

Pertes de ressources par dégradations d'énergie:

Une chaufferie sans cogénération est un crime contre l'environnement

par Louis Rougnon Glasson,
professeur agrégé en sciences physiques

A - Des silences tenaces dans le concert des économies d'énergies

1°) **Une évidence à rappeler:** pour chaque joule d'énergie électrique produite, une centrale thermique envoie entre 1,5 et 2 joules de chaleur directement dans l'atmosphère ou dans l'eau d'un fleuve. **A cause de cette perte occasionnée lors de sa production, l'énergie électrique a déjà une première bonne raison d'être précieuse, et un chauffage électrique représente un gros gaspillage de ressources.**

2°) **Une donnée à intégrer:** tous les chauffages traditionnels sont incompatibles avec une **gestion rigoureuse des ressources énergétiques.**

C'est ce deuxième point qui va être développé ici.

B - Un gaspillage pourtant facile à comprendre, et qui condamne les chauffages électriques

Le gaspillage qui intervient dans tout chauffage électrique est évident si l'on considère la chaleur rejetée dans la nature par les centrales thermiques, il l'est encore plus si l'on compare son bilan énergétique avec celui d'une pompe à chaleur.

Moyennant 100 joules d'énergie électrique consommée, une pompe à chaleur fonctionnant dans de bonnes conditions fournit banalement 400 joules de chaleur, dont 300 joules extraits du milieu ambiant.

Pour vous fournir la même quantité de chaleur, un chauffage électrique ordinaire consomme naturellement **400 joules d'énergie électrique, soit**

300 joules de plus que la pompe à chaleur. Il se comporte donc comme une pompe à chaleur qui consommerait 100 joules pour vous chauffer, mais qui, en même temps, en consommerait 300 autres pour chauffer directement l'air du temps.

La chaudière électrique n'est certes pas utilisée pour chauffer l'air du temps, mais **elle n'extrait pas de l'air du temps la chaleur qu'on pourrait en extraire en s'y prenant d'une autre façon.**

Dans la pratique, on va voir plus loin que l'utilisation de la pompe à chaleur est passablement contestable. Mais, d'un point de vue pédagogique, elle vient déjà de faire apparaître clairement la **différence de qualité, de valeur, entre chaleur et énergie électrique.**

La pompe à chaleur **réelle** nous a permis de montrer qu'un rendement de 100% peut être largement dépassé. La pompe à chaleur "**idéale**" va nous faire connaître **la nouvelle référence en matière de rendement, c'est à dire le meilleur rendement imaginable.**

C - Déductions supplémentaires, où l'intérêt de la pompe à chaleur est seulement pédagogique

1°) Un rendement énergétique de 100% ne constitue pas du tout la référence idéale

Le fameux rendement 100% d'un chauffage électrique est en réalité piteux par rapport au rendement 400% d'une pompe à chaleur **réelle** fonctionnant dans de bonnes conditions.

Mais celle-ci présente encore des défauts que l'on connaît bien et qui seraient trop coûteux à éliminer. En imaginant qu'on les élimine, on obtient la "pompe à chaleur idéale", celle qui est censée fournir le maximum de chaleur pour une consommation donnée d'énergie électrique.

Pour trouver le nouveau rendement de référence qui va remplacer celui de 100%, on passe **de la pompe à chaleur réelle à la pompe à chaleur "idéale"**

2°) Le meilleur rendement concevable est celui d'une pompe à chaleur "idéale", il est encore beaucoup plus grand que celui d'une pompe à chaleur réelle

On sait très bien le calculer. Il ne dépend que de la température du milieu ambiant et de celle de l'appartement que l'on chauffe. Sa valeur numérique est donnée avec une bonne approximation par la formule

$$r\text{-idéal} = 300 / \Delta T,$$

avec ΔT = écart entre la température de l'appartement que l'on chauffe et celle de l'air du temps, en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$)

*Exemple. Avec un écart de température de 6 degrés entre le milieu ambiant et les locaux que l'on chauffe, le rendement de la "pompe à chaleur idéale" serait de **50 pour un, ou 5000%, soit une cinquantaine de fois supérieur à celui d'une chaudière électrique, et plus de dix fois supérieur à celui d'une pompe à chaleur réelle.***

Le rendement 100% d'une chaudière électrique ne représente donc que 2% environ du nouveau meilleur rendement de référence. Le gaspillage est considérable.

3°) Perte de ressources par dégradation d'énergie, en l'absence de toute déperdition d'énergie

Cette faiblesse du rendement 100% d'un chauffage électrique par comparaison avec le rendement de référence montre **la perte de ressources que ce chauffage occasionne, et qui représente 98% de l'énergie électrique consommée.**

Cette perte de ressources n'est pas due à une déperdition d'énergie, mais à une **dégradation d'énergie**. Entre le moment où l'énergie électrique entre dans une maison et celui où cette énergie se retrouve sous forme de chaleur dans l'air de l'appartement, elle a perdu 98% de sa valeur.

4°) La "chaleur basse température" est une énergie de très faible valeur et qui peut être presque gratuite quant aux ressources consommées

La grande quantité de chaleur qu'une pompe à chaleur idéale est censée fournir en contrepartie d'une petite quantité d'énergie électrique montre que la chaleur fournie par ce dispositif serait à peu près gratuite quant aux ressources électriques consommées.

C'est de la chaleur de très faible valeur et c'est lié au fait qu'elle est portée par des corps à basse température, la température de nos immeubles étant située autour de 20°C .

La chaleur de valeur nulle, c'est naturellement celle qui est contenue dans

des objets **dont la température est égale à celle de l'air du temps.**

Par un bel après-midi de janvier où la température de l'air est de 20°C , si vous arrivez dans un chalet où le thermomètre affiche 5°C , votre chauffage peut se faire sans la moindre consommation de ressources: il vous suffit d'ouvrir toutes grandes portes et fenêtres.

5°) A quantité égale, la "chaleur haute température" a une valeur beaucoup plus grande que la "chaleur basse température"

Au moment où elle est produite, la chaleur fournie par tous les combustibles traditionnels est de la chaleur "haute température". Elle peut être transformée en énergie mécanique ou électrique avec un bon rendement. Par exemple, certains moteurs diesel ont des rendements dépassant 60%.

A quantité d'énergie égale, **la valeur de la chaleur haute température est donc beaucoup plus grande que celle de la chaleur basse température, mais elle est toutefois nettement inférieure à celle de l'énergie électrique.**

*Après la condamnation des chauffages électriques, cette considération va nous amener à **condamner à leur tour tous les chauffages traditionnels**, que ce soit au fioul, au gaz, au bois, au charbon.*

D - Pertes inacceptables de ressources dans tous les chauffages traditionnels, pour cause de dégradation d'énergie, même en l'absence de toute déperdition d'énergie

Entre le moment où elle est fournie par la flamme d'une chaudière et celui où elle se retrouve dans l'air d'un appartement, la chaleur a perdu la plus grande partie de sa valeur.

Cette perte est de 100% si l'appartement que l'on chauffe est suffisamment froid pour pouvoir être chauffé directement par l'air du temps, puisque la chaleur fournie par la combustion se retrouve en fin de compte avec une valeur nulle.

Dans les cas habituels, la perte de valeur de l'énergie due au fait que la **chaleur haute température** se transforme en **chaleur basse température** correspond à une **perte de qualité de l'énergie dépassant 95%.**

Exemple. Pour un chauffage utilisant du fioul, le **meilleur rendement imaginable, ou rendement de référence**, c'est celui du dispositif qui serait constitué par un "moteur diesel idéal" actionnant lui-même une "pompe à chaleur idéale".

Le rendement de référence du moteur diesel est situé autour de 80%, celui de la pompe à chaleur est situé autour de 5000%. pour le couplage des deux appareils, le rendement de référence a donc une valeur située aux alentours de :

$80\% \cdot 5000\% = 0,80 \cdot 5000\% = 4000\%$ Il est donc **donc environ 40 fois supérieur** au rendement de 100% qu'on peut espérer approcher avec une chaudière au fioul habituelle.

Pour obtenir 100 joules de chaleur basse température, la combustion du fioul devrait donc fournir seulement 2,5 joules dans le cas du dispositif idéal de référence, alors que dans le cas d'une chaudière il doit en fournir 100. Ce bilan désastreux traduit, lui aussi, le fait que la chaleur basse température est une énergie de très faible valeur et qui peut donc être pratiquement gratuite, quant aux ressources énergétiques consommées.

E - Conclusions

1°) Quels que soient les combustibles utilisés, les chauffages traditionnels sont incompatibles avec une gestion rigoureuse des ressources énergétiques.

Les pertes occasionnées par ces chauffages ne sont pas dues à une déperdition d'énergie, mais à une dégradation d'énergie.

Dans le cas des chauffages électriques, la dégradation d'énergie consiste en une transformation **d'énergie électrique en chaleur basse température.**

Dans le cas des chauffages utilisant utilisant les différents combustibles usuels, la dégradation d'énergie consiste en une transformation de **chaleur haute température en chaleur basse température.**

Les dégradations d'énergie sont équivalentes à des pertes de ressources énergétiques. Ces pertes dépassent en proportion 95% des ressources consommées dans le cas du chauffage des immeubles.

Remarque: les dégradations d'énergie sont appelées en physique "productions d'entropie".

2°) Les chauffages les moins gourmands en

ressources énergétiques sont ceux qui minimisent les dégradations d'énergie. La chaleur basse température doit donc être obtenue à partir de chaleur basse température, **c'est à dire que les échanges de chaleur doivent y être obtenus en faisant intervenir des écarts de températures aussi petits que possibles.**

Si la pompe à chaleur a un rendement bien meilleur qu'un chauffage électrique, c'est lié au fait que les échanges de chaleur s'y font avec de faibles écarts de températures. Ces échanges de chaleur sont au nombre de deux et les écarts de températures peuvent aller environ de 4°C à 40°C. Grâce à quoi le chauffage fourni est un **chauffage à faible production d'entropie.**

Dans la **cogénération**, le combustible fait fonctionner un groupe électrogène et c'est la chaleur rejetée par l'installation qui est utilisée pour le chauffage des immeubles. **Cette chaleur est pratiquement un sous-produit gratuit de la production d'électricité, pour ce qui concerne les ressources énergétiques consommées.**

C'est la cogénération qui minimise au mieux les productions d'entropie, autrement dit les consommations de ressources énergétiques pour le chauffage, parce qu'elle met en jeu un seul échange de chaleur et parce que cet échange de chaleur se fait avec un faible écart de température.

D'un point de vue pratique, les chauffages par cogénération ont un autre avantage: ils fournissent de l'énergie électrique au réseau dans les périodes de froid, c'est à dire justement aux moments où celui-ci en a le plus besoin.

Remarque: si vous comptez sur le journal de 20 heures pour donner un aperçu des notions abordées ici, vous risquez d'attendre longtemps.

L'obstination des grands médias, et aussi l'obstination des milieux scientifiques, à ignorer **l'énorme gaspillage que représentent les dégradations d'énergie dans tous les chauffages traditionnels** finit par poser la question: **la fumisterie ferait-elle la loi?**

En faisant par exemple "entropie ortographe" avec un moteur de recherche, on trouve sur internet divers articles traitant ce sujet et destinés à différents publics. Voir notamment, sur le site "alfographe", la rubrique "Physique, entropie".