



HAL
open science

Low energy heating systems

Hubert Guillaud

► **To cite this version:**

Hubert Guillaud. Low energy heating systems. Versus Heritage for Tomorrow. Vernacular knowledge for sustainable architecture , 2014. hal-01806124

HAL Id: hal-01806124

<https://hal.science/hal-01806124>

Submitted on 5 Sep 2018

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.

Low energy heating systems

(3122 mots, 20 165 caractères)

Prof. Arch. Hubert Guillaud, Arch. Sébastien Moriset, Arch. Nuria Sanchez, Arch. Enrique Sevillano

Chauffage vernaculaire: du plus simple au plus sophistiqué

Où que l'on soit dans le monde, depuis des temps anciens qui voyaient une première époque de sédentarisation de l'habitat facilité par le développement de l'agriculture et la domestication des animaux, les recherches archéologiques mettent au jour l'évidence et la permanence de foyers, au cœur des espaces habités. Ces foyers, outre ceux réservés à des pratiques de culte et d'offrande aux panthéons des idoles et dieux, servaient pour l'essentiel à quatre conditions fondamentales pour vivre : cuire les aliments, chauffer et éclairer l'espace habité ; ils assuraient aussi protection contre d'éventuelles bêtes invasives. Ces dispositifs primitifs de chauffe et d'éclairage furent d'abord creusés dans l'épaisseur même du sol ou délimités par des pierres et généralement placés au centre du volume bâti. Dans l'Antiquité Gréco-romaine on utilisait des braseros mobiles servant à transporter des braises ardentes. Puis les foyers furent peu à peu élevés sur des socles de terre ou de pierre. Ces foyers initiaux n'évoluèrent que très lentement vers des solutions de cheminées dont l'origine, en Europe occidentale, est située durant la période gallo-romaine. L'évolution de la forme des toitures vers des solutions à deux eaux, permet alors l'adossement d'un conduit contre les murs pignons - ou contre les refends intérieurs -, relié à une souche dépassant de la toiture. Ce principe du conduit de cheminée, substitué à un simple orifice d'échappée de la fumée en sommet de toiture permet de se prémunir des ambiances enfumées en permanence et asphyxiantes du principal espace de vie qui est alors dénommée la « chambre ou pièce à feu » (Fréal 1977 : 330-347)¹ (Fig.1). Ces cheminées à haute hotte, ouvertes sur l'espace de vie, apportent non seulement chaleur et éclairage mais servent aussi de fumoir pour conserver les aliments. Elles restent encore longtemps inconfortables car le tirage des cheminées et l'évacuation des fumées refoulantes exige un apport d'air

frais obligeant à laisser entrouvert une baie, porte ou petite fenêtre, généralement située en vis-à-vis. Le risque d'incendie était toujours présent et imposait une vigilance permanente. Les cheminées médiévales furent souvent de grande taille. Dans plusieurs traditions régionales d'habitats ruraux elles offraient la possibilité de s'asseoir sur des bancs, disposés sous leurs hottes, ou même d'installer sur les côtés des lits clos afin de bénéficier de la chaleur du dernier feu de soirée en s'endormant. Ce type de cheminée s'ouvre sur un espace de sociabilité que déclinent veillées de contes ou partage de tâches domestiques de bricolage, de préparation des repas, de travaux de rapiéçage, raccommodage et couture, ou broderies. Ces pièces à feu constituaient le cœur de l'habitat, le « foyer » qui fut aussi la mesure des premiers recensements de population réalisés au Moyen Age. Mais ces cheminées anciennes n'offraient qu'un faible rendement calorifique, voire médiocre. Comme le relèvent Cléa Rossi et Hervé Fillipetti (2007 :155) :

« Les architectures du feu dans les paysages ruraux ne peuvent (...) être appréciées à leur juste valeur que confrontées à un mode de vie et une économie rurale basés pendant longtemps sur des moyens techniques modestes, limitant les ambitions de confort et obligeant à rechercher des solutions dont l'archaïsme ou l'ingéniosité nous étonnent aujourd'hui. »

Ce n'est que beaucoup plus récemment que leur rendement a été amélioré et qu'elles furent progressivement généralisées à la plupart des pièces de vie des habitats mais la forte consommation de bois qu'elles impliquaient en faisait encore pour longtemps un équipement de luxe réservé à ceux qui disposaient directement de la ressource en combustible sylvestre et du droit de coupe. Au 19^{ème} siècle, avec l'ampleur de l'exploitation minière de la houille, le remplacement du bois de chauffe par le charbon, ou l'emploi d'un combustible mixte, bois et charbon, accompagnent le développement des « potagers » et des fourneaux en briques cuites, des poêles en céramiques² puis en fonte, et contribuent à une diminution des foyers ouverts. Leur rendement était bien meilleur. Cette évolution précède l'avènement des chaudières et de systèmes de chauffage central qui se développent au 20^{ème} siècle.

De cette ingéniosité étonnante on connaît aussi des dispositifs de chauffage des habitats vernaculaires très efficaces qui ont été élaborés depuis des temps très anciens par plusieurs civilisations. Les principes de l'hypocauste (Fig. 2), déjà connu des Grecs et développé par les Romains, du Kang-lit chinois ou de l'Ondol Coréen en sont parmi les exemples les plus aboutis. L'hypocauste, couramment mis en œuvre sur de nombreuses villas et autres édifices publics romains (le *caldarium* des thermes), perpétué en période gallo-romaine dans les régions occidentales de l'Empire, décrit un procédé de chauffe très sophistiqué et pourtant simple. Selon la taille des édifices, c'est à partir d'un ou de plusieurs foyers extérieurs aux espaces chauffés, installés dans des espaces de service servant aussi de stockage du bois que la chaleur était transmise par convection naturelle sous des sols suspendus (la *suspensura*) sur des petits plots de briques. Les sols, massifs, en dalles et chapes superposées, accumulaient cette chaleur restituée par rayonnement. Le Kang-lit chinois, développé dans les régions froides du nord de la Chine, est aussi très ingénieux. Il s'agit d'une plateforme de sommeil chauffée à partir d'un fourneau adossé qui sert aussi à la cuisson des aliments. Le principe utilise le système de chaleur radiante à partir de la masse et de l'inertie de la plateforme-lit. L'Ondol Coréen – ou *gudeul* – est un système intermédiaire entre l'hypocauste et le kang et constitue aussi un système de chauffe par le sol. Le plancher de la maison coréenne traditionnelle est élevé au dessus du sol dégageant entre les deux un volume d'air à chauffer. Le sol est façonné de manière à former des cavités formant avaloir et accélérant le tirage qui permettent à la chaleur produite à partir d'un foyer adossé sur l'un des petits côtés de l'habitation de circuler par convection dessous le plancher. Des grosses pierres servent aussi d'accumulateur restituant la chaleur emmagasinée par radiation, en déphasage, durant la nuit. Les fumées sont évacuées par une cheminée extérieure bâtie de l'autre côté de l'habitation, à l'autre bout du parcours de l'air chauffé (Fig. 3).

Bien que très performants, l'ensemble des ces systèmes restent très consommateurs de carburant de chauffe et notamment de bois, même si l'on brûlait très souvent dans les foyers, poêles et fourneaux, des

résidus de coupe ou d'élagage des arbres (branchages, brindilles et écorces) ou des tiges de céréales, des bogues ou coques de châtaignes ou de noix. Ainsi, la question du chauffage des habitats vernaculaires n'était pas seulement réglée par les dispositifs de chauffe, âtres, fourneaux, cheminées et autres solutions que l'on a rappelés. Un récent rapport d'étude de Arène Ile-de-France (2012 : 86)³, intitulé « Bâti vernaculaire et développement durable », concluait en ces termes :

« (...) les cultures (constructives ou non) évoluent avec le temps et se nourrissent à la fois des rencontres et des influences venues d'ailleurs et des redécouvertes des connaissances passées. Bien que la mondialisation soit accusée aujourd'hui d'une standardisation réductrice du bâti, il se pourrait qu'elle soit demain au service du renouement entre nature, histoire et lieux de vie. La « bascule » vers une économie et une urbanisation durable suppose un rapport nouveau à l'histoire, alors que le mouvement moderne en architecture est basé notamment sur la notion de « table rase ». »

En effet, il convient d'imaginer que la part de l'histoire, non déniée, et des cultures vernaculaires redécouvertes, doive constituer une force d'inspiration pour demain. C'est ce que l'on a tenté d'aborder dans le propos qui précède en ne faisant pas seulement une brève synthèse de l'évolution des systèmes de chauffage traditionnel mais en nous ouvrant un peu à une dimension d'interculturalité mondiale.

De quelques leçons du bioclimatisme vernaculaire pour le chauffage en basse énergie

La question du bilan calorifique des habitats vernaculaires doit être aussi appréhendée en lien avec la conception de la maison elle-même qui jouait un rôle essentiel. Dans les régions les plus froides, les murs épais en pierres ou en terre, à grande inertie, la taille souvent réduite des ouvertures, le captage direct de l'ensoleillement par les murs exposés au sud et à l'ouest, les façades exposées au froid entièrement aveugles, une partie des volumes habités encaissés dans le pendage

des terrains, des espaces « tampon » de stockage des récoltes ou des charrues et autres outillages, complétaient avantageusement les modes de chauffage traditionnels. La superposition des espaces de grange sur les espaces de vie apportait une isolation par les fourrages accumulés, la proximité des étables attenantes apportait la chaleur animale. Cela jouait un rôle décisif pour un meilleur bilan calorifique global de l'habitat. Aujourd'hui, c'est cette intelligence globale qu'il convient de revaloriser de façon inspirée et innovante, et non pas seulement la seule question de la réduction des carburants et énergies de chauffe, même si elle constitue un point important qui retient la primeur des orientations normatives actuelle du fait de la réduction des ressources fossiles ou non renouvelables (fioul, gaz), ou de la relative cherté de l'électricité, voire dangerosité, lorsqu'il s'agit de l'énergie nucléaire.

Lorsque, dans les années 1970, le monde a connu deux crises successives de l'énergie fossile, en 1973 puis en 1979, prenant acte après trente ans de décalage du « Pic de Hubbert »⁴ et de la rareté potentielle de la ressource en « or noir », les chercheurs de tout bord mais aussi le secteur du bâtiment, prenant soudainement conscience du caractère énergétivore des constructions, ont commencé à rechercher des solutions alternatives visant à réduire les consommations d'énergie. Cette période suivant ce que l'on dénommait « les trentes glorieuses » (années 1950, 60 et 70) était aussi de plus en plus critique à l'égard de l'architecture moderne de « style international » (tout béton, verre et acier), hautement consommatrice d'énergie, et l'on observa un retour d'intérêt vers les architectures traditionnelles donnant naissance au « Régionalisme », autrement nommé « Vernacularisme ». Les « architectures sans architectes » (Rudofski 1964, 1977) et « la fabrique du lieu » (Norberg-Schülz 1981), les approches anthropologiques de la maison (Rapoport 1972) remettaient en lumière les démarches de construction autonome, les cultures constructives locales et les logiques d'adaptation au lieu impactant directement la conception des habitats vernaculaires et leurs formes d'intelligence « située » dans leurs milieux distincts. Les études qui furent alors développées en de très nombreux contextes sur les patrimoines d'architectures vernaculaires furent particulièrement inspiratrices pour l'émergence d'un mouvement en faveur du

bioclimatisme et de l'architecture solaire « passive » qui visaient à tirer le meilleur parti des conditions physiques et climatiques de leurs sites. Elles donnaient naissance à des réalisations tirant à la fois leçon des cultures constructives locales, de la diversité culturelle des réponses constructives, et intégraient l'alternative énergétique solaire, soit le bénéfice direct d'une énergie abondante et gratuite, le retour à des dispositifs de ventilation naturelle, pour chauffer et climatiser les habitats.

Que retiendra t-on du bioclimatisme vernaculaire, dans les régions situées en périphérie du littoral méditerranéen, pour contribuer à des solutions de chauffage en basse énergie de l'habitat de demain ? Nous prenons ici en compte la zone de climat méditerranéen, soit de type « tempéré chaud ou subtropical de façade ouest » que l'on peut simplement caractériser par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. En été, les pluies sont rares mais peuvent être orageuses et violentes, voire dévastatrices. Cette aridité estivale peut être source de pénurie d'eau et de risques d'incendies des zones de maquis et forêts. Les intersaisons, printemps et automnes, concentrent les pluies, notamment sur les territoires sous influence maritime. En régions nord du bassin, la présence de vents violents et asséchants, Mistral, Tramontane (sud de la France et Baléares), et Bora (Adriatique), contribue à des invasions froides en hiver mais aussi à la fréquence d'un ciel bleu. Au sud, ce sont les vents chauds, Sirocco et Khamsin, qui soufflent depuis l'Afrique vers la mer et contribuent aussi à un assèchement de l'air. On comprend ainsi que le chauffage, en hiver, et la ventilation, en été, sont deux dispositifs de confort de l'habitat dans le bassin méditerranéen qui ont retenu l'attention des bâtisseurs vernaculaires et qui règlent le comportement des usagers pour leur confort.

Quelques grands principes du bioclimatisme vernaculaire ont été synthétisés par Plemenka Supic (1993)⁵. Il rappelle que le savoir-faire « technique » de l'homme, « constructeur et utilisateur de son environnement », en matière de réponse bioclimatique vernaculaire, dépend de trois milieux en interaction, humain, naturel et matériel. Cette approche holistique du milieu nous paraît nécessaire pour éviter un

positionnement par trop techniciste sur la question du chauffage en basse énergie. Les réponses architecturales sont déterminées à la fois par les « données économiques, sociales et culturelles » du milieu humain, par une capacité à « canaliser les caractéristiques environnementales – physiques, climatiques, morphologiques et géologiques du milieu naturel – soit pour les utiliser, soit pour s'en protéger » - par « la mise en œuvre des matériaux et par les principes (...) révélateurs des formes et (...) moyens d'expression de la géométrie » du bâti. Par ailleurs, Olivier Sidler (2003 : 3-5)⁶ nous rappelle la nécessité de réhabiliter l'inertie des bâtiments. En occupation continue des habitats, elle contribue à amortir les variations de température brutale (jour/nuit et intersaisons), à éviter les surchauffes et limiter les pertes de chaleur, et constitue une source de confort, en été comme en hiver. Au-delà de ces considérations essentielles rappelées par Supic et Sidler, il convient de préciser que le bilan calorifique est à la fois tributaire des systèmes de chauffe, mais aussi de la conception de l'habitat et du comportement des usagers, trois éléments interactifs. Ainsi, au regard des facteurs climatiques et des réponses qui ont été données par l'habitat vernaculaire dans le milieu méditerranéen et pour assurer un confort de chauffage et de climatisation en basse énergie, nous retiendrons les principaux éléments de conception suivants :

- une orientation privilégiée nord / sud ;
- un encaissement souhaitable des volumes bâtis en partie nord pour une mise à l'abri des vents froids et asséchants, ou la création d'espaces « tampon » sur cette orientation ;
- des volumes bâtis compacts et regroupés ;
- des murs à forte inertie (pierre, terre), plutôt fermés en partie nord et est, bien que munies de petites ouvertures permettant un apport d'air frais pour une ventilation transversale estivale ;
- des façades sud et ouest favorables au captage solaire par accumulation dans la masse des murs en hiver mais avec une surface de baies limitée, pouvant être occultées en été (brises-soleil, persiennes marseillaises à lames) ou protégées par des auvents, pergolas ou galeries végétalisées, ou par des plantations arbustives formant écran ;

- pour les régions les plus chaudes et sèches, un espace central de cour intérieure ou patio formant puit de lumière et puit de ventilation par échanges convectifs d'air ; présence de végétation florale et arbustive (humidité estivale) ;
- l'emploi de matériaux aux couleurs claires pour les murs (pierre calcaire, badigeons de chaux) réverbérant la lumière et donc la chaleur en été ;
- une forme des toitures « sous le vent » rabaissées autant que possible, notamment en partie nord ;
- des toitures plutôt inertes, soit du type plates et végétales (avec pente suffisante pour évacuer les fortes précipitations), soit à deux ou plusieurs eaux avec un renforcement de leur inertie (notamment en orientation sud mais pouvant être plus isolantes en orientation nord) ; la mise en place de cheminées de ventilation ou extracteurs de l'air chaud pour l'été ;

De l'utilité de solutions mixtes de chauffage en basse énergie, vernaculaires et actuelles

Pour le dispositif de chauffe il nous semble utile d'envisager une mixité de solutions valorisant à la fois la technologie actuelle et s'inspirant également de solutions anciennes qui ont fait leurs preuves. Un scénario peut donner une inspiration créative. Nous retenons ici une proposition de Martial Château (2012)⁷ qui vise à combiner la réhabilitation d'un plancher chauffant inerte de type hypocauste, dont la source de chaleur pourrait être un poêle traditionnel à granulés de bois associé à un récupérateur-pulseur d'air chaud (pompe à chaleur air/air), ou bien couplé avec des capteurs solaires à air (moins onéreux que les capteurs thermiques à eau ou autre liquide caloporteur, et nécessitant moins d'entretien) associés à un simple ventilateur que l'on peut arrêter en été. L'hypocauste, doté d'un gros pouvoir d'accumulation, fournit une température radiante assez uniforme dans les pièces. D'autres capteurs thermiques ou systèmes d'échangeurs air/eau fournissent l'eau chaude et ceux de type photovoltaïque l'électricité. Pour le bilan de rafraîchissement estival, comme on l'observe autour du Bassin méditerranéen, il faut encore compter sur le comportement des usagers pour le contrôle de la ventilation transversale en été. L'occultation des

façades chaudes (sud et ouest) et l'apport d'air par les façades plus fraîches (nord et est), dès le pic de chaleur diurne et surtout pendant la nuit, restent un condition essentielle pour un bilan de chauffe et de climatisation offrant le confort recherché et contribuant à des solutions en basse énergie. D'autres solutions mixtes, entre tradition et modernité, devraient être envisagées.

Notes :

¹ L'une des traditions les plus abouties de ces grandes cheminées de « pièces à feu » est donnée par les grandes cheminées dite « sarrasines » des fermes à colombage de la région de la Bresse, en France, sur les territoires situés au-dessus de la région lyonnaise, à l'Est de la rivière Saône. Leurs souches de toiture, en briques, aux formes originales en mitres coniques d'inspiration orientale ou gothique, ou en mitre carrée de type romane, d'autres aux formes baroques, font partie des bijoux du genre dans le patrimoine architectural vernaculaire français (Ibid, Fréal 1977 : 334 ; Fréal 1978 ; Dulier 1990).

² En Alsace, France, les « poêles de masse » en faïence ou *kachelöfen*, lourds et imposants, constituent parmi les exemples les plus aboutis du genre. Il en existe de similaires en Autriche et en Suède.

³ Etude réalisée pour le compte de Arene par Nomadéis, bureau d'études et conseil en environnement et développement durable. www.nomadeis.com

⁴ Marion King Hubbert (1903-1989), géophysicien, a suggéré dès les années 1940 que la courbe de production d'une matière première, notamment du pétrole, suivait une courbe en cloche passant par un maximum puis déclinant forcément par la suite. C'est ce maximum que l'on a dénommé le « Pic de Hubbert ».

⁵ Plemenka Supic est enseignant-chercheur au Département d'Architecture de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Suisse et spécialiste des architectures vernaculaires.

⁶ Olivier Sidler est directeur du bureau d'études Enertech et membre fondateur de Négawatt.

⁷ Martial Château est administrateur du réseau français « Sortir du nucléaire ». L'actualisation du principe de l'hypocauste a été imaginée par Jesús Castellanos sous l'appellation d'hypocauste XXI.0 désignant la version 21^{ème} siècle du principe.

Bibliographie

Arene et Nomadeis, Dutreix, N. et al. 2012, *Bâti vernaculaire et développement urbain durable*, Rapport final, Ed. Arene et Nomadeis, Paris.

Chateau, M. 2012, L'hypocauste, un plancher chauffant par circulation d'air : pour un chauffage écologique, simple et performant. In revue *Sortir du nucléaire* no 55, automne 2012. Ou <http://www.sortirdunucléaire.org/L-hypocauste-un-pancher-chauffant> [consulté le 11/03/2014]

Dulier, G. 1990, *Cheminées sarrasines*, La Taillanderie, Bourg-en-Bresse.

Fréal., J. 1977, *L'architecture paysanne en France, la maison*, Editions Serg, Ivry-sur-Seine.

Fréal. J. 1978, *Habitat et vie paysanne en Bresse*, Editions Garnier Frères, Baume-les-Dames.

Norberg-Schülz, Ch. 1981, *Genius loci : paysage, ambiance, architecture*, Mardaga, Bruxelles.

Rapoport, A. 1972, *Pour une Anthropologie de la Maison*, Dunod, Paris. Traduit de l'anglais (1969) : *Houseform and Culture*. Englewood Cliffs. Prentice Hall, New Jersey.

Rossi, C. et Fillipetti, H. 2007, *Le patrimoine rural français, 1000 aquarelles et dessins*, Eyrolles, Paris.

Rudofski, B. 1977, *Architecture sans architectes: brève introduction à l'architecture spontanée*, Editions du Chêne, Paris. Traduit de l'anglais (1964): *Architecture without architects : a short introduction to non pedigreed architecture*. UNM Press, New York.

Sidler, O. 2003, L'apport des campagnes de mesure. In colloque *L'inertie thermique en climat méditerranéen. Confort et consommation d'énergie*, Montpellier, Mai 2003.

Supic, P. 1993, L'aspect bioclimatique de l'habitat vernaculaire, In *Arch. & Comport. / Arch. & Behav.*, Vol. 10, no 1, p. 27-47