

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 rapports 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, 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,

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 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

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)

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 1835⁴⁵⁰. Tous ces obstacles ne semblaient pourtant pas atteindre la nature sociable de l'inventeur, comme le prouvent les propos du chimiste

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.

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

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 ministre François de Neufchâteau (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

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

1797-8, *Annuaire du Lycée des Arts pour l'an 6*, Gosset, p. 165

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 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

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)

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)

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 paroît mériter les éloges et l'approbation de l'Académie. M. Bonnemain ne peut être trop encouragé à suivre les applications qu'il se propose d'en faire et qui ne peuvent manquer d'être utiles au public*⁴⁶³. Suite au dépôt de ce pli, Jean Simon Bonnemain demande et obtient un privilège royal exclusif de quinze

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.*

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.

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 *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.

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 fui, 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.

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.

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 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

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.

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 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'Egypte 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

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 débloqué pour cette expérience, dont une rémunération de 900 francs pour Bonnemain sans compter le paiement des fournitures

⁴⁷⁸ CNAM A349

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 Mammals 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 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

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.

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 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

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.

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 (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

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.

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.

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.

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

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.

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.

(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. 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.

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 transferer 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).

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 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

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.

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.

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.

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. 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

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^{re} édition), 1891 (7^{me} édition).

⁵⁰⁷ Lettre de Lefèbre 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.

⁵⁰⁹ BONNEMAIN, Op. Cit, 1816, p. 32.

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 appartement 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 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.

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.

⁵¹³ BERNAN, Op. Cit, tome 2, p. 244.

⁵¹⁴ TREDGOLD Thomas, Op. Cit, p. 13.