

Efficacité

Des foyers de masse thermique

1. Le taux de combustion du bois

Le « taux de combustion » du bois ou « rendement de combustion » est la mesure de la quantité de matière qui sera transformée en chaleur pendant la combustion. Plus la combustion sera complète, plus l'émission de polluants et la production de charbon imbrûlé dans les cendres seront faibles. Par conséquent, plus grande sera la quantité de chaleur dégagée.

Cependant, cet indicateur ne signifie nullement que cette chaleur dégagée par la combustion va se retrouver dans l'habitation car les pertes ne sont pas prises en compte. À la limite, un appareil pourrait effectuer une très bonne combustion du bois tout en ne transférant qu'une faible partie de la chaleur pour le chauffage effectif des pièces.

La plupart des poêles à bois récents ont maintenant un taux de combustion élevé, soit au-dessus de 90 %, et émettent peu de polluants, ce qui explique la popularité de cette mesure auprès des fabricants et des vendeurs par rapport au taux d'efficacité réelle, sensiblement (et forcément) plus bas. Les foyers de masse thermique ont un taux de combustion de plus de 97 % (à un taux d'humidité du bois aux alentours de 20 %)¹.

2. Le taux de transfert thermique, d'efficacité ou « de rendement saisonnier » d'un appareil

Le rendement qui intéresse le plus le propriétaire d'une habitation est celui de la chaleur dégagée par un combustible qui est réellement utile à l'habitation. Appelé « taux de transfert thermique », « d'efficacité » ou de « rendement saisonnier » d'un appareil, ce calcul du rendement tient compte des pertes dues aux cycles de chauffage, aux conduits, à la cheminée ou au système lui-même.

Les pertes dues aux cycles de chauffage s'expliquent par le fait que les premières minutes qui suivent l'allumage d'un poêle à bois sont moins efficaces en raison des températures moins élevées à l'intérieur de l'appareil et d'un fonctionnement à clefs ouvertes, pour les appareils qui en possèdent.

Les foyers de masse ont aussi un cycle d'efficacité : ils sont moins efficaces lors des premières minutes de l'allumage et au cours des premiers feux en début de saison de chauffe lorsque la masse est froide. En effet, l'efficacité croît en période hivernale lorsque la masse est maintenue chaude par la fréquence plus grande des feux.

¹ Lopez Labs (1997). *1997 Heater Tests at Lopez Labs*, disponible en ligne à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/msb/html/lopezc.htm>>.

Chaque allumage voit alors se rétrécir le temps nécessaire à l'atteinte des températures optimales. Ainsi, les foyers servant de chauffage unique ou principal au Québec sont plus performants que les mêmes foyers installés en appoint dans les résidences aux États-Unis ou en Colombie-britannique.

Les systèmes de chauffage central au bois (chaudières ou fournaies) présentent des pertes dans les conduits dans lesquels circulent les gaz ou le liquide caloporteur. Et il y a aussi des pertes par la cheminée, comme c'est le cas pour tous les types de poêles et de foyers, selon des taux différents.

La température retrouvée à l'intérieur de la cheminée est d'ailleurs un indicateur de l'efficacité d'un système. Dans le cas des foyers de masse, plus l'absorption de chaleur a été grande dans la masse du foyer (une chaleur qui sera restituée par la suite), plus la chaleur des gaz expulsés par la cheminée sera faible. Par conséquent, les pertes seront faibles.

L'efficacité d'un foyer de masse varie quelque peu en fonction de la qualité d'exécution et selon qu'il est fabriqué selon la tradition allemande, russe, suédoise ou finlandaise. Ce dernier, qui est le plus répandu, présente quelques variations d'efficacité selon le poids du cœur, la qualité du réfractaire utilisé, puis l'épaisseur et la conformation des conduits.

Il en va de même des appareils de chauffage au bois « évolués » dont l'efficacité dépend de la technologie utilisée. Selon Ressources naturelles Canada, le taux d'efficacité des poêles à bois « haute technologie » ou « à combustion évoluée » se situe entre 50 % et 80 %². L'Agence de l'efficacité énergétique du Québec estime, quant à elle, que les poêles à bois certifiés EPA ont une efficacité de 80 %³.

En France, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et la Fédération Française du Bâtiment (FFB) estiment que le taux de transfert des foyers de masse se situe entre 70 % et 85 %⁴. Ces études ont été réalisées sur des foyers de masse de type allemand, russe et finlandais.

Les études menées aux États-Unis⁵ indiquent que le taux de transfert des foyers de masse oscille entre 53 % et 75,5 %. Comme pour les études européennes, celles-ci ont été réalisées sur une certaine diversité de foyers de masse : allemands, russes, finlandais dont certains sont

² Consulté en ligne le 4 novembre 2005 à l'adresse suivante :

<http://oee.nrcan.gc.ca/publications/infosource/pub/home_f/Le_chauffage_electricite_chapitre3.cfm?text=N&printview=N>.

³ Consulté en ligne le 4 novembre 2005 à l'adresse suivante : <http://www.aee.gouv.qc.ca/section2/comp_couts.asp>.

⁴ Fiches sur les différentes techniques de chauffage au bois publiés par le Comité scientifique et technique des industries climatiques sous la direction de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) et la Fédération Française du Bâtiment (FFB), téléchargeable à l'adresse suivante : <<http://www.costic.com/communication/bois/presentation.phtml>>.

⁵ BARNETT, Stockton, (1992). *Summary report of the In-Home Emissions and Efficiency Performance of Five Commercially Available Masonry Heaters, prepared for The Masonry Heater Association*, OMNI Environmental Services, Document de présentation de la Masonry Heater Association disponible à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/docs/position.PDF>>; SENF, Norbert (1996). *Short Course en Masonry Heating Systems, Masonry Stove Builders/Lopez Labs*, disponible à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/msb/docs/course.PDF>>; SENF, Norbert (1997). *Defining Masonry Heater Association of North America*, disponible à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/docs/define2.PDF>>; HOUKK, James, E. et Paul E. Tiegs, (1998) *Residential Wood Combustion Technology Review*, Volume 1, OMNI Environmental Services Technical Report, U.S. Environmental Protection Agency, disponible à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/docs/rwc01.PDF>> ; SENF, Norbert (1996). *Low Emissions Residential, Cordwood Combustion in High Mass Appliances – Recent Research and Results*, Lopez Labs, Combustion Canada Conference, Ottawa ; PECHAN, E.H. (1993). *Emission factor documentation for AP-42 section 1.10 Residential Wood Stoves*, U.S. Environmental Protection Agency, disponible à l'adresse suivante : <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch01/bgdocs/b01s10.pdf>>.

préfabriqués. Des essais réalisés en 1997 par les *Laboratoires Lopez* sur des foyers finlandais préfabriqués (heat-kit heater), indiquent un taux de 73,8 %⁶.

Étant donné l'écart important entre les résultats et malgré que les foyers fabriqués par l'artisan Gabriel Callender semblent figurer parmi les plus performants, un taux conservateur de 73 % peut largement être retenu.

3. L'efficacité globale

Le taux de transfert d'un appareil ne suffit pas à rendre compte de l'efficacité globale d'un système de chauffage. Il est unanimement reconnu en Europe que l'inertie thermique joue un rôle non négligeable pour le confort d'hiver et d'été en réduisant les besoins de chauffage et de climatisation. L'*Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie* (www.ademe.fr) recommande de tenir compte de la notion d'inertie thermique dans la construction des bâtiments⁷.

L'inertie thermique est à distinguer de l'isolation thermique. Un isolant est un matériau léger qui emprisonne l'air et c'est l'air (emprisonné) qui isole. Or, en général, plus un matériau est léger, plus il contient d'air. La laine de verre, le « styrofoam » et la mousse de cellulose sont des matériaux isolants. Une maison légère très isolée va retenir l'air chaud à l'intérieur des pièces, à la mesure de ses infiltrations d'air (notamment par les portes et fenêtres).

En revanche, un matériau lourd (béton, pierre, brique pleine, fonte, eau, etc.) ne contient pratiquement pas d'air. On dit alors qu'il possède une inertie thermique (ou que sa masse thermique est importante) en raison de sa capacité à absorber une grande quantité de chaleur, à l'emmagasiner et à la dégager par la suite. L'inertie thermique d'un bâtiment dépend donc de sa capacité à stocker de la chaleur dans ses murs, ses planchers, son... foyer, etc. Plus les matériaux sont lourds, plus leur inertie est forte, et plus ils se réchauffent et se refroidissent lentement.

Depuis plusieurs années les pays d'Europe travaillent à quantifier l'apport de la masse thermique dans la performance thermique des bâtiments. Les chercheurs s'étaient d'abord rendu compte que, somme toute, les constructions anciennes faites de murs lourds « révélaient des indices affichant de très bonnes performances⁸ ». Leurs études ont par la suite démontré que, dans les contrées froides, l'idéal consiste à disposer d'une bonne masse thermique logée dans une enveloppe bien isolée. Les murs conçus selon cette approche sont appelés « murs-manteau »⁹. Au Québec, les fondations d'un sous-sol dont le béton est isolé par l'extérieur correspondent à cette appellation. C'est aussi le cas des murs en ballots de paille et mortier dont la paille, à l'intérieur des murs, sert d'isolant pour le mortier placé de chaque côté. Parce qu'il est situé à l'intérieur d'une maison isolée, un foyer de masse remplit la même fonction.

⁶ Lopez Labs (1997). *1997 Heater Tests at Lopez Labs*, disponible en ligne à l'adresse : <<http://www.mha-net.org/msb/html/lopezc.htm>>.

⁷ Guide pratique de l'ADEME, *Le confort d'été*, consulté en ligne le 7 novembre 2005 à l'adresse : <http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/confort_ete/rub2.htm>.

⁸ LEIMGRUBER, Roland, *Rôle et importance de l'inertie thermique*, consulté en ligne : <<http://www.forum-gesundes-bauen.ch/forum/fr/presse/presse.htm>>.

⁹ Guide pratique de l'ADEME, *Le confort d'été*. Consulté en ligne le 30 octobre 2005 à l'adresse : <http://www.ademe.fr/particuliers/Fiches/confort_ete/rub2.htm>.

Les mécanismes qui entrent en jeu pour expliquer les gains que procure l'inertie thermique sont assez complexes et méritent que l'on s'y attarde afin d'être en mesure de quantifier ces gains.

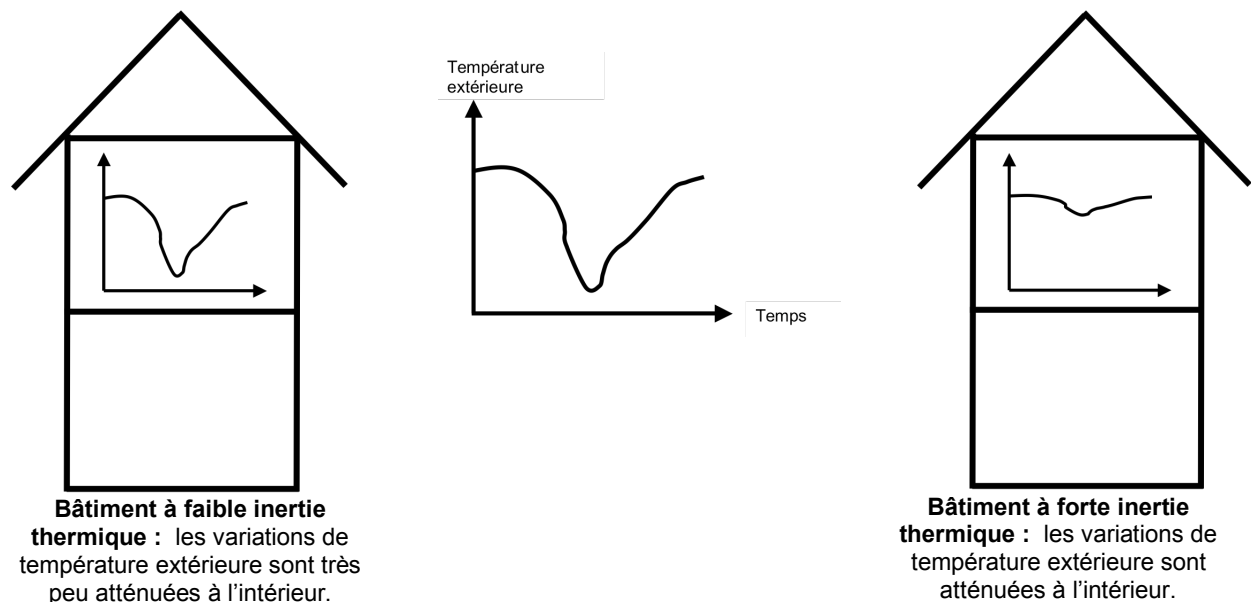
a). L'inertie thermique réduit les pertes dues aux écarts de température

Le confort d'une maison consiste à maintenir une température ambiante stable, ce qui signifie de la réchauffer en hiver et de la climatiser en été. Mais les écarts de température ne sont pas seulement saisonniers, ils se retrouvent aussi à l'échelle d'une journée ou de quelques jours : écarts entre le jour et la nuit, et d'une journée à l'autre.

Ces écarts journaliers peuvent être très importants et vont générer un inconfort dans les bâtiments s'ils ne sont pas atténués. Les bâtiments disposant d'une bonne masse thermique ont l'aptitude à amortir ces variations de température, ce qui n'est pas le cas de la grande majorité des bâtiments légers construits au Québec. Voir, à ce titre la figure 10 suivante.

Figure 10 : influence de l'inertie thermique dans un bâtiment

Tiré de : Agence nationale [française] pour l'amélioration de l'habitat (ANAH), Fiche technique Régulation du chauffage, <www.anah.fr>, <http://www.anah.fr/pdf/Regulation_du_chauffage.pdf>.



Dans les bâtiments à faible inertie thermique, une des façons d'atténuer ces variations de température consiste à produire la chaleur de la manière la plus constante possible. Or, la plupart des appareils de chauffage génèrent leur propre oscillation des températures. En effet, le mécanisme de la plupart des appareils, que ce soit les brûleurs à mazout, à bois, à propane, ou encore les plinthes électriques, fonctionnent par arrêts et redémarrages fréquents. Leur cycle de fonctionnement produit certes de faibles écarts de température mais ils sont néanmoins ressentis

par les occupants. Aux écarts journaliers s'ajoutent donc ceux générés par les appareils de chauffage eux-mêmes.

Par exemple, on estime que les thermostats ordinaires (mécaniques) réglant le fonctionnement des plinthes électriques produisent des écarts de 2°C en plus ou en moins par rapport à la température désirée. Selon Hydro-Québec, l'imprécision de ces thermostats, en raison de l'inconfort provoqué par les faibles variations de température, va amener les occupants à constamment ajuster les thermostats, une habitude coûteuse. Les nouveaux thermostats électroniques, qui sondent continuellement la température ambiante et réagissent dès qu'ils détectent une infime variation, produisent des économies jusqu'à 10 % sur les frais de chauffage¹⁰.

L'aptitude de la masse thermique à amortir les variations de température est donc à la fois source de confort, d'efficacité et d'économies.

Il est donc raisonnable de penser que les foyers de masse thermique, avec leurs sept à dix tonnes de maçonnerie et leur dégagement de chaleur étalée, par grands froids, sur une période de 12 à 24 heures, présentent un gain d'efficacité d'au moins 10 %, soit l'équivalent du gain que procurent les thermostats électroniques par rapport aux thermostats ordinaires (mécaniques).

b). Le chauffage par rayonnement (ou radiation ou radiance) réduit les fuites d'air dues à la convection

Un bâtiment, même très bien isolé, perd rapidement sa chaleur s'il ne dispose pas d'une bonne inertie thermique. Ne disposant pas de matériaux aptes à absorber et emmagasiner la chaleur, elle ne pourra se transmettre que par l'air. Or, l'air chauffé a tendance à s'élever. Ce mouvement vertical de l'air s'appelle la convection et il est un des trois modes de transmission de chaleur en physique, avec la radiation et la conduction. Cet effet de convection est de plus en plus important au fur et à mesure que les parties chauffantes d'un appareil de chauffage présentent une température élevée.

La convection de l'air amène plusieurs inconvénients. Tout d'abord, elle entraîne la formation de couches d'air chaud en hauteur qui accentuent les écarts thermiques entre la partie intérieure et la partie extérieure du bâtiment, des écarts qui peuvent être de plus de 60°C (-30°C à 30°C). Ce contraste des températures favorise les infiltrations d'air autour des fenêtres des étages supérieurs ou à la jonction des murs et des plafonds car ces secteurs sont parmi ceux qui sont les plus susceptibles de présenter des défaillances dans l'isolation.

L'air chaud ayant une pression plus élevée que l'air froid, la pression est donc inférieure dans les pièces les plus basses comme le sous-sol ou le rez-de-chaussée. Ce phénomène de pression négative dans les parties basses d'un bâtiment favorise les infiltrations d'air froid provenant de l'extérieur à travers les zones sensibles que sont les fenêtres, les portes et la lisse de la fondation, ce qui refroidit le sol et crée un sentiment d'inconfort aux pieds.

Le chauffage d'un bâtiment par convection est donc plus propice aux infiltrations et aux fuites. Hydro-Québec estime que les fuites d'air peuvent entraîner jusqu'à 25 % des pertes de

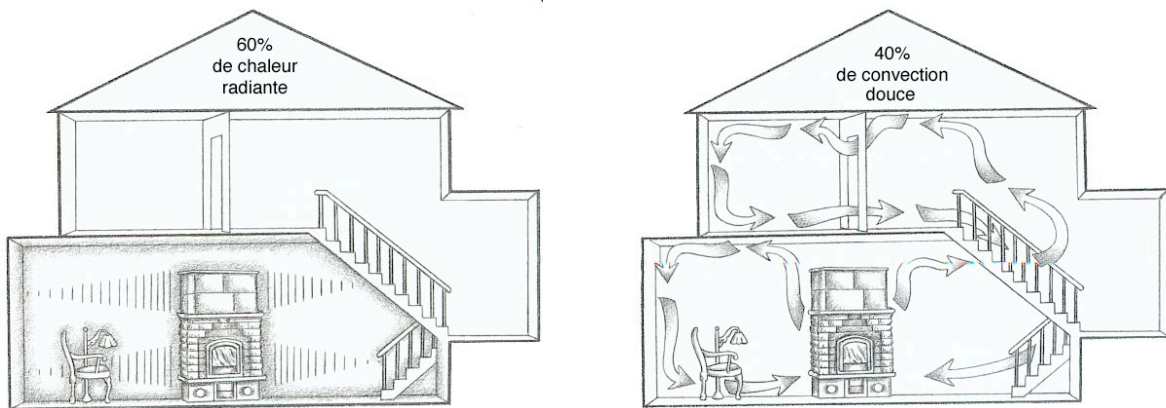
¹⁰ Consulté en ligne sur le site d'Hydro-Québec le 25 octobre 2005 à l'adresse : <<http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieuxconsommer/thermostat.html>>.

chaleur d'une habitation¹¹. Des systèmes mécaniques comme les ventilateurs de plafond, les échangeurs d'air ou les systèmes à air pulsé visent à pallier les inconvénients du chauffage par convection.

Par contre, ces installations, en déplaçant l'air chaud, lorsqu'il est sec, ce qui est souvent le cas en hiver, soulèvent et entraînent les fines poussières à l'origine des irritations des voies respiratoires. D'ailleurs, nombreux sont ceux qui n'aiment guère les mouvements d'air que provoquent les installations à air pulsé. Finalement, elles engendrent des coûts supplémentaires pour leur acquisition et leur fonctionnement.

Un foyer de masse thermique transfère environ 60 % de sa chaleur sous forme de radiations et 40 % sous forme de convection. Or, la température est relativement basse à la surface d'un foyer de masse, idéalement entre 40 et 60°C. La convection est alors faible, peu « agressive ». Plutôt que de provoquer une stratification de l'air chaud et froid, la faible convection produite par le foyer entraîne une lente circulation de l'air dans les pièces, comme le montre la figure 11 suivante. Les résidences dotées d'un foyer de masse et disposant d'un toit « cathédrale » présentent un écart de température de seulement 1°C entre le sol et le plafond, à environ sept mètres plus haut.

Figure 11 : radiation et convection d'un foyer de masse



c).Le chauffage par rayonnement augmente le confort en hiver

En raison des sept à dix tonnes de maçonnerie chaude dont il est constitué, le foyer de masse a une forte capacité de chauffe mais produit une chaleur de faible intensité. Sa chaleur est alors émise lentement sous la forme de radiations, plus précisément dans la gamme des infrarouges courts et longs.

Les radiations ont la propriété de traverser l'air et de ne pas être influencés par la gravité. Ils vont dissiper leur énergie en contact avec les objets, sous forme de chaleur. Un foyer de masse transmet donc sa chaleur d'abord aux objets de la maison (murs, meubles, cloisons) avant de

¹¹ Consulté en ligne sur le site d'Hydro-Québec le 25 octobre 2005 à l'adresse : <<http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieuxconsommer/thermostat.html>>.

chauffer l'air. Et parmi les « objets » de la maison se trouvent les humains eux-mêmes qui bénéficient de cet environnement radiant.

Cette chaleur radiante se compare à celle émise par le soleil et c'est la raison pour laquelle un foyer de masse thermique crée les conditions d'un confort ambiant similaire à celui ressenti à l'extérieur pendant les beaux jours ensoleillés de printemps. Cependant, la presque totalité des radiations qui nous parviennent du soleil se situent dans le spectre de la lumière visible. Mais il y a aussi une abondance de rayonnement infrarouge dans l'atmosphère. Celui-ci provient des objets (la Terre) qui réémettent la chaleur qu'ils ont absorbé du soleil¹². C'est aussi ce que fait un foyer de masse en réémettant, à plus faible intensité et dans la gamme des infrarouges, la chaleur dégagée préalablement en son cœur par la combustion du bois.

Le confort accru généré par la chaleur rayonnante émise par la masse thermique est bien réel, si on le compare aux autres types de chauffage qui font appel principalement à la convection. Ce gain de confort radiant donne aux occupants la possibilité de réduire délibérément la température ambiante et de réaliser des économies de chauffage.

d). L'inertie thermique facilite la climatisation en été

Une forte inertie thermique dans un bâtiment est un atout pour le confort d'été pendant le jour, en amortissant les pics de surchauffe. Dans ce cas, l'inertie joue essentiellement un rôle de régulateur thermique. Le jour, la chaleur est absorbée au fur et à mesure par les murs (ou une autre masse) et, durant la nuit où il fait plus frais, la chaleur est évacuée. Cette action est optimisée si une sur-ventilation nocturne est effectuée pour dissiper la chaleur emmagasinée pendant la journée.

Il est vraisemblable que la masse thermique d'un foyer de masse joue le même rôle que les murs lourds dans la climatisation naturelle d'une habitation en été. L'auteur a constaté que le banc chauffant de son foyer de masse, qui porte mal son nom pendant la saison estivale, devient, pour se rafraîchir pendant les canicules, un endroit prisé par les membres de sa famille. Malheureusement, les données qui pourraient quantifier cet apport de la masse thermique dans la climatisation des habitations ne semblent pas encore exister. Il n'en sera donc pas tenu compte.

Un gain d'au moins 20 %

Comme nous venons de le voir, l'influence de l'inertie thermique sur la performance thermique d'un bâtiment est importante. Il reste tout de même difficile de quantifier son apport et sa contribution à l'efficacité globale du foyer de masse.

Récapitulons.

- Les foyers de masse présentent un taux de combustion de plus de 97 %.

¹² Le rayonnement infrarouge émis par la Terre est capté par le CO₂ de l'atmosphère, créant un effet de serre sans lequel le climat de la planète ressemblerait à celui de la Lune où la température peut y atteindre les 125°C au Soleil et -175°C à l'ombre.

- Ce taux de combustion est intégré dans un autre indicateur, celui du taux de transfert, qui tient compte des pertes. Un taux de transfert de 73 % a été retenu pour le foyer de masse.
- L'efficacité globale d'un mode de chauffage doit aussi tenir compte du rôle de l'inertie thermique. Lorsque celle-ci est importante au sein d'un bâtiment, elle présente des gains dus à la réduction des écarts de température. Étant donné qu'Hydro-Québec estime que la réduction des faibles écarts de température que procurent les thermostats électroniques offre un gain de 10 %, celui-ci sera transposé au foyer de masse.
- Les zones d'infiltrations d'air froid et de fuites de chaleur de l'habitation seront moins sollicitées par un chauffage radiant, ce qui peut avoir une influence importante puisque ces fuites de chaleur peuvent entraîner jusqu'à 25 % des pertes de chaleur. Toutefois, on ne dispose pas de données pour quantifier cette influence.
- Le confort généré par la chaleur rayonnante émise par la masse thermique ne semble pas inciter les occupants à abaisser la température ambiante, si l'on en croit une étude de la SCHL réalisée sur des habitations dotées de planchers chauffants.
- L'inertie thermique d'un bâtiment va entraîner des économies importantes de climatisation en été mais les données ne semblent pas exister pour le Québec. Il n'en sera donc pas tenu compte.

À la lumière de ce qui précède, les prétentions de certains fabricants de planchers chauffants qui attribuent à l'inertie thermique, à source de chaleur identique, un gain de 30 à 40 % sur les coûts de consommation d'un chauffage traditionnel¹³, ne semblent pas invraisemblables, mais elles sont difficiles à appuyer avec l'information qui a été portée à notre connaissance.

Une simulation a donc été effectuée avec le logiciel Retscreen par Patrick Déry du GREB¹⁴ pour évaluer les besoins en chauffage d'une maison type située à Québec ne bénéficiant pas d'apport solaire passif. Les données ont été entrées pour une maison à « *faible inertie thermique* », ce qui devrait correspondre à un bungalow classique à ossature bois. Puis, les mêmes données ont été entrées pour une maison à « *forte inertie thermique* », ce qui devrait correspondre à l'introduction d'un foyer de masse thermique. Les résultats ont montré une différence de 19,7 % à la faveur de la forte inertie thermique.

Au regard de l'analyse précédente, un gain d'efficacité de 20 % dû à l'apport de la masse thermique apparaît plausible, sinon conservateur. Il sera donc retenu.

¹³ Multibéton France : <<http://www.multibeton-france.fr/principe.htm>>.

¹⁴ La version 2002 du logiciel a été utilisée. Une version récente de ce logiciel est offerte gratuitement par l'Office de l'efficacité énergétique (Ressources naturelles Canada) à l'adresse suivante : <http://www.retscren.net/fr/pop_prod.php?idTableau=463&h=1>.

Un exemple de l'efficacité de l'inertie thermique

Une famille de 5 personnes habite dans une résidence de 1800 pi² (167 m²) construite en 2001 selon la technique de ballot de paille et mortier. Située dans la ville de Saguenay, cette résidence est dotée d'un foyer et d'une cuisinière de masse thermique juxtaposés qui sont les deux seules sources de chauffage pour les locaux. L'eau est chauffée à la fois par le foyer et la cuisinière, et par des panneaux solaires thermiques.

L'isolation thermique procurée par la paille peut être estimée entre R40 et R45, soit plus du double de la plupart des maisons neuves dont le coefficient d'isolation est de R20. De plus, cette technique de construction présente une excellente inertie thermique grâce au mortier des murs à laquelle s'ajoute celle du foyer. La climatisation en été est assumée uniquement par cette inertie thermique. La température ambiante est maintenue entre 20 et 22°C tout au long de l'année et à toute heure du jour et de la nuit, sans installation mécanique d'aucune sorte.

Un pourcentage important de la superficie des fenêtres est située au sud, soit 70 %, ce qui procure un gain solaire non négligeable. Cependant, les fenêtres disposent d'une protection contre la surchauffe en été. Des balcons prévus à cette fin bloquent la pénétration des rayons solaires lorsque le soleil est à son plus haut.

La consommation de bois est d'environ de 7,3 cordes minces (une corde mince fait 8 pi x 4 pi x 16 po) ce qui correspond à 2,5 vraies cordes de 8 pi x 4 pi x 4 pi (185 720 KJ ou à 51 589 kWh). Le déboursé monétaire pour l'acquisition de ce bois est très bas puisqu'il est issu de travaux de nettoyage des champs et des forêts à proximité que le propriétaire réalise lui-même.

La consommation d'électricité se situe environ 1 800 KWh par année, ce qui représente environ 6 % de la consommation moyenne d'une résidence unifamiliale au Québec (30 000 kWh). À un tarif de 0,07 \$ du kWh¹⁵, la facture annuelle d'électricité s'élève environ à 126 \$ (excluant le tarif de base et les taxes).

Cette expérience est intéressante pour montrer jusqu'à quel point les gains de performance sont possibles.

¹⁵ À noter que le tarif est plutôt de 0,05 \$ du kWh puisque le seuil de consommation quotidienne ne franchit pas les 30 kWh au-dessous desquels le tarif est moins élevé. Toutefois, afin de maintenir un point de comparaison, le calcul a été fait avec un tarif de 0,07 \$ du kWh.