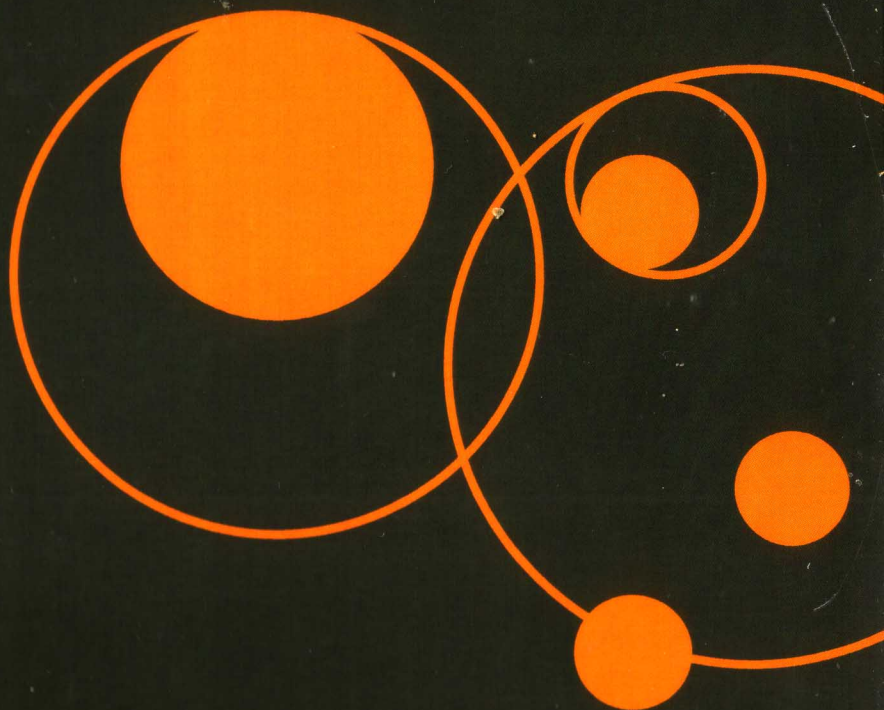


DANS LE CHAMP SOLAIRE

Cartographie d'un objet scientifique

Sous la direction de
STÉPHANE LE GARS et GUY BOISTEL



L'émergence du « solaire » avant 1973, chez les inventeurs et les thermiciens

EMMANUELLE GALLO

INTRODUCTION

Je me souviens de la crise de 1973, un choc dans le petit monde des lycéens « baba cool ». Je me souviens aussi de la « librairie parallèles » aux Halles¹, où nous furetions adolescents dans le monde alternatif à la recherche d'ouvrages écologiques américains avec des dessins aux traits de maisons « différentes » édifiées dans le désert et leurs schémas techniques de dispositifs solaires, limite ésotériques. Les études d'architecture ont muté l'écologie en chasse aux économies d'énergies et en thermique appliquée aux bâtiments²: plus opérationnelle, moins poétique. Les utopies du désert du Nevada avaient cédé la place aux HLM innovants de la banlieue parisienne. Formée au logement social « de qualité » et bien calorifugé, j'atterris sur un marché professionnel où la commande de logements s'évapore et où la contre-crise énergétique permet à nouveau à chacun de faire une impasse relative sur la performance thermique. C'est ainsi que j'ai commencé un doctorat sur l'histoire du chauffage des bâtiments d'habitation et sur la longue durée. Longue durée pour la périodisation, mais aussi longue durée pour la thèse... Pendant ces années, j'ai travaillé sur les appareils de chauffage central et individuel, le chauffage urbain et plus récemment sur les archives techniques de quelques bâtiments publics équipés de dispositifs thermiques remarquables. J'ai croisé toute sorte d'inventeurs, d'inventions, de documentation, dont une partie faible, mais existante, concerne le solaire et d'autres

1. Les Halles, du « trou » des Halles et pas le quartier actuel.

systems durables. Je vais présenter à nos collègues, ainsi que les biaux par lesquels j'y suis parvenu.

I. D'ANDRÉ MISSENARD À AUGUSTIN MOUCHOT

Lors de mes investigations, je n'ai pu manquer la personnalité marquante d'André Missenard (1901-1989). Ce brillant polytechnicien, quelque peu élitiste, s'intègre dans le monde industriel de la fonte et du chauffage de ma belle-famille (Ets. Quint) en apportant une touche scientifique et personnelle à la thermique, dès les années trente. Chercheur et enseignant, il fonde un bureau d'étude en génie climatique de premier plan. Dès 1947, il cherche à promouvoir le solaire et le chauffage thermodynamique, c'est-à-dire les pompes à chaleur². Il construira d'ailleurs trois maisons à Saint-Quentin, à la fin des années 1970, afin de tester le solaire à sa manière³. Dans son autobiographie non publiée, j'ai noté une mention où il évoque le physicien et inventeur Augustin Mouchot (1825-1912). Ce professeur au lycée de Tours commence à s'intéresser à l'énergie solaire en 1860. En 1873, une subvention du Conseil général de Tours lui permet de construire un four solaire d'une surface de 4 m² qu'il présente à l'Académie des sciences en octobre 1875. En 1877, une subvention du Conseil général d'Alger lui permet de construire sur le même principe un « grand appareil de 20 m² » qui reçoit une médaille d'or à l'Exposition universelle de 1878 (figure 1). En août 1882, lors de la fête de l'Union française de la jeunesse, Abel Pifre utilise un récepteur solaire d'Augustin Mouchot pour actionner une machine à vapeur lui permettant de tirer un journal. M. Damas présente ainsi l'invention de Mouchot à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale :

2. André Missenard (dir.), « Chauffage-ventilation-conditionnement », in *Œuvres et maître d'œuvres*, Paris, 1947.

3. Les trois maisons sont identiques, voisines et orientées de la même manière à Saint-Quentin; une est chauffée à l'électricité (pour évaluer les besoins en kilowatt), la deuxième à l'eau chaude solaire, la dernière à l'air chaud solaire selon les procédés américains. Il constate le manque de performances de ses maisons solaires, par contre il se montre très favorable à l'eau chaude solaire. Missenard critique au passage la politique tout électrique par l'atome, qu'il juge responsable de l'arrêt des avancées des énergies alternatives. Avec le recul, on s'interroge sur l'idée de faire des maisons identiques avec des énergies différentes. L'approche « scientifique » des échantillons identiques est ici peu pertinente.

Cet appareil consiste en un miroir conique qui est continuellement tourné vers le soleil, et qui concentre ses rayons réfléchis sur sa surface intérieure. L'angle de la génératrice de ce cône avec son axe est de 45 degrés, et l'axe vers lequel les rayons solaires convergent est le lieu où se trouve une petite chaudière cylindrique noire, enveloppée dans un cylindre en verre qui a pour objet de retenir les rayons de chaleur obscure. Les effets produits par ce simple appareil sont d'un haut intérêt. M. Mouchot a pu produire ainsi des températures de 153 degrés, une pression de 5 atmosphères, vaporiser 5 litres d'eau à l'heure, faire marcher pendant plusieurs heures un moteur à vapeur et élever des quantités d'eau importantes au moyen d'une pompe élévatrice. Il y a évidemment là une force considérable qui, jusqu'ici, perdue et devrait être utilisée⁴.

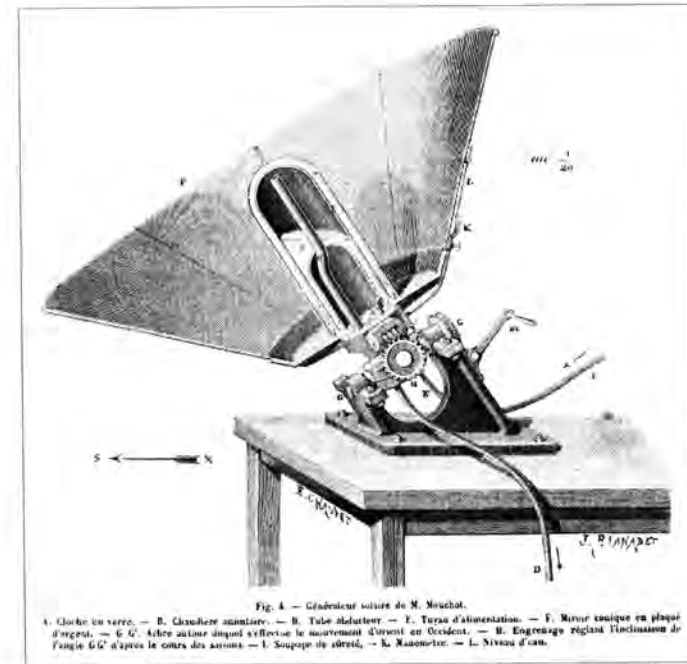


Figure 1. Générateur solaire de M. Mouchot. (Source : Charles Bontemps, « La diffusion de la force. La machine solaire de M. Mouchot », *La Nature*, 1876, 4^e année, 1^{er} semestre, p. 105.)

Mouchot cherche à appliquer son dispositif de vaporisation solaire afin de pomper de l'eau, cuire des aliments et évaporer des liquides.

4. « Procès verbal », *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, décembre 1875, p. 729.

Dans son ouvrage de référence *La chaleur solaire et ses applications industrielles* publié en 1869⁵, Mouchot cite également ses prédécesseurs et analyse leurs apports successifs : Salomon de Causs, Martini, le père Kircher, François Villette, Charles Dufay, Bédior, de Liancourt, Saussure, Herschel, Babinet, Héron d'Alexandrie, Porta, Cornelius van Drebbel, Robert Fludd, Milliet Dechaies, Buffon, Ducarla, Cagniard de Latour, Frot, Leaubereau, Ericsson. Augustin Mouchot cite également Claude Pouillet (1790-1868). Ce dernier, physicien et membre de l'Académie des sciences, enseigne dans plusieurs écoles d'ingénieur, et réalise, entre 1837 et 1838, grâce à l'invention du pyréliomètre, les premières mesures quantitatives de la chaleur émise par le Soleil. La valeur qu'il obtient pour la constante solaire⁶ est de $1\,228\text{ W/m}^2$, valeur assez proche de l'estimation actuelle, qui est de $1\,367\text{ W/m}^2$. L'ensemble de ces références à des savants de toutes époques atteste que l'idée de l'utilisation de l'énergie solaire traverse les siècles et les cultures.

II. DU COSTIC À CHARLES TELLIER

À l'occasion de recherches historiques sur les origines du COSTIC, Comité Scientifique et Technique de l'Industrie du Chauffage et de la Ventilation, aujourd'hui organisme de recherche et de formation, j'ai, à nouveau, croisé le solaire. Fondé par le centralien Henri Arquembourg (1858-1940, ECP 1879), le COSTIC s'appelait alors « Comité de l'Industrie du Chauffage ». La création de ce comité correspond au besoin des industriels et des entreprises d'installation et des ingénieurs de se grouper pour réaliser des projets communs. La première guerre mondiale et ses pénuries vont renforcer l'importance de ses projets. Face à la raréfaction des combustibles bois (utilisés par les troupes) et charbon (exploités majoritairement dans le Nord et l'Est du pays concerné par le conflit), les professions de la « chauffe » ont tenté de s'organiser pour faire face à cette crise énergétique majeure. Pendant le conflit et après, les prix du charbon ont grimpé de manière spectaculaire et les usagers ont dû également

5. Augustin Mouchot, *La chaleur solaire et ses applications industrielles*, Paris, Gauthier-Villars, 1869, 238 p.

6. Jean-Louis Dufresne, « La détermination de la constante solaire par Claude Matrias Pouillet », *La météorologie*, n° 60, février 2008, p. 36-43. Voir aussi Francis Beaubois, *Le Soleil comme laboratoire des pratiques scientifiques*, thèse de doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, 2014, chapitre II pour une nouvelle étude sur les travaux de Claude Pouillet.

s'adapter. Les chambres syndicales, les associations d'ingénieurs qui existaient depuis le XIX^e siècle se mobilisent et se lancent dans des recherches et publications, constituant ainsi la « thermique » telle qu'on la connaît aujourd'hui. Des revues apparaissent (*Chaleur et Industrie* en 1920), *Chauffage, ventilation, conditionnement d'air* en 1924), des grands congrès francophones sont organisés tous les trois ans à partir de 1923 (comme c'était déjà le cas en Allemagne, Grande-Bretagne et USA). Les échanges scientifiques qui ont lieu à ces occasions et à travers les différentes publications tendent à améliorer les rendements et l'efficacité des installations. Des écoles voient également le jour afin de former un personnel qualifié qui est, ensuite, motivé à l'économie par des primes. C'est dans ce contexte de perfectionnement théorique qu'André Missenard entre en scène dès 1933. Le COSTIC, qui réalise et pilote des recherches sur les radiateurs et les chaudières dans les laboratoires du Conservatoire National des Arts et Métiers et de l'École Centrale, publie les premiers ouvrages de référence qui vont permettre les calculs de thermique appliquée au bâtiment : les *Éléments de calcul de la transmission continue de la chaleur à travers les matériaux de construction des bâtiments les coefficients de transmission* (1933), la *Documentation statistique sur les températures minima en France* (1937). Mais surtout en ce qui nous concerne ici la première *Étude des apports de chaleur par insolation dans les bâtiments habités* qui ne sera publiée qu'en 1946 par André Nessi (1874-1960, ECP 1895) et Jeanne Mouret (1902-1944, ECP 1935)⁷. On passe alors, grâce à des exemples concrets décrits pas des plans cotés, des apports solaires en façade aux incidences intérieures qui sont dûment mesurées, selon les procédés américains mis au point par l'ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*).

À l'occasion de ces recherches sur le COSTIC, on m'a confié toutes sortes de documents dont une plaquette *Sous le soleil, autrement* éditée en 1978 par le Centre de Création Industrielle du Centre Pompidou⁸. En page 22, on pouvait voir une planche de la revue *La Nature*, représentant une pompe solaire de l'ingénieur français Louis Abel Charles Tellier (1828-1913). Cet ingénieur crée en 1858 sa première machine frigorifique à circulation de gaz ammoniac liquéfié, pour la production du froid à usage domestique

⁷ Mademoiselle Jeanne Mouret, résistante, est décédée en déportation.

⁸ *Sous le soleil, autrement*, Paris, Editions CCI, Centre Pompidou, 1978, 48 p.

et industriel), constamment améliorés, cette invention bouleverse le monde moderne. En 1865, il construit une machine à compression mécanique à gaz liquéfié et l'installe dans la fabrique du maître-chocolatier Menier à Noisiel bien connu des amateurs d'ossatures métalliques. En 1876, il est à l'origine de travaux sur deux nouveaux corps : l'éther méthylique et la triméthylamine. L'ellier crée à Auteuil, en 1869, la première usine frigorifique dans le monde pour la conservation de la viande et des denrées alimentaires par le froid artificiel.

En 1885, Tellier réalise également une pompe à eau solaire, dans un contexte où, avant l'émergence des moteurs électriques, il n'y avait comme forces motrices (non animales) que des moulins (à air et eau) et des machines à vapeur, peu souples et peu mobiles⁹. Dans son dispositif, l'ammoniac en solution est pris entre deux feuilles de tôle exposées au soleil, la gazéification meut une valve qui pompe (figure 2). L'ammoniac est ensuite re-gazéifié en traversant un réservoir d'eau froide. Le système installé à Auteuil élève 1 200 litres par heure; Tellier affirme que dans les pays plus chauds un dispositif identique pourrait élever 5 000 litres depuis une profondeur de 20 m. Il évalue la captation à 11 calories par m² à Auteuil. C'est grâce à ses précédents travaux sur les frigorifiques qu'il sait gérer des systèmes étanches et des changements d'état (liquide, gazeux).



Figure 2. Appareil de M. Tellier pour l'élévation des eaux par la chaleur solaire. (Source : Charles Tellier, « Utilisation de la chaleur solaire pour l'élévation des eaux », *La Nature*, 1885, 13^e année, 2^e semestre, p. 221.)

9. Les moteurs à gaz de Pierre Hugon sont mis au point autour de 1858, les moteurs à explosion font l'objet de l'attention de divers inventeurs entre 1860 et 1885. Charles Tellier, « Utilisation de la chaleur solaire », *La Nature*, 1885, p. 221-222.

III. L'APRÈS SECONDE GUERRE MONDIALE : DES DÉVELOPPEMENTS CONFIDENTIELS

Dans l'immédiate après-guerre, le traumatisme dû aux privations diverses et en particulier en combustibles, favorise l'épargne en ce domaine : isolation des parois, double vitrage. Dans le numéro spécial « Chauffage-ventilation-conditionnement » de la revue *œuvres et maîtres d'œuvres* dirigé André Missenard en 1947, on évoque même le recours au solaire et le chauffage thermodynamique¹⁰. Toutefois, le temps de l'épargne des combustibles est oublié sous les flots du pétrole économique. Dans ce contexte, le soleil n'est pas totalement abandonné, en effet, Félix Trombe dirige en 1949 la création, à Mont-Louis dans les Pyrénées-Orientales, d'un prototype de four solaire d'une puissance de 50 kW, puis celle du grand four de 1 000 kW d'Odeillo à Font-Romeu en 1970. Felix Trombe étudie également d'autres formes d'exploitation de l'énergie solaire passive et invente avec l'architecte Jacques Michel « le Mur Trombe » (ou Trombe-Michel). Ce mur est composé d'un bloc de béton qui accumule le rayonnement solaire du jour et le restitue pendant la nuit. De plus, l'air circule de bas en haut entre le vitrage et le mur orienté plein Sud ; il s'échauffe au contact du mur et pénètre dans la pièce. Une partie de la chaleur captée est transmise lentement par rayonnement. Trombe seul, ou en compagnie de Michel, a réalisé une œuvre considérable de près de trois cents publications scientifiques et de nombreux brevets. Cependant, j'ai cherché, en vain, le retentissement de ces inventions dans le monde des thermiciens du bâtiment dans la revue l'AICVF, *Chauffage, ventilation, conditionnement*, si ce n'est un seul article totalement abstrait sinon abscond de Félix Trombe sur les apports solaires en 1976; comme si le solaire avait besoin de pages couvertes de démonstrations mathématiques pour avoir droit de cité et être pris au sérieux par le milieu des thermiciens du bâtiment.

CONCLUSION

Pour conclure ce panorama historique succinct, on constate qu'il y a ici un terrain très riche, peu ou pas exploré. En tentant d'ordonner ces éléments, plusieurs axes apparaissent :

10. A. Desplanches, « Le chauffage thermodynamique et ses applications », *Chauffage-ventilation-conditionnement*, juin 1946, p. 87-93.

- des recherches fondamentales sur la mesure l'évaluation de l'énergie solaire en un point donné, une saison donnée, en fonction de la latitude, de la météorologie, comme les recherches sur le pyréliomètre effectuées par Claude Pouillet par exemple¹¹ ;
- les applications pragmatiques de ces recherches plus théoriques ;
 - des applications architecturales : orientation, ensoleillement des façades, éclairage, etc. dont on se préoccupe d'abord pour des raisons d'hygiène dans la lutte contre la tuberculose ;
 - des applications architecturales : le mur Trombe et Michel ;
 - des applications urbaines avec la recherche de l'exposition optimale, selon l'axe héliothermique¹² ;
 - des applications thermiques et industrielles : faire cuire de la nourriture, chauffer de l'eau, chauffer des espaces, produire de l'électricité, etc. ;
 - des applications mécaniques : pomper, mouvoir un système.

On pourrait donc souhaiter, alors que les doctorats se multiplient sur les applications actuelles et futures de l'utilisation de l'énergie solaire, que quelques énergies se mobilisent également sur les aventures techniques du passé.

11. Voir Francis Beauvois, *op. cit.*, chap. II pour une contribution récente.

12. Amina Harzallah, *Émergence et évolution des préconisations solaires dans les théories architecturales et urbaines en France, de la seconde moitié du XIX^e siècle à la deuxième guerre mondiale*, thèse de doctorat, Université de Nantes, 2007.