

La décote entropique pour comprendre l'entropie

Comment une dégradation d'énergie est équivalente à une consommation de ressources énergétiques

A - Perte de **qualité** de l'énergie calorifique quand elle passe d'un corps chaud sur un corps froid

Une quantité de chaleur donnée Q (en joules) a des possibilités d'utilisation plus importantes lorsqu'elle est portée par un corps à température élevée que lorsqu'elle est portée par un corps à basse température. Un corps chaud peut réchauffer un corps froid, alors que l'inverse n'est pas possible.

Avec la "**chaleur haute température**", c'est à dire par exemple, dans la pratique, celle qui est produite par les différents combustibles classiques, on peut produire de l'énergie mécanique ou de l'énergie électrique avec un rendement intéressant, quoique toujours strictement inférieur à 100%.

Au contraire, avec la "**chaleur basse température**", typiquement celle qui est contenue dans nos immeubles en hiver, si l'on décidait de produire de l'énergie mécanique ou électrique, le rendement des moteurs serait dérisoirement bas.

Une autre illustration de la faible valeur de cette chaleur basse température est dans le fait qu'une pompe à chaleur en fournit des quantités importantes **en contrepartie d'une faible consommation** d'énergie électrique.

On peut donc dire qu'une chaleur portée par un corps à la température T présente une **décote qui augmente à mesure que T diminue** (mais on va voir qu'il n'y a pas proportionnalité entre la baisse de température et la valeur de cette décote)

B - Moteur de Carnot plus environnement pour établir une mesure de la **QUALITE** de la chaleur

Pour une quantité de chaleur Q portée par un corps à la température T, Clausius a défini l'entropie de cette chaleur par la relation

$S = Q / T$ (avec Q en joules, T en kelvins, et S en joules par kelvin)

Pour avoir une idée précise de la signification concrète de l'entropie,

- on fait intervenir un milieu ambiant supposé à la température uniforme T_{ambiant}

- et on exprime **l'énergie mécanique qu'on peut espérer tirer de cette chaleur Q dans le meilleur des cas imaginable**, c'est à dire dans le cas où l'on ferait fonctionner un moteur de Carnot entre le corps à la température T et le milieu ambiant.

Le rendement de ce moteur serait:

$$r = (1 - (T_{\text{ambiant}} / T))$$

L'énergie mécanique obtenue à partir de la quantité de chaleur Q serait donc:

$$Q * r = Q * (1 - (T_{\text{ambiant}} / T))$$

On peut appeler cette quantité "énergie mécanique potentiellement récupérable", (EMPR)

L'EMPR est plus petite que la quantité Q. Autrement dit, par rapport à une convertibilité à 100% en énergie mécanique, **cette chaleur est déjà amputée d'une valeur:**

$$Q - Q * r = Q - Q * (1 - (T_{\text{ambiant}} / T))$$

$$= Q * (T_{\text{ambiant}} / T) = S * T_{\text{ambiant}}$$

(avec Q en joules). Cette grandeur peut être appelée "**énergie mécanique définitivement dégradée en chaleur**" (EMDD), ou "**décote entropique**". Elle mesure la **baisse de QUALITE** de la chaleur Q par rapport à une situation où cette énergie serait sous la forme d'énergie mécanique ou électrique.

La décote entropique représente la quantité de chaleur que le moteur de Carnot considéré **rejette dans l'environnement**, utilisé comme source froide.

C - Conclusions: En multipliant l'entropie Q / T d'une quantité de chaleur Q portée par un corps à la température T, par la température T_{ambiant} supposée uniforme du milieu ambiant, on obtient la **décote entropique** de cette chaleur, c'est à dire **la fraction de cette énergie qui, inexorablement, ne pourra plus être reconvertie en énergie mécanique**, même avec le meilleur moteur thermique imaginable.

L'entropie et la décote entropique sont inversement proportionnelles à la température T du corps qui contient la quantité de chaleur Q, elles augmentent donc quand T diminue, c'est à dire quand la chaleur passe d'un corps chaud sur un corps plus froid.

La décote entropique n'a pas plus de valeur qu'une quantité de chaleur équivalente **contenue dans le milieu ambiant**: c'est une énergie gratuite et dont la **qualité est nulle**.

D'où la signification concrète des **productions** d'entropie:

Produire de l'entropie revient à transformer de l'énergie mécanique en une énergie de qualité nulle, équivalente à de la chaleur contenue dans l'air environnant.

Cette notion est assez évidente lorsque de l'entropie est produite à l'occasion de frottements mécaniques ou d'effet Joule. Mais la production d'entropie à l'occasion des échanges de chaleur qui interviennent dans tous les chauffages traditionnels est très importante.

Pour cette raison, **tous les chauffages traditionnels sont incompatibles avec une gestion rigoureuse des ressources énergétiques.**

Les deux principaux **chauffages à faible production d'entropie** sont la **pompe à chaleur** et la **cogénération**, ou production combinée de chaleur et d'électricité.

Dans ces deux cas, la chaleur basse température est obtenue en contrepartie d'une **faible** consommation de ressources énergétiques. Dans ces deux cas, les échanges de chaleur se font avec de **faibles écarts de température**.

Ortograf-fr, F-25500-MONTLEBON

tél: +(33)(0)3 81 67 43 64 sites:

1°) <http://www.alfograf.net>

2°) <http://alrg.free.fr/ortograf>

3°) <http://alrg.free.fr/ortograf-2008>

4°) "ortograf" dans " blogs nouvel obs"