

Energie et bâtiments (13) – Les systèmes

Jusqu'ici, nous avons parlé de l'enveloppe (l'isolation, ce qui empêche la chaleur de sortir du « volume chauffé »). Nous avons aussi abordé le problème de l'étanchéité à l'air du bâtiment, et de sa ventilation.



En d'autres termes, nous avons vu comment la chaleur que nous avons, péniblement et à grand renfort d'énergie coûteuse, fait entrer dans le bâtiment.

En fait, la maison se comporte un peu comme un seau. Nous nous efforçons de le remplir de chaleur, et il se vide au fur et à mesure. D'une part à cause de la porosité des différentes parties du seau (les parois, plus ou moins isolantes) et d'autre part à cause des fissures et trous dans le seau (la non étanchéité de l'enveloppe, permettant à la chaleur de fuir).

Nous avons donc vu comment, à quel coût, avec quels bénéfices et avec quelles aides il était possible de colmater au mieux les fissures et de réduire la porosité des parois de notre seau.

N'empêche. Le seau parfait (du moins celui qui contient la chaleur de notre maison ...) n'existe pas. Et il faudra toujours ventiler cette maison pour extraire l'humidité en excès ou les polluants. Il faudra toujours entrer et sortir de cette maison, laissant par la même occasion sortir de la chaleur. Et nous voudrions toujours aérer notre maison en ouvrant grand les fenêtres.

Donc, il faudra toujours compenser toutes ces « pertes ». En fournissant à notre maison la chaleur qui compensera ces pertes. Il faudra toujours continuer à remplir le seau pour y maintenir un niveau de chaleur confortable.

La maison qui n'est pas chauffée se refroidira TOUJOURS. Même la maison passive. Le tout est de voir comment. Ainsi, dans le cas de la maison passive, une grande partie des apports de chaleur trouvera son origine dans les apports gratuits. Du soleil bien sûr. Mais aussi dans la chaleur dégagée par l'éclairage, les électro-ménagers, les ordinateurs et autres appareils qui sont indispensables à notre vie quotidienne. Et bien sûr par nous, qui sommes des « chauffettes » efficaces, produisant, selon notre ... physiologie, entre 50 et 100 watts de chaleur !!!

Ainsi par exemple, dans des bureaux passifs que j'ai visités il y a peu, l'image du « sans chauffage du tout » est réelle, même en plein hiver. Sauf ... le lundi matin. Car après un week-end de non activité professionnelle, ces bureaux se sont progressivement refroidis malgré leur isolation quasi parfaite. Et le lundi matin il faut plusieurs heures en plein hiver pour que la température retrouve un niveau de confort suffisant grâce à l'activité humaine et aux appareils électriques en fonctionnement.

Morale de l'histoire : un bâtiment passif se gère autrement. Avec une grande compréhension de la dynamique qui y règne. Et, si l'exigence est de présenter dans des bureaux une température correcte dès la première heure du lundi matin, il faudra bien accepter d'y prévoir un système de chauffage minimum.

De plus, la plupart des bâtiments, même très bien isolés, ne sont pas des bâtiments passifs. Il faudra donc les équiper d'un vrai système de chauffage. Et pour les logements, aussi d'un système de production d'eau chaude.

Nous examinerons ces systèmes dans le prochain article, mais abordons déjà maintenant ce qui différencie avant tout ces systèmes, à savoir ... le combustible que le système utilise.



En effet, les systèmes de chauffage et de production d'eau chaude font appels à de nombreuses technologies. Mais le premier élément discriminant entre ces systèmes est certainement le combustible utilisé. Avec de nombreuses variantes et des caractéristiques très différentes.

Pour en parler, nous utiliserons comme référence un bâtiment dont le besoin net en énergie de chauffage (la quantité de chaleur physiquement nécessaire pour compenser les pertes) de 20.000 kWh. Et nous verrons plus en détail la production d'eau chaude dans un prochain article.

Le ou ... les rendements

Mais avant de commencer cet inventaire, voyons aussi un autre concept. En effet, une chose est de connaître le besoin en énergie nécessaire pour compenser les pertes d'un bâtiment. Une autre est de connaître la consommation d'énergie pour fournir ce besoin. En effet, entre ces deux valeurs, un élément clé : le rendement du système.

Attention, nous parlons bien de rendement et de système.

En effet, le rendement représente la perte due à la transformation de l'énergie contenue dans le combustible (le contenu énergétique, généralement exprimé sur PCI – pouvoir calorifique inférieur) en chaleur utile apportée au volume à chauffer.

Ainsi, si je consomme 25.000 kWh de combustible pour fournir 20.000 kWh de chaleur, le rendement est de $20/25 = 80\%$.

Ceci étant, le rendement est un concept à appliquer à l'ensemble du système. Qui doit intégrer la totalité des pertes qui séparent le combustible et la chaleur utile.

Le rendement est donc à prendre au niveau de la succession des éléments qui conduisent à cette transformation du combustible en chaleur. C'est ainsi que l'on distinguera 4 sous-rendements, à savoir :

Le rendement de production

Il prend en compte la perte au niveau de la transformation de l'énergie contenue dans le combustible en énergie utilisable pour chauffer le bâtiment. En clair le rendement de production concerne le générateur de chaleur. Mais attention, TOUT le générateur de chaleur, et pas seulement, par exemple dans le cas d'une chaudière, du brûleur.

Le rendement de production prend donc en compte toutes les pertes, donc effectivement celles au brûleur dans le cas d'une chaudière, mais aussi celles de refroidissement de la chaudière dans l'ambiance où elle est installée, les pertes vers les fumées (elles s'évacuent à une température relativement élevée, contenant une quantité de chaleur perdue pour le système), les pertes par rayonnement (une partie de la chaleur est transmise à des parois de la chaudière qui ne sont pas en contact avec l'eau du système et est donc perdue dans la chaufferie), les pertes à l'arrêt

Comme on le voit, les pertes de production sont nombreuses, et influent sensiblement sur le rendement de production global. Il n'est ainsi pas rare de voir le rendement de production plonger à 75 ou 80% pour de vieilles chaudières, alors qu'il monte entre 90 et 93% pour des chaudières modernes haut rendement. Il arrive même à 102 ou 103% pour des chaudières gaz naturel à condensation, sans parler des 300 à 450% atteints par les pompes à chaleur.

Le rendement de distribution

Ici nous nous intéressons aux pertes qui peuvent avoir lieu entre la production de chaleur (la chaudière par exemple) et l'endroit où cette chaleur sera transmise au volume à chauffer, via des émetteurs de chaleur comme les radiateurs, les convecteurs ou les planchers chauffants par exemple.



Idéalement, 100% de la chaleur produite devrait atteindre les émetteurs. Ce qui n'est bien souvent pas le cas à cause de longueurs de tuyauterie non isolées ou mal isolées. Notons toutefois que nous parlons ici des tuyauteries hors du volume chauffé, puisque celles à l'intérieur du volume chauffé contribuent tout simplement à chauffer l'ambiance et ne sont donc pas des pertes.

Ce rendement sera directement influencé par l'endroit où la chaudière est installée et par la longueur de tuyauterie ainsi que la qualité de son isolation. Un bon isolant de tuyauterie devrait faire au moins 4 cm et devrait être appliqué de manière précise, jointive et sans interruption aucune, y compris au niveau des vannes et autres circulateurs. Ce qui n'est bien sûr que rarement le cas ...

Ces pertes peuvent atteindre des niveaux importants, de l'ordre de 10 à 15% pour les longues boucles de distribution hors du volume chauffé. En général, une installation moyenne isolée de manière « bricolée » présentera un rendement de l'ordre de 95%.

Le rendement d'émission

Une partie de la chaleur émise par les émetteurs de chaleur mentionnés plus haut est perdue sans avoir pu chauffer le local à chauffer. C'est ainsi qu'un radiateur placé contre un mur extérieur réchauffera ce dernier de manière plus importante que le reste des murs, ce qui accentuera le delta T avec l'extérieur et donc les pertes par refroidissement. Et ce d'autant plus que le mur est non isolé. Par contre ce radiateur placé contre un mur intérieur ne présenterait pas de pertes.

Le rendement d'émission généralement constaté est en général de l'ordre de 95%

Le rendement de régulation

Il s'agit ici des pertes dues au « manque d'intelligence du système ». En d'autre mot, le système n'est pas toujours capable de vous fournir la chaleur dont vous avez besoin, ni plus ni moins, et au moment où vous en avez besoin, ni avant ni après.

Nous tiendrons donc compte, dans ce rendement, de la présence de vannes thermostatiques ou non, de la possibilité de programmer le chauffage, de la présence d'un thermostat d'ambiance, d'une régulation climatique, d'une sonde extérieure, ...



Cet aspect du rendement est très important, et des aberrations sont parfois constatées, comme cet immeuble à appartement des années 60, régulé exclusivement par des sondes de température extérieure, sans mesure ou réglage possible dans les appartements. Et donc sans prise en compte des besoins réels ou des sensibilités des occupants, ou même sans prise en compte des apports solaires. Ainsi le jour de ma visite (beau soleil et -5°C extérieur) les appartements étaient tous surchauffés et ... toutes les fenêtres ouvertes pour maîtriser la surchauffe ! Bilan annuel : 3.200 litres de mazout par appartement (100 m²) !

En général, les situations sont moins extrêmes mais le rendement de régulation peut quand même varier et plonger jusqu'à 85 à 90% dans des systèmes sans vraie régulation, mais se trouvera plus généralement dans une fourchette de 90 à 95%

Le rendement global

Le rendement global de l'installation devient facile à calculer sur base des 4 sous-rendements, puisqu'il suffit de les multiplier l'un par l'autre pour obtenir le rendement de l'ensemble du système. Et c'est là qu'apparaît la surprise.

Avec un ordre de grandeur pour un bon système de chauffage au mazout, correctement régulé et avec une distribution de bonne qualité isolée de ... 79% ($0,92 \times 0,95 \times 0,95 \times 0,95$) !

Et pour un système vétuste, avec une vieille chaudière, un circuit mal ou pas isolé, et sans vraie régulation, le rendement peut facilement plonger sous les 60%, voire atteindre ... 50% !

Pour tous les types de système ?

Eh bien oui, cette approche des sous-rendements est applicable pour tous les types de système de chauffage, toutes les technologies, tous les combustibles. Et donne évidemment des résultats très variables.

Par exemple, un poêle à bois aura un rendement de distribution de 100% (pas de tuyauteries et donc pas de pertes). Par contre, son rendement de production sera assez faible (75 à 80% pour les meilleurs) à cause des pertes par les fumées. Il aura un rendement d'émission plutôt correct, mais par contre sera fortement pénalisé par son rendement de régulation, car comme chacun le sait, il est difficile d'utiliser un poêle à bois à faible puissance ou d'interrompre la combustion entamée de la dernière bûche !

Et donc, le rendement « système » d'un poêle à bois ne sera guère meilleur que 65 à 70%. Alors que le rendement d'un poêle à pellet sera nettement meilleur (85%) grâce à une bien meilleure régulation.

Comme on le constate, le rendement est donc un élément important à condition de prendre en compte le système complet. Mais ensuite interviennent d'autres aspects, telle la technologie ou le

type de combustible. C'est à ce dernier aspect que nous nous intéresserons dans le prochain article, de manière à comparer ces derniers, en considérant aussi leur cout respectif et leur émission de CO2.

Suite au prochain numéro ...

A.Xhonneux, Administrateur Délégué d'EnerConsult SA

