

*Premiers éléments du second principe
de la thermodynamique:*

transformations réversibles, quasi-statiques, isentropiques

Document affiché sur l'encyclopédie contributive Larousse, depuis novembre 2008

Le premier principe de la thermodynamique admet "l'équivalence" du travail et de la chaleur, qui traduit la **conservation** de l'énergie. Mais il faut aussi prendre en compte le fait que les différentes formes d'énergie ne sont pas "équivalentes" entre elles dans tous les sens de ce qualificatif.

A - Le second principe s'intéresse à la dégradation de l'énergie.

L'énergie mécanique ou électrique possède plus de potentialités qu'une quantité égale de chaleur, quelle que soit la température du corps contenant cette chaleur. Or, l'énergie mécanique ou électrique a tendance à se transformer en chaleur, notamment à cause des frottements ou à cause de l'effet Joule. Puisque ça revient à une diminution de ses potentialités, on dit que l'énergie se dégrade.

La chaleur possède plus de potentialités quand elle est contenue dans un corps à température élevée que dans un corps à plus basse température. Or, elle a tendance à passer des corps les plus chauds sur les corps les plus froids. Là aussi, on dit que l'énergie se dégrade, parce que ça correspond encore à une diminution de ses potentialités.

B - On cherche les transformations dans lesquelles l'énergie ne se dégrade pas: transformations *réversibles*

A coup sûr, une transformation "réversible" remplit cette condition, étant donné que, par le sens même du qualificatif, un retour à l'état initial est toujours concevable avec un **bilan nul pour chaque forme d'énergie**.

Pour que la transformation soit réversible, **une variation infinitésimale des**

Ortograf-fr, Louis Rougnon Glasson F-25500-MONTLEBON tél: +(33)(0)3 81 67 43 64 sites: 1°) <http://www.alfograf.net> 2°) <http://alrg.free.fr/ortograf> 3°) Ortograf Nouvelobs (**censuré**)

causes qui la produisent doit pouvoir produire la transformation inverse.

Ces causes seront donc, par exemple, un très faible **supplément** de force sur une face d'un piston soit pour comprimer, soit pour détendre un gaz. Ou bien, pour un échange de chaleur, un **écart de température infinitésimal** entre les deux corps qui échangent cette chaleur.

C - On est sûr que les transformations *quasi-statiques* sont réversibles

Le critère ainsi défini détermine avec certitude des transformations réversibles, mais si ces transformations se font dans un sens comme dans l'autre, c'est parce que les causes qui les provoquent sont infinitésimales.

Pour cette raison, elles sont infiniment lentes: on dit qu'elles sont quasi-statiques.

On est **sûr** que, dans de telles transformations qualifiées de réversibles ou quasi-statiques, on n'a pas de dégradation d'énergie. Mais, toujours au niveau d'une première étude théorique, elles ne sont pas les seules à ne pas dégrader de l'énergie,.

D - Certaines transformations non quasi-statiques sont pratiquement réversibles

Dans la pratique, les causes d'irréversibilité sont soit la transformation d'énergie mécanique ou électrique en chaleur, soit un échange de chaleur entre des corps présentant des écarts de température non négligeables.

Si ces causes d'irréversibilité sont évitées, on peut avoir des transformations qui sont réversibles sans pour autant répondre aux critères très exigeants qui caractérisent les transformations quasi-statiques.

Autrement dit, on est sûr que toutes les transformations quasi-statiques sans exception sont réversibles, mais il existe en plus des transformations **non** quasi-statiques qui sont pratiquement réversibles..

Par exemple, si l'on accroche un poids à l'extrémité d'un ressort parfaitement élastique et initialement non tendu, et qu'on le lâche, cette masse va osciller en prenant des vitesses non négligeables. Comme, à la fin de chaque oscillation, le système se retrouve dans sa configuration initiale, la transformation est réversible. Mais on a fait là l'hypothèse d'une absence totale d'amortissement et on sait que

Ortograf-fr, Louis Rougnon Glasson F-25500-MONTLEBON tél: +(33)(0)3 81 67 43 64 sites: 1°) <http://www.alfograf.net> 2°) <http://alrg.free.fr/ortograf> 3°) Ortograf Nouvelobs (**censuré**)

cette hypothèse n'est jamais parfaitement réalisée.

Dans un autre exemple, on peut remplacer le ressort parfaitement élastique par un gaz subissant des compressions adiabatiques, en supposant que le piston qui interagit avec le gaz n'a pas de frottements. Un excès de force initial va donner de **l'élan** au piston, d'autre part celui-ci va s'arrêter d'avancer **après** que le supplément de force agissant dans l'autre sens et dû à la surpression du gaz l'ait fait ralentir.

A cause des excédents de forces qui donnent de la vitesse au piston ou qui ensuite l'arrêtent, la transformation n'est pas quasi-statique, mais on n'a pas de dégradation d'énergie. Si la compression est obtenue en posant un poids sur le piston, le dispositif se retrouvera d'ailleurs, lui aussi, dans son état initial à la fin de chaque oscillation.

Ici, dans la pratique, en ce qui concerne les causes d'irréversibilité, les frottements changent la donne, et il se trouve même que si les oscillations sont rapides, on reste plus près des conditions de la réversibilité parce que ça limite les échanges de chaleur.

E - Transformation "réversible" est synonyme de transformation "isentropique"

La physique du second principe de la thermodynamique fait apparaître la grandeur appelée "entropie", qui permet de donner une mesure très générale de toute dégradation d'énergie. Il revient au même de dire qu'une transformation se fait sans dégradation d'énergie ou qu'elle se fait sans production d'entropie.

On a donc trois expressions synonymes:

transformation "sans dégradation d'énergie",

transformation "réversible",

transformation "isentropique". ("isos" signifie "égal": l'entropie est à chaque instant égale à sa valeur initiale).