



La thermographie des bâtiments ou la traque au gaspillage (1ere partie)

26 février 2008



A chaque époque son rêve. Au 20e siècle l'idéal de la jeunesse s'attaquait à de grands défis tels que nourrir la planète, conquérir le monde ou même la lune. Ces utopies glorifiant des valeurs telles que grandeur, puissance et vitesse ont également marqué l'histoire de bien des civilisations avant la nôtre. Aujourd'hui alors que nous venons de poser le pied dans le 21e siècle, de quoi rêve la génération actuelle, quelle est notre ambition collective?

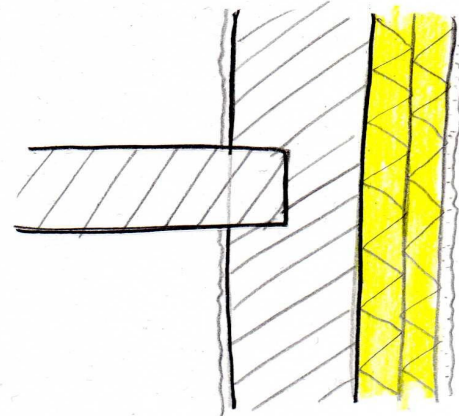
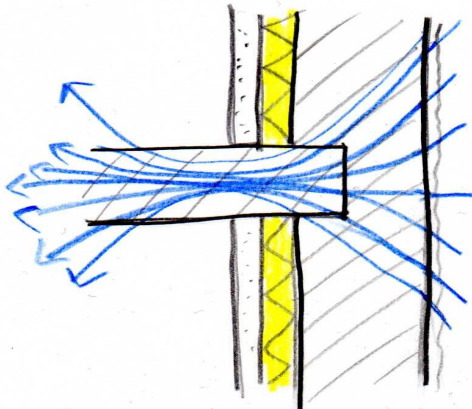
Il semble que la préoccupation environnementale soit devenue la priorité n°1! Ralentir l'appauvrissement de la mer, consommer moins d'énergie, freiner le réchauffement climatique ou diminuer la pollution sont des notions qui imprègnent peu à peu notre conscience. Si assurer un contrôle des ressources énergétiques, des matières premières ou de l'eau étaient jusque-là la préoccupation des dirigeants, ces questions font désormais partie d'une interrogation commune, plus difficile à gérer que tous les défis qui ont alors précédé: sauver le monde, voire « les restes du monde ». La modestie des ambitions et l'instinct de survie collectif risquent bien de marquer durablement les générations de ce nouveau siècle en devenant « l'idéal » collectif de notre génération.

LA THERMOGRAPHIE

Le réchauffement climatique mérite d'être combattu par tous les moyens et sur ce chemin, la nécessité d'isoler correctement les bâtiments est incontournable. Pour détecter les fuites énergétiques, les défauts de construction ou les discontinuités thermiques, on peut maintenant avoir recours à une expertise thermographique. Récemment, le canton de Neuchâtel a conduit un relevé thermographique de sa ville par hélicoptère. Les propriétaires peuvent dès lors consulter le résultat via un portail internet et constater l'ampleur des déperditions thermiques verticales de leur propriété. Une subvention cantonale leur est même allouée s'ils entreprennent des travaux en vue de l'amélioration de leur bilan thermique. A

Genève aussi ce type de relevé est partiellement pratiqué mais encore à titre expérimental.

Le relevé thermographique se pratique également de manière plus ciblée par le biais d'une expertise individuelle. Dans les grandes lignes, cette technique consiste à filmer l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment à l'aide d'une caméra infrarouge pour mettre en évidence les différences de température de surface. Cette technique permet également de localiser une fuite dans la tuyauterie ou de repérer une surchauffe anormale dans un circuit électrique. Lors de l'analyse, on passe en revue les zones critiques ou les points faibles des constructions. En général, la traque des ponts de froid permet de mesurer l'impact d'une zone refroidie par une discontinuité thermique de l'isolation.



LE PONT DE FROID ET L'ISOLANT

Le pont de froid résulte de matériaux faiblement isolants se trouvant en contact les uns avec les autres et permettant une continuité thermique rapide entre l'intérieur et l'extérieur d'un élément; il est la conséquence d'une conception constructive peu propice aux économies d'énergie. La plupart des constructions isolées à l'intérieur

ne se soucient guère des ponts de froid.

De même, une marquise, un balcon ou un chevron traversant le toit génère des ponts de froid et induit une faiblesse de l'enveloppe qui laisse pénétrer le froid par ces ruptures. Les dalles en contact avec l'extérieur jouent le rôle de radiateurs inversés en aspirant la chaleur et la diffusant à l'extérieur.

Le point de rosé: c'est le lieu où, dans un élément de construction, la température chute le plus rapidement. Quand l'air ambiant est au contact de cette surface froide, la vapeur contenue naturellement dans l'air se condense et provoque en règle générale des moisissures ou dégrade le revêtement de surface.

C'est bien souvent le cas au-dessus des fenêtres, dans les salles d'eau, aux murs et au plafond. La recherche du point de rosé doit donc faire l'objet d'une préoccupation au niveau de la conception d'un mur. En employant de la matière végétale comme isolant, par exemple, il faut éviter que le point de rosé ne se situe au cœur du matériau, ce qui le ferait pourrir. Si l'isolant est imputrescible mais que la condensation se fait en son centre, l'humidité amoindrit ses performances. Pour parer à cela, on prévoit ou l'on ajoute une barrière vapeur que l'on place du côté intérieur pour empêcher l'eau de migrer dans l'isolant. Il est aussi possible de ventiler ce même isolant pour évacuer l'humidité migrante. Les isolants à pores fermés comme le polystyrène expansé ne sont pas sensibles à l'humidité mais ils sèchent avec le temps et leur efficacité diminue d'autant.

Ne perdons pas de vue que l'isolant est un ralentisseur et ne s'oppose pas au transfert de chaleur. L'isolant le plus efficace est celui qui emprisonne un maximum de petites cellules contenant de l'air. Le principe se base sur le déphasage entre le jour et la nuit. L'épaisseur minimale d'une douzaine de centimètres permet de jouer avec les rythmes journaliers. Plus le freinage de l'air est actif (varie avec l'épaisseur) moins on consomme d'énergie pour compenser les déperditions. Les murs d'une construction passive peuvent atteindre 50cm.

A PROPOS D'ISOLANTS

-le polystyrène: à Genève, le polystyrène est utilisé de façon abusive dans la construction. Son bilan gris, sa production et son élimination ont un impact désastreux sur l'environnement. Sa diffusion tient au fait qu'il est largement implanté dans les habitudes de construction alors qu'il ne répond pas aux impératifs de développement durable.

-les isolants fibreux: aux Etats Unis, la laine de verre et la laine de roche n'ont pas bonne presse et ont été assimilées à la fibre d'amiante et même suspectées de provoquer des cancers. Dans ce cas, la controverse a été sciemment orchestrée par les lobbies pétroliers qui visaient à limiter toute concurrence au polystyrène, dérivé directement du pétrole. Ce qui entretient la confusion en Europe, c'est que les fibres de verre coupantes sont irritantes pour les mains et les poumons lors de la pose mais inoffensives pour la santé. La fibre de roche n'occasionne, elle, aucune lésion et n'est pas cancérigène non plus. Les particules de fibres minérales pouvant être inhalées sont éliminées naturellement par le corps. En revanche, la fibre d'amiante accumulée dans les poumons ne peut être éliminée et provoque de graves maladies en fonction de la durée d'exposition.

Au niveau du bilan gris, l'énergie nécessaire à la fabrication des laines minérales est supérieure à l'énergie nécessaire à l'élaboration des isolants naturels (mortier de chanvre, fibres de chanvre, laine de bois, laine animale, paille etc.). Outre leur fragilité, ils font les frais d'un marché peu développé, ne disposant pas de lobby actif et de stratégie marketing.

Pour finir, tordons le cou à une idée reçue: le bois n'est pas un isolant! Il est plus isolant que le métal ou les minéraux mais il n'équivaut de loin pas aux isolants spécifiques.

CALCULER L' EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE SON LOGEMENT

Quelle est la classe énergétique de votre demeure? Tout le monde ou presque est maintenant habitué à l'étiquetage de l'efficacité énergétique des voitures ou de l'électroménager allant de A++ à G. Pour vous faire une idée sur la consommation d'un bâtiment, la confédération a mis en ligne un calculateur énergétique. Il suffit de rentrer la consommation annuelle de combustible, les m2 chauffés et l'on constate rapidement que la plupart des villas traditionnelles se situent entre les classes F et G... Pour filer la métaphore, on peut donc en conclure que presque toutes les constructions qui ne sont pas au standard Minergie sont des 4x4 de l'habitat.



Vous trouverez ce calculateur d'efficacité énergétique à l'adresse suivante:

<http://www.bfe.admin.ch/bauschlau/index.html?lang=fr>

Christophe OGI
Architecte HES

DEDUCTIONS FISCALES LIÉES A DES TRAVAUX « ECO »

Au niveau de la fiscalité, la planification des travaux de sa maison est à prendre en considération. Bien souvent, les modifications visant à économiser de l'énergie sont déductibles ou bénéficient même d'une subvention. L'échelonnement d'une intervention sur une ou plusieurs années fiscales présente un avantage direct. A chacun de faire ses calculs pour optimiser le calendrier de ses rénovations.

Concernant le canton de Genève, une information datée du 30 janvier 2007 du service de la taxation précise que les montants consentis dans une utilisation rationnelle de l'énergie sont déductibles à 100% passé le délai de 5 ans suivant la construction et de 50% avant l'échéance de ce délai. Ces déductions concernent le revenu net et les frais relatifs aux immeubles de l'IFD. La nouvelle mention « ECO » désigne la liste des travaux qui entrent dans le cadre de la loi, dite Dumont. Comme exposé précédemment, les travaux tels que isolation de toiture, façade, remplacement des vitrages ou ajout d'espaces tampons entrent dans le giron de cette loi.

Vous pouvez retrouver ces références internet aux adresses suivantes:

<http://etat.geneve.ch/df/impots/faq.jsp?id=2980&id1=253&id2=235>.

<http://www.infomaison.ch/home/fr/finances-impots.html>

La thermographie des bâtiments :ou la traque au gaspillage (2e partie)

26 février 2008

Typologies contemporaines sous la loupe de l'infrarouge:



En février dernier, nous avons analysé 4 villas construites à Genève et dans la région vaudoise. Ces exemples constituent pratiquement des cas d'école et sont représentatifs. Les expertises ont été conduites conjointement par l'entreprise JFP-SOLUTIONS de Monsieur Jean-François PALAS et par votre serviteur. Voici donc la présentation des caractéristiques les plus pertinentes de ces diverses constructions. Précisons que ce n'est pas l'expertise complète qui figure ici mais les éléments singuliers les plus pertinents de chacune des habitations visitées.

Maison du début du siècle, rénovée dans les années 1980, Petit-Lancy:

Ce qui est le plus frappant, c'est de constater que les murs extérieurs de la maison sont mal isolés, voire pas

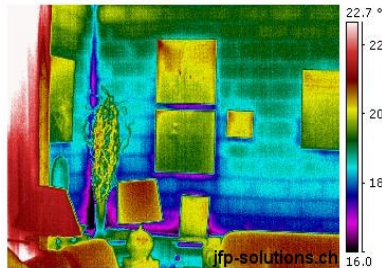
isolés du tout. La déperdition est clairement visible. De l'intérieur, on peut aisément lire les joints entre les

plots de ciment qui sont autant de ponts de froid avec l'extérieur. Les tableaux accrochés au mur ont une température de surface plus chaude que le mur. Le pied du mur est la partie la plus froide; les mouvements convectifs de l'air chaud réchauffent les parties supérieures. L'angle du mur

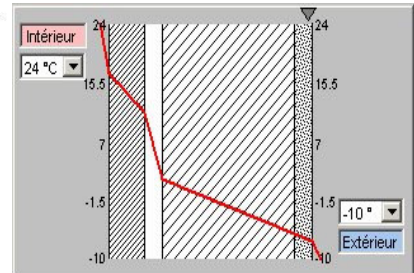
indique très clairement un pont de froid vertical. Sur une autre façade munie de stores roulants, on constate nettement un déficit d'isolation au niveau des caissons. D'une manière générale, de nombreux courants d'air froids passent sous les portes et les fenêtres qui ne ferment plus très bien.



Thermogramme de la façade extérieure. Notons la relative efficacité des double vitrages



Thermogramme illustrant un pont de froid au niveau du mur et laissant apparaître le calpinage des plots

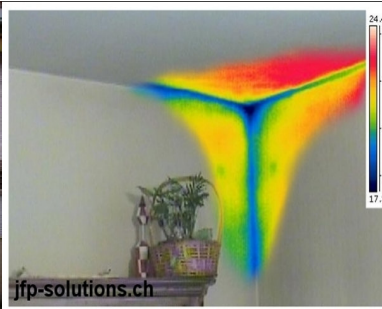


Détail type du mur (simplifié)
coefficient $U = 1.23$ avec lame d'air
coefficient $U = 0.83$ avec vermiculite

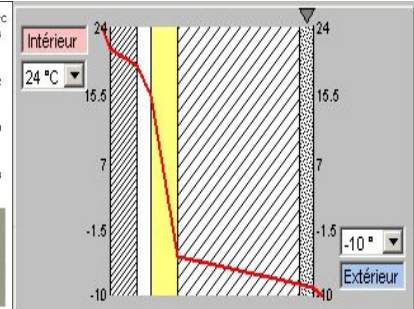
Maison de 1973 à Collonge-Bellerive:



Photo montage incrustant le thermogramme où le radiateur est nettement visible dans la photo d'origine.



Montage illustrant les ponts de froid dans un angle de la maison



Détail type du mur (simplifié)
coefficient $U = 0.65$

Ce type de construction dont la conception remonte juste avant le premier choc pétrolier se distingue surtout par ses nombreux ponts de froid au niveau des angles, des têtes de dalles et des balcons. Le mur est insuffisamment isolé et laisse entrevoir

la position exacte du radiateur depuis l'extérieur. Le raccord entre le toit et le mur provoque des déperditions de chaleur. Dans ce cas, c'est réellement la conception du détail qui est en cause et non sa réalisation.

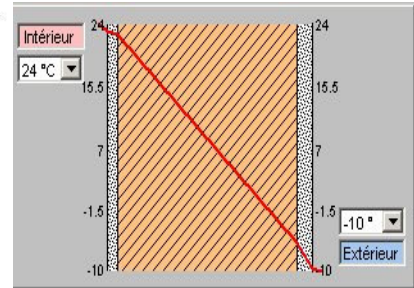
Maison de 2005 à Trélex (VD):



Thermogramme de la façade extérieure



Thermogramme du mur pignon. Notons l'excellente isolation de la toiture



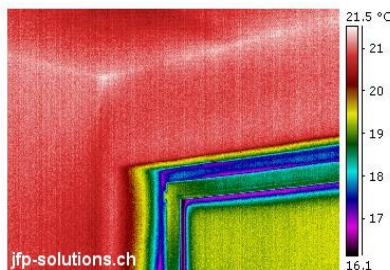
Détail type du mur (simplifié) coefficient U= 0.28

Cette maison dont les murs monolithiques sont constitués de briques de terre cuite alvéolaire type « Thermocellite » est bien construite et correspond à ce que l'on est en droit d'attendre d'une construction contemporaine. Notons cependant une légère déperdition au niveau de la traversée des chevonnages bien que ceux-ci aient été spécialement emballés dans une couche d'isolation. Les joints des briques sont le point faible du mur et ce, en dépit de l'emploi

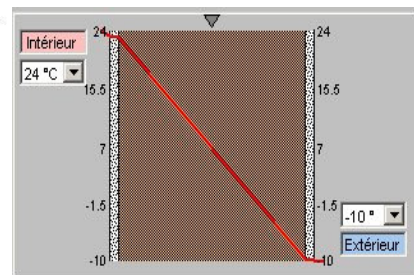
d'un mortier isolant spécial et de sa disposition en deux lés distincts. Sur la vue de la façade on constate que le haut de la maison est plus chaud que le reste, cet état de fait s'explique par le phénomène suivant. La mesure a été prise en début de soirée suivant une journée bien ensoleillée et sans vent: le soleil a réchauffé la façade durant le jour et la nuit tombée, un « bouchon » d'air chaud a été retenu par le large avant-toit.



Thermogramme de la façade extérieure



Thermogramme montrant un mur homogène sans discontinuité thermique

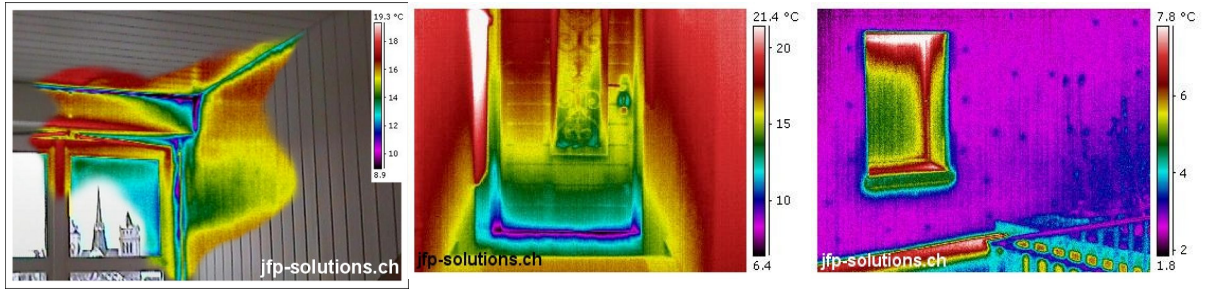


Détail type du mur (simplifié) coefficient U= 0.20

Les illustrations thermographiques sont fournies et produites par JFP-SOLUTIONS et les représentations de la composition des murs sont générées par le programme « Enercad ». Sur les thermogrammes, les variations de couleurs sont étalonnées pour mettre en évidence des différentiels thermiques pouvant

aller jusqu'au dixième de degré. Pour faciliter la lecture des images, une échelle de température se trouve sur la droite des thermogrammes. Au niveau des détails constructifs des murs, le trait rouge illustre la diminution de température de l'intérieur (24 °C) vers l'extérieur (-10 °C).

Autres illustrations de cas fréquents:



Caisson de store mal isolé

Courant d'air froid sous la porte d'entrée

Rénovation avec isolation périphérique et double vitrage où l'on distingue une plus faible isolation des embrasures de fenêtres et la marque des vis parachute qui retiennent l'isolant dans le mur

COMMENT AGIR EFFICACEMENT?

D'une manière générale, la solution la plus radicale consiste dans la mesure du possible, à profiter de travaux de transformation ou d'agrandissement pour conduire une rénovation de fond de l'enveloppe. Ces travaux font partie du cycle normal de la durée de vie d'un bâtiment et se justifient déjà après 40 ans d'utilisation et doivent en principe se financer par les 3% du prix de construction initial alimentant annuellement le fond de rénovation.

Si l'on considère une rénovation sous un angle énergétique, l'ordre des priorités se porte en premier lieu sur l'enveloppe, c'est à dire les vitrages, le toit et les murs. On se préoccupe en second lieu, des apports solaires, du renouvellement de l'air ou d'autres aspects. L'intérêt d'une réfection dépend en priorité de la faiblesse première du bâtiment et il convient de déterminer prioritairement l'action la plus efficace. Sur quel axe agir pour obtenir une efficacité maximum?

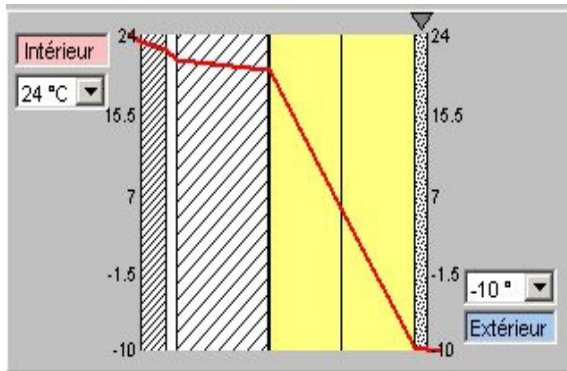
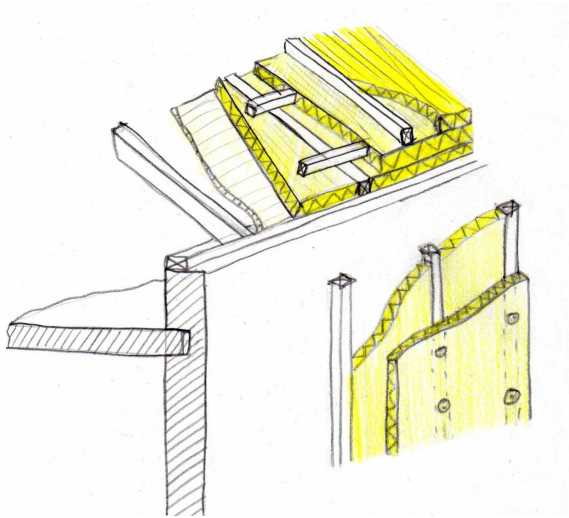
Au niveau de la toiture, responsable des pertes les plus importantes, les

tuiles peuvent être déposées afin d'isoler le toit depuis l'extérieur, au dessus de la charpente, pour que celle-ci subisse le moins possible les variations de température.

En façade, emballer tout le bâtiment par une isolation extérieure dite périphérique évite bien des problèmes de ponts de froid en tête de dalles tout en assurant une bonne continuité thermique. En protégeant les murs par l'extérieur, on bénéficie de l'effet de masse permettant de stocker l'énergie à l'intérieur de manière plus efficace. En d'autres termes, en matière d'économie d'énergie ou de confort, cette disposition est bien plus efficace.

Que ce soit au niveau des murs ou de la toiture, la bonne technique est celle qui présente un rapport intéressant entre l'investissement, l'efficacité énergétique et l'utilisation de matériaux écologiques. On peut par exemple poser plusieurs couches de panneaux isolant sur un lambourrage croisé que l'on crépit directement sur sa face exposée. La technique consistant à croiser les couches supprime les ponts de froid. En croisant deux couches de 12 cm contre la façade, et trois

couches en dessus du chevronnage, on obtient la garantie de l'efficacité énergétique indépendamment du mode de chauffage. En doublant l'épaisseur de l'isolation on ne fait pas doubler le coût de l'intervention.



Les vitrages sont systématiquement le point faible des enveloppes. Pour comparer l'efficacité thermique des matériaux, on utilise un coefficient U. Au zéro de l'échelle se trouve un matériau ou un élément de construction qui ne laisserait passer aucune énergie de l'autre côté. A titre comparatif, un simple vitrage affiche un coefficient U de 5, ce qui représente à peu près l'équivalent d'une consommation de 40 litres de mazout par m²/an. Un double vitrage: U= 2.5, donc une consommation d'~20 litres de mazout par m²/an. Les double vitrages actuels

se situent entre U= 1 et 1.5; soit une consommation d'~12 litres de mazout m²/an. Les triples vitrages actuels comprenant naturellement diverses couches sélectives et les meilleurs double vitrages parviennent en dessous de U < 1, soit l'équivalent d'une consommation de moins de 8 litres de mazout par m²/an. A titre de comparaison toujours, le coefficient de la plupart des murs aux standards actuels tourne autour d'un U de 0.3. Si les vitrages restent les surfaces les moins isolées de la maison, il ne faut pas négliger non plus les apports solaires qu'ils génèrent (entre 400 et 500W par m²). Un vitrage dont la transmission lumineuse est réduite pour diminuer les déperditions UV et IR ne permet pas forcément un bon rendement au niveau des gains solaires. Tout est donc relatif et le choix des vitrages est de fait un compromis.

Autre effet d'échelle: des litres de mazout perdus par année pour chaque m² de surface « pèsent » non seulement sur le budget mais également sur l'environnement. Un litre de mazout, (10kW/h), envoie une masse de 2.86kg de CO₂ dans l'atmosphère. La même quantité énergétique pour le gaz, soit 1m³ rejette également 2.3kg* de CO₂ dans l'atmosphère. Le calcul est vite fait, pour une consommation annuelle de mazout d'environ 3 000 litres, la masse de CO₂ rejetée dépasse 8.5 tonnes!!! Le cycle de l'élimination naturelle d'un kilo de CO₂ dans l'atmosphère demande entre 100 et 200 ans. Chaque année l'activité humaine rejette 7 milliards de tonnes de CO₂ excédentaire qui ne peuvent être traitées par le cycle d'absorption naturelle de l'océan ou des forêts. Minimiser l'impact de sa propre consommation en invoquant l'insignifiance de la consommation individuelle sur l'effet de la masse est un mauvais prétexte pour ne rien entreprendre.

**Comment un litre de mazout dont la masse est inférieure à 1kg peut former 2.86kg de CO2? C'est très simple, une fois la combustion effectuée et l'énergie libérée, le carbone (6 protons) se combine avec les atomes d'oxygène (16 protons) de l'atmosphère, ce qui alourdit d'autant la masse de la nouvelle molécule (CO2) ainsi formée...*

L'argument le plus souvent opposé à l'amélioration de l'étanchéité thermique d'un bâtiment est le suivant: « On ne veut pas vivre dans un thermos! » Bien évidemment, la solution la plus souvent avancée par les vendeurs de fenêtres, qui plus est, en PVC, c'est de percer des ouvertures sous les fenêtres pour renouveler l'air... A quoi peut bien servir une enveloppe performante si c'est pour la percer de trous? La ventilation est à prendre en compte dès la conception d'une installation de ce type. En introduisant par exemple un système d'échangeur à plaques qui permet à l'air vicié sortant d'échanger sa chaleur avec l'air frais entrant, on réalise une économie supplémentaire tout en garantissant la qualité de l'air entrant grâce aux divers filtres à pollens et à poussières. Cette solution technologique suffit presque à elle seule pour bénéficier d'un label « Minergie » mais ce n'est heureusement pas la seule alternative. Outre le puits canadien, le préchauffage de l'air dans les parois ou l'ajout d'un espace tampon comme un sas ou une véranda, il est aussi possible de faire pénétrer l'air par des bouches de ventilation de certaines pièces et de le contraindre à cheminer jusqu'aux lieux d'extraction placés dans les zones humides. Ces prises d'air sont constituées de chicanes et munies de bilames stoppant automatiquement un flux d'air trop froid. C'est le cas dans l'exemple de la maison de Trélex dont le bilan thermique reste néanmoins « Trèsbon ».

Quant aux apports énergétiques solaires, on peut encore préciser que cette valeur est, avant d'être partiellement réfléchiée par l'atmosphère de 1.39kW/m2. En arrivant sur terre, l'éclat solaire n'est plus que de ~1kW/m2 mais après avoir traversé un vitrage standard, il perd encore entre 20% et 30% de son intensité. Malgré cette diminution, les apports solaires sont une source d'énergie loin d'être négligeable dans la construction.

COMMENT AGIR TOUT DE SUITE

D'abord, le bon sens: il est préférable de fermer portes, volets et rideaux dès la tombée de la nuit. Les radiateurs ne doivent pas être cachés derrière un meuble ou un rideau trop épais pour que la convection de l'air puisse s'effectuer sans être gênée par un obstacle. Cachées à l'abri d'un meuble, les vannes thermostatiques munies de senseurs thermiques ne peuvent fonctionner correctement.

Autres astuces destinées aux budgets plus modestes: il existe des solutions simples visant à limiter les pertes les plus flagrantes et en voici quelques unes.

- Positionnement derrière les radiateurs d'un **panneau réflecteur** réfléchissant le rayonnement dans la pièce.
- **Resserrage des ouvrants** des fenêtres, changement des joints d'étanchéité ou ajout de baguettes flexibles amovibles sous les portes extérieures.
- Changement des **caissons de stores** en prévoyant l'espace nécessaire à une meilleure isolation du linteau.
- Réfection des **encadrements de fenêtres** et bourrage consciencieux du vide avec un isolant ou réfection du joint d'étanchéité. (Attention, éviter la mousse expansée.)
- Utilisation d'un **boudin contre la porte** afin de couper le flux d'air froid.



- Emmoyotage isolant des **tuyaux de chauffage**. Si les tuyaux sont encore plâtrés, une nouvelle isolation s'impose.
- Isolation intérieure ou extérieure de **murs exposés au nord** ou de la dalle de rez au-dessus d'un sous-sol non isolé ou d'un vide sanitaire.
- Placement d'un isolant de 40 ou 60 cm de large contre la **dalle avec pont de froid**. Il peut être caréné par un caisson ou un nouveau plafond et ces éléments peuvent aussi abriter éclairage encastré, bouche de ventilation pour ventilation double flux ou incorporation d'un rail de rideau.
- Ajout d'**espaces tampons** non chauffés tels que vérandas, sas d'entrée ou abri de jardin.
- A titre anecdotique, les **bibliothèques** et les tableaux contre les murs piègent une petite quantité d'air qui suffit à faire varier la température de surface d'un ou deux degrés.

LA THERMOGRAPHIE VOUS INTÉRESSE?

Que vous sollicitiez les services et les conseils d'un architecte ou que vous décidiez d'entreprendre seul une réfection de votre logement dans le but d'améliorer son efficacité énergétique, le recours à une thermographie permet de cibler au mieux l'intervention.

Cette prestation qui comporte une visite sur place, une série de prises de vues intérieures et extérieures revient entre CHF 800.- et CHF 1 200.- suivant les cas. L'expert en thermographie conseille objectivement ses clients sur les options possibles et propose diverses possibilités d'intervention pour améliorer le bilan thermique sans se ruiner.

Christophe OGI
Architecte HES