

Chauffage: le vieil idéal du rendement 100% est dépassé depuis longtemps

par Louis Rougnon Glasson, professeur agrégé en sciences physiques

A - Les maigres rendements du bon vieux temps

Quand ils faisaient du feu dans l'âtre, nos ancêtres avaient de bonnes raisons de se désoler du, mauvais rendement de leurs installations.

Les fumées étaient grises ou brunes en raison d'une proportion importante d'imbrûlés, une autre proportion de ces imbrûlés se déposait dans le conduit de fumée et faisait le bonheur des petits savoyards, à moins d'occasionner des feux de cheminées.

A défaut de pouvoir chauffer correctement la pièce où ils se tenaient, les gens profitaient du rayonnement émis par la plaque de cheminée. C'était toujours ça de pris sur la chaleur envoyée directement dans l'environnement. Le rendement énergétique de l'installation se situait autour de 5%.

Tous ces problèmes sont réglés dans les chauffages actuels. Une fumée blanche est là pour prouver que la combustion est complète et que les gaz rejetés dans l'atmosphère ont une température peu élevée. Les rendements dépassent vraisemblablement 80%.

Les chauffages électriques annoncent même triomphalement un rendement de 100%. **Mais...**

B - La pompe à chaleur pose un nouveau problème

Pour une même quantité d'énergie électrique consommée, un chauffage électrique fournit trois ou quatre fois moins de chaleur qu'une pompe à chaleur. **Le rendement 100% d'un chauffage électrique apparaît à son tour comme dérisoire et ridiculement bas comparé à celui d'une pompe à chaleur.**

C - Comment un rendement énergétique peut-il être supérieur à 100%?

La réponse est toute simple:

- Quand un rendement est inférieur à 100%, l'énergie qui manque à l'appel au niveau du chauffage est **perdue dans** l'environnement.

- Quand un rendement est supérieur à 100%, la chaleur fournie en supplément par rapport à l'énergie consommée est de la chaleur **fournie par** l'environnement. Elle est extraite de l'environnement, le dispositif réalisant cette opération est appelé pour cette raison "pompe à chaleur".

D - A quoi le handicap du chauffage électrique est-il dû, comparativement à la pompe à chaleur?

Le supplément de ressources consommés par un chauffage électrique n'est certes pas dû à des **pertes** d'énergie, il est dû à des **dégradations d'énergie**, c'est à dire à des pertes de qualité d'énergie. **Or, une dégradation d'énergie est équivalente à une perte de ressources énergétiques.**

Une dégradation d'énergie se produit lorsque de l'énergie électrique se transforme en chaleur. **Il s'en produit une également à l'occasion de chaque échange de chaleur. Dans ce cas, la dégradation d'énergie est importante si le point de départ et le point d'arrivée de la chaleur**

présentent des écarts de températures importants, et elle est faible dans le cas contraire.

- Dans un chauffage électrique, la dégradation d'énergie consiste en une transformation d'énergie électrique en "chaleur basse température". Elle est très importante. L'énergie électrique est en effet une énergie de qualité maximale, au même titre que l'énergie mécanique. Une fois qu'elle est passée sous forme de chaleur domestique, on ne peut plus faire grand chose avec, elle est devenue de l'énergie fortement dégradée.

- Dans une pompe à chaleur, la dégradation totale d'énergie est moins importante, notamment parce que la chaleur qu'elle fournit à l'immeuble est **apportée par une source de chaleur à température peu élevée**: située aux alentours de 60°C.

Les surconsommations de ressources pour cause de dégradation d'énergie condamnent donc les chauffages électriques,

E - Comment les dégradations d'énergie peuvent-elles condamner également les autres chauffages traditionnels, au fioul, au gaz, au bois, etc ?

Dans ces chauffages, ce n'est plus de l'énergie électrique, mais de la "chaleur haute température", qui se dégrade en devenant de la chaleur domestique "basse température". Le foyer de la chaudière fournissant la chaleur est couramment à plus de 1000°C. Avec de la chaleur fournie à une telle température, on peut certainement faire beaucoup mieux que chauffer des locaux à 20°C.

F - La vieille référence idéale du rendement 100% étant ainsi abandonnée, par quoi peut-on la remplacer?

La nouvelle référence conserve naturellement l'hypothèse de l'absence de toute déperdition d'énergie, **mais elle y ajoute l'absence de toute dégradation d'énergie.**

L'appareil de chauffage idéal ne doit donc transformer aucune énergie électrique ou mécanique en chaleur. En outre, **les échanges de chaleur doivent y être provoqués par des écarts de température infinitésimaux.**

G - Quels dispositifs pratiques peut-on utiliser pour s'approcher de cette référence idéale?

La source de chaleur doit être à température peu élevée, pour que la dégradation d'énergie liée aux échanges de chaleur soit aussi faible que raisonnablement possible. **De telles sources de chaleur existent et peuvent se multiplier.** Ce sont les rejets thermiques des centrales thermiques et des groupes électrogènes.

Le système de chauffage correspondant, c'est la **cogénération, ou production combinée de chaleur et d'électricité.**

En ce qui concerne les ressources consommées, **avec la cogénération, la chaleur de nos immeubles est pratiquement un sous-produit gratuit de la production d'électricité.**

H - Au niveau des performances, comment les chauffages actuels se situent-ils par rapport à la nouvelle référence idéale?

Pour avoir une idée de ces performances désastreuses, il faut comparer leur bilan énergétique à celui d'une "pompe à chaleur idéale". Une pompe à chaleur qui fonctionnerait sans dégradation d'énergie serait typiquement **une quinzaine de fois plus performante qu'une pompe à chaleur réelle, et donc une cinquantaine de fois plus performante qu'un chauffage électrique.**

Pour l'ensemble des chauffages traditionnels, on peut dire que les pertes de ressources dues aux dégradations d'énergies représentent environ 97 à 98% de l'énergie utilisée dans le cas d'un chauffage électrique, et environ 95% des ressources utilisées dans le cas des autres chauffages

traditionnels, genre fioul, gaz, charbon, bois, etc.

I - Conclusion. Un chauffage sans aucune dégradation d'énergie est certes irréalisable, mais **entre des pertes de ressources dépassant 95% et la référence idéale de pertes de ressources réduites à zéro, il y a sûrement quelque chose à faire.**

La solution passe par le développement et l'optimisation de la cogénération.

Remarques:

1°) En physique, les **dégradations d'énergie** sont appelées **productions d'entropie**. On a vu qu'elles sont équivalentes à des **pertes de ressources énergétiques**.

Les chauffages les plus économes en ressources énergétiques sont alors des **chauffages à faible production d'entropie**. Concrètement ce sont la pompe à chaleur et le chauffage par cogénération.

2°) La pompe à chaleur, avec notamment la référence à la pompe à chaleur "idéale", a un grand intérêt **pédagogique** parce qu'elle permet de montrer l'importance des pertes de ressources par dégradation d'énergie sans faire intervenir la grandeur entropie.

Mais ses performances restent médiocres. Voir le document intitulé: "**Les trois rendements d'une pompe à chaleur**" (rendement **réel** de l'ordre de 300% à 400%, **rendement maximum théorique**, couramment dix à vingt fois plus élevé, un **rendement relatif** situé aux alentours de 5% à 10% montre qu'on peut certainement faire beaucoup mieux au niveau des performances)

Le développement commercial des pompes à chaleur à partir de 1980 environ a été dû au fait qu'elles avaient antérieurement été mises au point et fabriquées pour produire du froid. L'organe essentiel d'un réfrigérateur ou d'un congélateur, c'est une pompe à chaleur. Par exemple un réfrigérateur réchauffe votre cuisine avec la chaleur qu'il enlève aux aliments que vous mettez dedans.

3°) C'est la cogénération qui minimise au mieux les productions d'entropie, donc les pertes de ressources énergétiques occasionnées par le chauffage. La cogénération ne se développe que lentement et ce point est à mettre en parallèle avec le fait que la grandeur entropie est enseignée de manière sordide.

Un signal positif toutefois: selon un article du Figaro de fin 2008, Volkswagen s'associait à un fabricant d'alternateurs pour fabriquer des groupes électrogènes voués à la cogénération. Au lieu d'être brûlé dans une chaudière, le gazole sera brûlé dans un moteur diesel entraînant un alternateur, et la chaleur rejetée sera utilisée pour le chauffages de la maison.

Le bilan prévisible est le suivant: au lieu de demander 100 joules au fioul pour son chauffage, le particulier en demandera environ 130, ce qui représentera certes une augmentation de sa consommation. Mais les 30 joules supplémentaires se retrouveront sous la forme d'une énergie électrique envoyée dans le réseau. Or, si c'est une centrale thermique sans cogénération qui produit cette même énergie électrique de 30 joules, elle en rejette en plus et en même temps 60 autres directement dans l'environnement. La suppression de ces 60 joules envoyés dans l'environnement montre l'intérêt de l'opération

Divers articles traitant ce sujet et destinés à différents publics peuvent être obtenus sur internet, en faisant par exemple "entropie ortograf" avec un moteur de recherche .