

Transformations réversibles, quasi-statiques, isentropiques

par Ortograf-fr, 24 mai 2008:

La pédagogie du second principe de la thermodynamique a régressé depuis une trentaine d'années, alors que les choses n'étaient déjà pas claires à cette époque.

Au départ, par rapport au problème de la dégradation d'énergie, les chercheurs ont dû chercher à définir les **conditions à réaliser pour qu'une transformation se fasse sans dégradation d'énergie**

Dans le cas d'un système isolé, une transformation se fait **sans dégradation d'énergie** si, à son terme, on peut **revenir à l'état initial sans échange d'énergie avec l'extérieure**. La transformation sera alors naturellement qualifiée de **réversible**.

Pour qu'une transformation soit **réversible**, une variation infinitésimale des causes qui la produit doit pouvoir provoquer la réaction inverse. La transformation réversible est donc un **cas limite**, où les causes agissantes sont infiniment faibles.

Ces causes étant très faibles, la réaction sera infiniment lente: on va la qualifier de **quasi-statique**.

Dans la pratique, "réversible" est donc synonyme de "quasi-statique". Ces transformations sont une vue théorique, mais elles donnent une **référence de comparaison** très utile pour les transformations réelles, parce qu'on est sûr qu'elles se font **sans dégradation d'énergie**.

Pour prendre l'exemple le plus significatif, imaginez que vous puissiez chauffer un immeuble avec un dispositif utilisant uniquement des transformations réversibles. Vous auriez alors un **chauffage sans dégradation d'énergie, autrement dit sans production d'entropie**. Le dispositif correspondant serait une **"pompe à chaleur idéale"**. Son COP serait couramment de 50, autrement dit son rendement serait couramment de 50 pour un ou 5000%. Ceci montre que la meilleure référence possible pour un appareil de chauffage correspond à un rendement énergétique **très** supérieur à 100%.

Une transformation "réversible" ou "quasi-statique" est donc à coup sûr une transformation "sans dégradation d'énergie", autrement dit "sans production d'entropie", autrement dit "isentropique". Mais la réciproque n'est pas vraie, et certaines transformations peuvent être isentropiques bien qu'elles ne satisfassent pas à la condition draconienne de la réversibilité.

Supposons par exemple que vous attachiez une masse à un ressort vertical non tendu. La force qui va tendre le ressort au cours de la première demi-oscillation n'est pas du tout infinitésimale, donc la transformation correspondante n'est **pas réversible**. Elle se fait rapidement, preuve qu'elle n'est pas quasi-statique. Mais, dans la mesure où le ressort est parfaitement élastique, la transformation se fait sans dégradation d'énergie, c'est à dire **sans production d'entropie**. On est alors dans le cas limite idéal des oscillations non amorties.