

Froid, chauffage, santé

Cold, heat and health

Michel GAUTHIER¹

Résumé

Le froid constitue une agression à laquelle le corps humain doit faire face. Le confort moderne offre de nombreuses possibilités pour se défendre contre le froid, soit par des vêtements de mieux en mieux adaptés, soit en utilisant différents modes de chauffage qui sont de plus en plus performants mais ne sont pas sans générer des risques sanitaires. L'objectif de cet article consiste à détailler les risques induits pour pouvoir mieux les maîtriser.

Mots-clés

Modes de chauffage, confort thermique, systèmes de chauffage, risques sanitaires.

Se protéger du froid est un besoin vital comme boire, manger ou dormir ; la seule solution en extérieur, pas toujours accessible aux plus démunis, consiste à s'habiller chaudement grâce à des vêtements qui, aujourd'hui, peuvent être très efficaces.

Jusqu'au milieu du XX^e siècle, les habitations étaient peu chauffées. Le confort moderne a permis le développement de modes de chauffage qui ont généré de nouvelles nuisances. Lesquelles ? Et quelles sont les bonnes pratiques pour les éviter ? Pourtant, en France, certains, par manque de moyens, se chauffent insuffisamment et induisent ainsi des conséquences sanitaires néfastes.

Un premier rappel souligne les effets délétères du froid en tant que tel, en fonction de son intensité et de sa durée.

Un deuxième rappel, préalable à l'examen des problèmes rencontrés dans les locaux chauffés, porte sur la transmission de la chaleur, les sources de pertes thermiques et les inconforts ressentis dans les locaux.

Abstract

The cold constitute an assault against the human body. The modern comfort provides many opportunities to defend themselves against it, either with better and better appropriate clothing or by using different heating modes which are more and more efficient, even these imply health risks. The purpose of this article is to detail the risks induced in order to better avoid them.

Keywords

Heating modes, thermal comfort, heating system, health risks.

La troisième partie présente les différents modes de chauffage utilisés dans les locaux habités avec les risques directs ou indirects qu'ils induisent sur la santé, et les moyens de les éviter.

Cette présentation a pour objectif de montrer que :

- d'une part, l'évolution très récente des technologies contribue grandement à l'amélioration de l'efficacité des systèmes de chauffage et des conditions sanitaires des locaux ;
- d'autre part, il est possible d'agir individuellement pour pallier les inconvénients sanitaires des modes de chauffage.

1. Les effets délétères du froid

1.1 Agression modérée occasionnelle

Lorsque l'on est exposé au froid, la réaction normale de l'organisme est double : accroître la production de chaleur dans le corps (accélération

du métabolisme) et réduire les déperditions de chaleur corporelle.

1.1.1 Accélération du métabolisme

Le frisson, par la contraction des muscles, double la chaleur produite en consommant des sucres présents dans les muscles (glycogène), puis le foie reconstitue ces réserves. Lorsque les frissons ne suffisent pas à maintenir la température corporelle, des processus métaboliques plus complexes s'activent (thermogénèse métabolique). Tous ces processus consomment des réserves, entraînent une fatigue et affaiblissent les défenses naturelles. Ils ne portent pas à conséquence chez les adultes mais, chez les enfants, les personnes âgées et certains malades, ce stress peut s'avérer difficile à supporter et entraîner des complications graves avec, parfois, des accidents mortels.

1.1.2 Réduction des pertes thermiques

Pour maintenir la température corporelle, le corps utilise une seconde stratégie : la contraction des vaisseaux près de la peau. C'est la vasoconstriction. La température de la peau et des muqueuses descend en dessous de la température normale de 37 °C, ce qui réduit les pertes thermiques. Cependant, cette vasoconstriction engendre une fragilité de la peau puis progressivement des atteintes plus graves qui peuvent aller jusqu'à la nécrose.

Contrairement à une idée courante, se frictionner peut s'avérer très néfaste dans cette situation. Il est de même fortement déconseillé de s'exposer à une source de chaleur vive. Il convient, en priorité, de se protéger du vent ou des intempéries puis de se réchauffer avec une source à température modérée. Plus les engelures sont sévères, plus la chaleur utilisée devra être faible.

Pour les gelures graves, les soins doivent impérativement être prodigués en milieu hospitalier.

1.2 Les agressions modérées répétées

La répétition de ces épisodes entraîne une réduction des défenses de l'organisme. Des maladies opportunistes s'installent et des maladies habituelles par temps froid, comme la

grippe, peuvent prendre des formes plus sévères observées non seulement chez les SDF, mais aussi dans des familles démunies qui n'ont pas les moyens de chauffer décentement leur logement (précarité énergétique), d'autant que l'insuffisance de protection au froid s'accompagne souvent de malnutrition.

Dans un éditorial du *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*², Martin Hirsch faisait remarquer que « l'espérance de vie des plus pauvres en France est plus proche de l'espérance de vie au Sierra Leone (34 ans), pays qui a l'une des espérances de vie les plus courtes au monde, que de l'espérance de vie de l'ensemble de la population française. Autrefois, la pauvreté tuait brutalement. Aujourd'hui, elle tue tout aussi sûrement, mais plus lentement ». Dans cette même publication, l'espérance de vie des SDF est estimée à 45 ans.

1.3 Hypothermie

La régulation thermique du corps s'effectue autour de 37 °C. Si, soumis au froid, ses pertes thermiques dépassent ses capacités, le corps se refroidit. Lorsque sa température descend au-dessous de 35 °C, il entre en hypothermie. Celle-ci engendre non seulement un stress métabolique important mais aussi un stress psychologique.

L'hypothermie est très dangereuse parce que ses symptômes apparaissent de façon si progressive que les victimes et leur entourage ne les remarquent souvent que tardivement. La gravité des conséquences est, bien entendu, largement influencée par l'état de santé de la personne en hypothermie.

Les conséquences sont d'autant plus sérieuses que l'hypothermie est importante. Jusqu'à 32 °C (hypothermie légère), une prise en charge rapide évite en général une issue fatale. Entre 28 °C et 32 °C (hypothermie sévère) les complications sont la règle avec une probabilité de séquelles persistantes, et le risque vital est engagé. Une prise en charge hospitalière est indispensable et urgente, (on réchauffe le patient par l'intérieur, grâce à la mise en place d'une circulation sanguine extracorporelle). En dessous de 28 °C (hypothermie profonde) les chances de survie sont réduites (arrêt du cœur, atteintes cérébrales ou mort par épuisement).

En France, aujourd'hui, ces pathologies sont devenues courantes chez les SDF, même en

l'absence de grands froids.

2. Pertes thermiques, rappels préliminaires

Le maintien d'une température modérée dans les locaux l'hiver procède d'un équilibre entre les déperditions de chaleur vers l'extérieur et les apports de chaleur dans le local. Cet équilibre dépend de la qualité de l'isolation thermique, de l'écart de température entre extérieur et intérieur, et de la quantité de chaleur apportée.

2.1 La transmission de la chaleur se fait suivant trois modes : radiation, conduction, et convection.

Le chauffage par radiation est familier : c'est la chaleur des rayons du soleil ou de celle d'un bon feu. Tous les corps émettent un rayonnement.



Figure 1

Un SDF de 59 ans, ex-légionnaire, mort de froid dans la rue à Paris (AFP 28/10/2012).

A homeless man of 59 years, ex-legionnaire, died of cold in the street in Paris.

Aux températures ambiantes, ce sont les infrarouges qui transportent cette chaleur, que ce soit un apport (rayonnement reçu) ou une déperdition de chaleur (rayonnement émis). C'est ainsi que les murs se refroidissent en émettant des rayons infrarouges vers l'extérieur.

La conduction est la propagation de la chaleur par la matière (solide, liquide et gazeuse). Elle joue un rôle très important dans les pertes thermiques des locaux car les matériaux de construction conduisent très bien la chaleur. Sans isolation, les murs se comportent comme des caloducs qui transportent vers l'extérieur la chaleur prise à l'air intérieur ambiant.

Si l'air ne nous isole pas, c'est qu'intervient la convection : l'air se refroidit au contact des murs et des fenêtres, et descend vers le sol, ce qui assure un brassage et un refroidissement progressif de tout l'air intérieur.

L'exemple des vitrages permet de détailler ce mécanisme : dans le cas d'un vitrage simple (c'est-à-dire sans espace d'air ou de gaz), la transmission de chaleur entre les deux faces du verre se fait uniquement par conduction. Le taux de déperdition de chaleur est particulièrement important car le verre est très bon conducteur de la chaleur. Un double-vitrage simple réduit très nettement ces pertes, sans que l'épaisseur d'air joue un rôle déterminant, car l'air du double-vitrage isole de la conduction, mais pas de la radiation. La paroi du verre intérieur émet des infrarouges vers l'extérieur à travers l'air du double-vitrage. Depuis une vingtaine d'années, des doubles-vitrages à haute performance (basse émissivité) sont recouverts par une couche réfléchissant les infrarouges. Les pertes par rayonnement sont ainsi fortement réduites. Une amélioration complémentaire peut être obtenue en remplaçant l'air par de l'argon ou du krypton.

Épaisseur de gaz	Doubles-vitrages simples 4-x-4			Doubles-vitrages à basse émissivité 4-x-4			Triple-vitrage
	Air	Argon	Krypton	Air	Argon	Krypton	
6 mm	3,3	3,0	2,7	2,5	2,0	1,4	2,3
9 mm	3,0	2,8	2,6	2,0	1,6	1,0	2,0
12 mm	2,9	2,7	2,6	1,7	1,3	1,0	1,9
15 mm	2,7	2,6	2,5	1,5	1,1	1,0	1,8
20 mm	2,8	2,6	2,6	1,4	1,2	1,1	1,7

Tableau 1

Coefficient de transmission thermique ($W/m^2/K$) de différents doubles-vitrages isolants.

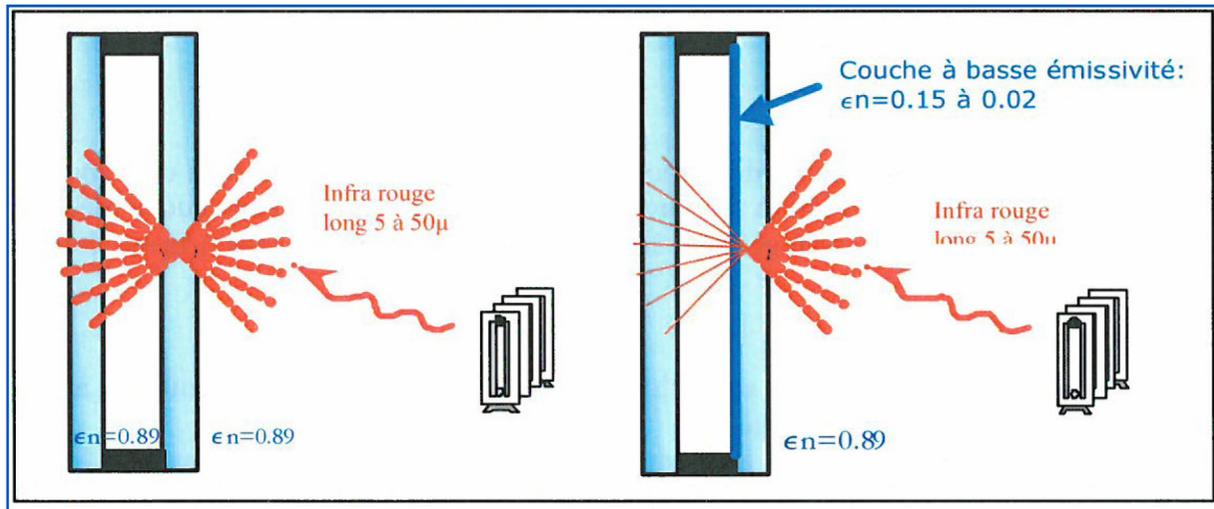


Figure 2

Double-vitrage et double-vitrage à basse émissivité (source : Hirsch, 2007, p. 8).
 Double-glazing and low emissivity double-glazing.

Le tableau 1 donne le coefficient de transmission thermique pour différents types de vitrages.

Remarques :

Les vitrages à hautes performances sont encore peu utilisés en France bien que leur surcoût soit amorti en deux à trois ans.

Ce tableau montre le peu d'intérêt des triples-vitrages par rapport aux vitrages à basse émissivité.

Les vitres, qui sont souvent les parois les plus froides d'un logement, sont source d'inconfort, même quand la température du local est suffisante. En effet, notre corps est sensible aux infrarouges émis par les murs et parois. Un déficit d'émission est perçu comme une source de froid !

Pour conclure, la rénovation de l'isolation des locaux s'impose de plus en plus car :

- pour l'utilisateur final, le coût des énergies augmente rapidement tandis que les techniques d'isolation font de grands progrès. Mieux isoler devient rapidement rentable.
- pour l'État, une partie de l'énergie est importée et pèse dans la balance commerciale donc sur la dette du pays. Réduire la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux est un impératif économique et politique pour respecter les engagements internationaux de la France.
- pour les générations futures, le gaspillage énergétique conduit à un épuisement des ressources fossiles et à des dérèglements climatiques sur une période pluriséculaire.

3. Les principaux systèmes de chauffage et leurs risques sanitaires

Les systèmes de chauffage génèrent trois types de risques distincts :

- un risque intrinsèque : indépendamment de la source de chaleur, le fait de chauffer un local assèche l'air, ce qui provoque des dangers pour la santé.
- le confinement de l'air dans les locaux, souvent pratiqué par temps froid, a des conséquences délétères importantes.
- les sources primaires de chaleur sont à l'origine de nombreux problèmes sanitaires et dépendent très largement du système utilisé : chauffage individuel ou collectif, nature de la source (bois, charbon, fuel, gaz, nucléaire), moyens utilisés pour minimiser les rejets polluants.

3.1 Air trop sec

Tout système de chauffage assèche l'air, et plus la température de chauffage est élevée, plus le taux d'humidité est déficitaire. Un taux d'humidité inférieur à 40 % est néfaste pour la santé. C'est le taux d'humidité obtenu lorsqu'on chauffe à 20 °C un air extérieur humide ayant une température de 7 °C !

Plus la température extérieure est basse, plus le taux d'humidité absolue diminue. En hiver, sans précaution particulière, l'hygrométrie des locaux est, le plus souvent, nettement inférieure à ce seuil de 40 %. Contrairement à une idée

répandue, aérer les locaux, pratique bénéfique par ailleurs, n'a aucun effet positif sur la sécheresse de l'air, au contraire. Or les normes de VMC de base sont très élevées au regard du maintien d'une hygrométrie de bonne qualité, c'est-à-dire comprise entre 40 et 50 %.

En quoi la sécheresse de l'air est-elle néfaste ?

La conséquence la plus directe d'une humidité insuffisante est l'assèchement des muqueuses et de la peau.

Effets directs : les muqueuses sèches sont non seulement inconfortables, mais elles deviennent surtout plus sensibles à une cohorte de maladies de toute nature : rhumes, rhinites, bronchites, angines, conjonctivites, etc. La peau est plus sensible aux gerçures, des eczémas sont possibles.

Effets indirects : la sécheresse entraîne également un accroissement du taux de poussière dans l'air, source de pathologies.

Quelles sont les précautions à prendre ?

La première précaution est de s'humidifier soi-même, c'est-à-dire de boire en quantité suffisante car, lorsque l'air est sec, respirer déshydrate et, corrélativement, chaque respiration humidifie l'air. Dans un logement avec une ventilation de bonne qualité³, cet apport est significatif⁴.

La seconde précaution consiste à limiter la température, en particulier la nuit dans les chambres. Il n'est pas utile de chauffer une chambre à plus de 17° à condition d'utiliser une bonne couette, ce qui ne dispense pas d'aérer quotidiennement au moins un quart d'heure pour compenser l'oxygène consommé pendant la nuit.

La solution la plus simple pour atteindre le seuil d'humidité de 40 % est d'installer des humidificateurs. Encore faut-il que la maison soit assez uniformément isolée sinon la vapeur d'eau se condense sur les zones froides, et des moisissures se développent aux points de condensa-

tion, elles aggravent les pathologies respiratoires.

D'autre part, tous les types d'humidificateurs ne se valent pas d'un point de vue sanitaire. Il existe trois types d'évaporateurs : à vapeur froide, l'eau est absorbée par un papier buvard et s'évapore naturellement ; à ultra-sons, l'eau est vaporisée en fine gouttelettes ; et à vapeur chaude, l'évaporation de l'eau est forcée par un chauffage.

Les évaporateurs à vapeur froide sont les plus recommandables, car les évaporateurs à ultra-sons émettent des poussières fines de calcaire, et les évaporateurs à vapeur chaude, outre leur consommation électrique significative, peuvent facilement provoquer un taux d'humidité trop élevé. En tout état de cause, les humidificateurs doivent être nettoyés régulièrement, car l'eau stagnante est un excellent réservoir à bactéries⁵ !

Un taux d'humidité supérieur à 50 % favorise le développement des acariens, source très fréquente de problèmes respiratoires. Se doter d'un hygromètre fiable est le premier investissement à recommander !

Lorsque le chauffage est fourni par des radiateurs classiques, les bons vieux évaporateurs sont une solution efficace et économique. Cependant, ce récipient chaud favorise le développement bactérien.

Dans les habitats de haute qualité environnementale, la solution réside dans des systèmes de ventilation double flux « hydro-réglables ». L'air intérieur qui est extrait sert à réchauffer l'air frais en provenance de l'extérieur, et le taux d'humidification de l'air renouvelé est ajusté. L'humidité de l'air est optimale et les factures de chauffage minimales.

Certaines variétés de plantes⁶ d'appartement constituent d'excellentes solutions à ce problème, avec l'inconvénient qu'une plante demande un minimum d'entretien voire même des pulvérisations de biocides !

Températures	-5 °C	0 °C	14 °C	20 °C	23 °C
Taux d'humidité	100 %	69 %	26 %	18 %	15 %

Tableau 2

Taux d'humidité obtenu lorsque l'on chauffe un air extérieur humide par temps de gel (-5 °C).

3.2 Air vicié

Nous passons 70 à 90 % de notre temps dans des locaux confinés, qu'il s'agisse d'espaces privés (logements individuels ou collectifs), de bâtiments professionnels (bureaux et commerces) ou de lieux accueillant du public (transports, administrations, écoles, hôpitaux, salles de sport et de cinéma, etc.). Or ce n'est que très récemment que la qualité de l'air dans les locaux a été étudiée⁷. Les études ont mis en évidence des niveaux de pollution non négligeables liés à des sources de polluants provenant des locaux eux-mêmes plus que de l'air extérieur.

Il est tentant, pour réduire les factures de chauffage, d'obstruer les prises d'air réglementaires et de bloquer ainsi le renouvellement d'air. Cette pratique est particulièrement néfaste, car elle conduit à accroître la concentration de produits malsains dans l'atmosphère inhalée. Les problèmes de santé dus à ces pollutions sont multiples et recouvrent des manifestations cliniques très diverses, qui, pour la plupart, ne sont pas spécifiques des polluants détectés. La mise en évidence des relations de cause à effet est de ce fait particulièrement difficile.

Ce qui est par contre certain, c'est un développement très inquiétant de certaines pathologies⁸ dues à l'ensemble de ces produits présents dans l'air des locaux.

« L'ensemble des maladies allergiques (asthme, rhinite, conjonctivite, allergie alimentaire, etc.) concerne 25 à 30 % de la population dans les pays industrialisés. Leur prévalence a considérablement augmenté au cours des 20-30 dernières années (INSERM). En France, 13 % des enfants de 11 à 14 ans ont déjà eu de l'asthme dans leur vie. Le coût du traitement de l'asthme pour l'Assurance maladie est estimé entre 200 et 800 M€ par an (ANSES, 2007). Le tabagisme passif augmente le risque de cancer du poumon des non-fumeurs de 20 à 30 %. Le monoxyde de carbone est responsable annuellement d'une centaine de décès et d'environ 1 300 épisodes d'intoxication, impliquant environ 4 000 personnes exposées (Verrier et al., 2010).

En ce qui concerne la légionellose, depuis 2005, une diminution régulière du taux d'incidence s'était amorcée en France. En 2010, avec 1 540 cas, on assiste à une augmentation de 28 % du nombre de cas par rapport à 2009, soit un taux d'incidence en France métropolitaine de 2,4

pour 100 000 habitants (Campese et al., 2011). Le coût des effets d'une mauvaise qualité de l'air intérieur en France, calculés selon les indicateurs globaux de détrimement sanitaire utilisés par l'OMS, sont aujourd'hui estimés entre 12,8 et 38,4 milliards d'euros par an (Jantunen et al., 2011). »

3.3 Pollution des locaux par les systèmes de chauffage

Hormis le chauffage électrique et les maisons passives (cas marginal), la source de chaleur provient d'une combustion plus ou moins locale. Toutes les sources d'énergie présentent des dangers. Quels sont-ils ? Certains peuvent être évités, d'autres sont plus ou moins bien maîtrisés.

Les impacts sur la santé des systèmes de chauffage dépendent de plusieurs facteurs :

- la nature de la source de chaleur ;
- les caractéristiques de l'unité de chauffe ;
- la taille et la localisation de l'unité de chauffe ;
- le respect des consignes d'utilisation.

3.3.1 Chauffage par radiateurs électriques

C'est un cas particulier de production énergétique centralisée. De ce fait, l'impact sur la santé n'est pas directement perceptible dans les locaux habités.

Ce type de chauffage a l'avantage, pour l'utilisateur, de ne pas nécessiter de stockage de combustible puisque la production d'électricité est externe, le plus souvent, dans de grandes unités.

L'analyse des avantages et des inconvénients de ces centrales, en termes d'émissions de pollution et d'impact sur le climat, sort du cadre de cet article. Un cas particulier mérite cependant d'être cité, celui des centrales au charbon car, d'une part, elles sont en forte augmentation depuis peu, d'autre part, elles constituent sans conteste le cas le plus dangereux. Une analyse précise en est faite dans un récent article de Jean-Marc Jancovici : « Est-ce dangereux d'utiliser le charbon »⁹.

Globalement, le chauffage par radiateurs électriques et la production électrique par combustion d'énergie fossile ne se justifient pas d'un point de vue économique ou ne sont pas économiquement justifiés : le rendement global du chauffage est inférieur d'au moins 50 % à celui d'une combustion locale !

Quant aux énergies alternatives, éoliennes et solaires photovoltaïques, encore peu développées, elles posent de redoutables problèmes de coût et d'utilisation, inhérentes à leurs caractéristiques de production intermittentes¹⁰. L'exemple allemand est d'actualité et en plein débat dans ce pays.

En revanche, le chauffage par pompe à chaleur présente un rendement global satisfaisant.

3.3.2 Chauffage par pompes à chaleur

La pompe à chaleur chauffe en utilisant une source externe à température inférieure à celle du local chauffé. Le coefficient de performance (rapport entre l'énergie utilisée et la quantité de chaleur produite), est largement supérieur à un, mais dépend principalement de trois facteurs : l'écart de température entre la source externe et le local chauffé, la variabilité de la température de la source externe, la technologie utilisée.

Le système « air-air » est la solution la plus simple et nécessite l'investissement le plus faible. Les calories sont puisées dans l'air extérieur ambiant et restituées par soufflage d'air chaud dans le local. Pourtant, ce système présente deux inconvénients : le coefficient de performance décroît lorsqu'il fait froid à l'extérieur, tandis que le rendement d'un appareil qui doit s'adapter à une gamme étendue de températures extérieures est largement inférieur à celui des appareils qui utilisent une source à température constante.

Les systèmes « air-eau » : les calories sont également puisées dans l'air extérieur ambiant et restituées par des radiateurs classiques, avec les mêmes inconvénients que dans la solution précédente.

Les systèmes « eau-eau » : la chaleur est restituée par des radiateurs, mais les calories proviennent d'un milieu humide (rivière, étang, nappe phréatique) dont la température ne varie pratiquement pas. Le coefficient de performance est élevé et stable. Malheureusement, en zone urbaine, la disponibilité de cette « source externe » est le plus souvent largement inférieure aux besoins.

3.3.3 Géothermie

Bien qu'encore très peu utilisée, la géothermie est *a priori* une solution séduisante : elle consiste

à se chauffer en utilisant la chaleur qui règne naturellement dans la terre ; le plus souvent couplée à une pompe à chaleur, elle n'induit aucune nuisance particulière pour la santé.

Il existe trois sortes principales de chauffage par géothermie :

- la géothermie de surface : de l'eau circule dans des tuyaux enfouis à faible profondeur, environ un mètre. L'eau prend la température du sol, dans nos régions environ 16 °C, et une pompe à chaleur permet de se chauffer avec un coefficient de performance (COP) excellent, stable et élevé. Malheureusement, cette solution n'est praticable que pour des maisons individuelles, car la surface occupée par les tubes est de l'ordre du double de la surface à chauffer. De plus, le sol ne conduit correctement la chaleur que s'il est humide. Dans nos régions, le fonctionnement en climatisation est de ce fait aléatoire. Enfin, en cas de fuite dans le circuit enterré, les travaux de réparation sont coûteux et pénalisants pour la qualité du jardin !
- la géothermie verticale : une paire de tubes est enfoncée verticalement dans le sol à une profondeur de cent à deux cents mètres. Le fonctionnement du chauffage est similaire au cas précédent. Cette solution est bien adaptée aux sols de type granitique ou aux sols avec des

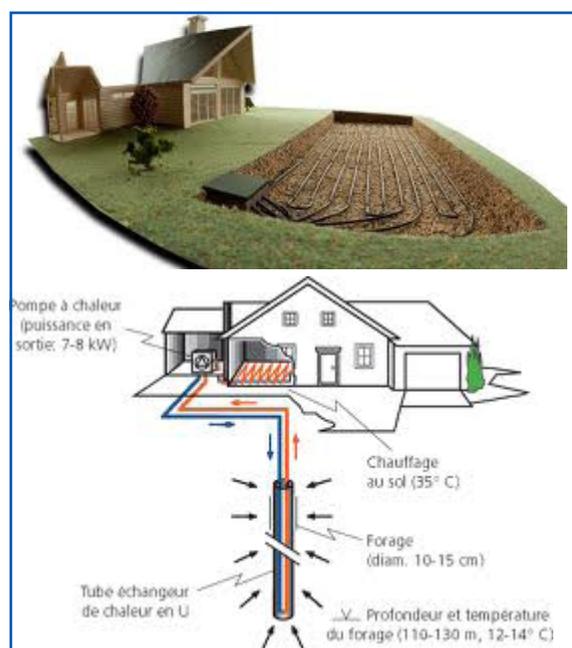


Figure 3

Géothermie de surface et géothermie verticale (source : Aixclim.fr référence 3 et référence 4 D, Vuataz, 2002).

[Geothermal energy near the surface and geothermal energy at medium depths.](#)

nappes phréatiques épaisses. L'exemple de Grenoble démontre que, comme dans le cas précédent, la solution est peu praticable en agglomération, car la ressource thermique du sol est très inférieure aux besoins de tous les bâtiments présents sur le territoire.

- la géothermie par source chaude : dans certains cas, globalement assez peu fréquents, on peut directement extraire du sol de l'eau chaude. Les problèmes rencontrés sont spécifiques à chaque site. En France, le bassin parisien, l'Alsace et la région aquitaine disposent de telles ressources en quantité significative.

3.3.4 Chauffage par appareils individuels

C'est ce type qui présente les plus grands risques, car les petits appareils sont moins performants que les chaudières de forte puissance des chauffages collectifs.

Toute combustion consomme de l'oxygène et rejette du gaz carbonique. Le besoin de renouvellement d'air est de ce fait important. Si cet apport est insuffisant, la qualité de l'air s'en ressent, mais aussi les risques d'émanation de CO, gaz inodore sans saveur et très toxique, sont élevés.

De plus, l'importance du renouvellement d'air entraîne une exigence d'humidification plus élevée et plus difficile à réguler.

3.3.4.1 Chauffage au bois

Le chauffage au bois, le plus ancien, est le moins onéreux, mais cumule les risques. Les chaudières modernes ont un bon rendement calorifique, de 55 à 70 %, suivant le type de chaudière¹¹. Une combustion défectueuse (effectuée à une température insuffisamment élevée) produit des résidus gazeux toxiques¹² et des cendres en volume important. Celles-ci, constituées par des particules fines, sont néfastes pour les voies respiratoires.

L'entretien annuel est impératif¹³. Les feux de cheminée peuvent avoir des conséquences catastrophiques.

Enfin, l'investissement initial est plus élevé qu'avec les autres solutions de chauffage individuel, et le stockage du bois requiert des volumes beaucoup plus importants que pour les énergies fossiles.

3.3.4.2 Chauffage au fioul

C'est une solution très répandue car l'alimentation de la chaudière et la régulation de la puissance de chauffe sont automatiques. Le fioul, dont l'achat contribue au déficit de la balance commerciale, émet des polluants toxiques, des gaz à effet de serre et encrasse les cheminées.

3.3.4.3 Chauffage au gaz par chaudières

Le gaz, peu disponible sur le sol français, offre une meilleure solution puisque le rendement des chaudières modernes est excellent. Lorsque la chaudière est bien entretenue, les rejets dans l'atmosphère sont nettement inférieurs à ceux des chaudières à fioul. Cependant, toute fuite de gaz peut conduire à des explosions dévastatrices.

3.3.4.4 Chauffage au charbon

En tant que chauffage individuel, ce type de chauffage en France, autrefois très développé, est tombé en désuétude en raison de la toxicité des fumées émises et des sujétions d'exploitation.

3.3.4.5 Chauffage par poêle à pétrole

Les poêles à pétrole sont des chauffages mobiles sans canalisation d'évacuation des fumées. Bien qu'autorisés à la vente mais particulièrement dangereux, ils sont souvent utilisés comme chauffage d'appoint pour des raisons financières. Ils sont la cause d'intoxications souvent mortelles (monoxyde de carbone), et peuvent provoquer des incendies.

3.3.5 Les chauffages collectifs

Dans un chauffage collectif, une ou plusieurs chaudières desservent un ensemble de locaux. Il s'agit, le plus souvent, d'immeubles de logements mais aussi de bureaux, d'écoles, d'hôpitaux, etc. La chaleur est le plus souvent distribuée par des radiateurs. Les seuls inconvénients directs dans les locaux habités sont liés à la sécheresse de l'air parfois également vicié en raison d'un confinement inapproprié.

Les chaufferies en elles-mêmes restent sources de problèmes de santé, mais par le biais de la pollution de l'air extérieur.

D'une façon générale, les chaufferies collectives sont d'autant plus efficaces, tant sur le plan énergétique que sur le plan environnemental,

qu'elles sont de facture plus récente et de plus grande puissance. Les chaudières de grande puissance utilisent des réseaux de chaleur et ne sont donc possibles qu'avec un urbanisme adapté. Malheureusement, la France est dans ce domaine très en retard par rapport à des pays comme l'Allemagne.

Les réseaux de chaleur présentent de nombreux avantages : leur rendement énergétique est excellent, leur taille leur permet de disposer d'un personnel de maintenance compétent et de rentabiliser des dispositifs d'épuration des fumées, autant d'atouts qui ne sont pas accessibles aux petites installations. Les combustibles utilisés sont variés, ce qui permet d'optimiser les coûts, tandis que les infrastructures sont évolutives.

1. Conclusions

Grace au progrès technique, le confort des lieux de vie a beaucoup progressé depuis le milieu du XX^e siècle, mais il a généré des risques sanitaires notables. L'examen de ces problèmes montre qu'une grande partie de ces risques peut être maîtrisée non sans une certaine vigilance. La question du chauffage se pose également au niveau collectif et doit répondre aux enjeux de la crise climatique et énergétique. Les moyens à mettre en œuvre pour améliorer la performance des systèmes de chauffage sont multiples, ils concernent à la fois les bâtiments et les équipements, ils reposent sur une ingénierie financière et technique qu'il faut faire progresser pour sortir de l'impasse énergétique actuelle.

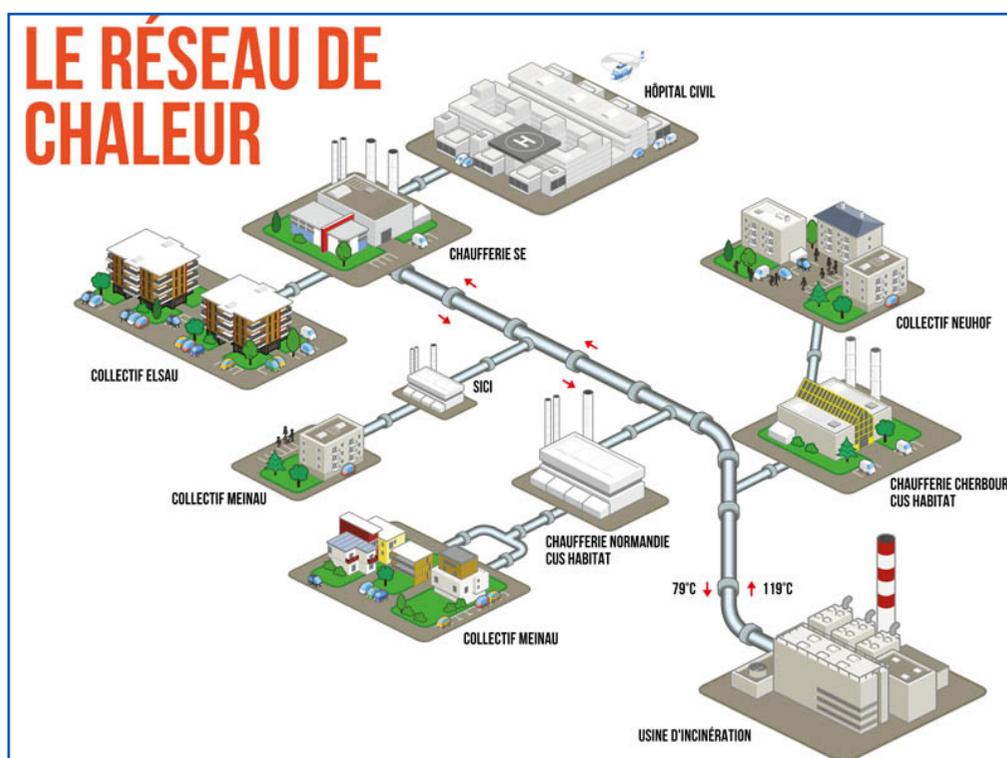


Figure 4

Réseau de chaleur de la Sénerval à Strasbourg (source : <http://www.senerval.eu>).
The Senerval's heating system.

1. Michel-francois.gauthier@m4x.org
2. Les inégalités sociales de santé en France en 2006 : éléments de l'état des lieux, *BEH* du 23 janvier 2007, Institut de Veille Sanitaire.
3. Les normes de ventilation varient de façon importante en fonction de la qualité du système de ventilation.
4. La respiration d'une personne constitue un apport d'environ deux litres d'eau par jour.
5. Une étude récente fait le point des avantages et inconvénients des humidificateurs : <http://www.rts.ch/emissions/abe/1367262-humidifiez-moi-le-blues-des-humidificateurs.html>

6. On peut citer, par exemple, la fougère de Boston et le Pothos.
7. Les premiers résultats officiels ont été publiés en France par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur en novembre 2006.
8. Deux dossiers assez complets sont disponibles (<http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx>) http://www.ors-idf.org/dmdocuments/rapport_pollairint.pdf. Le texte cité ci-dessous est extrait d'un document de l'Observatoire de l'Air Intérieur : <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=182> *expositions et effets sanitaires*.
9. Cf. http://www.manicore.com/documentation/petrole/danger_charbon.html méfaits du charbon
10. Cf. <http://www.contrepoints.org/2012/09/09/96674-allemande-de-nouvelles-centrales-a-charbon-pour-compenser-les-echecs-eolien-et-solaire>
11. Cf. ADEME http://www.costic.com/fileadmin/user_upload/6-Telechargements/Chaudieres_a_buches.pdf
12. HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.
13. Un entretien régulier est en premier lieu un impératif de sécurité, mais il améliore le rendement des poêles et réduit la pollution générée par la combustion. C'est au final une opération rentable !

Références

- Académie de Nice. (2012). *Dossier sur la qualité de l'air*, 4 janvier. [En ligne]. www.ac-nice.fr/tocqueville/pdf/riodocumentation.pdf
- AFSSET. (2007). Étude d'impacts sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution. Illustration avec l'asthme et le cancer. [En ligne]. Rapport d'analyse, octobre, www.anse.fr
- Campèse C. et al. (2010). La légionellose en France : augmentation du nombre de cas en 2010. [En ligne]. http://opac.invs.sante.fr/doc_num.php?explnum_id=7177
- Glaverbel (AGC Class Europe). (2004). Verre et isolation thermique. Note technique, [en ligne], www.idverre.net/veille/dostec/isolation-thermique/isolation-thermique.pdf
- Hirsch M. (2007). La réduction des inégalités de santé est au cœur de la cohésion sociale. *Bulletin épidémiologique mondial*, n° 2-3, 23 janvier.
- Humidifiez-moi ! Le blues des humidificateurs RTS.ch., [en ligne], émission du 10 février 2009, www.rts.ch/emissions/abe/1367262-humidifiez-moi-le-blues-des-humidificateurs.html
- Inserm. *Dossier d'information « Allergies »*. [En ligne]. <http://www.inserm.fr/thematiques/immunologie-hematologie-pneumologie/dossiers-d-information/allergies>
- Jancovici JM. Méfaits du charbon. [En ligne]. http://www.manicore.com/documentation/petrole/danger_charbon.html
- Jantunen et al. (2011). Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ). European Commission. Directorate General for Health and Consumers. Luxembourg.
- Kemm K. (2012). De nouvelles centrales à charbon pour compenser les échecs éoliens et solaire. [En ligne]. Environnement, matières premières et énergie, 9 septembre 2012. <http://www.contrepoints.org/2012/09/09/96674-allemande-de-nouvelles-centrales-a-charbon-pour-compenser-les-echecs-eolien-et-solaire>
- Observatoire de la qualité de l'air. [En ligne]. <http://www.oqai.fr/ObsAirInt.aspx?idarchitecture=182>
- Réseau de chaleur & agir pour l'environnement. <http://www.senerval.eu/senerval>
- Verrier A. et al. (2010). Les intoxications au monoxyde de carbone survenues en France métropolitaine en 2007. *BEH* du 12 janvier, n° 1.
- Vuataz FD. (2002). La chaleur de la Terre, une énergie propre et durable pour tous. [En ligne]. www.ader.ch/energieaufutur/energies/geothermie/