

## Energie et bâtiments (14) – Les combustibles

Dans le dernier numéro nous avons abordé la logique des systèmes de chauffage et nous avons vu comment ces systèmes amenaient logiquement à un découpage du rendement global en 4 sous-rendements.



Nous avons aussi constaté à quel point ces rendements pouvaient être faible et influencer considérablement sur une consommation énergétique.

Nous allons maintenant passer en revue les différents combustibles qui peuvent être utilisé pour le chauffage d'un bâtiment et en comparer les différents aspects. Et pour fixer les idées, 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. Dit autrement, il s'agit d'un bâtiment qui, avec un système de chauffage parfait (rendement de 100%) consommerait 2.000 litres de mazout ou 2.000 m<sup>3</sup> de gaz naturel.

Et nous allons essayer de comprendre combien ce bâtiment consommerait avec d'autres combustibles et bien sur d'autres systèmes de chauffage.

Et dans le prochain numéro nous comparerons ces combustibles aussi sous l'aspect du prix.

### Le Charbon



Oui, le charbon reste un combustible utilisé pour se chauffer. De moins en moins me direz-vous. Du moins chez nous. Mais dans de nombreux pays du monde le charbon est un combustible non seulement très présent mais aussi bon marché. Et donc de plus en plus utilisé. Pour certain, aussi étonnant que cela puisse paraître, le charbon est d'ailleurs le combustible du siècle. Dommage. Car c'est aussi le combustible le plus polluant. Qui émet (chiffres ADEME 2007 – cycle de vie complet c'est-à-dire en incluant l'extraction et le transport) 371 g de CO<sub>2</sub> par kWh d'énergie primaire.

Pire encore. Pour se chauffer de nos jours avec du charbon, il n'existe que peu de solutions. En pratique, on recourt à un poêle au charbon. Dont le rendement est médiocre, à cause de la combustion limitée, à cause de la régulation difficile. On parle de rendements de l'ordre de 70%. Ce qui signifie que pour satisfaire un besoin en chaleur de 20.000 kWh (à supposer que l'on puisse chauffer de manière équivalente une maison avec un poêle ou avec un chauffage central), on va consommer 28.572 kWh de charbon, soit une consommation de 3.430 kg de charbon (avec 1 kg = 8,33 kWh) et une émission de 10,6 T de CO<sub>2</sub> !

Enfin, notons que la chute du cours du charbon (vu son abondance et le fait que l'usage du charbon se fait plus rare suite à l'exploitation intensive aux Etats-Unis du gaz de schiste) conduit à un regain d'intérêt même en Europe, où l'importation du charbon américain bon marché car en surplus en incite plus d'un à revenir aux ... bonnes vieilles centrales électriques au charbon !

### Le Mazout de chauffage

Le mazout de chauffage est, avec le gaz naturel, le combustible le plus répandu chez nous en Belgique. Il l'est beaucoup moins dans certains pays où le réseau de distribution du gaz naturel est beaucoup plus répandu.

Le mazout de chauffage est lui aussi un émetteur de CO<sub>2</sub> non négligeable, puisque son dégagement de CO<sub>2</sub> est de 301 g par kWh d'énergie primaire. Il présente toutefois des avantages non négligeables, par exemple au niveau de sa facilité d'utilisation (stockage, approvisionnement de la chaudière automatique, fonctionnement fiable des chaudières, ...) et a été pendant longtemps le combustible plébiscité par les belges.

Ceci étant, une chaudière mazout haut rendement présentera un rendement certes plus élevé qu'un poêle à charbon, mais, intégré dans un système de chauffage qui apportera des pertes complémentaires, on retrouvera pour une installation de chauffage mazout de bon niveau un rendement global de l'ordre de 79% (voir article précédent).

Ce qui conduit à une consommation réelle, pour satisfaire notre besoin de 20.000 kWh de chaleur nette, de 25.316 kWh, soit 2.532 litres de mazout par an.

Ce qui correspondra aussi à une émission de CO<sub>2</sub> de 7,6 T de CO<sub>2</sub> par an.

### **Le propane**

Rappelons tout d'abord que le propane est principalement issu de la purification du gaz naturel ou de la séparation des gaz de pétrole liquéfiés provenant de la distillation du pétrole brut.

Il est de nos jours relativement peu répandu mais son usage a tendance à augmenter, surtout pour deux avantages principaux :

- 1) Il permet d'utiliser des chaudières gaz à condensation, plus efficaces et moins chères que les solutions « mazout » dans les régions où le gaz naturel n'est pas disponible
- 2) Les distributeurs « offrent » généralement la citerne de stockage

De ce fait le propane rencontre de plus en plus les faveurs de ceux qui rénovent leur logement.

Quoi qu'il en soit, c'est aussi un gaz qui émet du CO<sub>2</sub> à raison de 275 g par kWh d'énergie primaire.

Mais, comme mentionné plus haut, on pourra utiliser, pour le brûler, une chaudière gaz à condensation dont le rendement théorique sera de 107% et le rendement de production réel avoisinera les 102%.

De ce fait, le rendement du même système évoqué pour le mazout devient ici 87% ( $1,02 \times 0,95 \times 0,95$ ). Ce qui conduit à une consommation de 22.990 kWh, soit 2.560 litres de propane.

Ce qui conduit aussi à une émission de CO<sub>2</sub> de 6,3 T de CO<sub>2</sub>.

### **Le gaz naturel**

Il s'agit du principal combustible de chauffage en Europe, qui se dispute la tête du classement avec le mazout en Belgique. Il est aussi émetteur de CO<sub>2</sub>, mais dans son cas on atteint le chiffre intéressant

de 231 g de CO<sub>2</sub> par kWh consommé, ce qui place le gaz naturel au premier rang des combustibles fossiles du point de vue de la charge en CO<sub>2</sub>.

De plus, il présente les mêmes avantages que le propane du point de vue de l'utilisation (bien sûr, pas de stockage ici mais un raccordement au réseau). Mais la performance des équipements est indiscutable, telles les chaudières à condensation par exemple.

On obtient donc un rendement global du système identique à celui du propane, avec un ordre de grandeur de 87%, ce qui conduit à une consommation de 22.990 kWh, soit 2.299 m<sup>3</sup> de gaz naturel. Et une émission de CO<sub>2</sub> de 5,3 T de CO<sub>2</sub> par an. Ce qui correspond aussi à ... la moitié des émissions d'un système alimenté au charbon !

## L'électricité

Dans le cas de l'électricité, la situation est particulière. En effet, l'électricité est produite par des centrales qui consomment une large panoplie de combustible, depuis l'uranium, non émetteur de CO<sub>2</sub> dans les centrales nucléaires, jusqu'au charbon ou au gaz dans les centrales traditionnelles, fortement émettrices de CO<sub>2</sub>.



L'émission de CO<sub>2</sub> liée à la production d'électricité est donc variable, plus ou moins importante selon les saisons et les heures (pleines ou creuses). Si l'on considère un usage « chauffage » et donc les émissions de CO<sub>2</sub> en hiver et mi-saisons avec une pondération heures pleines – heures creuses il est admis que l'on retient une émission de 347 g de CO<sub>2</sub> par kWh consommé. On pourrait revoir éventuellement ce chiffre à la baisse pour du chauffage électrique à accumulation, qui ne consommerait que durant les heures creuses de mi-saison et d'hiver, et présenterait alors un taux d'émission de 270 g/kWh.

Considérons donc deux cas de figure. Tout d'abord un chauffage électrique à accumulation, dont le rendement in-situ (sans tenir compte du rendement des centrales électriques) est de l'ordre de 90% (à cause de la difficulté de régulation d'une solution avec accumulation de nuit. Ce chauffage électrique consommera alors 22.222 kWh d'électricité de nuit pour une émission de 6 T de CO<sub>2</sub>.

D'un autre côté, on pourrait aussi envisager de chauffer ce bâtiment avec une pompe à chaleur (PAC) qui aurait alors un rendement de l'ordre de 300 à 450% (COP de 3,5 à 4,7 selon les technologies, corrigé par les variations saisonnières de la source pour obtenir un facteur de performance saisonnier, le SPF). Dans ce cas, la consommation d'électricité serait comprise entre 6.666 et 4.444 kWh, et les émissions de CO<sub>2</sub> entre 2,3 et 1,5 T de CO<sub>2</sub>. Nous reviendrons en détail sur les PAC dans un prochain article.

## Le bois

Le bois est de plus en plus considéré comme une alternative intéressante par nos concitoyens. Ceci étant il présente des avantages mais aussi des inconvénients. Et nous ne nous étendrons pas sur le vieil adage qui dit que le bois réchauffe trois fois (à l'abattage, lorsqu'on le rentre et lorsqu'on le brûle ...). Mais la réalité est que le bois est un combustible de performance thermique variable, qui est brûlé dans des producteurs de chaleur qui sont assez grossiers et dont les rendements ne sont

pas toujours excellents. Ainsi on considère que le rendement d'un feu ouvert pur et dur peu chuter aux alentours de 20% seulement.

Considérons ici un rendement de 80% pour la production (un bon poêle à bois), mais aussi une pénalisation de régulation avec un rendement de 80% également. Et donc, même si le rendement de distribution et celui d'émission sont considérés tous les 2 à 100%, le rendement du système chute déjà à 64%. C'est-à-dire que nos 20.000 kWh de besoin net appelleront une consommation de 31.250 kWh de bois. Soit encore 10.416 kg de bois sec, ou encore 21 stères.

Quant à l'émission de CO2 elle est considérée comme nulle. En réalité, on considère que le CO2 dégagé par le bois qui brule n'est jamais que du CO2 que le bois à emprisonné par photosynthèse lors de sa croissance. Et donc que le bilan CO2 de la combustion du bois est nul. Ce qui est en réalité imprécis, puisqu'il aura aussi fallu couper le bois, le traiter, le transporter, ... ! Donc on considère souvent une émission de CO2 de 20 g par kWh consommé, ce qui conduit ici à une émission de 0,65 T de CO2.

### Les pellets

Dans le cas des pellets nous envisagerons un chauffage central qui utilise une chaudière à pellet en lieu et place d'une chaudière au mazout. Ce type de machine présente un rendement de l'ordre de 85% théorique, mais nous partirons sur un rendement de production plus réaliste de 80%. Soit un rendement système de 69%. Et donc une consommation de 28.985 kWh ou 5,6 T de pellet.

En ce qui concerne l'émission de CO2 des pellets, elle est un peu plus élevée que celle des buches puisqu'il s'agit d'un produit manufacturé. On considèrera plutôt un ordre de grandeur de 45 g de CO2 par kWh, ce qui nous amène à une émission de CO2 totale de 1,3 T de CO2.

### Conclusions

En résumé, voici la comparaison entre les différents combustibles :

	Consommation		Emission
<b>Charbon</b>	28.572 kWh	3.430 kg de charbon	10,6 T de CO2
<b>Mazout</b>	25.316 kWh	2.532 l de mazout	7,6 T de CO2
<b>Propane</b>	22.990 kWh	2.560 l de propane	6,3 T de CO2
<b>Gaz naturel</b>	22.990 kWh	2.299 m <sup>3</sup> de gaz	5,3 T de CO2
<b>Electricité</b>	22.222 kWh		6,0 T de CO2
<b>Electricité PAC</b>	De 6.666 à 4.444 kWh		De 2,3 à 1,5 T de CO2
<b>Buches</b>	31.250 kWh	21 stères (10,4 T)	0,7 T de CO2
<b>Pellet</b>	28.985 kWh	5,6 T de pellet	1,3 T de CO2

Voici donc des chiffres qui peuvent être assez surprenant et qui remettent en cause certaines impressions que l'on pouvait avoir. Dans le prochain article nous examinerons aussi l'aspect « prix », qui remettre encore ce tableau en discussion.

A.Xhonneux, Administrateur Délégué d'EnerConsult SA

