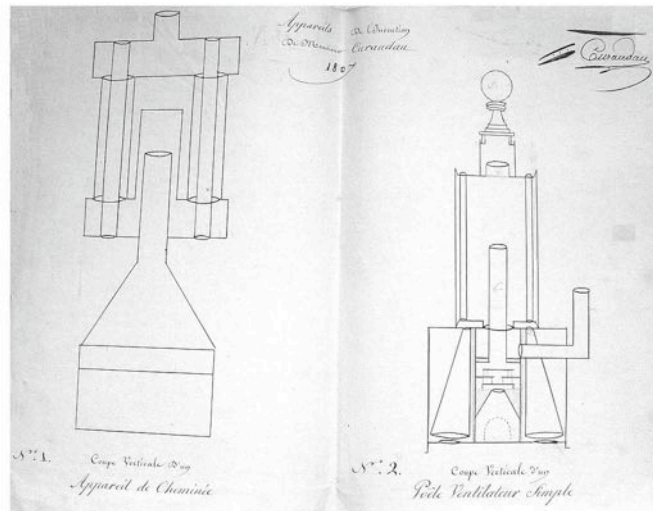
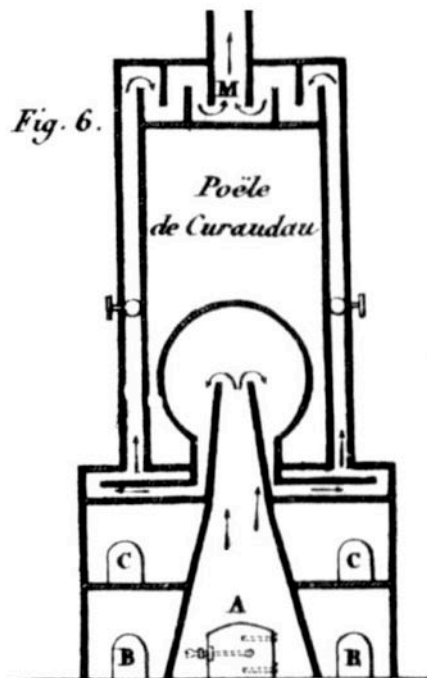
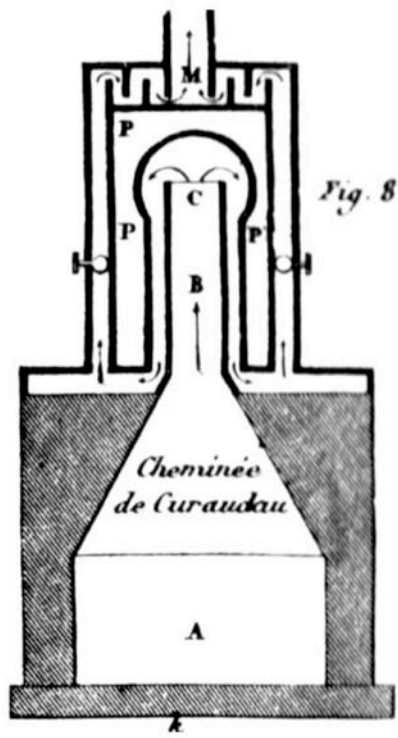


Fig. 90



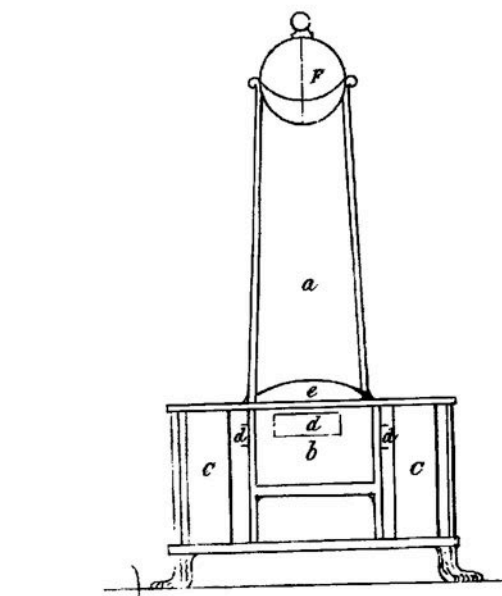
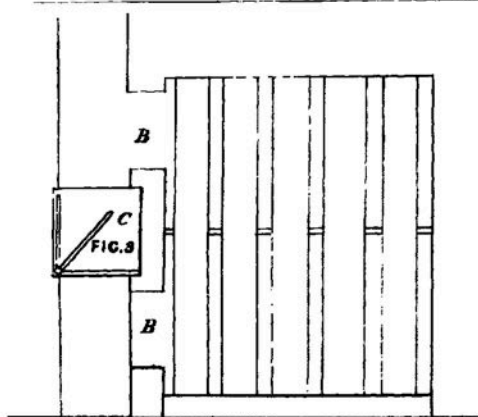
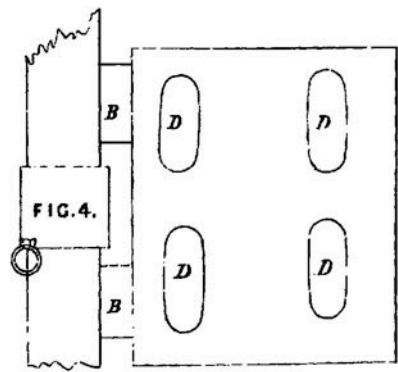
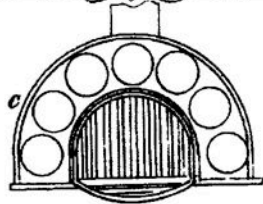
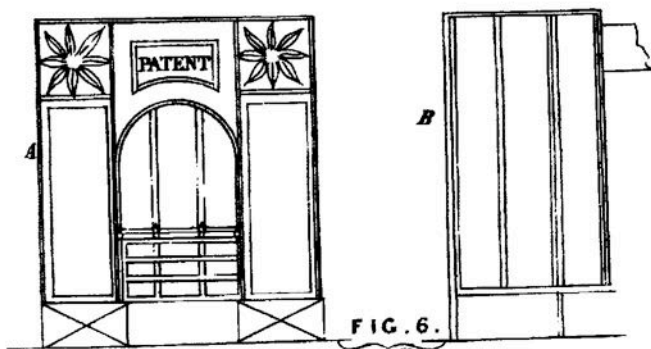


FIG. 1.

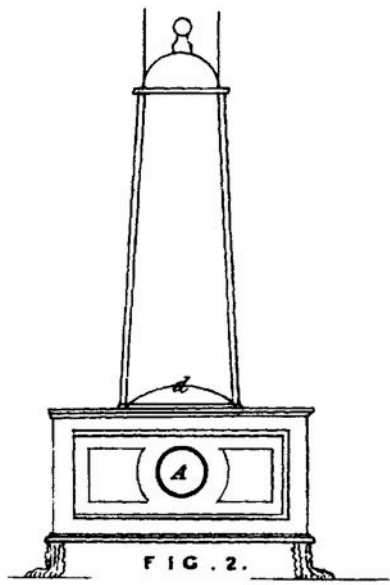
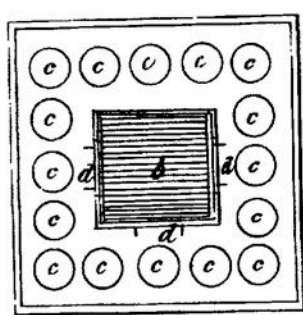


FIG. 2.

Fig 2

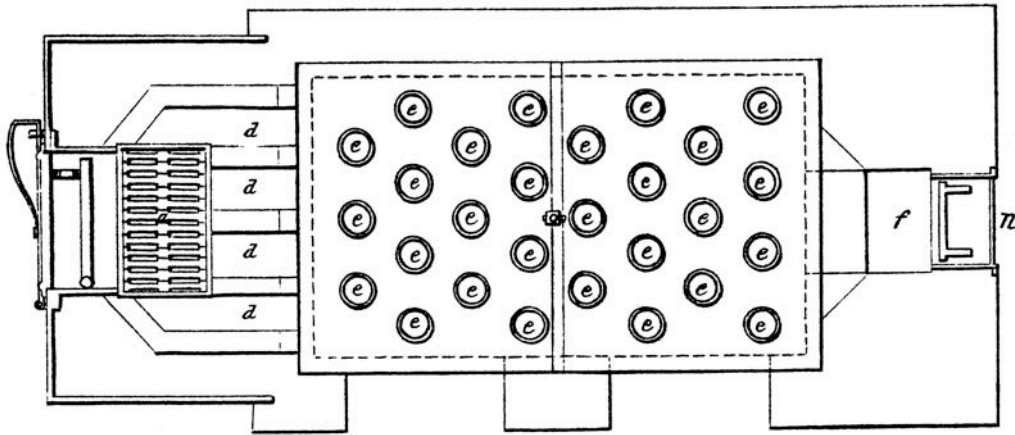
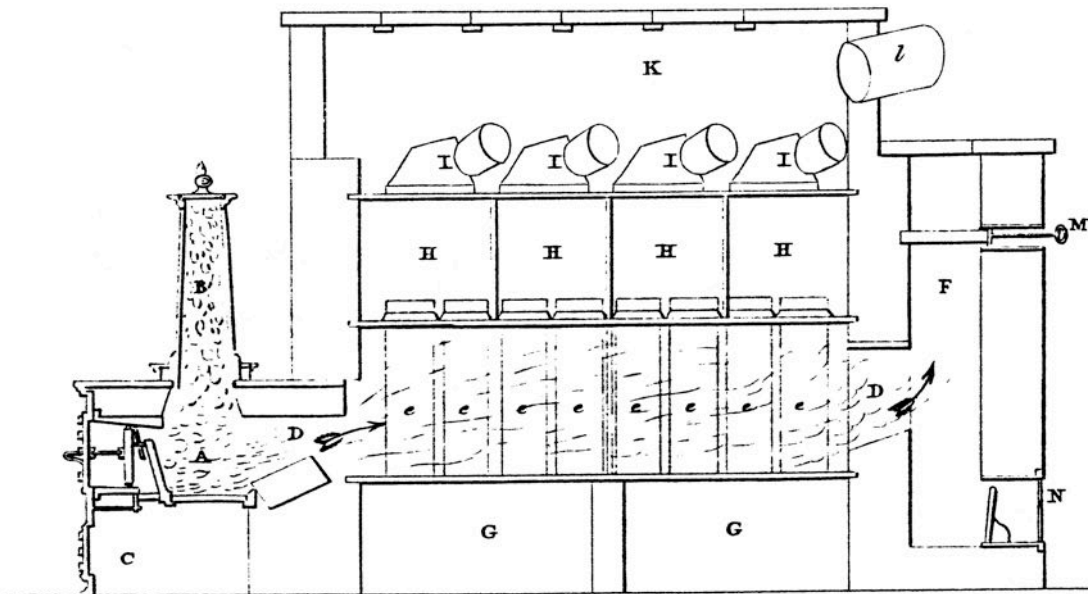
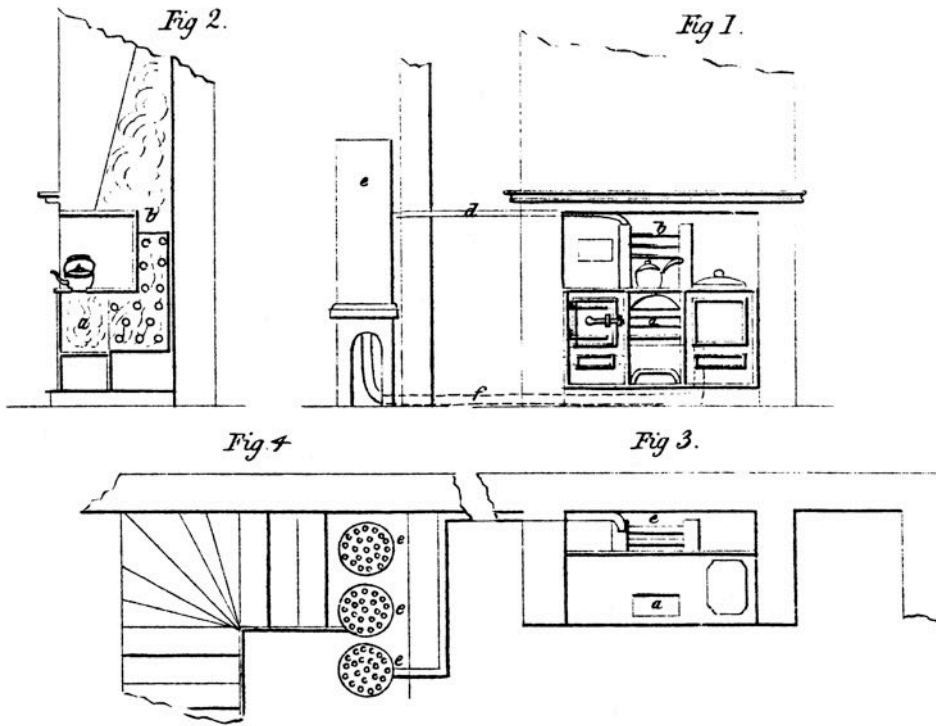


Fig 1.



L'Loate 8



DESCRIPTION OF PLATE XIV.

Patent Calorifere Furnivore Boiler.

- Fig. 1. Ground plan of Patent Steam Boiler erected at Covent Garden Theatre.
- 2. End view of the same.
- 3. Section taken length ways.

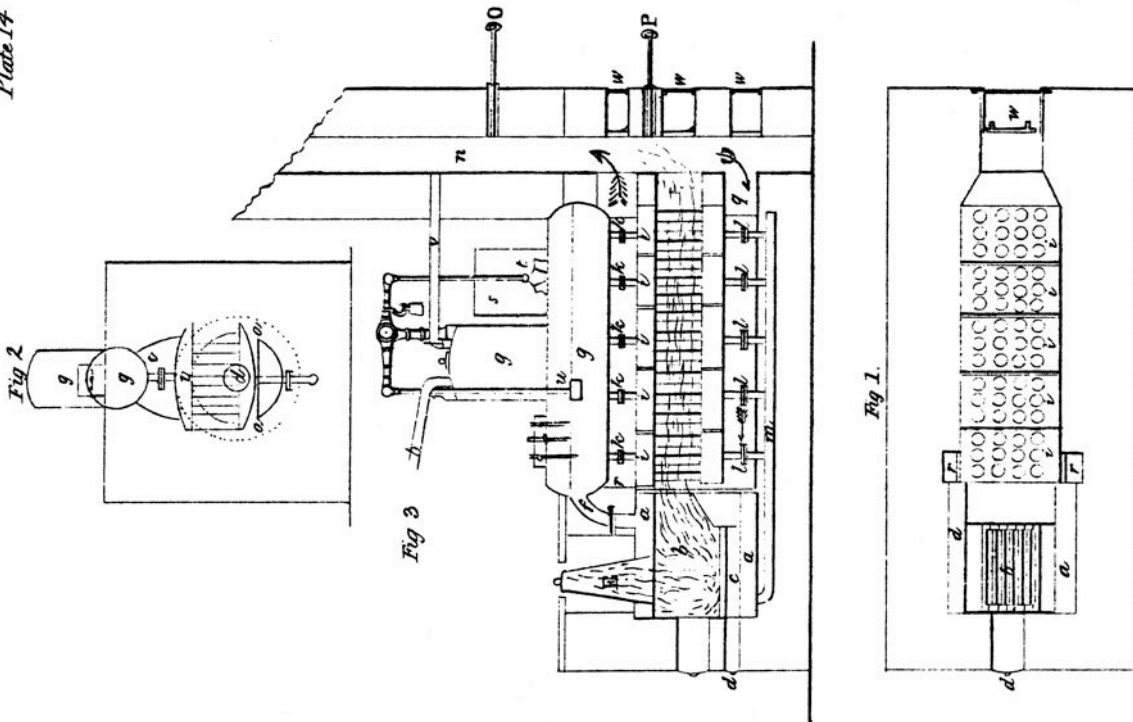
a. Circular boiler in which is the fire *b.*
c. Ash pit, admitting air to the fire by *d.*
e. Pyramid for supplying coal to the fire.
f. Pipe of 3 inches diameter, communicating from the boiler *a.* to the cylinder *g.* just below the level of the water, and in which cylinder the steam is generated and conducted off by the main *h.* to wherever it is wanted.

i. Five separate pipe boilers, on the entire circumference of which the flame and smoke act, and connected with the cylinder *g.* by pipes *k.* and with the lower part by the pipes *l.*
m. Main pipe by which each separate boiler has a communication with the circular boiler *a.* and by the pressure of the liquid in the lower part of the boiler, causes it to rise in the rarefied pipe *f.* and promotes a continual circulation.
n. Chimney flue.

o. Damper to regulate the draught.
p. Damper kept open till the fire is perfectly lighted: when it is shut, it causes the smoke to descend at *q.* and to ascend at *r.* and thence into the flue.

s. Reservoir which receives the condensed water.
t. Valve to admit a supply of water when the floater *u.* acts upon it.
v. Pipe in which is a safety valve opening into the chimney, in case of too much pressure
w. Soot doors to clear out the flue.

Plate 14



DESCRIPTION OF PLATE I.
Section of Covent Garden Theatre.

- a.* The stage.
- b.* The audience.
- c.* Ventilating furnace erected in the lower gallery, and of which a minute description is given in plate III. and which draws the vitiated air from the basket and different tiers of boxes by conductors *d.*
- d.* Conductors for impure air from the different boxes to the recipient of the ventilating furnace.
- e.* Third tube. Round the tube carrying off the smoke and air from the furnace, and by the heat of the inner tube causing a rarefaction, which draws off part of the air from the back of each gallery, and discharges it through the cowl.
- f.* Ventilation by heat from the chandelier.
- g.* Proposed ventilation over the stage to carry off any smell from the lamps, and all smoke made on the stage.
- h.* Tube in which the power to effect the ventilation will be placed.
- i.* Machines for lowering drop scenes.
- k.* Steam cylinders under the stage—each traversed by thirty pipes of air of two inches diameter each, and consequently spreading throughout an immense quantity of warm air.
- l.* Steam boiler described in plate XIV.
- m.* Back of the stage.
- n.* Painting room.
- o.* Pit.
- p.* Dress circle.
- q.* 1st circle.
- r.* 2nd circle.
- s.* Upper boxes and slips.
- t.* Tubes communicating from the ventilators in the ceiling to the apparatus over the chandelier.
- u.* Four sheet-iron boxes, in which the heat of the gas causes a rarefaction, which attracts the air from the ventilators in the ceiling.
- w.* Fresh air at a proper temperature admitted from the pit corridore between the basket and dress circle.
- x.* Fresh air at a proper temperature admitted by trunks on each side between the ceilings under the 1st and 2nd circles, and diffusing this renewal of air through the various openings under the feet for the purpose.
- y.* Lower saloon.
- z.* Upper saloon.

Plate I.

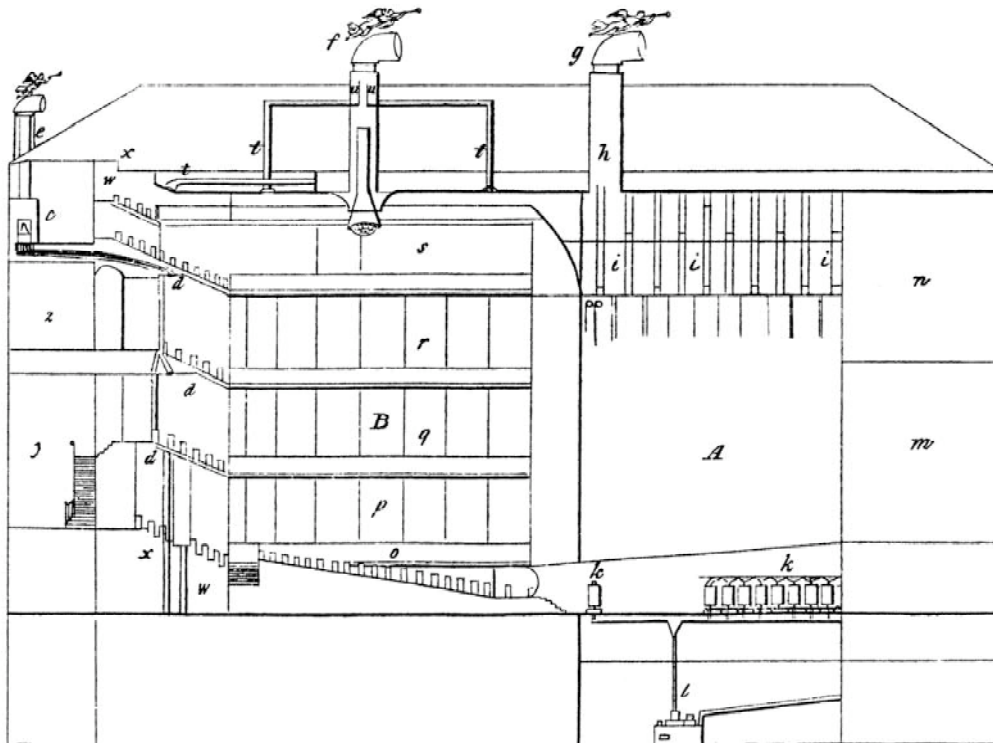
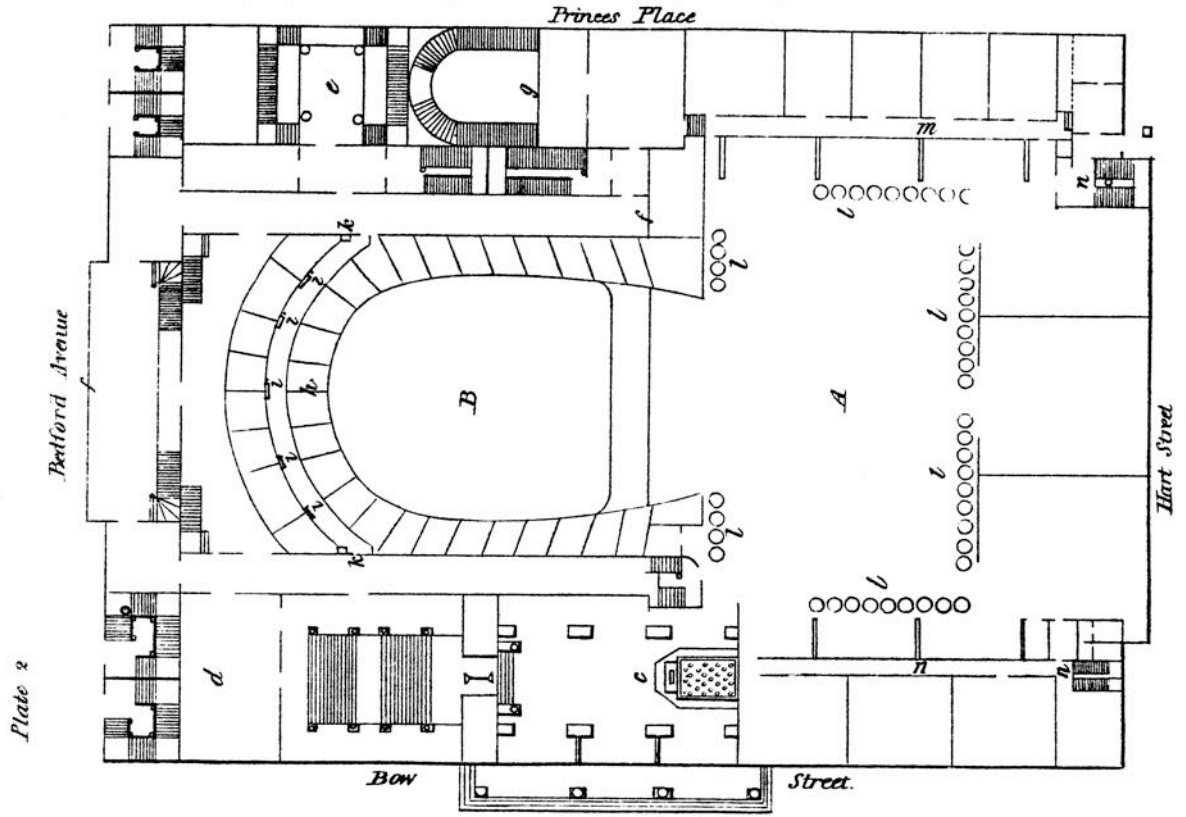
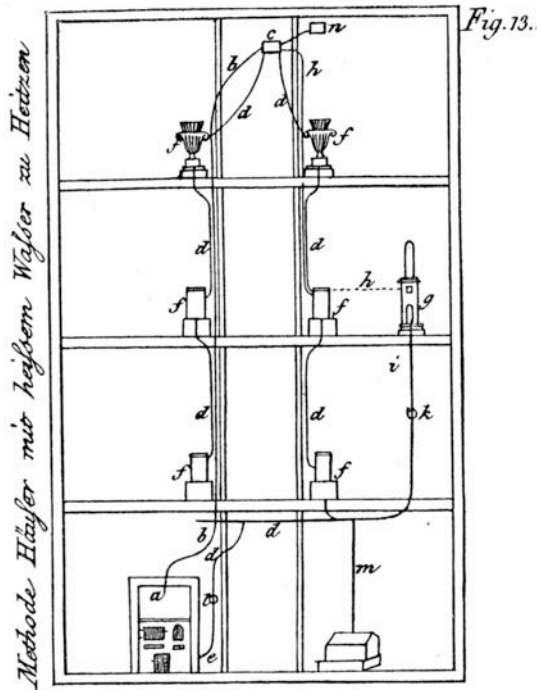


Fig. 95 ter





Methode Häuser mit heißem Wasser zu Heizen

Fig. 13.

**Methode
des Grafen Chabannes,**

zwei nebeneinander befindliche Häuser zu heizen. Diese sind die Häuser Nr. 36 und 37 Burlington-Arcade zu London.

- a, Fig. 13, ist der Feuerherd mit einem Kessel hinter dem Roste;
- b ein Rohr, durch welches das heiße Wasser bis in die Zisterne c aufsteigt;
- e ist das Ende der Rücklaufrohre, durch welche das abgekühlte Wasser unten in den Kessel zurücktritt;
- f Vasen mit heißem Wasser in den Zimmern, welche von den von c absteigenden Röhren d gespeist werden;
- g ein Ofen, aus welchem heißes Wasser durch die Röhren h i niedersteigen kann;
- h Sperrbähne;
- m Röhre, die ein Bad mit Wasser versieht;
- n Gefäß, welches den Apparat mit kaltem Wasser versieht.

(Mechanics Magazine Nr. 217.)

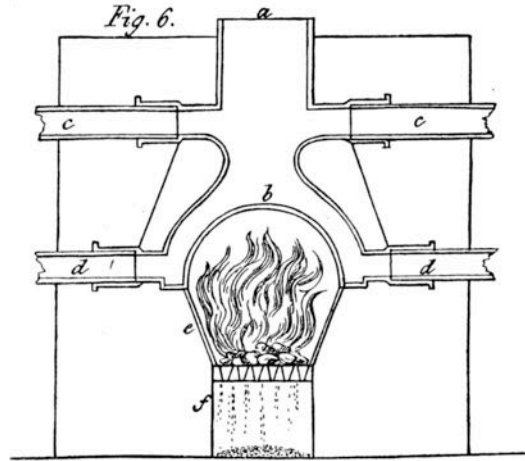
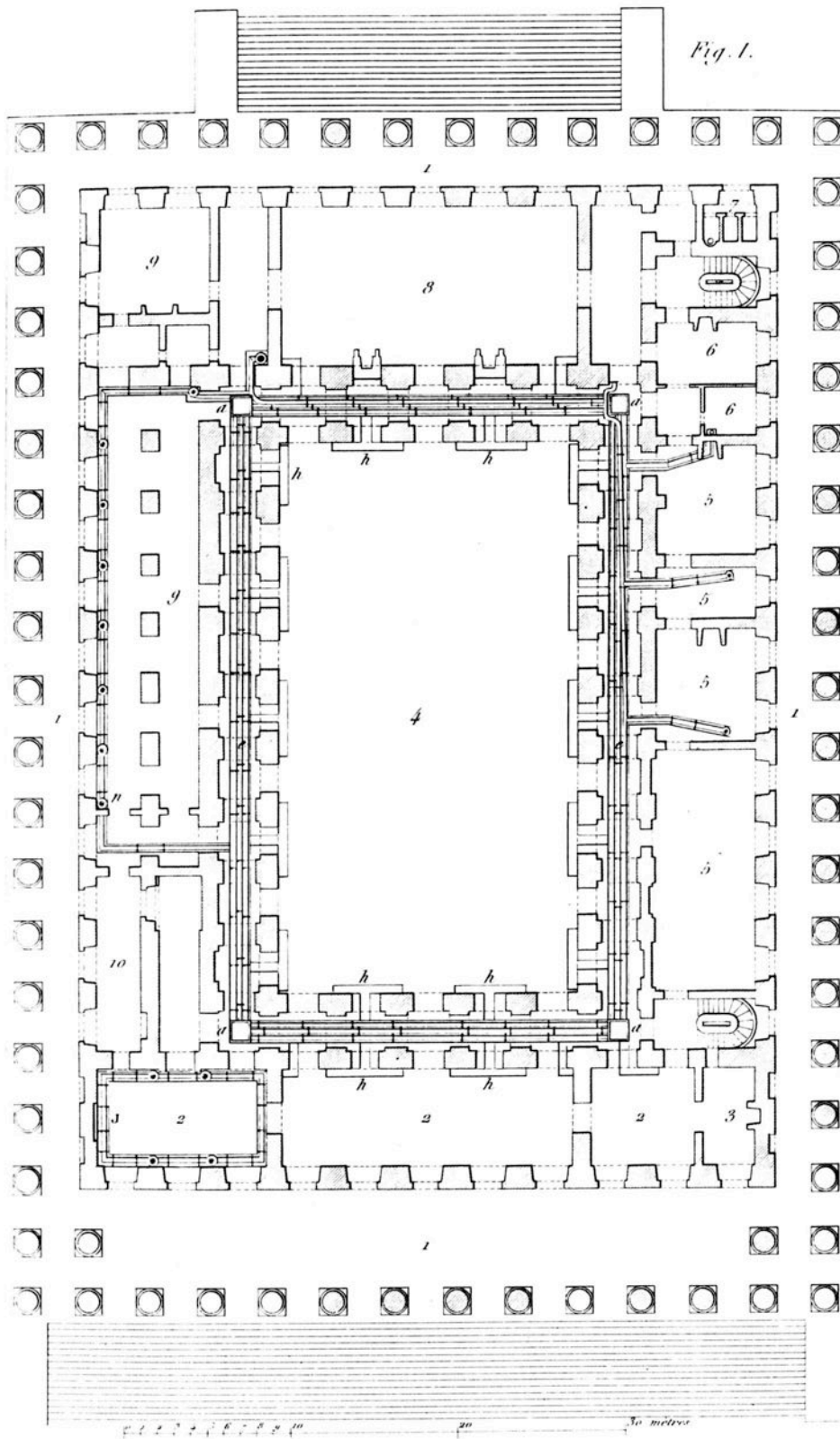


Fig. 6.

Heizung mit heißem Wasser

Fig. 97



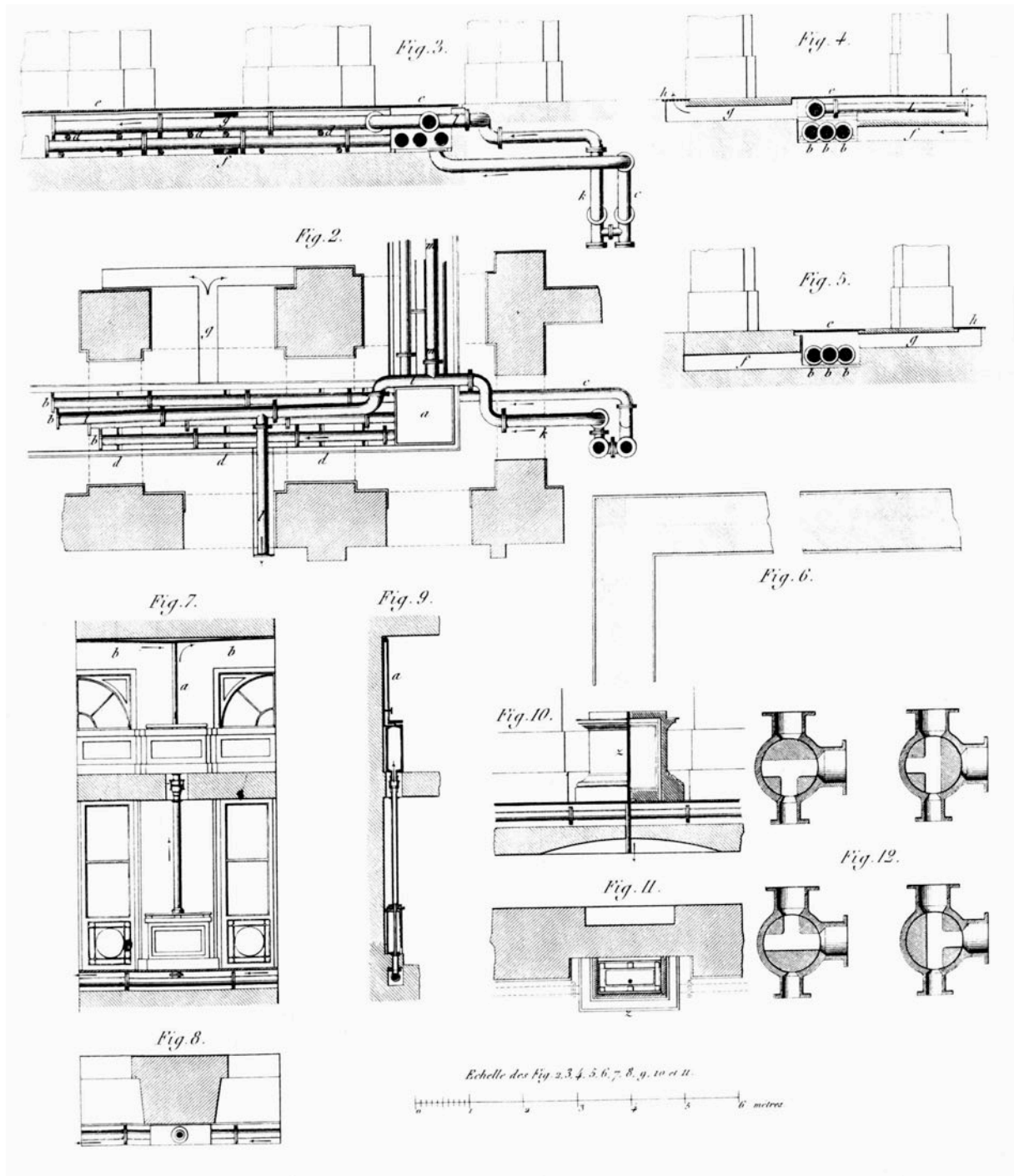


Fig. 99

	HIVERS	
	de 1826 à 1827.	de 1827 à 1828.
Date du commencement du chauffage.	1 ^{er} novembre 1826.	3 novembre 1827.
— de la cessation du chauffage.	31 mai 1827.	30 avril 1828.
Nombre total des jours du chauffage, déduction faite des fêtes et dimanches.	160.	149.
Heure à laquelle le feu a été journellement commencé.	de 5 à 7 h. du matin.	de 5 à 7 h. du matin.
Heure à laquelle on l'a cessé.	de midi à 3 heures.	de midi à 2 heures.
Nombre total d'heures pendant lequel le feu a eu lieu.	1350. 1/2.	995 1/2.
Heures pendant lesquelles le chauffage a eu lieu,		
1°. Pour la grande salle.	de midi à 5 h. du soir.	de midi à 5 h. du soir.
2°. Pour les pièces accessoires.	de 9 h. du m. à 5 h. du s.	de 9 h. du m. à 5 h. du s.
Quantités consommées de charbon de Mons, première qualité et en pierre.	67,000 kilogr.	68,000 kilogr.
Prix.	75 fr. les 100 kilogr.	72 fr. les 100 kilogr.
Valeur totale.	5,025 fr.	4,896 fr.
Nombre de journées de chauffeur, compris nettoyage de l'appareil, réparations accidentelles, etc.	171 2/3.	125 3/4.
Prix.	4 fr.	4 fr.
Valeur.	686 fr. 66 c.	503 fr.
Dépense totale.	5,711 fr. 66 c.	5,399 fr.
<i>Résultats moyens pour le chauffage de chaque jour:</i>		
Durée du feu.	8 heures 44 cent.	6 heures 68 cent.
Charbon consumé, environ.	419 kilogr.	456 kilogr.
Valant.	31 fr. 43 c.	32 fr. 83 c.
Temps des chauffeurs.	1 jour 7 cent.	0 jour 84 cent.
Valant.	4 fr. 28 c.	3 fr. 36 c.
Valeur réunie du charbon et du temps.	35 fr. 71 c.	36 fr. 19 c.

Dépenses pour l'établissement de l'appareil.

MM. *Manby* et *Wilson* ont fourni, pour la construction de toutes les parties de l'appareil, 70,084 kilogr. 90 de tôle, de fonte en partie tournée et alésée, et de fer forgé pour chaudières, tuyaux, plaques, barres, récipients, rouleaux, compensateurs, etc., lesquels à 70 c., 80 c., 1 fr., 1 fr. 80 c., 2 fr. et 3 fr. le kilogramme, indépendamment de 20 c. par kilogramme pour ajustage à la fonderie, transport et pose, ont coûté :

70,848 fr. 75 c., ci.	70,848 fr. 75 c.
Cuivre pour robinets.	264 »
Rondelles en métal fusible.	72 »
Nettoyage et lustrage des plaques de fonte.	131 77
Gratification aux ouvriers.	260

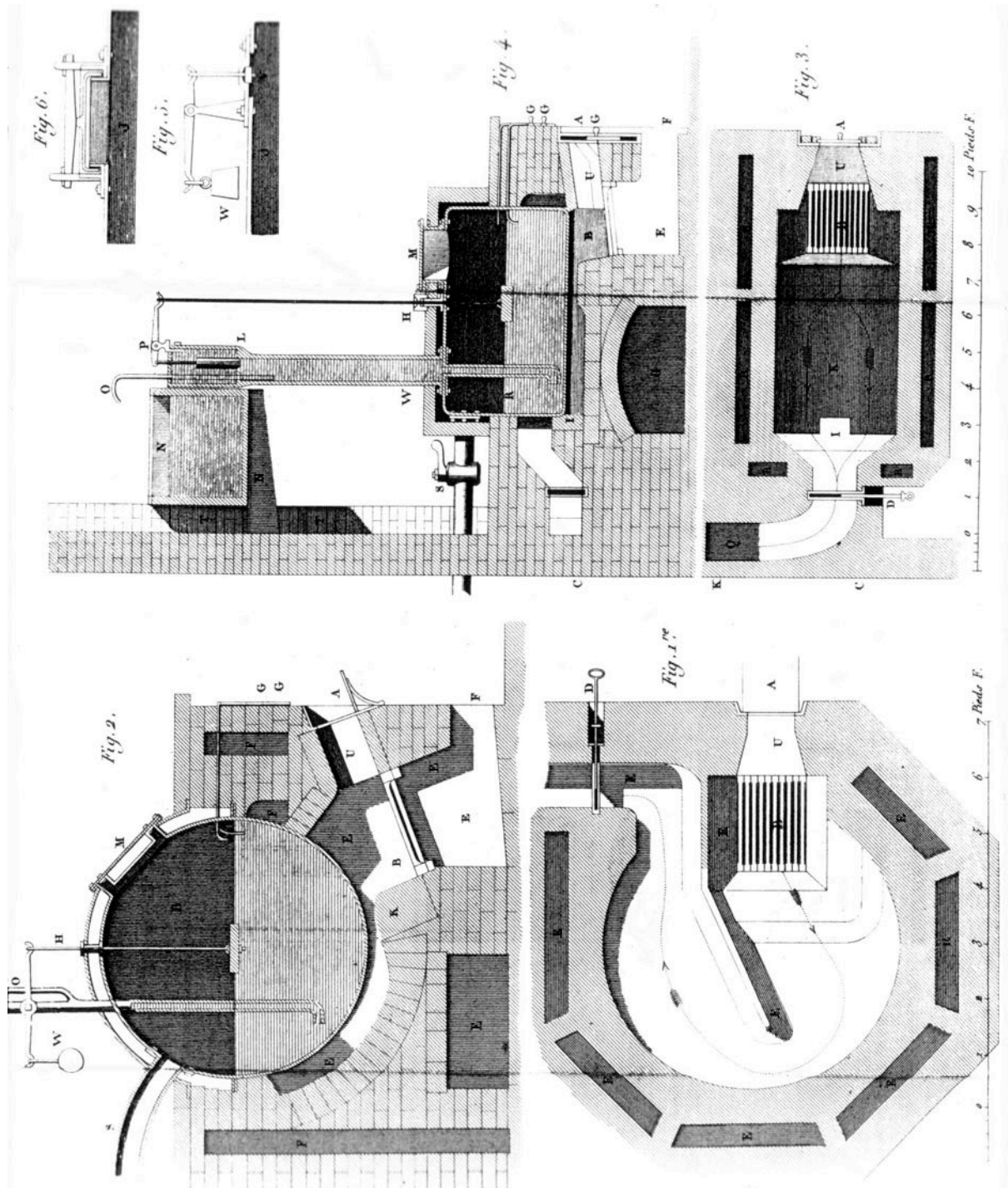
Total.	71,576 fr. 52 c.
Plus, pour travaux de maçonnerie.	9,500 »
Pour travaux de serrurerie, plomberie, etc.	4,973 »

Dépense totale de l'appareil. 86,094 fr. 52 c.

Fig. 101

TABLEAU offrant les Résultats généraux des Expériences faites au Conservatoire des Arts et Métiers, sur divers appareils de chauffage.

APPAREILS ou CRAUFRAGE.	DATES ou EXPERIENCES.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	MASSES DES APPAREILS
		Température moyenne de l'air existant pendant les huit heures d'expérience.	Température moyenne de la pièce avant de commencer l'expérience.	Excès de la température moyenne de la pièce avant l'expérience, sur la température moyenne de l'air extérieur.	Température moyenne de la pièce pendant les huit heures d'expérience.	Excès de la température moyenne de la pièce pendant les huit heures d'expérience, sur celle qui avait lieu avant de commencer l'expérience.	Quantité du bois brûlé.	Température constante du noyau kilogramme de bois fournie à l'appareil pendant huit heures.	Température de la colonne G, augmentée d'un centième de la colonne G.	Moyenne des résultats de la colonne précédente.	Surface extérieure des appareils. T. indique de la tête ou du fond. B. indique de la bride ou du marbre.	qui conservent encore une haute température à la fin de l'expérience.
Messieurs				C=B-A		E=D-B		$\frac{E}{G} = \frac{F}{H}$	$\frac{H}{G} + \frac{I}{H}$	$I = H + \frac{I}{H}$		Prises par approximation.
1 Foyenne . . .	17 décembre 1807.	1° 14	10° 35	8° 21	13° 21	4° 86	44 kilog.	0° 110	0° 199	0,300	214 T. × 300 B. 165 T. × 594.	20
	9 février 1808.	4° 30	11° 15	7° 10	10° 67	5° 22	40	0° 130	0° 201			
1 Bernini . . .	19 décembre 1807.	0° 05	7° 85	7° 90	10° 58	6° 53	38	0° 177	0° 256	0,221	987 T. × 551 B.	25
	27 janvier 1808.	8° 74	9° 10	0° 36	10° 33	7° 25	40	0° 182	0° 185			
1 Curanda . . .	22 décembre 1807.	0° 00	5° 20	6° 10	15° 23	7° 03	28	0° 251	0° 382	0,325	1330 T.	Quelques briques; le reste en tôle.
	30 janvier 1808.	0° 75	5° 35	4° 60	10° 25	10° 30	40	0° 272	0° 318			
1 Idem . . .	26 décembre 1807.	2° 09	5° 65	2° 66	14° 17	8° 52	37	0° 227	0° 254	0,259	1516 T.	Idem.
	2 février 1808.	8° 27	12° 12	2° 85	18° 68	7° 56	39	0° 194	0° 223			
1 Idem . . .	6 janvier 1808.	2° 80	7° 30	0° 50	10° 60	0° 30	37	0° 218	0° 213	0,233	1554 T.	Idem.
	29 Idem . . .	5° 30	8° 05	2° 25	16° 07	8° 02	40	0° 200	0° 225			
3 Olivier . . .	31 décembre 1807.	6° 08	8° 05	0° 87	16° 24	6° 29	50	0° 126	0° 155	0,161	100 T. 1160 B.	100
	23 janvier 1808.	7° 55	6° 15	0° 10	13° 18	6° 25	40	0° 168	0° 167			
1 Olivier . . .	21 décembre 1807.	0° 27	0° 30	0° 03	18° 11	5° 31	36	0° 139	0° 223	0,212	320 T. + 547 B.	30
	26 janvier 1808.	0° 03	5° 05	4° 97	11° 02	5° 97	40	0° 149	0° 199			
1 Idem . . .	24 décembre 1807.	3° 23	7° 25	4° 02	12° 15	4° 90	50	0° 038	0° 138	0,135	1100 B.	80
	6 février 1808.	6° 16	8° 70	2° 54	13° 99	5° 29	40	0° 132	0° 137			
1 Curanda . . .	18 décembre 1807.	1° 64	2° 65	0° 03	13° 00	5° 33	38	0° 140	0° 200	0,200	1279 T.	10
	25 janvier 1808.	1° 60	3° 15	1° 16	10° 52	7° 37	40	0° 184	0° 199			
1 Fwd. etc . . .	13 décembre 1807.	1° 85	6° 60	4° 75	14° 23	7° 13	58	0° 130	0° 178	0,179	928 T. + 192 B.	45
	2 février 1808.	10° 10	11° 2	1° 15	17° 92	6° 67	40	0° 167	0° 179			
1 Idem . . .	21 décembre 1807.	2° 39	6° 72	4° 13	18° 12	5° 10	47	0° 115	0° 156	0,188	782 T. + 912 B.	50
	13 février 1808.	0° 00	4° 60	8° 68	13° 99	5° 37	40	0° 134	0° 200			
1 Bernini . . .	23 décembre 1807.	5° 33	7° 30	0° 17	16° 32	8° 52	53	0° 160	0° 184	0,196	326 T. + 255 T.	15
	3 février 1808.	7° 13	10° 47	2° 14	17° 47	7° 00	40	0° 173	0° 203			
1 Desmarais . . .	30 décembre 1807.	7° 31	9° 67	2° 36	14° 51	4° 81	45	0° 112	0° 155	0,150	380 T.	Tout en fer ou en tôle.
	4 février 1808.	2° 71	10° 20	7° 49	12° 05	4° 35	37	0° 129	0° 204			
1 Dillier . . .	8 janvier 1808.	5° 50	9° 00	3° 50	13° 23	4° 23	10	0° 117	0° 162	0,222	412 T.	Idem.
	1 février 1808.	11° 20	10° 30	0° 72	13° 29	2° 99	15	0° 199	0° 192			
1 Idem . . .	19 janvier 1808.	3° 25	5° 50	2° 25	8° 33	2° 53	15	0° 169	0° 206	0,254	140 T.	8
	10 février 1808.	2° 63	9° 42	6° 79	12° 17	2° 75	15	0° 183	0° 222			
1 Evenden . . .	7 janvier 1808.	0° 14	10° 15	4° 01	14° 31	4° 16	39	0° 166	0° 206	0,224	1122 T. + 400 B.	40
	5 février 1808.	2° 29	8° 15	5° 35	15° 25	2° 10	39	0° 188	0° 218			



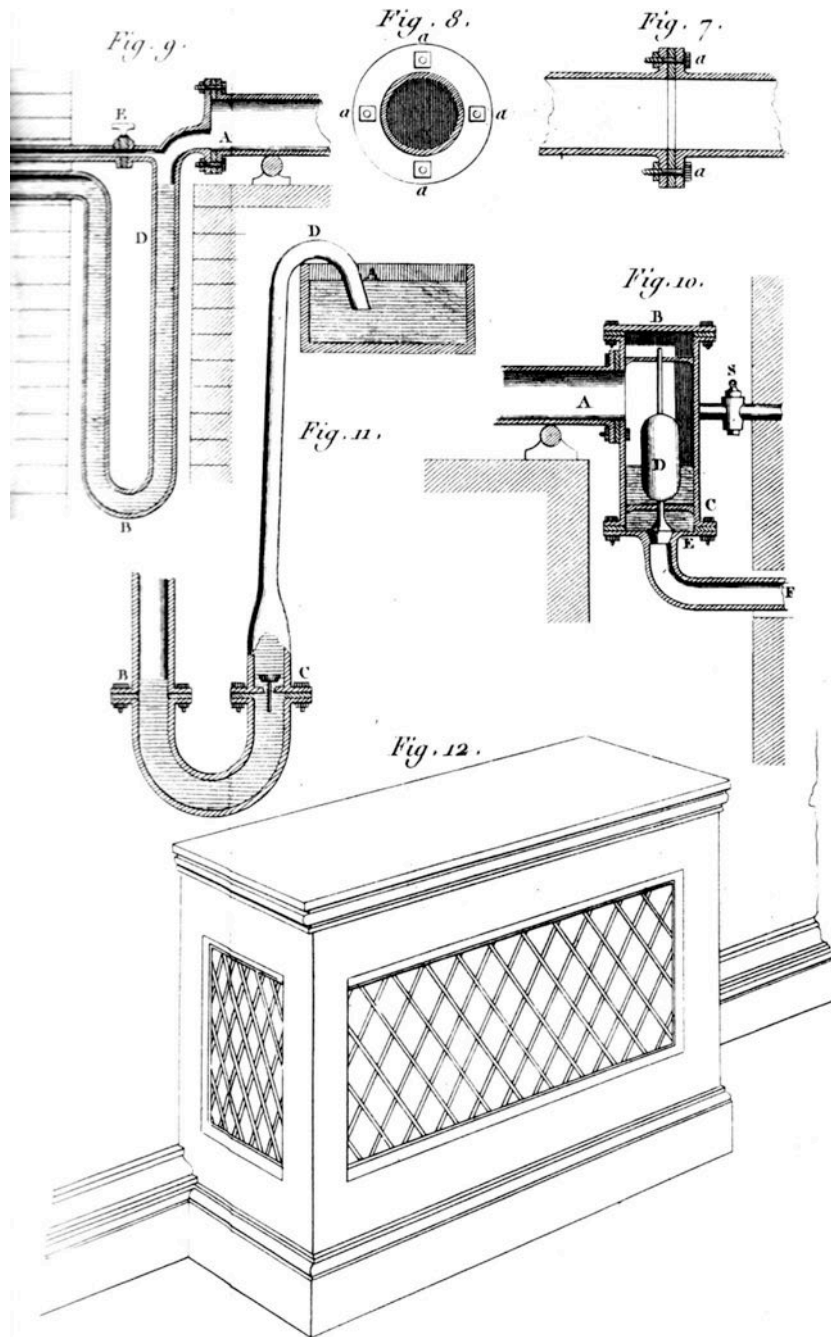
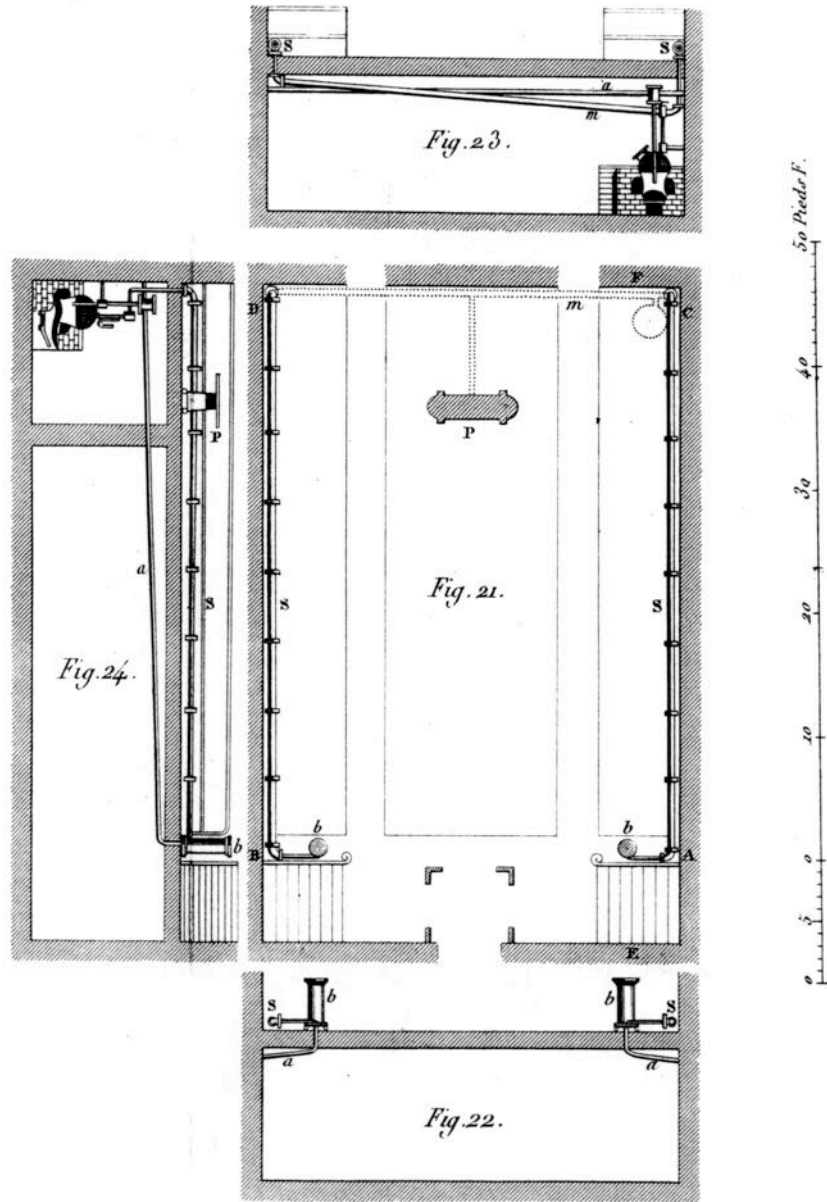
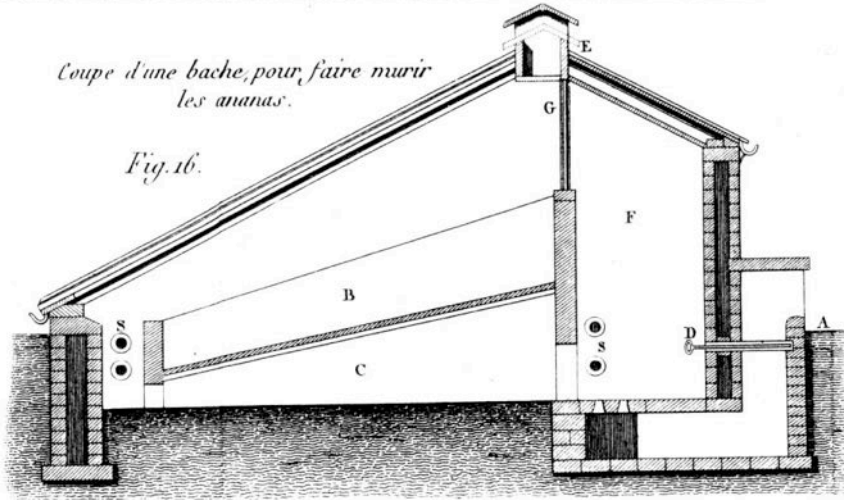


Fig. 104



Coupe d'une bache, pour faire murir les ananas.

Fig. 16.



Coupe d'une serre chaude pour les pêches.

Fig. 17.

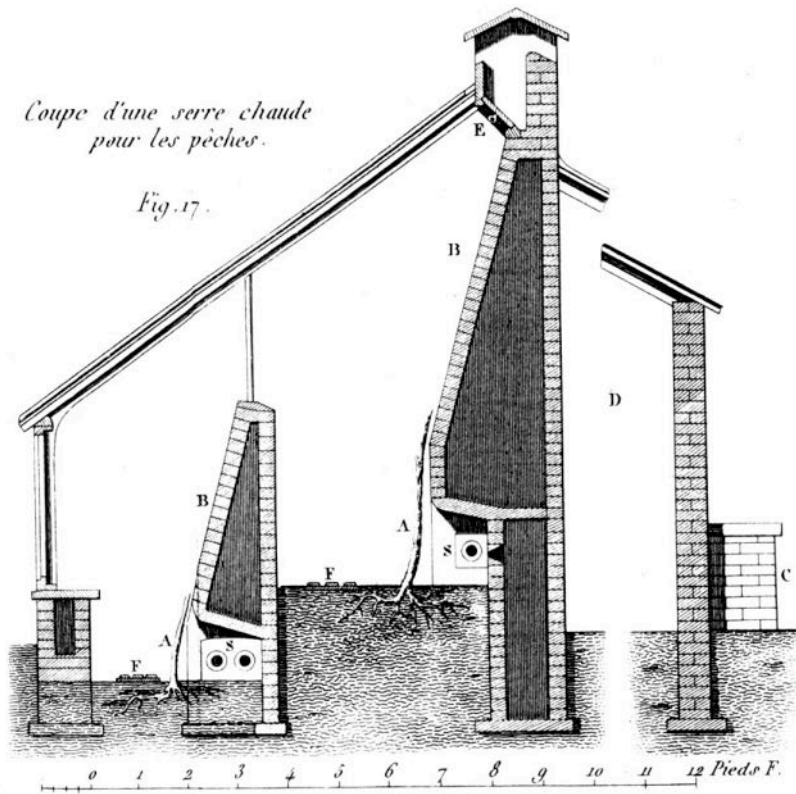
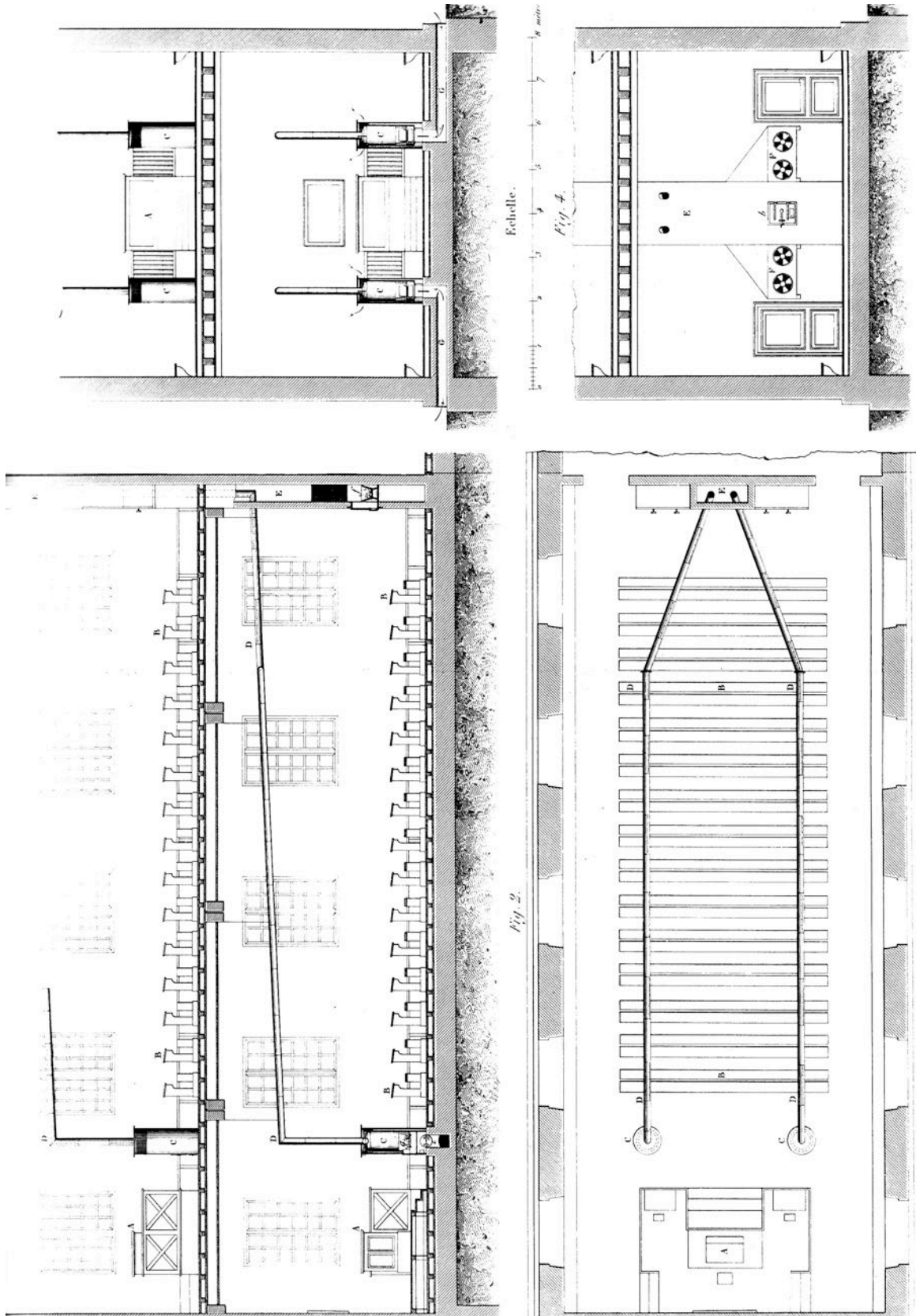


Fig. 106



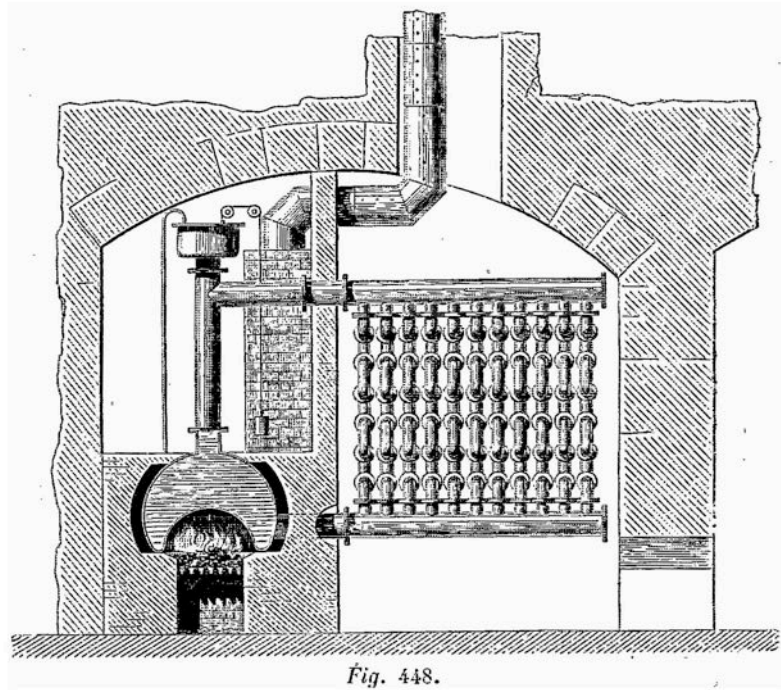


Fig. 448.

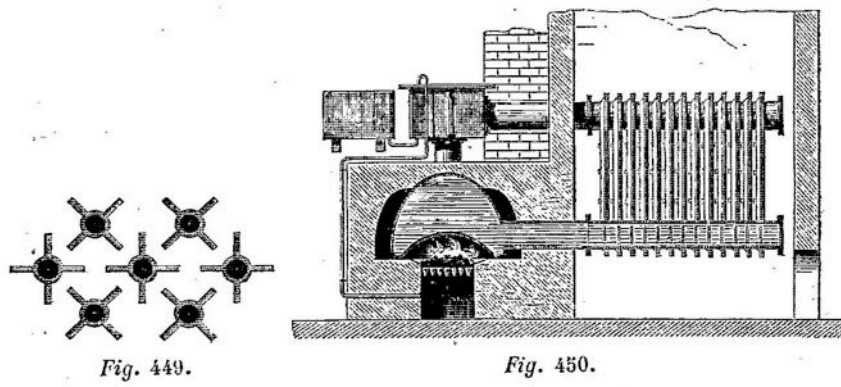


Fig. 449.

Fig. 450.

Fig. 108

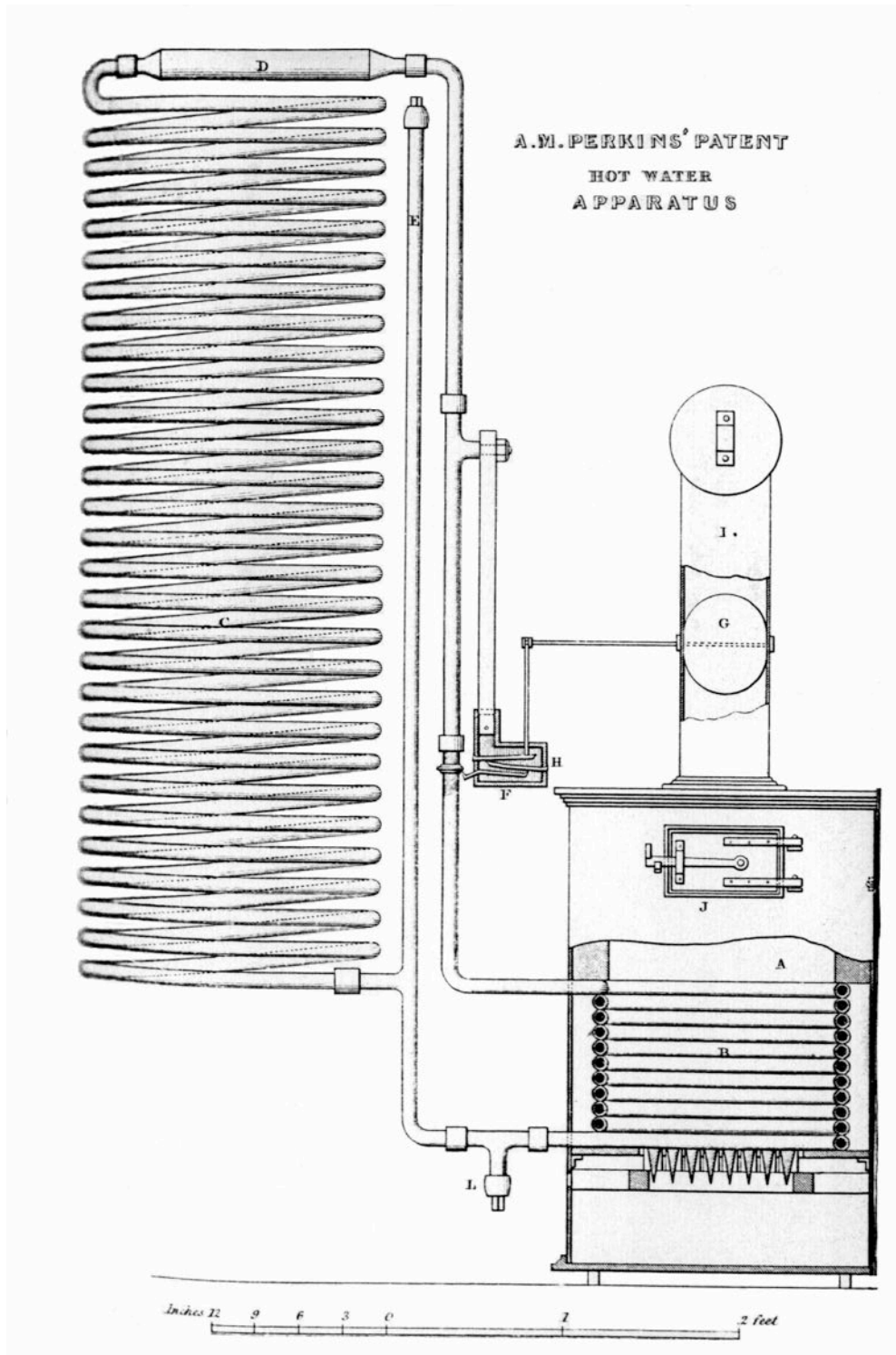
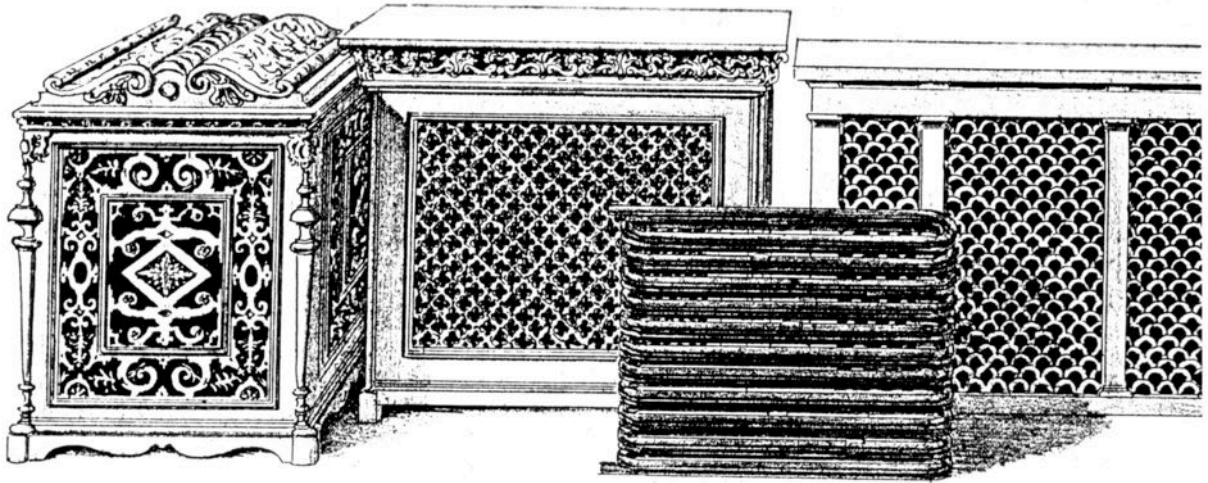


Fig. 109



Pedestals and Coils.

Fig. 110

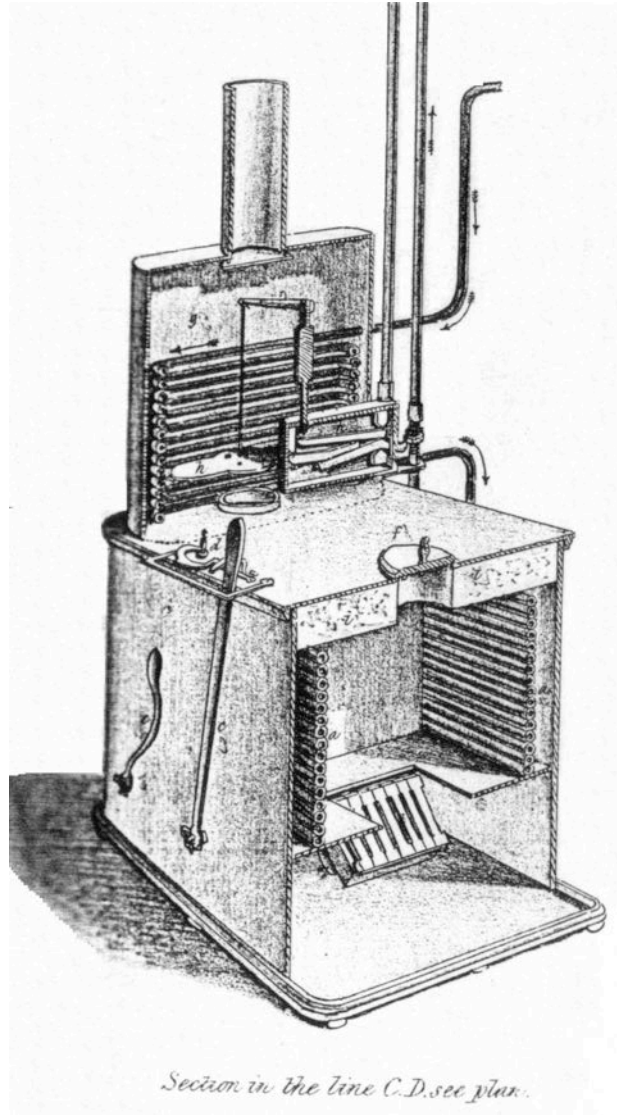


Fig. 111

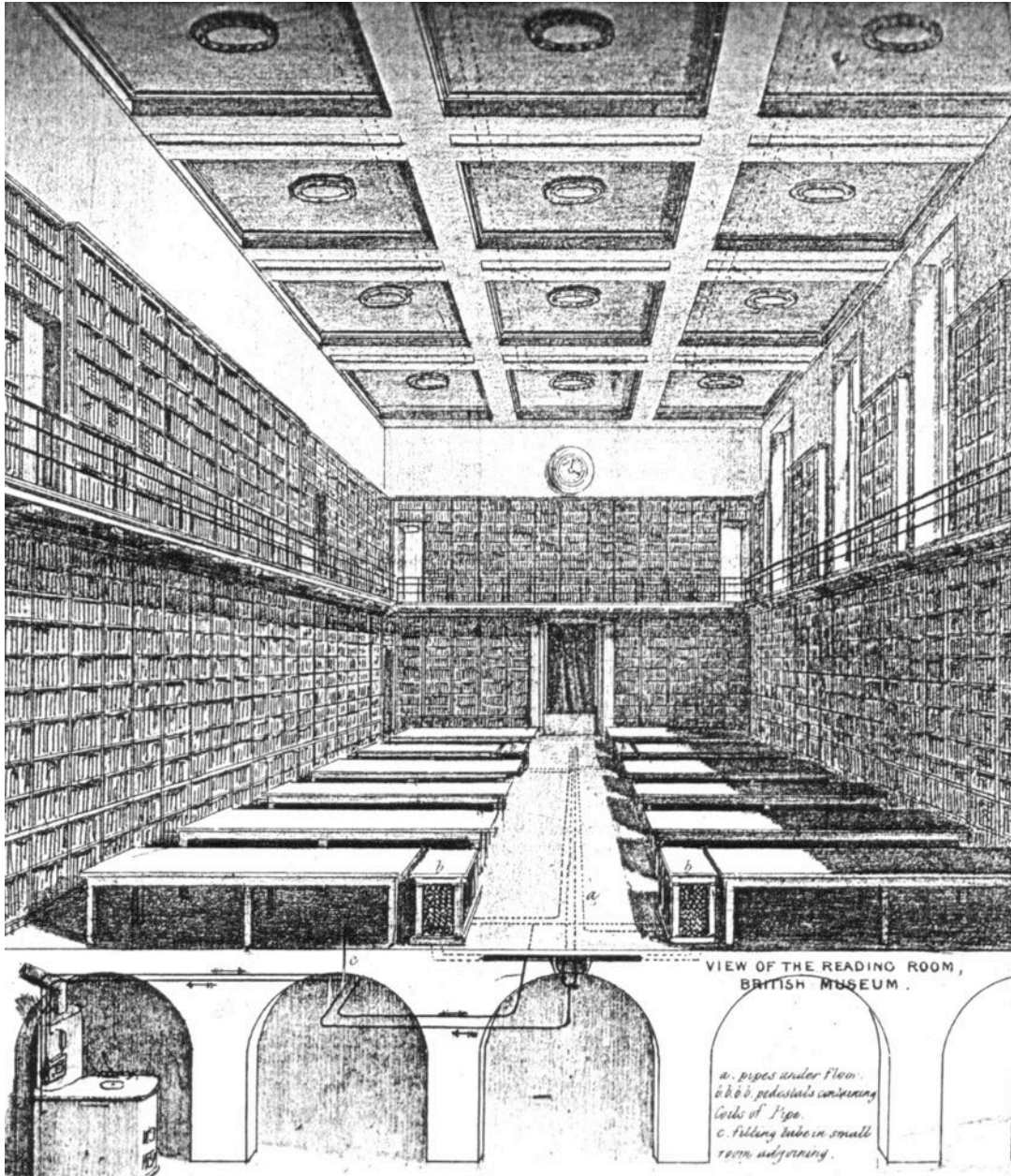
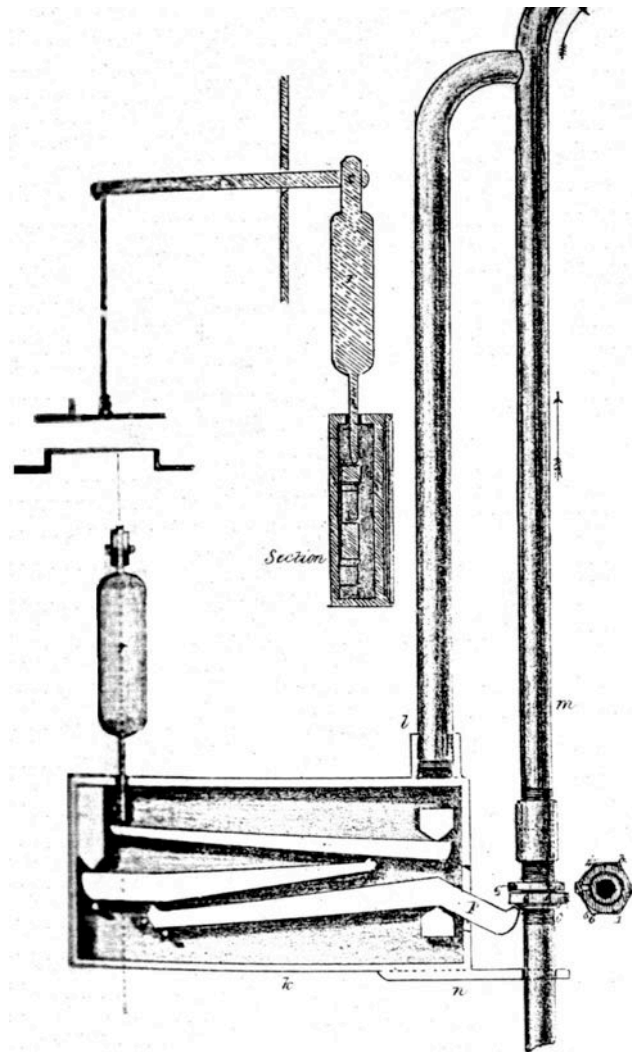
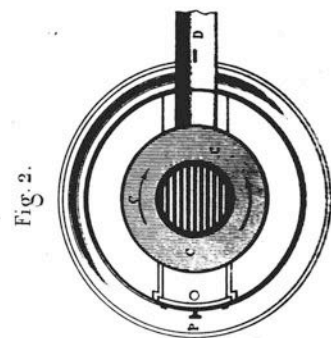
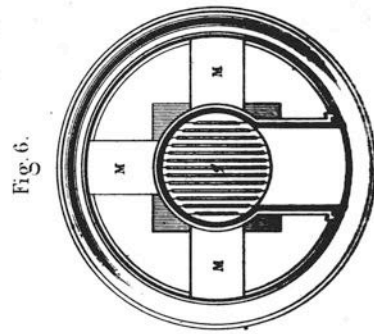
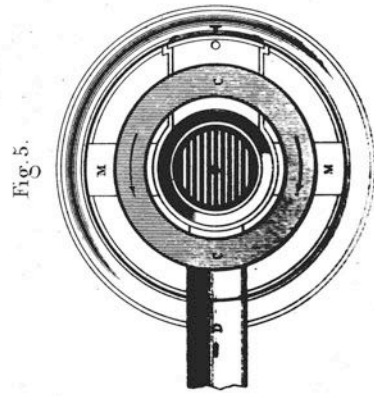
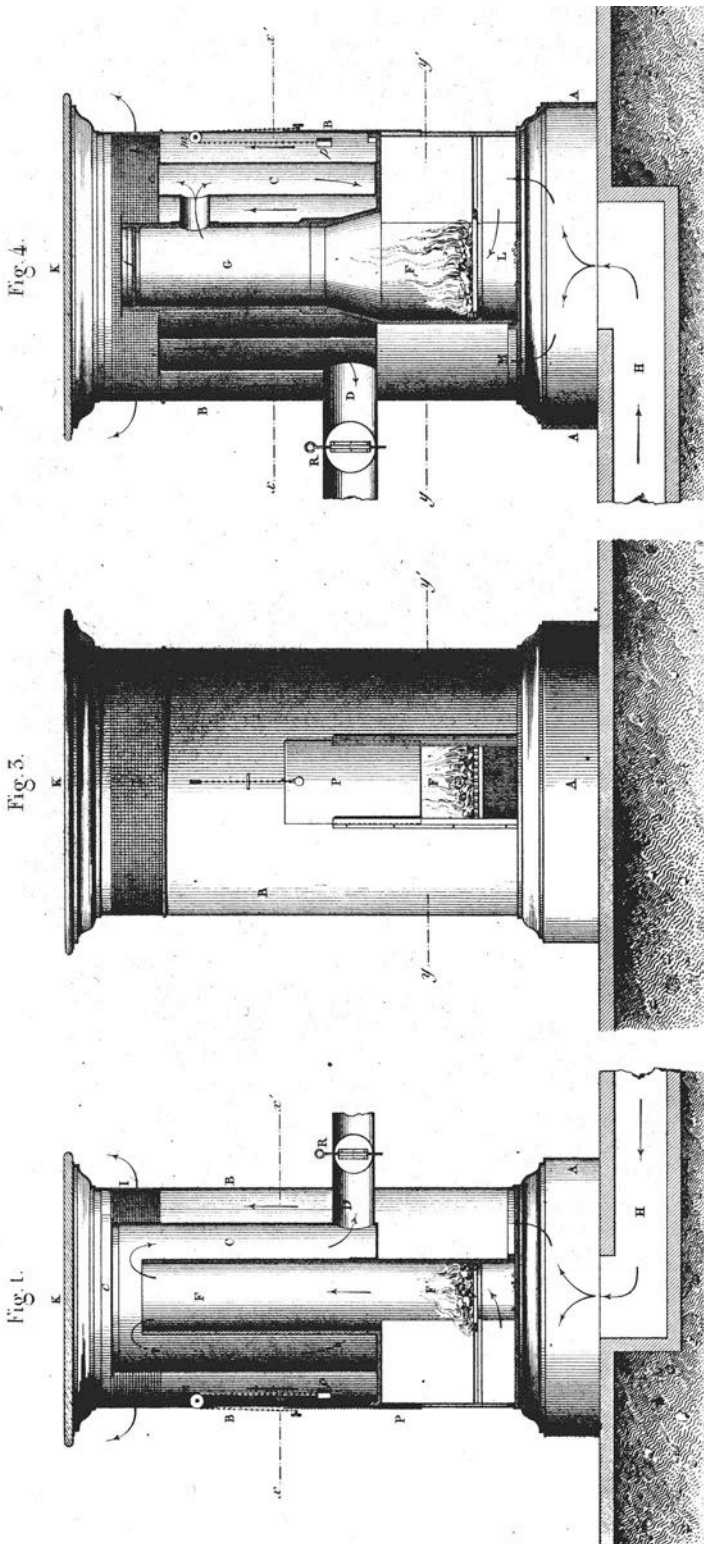


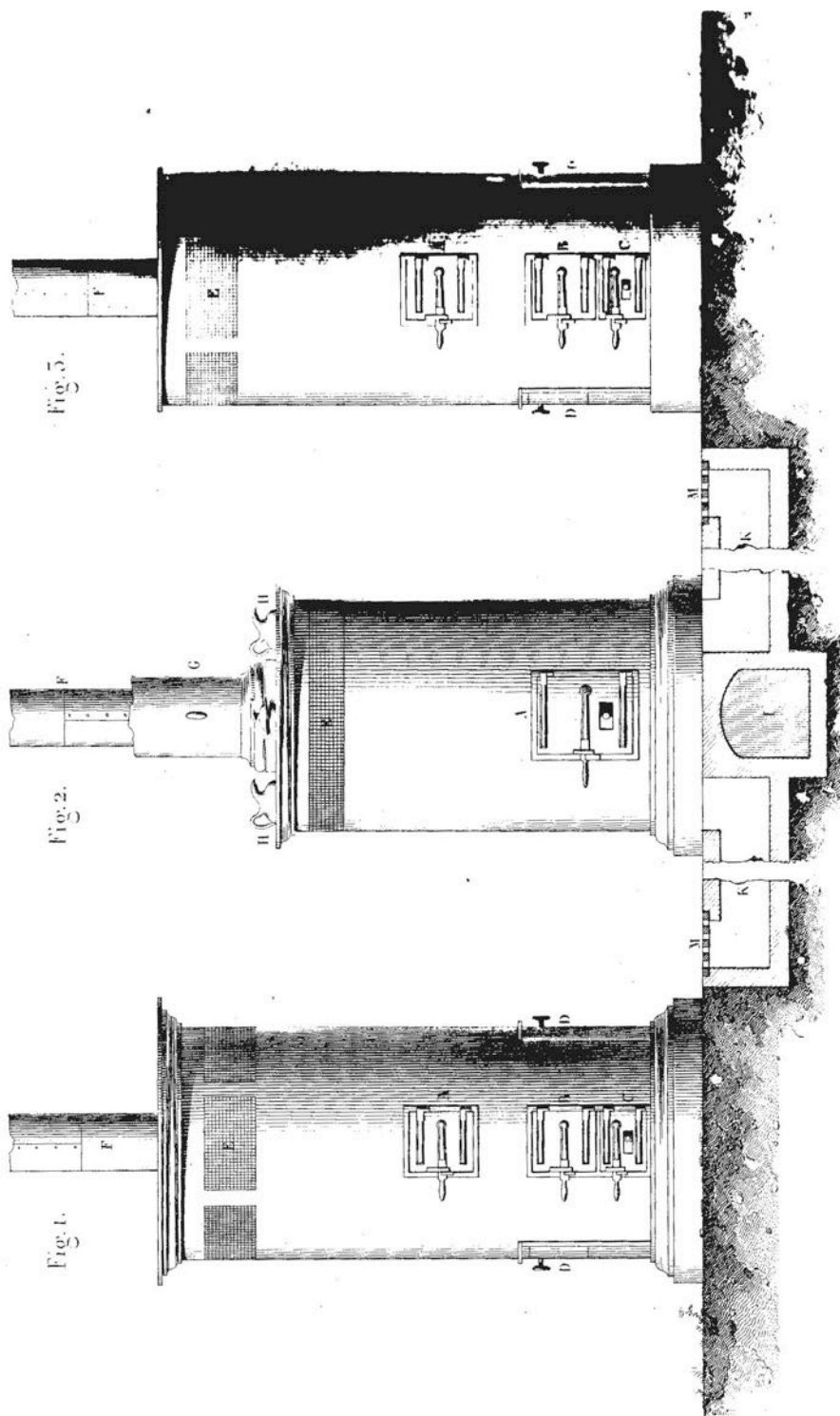
Fig. 112

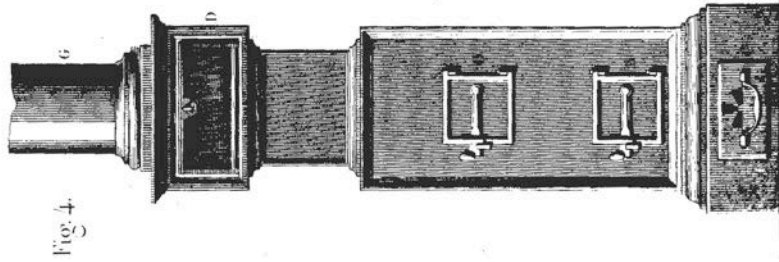
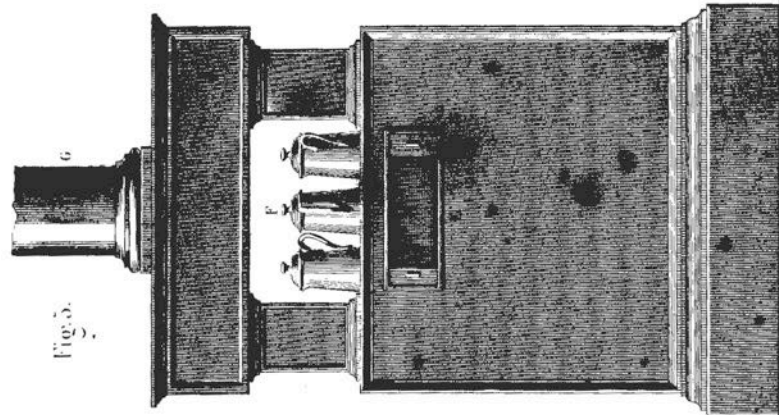
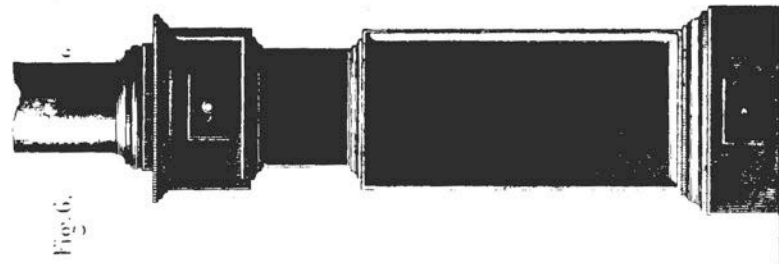


The Governor or head regulator.

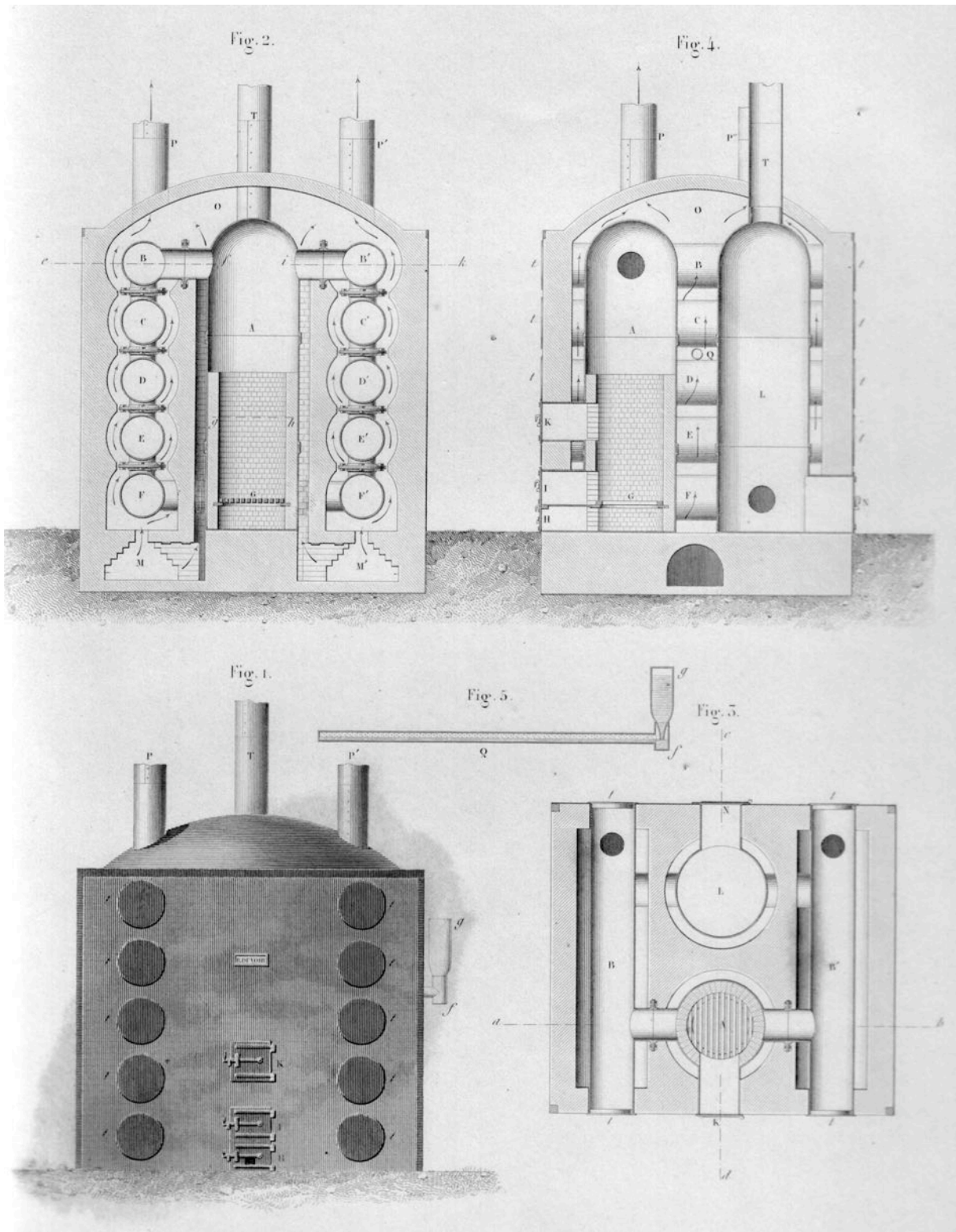


Rehelle.





Echelle.



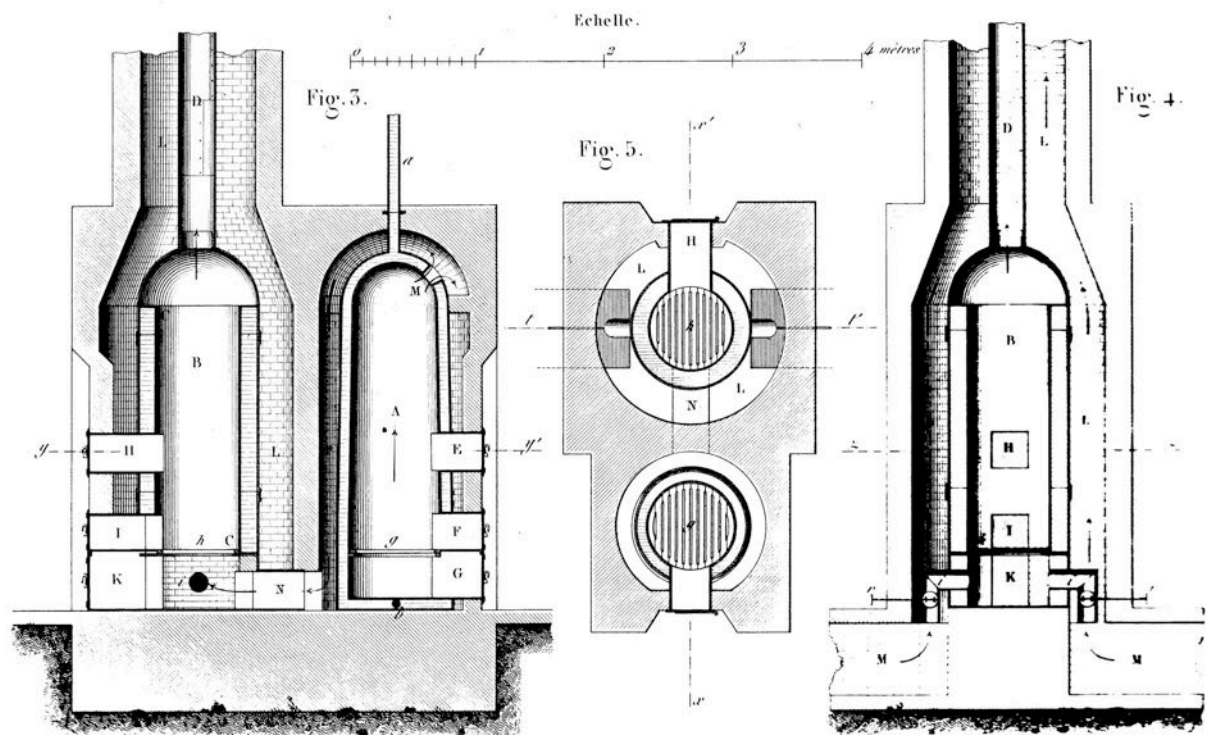
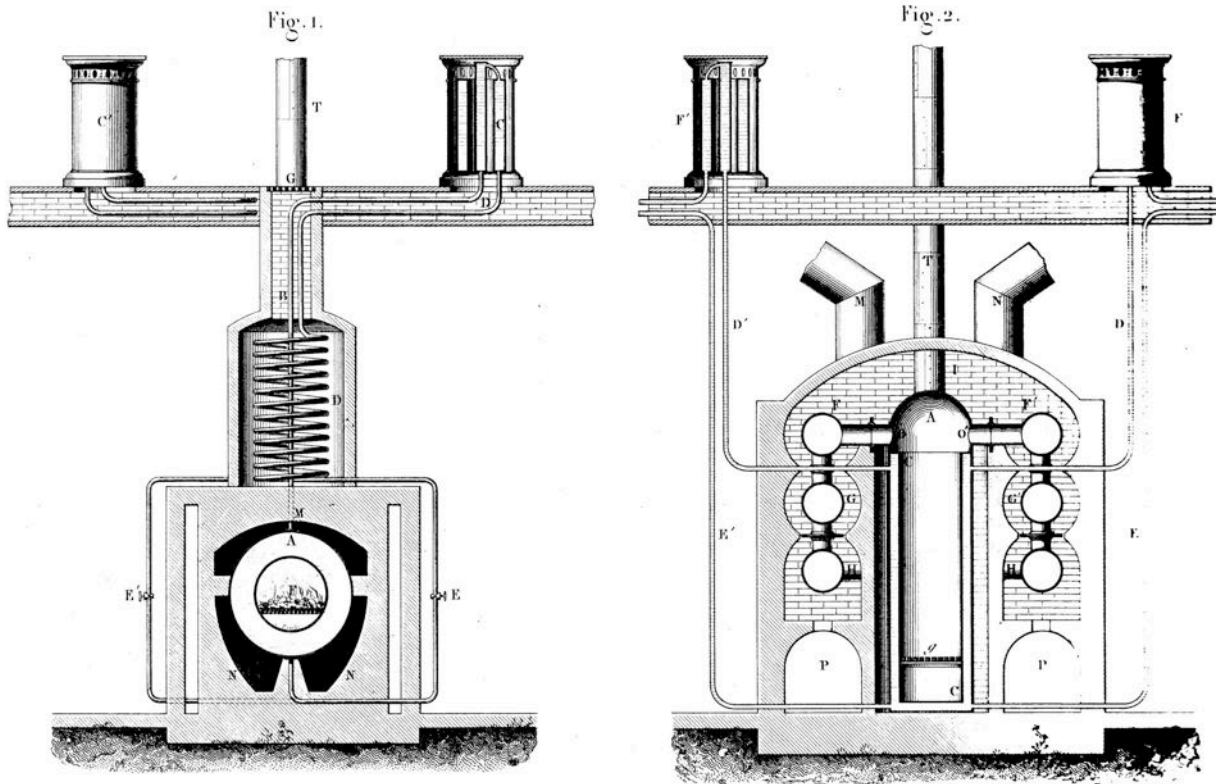
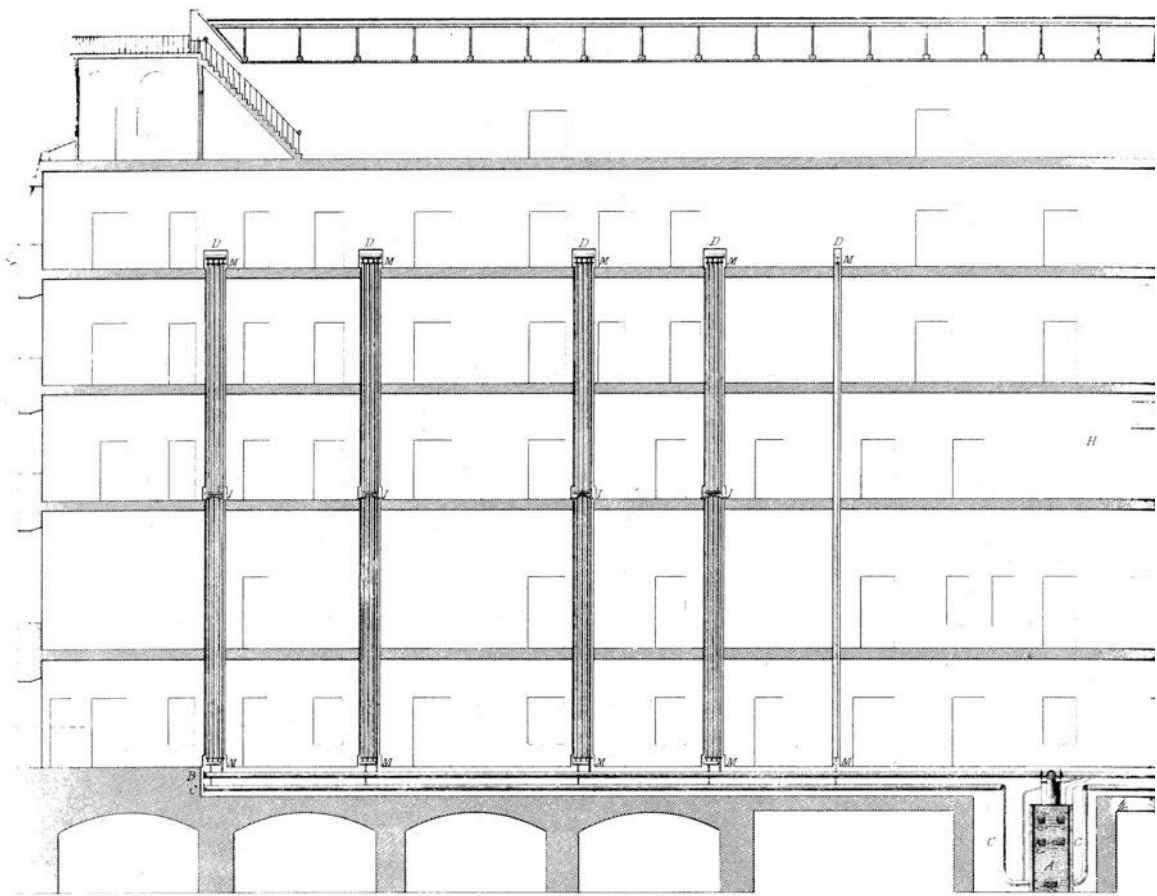
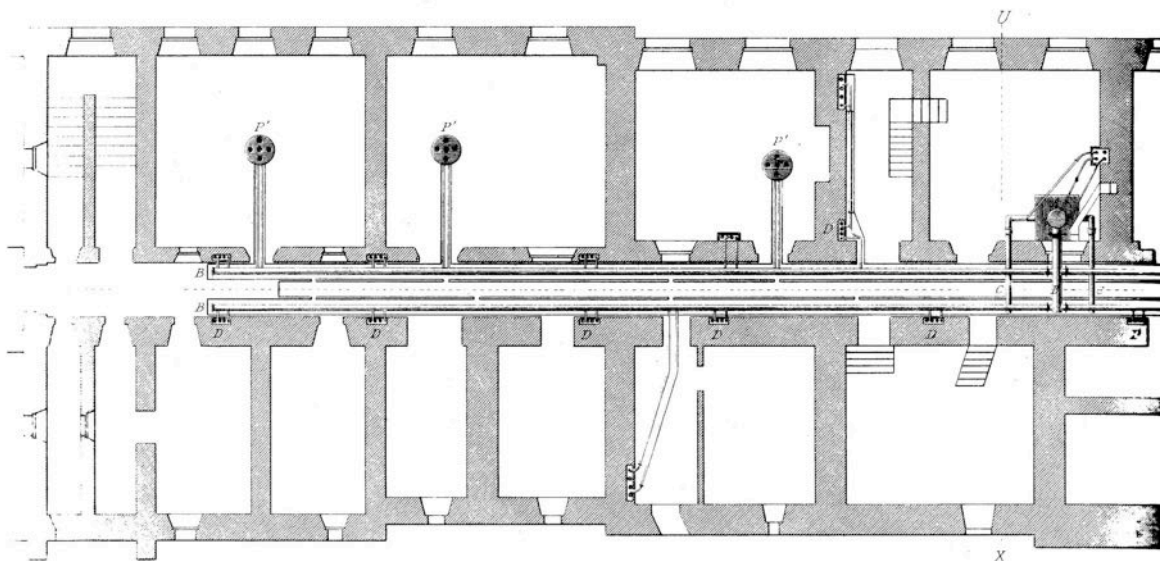


Fig. 119



PLAN A LA HAUTEUR DE Y Z



Echelle des Fig 1, 2 et 3.



Echelle de la Fig 5.



Echelle de la Fig 4.

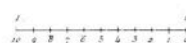
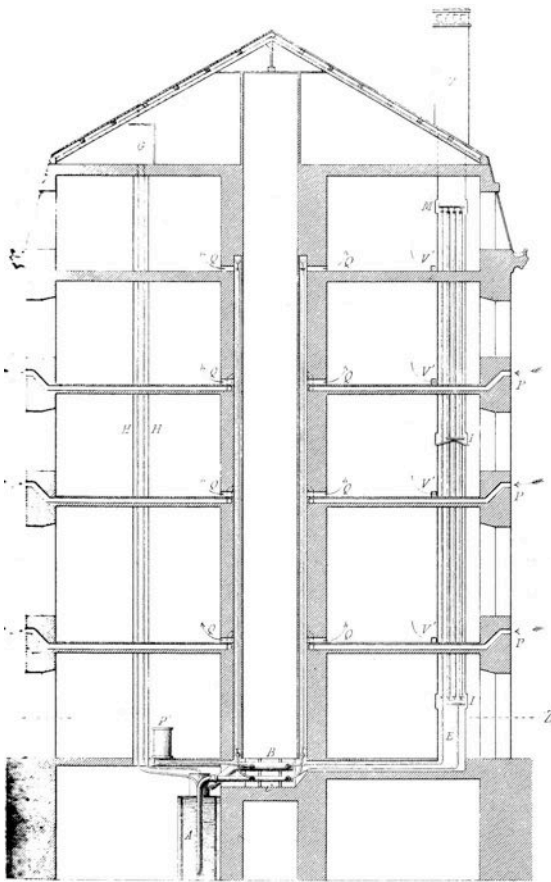
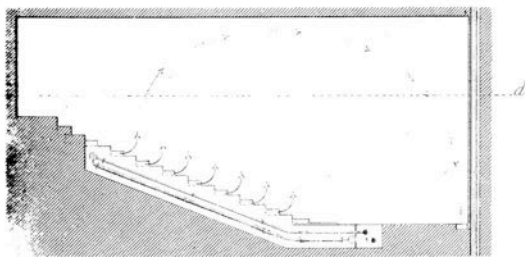


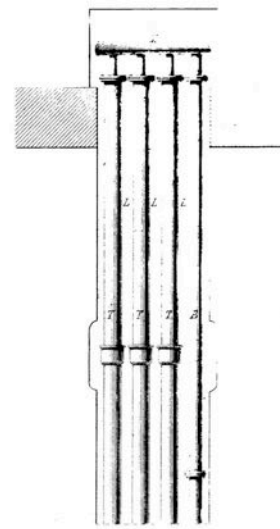
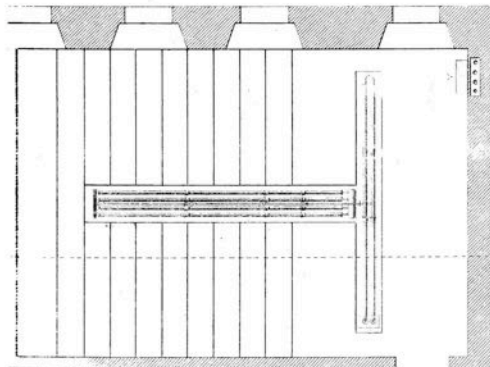
Fig. 119 bis



COUPE SUIVANT *a b* DU PLAN.

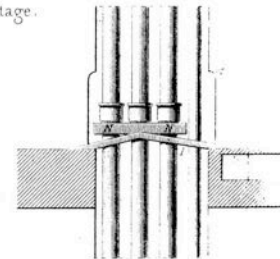
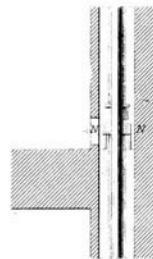


PLAN DE L'AMPHITHÉÂTRE A LA HAUTEUR DE *c d*. Fig 5.



Disposition des tuyaux verticaux.

au 2^e étage.



Disposition des tuyaux verticaux
à la rencontre des tuyaux de départ et de retour.

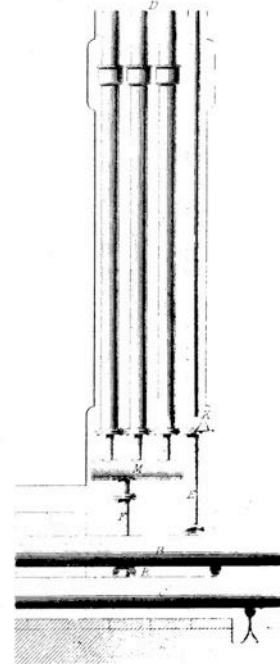
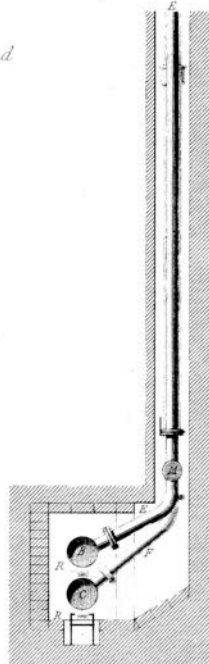


Fig. 120

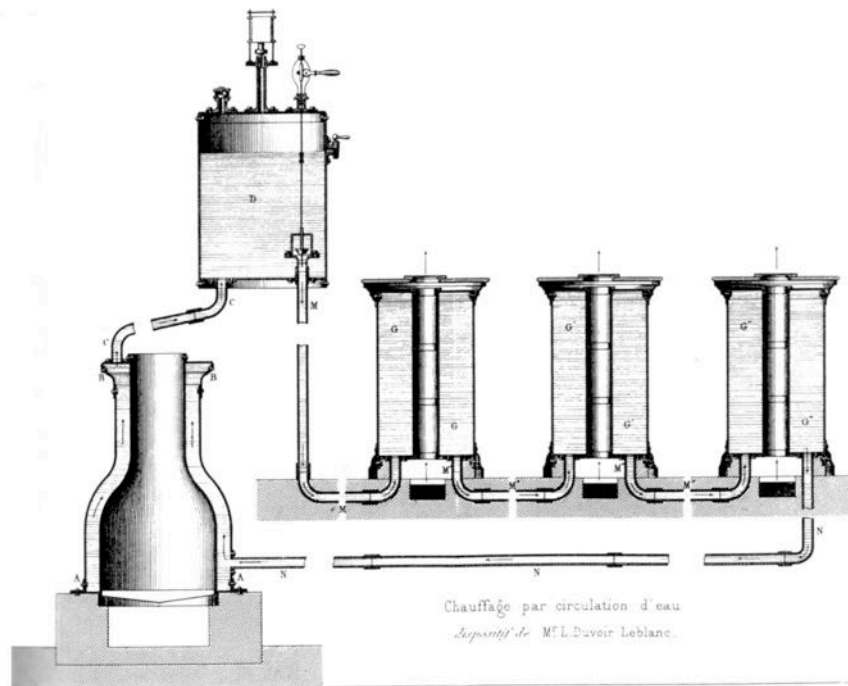
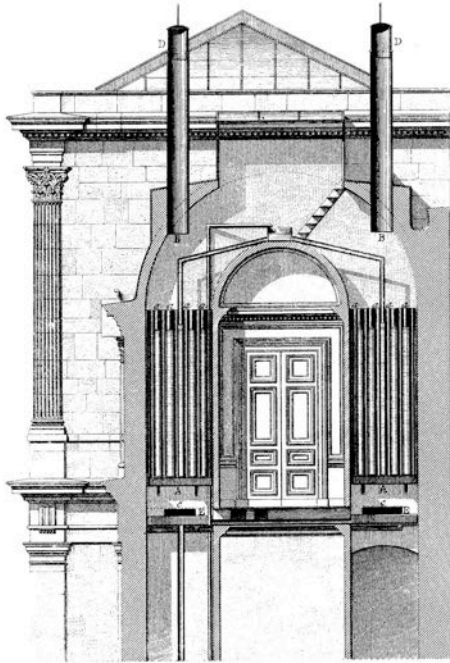
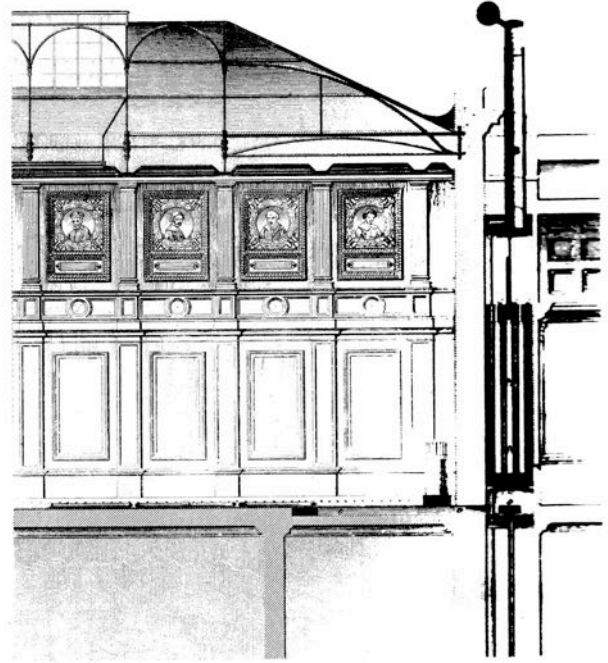


Fig. 121

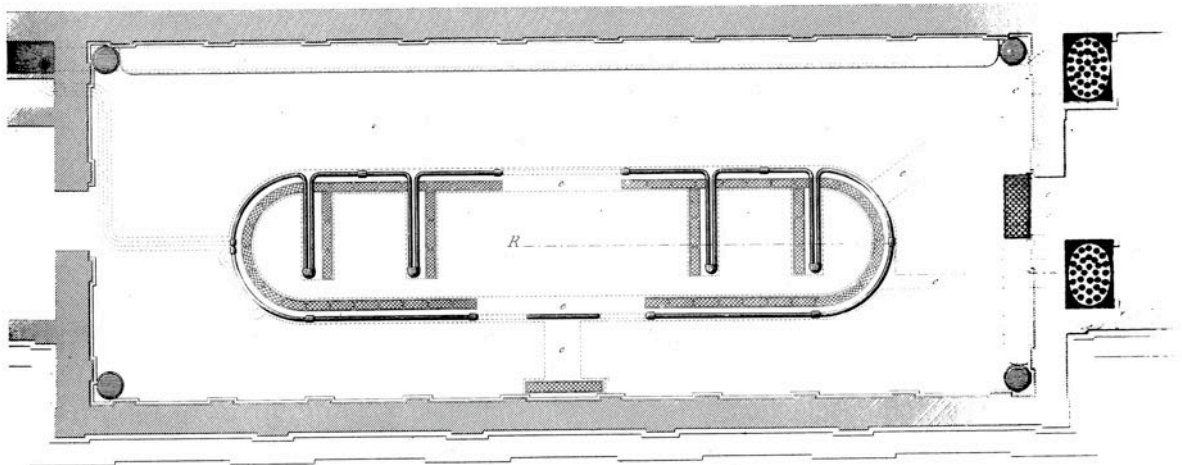
COUPE TRANSVERSALE SUIVANT M. N.



COUPE LONGITUDINALE SUIVANT P. Q.



PLAN DE LA SALLE DES SEANCES.



Echelle

**HISTORIQUE DE LA MAISON
JULES GROUVELLE*
H. ARQUEMBOURG* & C^{ie}**

Fondation en 1829
Par PHILIPPE GROUVELLE Père

Exposition Paris 1844
MÉDAILLE D'ARGENT
Exposition Paris 1855
MÉDAILLE DE 1^{re} CLASSE

1866 — JULES GROUVELLE

Exposition Paris 1867
MÉDAILLE DE 1^{re} CLASSE
Exposition Paris 1878, MÉDAILLE D'OR
Exposition Anvers 1885
DIPLOME D'HONNEUR
Exposition Paris 1889, HORS CONCOURS
M. Jules GROUVELLE, Membre du Jury.

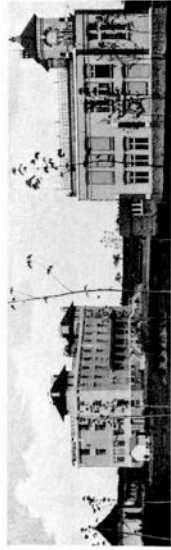
1890 — JULES GROUVELLE
& H. ARQUEMBOURG

Exposition Bruxelles 1897
HORS CONCOURS
M. Jules GROUVELLE, Membre du Jury.
Croix de la Légion d'Honneur.
Exposition Paris 1900, GRAND PRIX
M. Henri ARQUEMBOURG,
Croix de la Légion d'Honneur.

1900 — Fondation de la
SUCCURSALE BELGE
Exposition Liège 1905, 2 GRANDS PRIX
Exposition Milan 1906, GRAND PRIX

ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

Architectes
M. Salard.
M. Salleron.
M. Hugé.
M. Vandremmer.
M. Marbeau.
M. Leclerc.



Ecole des Roches,
Vernouil
M. Nollet, Architecte

École des Sœurs, rue du Foin M. Leclerc.
École Municipale Estienne, boulevard Auguste-
Blanqui M. Menjot
de Dammartin.
École Supérieure de Guerre.
Petit Lycée Buffon, boulevard Pasteur M. Vandremmer.
Ecole Alsacienne, rue d'Assas M. Auburtin.
Faculté de Médecine de Paris M. Gerhardt.
Bibliothèque de la Faculté de Médecine de Paris. M. Gerhardt.
Ecole Maternelle Roger-Gallet, à Levallois (Seine) M. Julien.
Groupe Scolaire de la Gare, à Saint-Ouen (Seine) M. Mancel.
Groupe Scolaire du boulevard de Châteaudun,
à Saint-Denis-sur-Seine (Seine) M. Frade.
Ecole Maternelle du quartier Pleyel, à St-Denis.
Ecole Braille, à Saint-Mandé (Seine)
Etablissement Picard, 6, rue du Pont, à Arcueil.
Groupe Scolaire de Bourg-la-Reine (Seine) M. Le Ceur.
Ecole Normale Supérieure de Fontenay-aux-Roses M. Le Ceur.
Groupe Scolaire d'Ivelles (Belgique)* M. Héger.
Institut Solvay, à Bruxelles (Belgique)* M. Héger.
Pension et Convent des Dames de la Retraite du
Sacré-Cœur d'Angers, r. Jemneval, à Bruxelles*. M. Repeuser.
Ecole Provinciale des Mines, à Mons (Belgique)* M. Puchot.



Grand Lycée de Reims
M. Brunette, Architecte

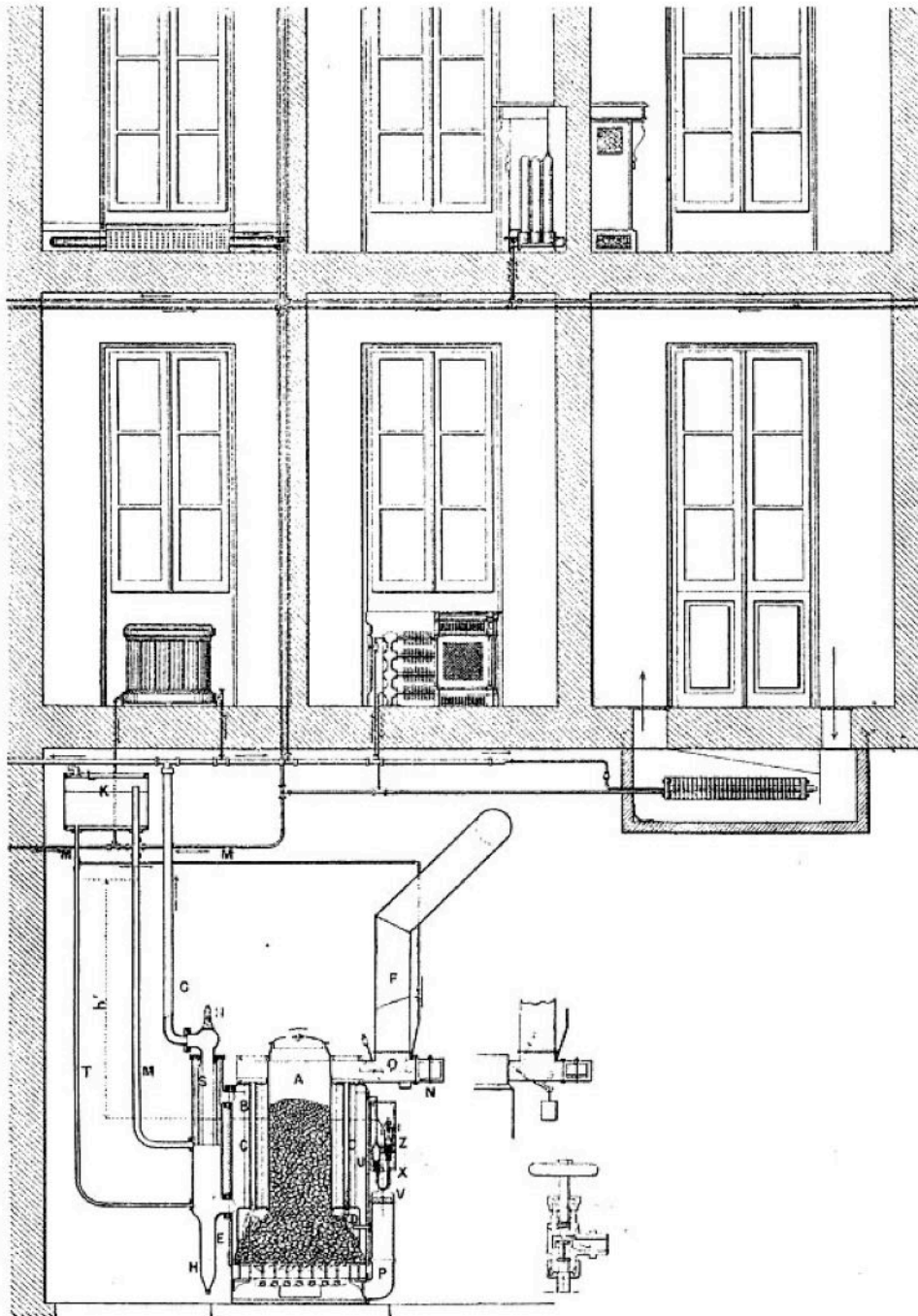


Fig. 22. — Chauffage par la vapeur à très basse pression, indépendant pour chaque pièce chauffée, réglable par la chaudière suivant les variations de la température extérieure. Système Jules Grouvelle et H. Arquembourg (breveté s. g. d. g.).

A, magasin de combustible; B, chambre de vapeur; C, tubes de circulation des gaz; D, fumivore; E, revêtement calorifuge; F, cheminée; G, départ de vapeur; H, soupape de sûreté; I, grille oscillante; K, vase d'expansion; L, communication avec l'atmosphère; M, retour

d'eau condensée; N, régulateur de tirage; P, entrée d'air dans la grille; Q, registre automatique; S, séparateur de vapeur; T, retour du vase d'expansion; U, régulateur de pression; V, soupape d'entrée d'air; X, tube faisant communiquer U et Z; Z, vase du régulateur.

Fig. 124

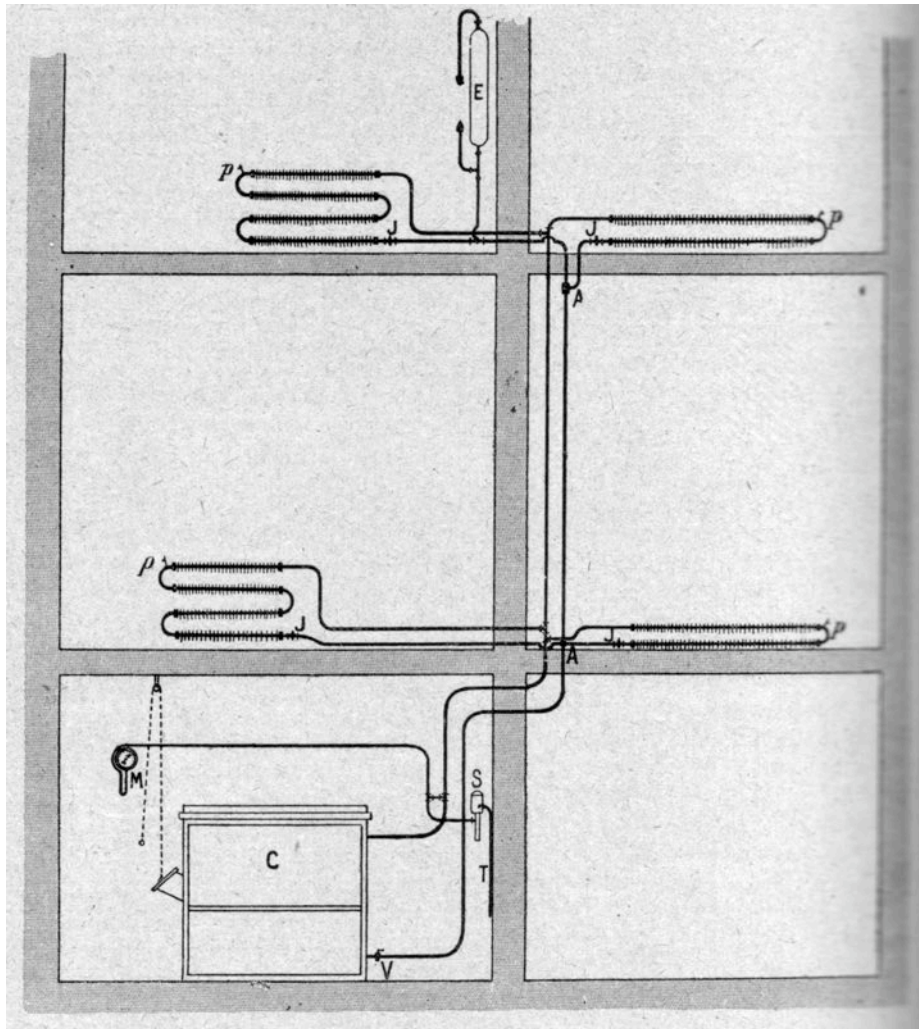


Fig. 125 bis

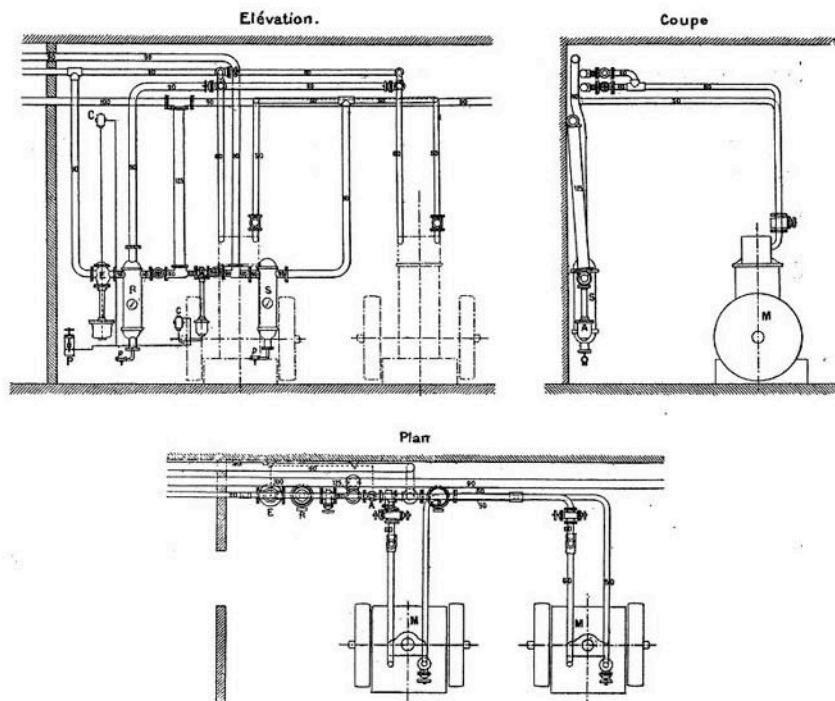


Fig. 14. — Hôpital d'enfants, rue Michel-Bizot, à Paris. Chauffage à vapeur combiné avec l'éclairage électrique.

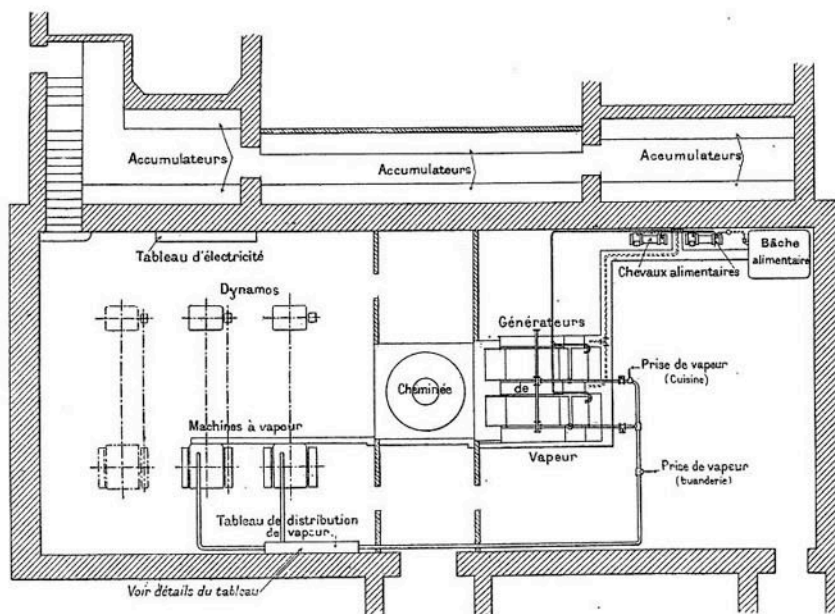


Fig. 13. — Hôpital d'enfants, rue Michel-Bizot, à Paris. Chauffage à vapeur combiné avec l'éclairage électrique, salle des machines.

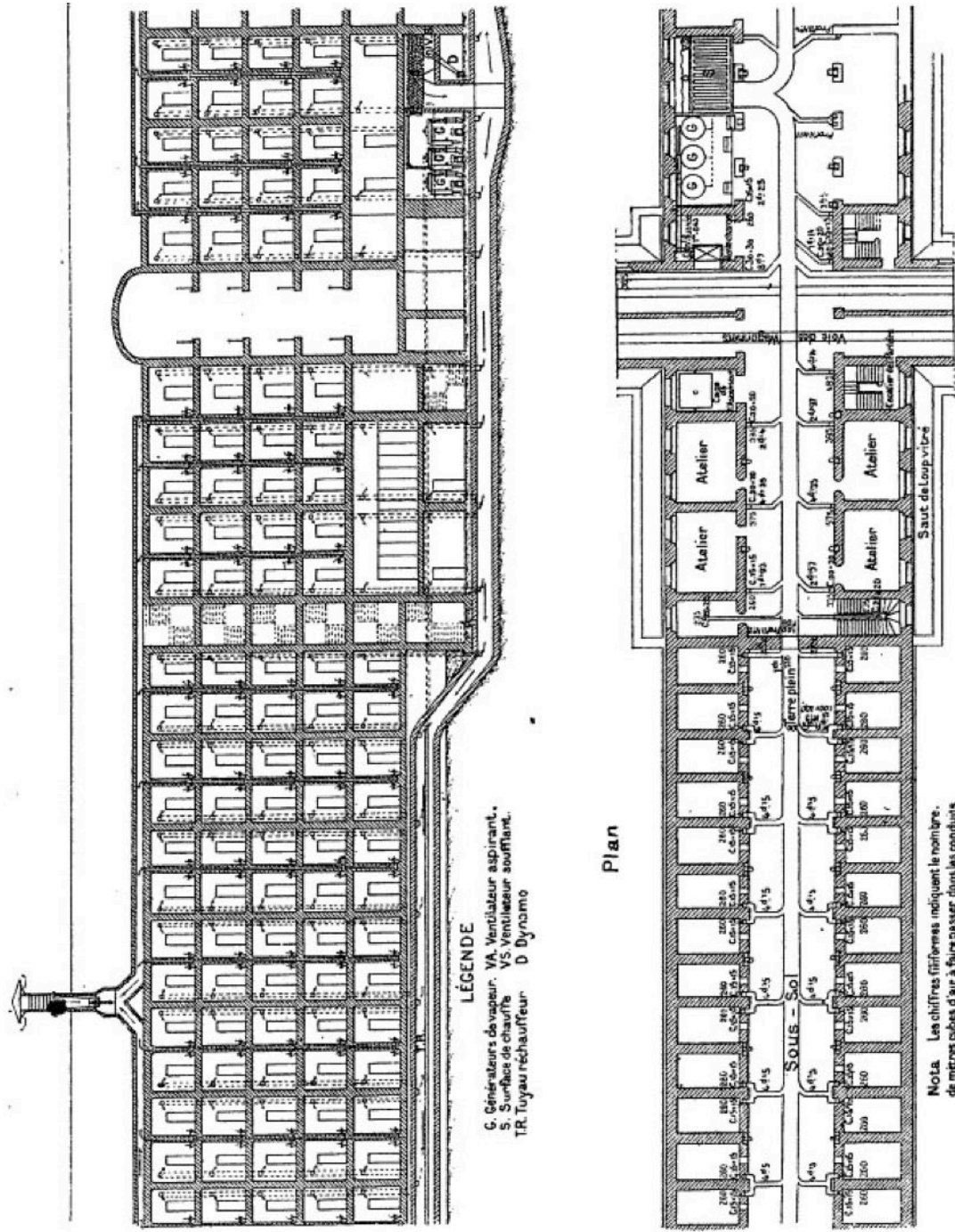


Fig. 18. -- Prison de Fresnes. Chauffage à vapeur à basse pression et ventilation mécanique. Coupe longitudinale.

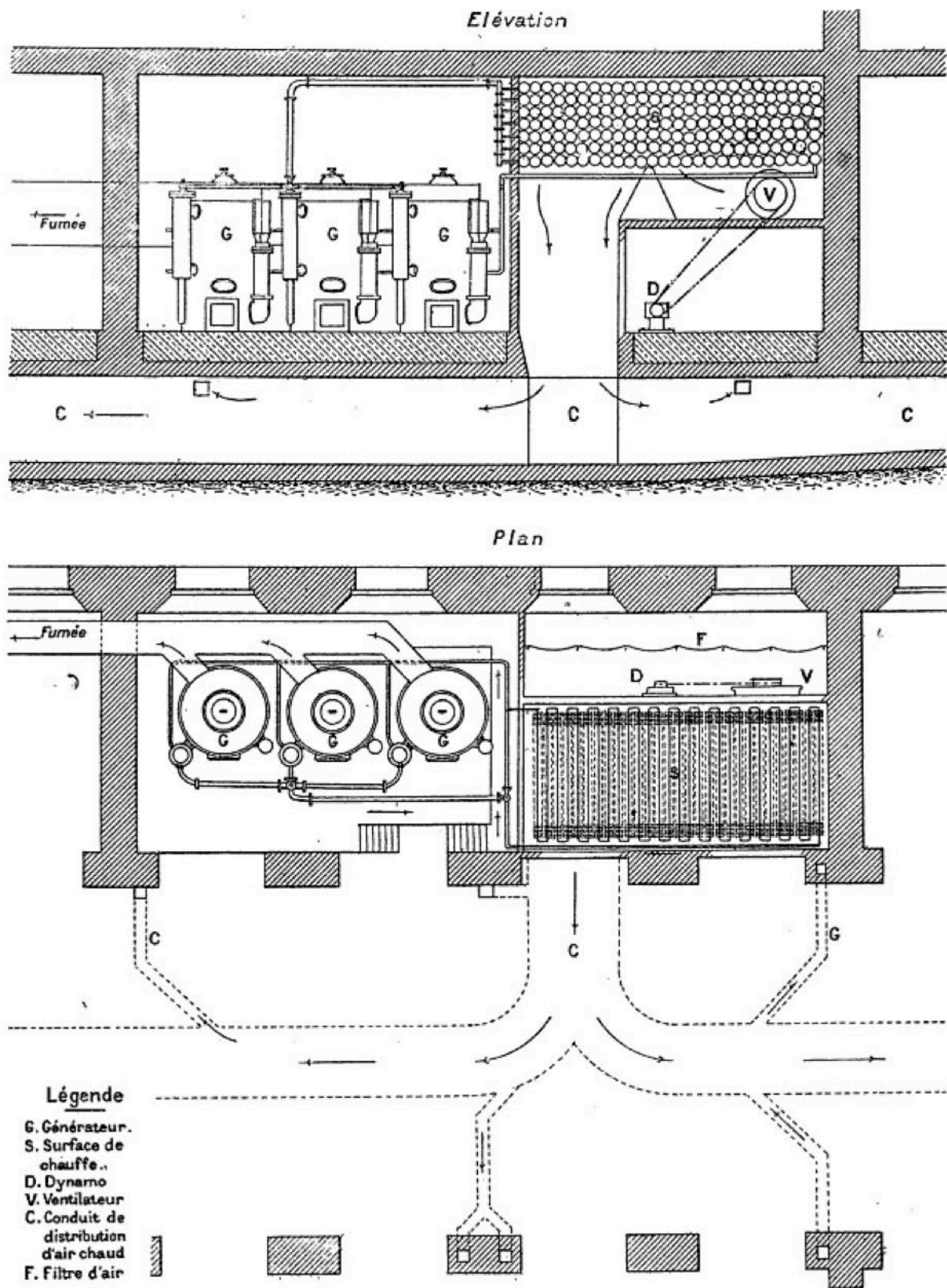


Fig. 19. — Prison de Fresnes. Salle de chauffe.

- | | |
|------------------------------------|---|
| A, entrée. | L, salle centrale |
| B, cour de l'administration. | O,O..., parloirs |
| C, corps de garde. | P, descente du passage des vivres. |
| D,D, magasins. | Q, passage dans l'épaisseur des voûtes pour les chariots de vivres. |
| E, salle des morts. | N..., préaux cellulaires des prisonniers |
| F, cuisine. | T, usine à gaz. |
| G, passage du greffe. | U, cheminée générale de ventilation. |
| H, greffe. | V, cellules de bains. |
| I,I, salle des fouilleuses. | |
| J, J, salles provisoires de dépôt. | |
| J', panneterie. | |
| K, cabinet du directeur. | |
| K',K',K', chemin de ronde. | |

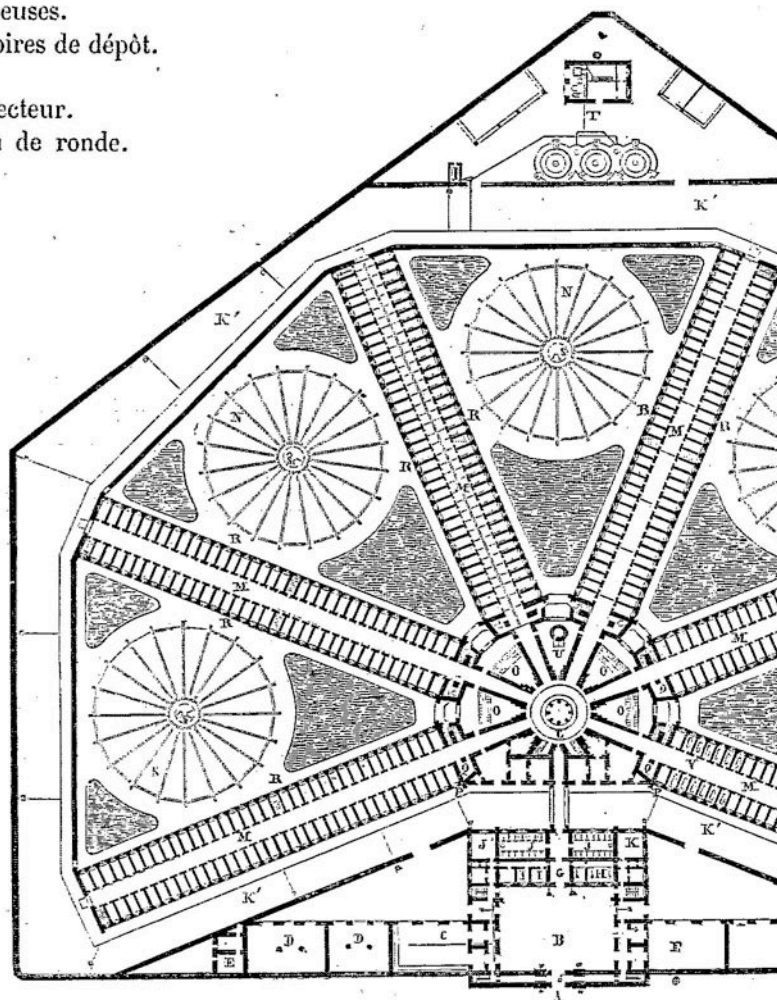


Fig. 585.

Fig. 128

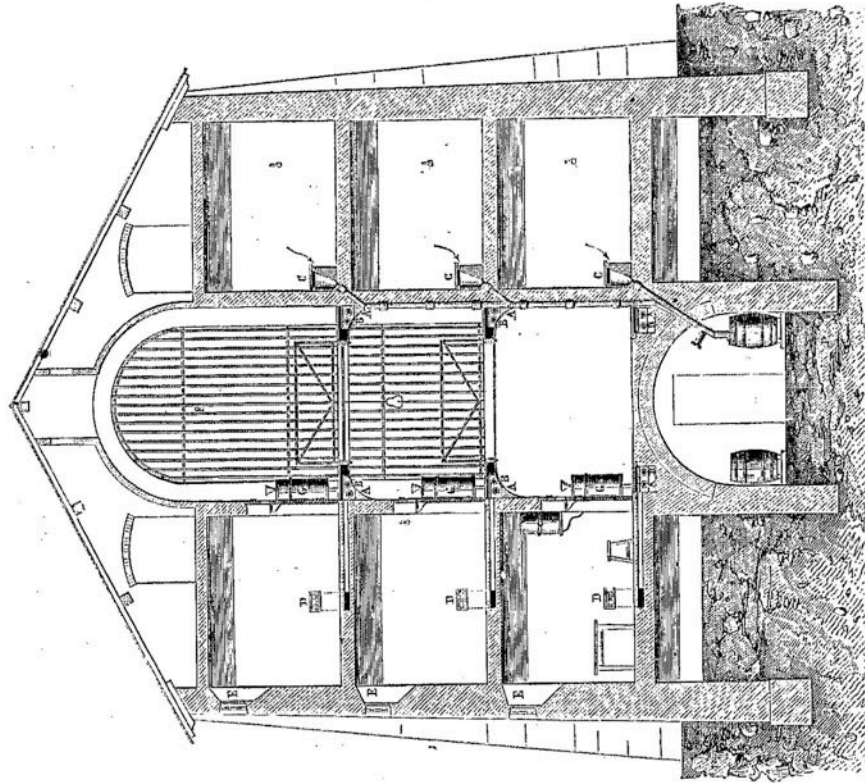


Fig. 58b.

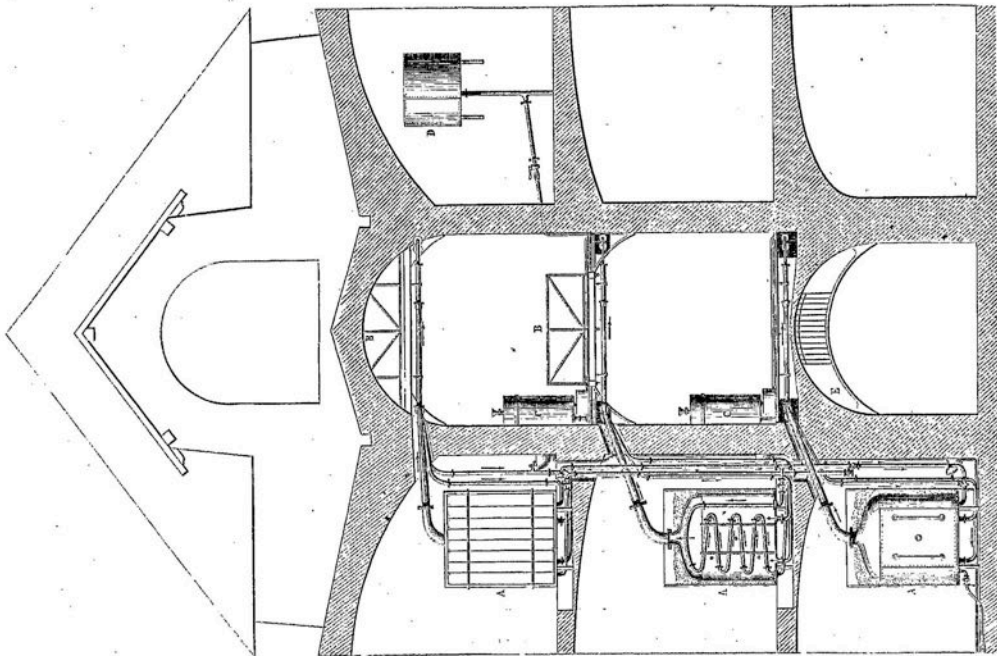


Fig. 187.

Fig. 129

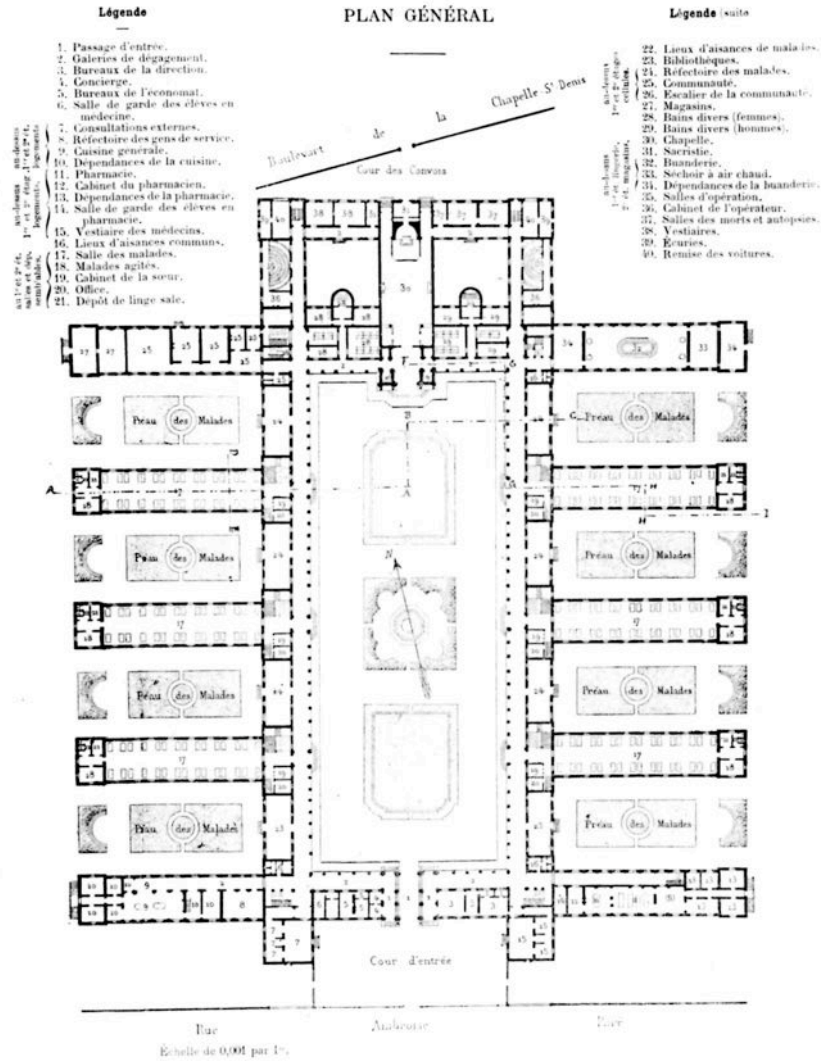


Fig. 3. — L'Hôpital Lariboisière de Paris (1847-1854).

Fig. 131

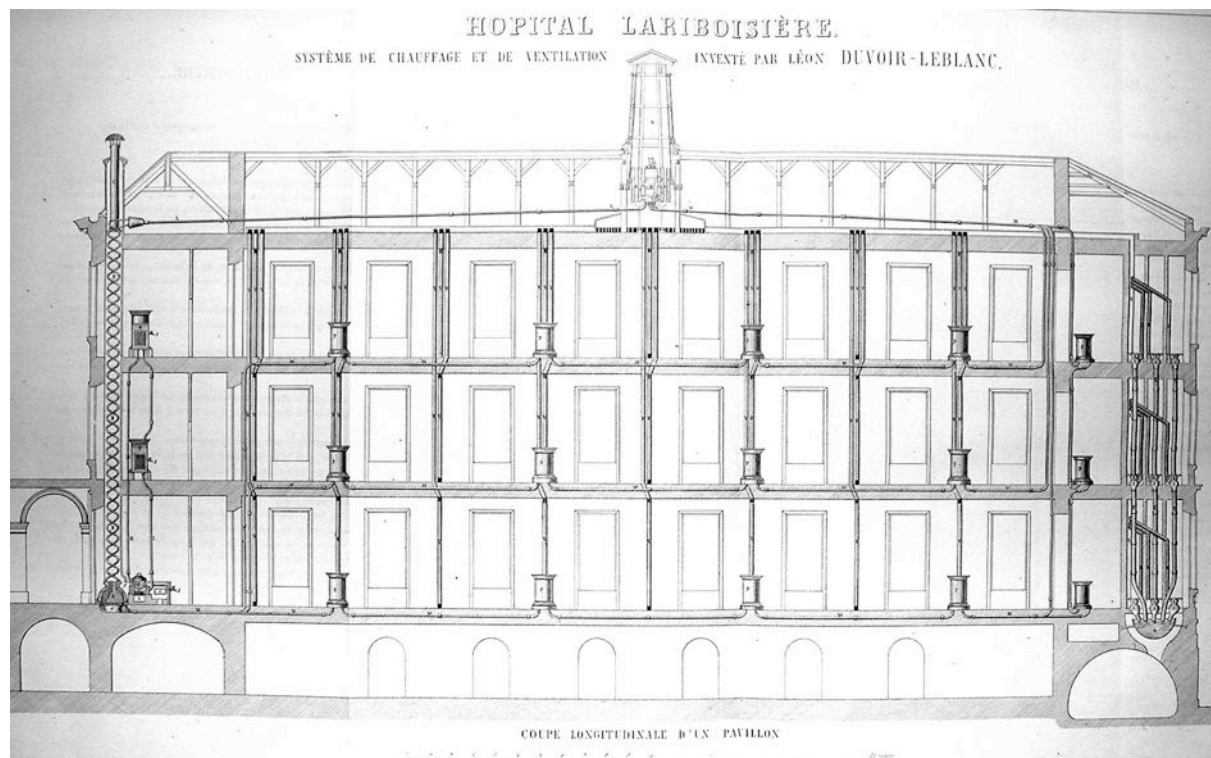


Fig. 132

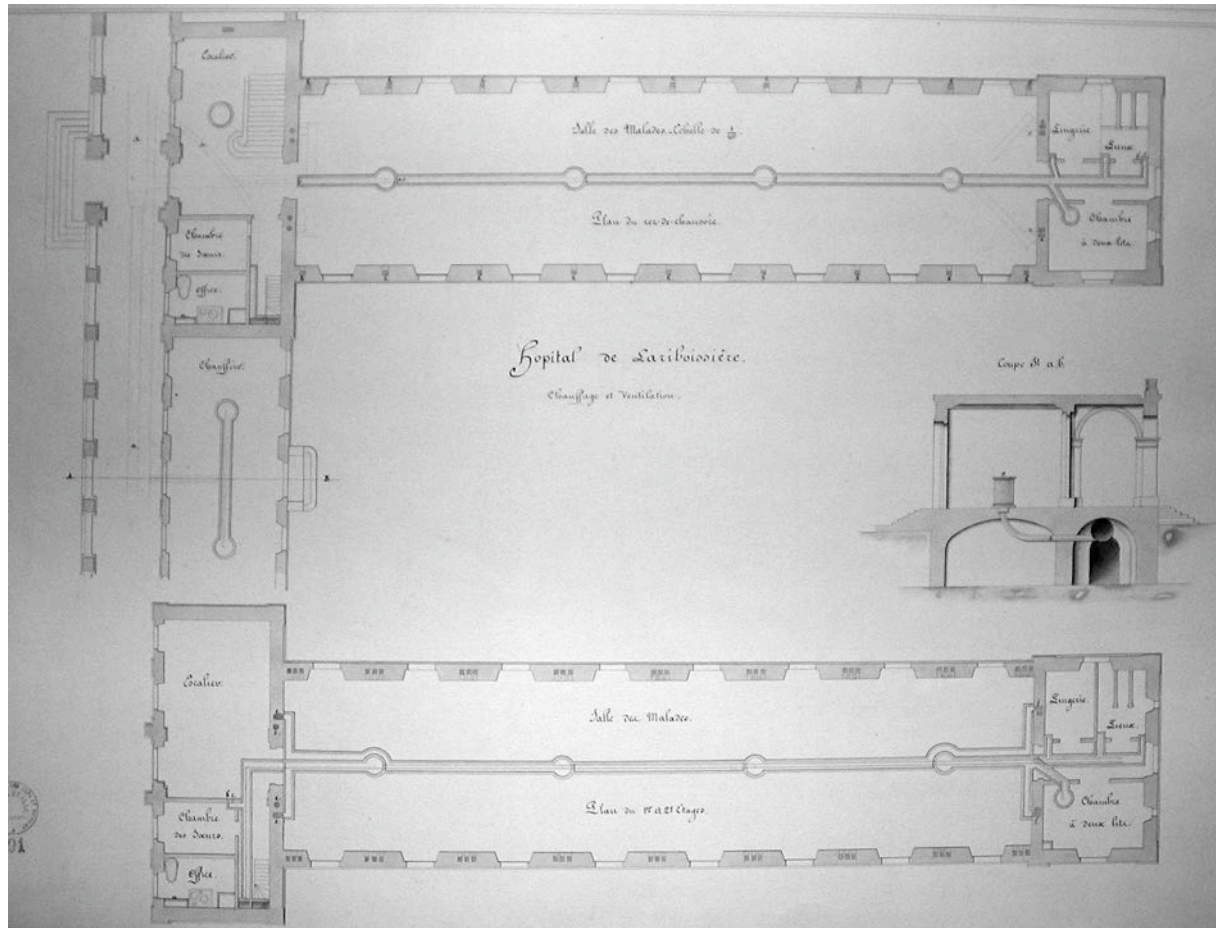
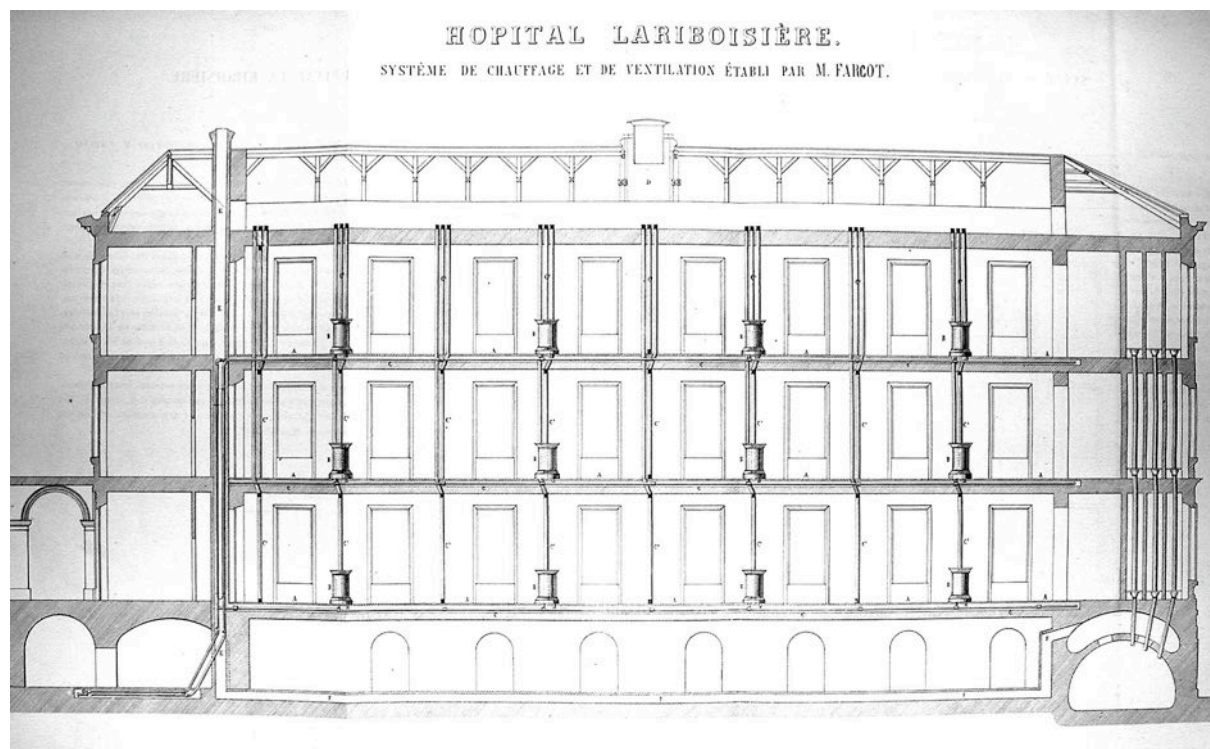


Fig. 133



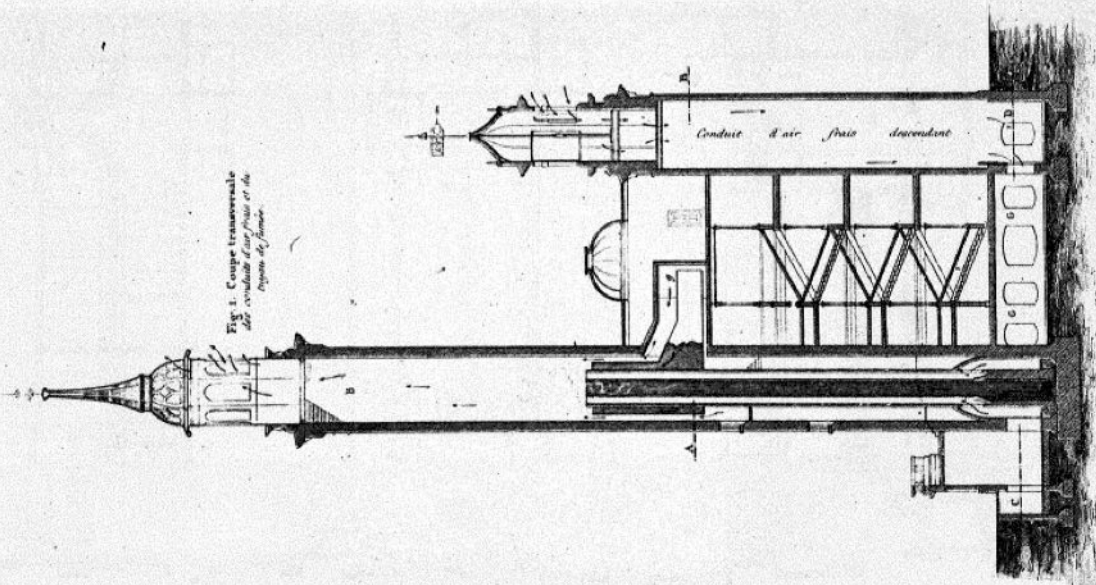


Fig. 1. Coupe transversale d'un conduit d'air frais et du système de fumée.

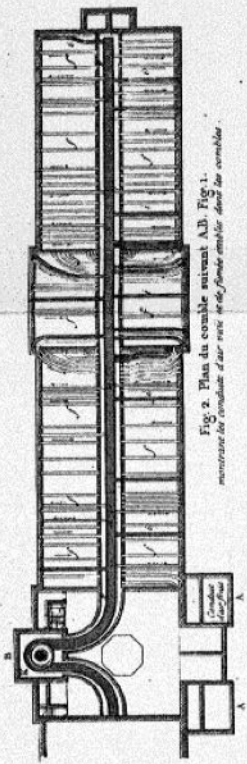


Fig. 2. Plan du comble suivant A.B. Fig. 1. mesure des conduits d'air avec un dispositif mobile dans le ventilateur.

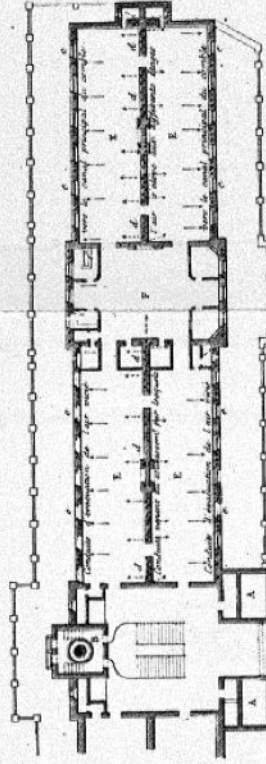


Fig. 3. Plan du 1er étage montrant le système de conduits d'air ascendant et d'air vicié.

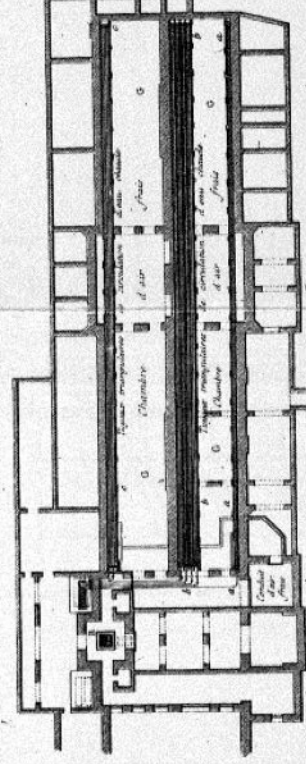


Fig. 4. Plan de l'étage inférieur suivant C.D. montrant l'appareil de chauffage.

Remington & Co.

Fig. 135

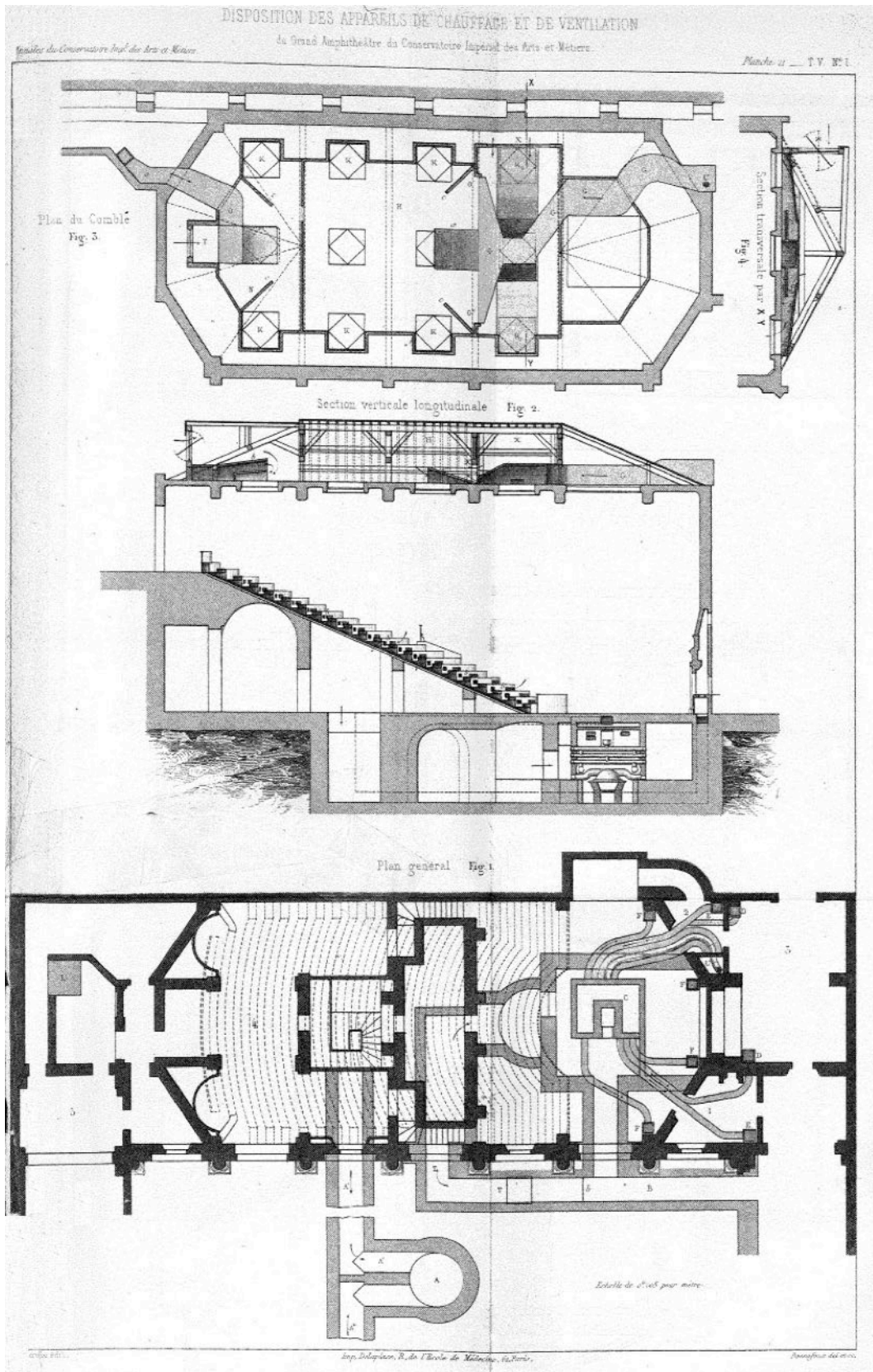
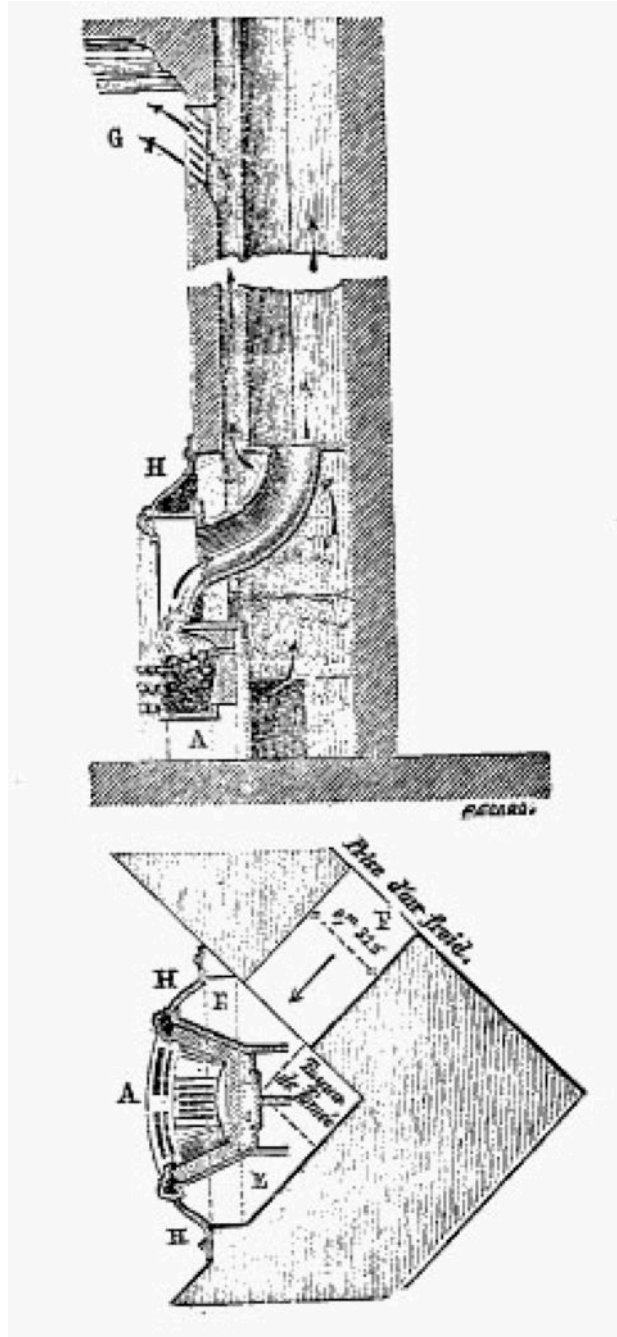
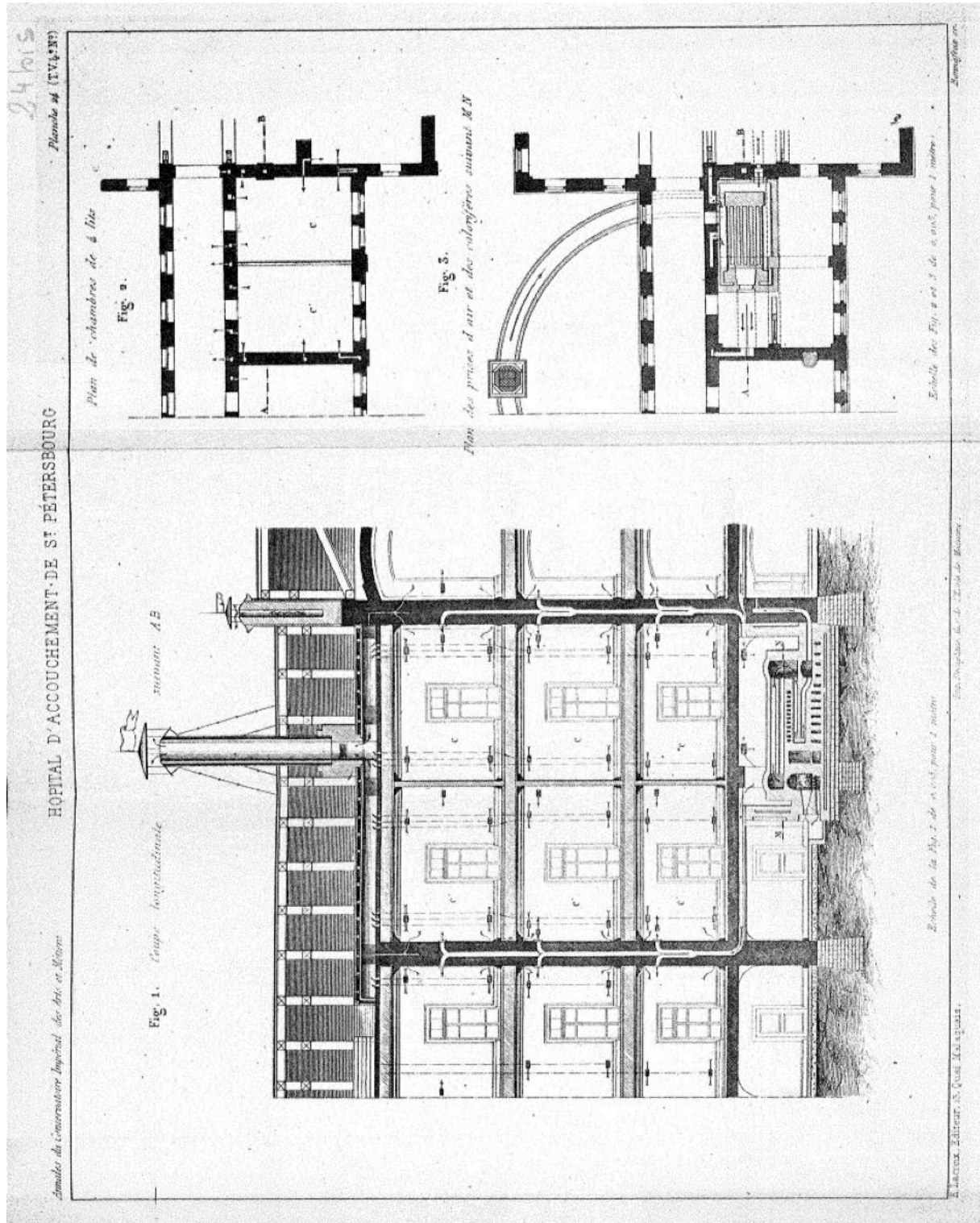
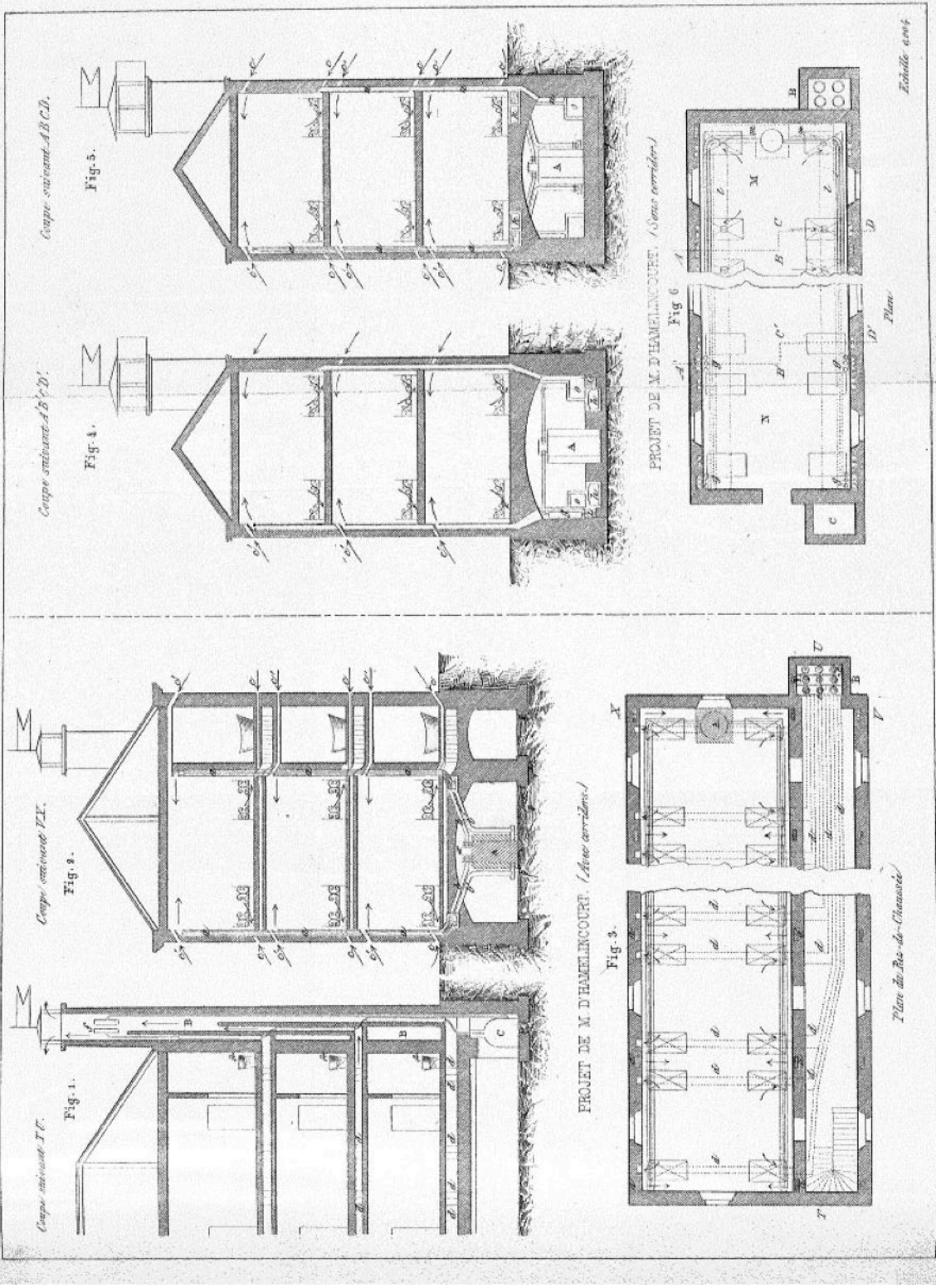


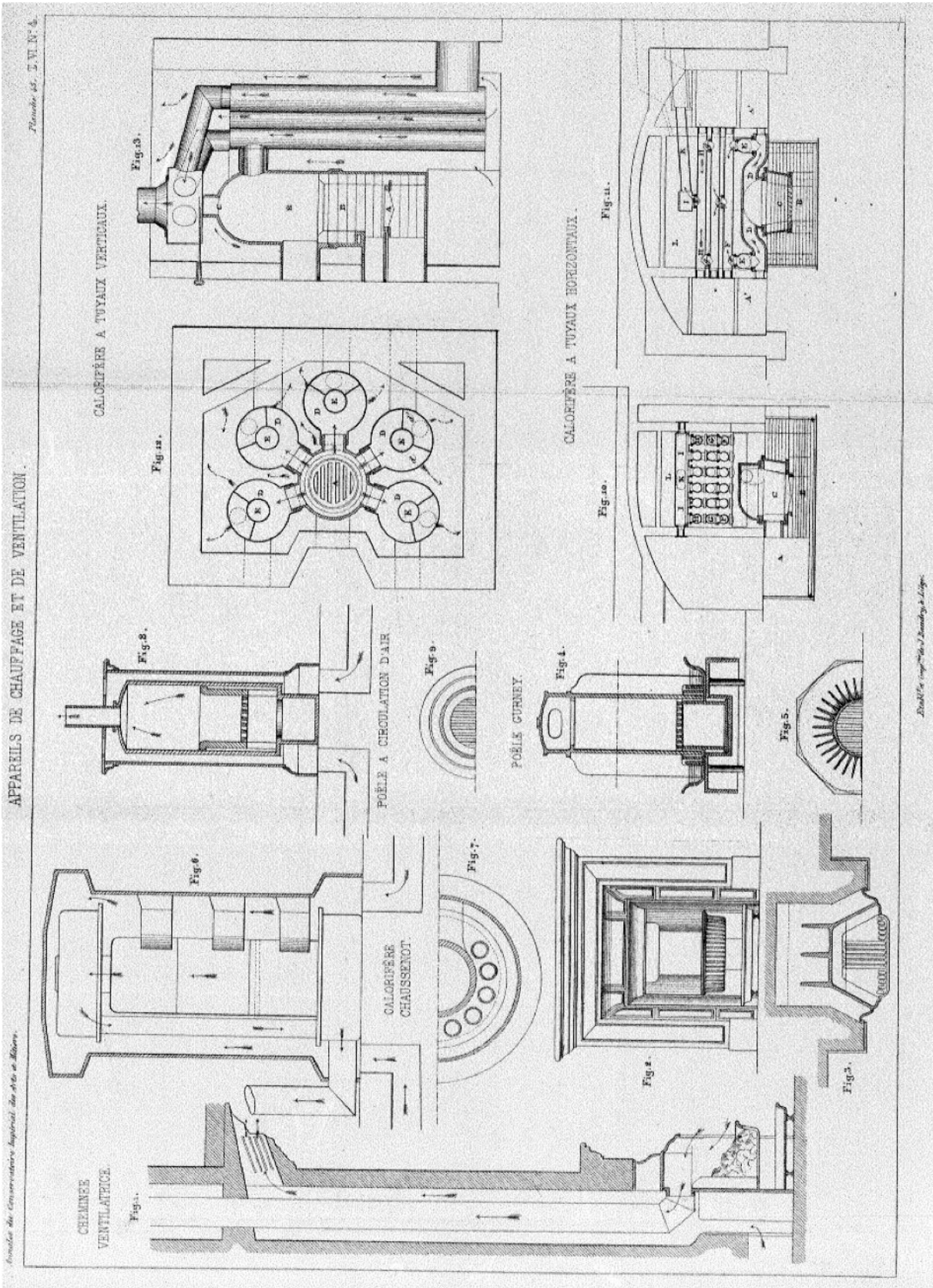
Fig. 136







Extrait de rapport de M. de Volz et de M. de Baudry s. l'hygiène.



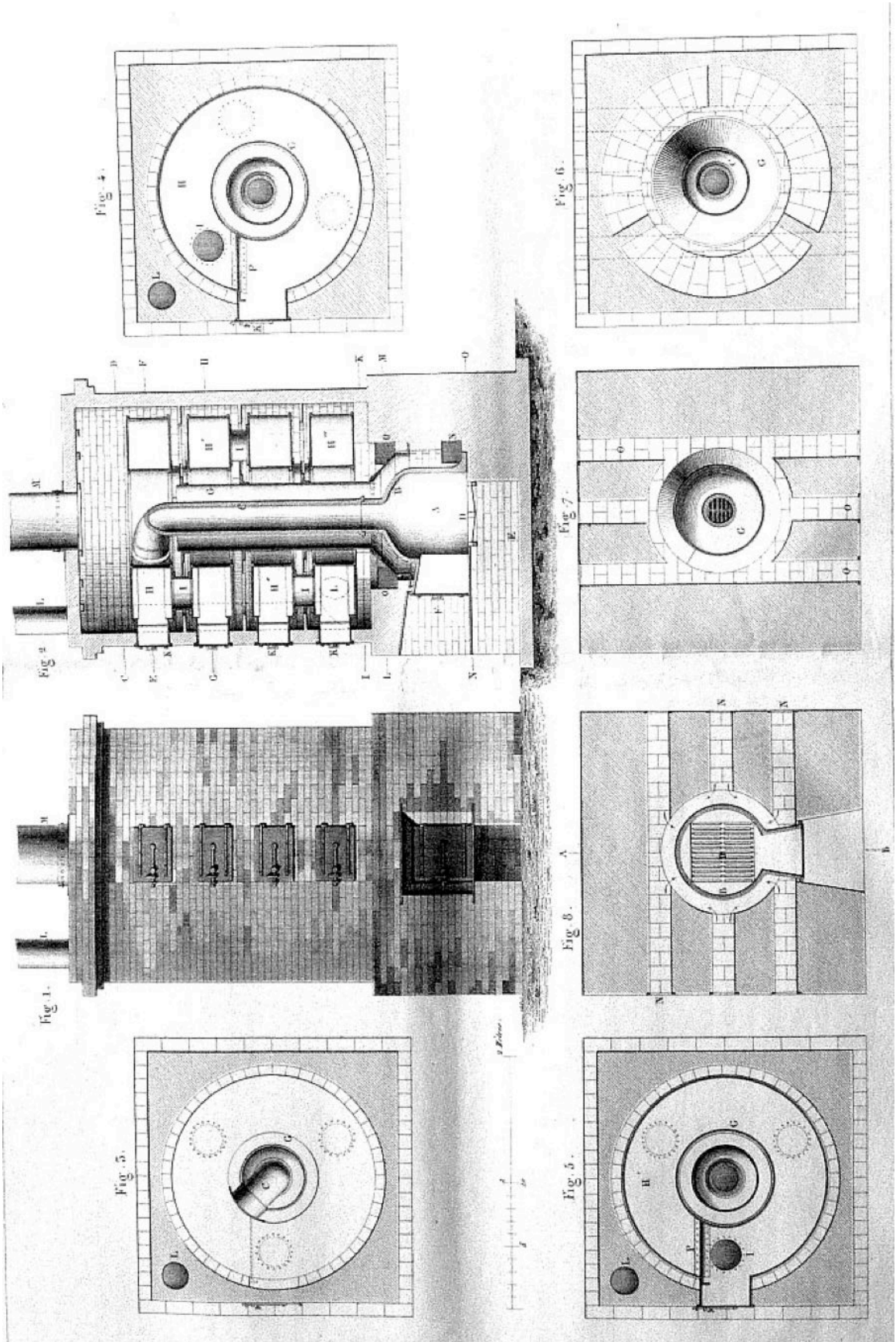


Fig. 1.

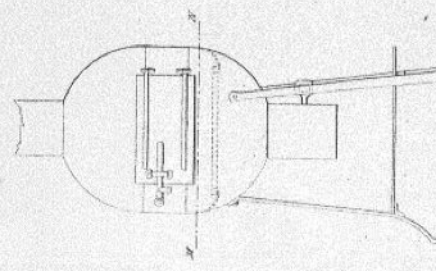


Fig. 2.

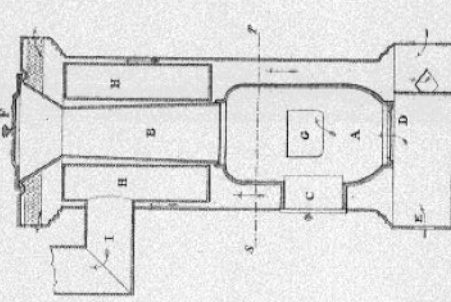


Fig. 3.

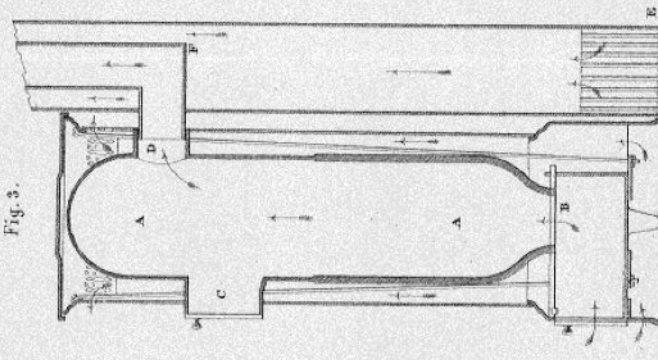
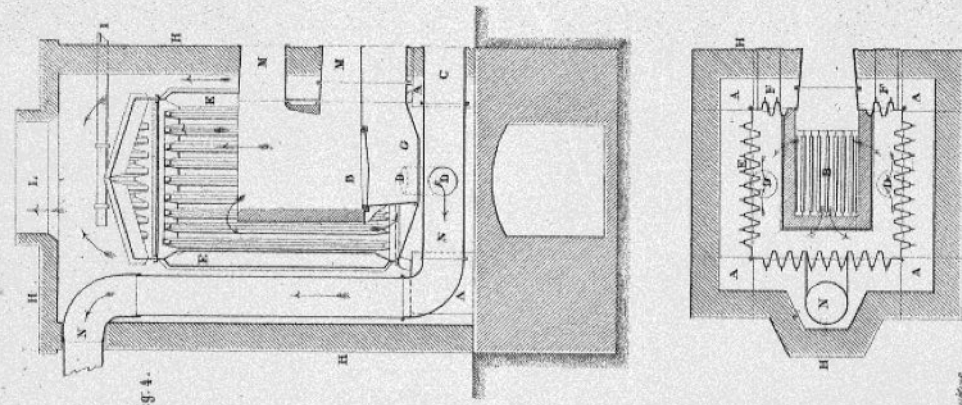


Fig. 4.



Echelle : est pour les fig. 1, 2 et 3.

Echelle : est pour la fig. 4.

1 mètre

1 mètre

Échelle : est pour les fig. 1, 2 et 3.

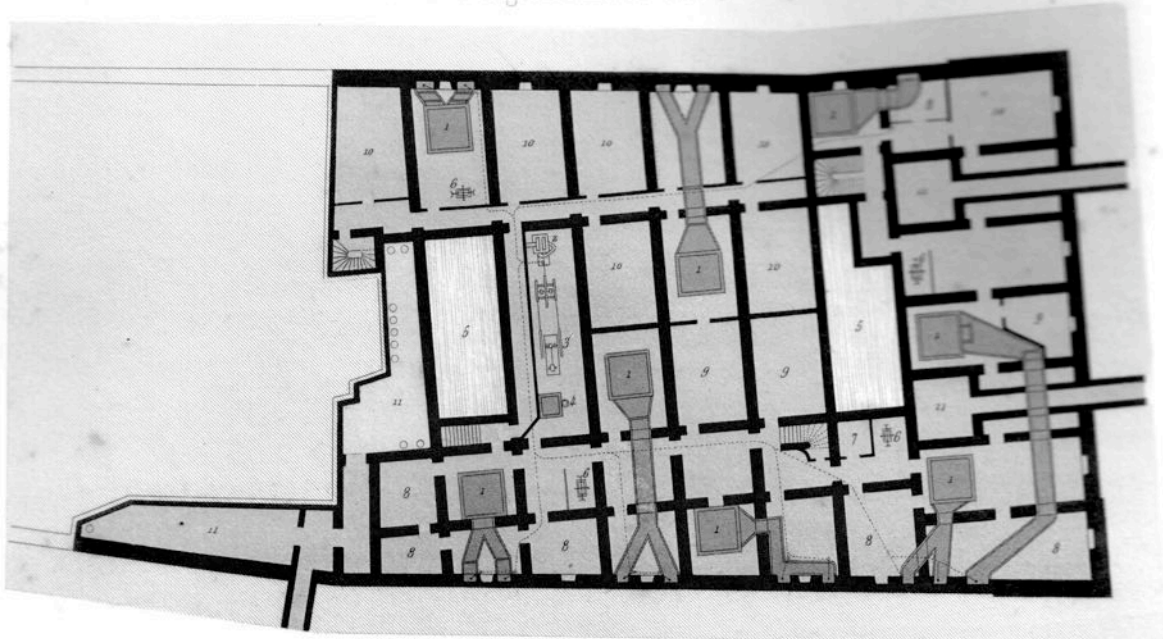
Échelle : est pour la fig. 4.

1 mètre

1 mètre

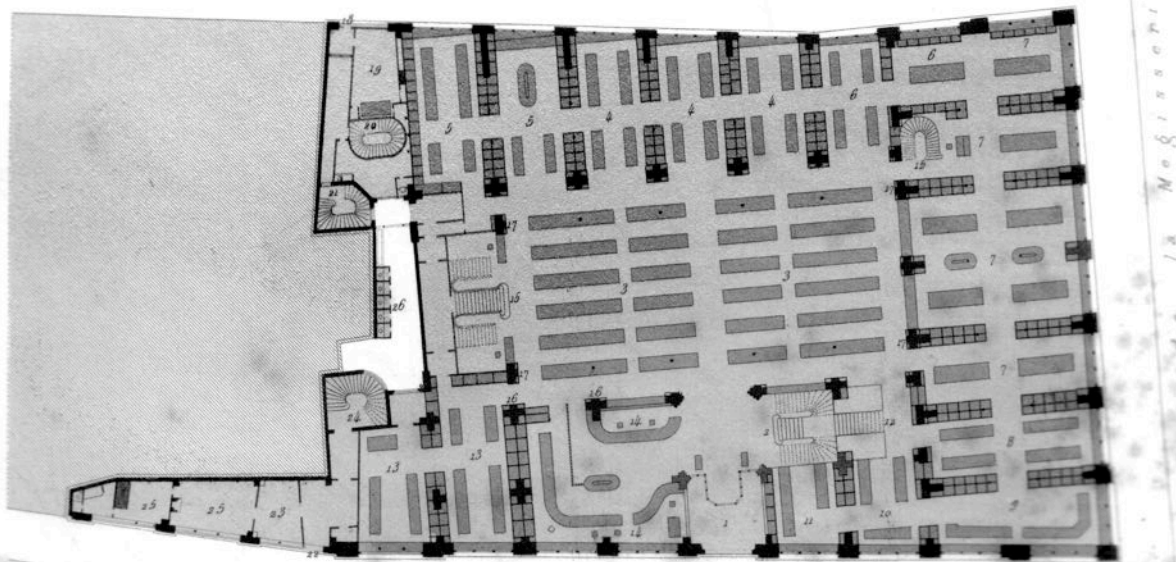
Fig. 143

Caves (Chauffage _ Ventilation _ Service d'incendie)
(Voir la Légende dans le Texte)



Rez-de-Chaussée (Service de la vente)

R u e d e s B o u r d o n n a i s

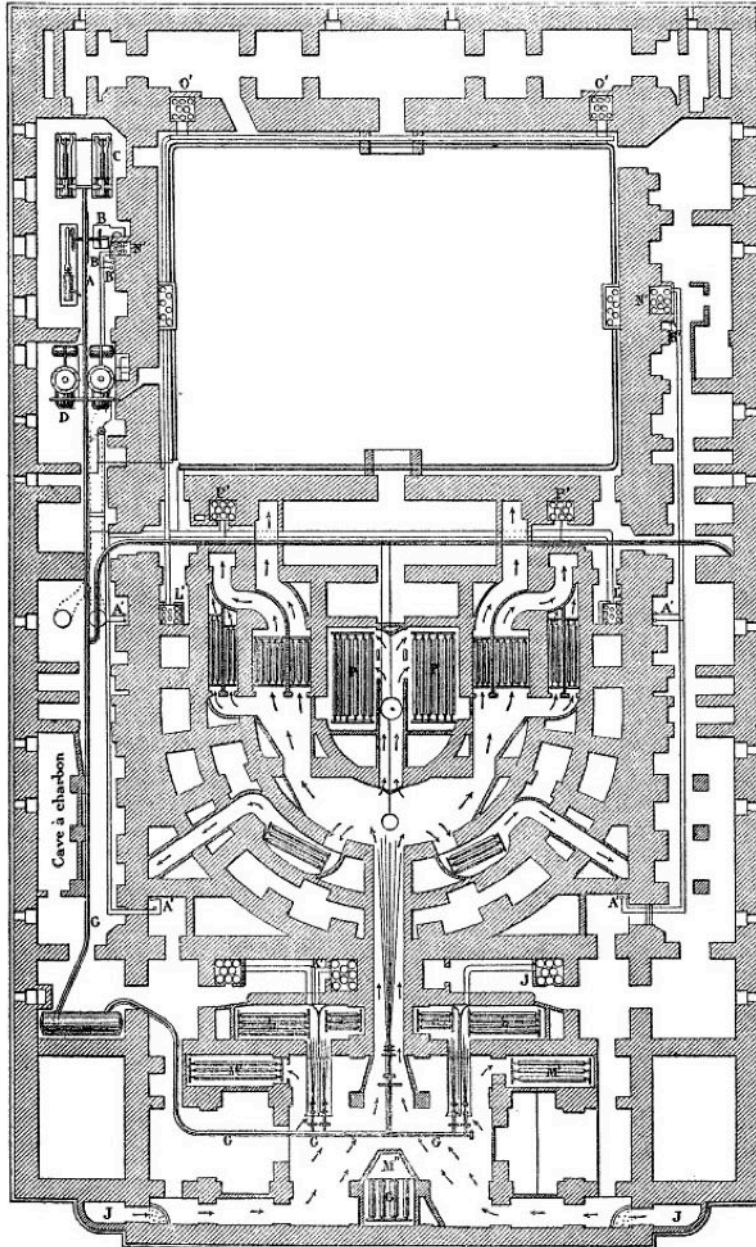


R u e d u P o n t N e u f

Echelle de 0^m002 mill p^r mètre

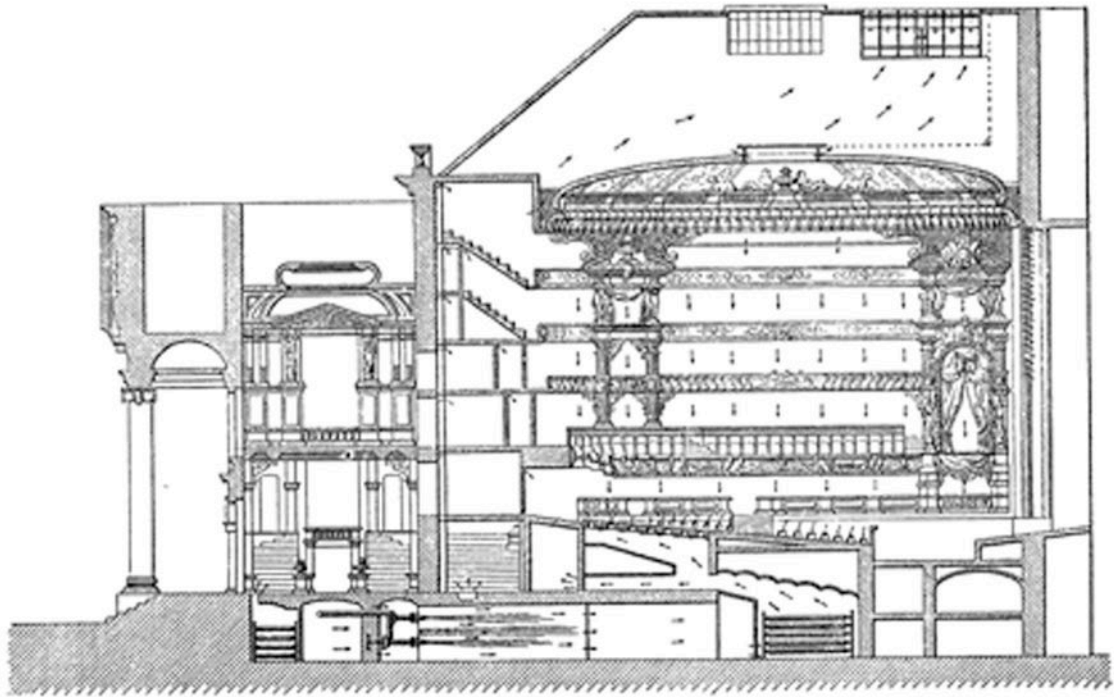


Fig. 144



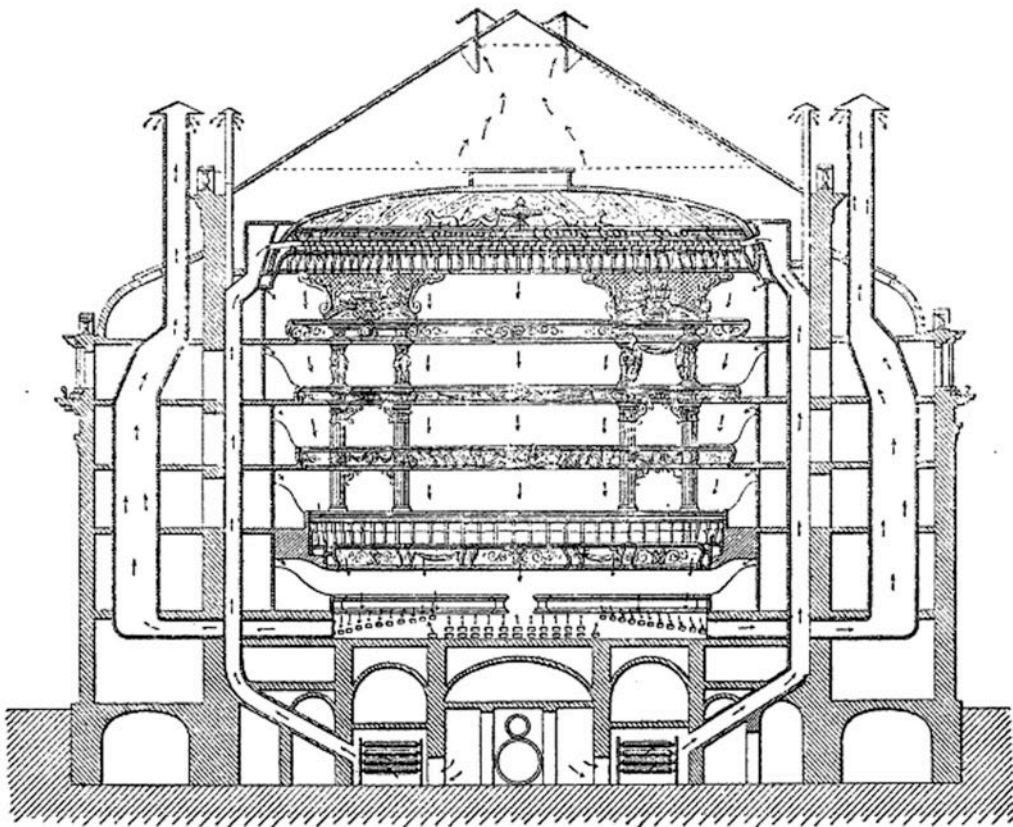
Plan du sous-sol.

Fig. 144 bis



Coupe longitudinale.

19



Coupe transv. sale.

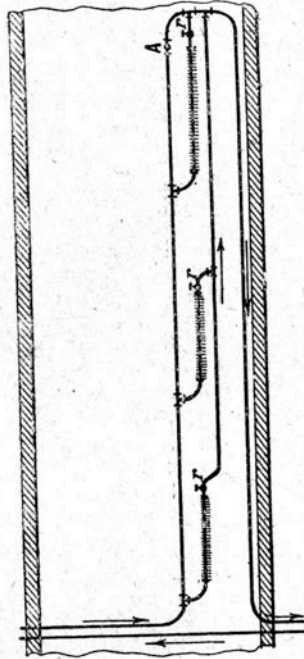
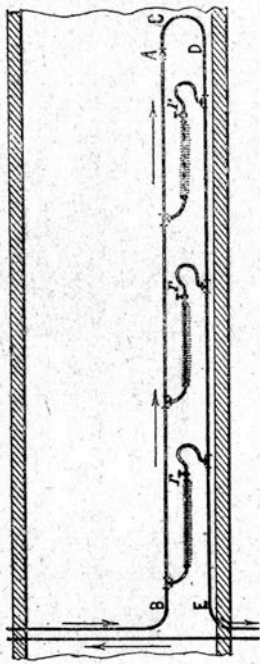


Fig. 876 et 877.

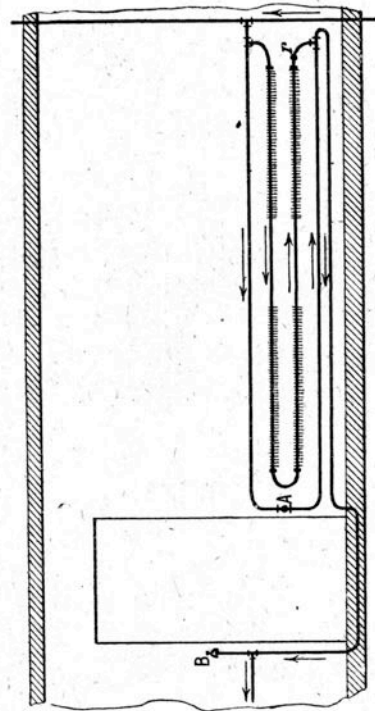


Fig. 878.

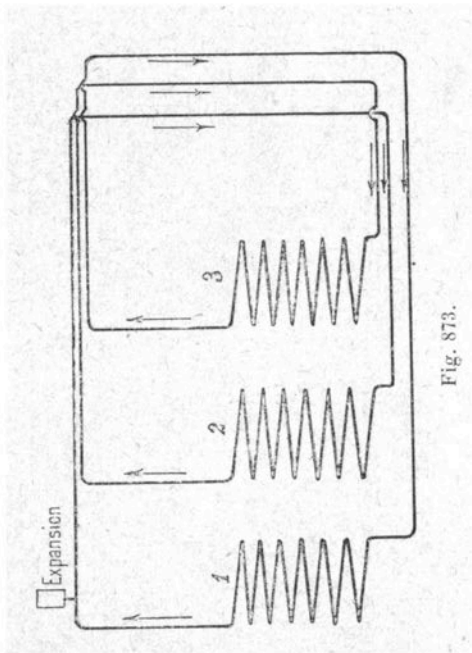


Fig. 873.

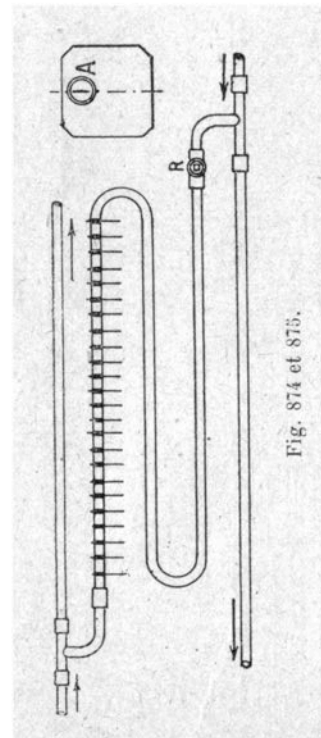
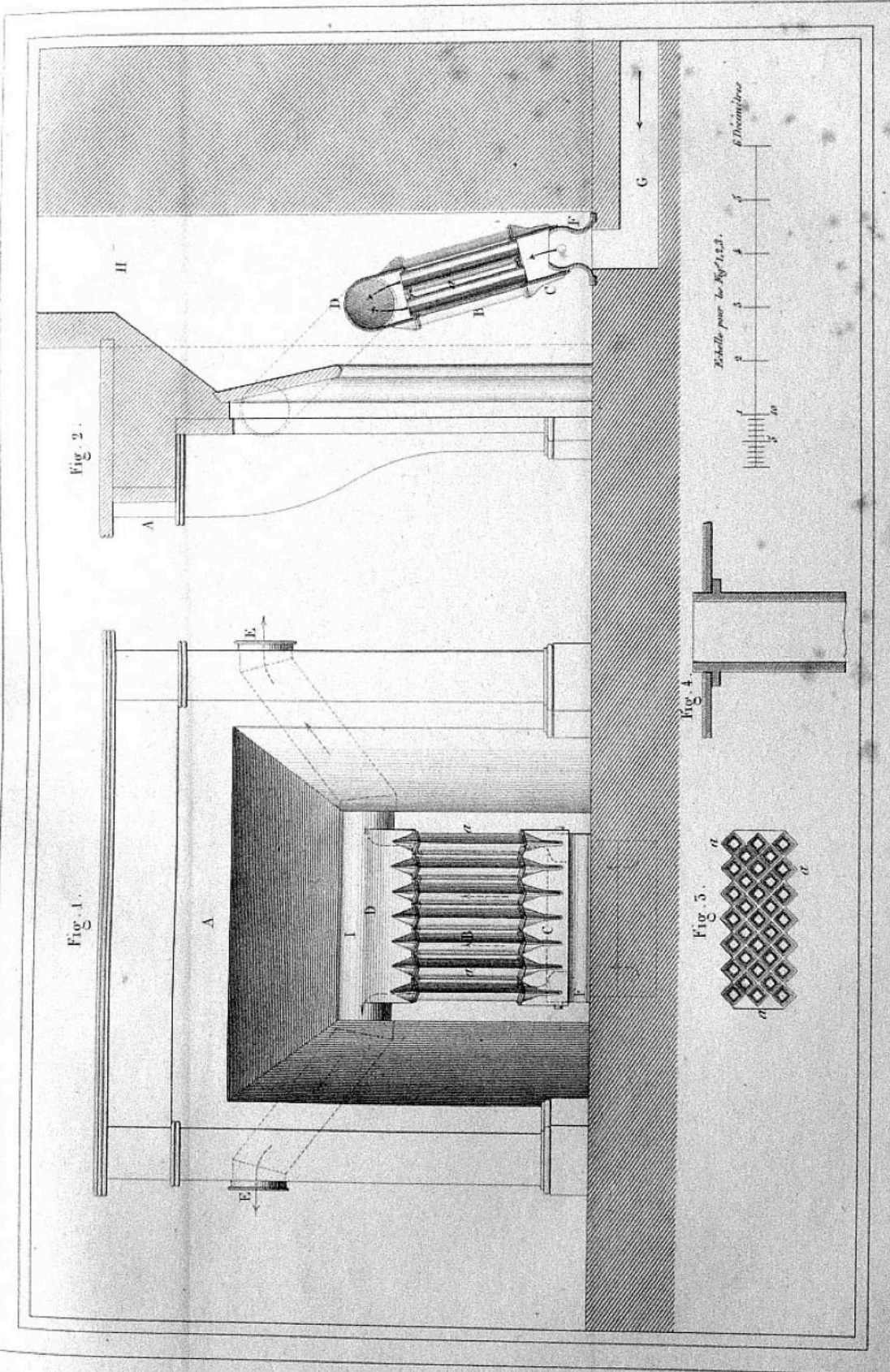


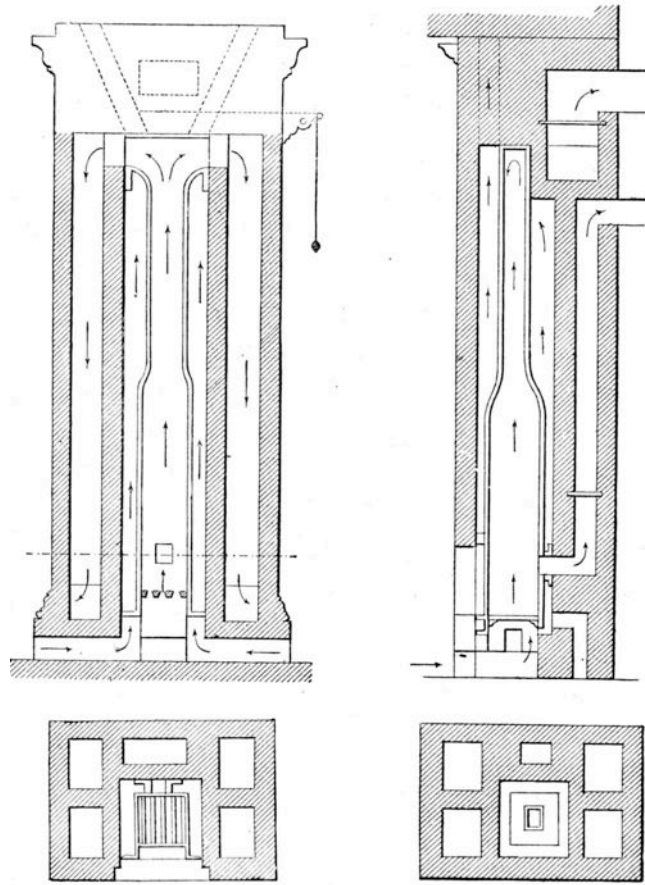
Fig. 874 et 875.



At. Leblanc del et sculp

APPAREIL DE CHAUFFAGE ÉCONOMIQUE, PAR M. FONDET.

Fig. 147



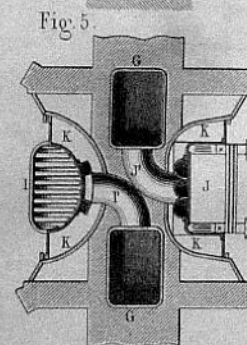
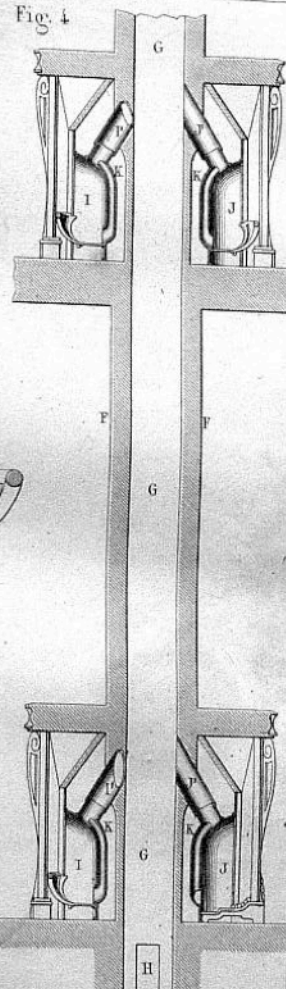
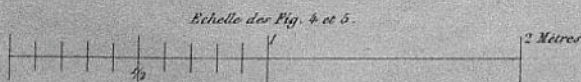
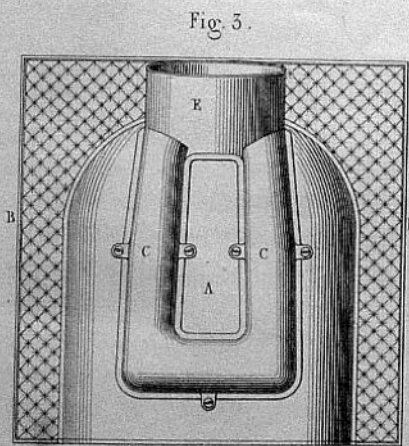
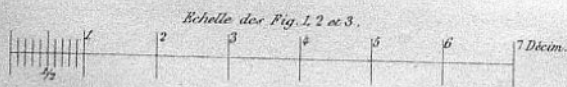
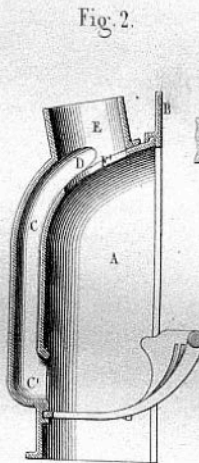
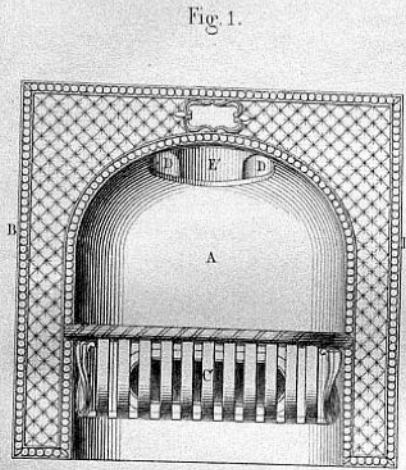
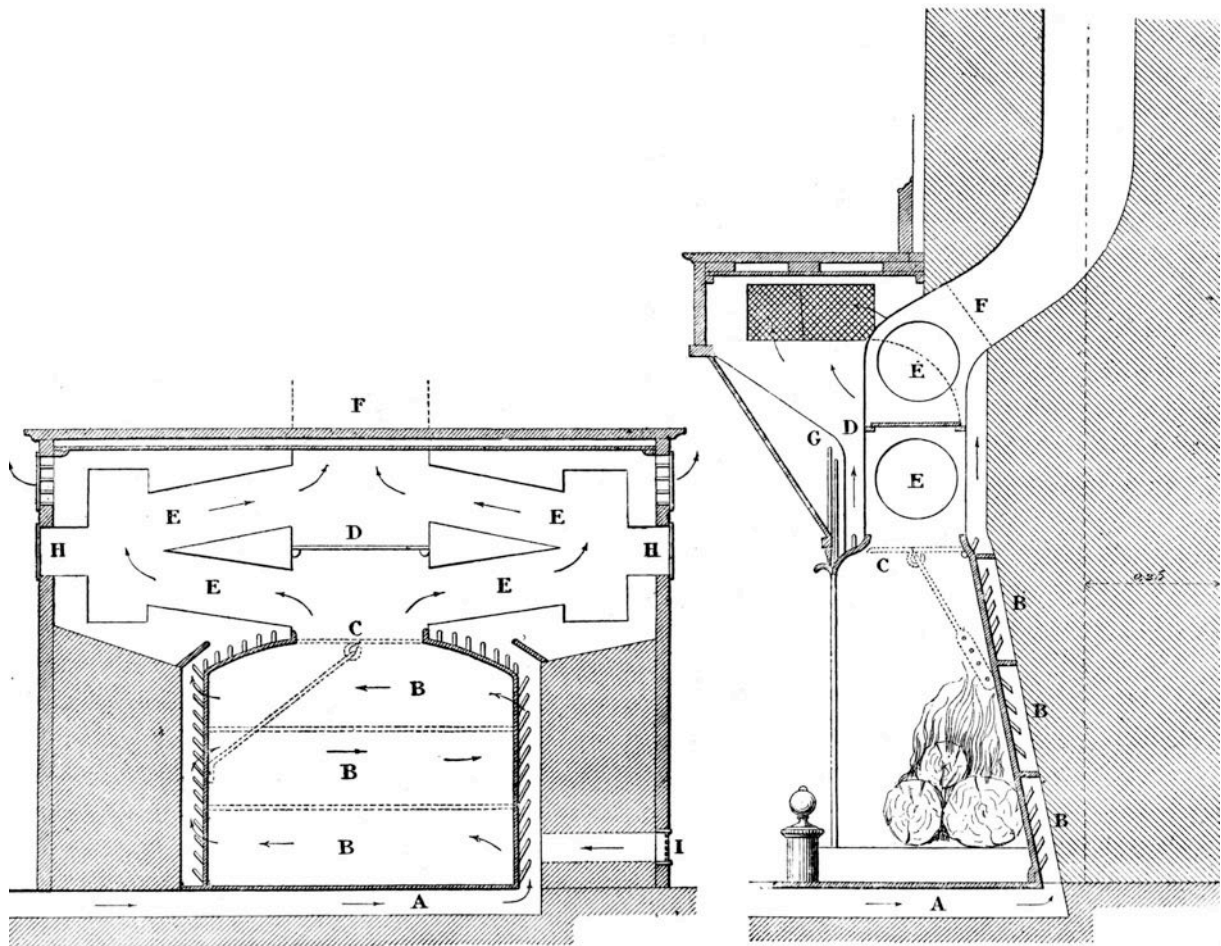


Fig. 149



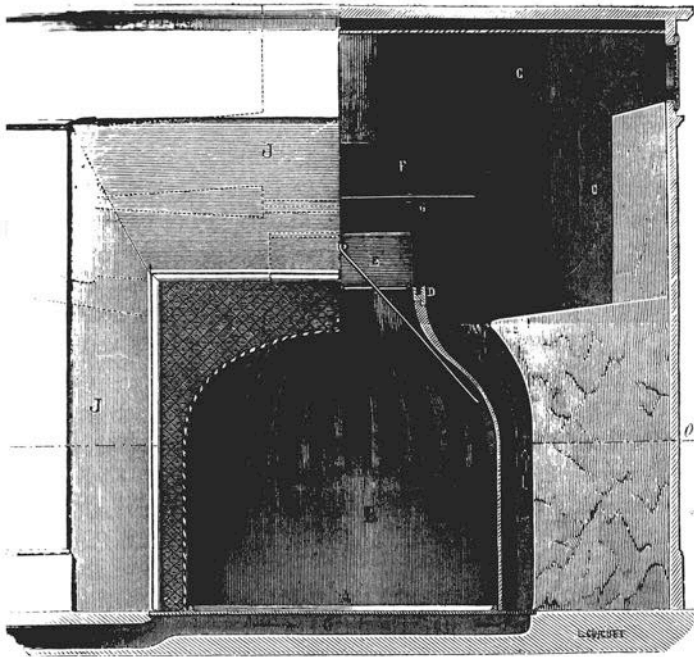


Fig. 26.

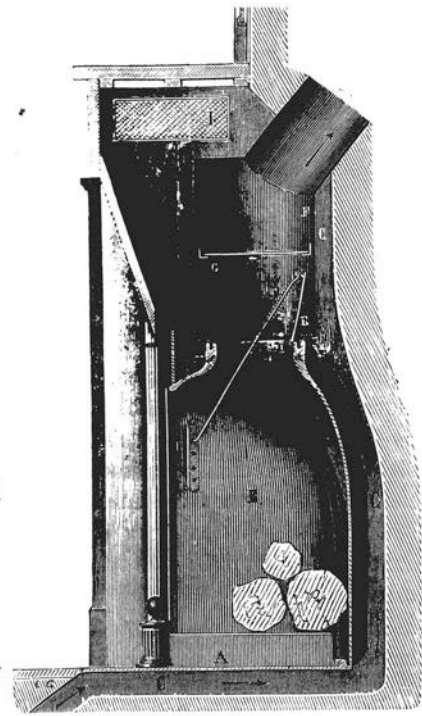


Fig. 21.

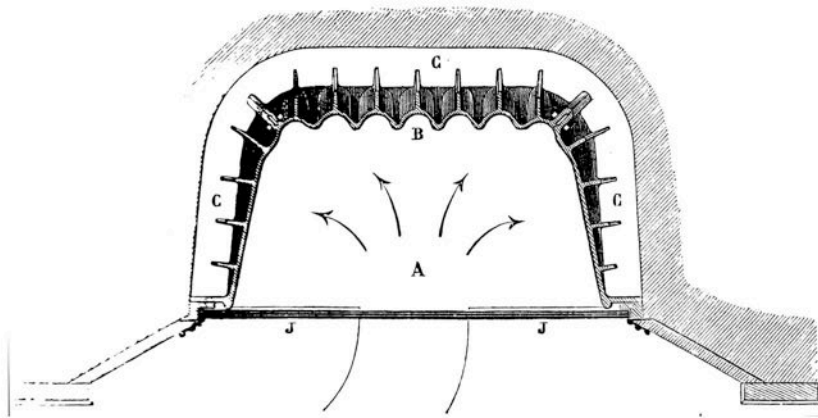
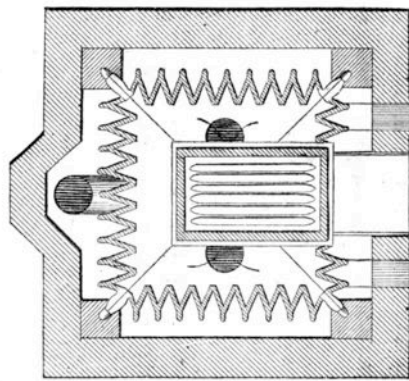
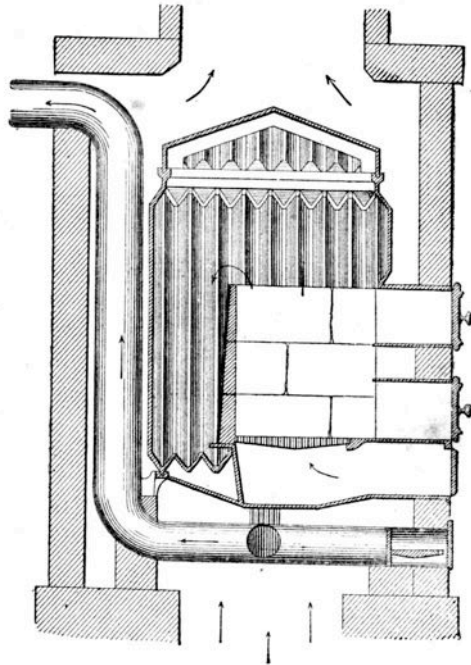


Fig. 151



Fig. 152



NOMS des EXPOSANTS.	LIEUX DE PROVENANCE des PRODUITS.	INDICATION SOMMAIRE des APPAREILS.	OBSERVATIONS.
3^e CATÉGORIE. — Chauffage de l'air par le rayonnement du combustible.			
Allioli	Paris	Cheminées et poêles	Appareils peu perfectionnés. Cheminée de luxe. Bonne disposition de foyer. Grande étendue de surfaces de chauffe. Vaste réservoir d'air chaud pratiqué dans le corps de la cheminée. Grande puissance de rayonnement. Appareil avantageux pour les salons.
Beaudon-Porchez	Lille	Cheminées à foyer hyperbolique	
Chadal	Reims	Calorifère s'adaptant à l'intérieur des cheminées.	Rien de remarquable.
Chêne père et fils	Paris, r. d'Angoulême, 53	1 ^o Calorifère à surfaces multiples 2 ^o Calorifère en terre réfractaire 3 ^o Intérieur de cheminée	Ces trois appareils méritent une attention particulière. Nous en rendrons compte, et nous en publions des dessins.
Delaroche jeune	Paris	1 ^o Cheminée Louis XV garnie de bronze et d'acier poli 2 ^o Petite cheminée économique	Le premier appareil n'a de valeur que comme objet d'art, et même, de ce côté, laisse beaucoup à désirer. Le second appareil nous a paru économique et d'une application générale. Nous en rendrons compte.
Lecerf	Paris	Cheminée réglant d'elle-même la combustion. Appareil pour faciliter le tirage des cheminées.	L'appareil régulateur est sujet à se déranger. En outre, il ne nous a pas semblé remplir les conditions de régularité qu'il annonce.
Leras	Alençon (Orne)	Cheminée calorifère à réflecteur	Rien de particulier.
Meurs	Valenciennes (Nord)	Cheminée à courant d'air réglé	<i>Id.</i>
Poncini	Paris	Cheminée calorifère	<i>Id.</i>
Rogeat frères	Lyon	Poêles et cheminées en faïence	Ces appareils méritent une mention particulière pour leur élégance et la modicité de leurs prix. Au point de vue du chauffage perfectionné, ils ne présentent rien que de très-ordinaire.
Vallier	Versailles	Cheminée	Sans intérêt.
Laury	Paris, rue Tronchet	Cheminées avec appareils intérieurs — Colonnes de cheminées. — Poêles calorifères.	Appareils remarquables et ingénieux dont nous rendrons un compte spécial. Nous en publions les dessins.
Chevalier	Paris	Appareils de chauffage à air chaud.	Appareils très-élégants et construits dans de bonnes conditions.
4^e CATÉGORIE. — Fourneaux économiques.			
Beaudon-Porchez	Lille	Fourneau de cuisine pour communauté ou pensionnat	Appareil intéressant, dont nous rendrons compte en détail.
Delaroche aîné	Paris, rue du Bac, 117.	Fourneau économique pour pensionnat	Appareil bien disposé. Bonne distribution de la chaleur. Économie notable de combustible. Nous en publions peut-être le dessin.
Karkey	Dunkerque	Cuisine pour la marine	Rien de remarquable.
Affre	Toulouse	Fourneau de cuisine pour communauté et pensionnat	Ce fourneau, construit d'après les mêmes principes que le précédent, n'en diffère que par l'étendue. Il pourrait suffire à préparer l'alimentation de plus de 1,200 personnes.
Baudon	Paris, faubourg saint-Martin, 19	Fourneau économique pour cuisine.	Appareil bien construit, utilisant avantageusement la chaleur, et présentant d'heureuses dispositions dans l'arrangement des fours intérieurs. Cet appareil est muni d'un tourne-broche, mis en mouvement par courant alimenté par les produits de la combustion. Nous en rendrons compte, et nous en publions le dessin détaillé.
Bonneau	Paris	Fourneau économique	Rien de remarquable.
Chevalier	Paris	Fourneau de cuisine	Bien construit.
Coquereux	Paris	<i>Id.</i>	Rien de remarquable.
Curt	Paris	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>
Godin-Lemaître	Guise (Aisne)	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>
Grenser	Paris	<i>Id.</i>	<i>Id.</i>
Guislais	Cambrai	<i>Id.</i>	Nous en dirons quelques mots.
Langelot	Paris	Fourneau de cuisine. — Fourneau d'hospice. — Appareil pour rôtir.	Ces appareils méritent une mention particulière.
Hoyos	Paris	Fourneau de cuisine pour la marine et pour habitations particulières.	Bons appareils, économiques et peu coûteux. Nous en rendrons compte.
Lamarre	Paris	Fourneau de cuisine.	Rien de remarquable.

CALORIFÈRE EN BRIQUES.

Annuaire des Constructeurs expérimentés des Arts et Métiers.

Fig. 1. Coupe sur C D.

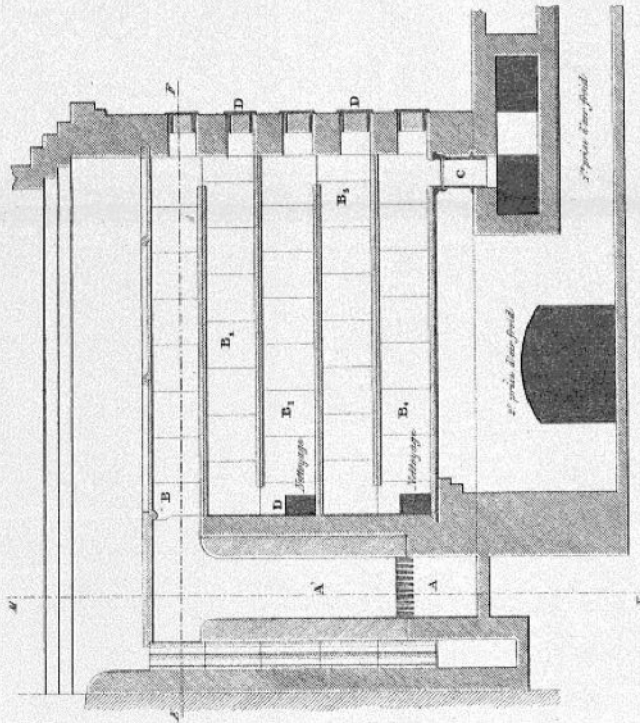


Fig. 2. Coupe sur A B.

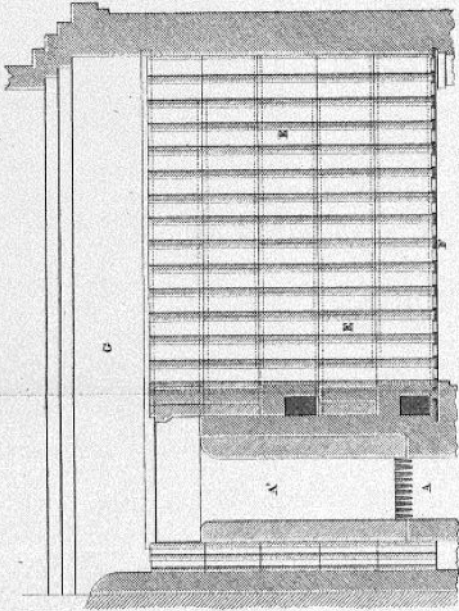


Fig. 3. Coupe en brasures VII.

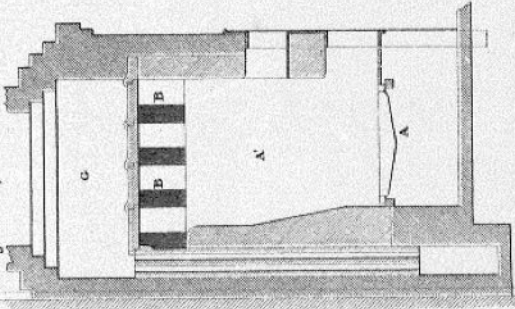
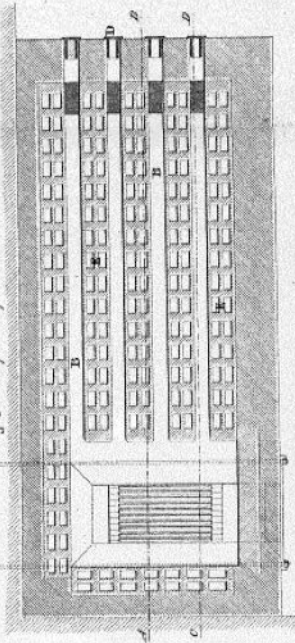


Fig. 4. Coupe en plan sur E F.



Échelle au 50^e

Échelle au 50^e

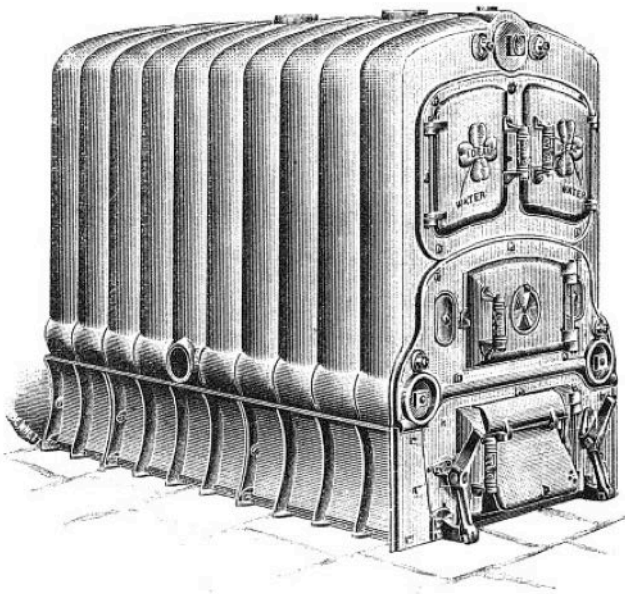


Fig. 94. — Chaudière américaine.

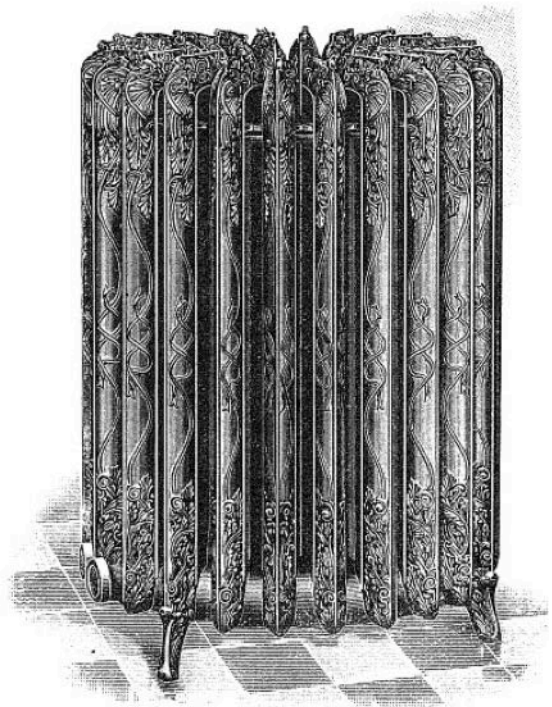


Fig. 95. — Radiateur circulaire.

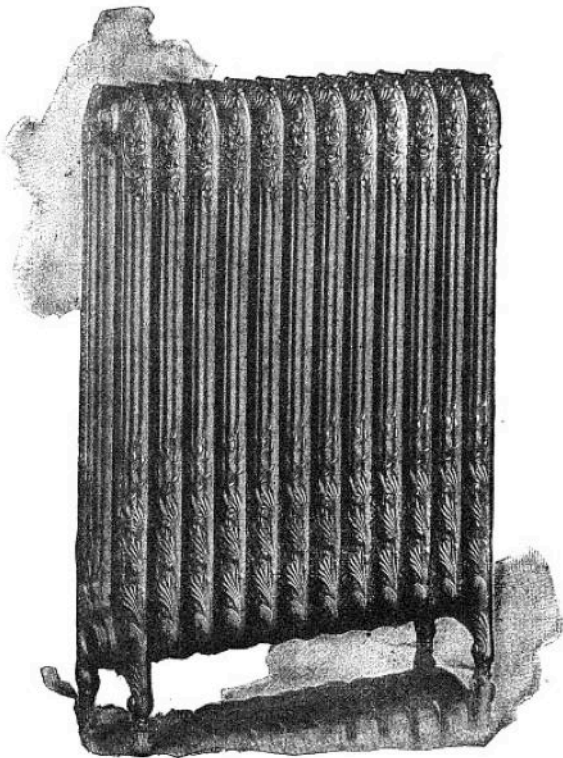


Fig. 96. — Radiateur américain.

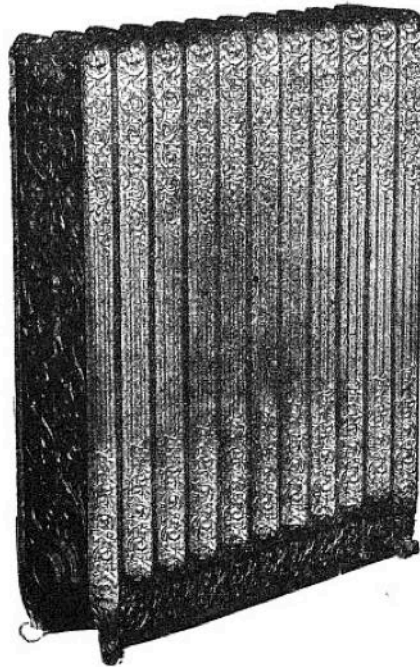


Fig. 97. — Radiateur américain.

Fig. 157

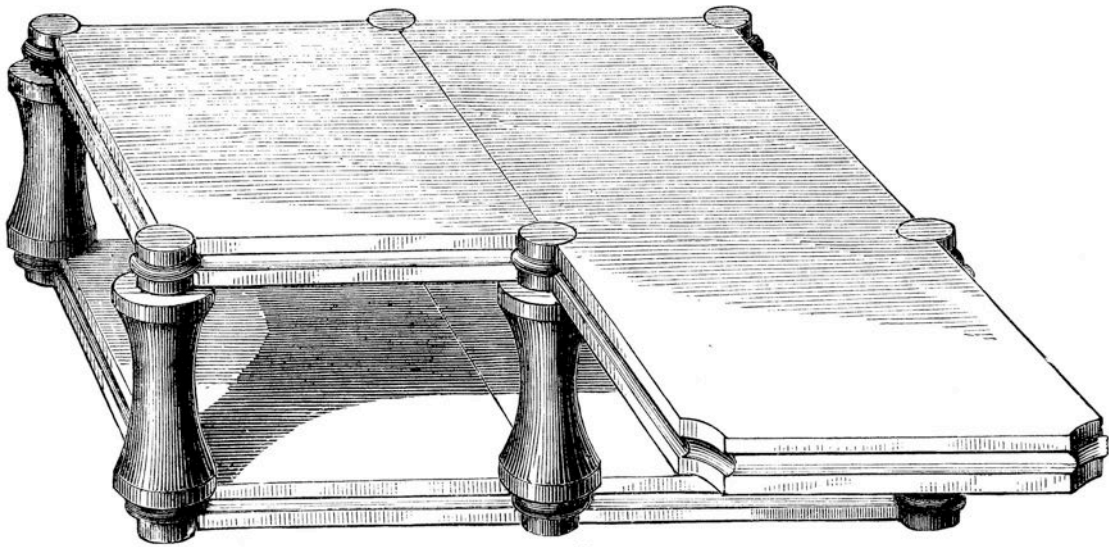
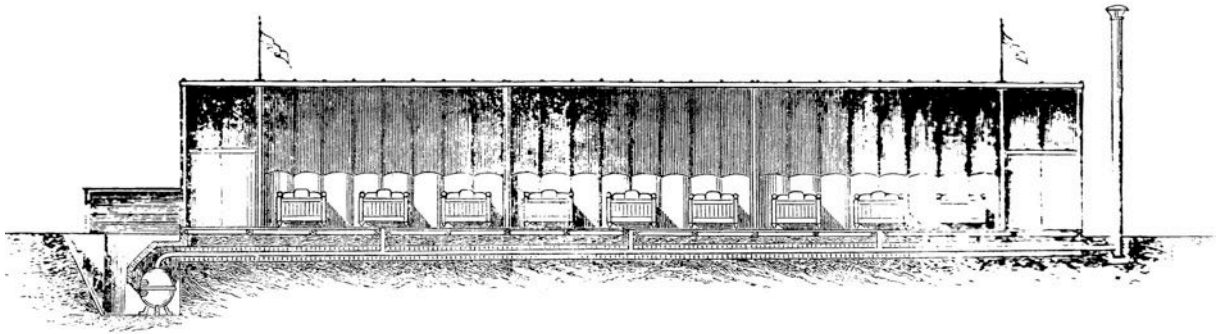


Fig. 25.

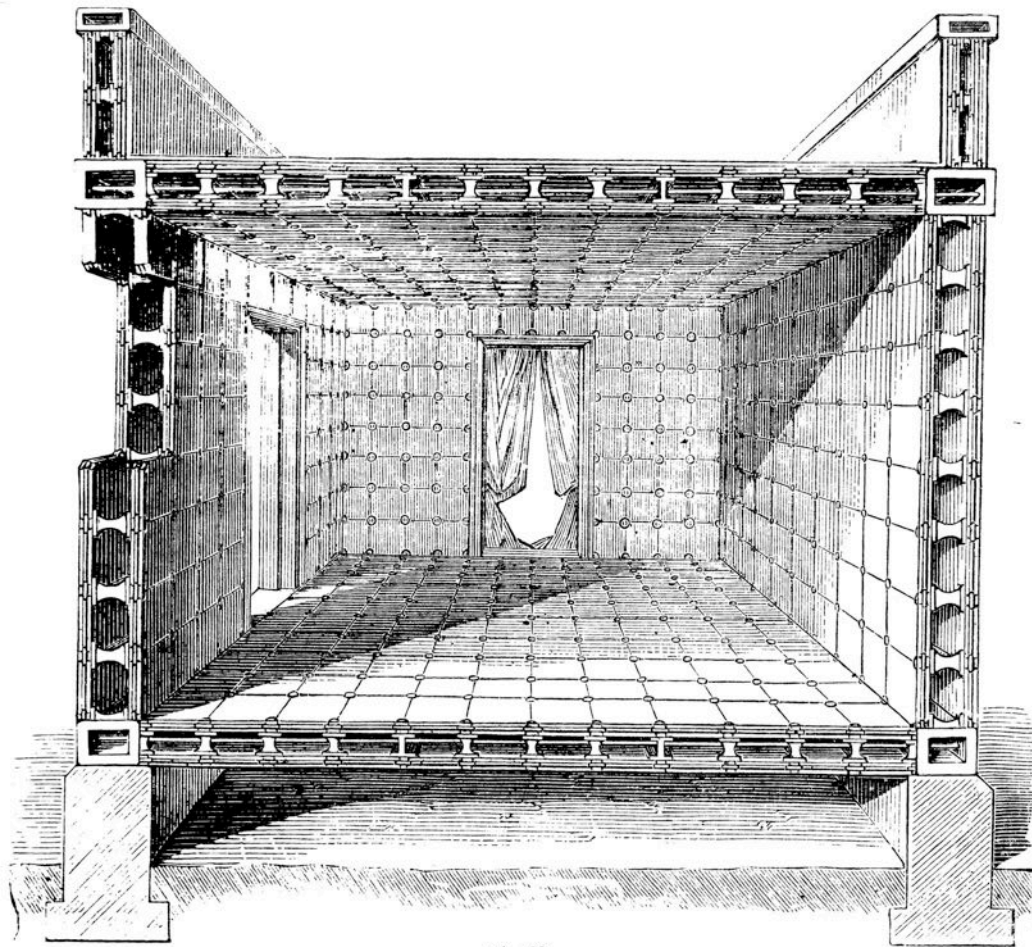


Fig. 28.

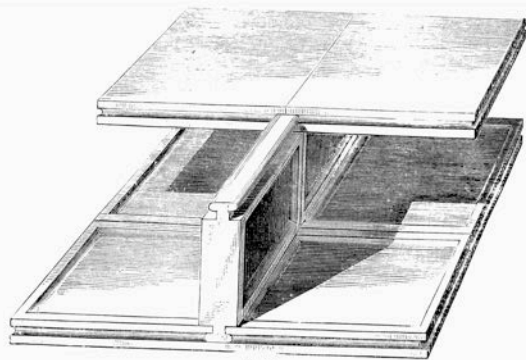


Fig. 27.

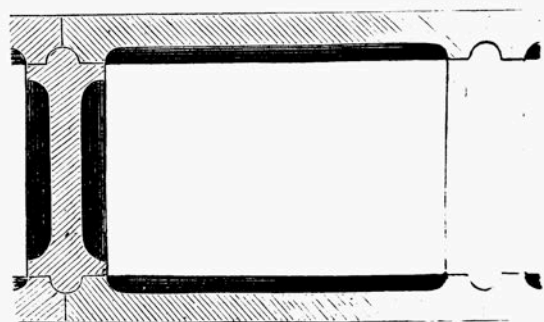


Fig. 26.

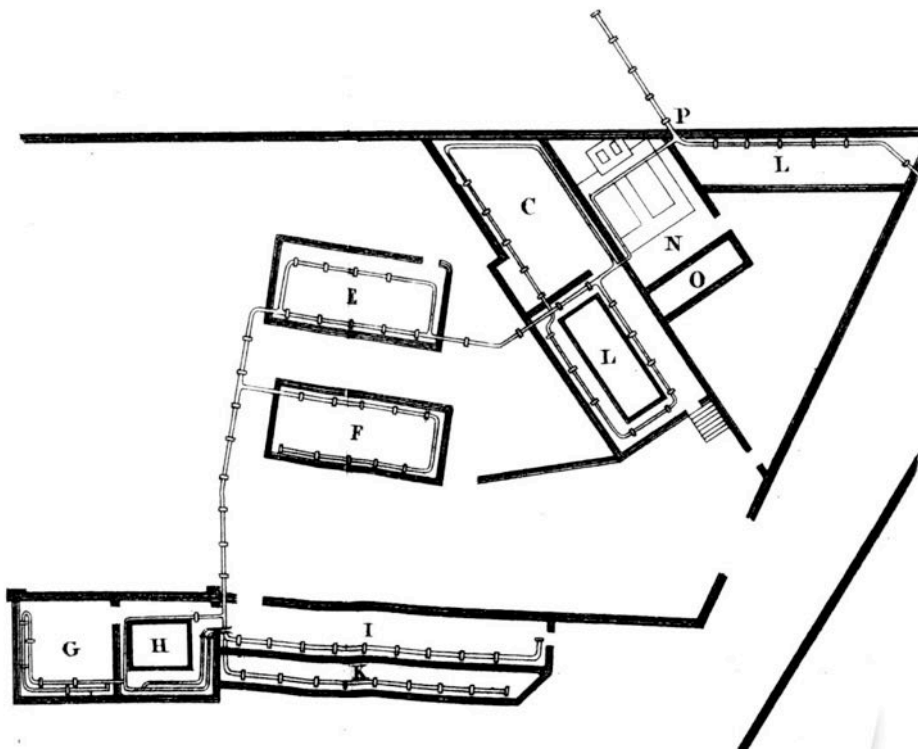
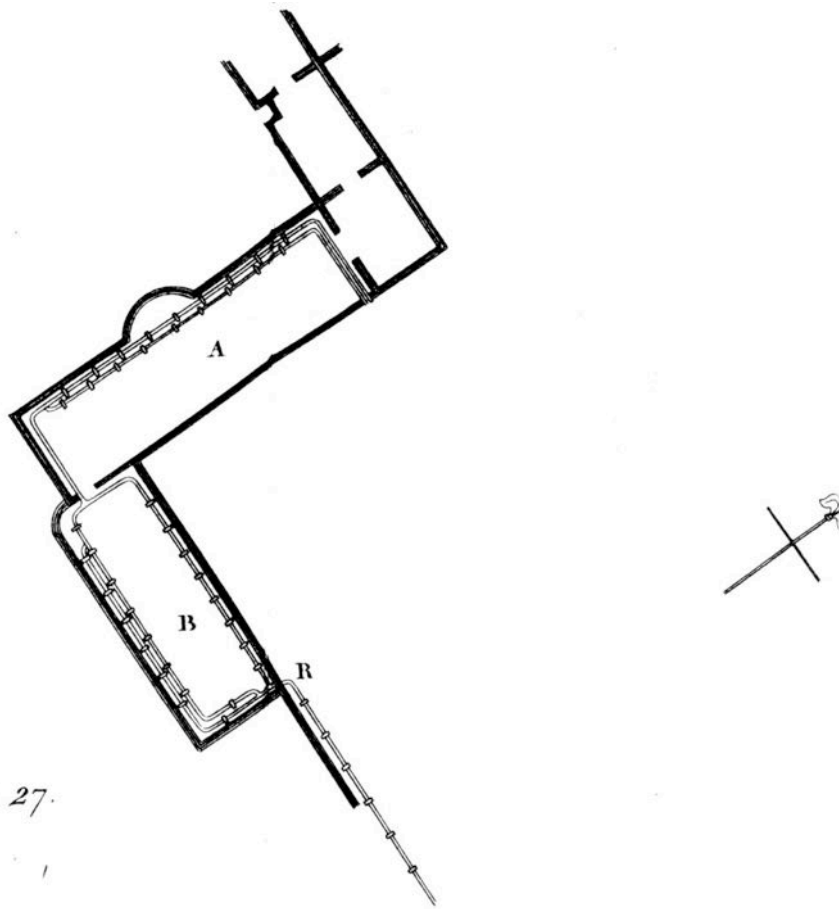
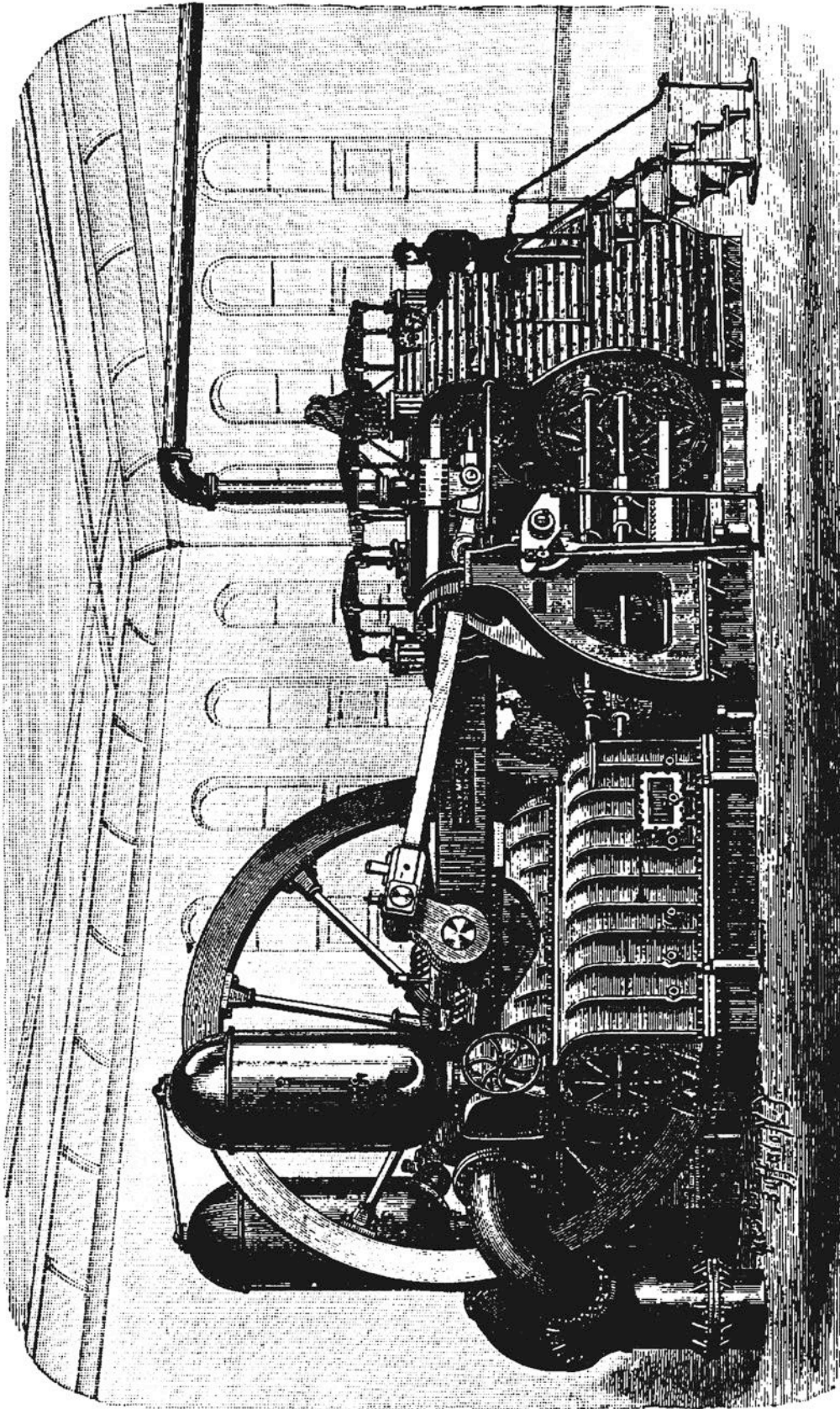


Fig. 160



Fig. 162

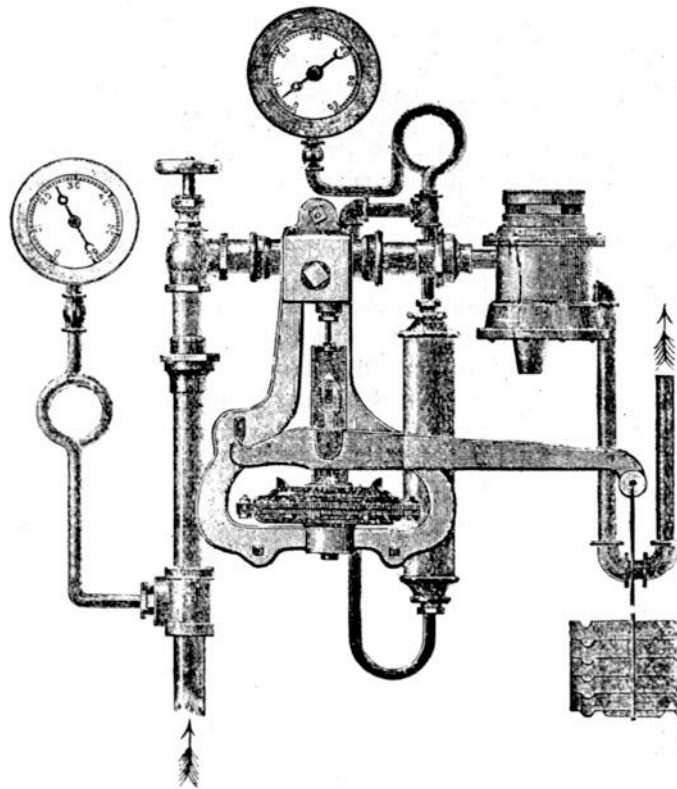


Picture of Holly Pumping Engine taken from *Scientific American*, 7 January 1888, page 4.
Courtesy of the Smithsonian Institute.

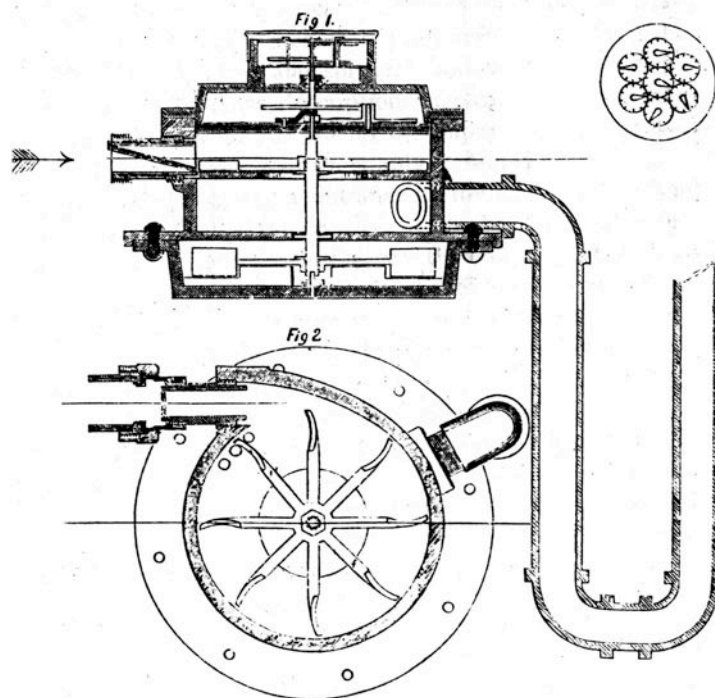


FIG. 10. — Plan de la station centrale de Lockport.

Fig. 164



Holly's Regulating and Reducing Valve with Steam Meter in position.

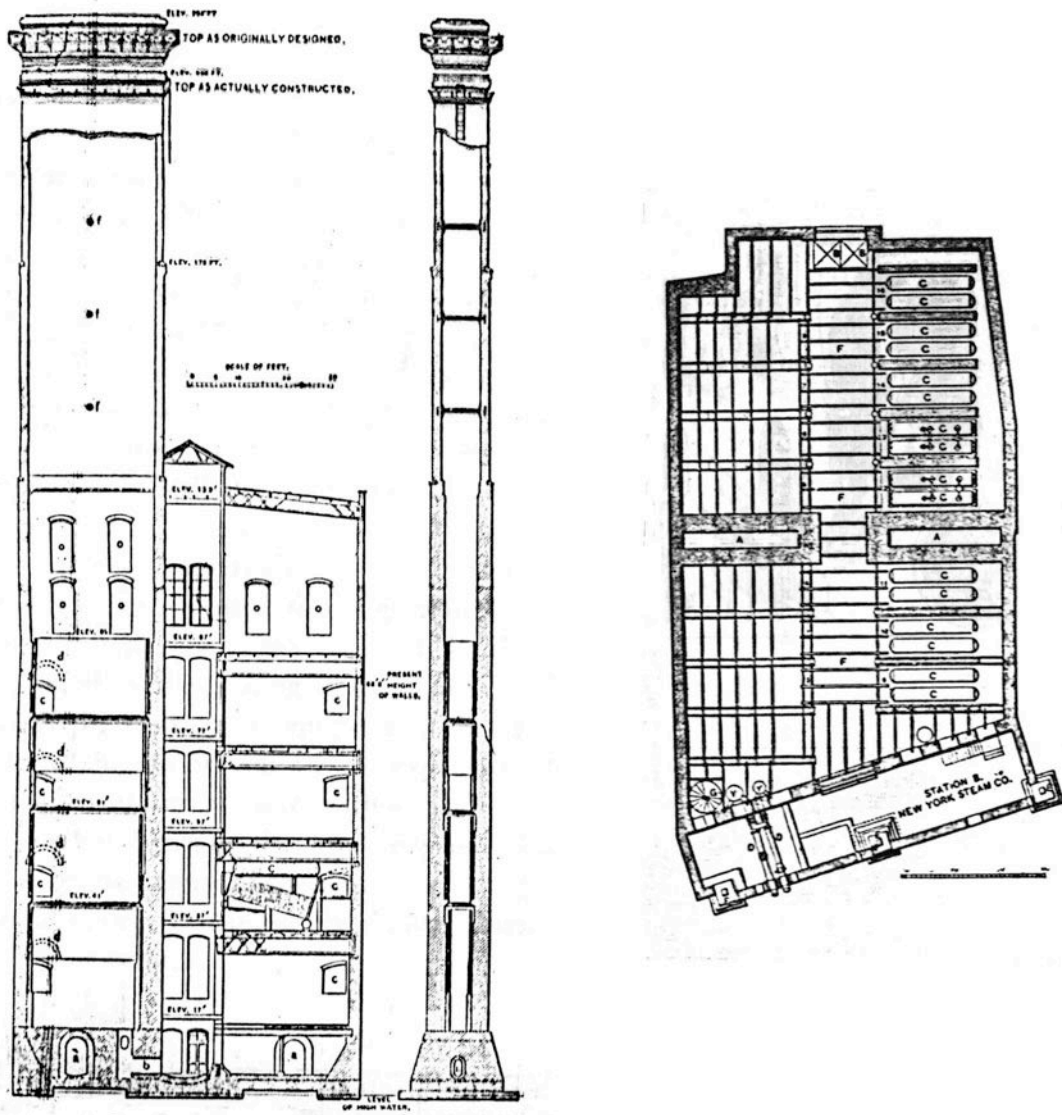


HOLLY'S STEAM METER.

Figure 1.—Sectional Elevation.

Figure 2.—Sectional Plan.

Fig. 166



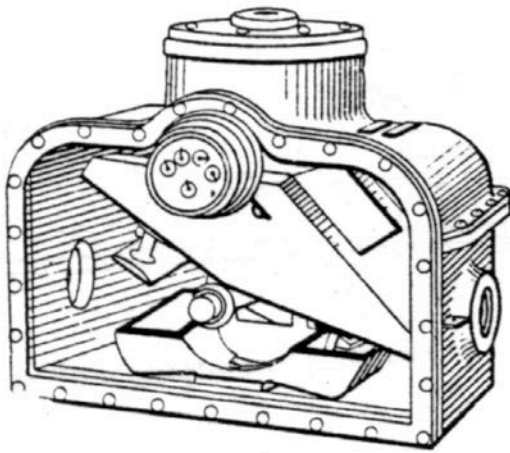


Fig. 3. — Compteur d'abonné.

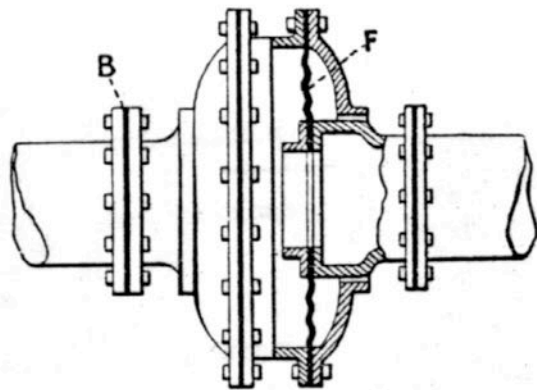


Fig. 2. — Dispositif d'un joint de dilatation.

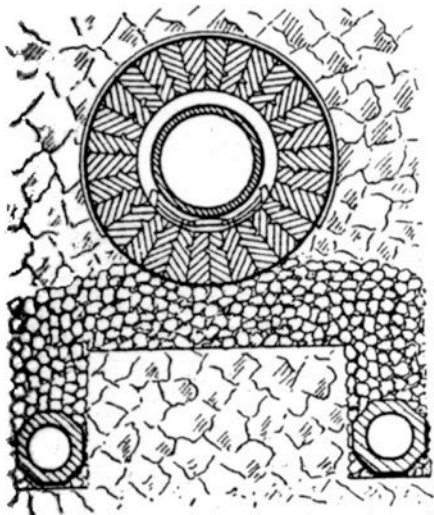


Fig. 1. — Dispositif des conduits souterrains et de leur revêtement (American District Steam C. Y.).

Fig. 168

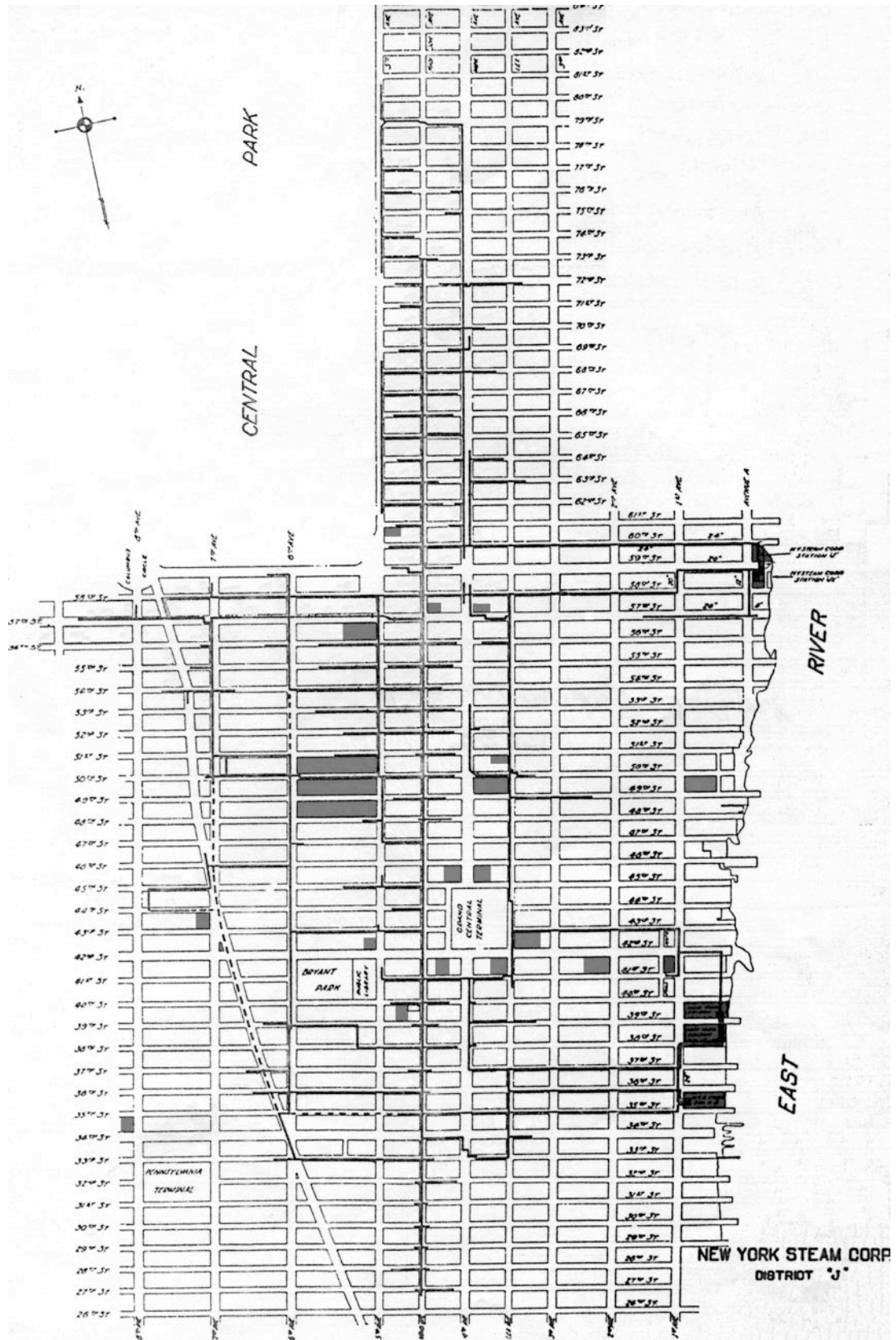
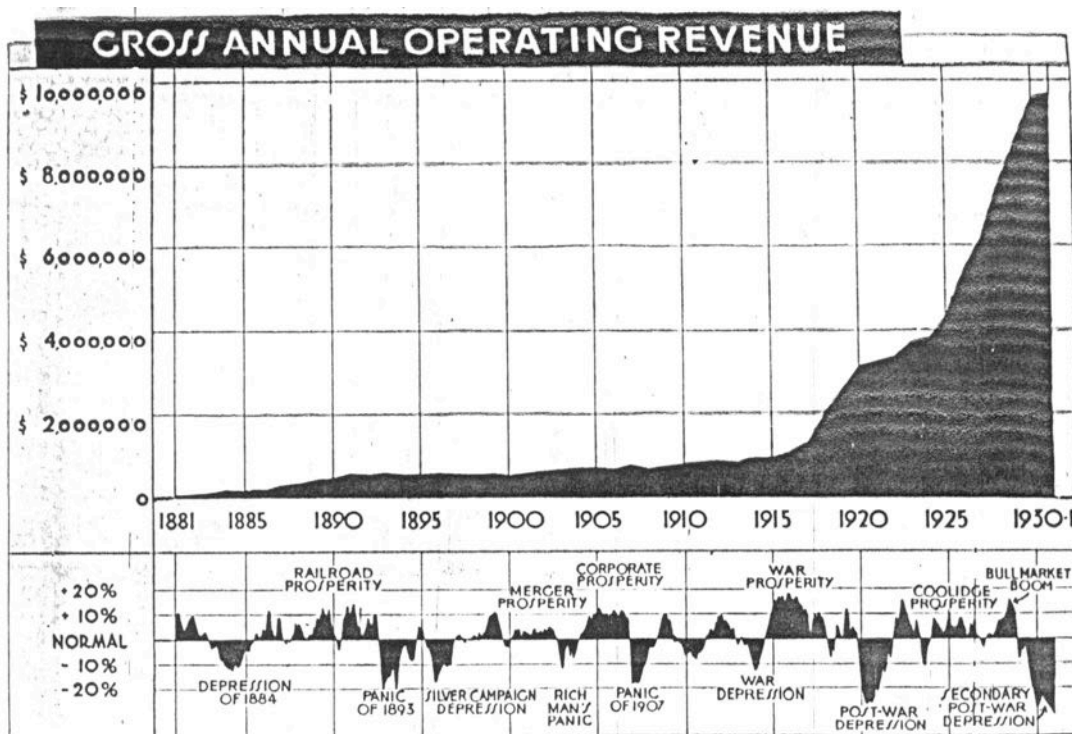


Fig. 169



The gross annual revenue from the sale of steam in New York City has increased steadily during the past fifty years, despite depressions and booms as depicted in the lower chart devised by Leonard P. Ayres, Vice President of The Cleveland Trust Company and published here with his permission

Fig. 170

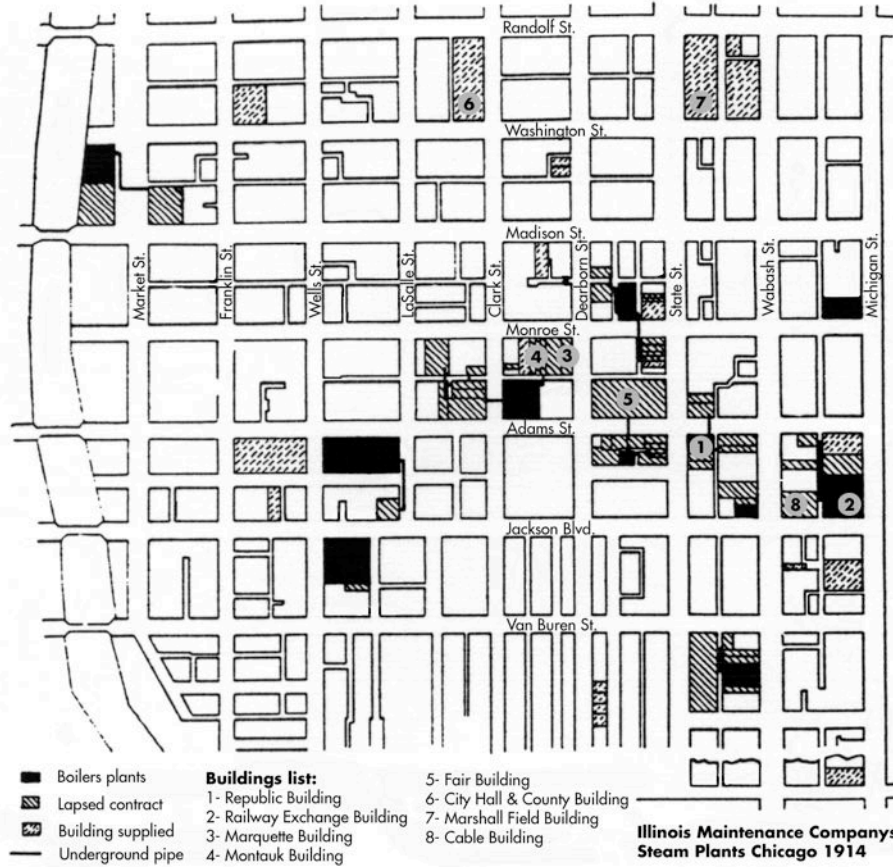




FIG. 5 - Areas in the United States and Canada Having Commercial District Heating Service.

Fig. 172

SERVING a City of TOWERS

EMPIRE STATE TOWER

NEW YORK STEAM CORPORATION

THE many new tower buildings in New York City, whose entire steam requirements are supplied by the New York Steam Corporation, are now to be joined by the new Empire State Tower to rise on the site of the old Waldorf Astoria Hotel. These towering structures that truly pierce the clouds are burdened with no costly boiler plants and smoke stacks of limited useful life, occupying valuable space. Free from the grime of handling and burning fuel at the base and from contaminating smoke and soot at the plume, their beauty is not marred nor is their purpose of profitable occupancy partially defeated. Former Governor Alfred E. Smith, President of the company owning the Empire State Tower, in signing a contract with the New York Steam Corporation for the entire steam requirements of this magnificent structure, has provided for the greatest degree of convenience, cleanliness, economy and reliability of service obtainable.

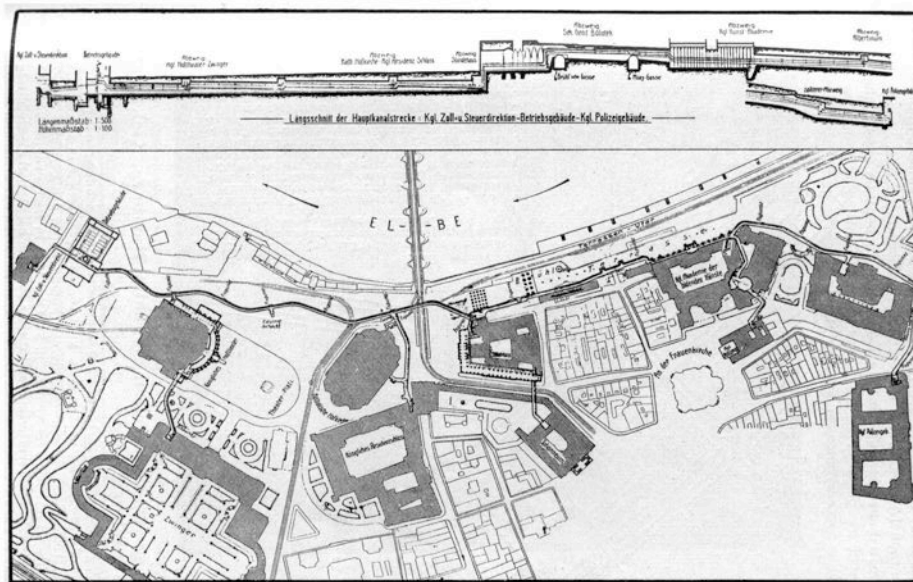
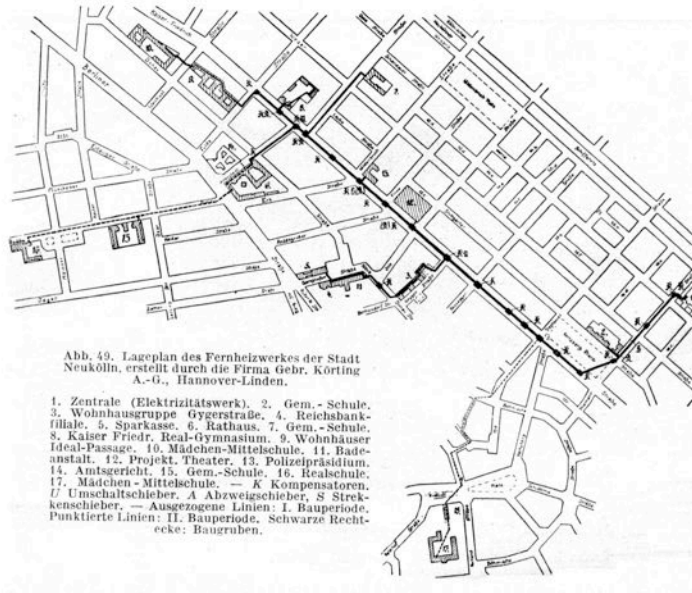


Fig. 173 ter

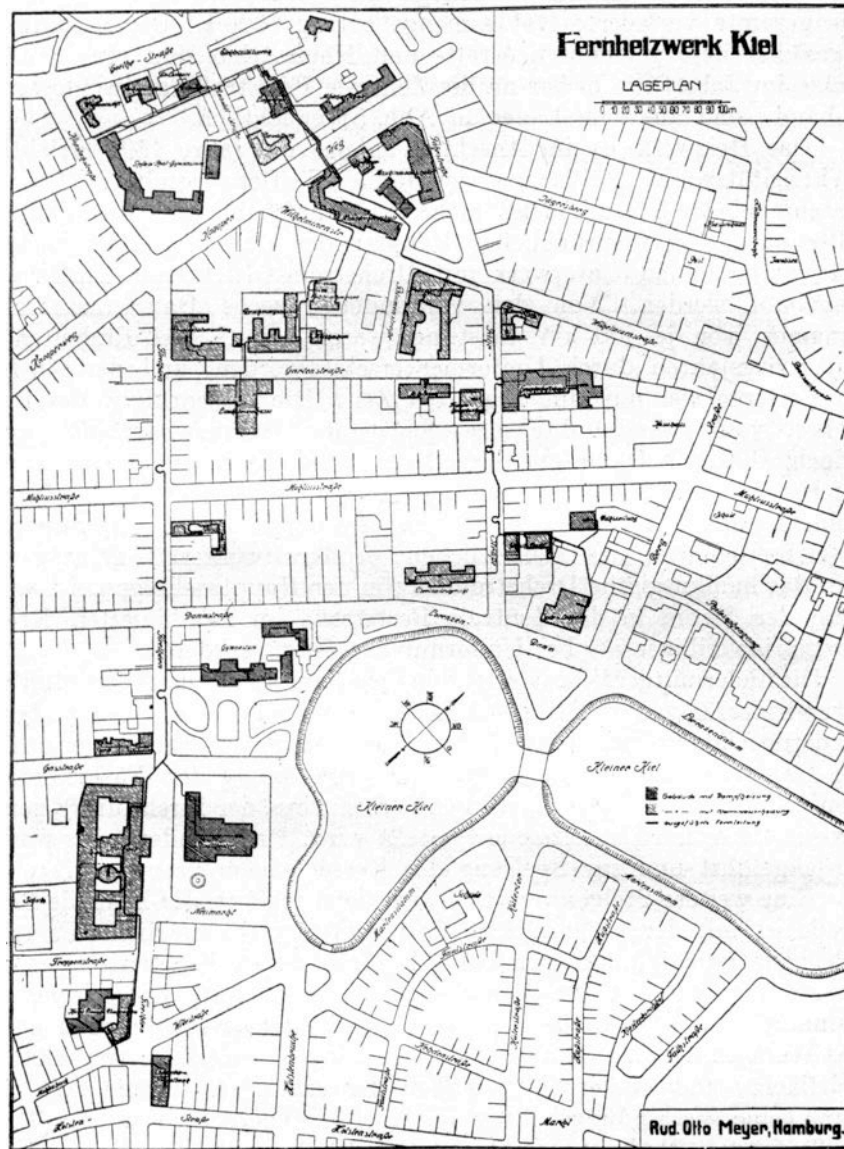
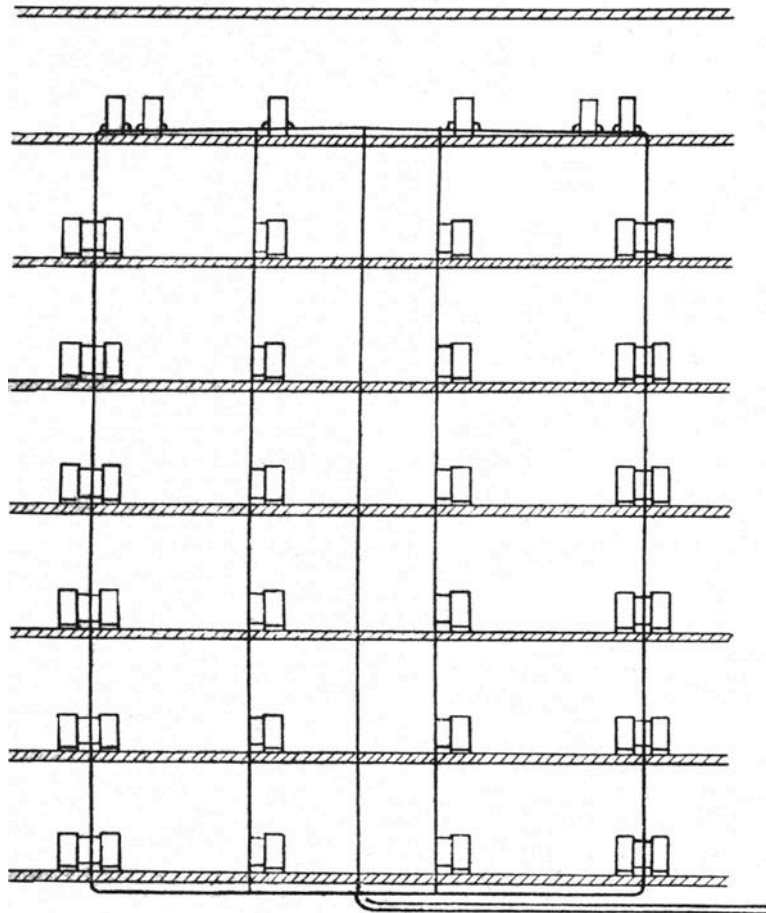
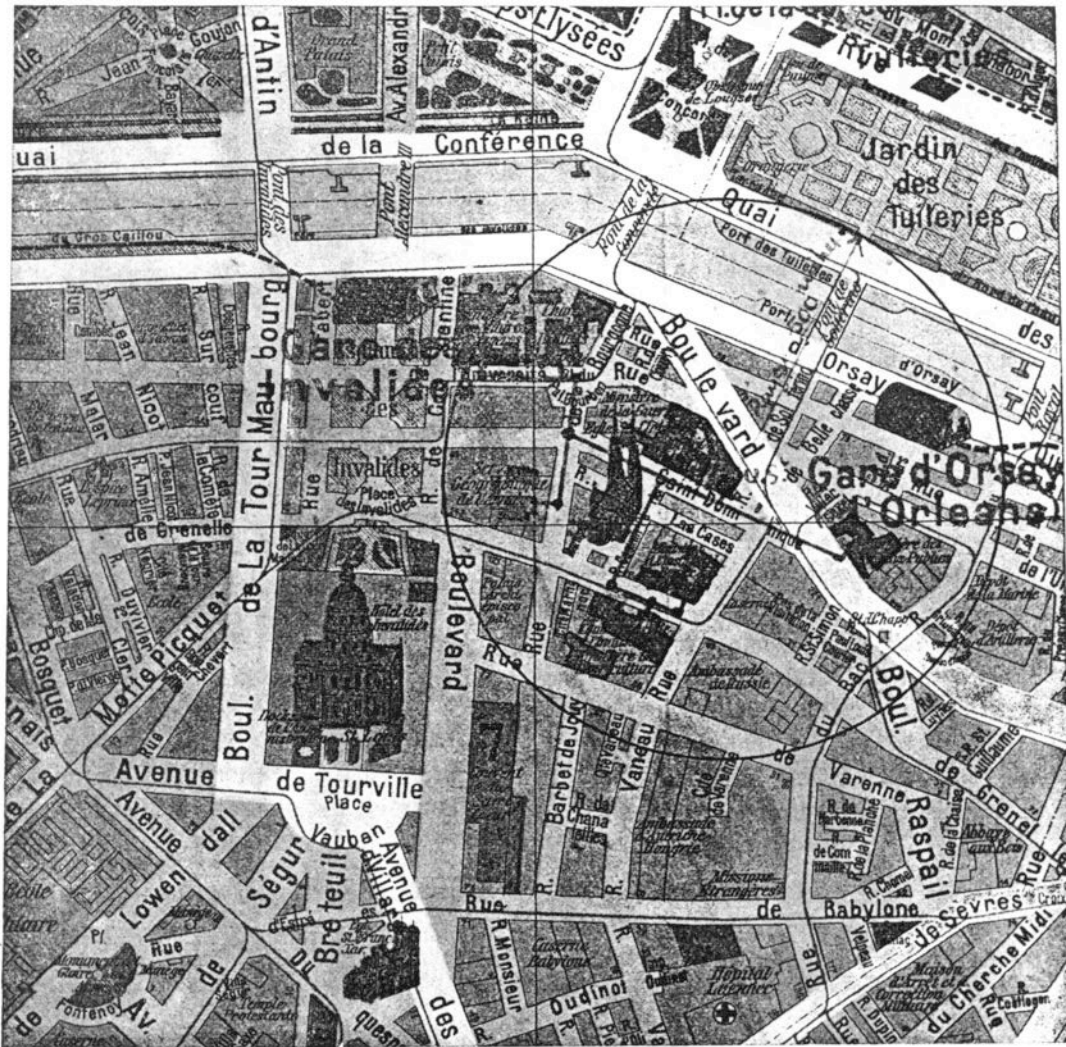


Fig. 174

Fondation Rothschild.
Chauffage par l'eau chaude.
Goupe Schématique.





Bâtiments des Administrations de l'Etat,
situés dans un rayon de 500 mètres de l'usine centrale de chauffage (7^e arrondissement).

Fig. 176

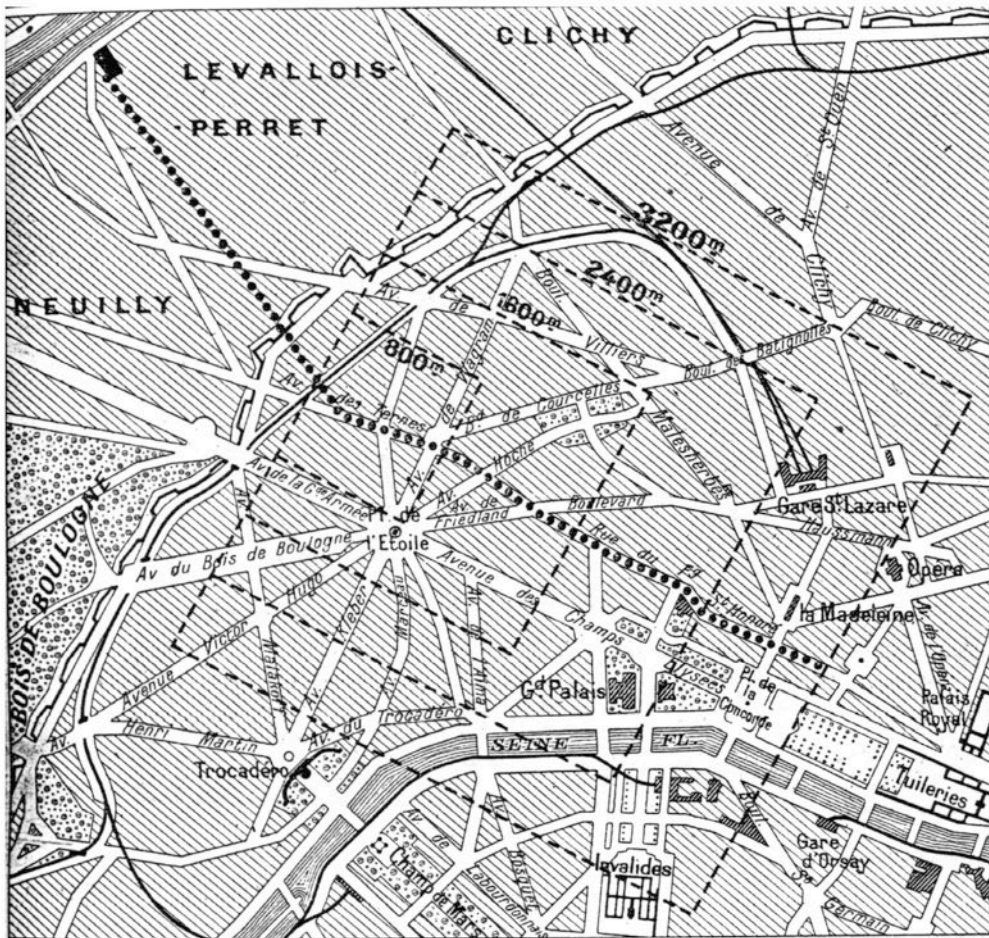
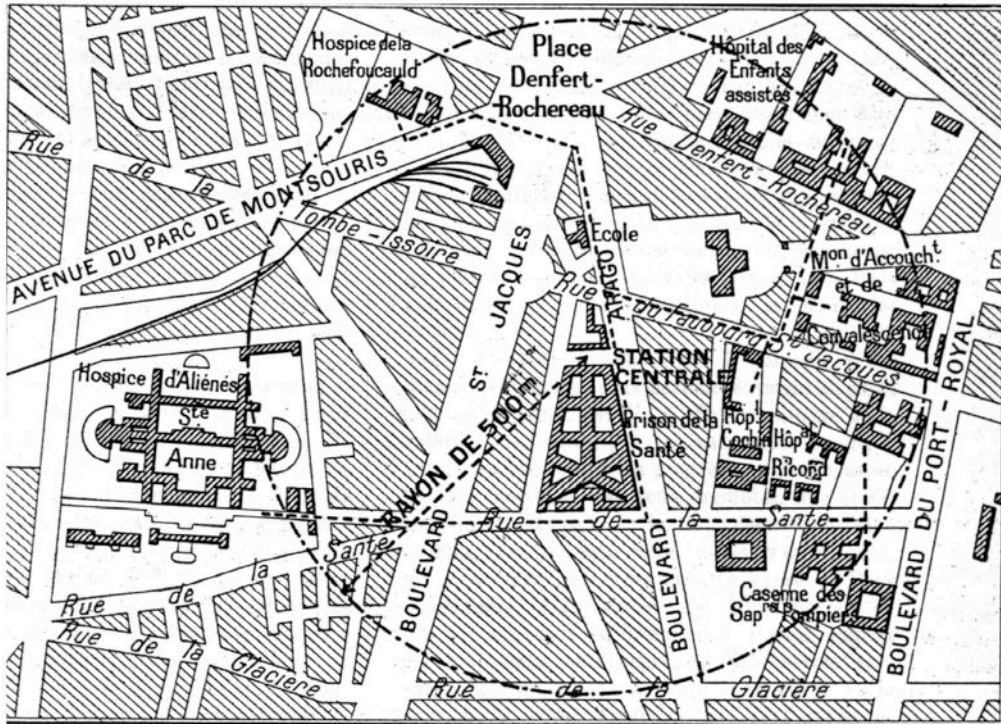
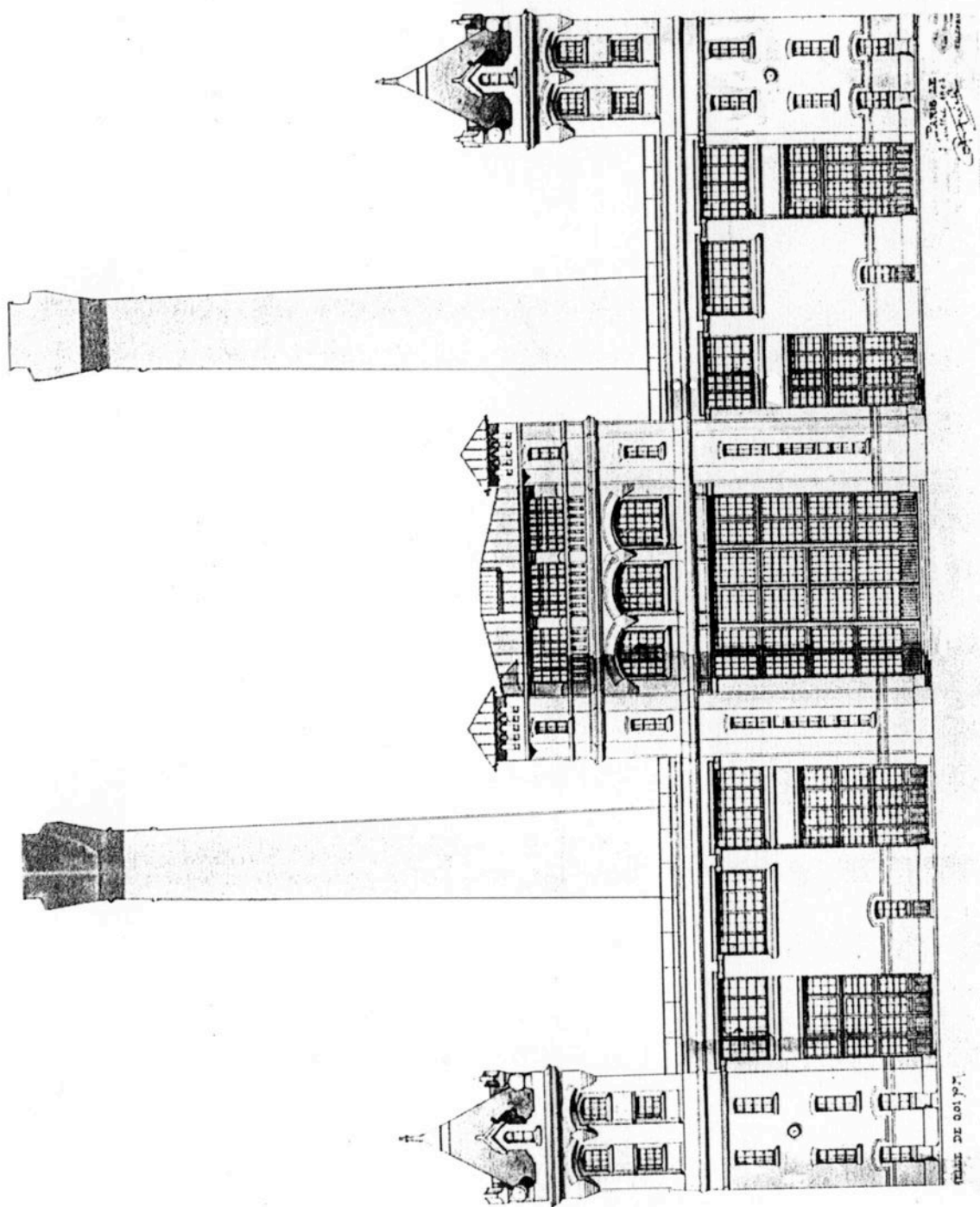
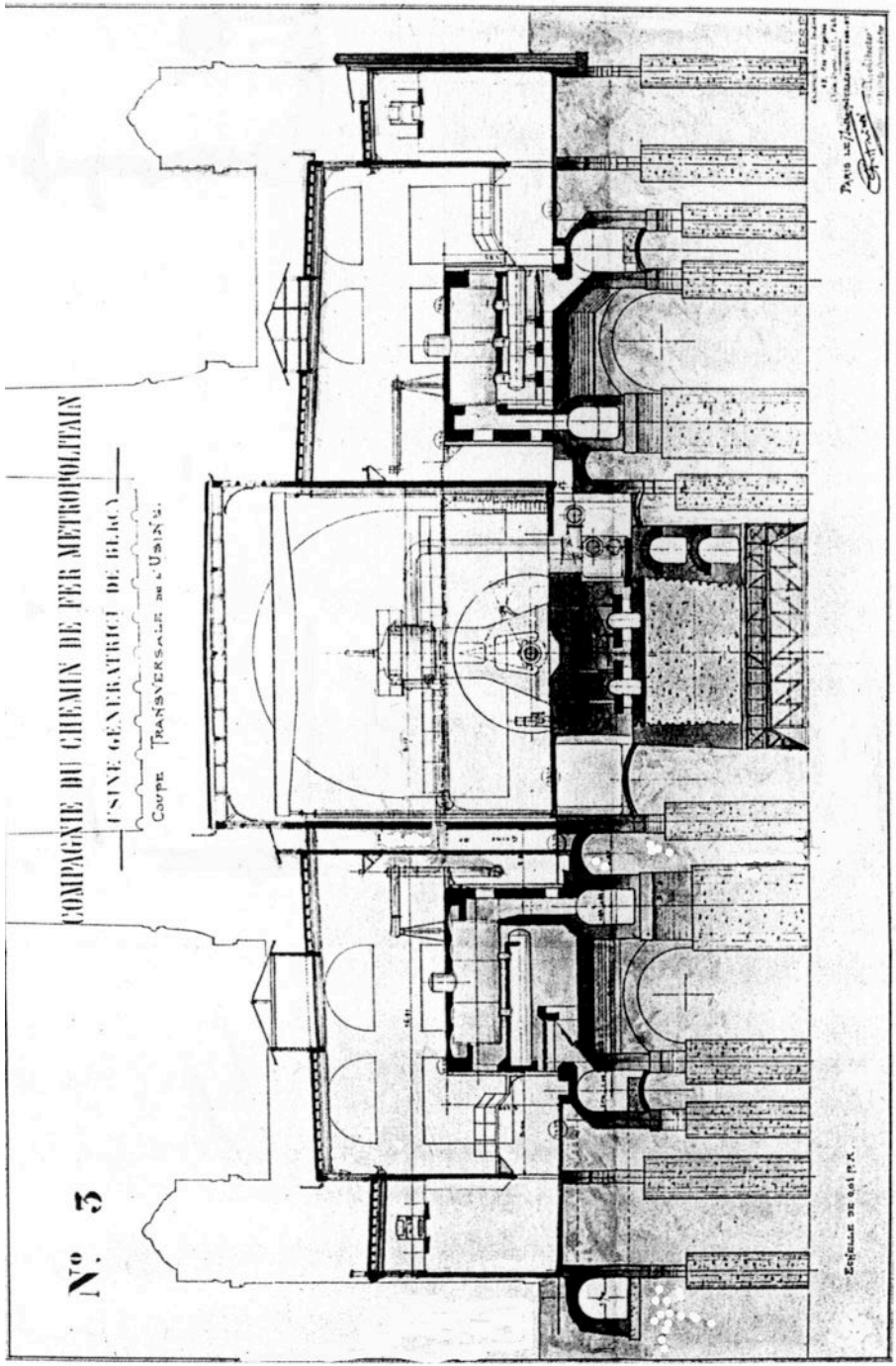


Fig. 177



Fig. 178





Coupe transversale de l'usine du métro. On perçoit la séparation des machines dans des nefs distinctes et la simplification toute moderne de la structure métallique porteuse. Dessin de Paul Friesé, 1903.

Fig. 178 bis

Fig. 180

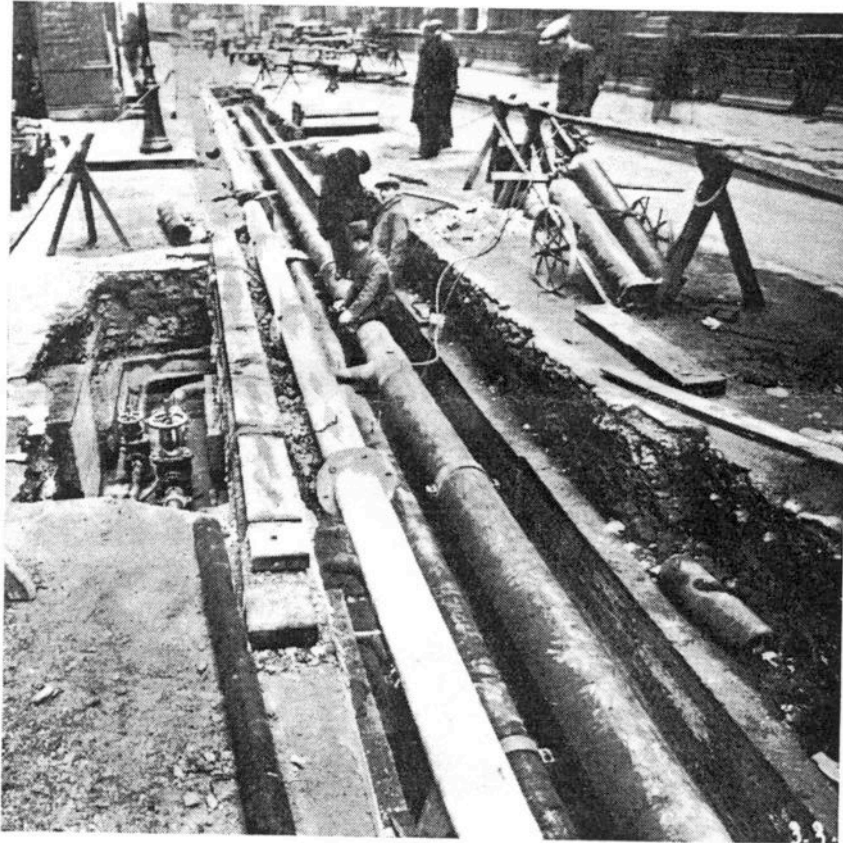


Fig. 180

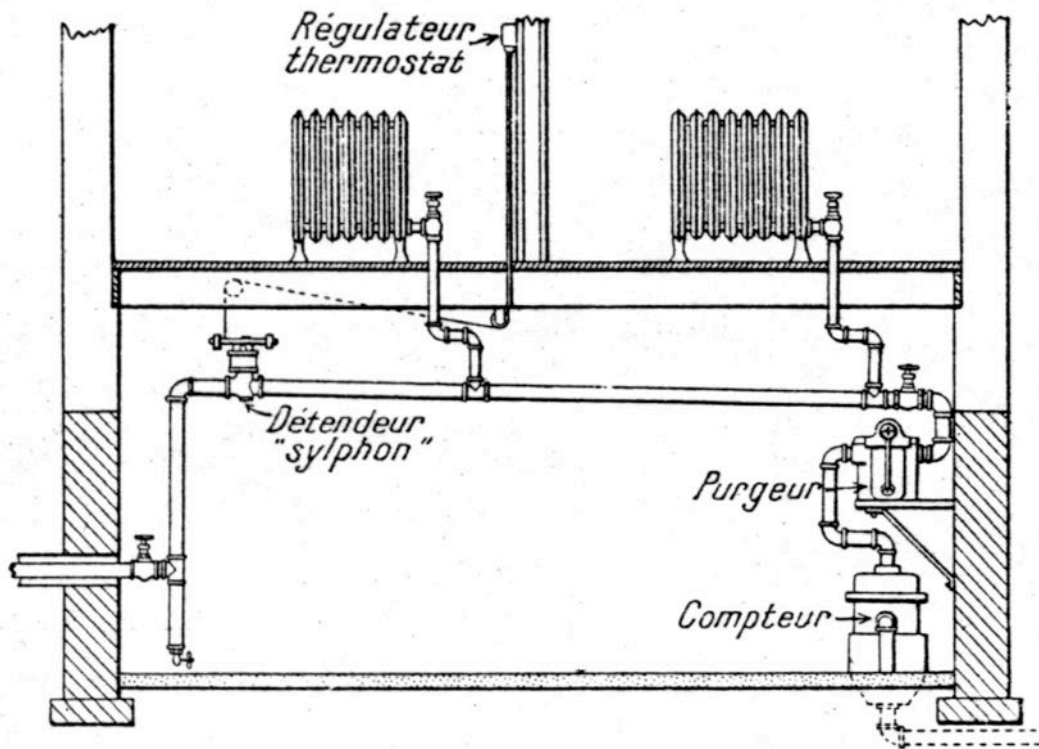


Fig. 5. — Détail de l'installation chez l'abonné.

Fig. 182

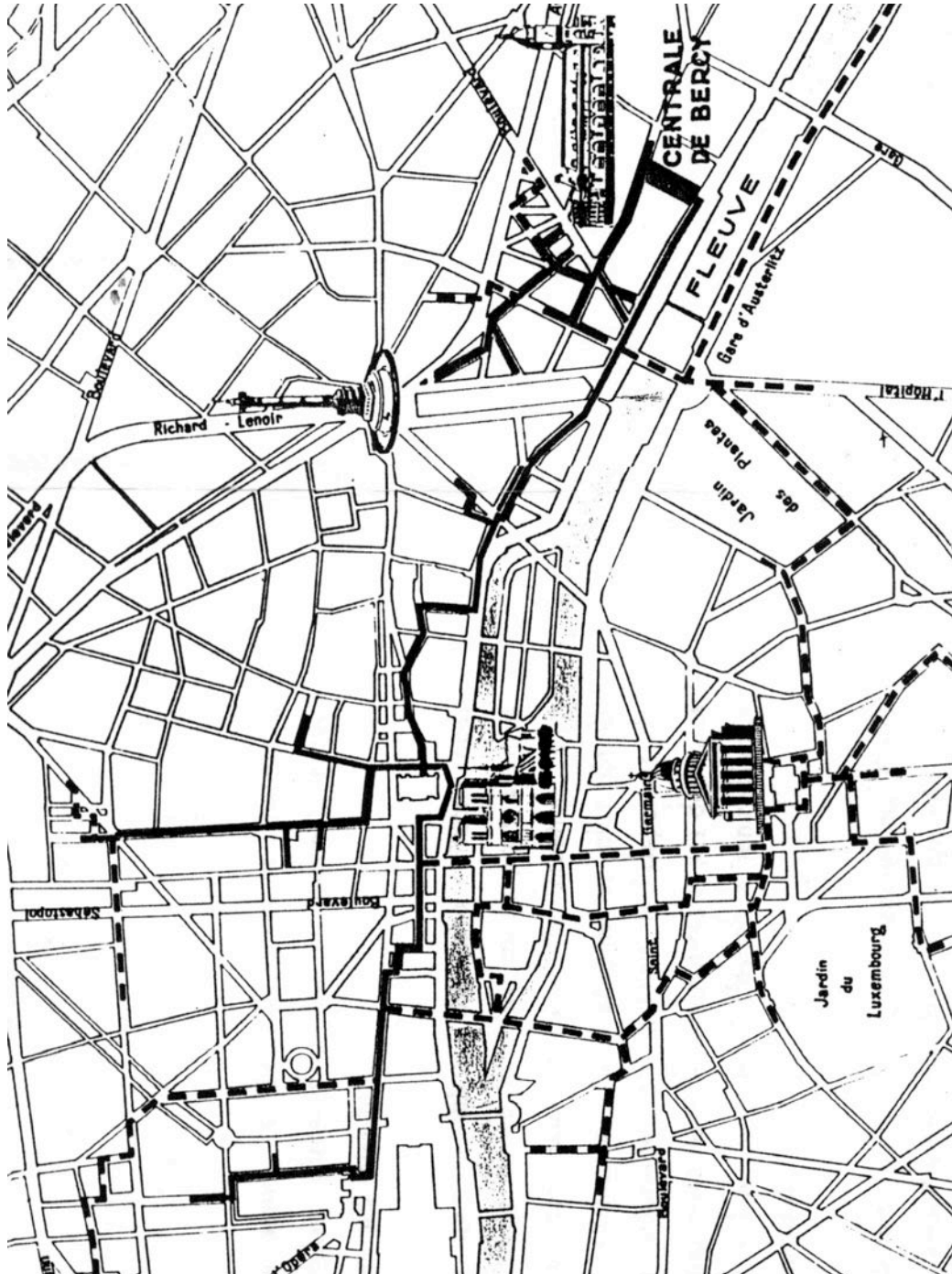


Fig. 183

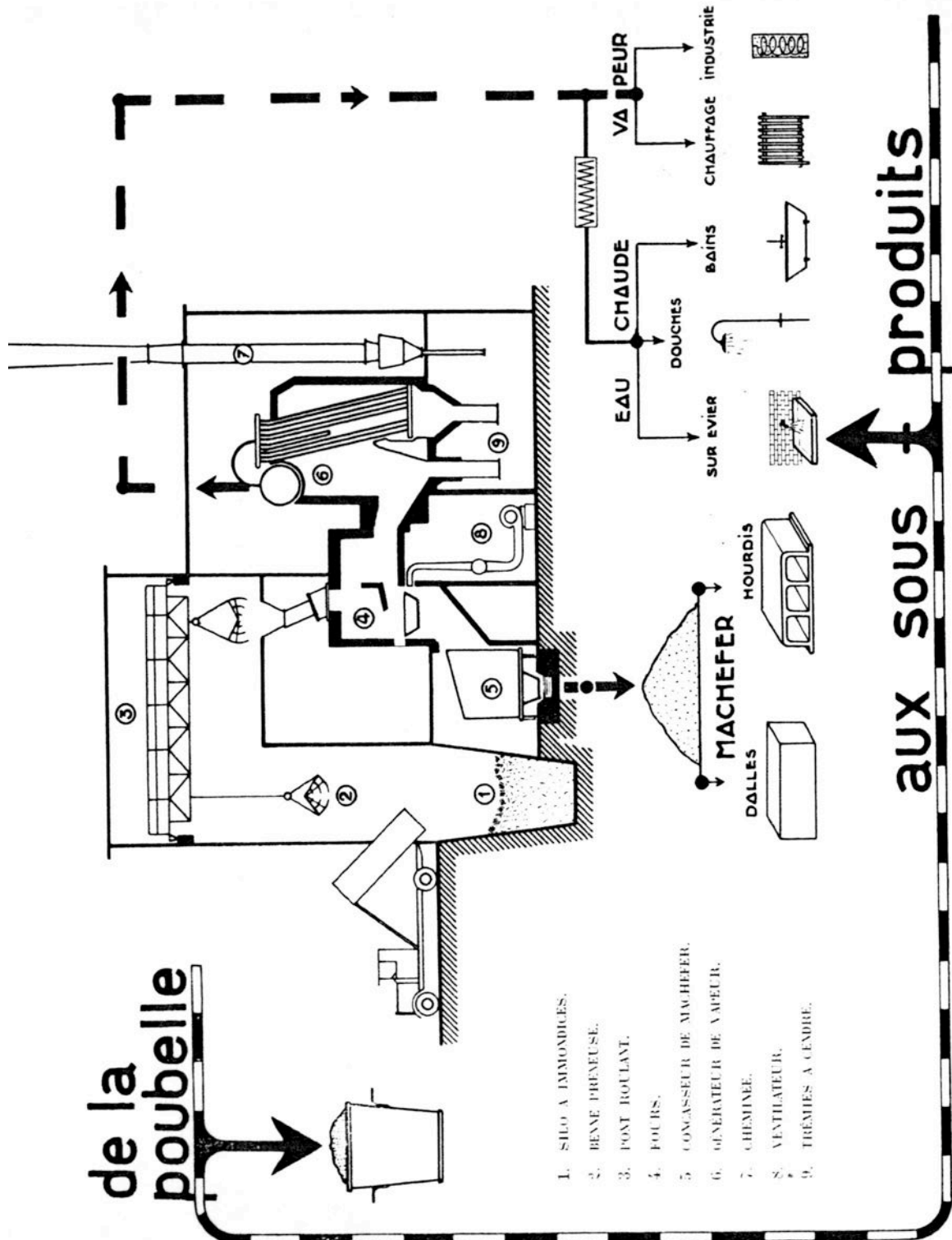


Fig. 184

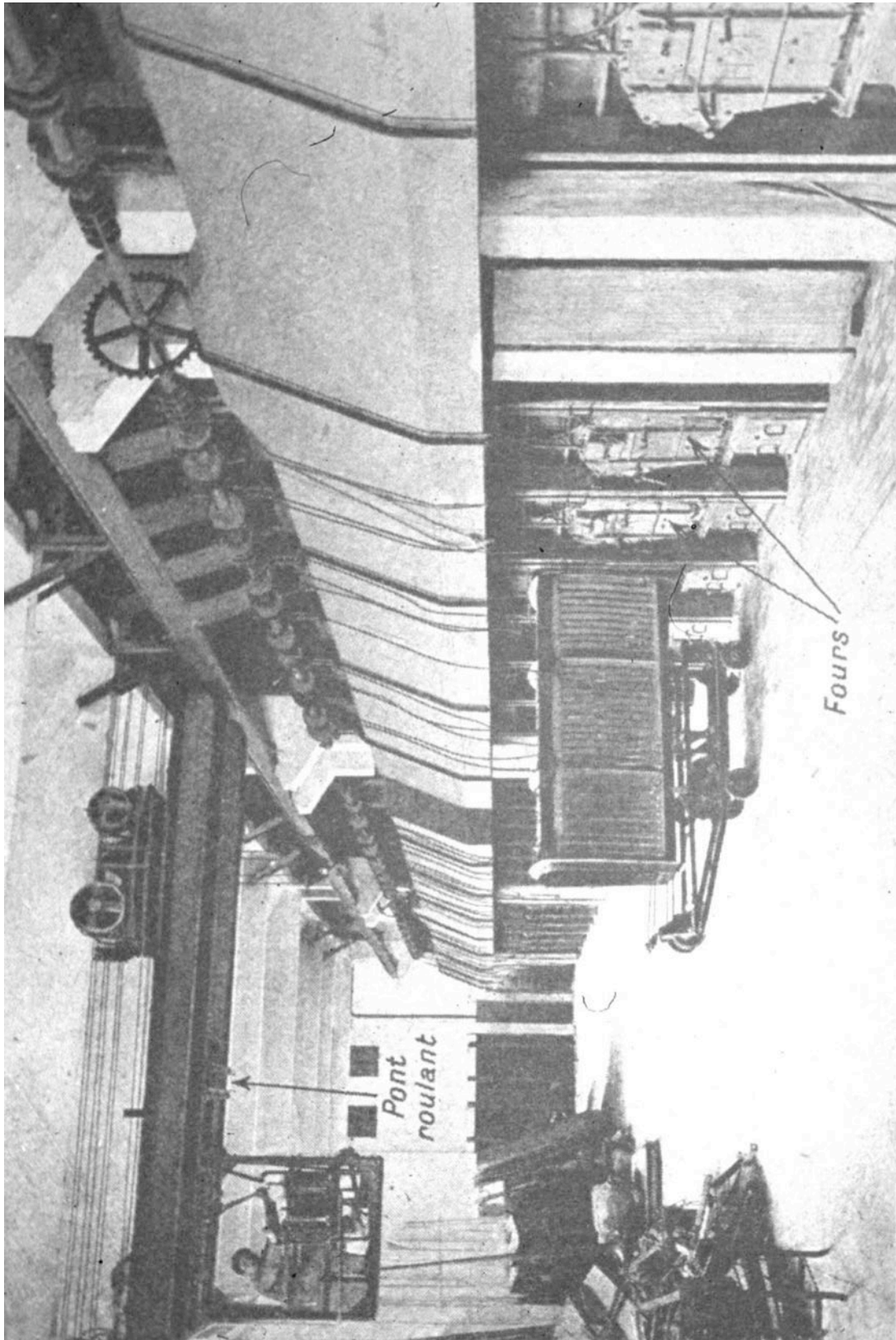


Fig. 185

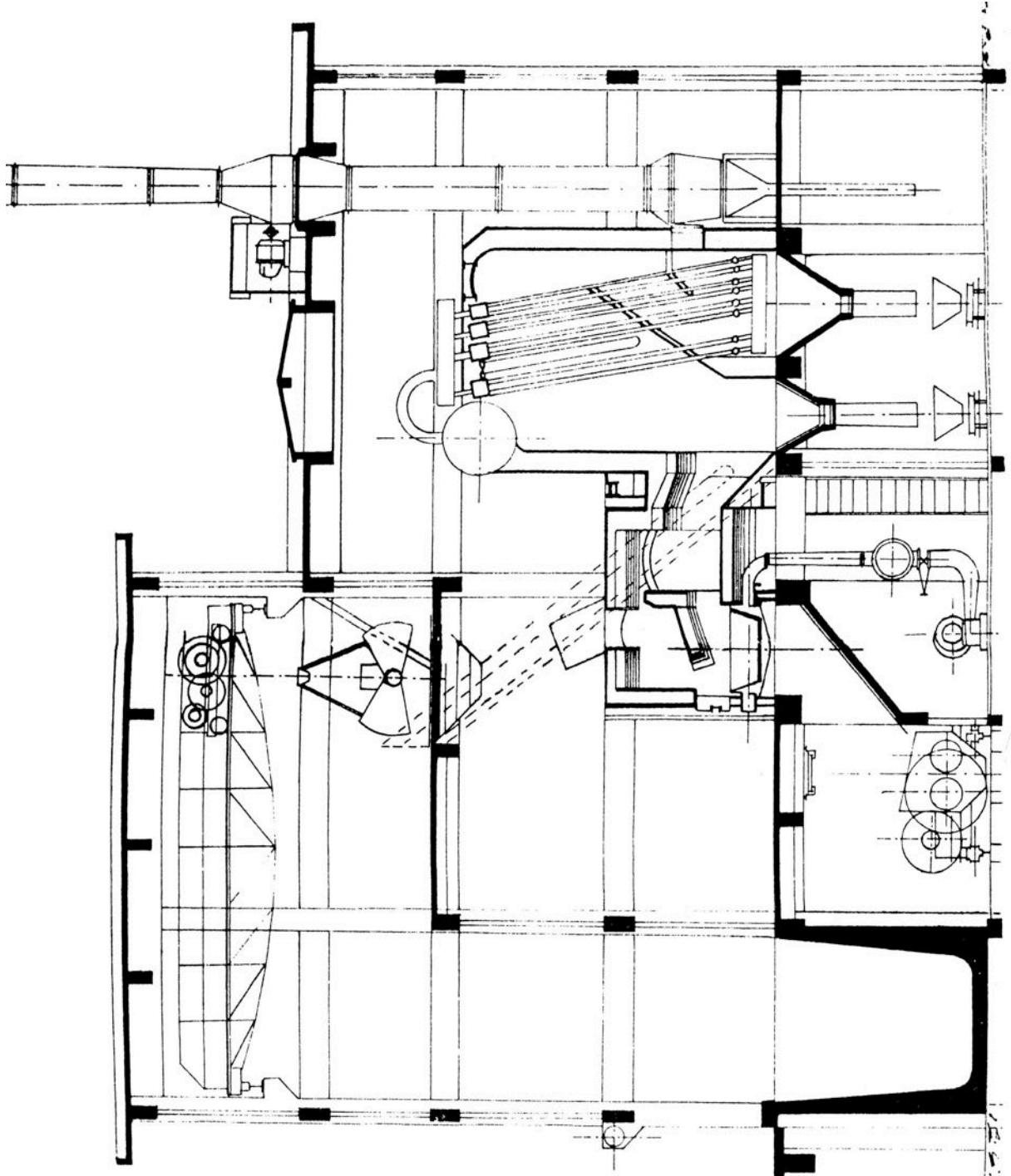


Fig. 187

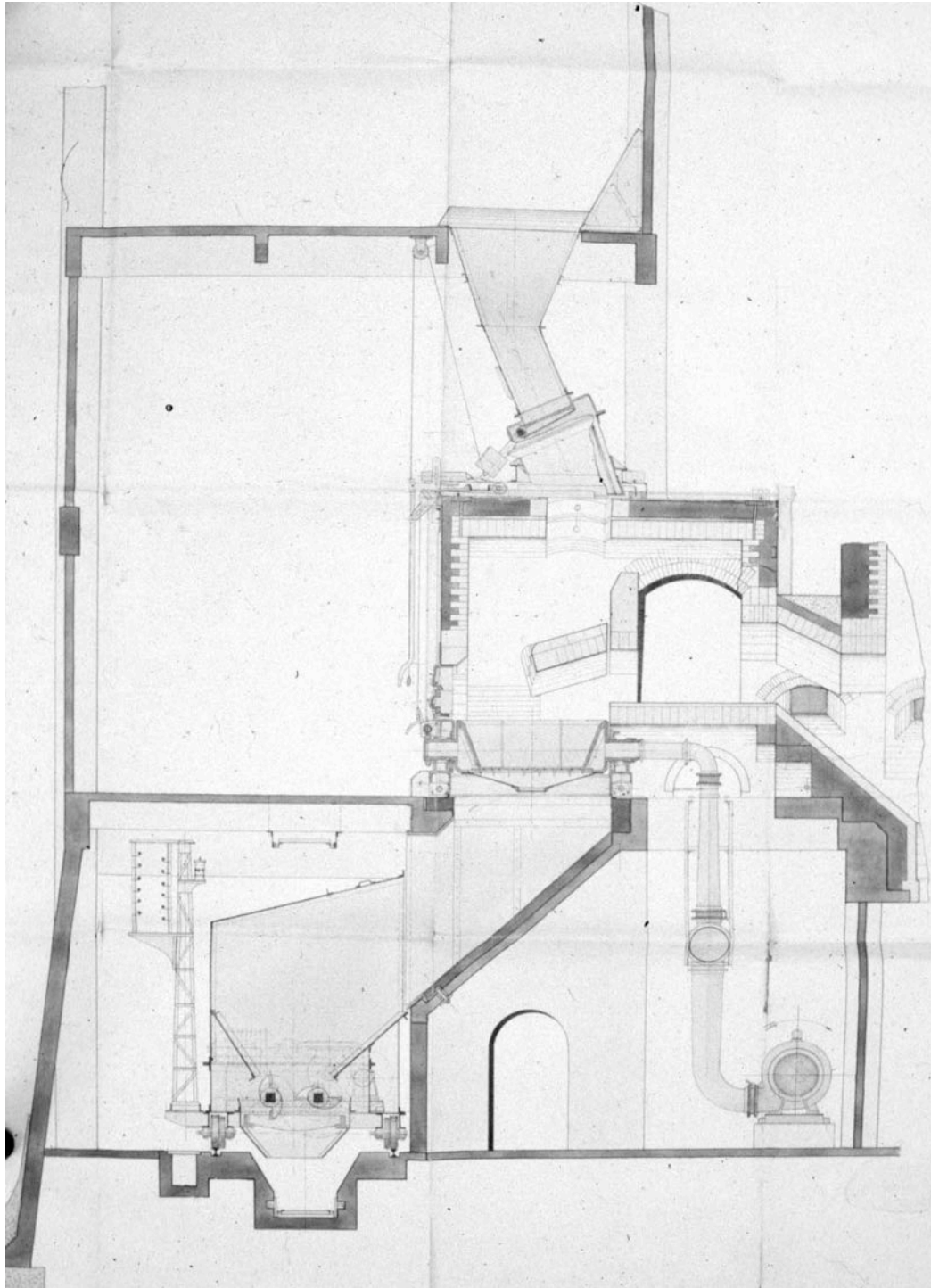
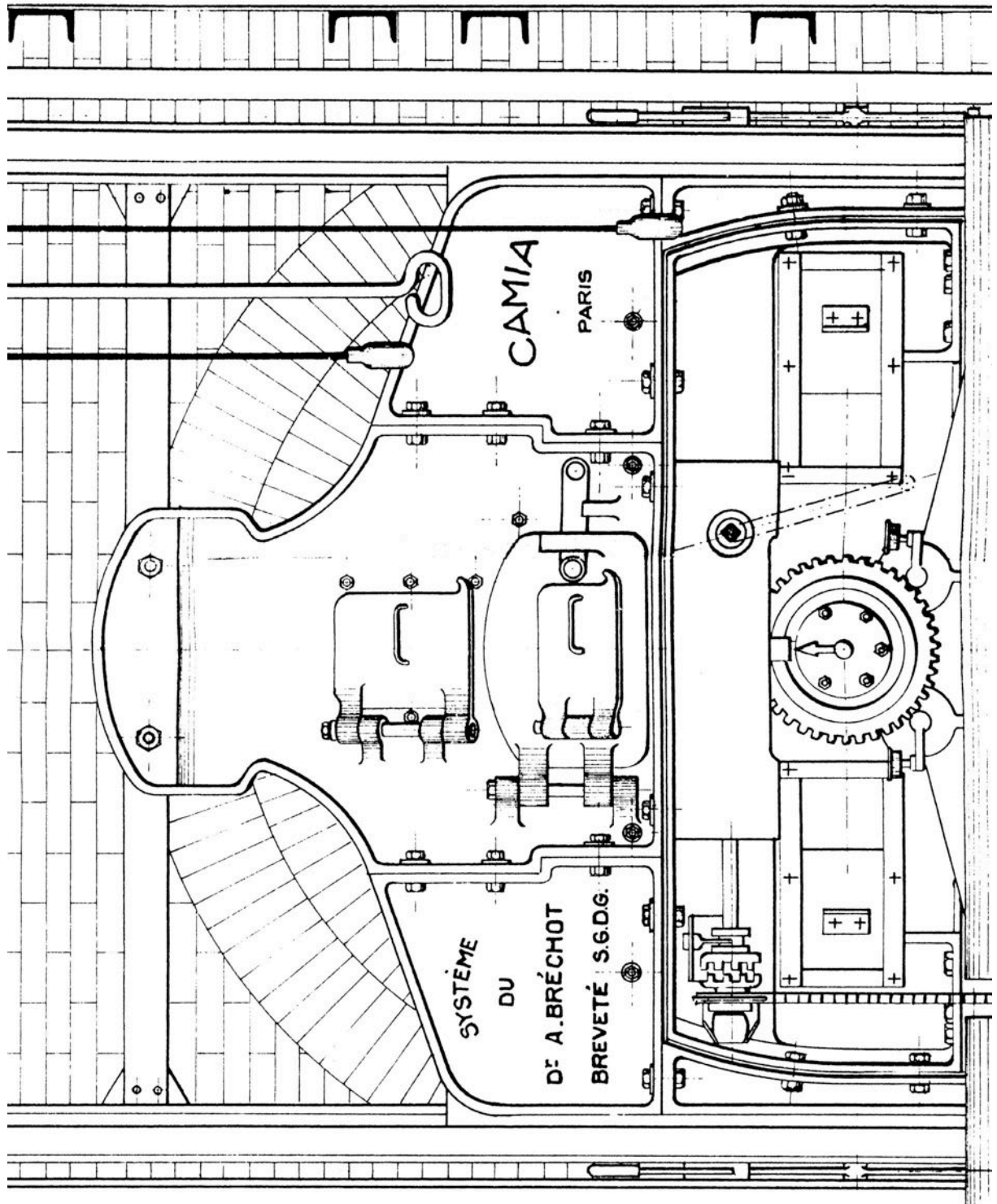


Fig. 187



BRIQUETERIE MUNICIPALE

17, Rue Paul-Verlaine — 22, Rue Clément-Michut

Téléphone VILLEURBANNE 95-05

Agglomérés de Mâchefer

TOUTES DIMENSIONS
FORMES —
QUANTITÉS

LIVRAISONS RAPIDES

assurées même
par temps froids

■
PRIX
avantageux

▲
Pour
tous vos
besoins
concernant
**la fourniture
d'agglomérés**
CONSULTEZ-NOUS ...

Nos Services sont à
votre disposition pour vous
soumettre très rapidement
des conditions très étudiées.

PROCHAINEMENT :

*mise en route de notre installation pour la
fabrication de produits SILICO-CALCAIRES*

RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

Fig. 189

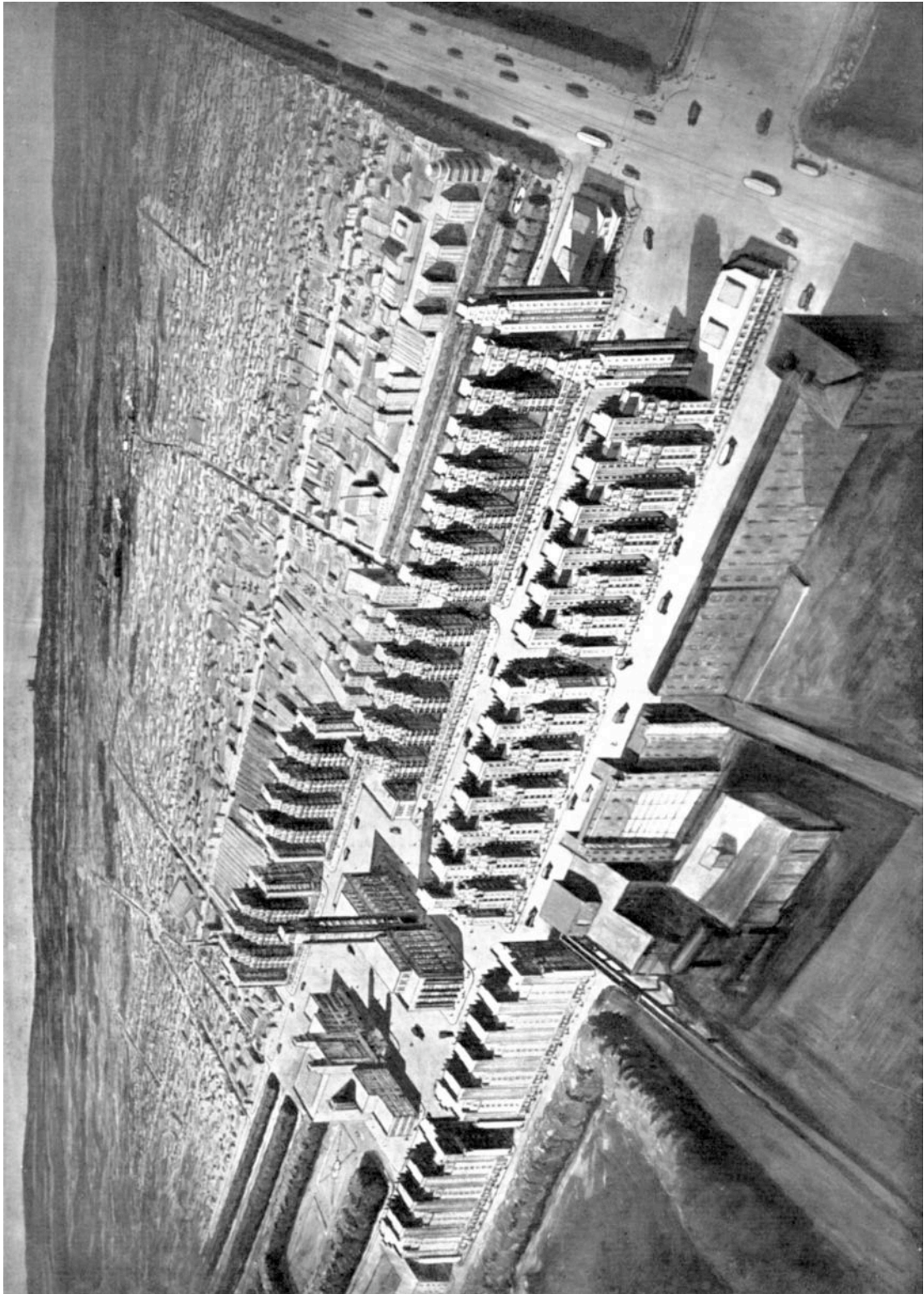
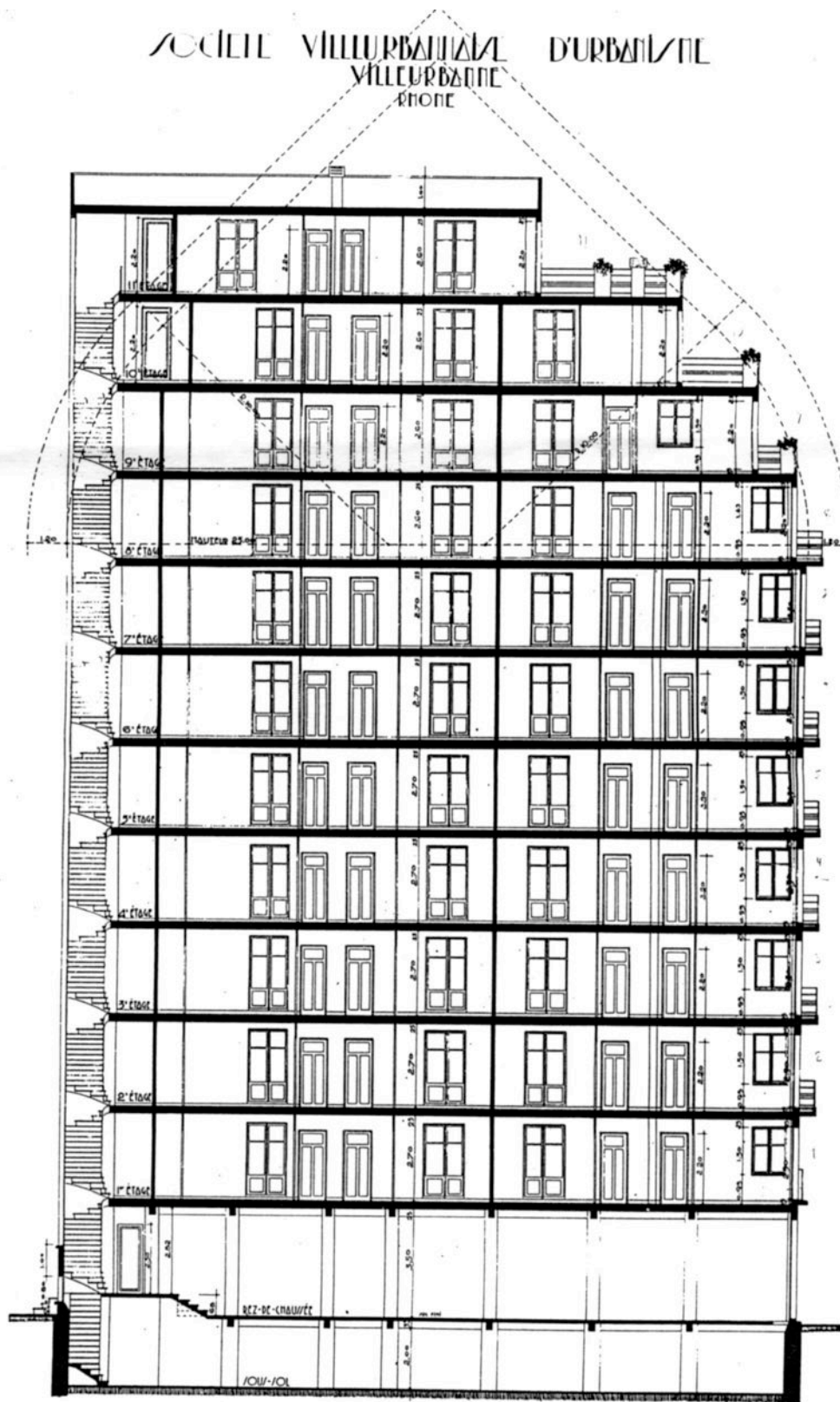


Fig. 190



SOCIÉTÉ VILLEURBANAISE D'URBANISME
VILLEURBANNE
RHONE

CELLULE 0.02 P.M.

COUPE Δ.B.

GROUPE 3 ET 4
CELLULE NORMALE

N° 108

POUR LA SOCIÉTÉ VILLEURBANAISE FUNDATION
L'ARCHITECTURE MODERNE
P. M. 1931

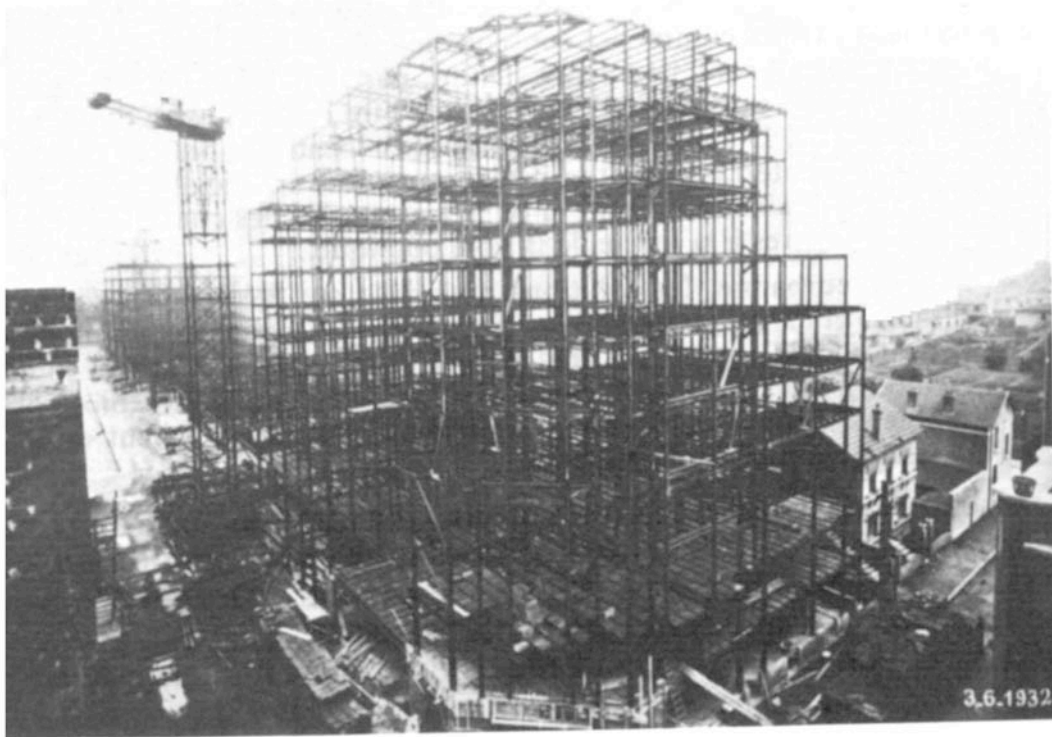
POUR LA VILLE DE VILLEURBANNE
LE MAÎTRE
L. P. 1931

LE 15 MAI 1931, DÉSIGNÉ LE COLONNE 1931
L'ARCHITECTE
L. P. 1931

Fig. 191



Fig. 192



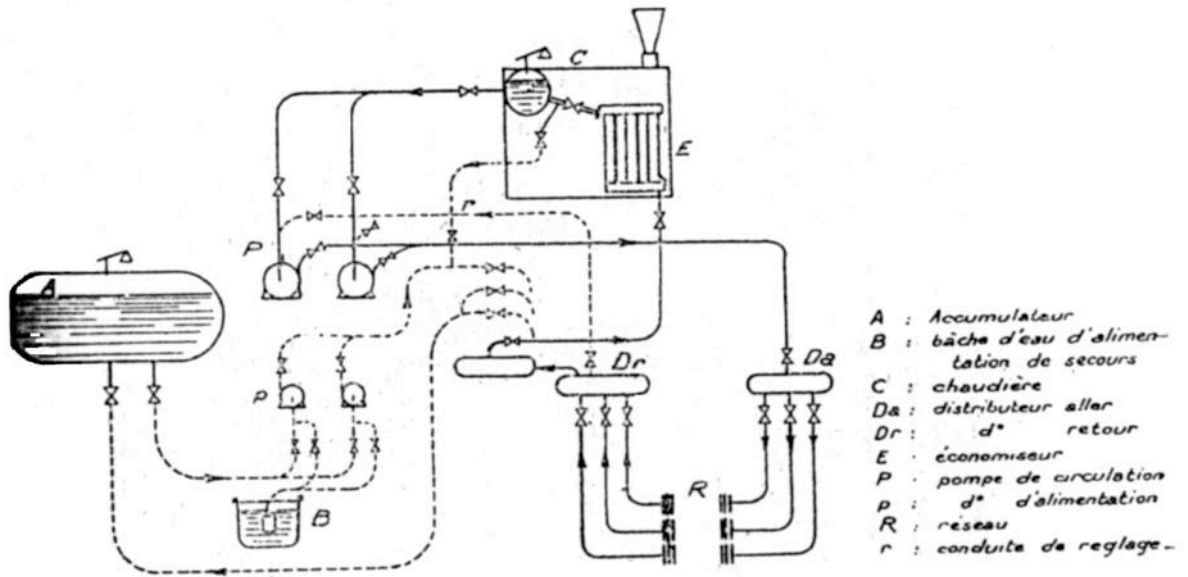
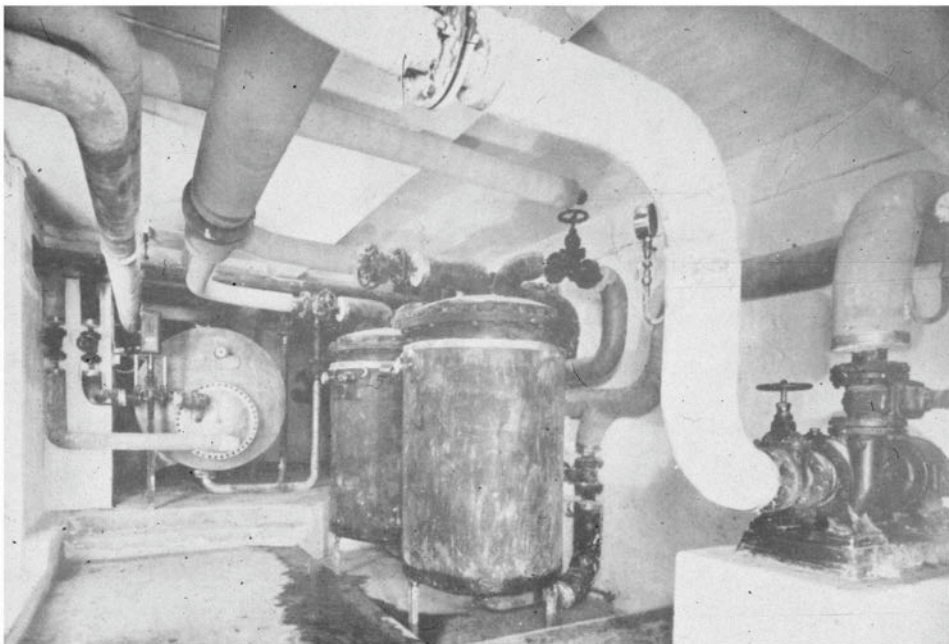
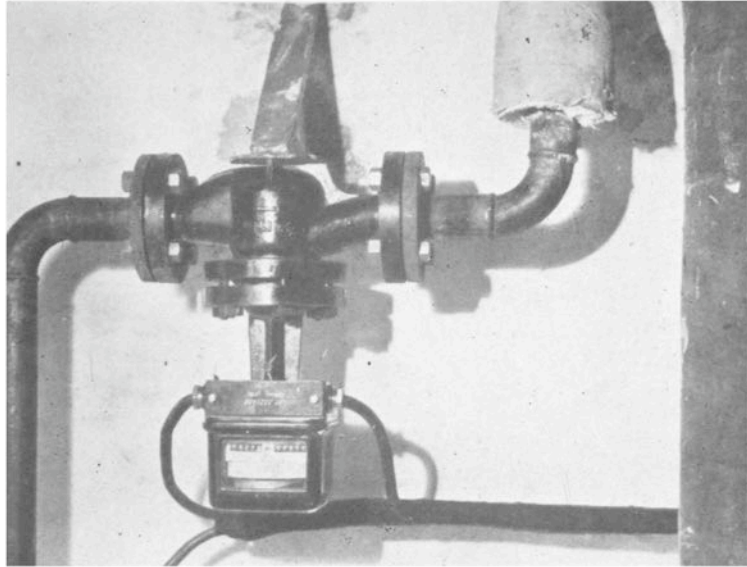


FIG. 1.

Fig. 196



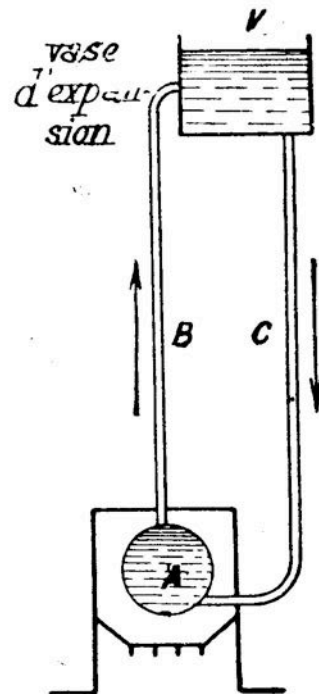


Fig. 70.
Thermosiphon.

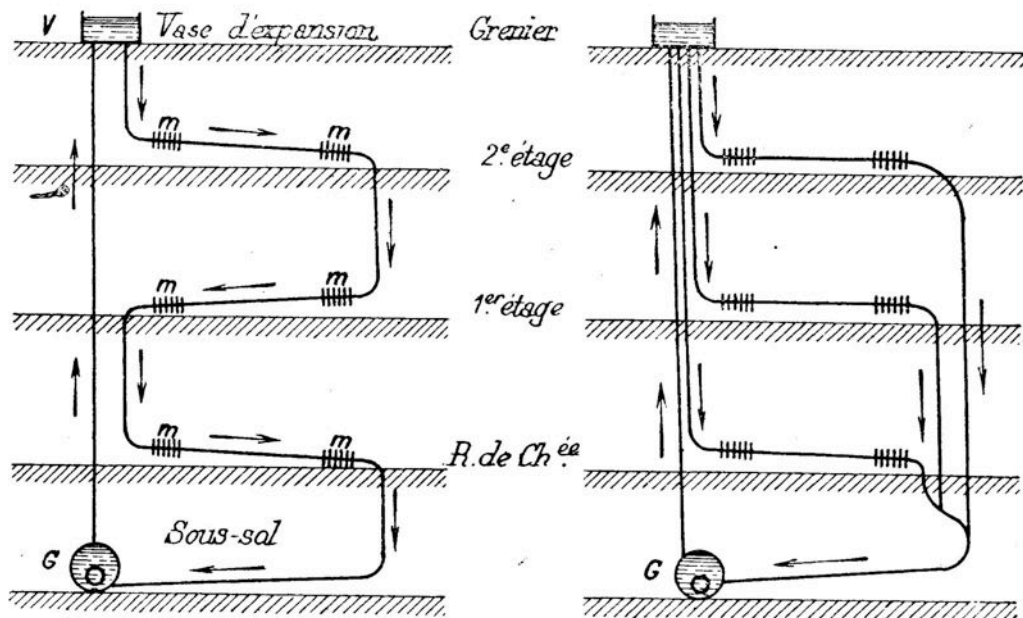


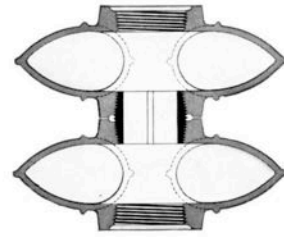
Fig. 72. — Première disposition dépendante.

Fig. 73. — Deuxième disposition indépendante par étage.

RADIATEUR "IDÉAL"
POUR VAPEUR ET POUR EAU CHAUDE



SIMPLE UNI



JOINT A FILETAGE CONIQUE
DES RADIATEURS "IDÉAL"

RADIATEURS CIRCULAIRES
POUR VAPEUR ET POUR EAU CHAUDE



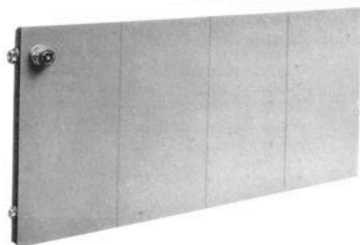
"IDÉAL" DOUBLE ORNÉ

RADIATEURS-PANNEAUX

“ IDÉAL RAYRAD ”

N° 15

POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION



Face extérieure d'un Panneau N° 15 de 0°76 de hauteur, composé de 4 sections.

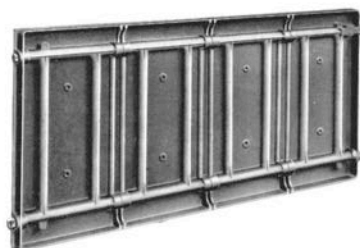
Ce modèle se présente sous la forme d'un plateau en fonte, dont la face extérieure est entièrement lisse et dont la face postérieure porte des conduits venus de fonderie, dans lesquels circule l'eau chaude ou la vapeur. La chaleur est transmise par la face avant, qui chauffe par radiation.

Les panneaux se fixent sur les murs ou plafonds des locaux à chauffer, dans lesquels ils peuvent être encastrés. La face avant qui est unie, se confond avec le plan du mur ou du plafond et l'on peut aisément, par une décoration appropriée, la rendre invisible.

Les Radiateurs-Panneaux “ IDÉAL RAYRAD ” peuvent être réglés au moyen du robinet spécial N° 8, très peu saillant, qui se place dans l'angle d'une section d'extrémité (qui doit être commandée spécialement à cet effet), ou par un robinet à double réglage, du type courant, placé sur la tuyauterie et qui n'exige pas la four-niture d'une section spéciale.



Robinet spécial N° 8.



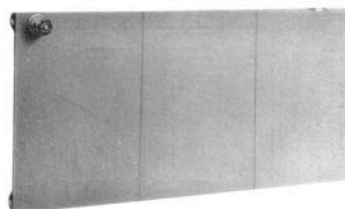
Face postérieure du même panneau.

RADIATEURS-PANNEAUX

“ IDÉAL RAYRAD ”

N° 24

POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION



Face extérieure d'un Panneau N° 24 de 0°61 de hauteur, composé de 3 sections.

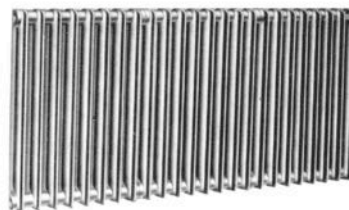
La face avant de ce modèle est unie, comme celle du Radiateur-Panneau N° 15. Sa face arrière porte un grand nombre de conduits verticaux munis de nervures, qui constituent une importante surface de chauffe indirecte.

Tandis que la face extérieure chauffe par radiation, la face postérieure — derrière laquelle doit être aménagé un espace libre pour la circulation de l'air — chauffe par convection.

C'est le seul radiateur indirect dont toutes les parties sont aisément accessibles et dont le nettoyage est très facile.

Le Radiateur-Panneau N° 24 se place habituellement dans les embrasures de fenêtres, ou dans des niches aménagées à cet effet.

Il peut être réglé au moyen du robinet spécial N° 8 (voir page 22), très peu saillant, qui se place dans l'angle d'une section d'extrémité, qui doit être commandée spécialement à cet effet.



Face postérieure du même panneau.

RADIATEURS “ IDÉAL NÉO-CLASSIC ”

N° 6

POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

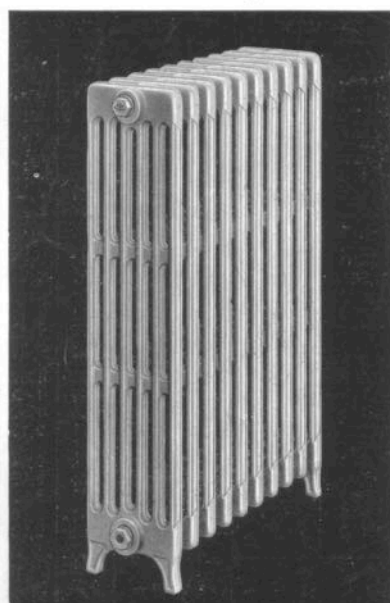
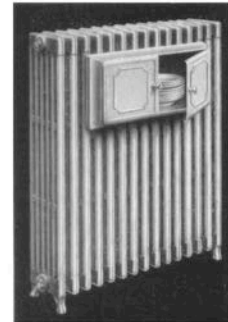


Fig. 200

RADIATEURS "IDÉAL"

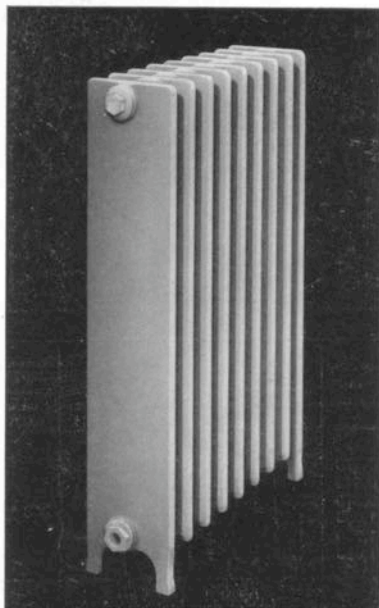
DE
SALLE A MANGER

POUR
VAPEUR
ET POUR
EAU CHAUDE

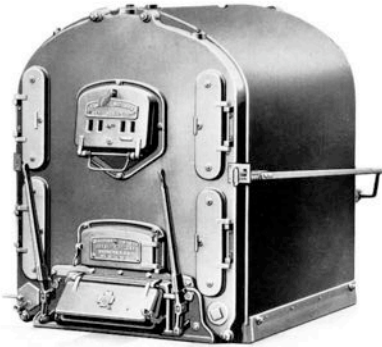


RADIATEURS "IDÉAL HOPITAL"

POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION



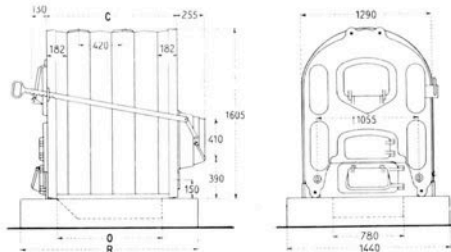
CHAUDIÈRES "IDÉAL"
TYPE "CYCLONE" Breveté S.G.D.G.
SÉRIE III, POUR EAU CHAUDE



N ^o	Nombre de Sections	Contenance d'Eau		Poids approximatif d'expédition	Surface de chauffe	Puissance en Calories	Prix en francs
		Litres	Litres				
* AF-53	5	510	425	2150	13,3	133.000-160.000	1730
* AF-63	6	590	530	2500	15,8	158.000-190.000	2010
AF-73	7	675	635	2850	18,3	183.000-220.000	2290
AF-83	8	755	740	3200	20,8	208.000-250.000	2570
AF-93	9	840	845	3550	23,3	233.000-280.000	2850
AF-103	10	925	950	3900	25,8	258.000-310.000	3130

Les chaudières marquées d'un * correspondent comme puissance aux derniers numéros de la série précédente.
Pour tous renseignements sur les Accessoires, Orifices spéciaux, etc., voir pages 81 à 83.
Pour les prix des Pièces de Rechange, voir pages 160 à 167.

CHAUDIÈRES "IDÉAL"
TYPE "CYCLONE" Breveté S.G.D.G.
SÉRIE III, POUR EAU CHAUDE



Pour augmenter la hauteur du cendrier, nous recommandons, si possible, de creuser une petite fosse, comme l'indique le croquis ci-dessus.

N ^o	Longueur A de la Chaudière en m m	Longueur O de la Fosse en m m	Longueur R de la Fondation en m m	Nombre et Diamètre des Orifices en m m	
				Départs	Retours *
AF-53	1000	770	1210	2 - 102 114	2 - 102 114
AF-63	1210	980	1420	2 - 102 114	2 - 102 114
AF-73	1420	1190	1630	3 - 102 114	2 - 102 114
AF-83	1630	1400	1840	3 - 102 114	2 - 102 114
AF-93	1840	1610	2050	4 - 102 114	2 - 102 114
AF-103	2050	1820	2260	4 - 102 114	2 - 102 114

La distance d'axe en axe entre les orifices de départ doit être de 420 m m (voir croquis ci-dessus), ce qui permet de laisser entre les faces des sections un écartement de 6 m m, c'est-à-dire 2 m m de plus que l'écartement déjà assuré par les cordons venus de fonte.

* ORIFICES DE RETOUR. — Ces orifices sont situés à l'arrière de la chaudière dans le prolongement des bagues de connexion. Deux orifices semblables situés à l'avant peuvent être utilisés aussi, en cas de besoin, comme orifices de retour.
Tous les orifices sont taraudés coniques au pas des tubes en fer.
Toute modification dans les orifices devra être spécifiée bien distinctement lors de la commande.

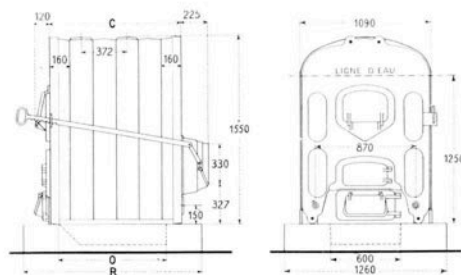
CHAUDIÈRES "IDÉAL"
TYPE "CYCLONE" Breveté S.G.D.G.
SÉRIE II, POUR VAPEUR



N ^o	Nombre de Sections	Contenance d'Eau (1)		Poids approximatif d'expédition	Surface de chauffe	Puissance en Calories	Prix en francs
		Litres	Litres				
* AF-502	5	320	260	1740	9,2	92.000-110.000	1620
* AF-602	6	375	325	1990	10,9	109.000-130.000	1840
AF-702	7	430	395	2240	12,6	126.000-150.000	2020
AF-802	8	480	465	2490	14,3	143.000-170.000	2265
AF-902	9	535	535	2740	16,0	160.000-190.000	2510

Les chaudières marquées d'un * correspondent comme puissance aux derniers numéros de la série précédente.
(1) La contenance indiquée ici s'entend la chaudière remplie d'eau jusqu'à la ligne d'eau.
Pour tous renseignements sur les Accessoires, Orifices spéciaux, etc., voir pages 81 à 83.
Pour les prix des Pièces de Rechange, voir pages 160 à 167.

CHAUDIÈRES "IDÉAL"
TYPE "CYCLONE" Breveté S.G.D.G.
SÉRIE II, POUR VAPEUR



Pour augmenter la hauteur du cendrier, nous recommandons, si possible, de creuser une petite fosse, comme l'indique le croquis ci-dessus.

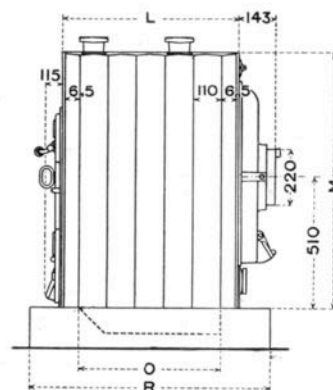
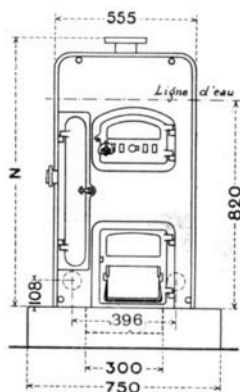
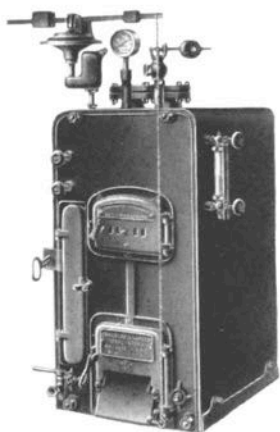
N ^o	Longueur C de la Chaudière en m m	Longueur O de la Fosse en m m	Longueur R de la Fondation en m m	Nombre et Diamètre des Orifices en m m	
				Départs	Retours *
AF-502	885	685	1120	2 - 102 114	2 - 102 114
AF-602	1070	870	1310	2 - 102 114	2 - 102 114
AF-702	1255	1055	1500	3 - 102 114	2 - 102 114
AF-802	1440	1240	1680	3 - 102 114	2 - 102 114
AF-902	1630	1430	1870	4 - 102 114	2 - 102 114

La distance d'axe en axe entre les orifices de départ doit être de 372 m m (voir croquis ci-dessus), ce qui permet de laisser entre les faces des sections un écartement de 6 m m, c'est-à-dire 2 m m de plus que l'écartement déjà assuré par les cordons venus de fonte.

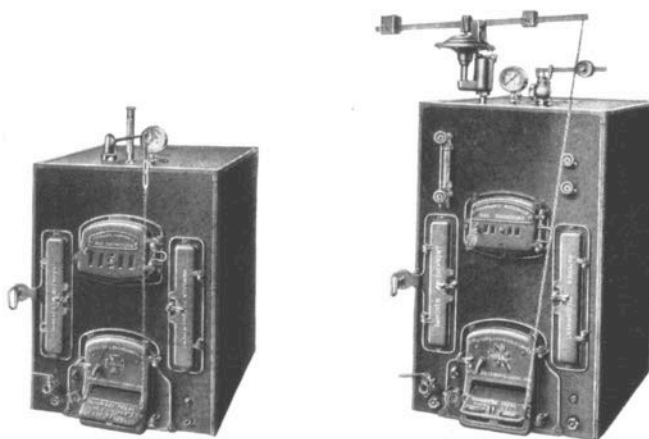
* ORIFICES DE RETOUR. — Ces orifices sont situés à l'arrière de la chaudière dans le prolongement des bagues de connexion. Deux orifices semblables situés à l'avant peuvent être utilisés aussi, en cas de besoin, comme orifices de retour.
Tous les orifices sont taraudés coniques au pas des tubes en fer.
Toute modification dans les orifices devra être spécifiée bien distinctement lors de la commande.

CHAUDIÈRES "IDÉAL ASTRA I"
POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

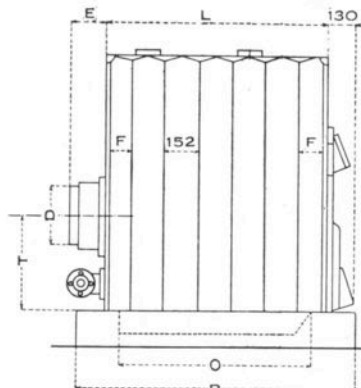
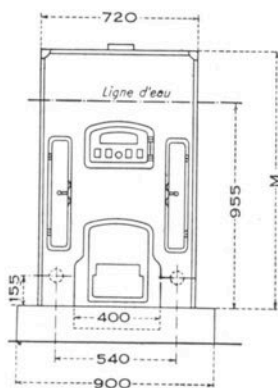
CHAUDIÈRES "IDÉAL ASTRA I"
POUR VAPEUR A BASSE PRESSION



CHAUDIÈRES "IDÉAL HF-1"
POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

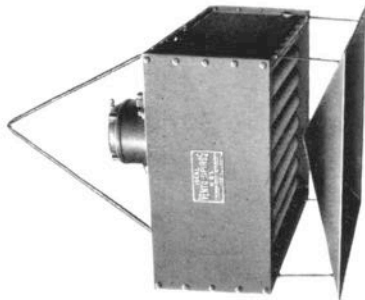


CHAUDIÈRES "IDÉAL HF-1"
POUR EAU CHAUDE ET POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

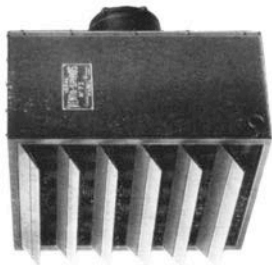


GROUPES "IDÉAL VENTO-SPIROS"

N^{os} 53-63-73-83



N^o 83. — Type suspendu pour vapeur.



N^o 73. — Type mural pour vapeur et pour eau chaude.

Les Groupes "IDÉAL VENTO-SPIROS" se composent :

- d'une batterie de Tuyaux à Ailettes "Idéal Spiros" d'un type spécial, enfermée dans une enveloppe en tôle ;
- d'un ventilateur spécialement étudié pour cet usage ;
- d'un moteur protégé et ventilé, à l'abri des poussières et de l'humidité ;
- d'un déflecteur destiné à répartir convenablement l'air chaud dans le bâtiment chauffé.

Le tout forme un ensemble compact, de volume réduit et d'une grande robustesse. Les tubes constituant le faisceau chauffant sont soudés à chacune de leurs extrémités sur des collecteurs en tubes d'acier assurant l'alimentation régulière de la batterie en vapeur ou en eau chaude.

Le faisceau de tubes forme ainsi un ensemble monobloc rigoureusement indéformable, qui est éprouvé à l'Usine à une pression de 12 kgs.

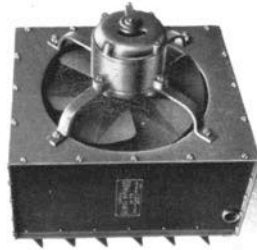
Ces Groupes se font en quatre modèles N^{os} 53, 63, 73 et 83 et chacun d'eux se fait en deux types :

- le **type suspendu**, destiné à être placé au centre des bâtiments et qui est livré avec son étrier de suspension ;
- le **type mural**, destiné à être placé le long des parois des bâtiments — auxquelles il est fixé par des consoles — et qui est livré avec ces consoles établies soit avec pattes pour scellement, soit avec plaque, contre-plaque et boulons.

N. B. — Pour l'évacuation de l'eau de condensation, nous recommandons l'emploi de notre Purgeur d'eau "Idéal" (voir page 94).

GROUPES "IDÉAL VENTO-SPIROS"

N^{os} 53-63-73-83



N^o 73. — Vue arrière.

Les appareils du type mural peuvent être montés sur une gaine-support, prenant l'air au niveau du sol. Cette disposition abaisse la zone de chaleur diffusée dans le local et augmente ainsi l'efficacité du chauffage. (1)

Pour renouveler l'air des locaux, les groupes du type mural peuvent être équipés avec prise d'air extérieur, à ouverture réglable, munie ou non d'une buse de reprise d'air.

Les Groupes "IDÉAL VENTO-SPIROS" peuvent être équipés avec des moteurs à 1.400 tours, à 900 tours, ou à deux vitesses 700-1.400 tours.

Les Groupes à vitesse réduite de 900 tours, plus silencieux que ceux à 1.400 tours, sont recommandés pour le chauffage d'ateliers ne possédant pas de machines bruyantes.

Les Groupes à deux vitesses conviennent pour les installations où une mise en régime rapide doit être suivie d'un fonctionnement particulièrement silencieux.

Les Groupes "IDÉAL VENTO-SPIROS" peuvent être utilisés avec la vapeur, jusqu'à 8 kilos, ainsi qu'avec l'eau chaude.

Les appareils pour vapeur à basse et à haute pression sont rigoureusement semblables. Ils peuvent donc être employés dans l'un ou l'autre cas, sans qu'il soit nécessaire de le préciser à la commande.

Les groupes à eau chaude sont toujours du type mural et doivent être alimentés en circulation accélérée par pompe.

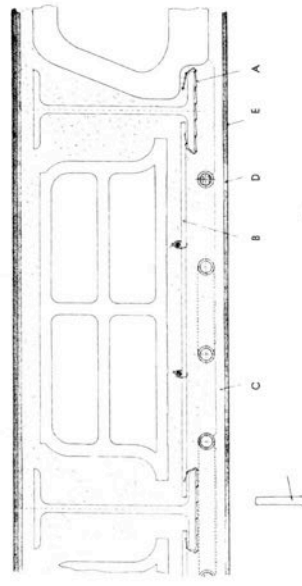
Les Groupes devant fonctionner à l'eau chaude doivent être commandés spécialement.

N^o 63. — Avec gaine de prise d'air au sol.

(1) Nous pouvons exécuter, sur demande, des gaines de prise d'air au sol de modèles différents.

Fig. 203

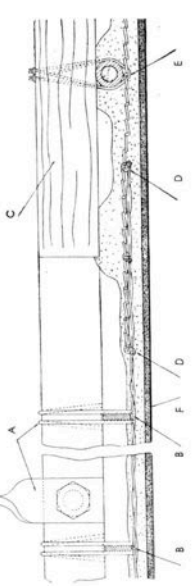
PLAFOND CHAUFFANT SOUS UN PANCHER PERFORÉ EN CREUX ET EN CIMENT.



- A. Poutrelles, revêtues de métal
- B. Ferraille d'armement
- C. 1^{re} couche d'enduit
- D. 2^e couche (scrim)
- E. 3^e couche (scrim)

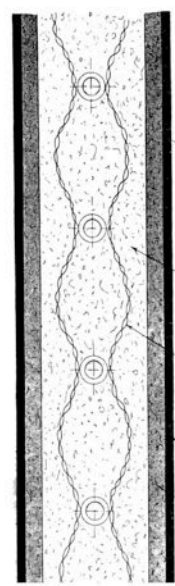
PLAFOND CHAUFFANT SUSPENDU

- A. Serronnet déployé
- B. Fer d'armement
- C. Isolation en liège
- D. Accrochage en métal déployé
- E. Accrochage des serpentins
- F. Enduit spécial



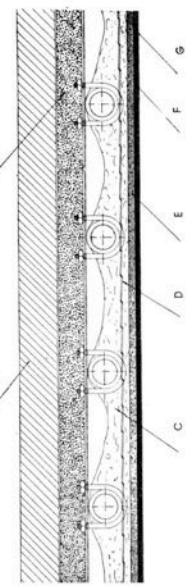
CLOISON CHAUFFANTE (sur les deux faces)

- A. Métal déployé
- B. Béton
- C. Enduit
- D. 1^{re} couche (scrim)
- E. 2^e couche (scrim)



MUR CHAUFFANT (sur une face)

- A. Métal déployé
- B. Béton
- C. Enduit d'enrobement
- D. Métal déployé
- E. 1^{re} couche (scrim)
- F. 2^e couche (scrim)
- G. 3^e couche (scrim)



SOL CHAUFFANT

- A. Dalle
- B. Vide d'air
- C. Scrim spécial
- D. Béton enrobant les serpentins

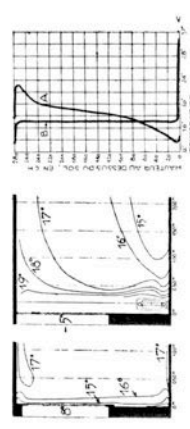
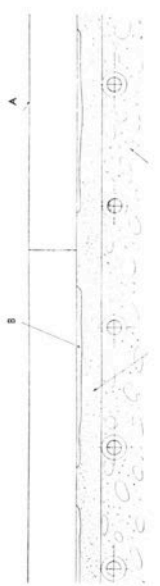


FIG. 3

Fig. 3. Répartition de la température de l'air au voisinage d'une fenêtre chauffée par le sol.
 Fig. 4. Répartition de la température chauffée par radiateur.
 Fig. 5. Expériences sur la répartition de la température moyenne en fonction de la hauteur.

FIG. 4

FIG. 5

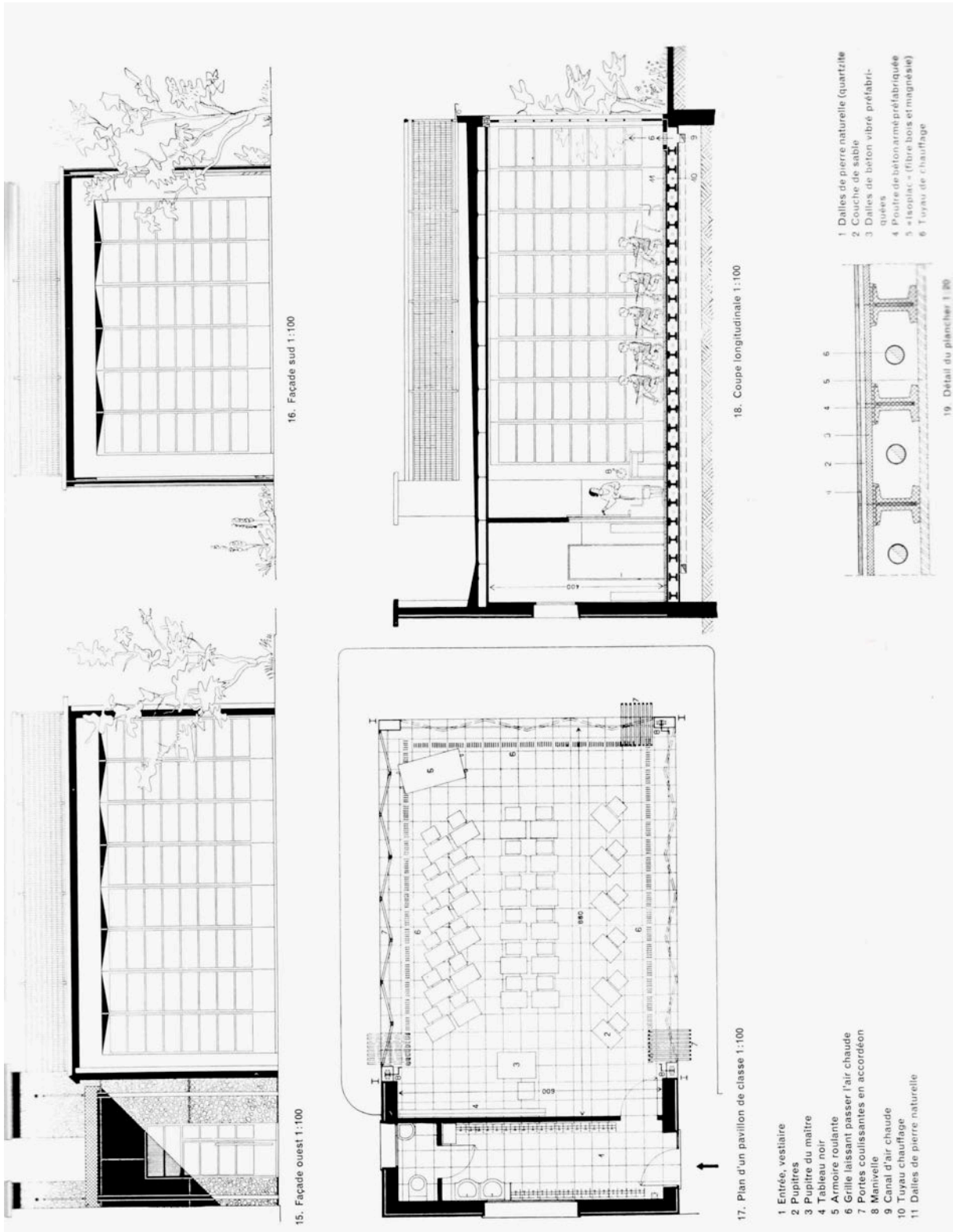
FIG. 2. COUPE TRANSVERSALE SUR UN PANCHER CHAUFFANT.
 1. Niveau de la dalle.
 2. Béton.
 3. Recouvrement du carrelage.
 4. Cales.
 5. Dalle.
 6. Lit de mortier.
 7. Recouvrement du carrelage.
 8. Cales.
 9. Lit de mortier.
 10 et 11. Joints de dilatation.
 12. Couvre-joint en fer.

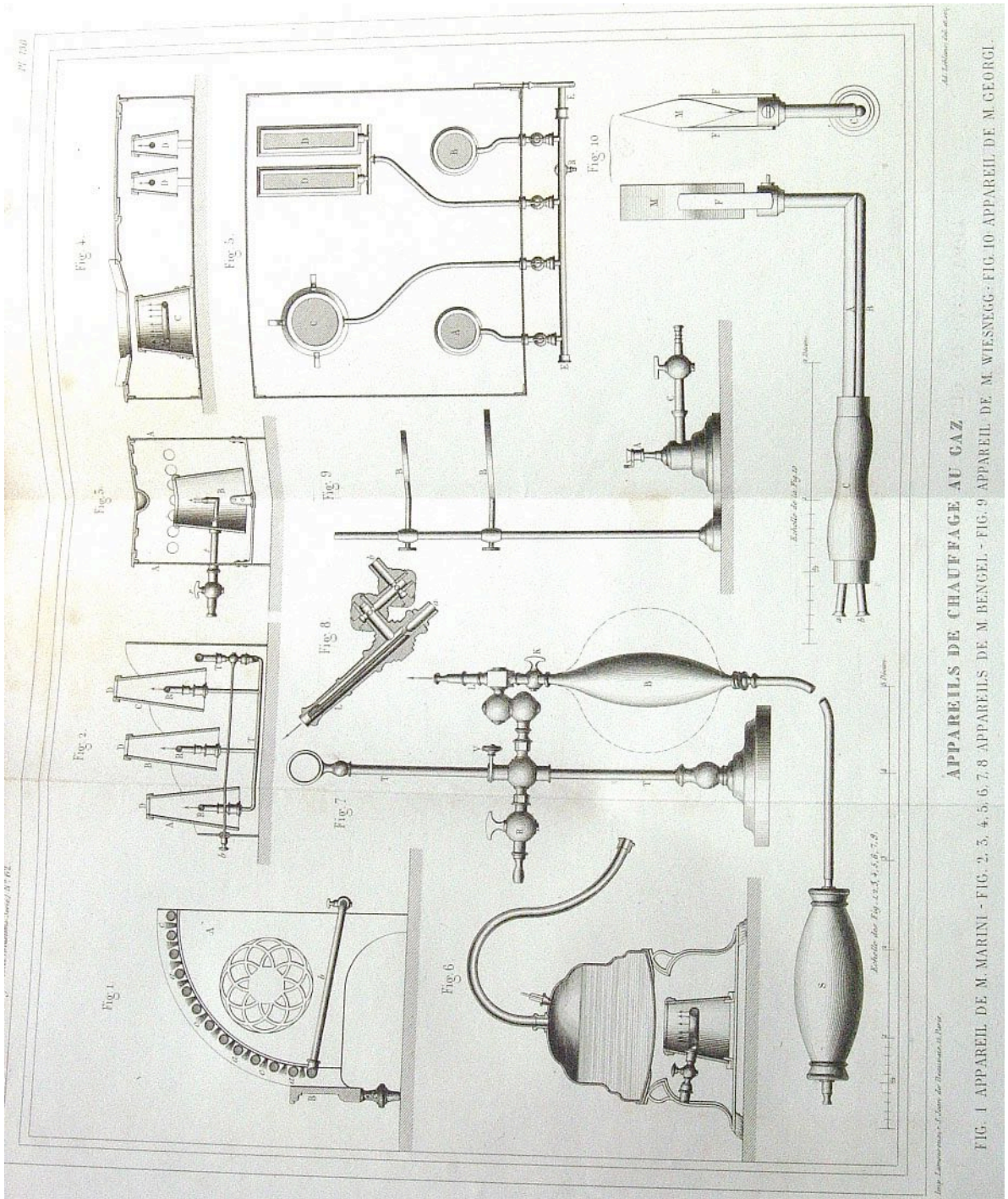


FIG. 1. — PANNeaux (SERPENTINS) POSÉS SUR LE COFFRAGE DU CIMENTER AVANT LA COULÉE DU BÉTON.



FIG. 2. — SERPENTINS A FLEUR DU PLAFOND APRÈS LE DECOFFRAGE.

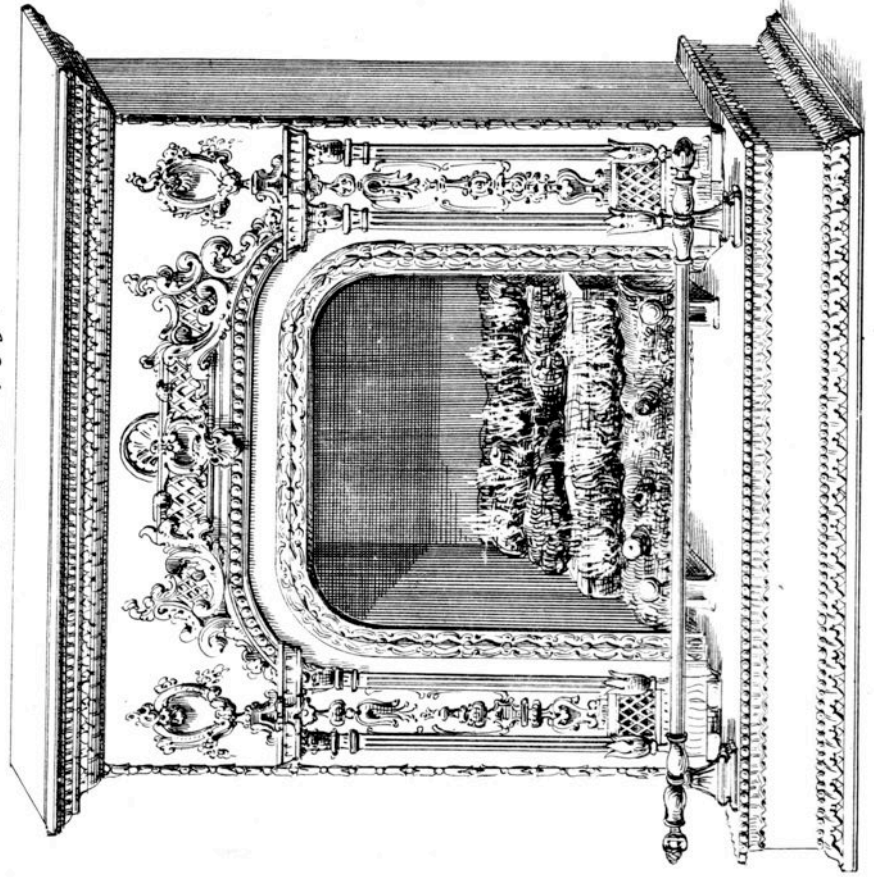




APPAREILS DE CHAUFFAGE AU GAZ
 FIG. 1 APPAREIL DE M. MARINI - FIG. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 APPAREILS DE M. WIESNEGG - FIG. 9 APPAREIL DE M. WIESNEGG - FIG. 10 APPAREIL DE M. GEORGL.

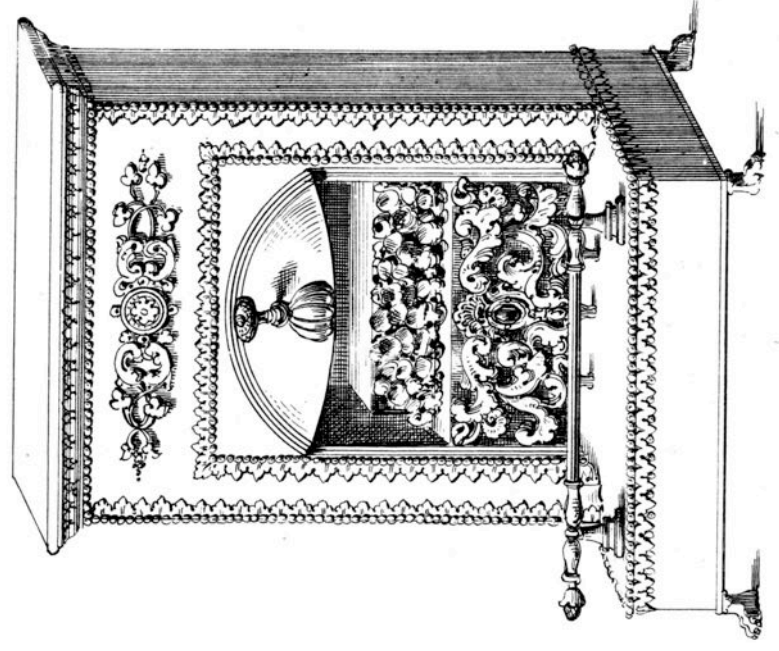
CHAUFFAGE PAR LE GAZ
H. MARINI, ING.
36, BASSE DU REMPART 36
PARIS

de 180 à 250
PL. I.
APPAREILS DE CHAUFFAGE DES APPARTEMENTS. BREVETÉS, S. G. D. G



CHEMINÉE A IMITATION DE BOIS. (RICHES & SIMPLES.)

1507



CHEMINÉE A IMITATION DE COKE.

Fig. 208

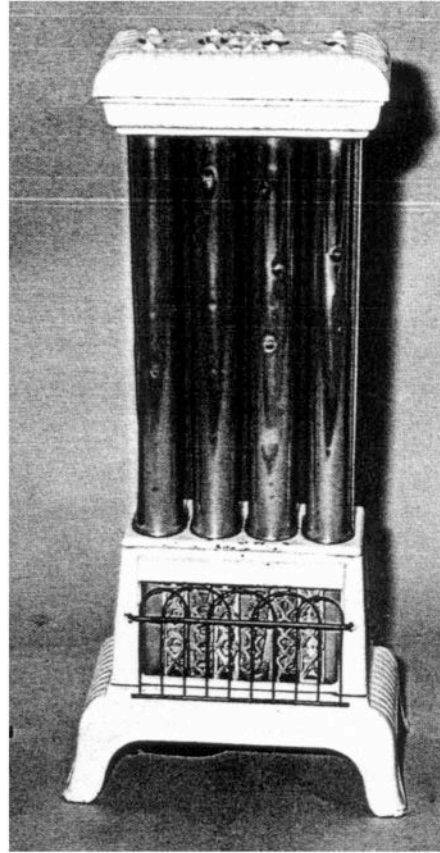
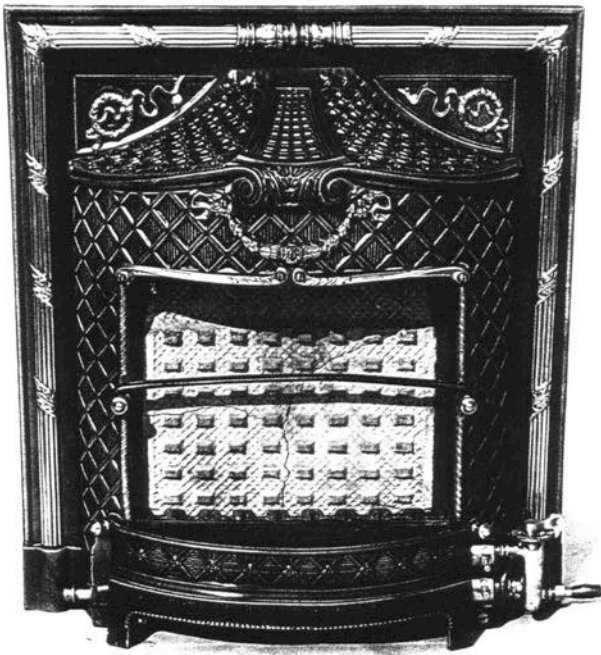
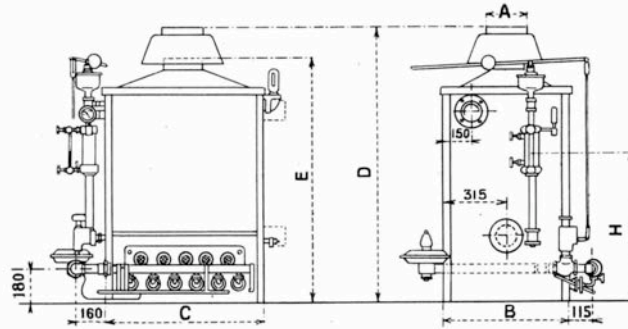


Fig. 932

CHAUDIÈRES A GAZ "IDÉAL GAZINA" TYPES "GW" ET "GS"



Numéros	Diamètre Raccord Régulateur de pression du gaz	Diamètre Raccord Vanne de réglage	A	B	C	D	E	H	H
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm

CHAUDIÈRES POUR EAU CHAUDE

1-GW- 8	40	49	40	49	203	630	875	1405	1210	950	330	—
1-GW- 9	50	60	40	49	228	630	975	1480	1210	950	330	—
1-GW- 10	50	60	40	49	228	630	1075	1500	1210	950	330	—
1-GW- 11	50	60	40	49	254	630	1175	1500	1210	950	330	—

CHAUDIÈRES POUR VAPEUR A BASSE PRESSION

0-GS- 40	20	27	26	34	102	470	350	1310	1220	1040	485	810
0-GS- 50	20	27	26	34	127	470	425	1310	1220	1040	485	810
0-GS- 60	26	34	26	34	152	470	500	1340	1220	1040	485	810
0-GS- 70	33	42	26	34	152	470	575	1340	1220	1040	485	810
1-GS- 40	33	42	26	34	152	630	475	1355	1210	950	330	760
1-GS- 50	33	42	33	42	173	630	575	1355	1210	950	330	760
1-GS- 60	33	42	33	42	203	630	675	1365	1210	950	330	760
1-GS- 70	40	49	33	42	203	630	775	1385	1210	950	330	760
1-GS- 80	40	49	40	49	203	630	875	1405	1210	950	330	760
1-GS- 90	50	60	40	49	228	630	975	1480	1210	950	330	760
1-GS- 100	50	60	40	49	228	630	1075	1500	1210	950	330	760
1-GS- 110	50	60	40	49	254	630	1175	1500	1210	950	330	760

Accessoires pour les Chaudières à vapeur : Régulateur de pression du gaz, Rampe à gaz complète avec robinets, Vanne de réglage progressif du gaz, Régulateur de pression de la vapeur, Veilleuse thermostatique avec robinet, Antirefouleur, Jaquette isolante en tôle noire (émaillée blanc sur demande seulement), Robinet de vidange, Garniture de niveau d'eau, Soupape de sûreté, Manomètre.

Sur demande et moyennant un supplément de prix, l'Antirefouleur peut être remplacé par un Régulateur automatique de tirage.

Fig. 210

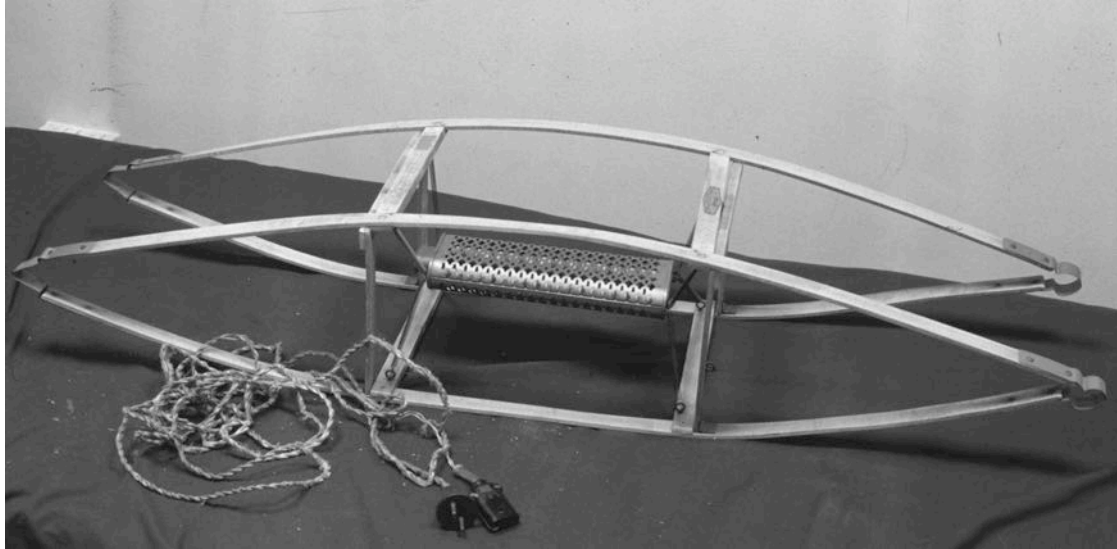
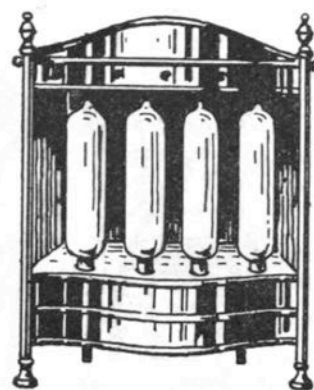
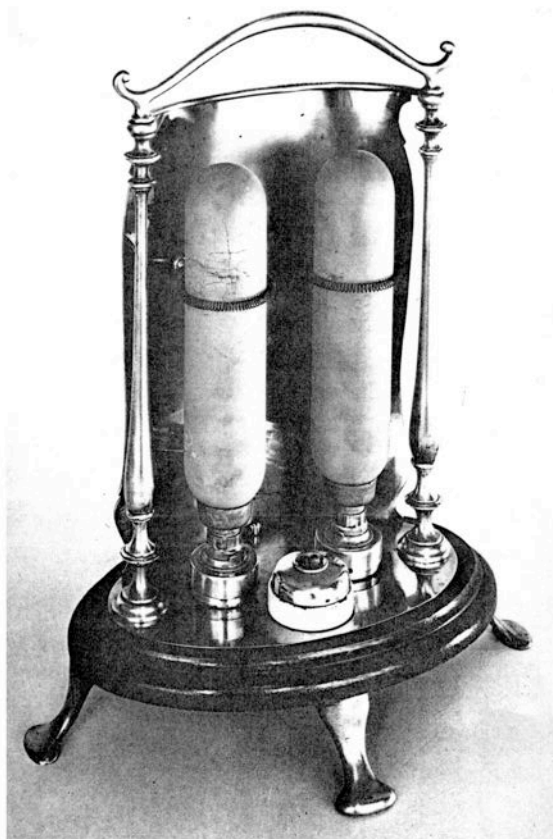
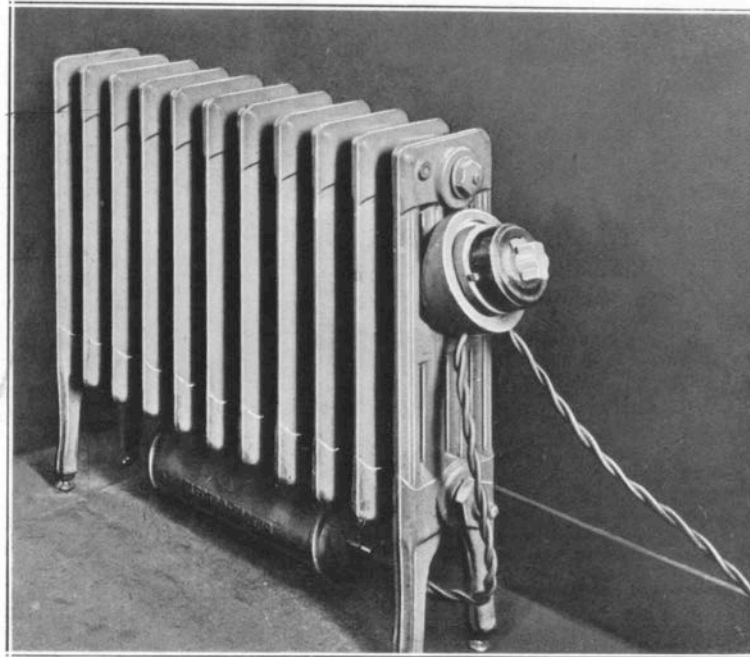


Fig. 211





Radiateur obscur à eau chaude

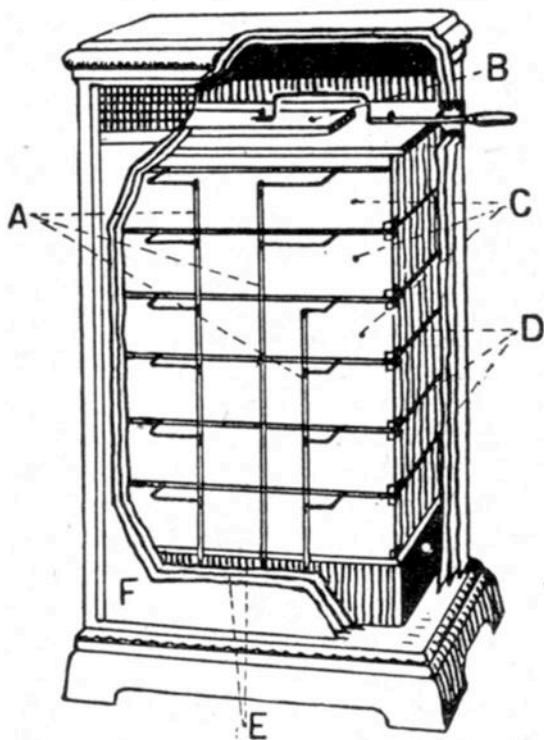


FIG. 961. — Poêle à accumulation.
 A. Barres conductrices du courant ; B. Trappe ; C. Blocs en silicate de magnésie ;
 D. Plaques chauffantes ; E. Double paroi en fibrociment ; F. Enveloppe extérieure
 (Document Sauter).



Radiateur direct obscur

Fig. 213

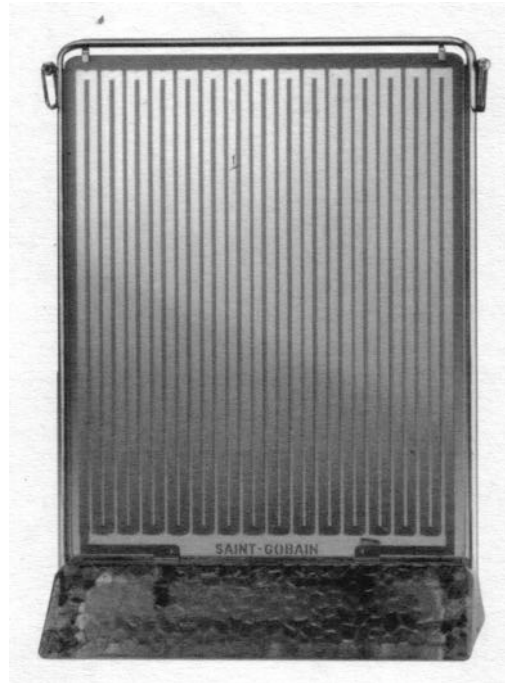


Fig. 214



Fig. 215

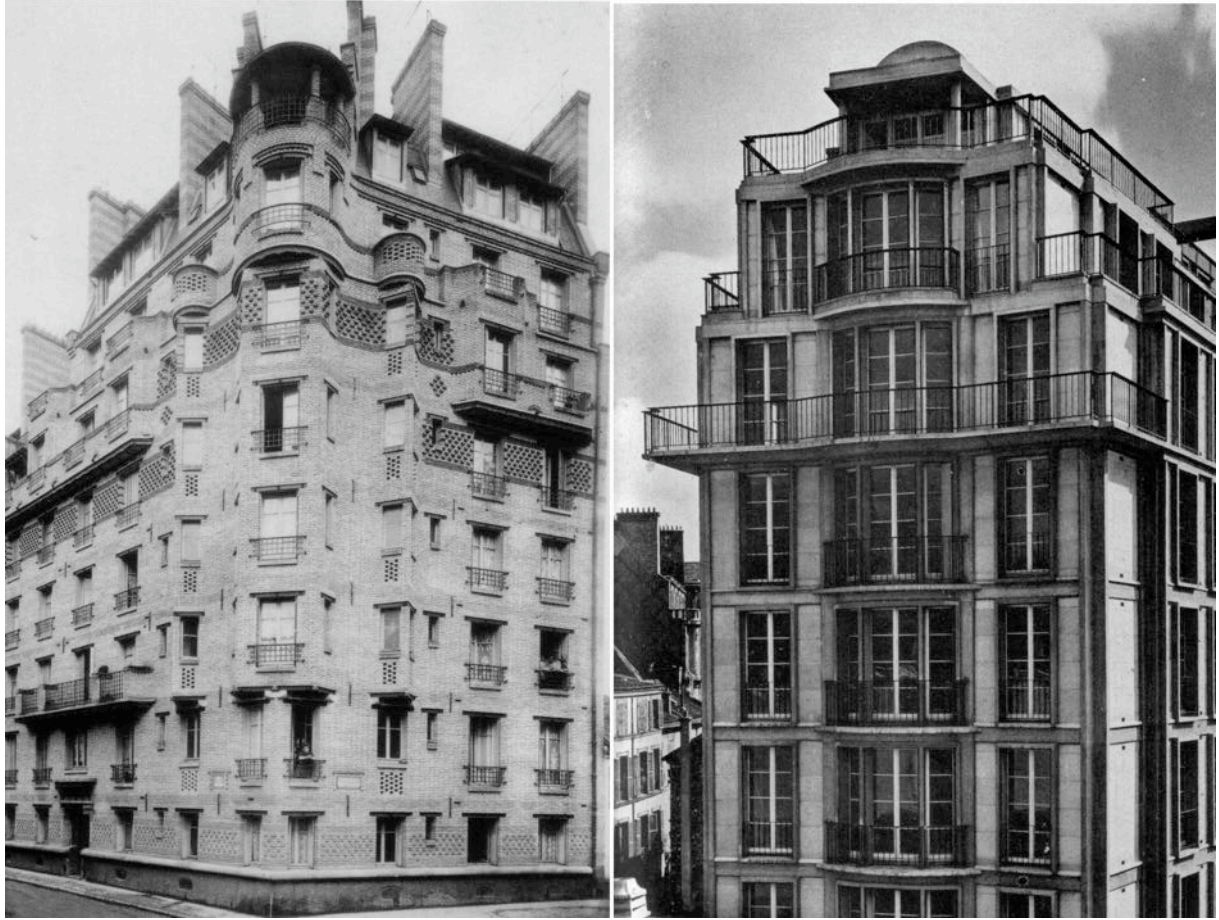
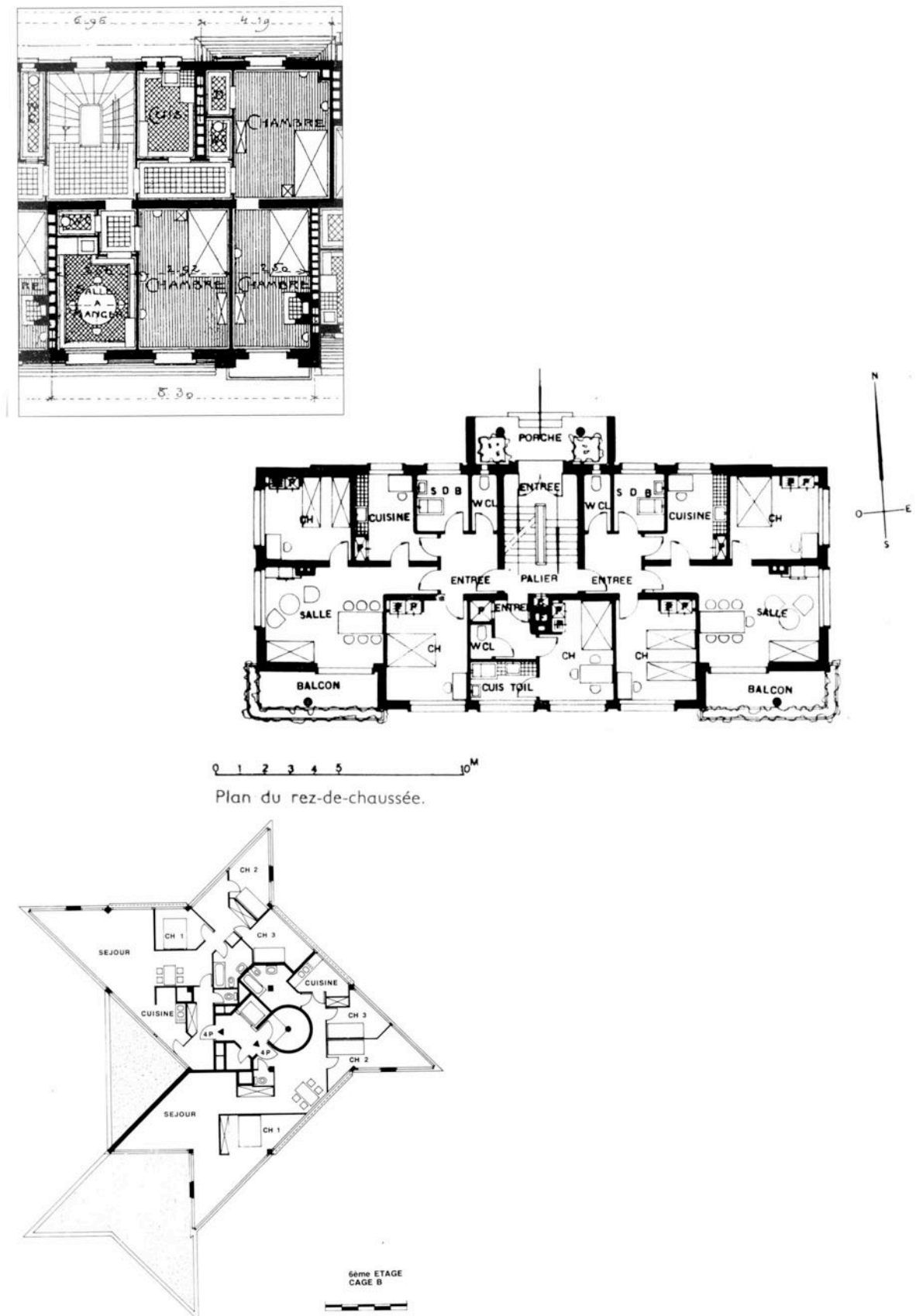


Fig. 216



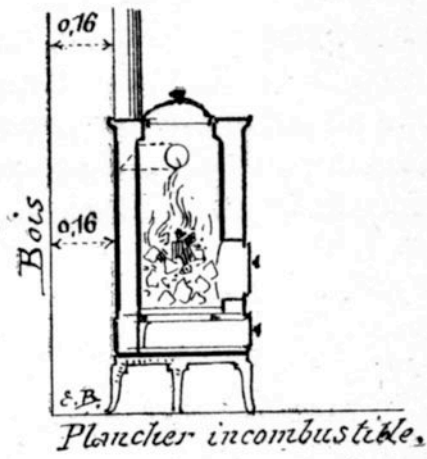


Fig. 1450.

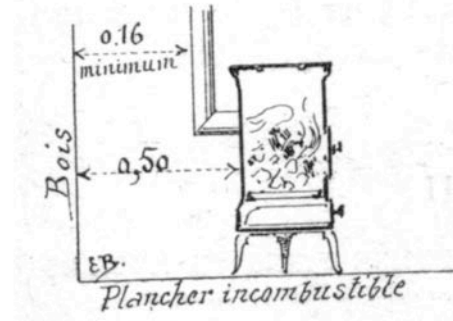


Fig. 1449.

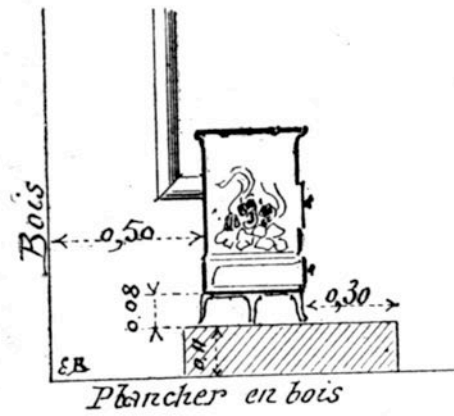


Fig. 1451.

SERVICE DES MACHINES A VAPEUR.

(A) DÉPARTEMENT

mois d

ÉTAT des épreuves de chaudières à vapeur, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes de cylindres, qui ont été faites à l'aide de la pompe de pression, dans le département.

NUMERO de l'épreuve.	DATE de l'épreuve.	INDICATION du lieu ou l'épreuve a été faite.	NOM et RESIDENCE du fabricant des chaudières et des autres pièces éprouvées.	DESIGNATION des chaudières et des autres pièces éprouvées.	DIMENSIONS des CHAUDIERES ET DES AUTRES PIÉCES éprouvées.		SOUFAPES D'ÉPREUVE.			CHARGE pour l'épreuve (5).	USAGE de L'APPAREIL.	NOM et DOMICILE de celui qui a commandé la chaudière et les autres pièces éprouvées.	DESIGNATION DU PROPRIÉTAIRE et de LA SITUATION DE L'ÉTABLISSEMENT où seront placées les chaudières et les autres pièces éprouvées.	Observations (4).
					Longueur.	Diamètre.	Epaisseur.	Capacité totale des chaudières.	Pompe d'épreuve P.					

(1) On décrit dans cette colonne la lettre P pour indiquer que la soupape d'épreuve était adaptée à la pompe de pression, et les lettres Ch pour indiquer que la soupape d'épreuve était adaptée à la chaudière éprouvée.
 (2) On inscrit dans cette colonne la lettre C pour indiquer que la zone de contact de la soupape s'applique sur le collet de la tubulure. Cette largeur ne doit, dans aucun cas, excéder 1/30^e du diamètre de l'orifice, et, pour les soupapes les plus grandes, elle ne doit pas excéder 2 millimètres.
 (3) On inscrit dans cette colonne la moitié du poids qui a été suspendu au levier de la soupape lors de l'épreuve.
 (4) On consigne dans cette colonne, s'il y a lieu, les observations relatives aux vices de forme ou de construction des chaudières que l'on aurait remarqués. Lorsque la chaudière aura été éprouvée avec ses bouilleurs, on dira si elle doit être de nouveau démontée pour le transport à destination; on fera connaître si l'épreuve portée sur une pièce neuve ou sur une pièce ancienne qui aurait été réparée, etc.

Fig. 218

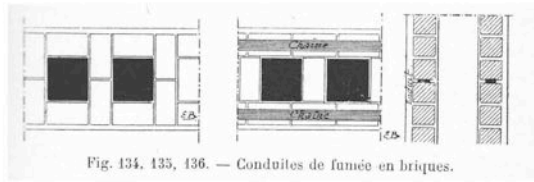


Fig. 134, 135, 136. — Conduites de fumée en briques.

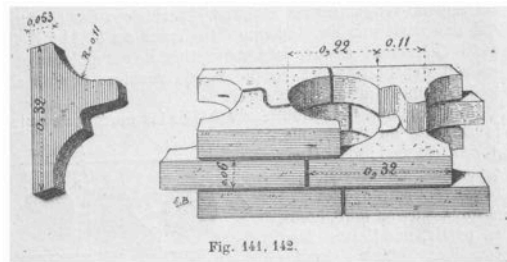


Fig. 141, 142.

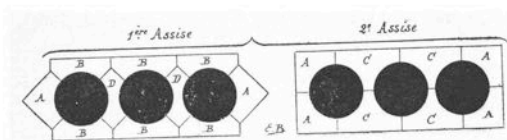


Fig. 139, 140. — Briques spéciales pour conduites de fumée dans les murs.

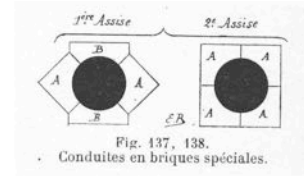


Fig. 137, 138. — Conduites en briques spéciales.

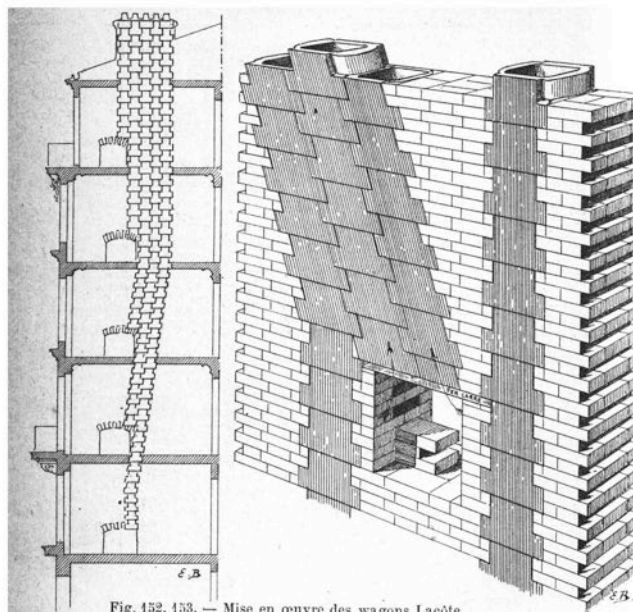


Fig. 152, 153. — Mise en œuvre des wagons Lacôte.

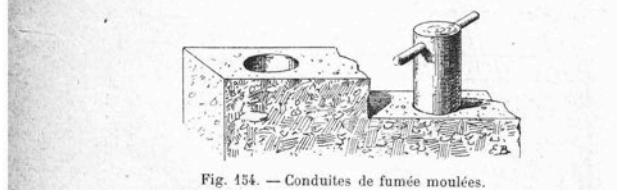


Fig. 154. — Conduites de fumée moulées.

Technical Modernity and Use Value: the Heating of Dwellings Buildings in France

L'histoire du chauffage des bâtiments d'habitation est ici étudiée dès les foyers des origines, comme les inventions Romaines ainsi que les dispositifs de l'Europe archaïque. La cheminée centrale, puis adossée, leurs évolutions formelles sont présentées, comme l'émergence des poêles alémaniques et leurs transformations. On s'est attaché à étudier comment les traités d'architecture abordent les problèmes de chauffage (XVI^e-XVIII^e siècles), puis les premiers traités de chauffage (XVII^e-XVIII^e siècles). On a détaillé les premières expériences de chauffage centralisé qui apparaissent au XVIII^e siècle et se développent au XIX^e siècle tant sur les plans pratiques que théoriques.

L'histoire de l'apparition du chauffage urbain, aux USA, en Europe et en France fait l'objet d'un traitement privilégié avec un développement du cas du réseau de Villeurbanne (l'un des deux premiers avec Paris). L'histoire du chauffage durant le XX^e siècle, moins radicalement novatrice, est présentée plus sommairement, mais articulée avec la création architecturale de l'époque.

The history of heating of dwellings is here studied from the origins hearthes, to the Roman's innovations and the technical devices in archaic Europe. From centred fire places, to mantelpiece leaned against the walls, the different shape evolutions of chimneys are presented as the emergence of Alemanic stoves and their transformations. We show how the architectural treatises approach the heating issues (16th to 18th centuries) and the first heating treatises (17th to 18th centuries). The early experiments on centralized heating, which appeared during the 18th century and developed during the following century, on a theoretical point of view as well as a practical one, were precisely detailed. The history of the invention of district heating, in the USA, in Europe, and in France are also studied a precise way, with a larger development on Villeurbanne's network ; one of the two first with Paris. The history of heating during the twentieth century, less radically innovative, is presented more briefly, but with close connections with the architectural production of the time.

Mots clefs :

Histoire du chauffage de domestique, histoire du chauffage urbain, histoire des cheminées, histoire des poêles, histoire du chauffage central

Discipline : Histoire de l'architecture

**Laboratoire : Histoire culturelle et sociale de l'art, EA4100
Université de Paris I**