Zeitschrift: Habitation : revue trimestrielle de la section romande de l'Association Suisse pour l'Habitat

Herausgeber: Société de communication de l'habitat social

Band: 39-40 (1967)

Heft: 2

Artikel: L'homme et l'énergie de chauffage

Autor: Ailleret, M.P.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-126179

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

L'homme et l'énergie de chauffage

par M. P. Ailleret, professeur à l'Ecole nationale des ponts et chaussées (France). Symposium de la Commission économique pour l'Europe, Prague, septembre 1966.

Le problème que nous exposons mélange des problèmes qui n'ont pas de commune mesure rationnelle entre eux. Il se situe en effet aux frontières entre l'énergétique et les problèmes d'habitat, et il met inévitablement en jeu une infrastructure de problèmes physiologiques et psychologiques.

Pour l'énergéticien, le chauffage des locaux représente une consommation d'énergie très importante qui, pour l'ensemble de l'Europe, doit représenter presque le quart du total des consommations énergétiques finales.

Sous l'angle de la physique, cette consommation ne traduit pas un besoin bien défini puisqu'en isolant suffisamment les locaux on peut réduire autant que l'on veut l'énergie nécessaire pour les chauffer à une température déterminée.

L'isolation des locaux apparaît ainsi comme équivalente à la création d'une source permanente d'énergie. Le produit d'isolation se classe non pas au niveau du combustible qui disparaît quand on le consomme, mais au niveau de l'équipement énergétique, la chute d'eau, par exemple, dont l'apport aux bilans énergétiques annuels se prolonge pendant une longue durée de vie.

Dans les problèmes d'habitat, le chauffage des locaux a aussi une place importante: le coût capitalisé du chauffage est une fraction notable du coût du logement.

Il faut naturellement y inclure la valeur de la place occupée par les organes de chauffage, qu'il s'agisse des chaufferies, des cheminées ou des radiateurs dont l'encombrement diminue la valeur utile des volumes de logement et les surfaces disponibles pour les meubles.

Les aspects sociaux sont à considérer: les dépenses de chauffage sont sensiblement majorées si le consommateur de chauffage n'est pas le payeur ou ne paye qu'à forfait. Bien que cette distinction entre le consommateur et le payeur soit indépendante de la distinction entre propriétaire et locataire, des habitudes locales mélangent souvent les deux questions et le caractère forfaitaire du chauffage entraîne fréquemment dans les grands immeubles des suppléments importants de consommation, les usagers les moins frileux réglant souvent leur température par l'ouverture des fenêtres au lieu de fermer les radiateurs.

Le chauffage individuel à la charge de l'usager évite à la fois le gaspillage de l'ouverture des fenêtres et celui du chauffage inutile des pièces temporairement inoccupées à la même température que les pièces occupées. Mais on peut obtenir les mêmes économies par un système mixte dans lequel le chauffage général forfaitaire des immeubles est limité à une température relativement peu élevée, chacun complétant à ses frais par un chauffage pièce par pièce.

L'architecture des immeubles est aussi très en cause dans les consommations de chauffage: en donnant aux vitrages la plus grande partie de la surface des immeubles, les architectes ont sans doute répondu à un obscur besoin d'espace libre de l'homme moderne, mais c'est au prix d'un alourdissement important des dépenses de chauffage en même temps que de l'inconvénient des surchauffes par le soleil d'été qui obligeront plutôt à un conditionnement de l'air coûteux.

Les grands immeubles de bureaux américains entièrement vitrés mais dont les vitres ne peuvent pas s'ouvrir et sont voilées presque en permanence par des rideaux en plastique s'apparentent paradoxalement avec ce que serait un immeuble entièrement dépourvu de toute fenêtre: peut-être la vie dans un tel immeuble sans vitre, ou encore la vie dans des étages souterrains, se développeront-elles comme suite à l'excès des surfaces vitrées poussé au point que les usagers en viennent à les obturer presque en permanence.

Il n'est peut-être pas inutile d'inventorier les évolutions extérieures, qui, à l'échelle d'une vingtaine d'années, peuvent conditionner une évolution du chauffage lui-même.

Le premier fait est le développement rapide des quantités de chaleur qui sont dégagées dans les locaux en vue d'un tout autre but que leur chauffage: l'éclairage, la cuisine, les usages domestiques divers et en particulier l'eau chaude, apportent dans les locaux des quantités croissantes de chaleur. C'est le «free heat» interne dont on connaît la conséquence spectaculaire dans les grands magasins qui doivent, en plein hiver, refroidir leur partie centrale par des pompes de chaleur qui en transfèrent la chaleur vers la périphérie.

Dans les locaux d'habitation eux-mêmes, le «free heat» de l'éclairage et des appareils domestiques assure déjà, gratuitement en quelque sorte, une part non négligeable du chauffage.

Cette part va augmenter très vite. En effet dans tous les pays du monde le taux de croissance des usagers domestiques de l'électricité est maintenant beaucoup plus rapide que le taux de croissance de l'ensemble des consommations électriques. Il doit être en moyenne pour l'Europe de l'ordre du triplement tous les dix ans.

A cette cadence, il faut s'attendre à ce que le «free heat» joue un rôle essentiel dans le chauffage.

On pense tout de suite au fait que dans les pays à climat doux le besoin de chauffage peut disparaître complètement de ce fait et être remplacé par la préoccupation de se débarrasser de ce «free heat» surtout aux époques où il concorde avec une température extérieure assez élevée et un apport de chaleur par l'ensoleillement.

Mais dès maintenant dans certains pays nordiques, le niveau de vie élevé et la longue durée des heures d'éclairage fait dès aujourd'hui jouer un rôle important au «free heat» dans le chauffage de maisons par ailleurs bien isolées.

Dans nos discussions d'aujourd'hui, n'oublions donc pas que le «free heat» sera considérablement plus élevé dans vingt ans qu'aujourd'hui et qu'il ne sera plus question de le considérer comme un élément accessoire pouvant être négligé en première approximation.
Il faut aussi avoir présent à l'esprit que les automatismes de régulation sont susceptibles de progrès très rapides et qu'ils résoudront, à bon marché, des problèmes plus compliqués que ceux que nous avons actuellement l'habitude de leur confier: les réactions rapides du chauffage à l'ensoleillement et au «free heat», l'adaptation du renouvellement de l'air au besoin réel des habitants présents dans le local, seront certainement des problèmes résolus.

Une autre évolution externe à laquelle il faut penser est la tendance à ce que les charges proportionnelles à la consommation effective de combustible deviennent relativement moins importantes en comparaison des charges fixes: coûts de la puissance installée en moyens de chauffage et charges fixes proportionnelles à la puissance du raccordement à un réseau, qu'il s'agisse d'un réseau de distribution de chaleur par eau chaude, d'un réseau de gaz ou d'un réseau électrique.
Pour l'électricité surtout, l'énergie nucléaire va faire baisser considérablement les charges proportionnelles à l'énergie consommée, mais pas les charges liées à la puissance maximum appelée qui deviendront l'élément principal du coût.
Comme par ailleurs le «free heat» va diminuer l'utilisation du chauffage, les «degrés jours» qui commandent la consommation de combustible vont devenir un élément moins primordial pour caractériser le coût du chauffage et on attribuera une importance croissante à la température minimum correspondant à l'extrême froid pour lequel on voudra pouvoir encore assurer un confort déterminé: le degré minimum deviendra un élément plus important que le total des degrés-jours de l'hiver.

En matière d'énergie, à l'échelle de la vingtaine d'années, on peut aussi prévoir la dislocation des bilans énergétiques actuels basés sur une commune mesure entre les différentes formes primaires de l'énergie: charbon, pétrole, gaz, forces hydrauliques, uranium.
Le seul moyen d'établir une commune mesure entre elles réside en effet dans les possibilités de substitution: quand on équipe une centrale hydraulique, on évite une centrale thermique qui consommerait du charbon. L'équivalent du kWh. hydro-électrique se trouve donc dans les tonnes d'équivalent charbon que l'on évite de consommer dans une thermique.
Ce sont actuellement les centrales électriques qui font la commune mesure entre le charbon et le fuel d'une part, l'hydraulique et l'uranium d'autre part.
Mais l'époque est en vue maintenant où dans les grandes régions interconnectées on n'équipera plus aucune centrale électrique au fuel ou au charbon et où les nouvelles consommations d'électricité seront assurées uniquement par des centrales nucléaires ou des centrales hydrauliques. Ainsi le secteur du fuel et du charbon ne sera plus relié au secteur de l'uranium et de l'hydraulique par des options de substitution.
Où trouveront-ils alors leur commune mesure? Peut-être dans le chauffage des locaux qui définirait alors de nouvelles équivalences?

Je prédirai plus volontiers l'éclatement des bilans énergétiques en deux: le bilan du fuel, du charbon et du gaz d'une part, le bilan de l'électricité de l'autre, sans commune mesure entre eux. Pas plus qu'il n'y a actuellement de commune mesure entre les bilans dans le domaine de l'énergie et dans le domaine de l'alimentation.

Soyons donc prudents si nous voulons situer le chauffage par rapport à d'autres besoins énergétiques pour un avenir un peu lointain.

Un point à ne pas oublier est que le chauffage n'est pas un but mais un moyen de réaliser un confort que la température caractérise en première approximation.

Une expérience banale montre cependant que l'on se sent plus confortable quand on respire l'air froid des montagnes sous un beau soleil que quand on respire un air chaud entre des murs froids.

La notion de température n'est en effet pas si simple; il faut distinguer la température de l'air qu'indique un thermomètre argenté et de très petites dimensions, et la température influencée par le rayonnement qu'indique un thermomètre placé dans une enceinte noire d'assez grandes dimensions.

Au soleil, les deux températures sont extrêmement différentes. Il est généralement admis que le confort est commandé par une température résultante qui est la moyenne entre les températures indiquées par les deux thermomètres auxquels je viens de faire allusion.

Il en résulte que le même confort peut être obtenu avec des dépenses d'énergie différentes suivant le rayonnement dont bénéficient les habitants du local. Toutefois à partir du moment où les murs et les fenêtres sont bien isolés, comme il est économique de le faire, l'équilibre s'atteint vite entre la température de l'air et celle des parois, de sorte que les différences de consommation d'énergie à température résultante égale deviennent très faibles.

Un autre élément du confort est l'écart de température entre la tête et les pieds: il n'est pas agréable que ces deux températures soient les mêmes et on accroît le confort si l'on élève légèrement la température du sol, mais il ne faut pas dépasser une certaine limite au-delà de laquelle la circulation du sang est troublée dans les jambes. L'optimum ne peut pas s'exprimer en degrés de différence de température entre l'air et le sol considéré en l'absence de pied, car la présence du pied trouble la sortie des calories et fait varier la température du sol. Le critère physique d'un chauffage par le sol est la puissance thermique sortant par unité de surface, en watts par mètre carré par exemple.

Ainsi un local bien isolé de l'extérieur et qui demande peu de watts/m² pour être chauffé par le sol est chauffé très confortablement par ce mode de chauffage. Au contraire un local peu isolé, ou dans un climat très froid, ne pourrait être chauffé uniquement par le sol sans dépasser la limite de puissance par unité de surface qui correspond à l'optimum de confort. Le chauffage par le sol ne peut

alors assurer qu'une partie de chauffage et doit être complété par un autre chauffage, au moins pendant les jours très froids.
Le renouvellement de l'air est un autre élément du confort, mais aussi une autre source de dépense d'énergie. Il suffit de peu de chose pour satisfaire convenablement aux besoins de la respiration, mais l'odeur est un élément du confort et appelle des renouvellements d'air bien plus considérables.
Par ailleurs le renouvellement de l'air est en général assuré tout à fait au hasard des défauts d'étanchéité des fenêtres et des portes et de la présence de cheminées. Une partie du renouvellement est due à des effets de thermosiphon parce que les défauts d'étanchéité sont à des hauteurs différentes et que l'air intérieur est plus chaud que l'air extérieur. Cet effet joue surtout dans les locaux à plusieurs étages ou à cheminées et n'assure la ventilation que proportionnellement à l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Mais la plus grande partie du renouvellement de l'air est due au vent et celui-ci est extrêmement variable, ce qui donne au renouvellement d'air un caractère très irrégulier et irrationnel.
De plus les besoins diffèrent beaucoup d'une heure à l'autre puisque les locaux sont souvent inoccupés et parfois au contraire très remplis d'occupants.
Ainsi de grosses économies seraient possibles sur le renouvellement de l'air, compte tenu de ce que la santé n'est pas en cause puisque le problème de l'odeur prime celui de la respiration et que l'odorat est un détecteur très sûr de la suroccupation d'une pièce. La sécurité n'est donc en cause que dans la mesure où l'air serait vicié, par autre chose que par des êtres vivants, comme dans le cas de fuite de gaz.
Peut-être dans l'avenir s'orientera-t-on vers les aérations contrôlées par un système de ventilation qui pourrait être commandé soit par un détecteur d'anhydride carbonique, soit simplement par un détecteur d'humidité qui pourrait suffire à caractériser la forte occupation des pièces.
Le problème se pose alors de savoir s'il vaut mieux que la ventilation soit assurée par aspiration de l'air vicié, ce qui met la maison en très légère dépression par rapport à l'extérieur, ou s'il vaut mieux au contraire mettre le ventilateur, accompagné d'un filtre de poussières, à l'entrée de l'air et maintenir la maison en très légère surpression. Le problème mérite discussion, compte tenu de ce que les murs légèrement poreux sont humidifiés dans la deuxième solution si les peintures ne sont pas tout à fait étanches, tandis qu'ils sont au contraire asséchés dans la solution de la dépression, ce qui est beaucoup plus favorable à leur isolation thermique.
Toutes ces questions du renouvellement de l'air méritent certainement d'être examinées. Il est bon d'avoir bien présent à l'esprit que la dépense d'énergie pour renouvellement de l'air se découple parfaitement de la dépense d'énergie du fait de la conductibilité thermique des parois et des vitrages. On peut donc raisonner séparément sur l'optimum de renouvellement d'air et sur l'optimum d'isolation. Si, par exemple, un local est mal isolé, ce n'est pas une raison pour y ajouter une perte supplémentaire d'énergie par un renouvellement excessif d'air et inversement, si un immeuble est trop aéré, ce n'est pas une raison pour ne pas l'isoler. La physique nous montre que les deux problèmes sont découplés. Ce serait donc obscurcir inutilement les discussions que de les mélanger.
En particulier le problème des récupérateurs de chaleur entre l'air sortant et l'air entrant, qui sont peut-être rentables dans les climats froids, peut être étudié tout à fait indépendamment de l'isolation même des locaux.

Une autre caractéristique importante des immeubles chauffés est la constante de temps qui résulte de leur inertie thermique et de leur isolation.
Une longue constante de temps a des avantages évidents: un coup de soleil ne provoque pas une montée excessive de la température avant même que l'on ait pu la contrôler, ce qui conduit souvent à l'ouverture immédiate des fenêtres et à un gaspillage de chaleur.
Un arrêt accidentel de chauffage n'entraîne qu'une baisse très lente de la température. Déjà les constantes de temps normales des locaux permettent sans aucun inconvénient de couper un chauffage électrique aux heures des plus fortes charges de cuisine, de sorte qu'il est possible d'éviter que les deux appels de puissance s'ajoutent l'un à l'autre. Mais plus la maison est isolée et a de l'inertie thermique et plus le chauffage peut être interrompu pendant un temps plus long, ce qui permet d'utiliser une énergie moins coûteuse.
C'est seulement dans le cas des résidences secondaires qu'une constante de temps élevée présente des inconvénients en exigeant beaucoup plus de temps pour la montée en température chaque fois que l'on remet le chauffage en service.
On ne manque d'ailleurs pas de moyens d'agir sur la constante de temps thermique des locaux: par exemple celle-ci est beaucoup plus élevée si l'isolation est reportée à la surface extérieure des murs que si on la place à l'intérieur. Sans doute cela pose certains problèmes constructifs, mais inversement cela supprime plus aisément les ponts thermiques au droit des murs intérieurs, des cloisons et des planchers qui ne sont pas faciles à éviter avec une isolation par l'intérieur et qui entraînent des pertes de chaleur notables.

Une des difficultés résulte de la concurrence entre les divers moyens qui permettent d'amener l'énergie du chauffage dans les immeubles: l'eau chaude des distributions de chauffage urbain, le gaz, les produits pétroliers, le charbon et l'électricité.
Il faut se féliciter de cette concurrence qui abaisse le prix auquel les usagers peuvent se procurer le chauffage.
A ce point de vue, il y aurait certainement intérêt à ce que chaque usager ait la plus entière liberté de choix du mode de chauffage qui convient le mieux à la réalisation de son confort, étant entendu qu'on lui ferait payer le moyen de chauffage au coût marginal total nécessaire pour le desservir.
Cependant il faut éviter les doubles investissements exagérés dans les réseaux d'amenée des fluides et les troubles supplémentaires que les travaux correspondants apportent à la circulation dans les villes.
Ce dernier aspect économique mérite considération; mais il ne faut pas oublier l'infirmité de nos calculs économiques lorsque des évolutions techniques imprévisibles peuvent intervenir à l'échelle d'une vingtaine d'an-

nées. La souplesse de recours ultérieur à un système autre que celui qui apparaîtrait aujourd'hui comme le plus économique peut être ultérieurement très bénéfique si les conditions techniques viennent à changer profondément.

La comparaison économique entre moyens de chauffage différents est un problème difficile.

En effet ce ne sont pas seulement les niveaux des prix des différents moyens de chauffage qui sont différents mais la structure même de ces prix.

Par exemple une installation de chauffage au fuel n'a pas un coût proportionnel à sa puissance thermique: la cheminée, la cuve à fuel, le local nécessaire exigent un certain minimum de dépense. Ainsi le coût de l'installation est-il la somme d'un terme fixe indépendant de la puissance thermique et d'un terme fonction de la puissance thermique et qui lui est sensiblement proportionnel.

Dans un chauffage à gaz, le terme fixe existe encore mais il est sensiblement plus faible.

Dans le chauffage électrique au contraire, il n'y a pas de charge fixe. Il aurait pu y en avoir si l'électricité n'était pas de toute façon nécessaire pour d'autres usages. Ces charges fixes ne sont pas bien grandes et concernent le branchement, le compteur, le disjoncteur d'abonné; elles sont faibles et de toute façon nécessaires pour l'éclairage car on ne peut plus envisager de construire une maison sans électricité.

Cela explique que si l'on augmente l'importance de l'installation électrique, les dépenses d'installation augmentent proportionnellement: une toute petite installation de chauffage comporte simplement l'addition de quelques prises de courant, le renforcement de quelques sections de cuivre, et encore pas toujours maintenant que les autres usages domestiques exigent une forte puissance. Si le chauffage est plus important, les canalisations deviennent plus importantes. Au total, le coût de l'installation est très sensiblement proportionnel à la puissance nécessaire, sans comporter le terme fixe.

Cette différence de structure des coûts, tout à fait indépendamment du niveau même des prix, a des conséquences logiques qui méritent considération:

Pour chaque système de chauffage, il existe une isolation optimum de l'immeuble qui se calcule par un raisonnement marginal: il faut pousser l'isolation jusqu'au point où, si on l'augmentait encore un peu, l'accroissement des dépenses d'isolation ne serait plus tout à fait compensé par la réduction des dépenses actualisées de chauffage.

Un raisonnement de pure logique permet de comparer les isolations à réaliser suivant que l'on adopte l'un ou l'autre de deux modes différents de chauffage et permet de démontrer ce théorème que si les deux modes de chauffage sont compétitifs entre eux, la différence entre les coûts des isolations de l'immeuble dans l'un et l'autre cas est égale à la moitié de la différence entre les termes fixes des coûts des chauffages.

Ainsi si l'électricité et le fuel sont compétitifs en tenant compte de toutes les dépenses sans exception pour chauffer une maison, on doit consacrer un peu plus de dépense à l'isolation si l'on choisit le chauffage électrique, et le supplément de dépenses ainsi mis dans l'isolation est égal à la moitié de ce qu'aurait été le terme fixe dans le chauffage au fuel.

Une série de théorèmes analogues régissent par exemple le cas où une préférence systématique est donnée à un mode de chauffage.

Aussi apparaît-il justifié maintenant de traiter plus scientifiquement les comparaisons entre modes de chauffage et, si l'on rapporte des séries de résultats empiriques, il est utile de vérifier qu'ils concordent bien avec les relations que dégage l'étude logique du problème.

D'une manière générale ce n'est qu'en abordant dans un esprit de plus en plus scientifique l'étude de ces problèmes qu'il sera possible de les tirer au clair avec l'aide d'observations quantitatives sur des immeubles en exploitation et d'expérimentations systématiques dans des laboratoires convenablement équipés.

Les conclusions à en tirer seront variables dans l'espace, car les climats sont très différents même à l'intérieur de l'Europe. En particulier la température la plus froide que l'on veut pouvoir passer sans abaisser la température intérieure, avec une probabilité de défaillance limitée à quelques jours par an, varie non seulement avec la latitude et l'altitude mais aussi avec le caractère continental ou maritime du climat.

Mais la variation dans le temps sera encore beaucoup plus importante que la variation dans l'espace: au cours de la vie des installations de chauffage que nous équipons aujourd'hui, des évolutions considérables atteindront le niveau de vie, l'importance du «free heat», le niveau et surtout la structure des prix des diverses énergies.

Les équipements de chauffage engagent l'avenir pour plusieurs dizaines d'années. C'est donc sous le signe de ces évolutions futures que doit être étudié ce problème.