

Le chauffage électrique direct : le gaspillage parfait d'une énergie noble !

Vous l'avez remarqué : depuis quelque temps, les disciples de l'électricité nucléaire se parent des atours de l'écologie en affirmant que le chauffage électrique, contrairement à la combustion du pétrole, gaz ou charbon, ne rejette pas de CO₂ dans l'atmosphère et qu'il est, par conséquent, la solution universelle au problème de l'effet de serre.

S'il est vrai qu'un radiateur électrique n'émet pas de polluants gazeux, on se garde bien de préciser comment cette électricité est produite en jugeant sans doute que le citoyen moyen est assez candide (idiot ?) pour croire que les centrales nucléaires ne sont pas polluantes.

Nous n'allons pas nous étendre sur ce sujet. Par contre, si l'électricité est produite à partir d'énergies renouvelables (hydraulique, photovoltaïque, éolienne, couplage chaleur-force, biogaz, bois, etc.), on peut effectivement se demander pourquoi le chauffage électrique n'est pas une bonne solution. En effet, l'installation d'un tel chauffage est simple et peu coûteuse. Elle ne prend pratiquement pas de place et nécessite un entretien minimum. La chaleur est facile à régler ; elle ne produit ni odeur ni résidus. Le transport ne génère pas de dépense d'énergie polluante (pas de transport routier).

Nous allons voir par un exemple concret que, malgré tous ces avantages, le chauffage électrique direct est à proscrire dans un concept énergétique renouvelable, global et cohérent.

Imaginons un atelier de construction mécanique qui produit en série, sur deux niveaux, des machines ou appareils que nous appellerons « objets ». Au rez-de-chaussée, on trouve la fabrication et l'expédition, au premier étage, la finition, l'emballage et le stockage.

Premier cas de figure : l'atelier est équipé d'un monte-charge

L'objet, une fois fabriqué, est transporté au 1^{er} étage au moyen du monte-charge, puis, après d'autres opérations, est redescendu au rez-de-chaussée pour y être expédié.

Calculons l'énergie mécanique nécessaire à la montée de l'objet, en admettant, pour simplifier, que les pertes mécaniques du monte-charge sont négligeables.

Force à produire par le monte-charge pour soulever un objet :

$$F = M \Delta g \quad [\text{N}]$$

avec $M = \text{masse de l'objet} = 1'019,4 \quad [\text{kg}]$

et $g = \text{accélération de la pesanteur} = 9,81 \quad [\text{m/s}^2]$

$$F = 1'019,4 \Delta 9,81 = 10'000 \quad [\text{N}]$$

Energie électrique consommée par le moto-treuil électrique du monte-charge pour élever l'objet du rez-de-chaussée au 1^{er} étage (il passe du point A au point B) :

$$E = F \Delta Z \quad [\text{Nm ou J}]$$

$$E = 10'000 \Delta 10 = 100'000 \quad [\text{J}]$$

Si on admet à 10 secondes le temps que met le monte-charge pour s'élever au 1^{er} étage, la puissance du moteur électrique s'écrit :

$$P = 10'000 \quad [\text{J/s ou W}]$$

ou $P = 10 \quad [\text{kW}]$

Si l'on traduit l'énergie en kWh, unité plus usuelle pour représenter l'énergie électrique, on obtient (1 kWh = 3'600'000 J) :

$$E = 0,0278 \quad [\text{kWh}]$$

Première remarque : On voit que le travail mécanique consomme très peu d'énergie et ne coûte (au prix actuel de l'électricité) presque rien. En effet, en admettant le prix du kWh à 25 cts, le travail représenté par l'élévation d'une masse de plus d'une tonne à 10 mètres de hauteur coûte seulement :

$$0,0278 \times 25 = 0,7 \quad [\text{cts}]$$

soit moins de 1 centime !

Lorsque l'objet est redescendu (il passe du point B au point A), le bilan de l'énergie mécanique est nul puisque la même masse se retrouve au point de départ avec la même vitesse (zéro).

Où est donc passée l'énergie mécanique de 100'000 Joules qui a été consommée pour transporter l'objet au 1^{er} étage ? Elle s'est entièrement dissipée, transformée en chaleur dans le frein du monte-charge au cours de la descente !

Cette chaleur peut évidemment être utilisée pour, par exemple, chauffer un local ou chauffer de l'eau sanitaire.

Calculons la puissance moyenne de chauffage en posant qu'un transfert (aller et retour) est effectué toutes les 500 secondes (environ 8,3 minutes).

$$P = 200 \quad [\text{W}]$$

On sait, par expérience, qu'un radiateur de 200 W ne chauffe pas grand chose. Tout au plus, peut-on tempérer un petit local, à condition qu'il soit bien isolé.

Pour mieux apprécier la relation puissance-chaleur, déterminons le débit d'eau Q_m dont la température serait élevée de 40°C par une puissance de 200 W.

	$Q_m =$		[kg/s]
avec	$P =$ puissance injectée dans le chauffe-eau = 200		[W]
	$c_{\text{eau}} =$ chaleur massique de l'eau = 4'190		[J/(kg·K)]
	$\Delta T =$ élévation de température, admis à 40		[°K ou °C]
	$Q_m = 0,0012$		[kg/s]
ou	$Q_m = 0,0012 \times 3'600 = 4,3 \text{ kg/h} \spadesuit 4,3$		[l/h]

Deuxième remarque : on voit que le travail mécanique qui permet d'élever une masse de plus d'une tonne à 10 mètres de hauteur toutes les 8,3 minutes peut chauffer de 40°C un débit d'eau de seulement 4,3 litres par heure !

Deuxième cas de figure : l'atelier n'est pas équipé d'un monte-charge. Le transfert des objets s'effectue au moyen de la force humaine.

Des ouvriers hissent donc la masse de plus d'une tonne à 10 mètres de hauteur et la redescendent toutes les 8,3 minutes.

Comme on a besoin de préchauffer le même (petit) débit d'eau, on a installé un chauffe-eau électrique de 200 W.

On consommera alors la même quantité d'énergie électrique que dans le scénario précédent, tout en effectuant un travail humain harassant et singulièrement stupide.

On dira, avec raison, que le deuxième scénario résulte d'un comportement parfaitement aberrant. Le chauffage électrique direct procède précisément de cette même aberration.

L'électricité est une énergie noble, c'est-à-dire qu'elle est capable de produire du travail, mais tout travail finit par se dégrader, se transformer en chaleur quelque part. La chaleur est le déchet, le sous-produit du travail.

Cependant, lorsque l'électricité est produite à partir des énergies renouvelables, contrairement à une production extraite des énergies fossiles (gaz, pétrole, uranium), le bilan thermique final à la surface de la terre est nul.

Prenons l'exemple de l'énergie hydraulique. L'énergie potentielle (dénivellation) d'une rivière non aménagée est entièrement dissipée dans l'eau par les remous, cascades, frottements sur les rives, etc., tous phénomènes hydrauliques qui puisent leur énergie cinétique dans l'énergie potentielle. Si la dénivellation est de 427 m, en considérant une équivalence thermodynamique simplifiée, la température de l'eau s'élève de 1°C. Lorsque l'on prélève dans cette même rivière une partie du débit pour produire de l'électricité, l'eau dérivée cède environ 90 % de son énergie potentielle aux turbines, soit l'équivalent de 0,9 °C. L'eau qui s'échappe des turbines est donc plus froide de 0,9 °C que celle de la rivière.

L'électricité, transportée chez les consommateurs, produit d'innombrables services aussi variés que précieux : travail mécanique, éclairage, radio/télévision, informatique, processus industriels etc., etc.. Toute l'énergie produite par la centrale hydro-électrique, prélevée dans la rivière, est finalement intégralement restituée à la nature sous la même forme de chaleur, mais après avoir accompli ses multiples tâches.

L'énergie-chaleur peut être transformée en électricité. C'est ce qu'on fait dans les centrales thermiques, nucléaires comprises. Toutefois, en raison du coefficient de Carnot, le rendement de cette transformation est mauvais (env. 30 %), même en travaillant avec des températures très élevées.

Le comble de l'incohérence est atteint lorsque le consommateur chauffe son appartement avec cette énergie électrique. C'est le gaspillage de l'énergie le plus complet, le plus parfait que l'on puisse imaginer. L'énergie noble extraite difficilement de la chaleur, entièrement dégradée à son niveau le plus bas (la température ambiante), sans produire aucun travail.

De plus, comme l'énergie fossile est à l'état amorphe dans la croûte terrestre, toute la chaleur produite est ajoutée à l'atmosphère. Même si cette pollution thermique est bien inférieure à celle qui est induite par les gaz à effet de serre, elle n'est pas sans conséquence locale sur le climat en raison des puissances considérables qui sont produites à la source dans l'environnement. Par exemple, la tour de refroidissement de la centrale nucléaire suisse de Gösgen (ou de Leibstadt) éjecte en permanence une puissance-chaleur de plus de 2 millions de kW dans la basse atmosphère (environ 17 milliards de kWh dans une année !).

La chaleur dont nous avons besoin, pour nous chauffer, pour nous laver, pour cuire nos aliments, pour répondre aux besoins des processus industriels, est naturellement abondante à la surface de la terre : solaire actif et passif, bois, biogaz, géothermie. Elle est renouvelable et ne pollue pas. Son exploitation à grande échelle nécessite par contre des investissements importants dans la recherche des performances et de la fiabilité des équipements ainsi qu'une transformation radicale des habitudes et des techniques, liées notamment à la gestion et au stockage.

L'avenir (la survie) de nos sociétés dépend de la rapidité avec laquelle ces nouvelles orientations seront prises.

La mise en valeur des énergies renouvelables est la composante essentielle, vitale et urgente du développement soutenable.

Le chauffage électrique direct est un des exemples de méfaits, parmi les plus affligeants, que commet notre société de consommation face à cette urgence vitale.

Raymond CHENAL
Ingénieur conseil
1815 CLARENS