

Analyser un problème en thermodynamique

Analyse physique

✧ Imaginez l'évolution dans votre tête :

- repérez tout ce qui **peut** bouger, tout ce qui **peut** changer de température, les surfaces à travers lesquelles il y a des transferts thermiques... :
- les mouvements macroscopiques s'accompagnent de travail (les mouvements d'électrons, *i.e.* les courants électriques) peuvent aussi être assimilés à un échange énergétique de type W ;
- les parois non calorifugées s'accompagnent d'échange thermique Q ;
- sauf cas trop particuliers (certaines détente de gaz parfaits), retenir et assimiler que $Q = 0 \Rightarrow \Delta T \neq 0$ et $\Delta T = 0 \Rightarrow Q \neq 0$;
- repérez les différentes contraintes de température, pression, volume (présence d'un thermostat, d'un pressostat – l'atmosphère en général –, d'une enceinte rigide) ;
- repérez les différentes parties en évolution quasistatique (soit par hypothèse explicite soit parce que l'évolution est suffisamment lente) car alors :
 - la pression et la température sont uniformes dans un gaz (cas très fréquent) ;
 - la température est uniforme dans un liquide (fréquent car très facile à réaliser expérimentalement : il suffit de mélanger) ;
 - la température est uniforme dans un solide (usuel comme hypothèse mais difficile à réaliser en vrai à cause de la diffusion thermique) ;
- faire un ou deux schémas représentant l'évolution du dispositif et notamment ce qui bouge et les échanges thermiques ;
- s'il y a plusieurs étapes dans l'évolution, procéder par étapes distinctes.

✧ Décrivez l'ensemble du dispositif :

- il faut deux variables parmi P , V , T pour décrire un gaz *quelconque*, la troisième variable se trouvant grâce à l'équation d'état ;
- il faut une seule variable T pour décrire un liquide ou un solide *idéal* (*i.e.* de masse volumique constante) ;
- les éventuelles fractions massiques en cas de changement de phase ;
- l'extensivité de chaque phase (masse ou quantité de matière).

✧ Repérez les grandeurs pertinentes :

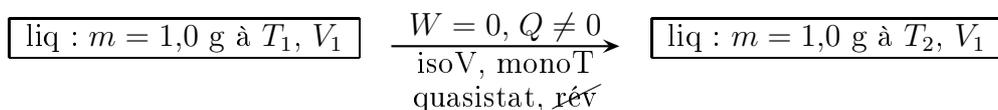
- les comportements thermiques (capacité thermique, « chaleur latente », coefficient γ ...) ;
- les contraintes et les conditions initiales (en pression, température, volume, longueur...).

Analyse technique

✧ Dans le cas d'un dispositif ouvert, faites comme pour la détente de JOULE – THOMSON (démonstration à maîtriser parfaitement) :

- définissez un système fermé qui sera étudié entre t et $t + dt$ et coloriez-le sur le schéma du dispositif ;
- utilisez le fait que le régime soit stationnaire pour égaliser masse qui entre et masse qui sort (à adapter si le régime n'est pas stationnaire) ;
- écrivez la loi régissant l'évolution du système fermé et simplifiez-la grâce au régime stationnaire (ou pas si le régime n'est pas stationnaire) ;
- écrivez bien les échanges énergétique à travers les surfaces du système ;
- réécrivez tout en grandeur massique et simplifiez avant de servir.

- ✧ Pour un dispositif fermé, repérez bien les différents acteurs qui vont intervenir avant de faire le choix d'un système : comme les échanges internes ne sont pas à prendre en compte en thermodynamique, un « gros » système est souvent plus facilement manipulable qu'un « petit ».
- ✧ Une fois le système choisi, schématisez son évolution soit dans un diagramme de WATT s'il s'agit d'un gaz, soit de la manière suivante :



- ✧ Pour trouver un état final :
 - écrivez tous les équilibres (thermiques et mécanique) ;
 - pensez aux lois de conservations (masse, volume...) ;
 - n'utilisez le premier principe que si vous connaissez *a priori* et parfaitement W et Q reçu par le système (en pratique lorsque la transformation est adiabatique) :
 - plutôt un bilan enthalpique pour la calorimétrie ou les transformations isobares ;
 - plutôt un bilan d'énergie interne pour les transformations isochores (en réacteur fermé) ;
 - n'utilisez le second principe que si vous connaissez *a priori* et parfaitement Q et S_c (autrement dit, il faut que la transformation soit réversible et très certainement adiabatique).
- ✧ Pour les bilans énergétiques :
 - W se calcule comme en mécanique pour un mouvement macroscopique ou avec la loi correspondant à l'effet JOULE en cas de courant électrique ;
 - Q se déduit d'un bilan énergétique $Q = \Delta U - W$ ou provient d'une formule (donnée ou de bon sens) pour la calorimétrie.
- ✧ Pour les bilans entropique :
 - ΔS se calcule avec l'identité thermodynamique ;
 - S_e se calcule par sommation des δS_e ;
 - S_c se calcule par la différence $S_c = \Delta S - S_e$ (ne pas oublier de vérifier que $S_c \geq 0$).