

Changements de phase

Consommation d'énergie et émissions - Logements
 Comment l'électricité est produite - Centrales thermiques à combustion

Ce texte est conçu comme un document compagnon du livre « L'électricité, au cœur de notre futur bas-carbone ». Il n'est pas conçu comme un document indépendant. Il complète les chapitres mentionnés ci-dessus.

Gaz, liquide et solide sont les trois phases usuelles d'un corps. Elles nous sont familières notamment dans le cas de l'eau : vapeur, eau, neige/glace. Schématiquement : (a) dans le gaz, les molécules sont distantes et mobiles, (b) dans le liquide, elles sont proches et moins mobiles, (c) dans le solide, elles sont quasiment fixes autour d'une position d'équilibre¹. Suivant la température, T, et la pression, p, le corps est dans l'une ou l'autre des phases.

Sur la Figure ci-dessous les courbes représentent les limites des domaines de chacune des phases pour l'eau. Elles montrent aussi les conditions de température et de pression dans lesquelles ont lieu des changements de phase. À la pression atmosphérique, au niveau des océans, l'eau gèle à 0 °C et bout à 100 °C. Les trois phases peuvent coexister au point triple (pour l'eau : $T_t = 0,01\text{ °C}$, $p_t = 0,006\text{ atm}$, donc quasiment sous vide). Par ailleurs, si on augmente la pression et/ou la température à partir du point critique, on ne peut plus distinguer le gaz du liquide : c'est l'état supercritique, utilisé dans certaines centrales thermiques (cf. chap. Centrales thermiques à combustion). Pour l'eau : $T_{cr} = 374\text{ °C}$, $p_{cr} = 218\text{ atm}$.

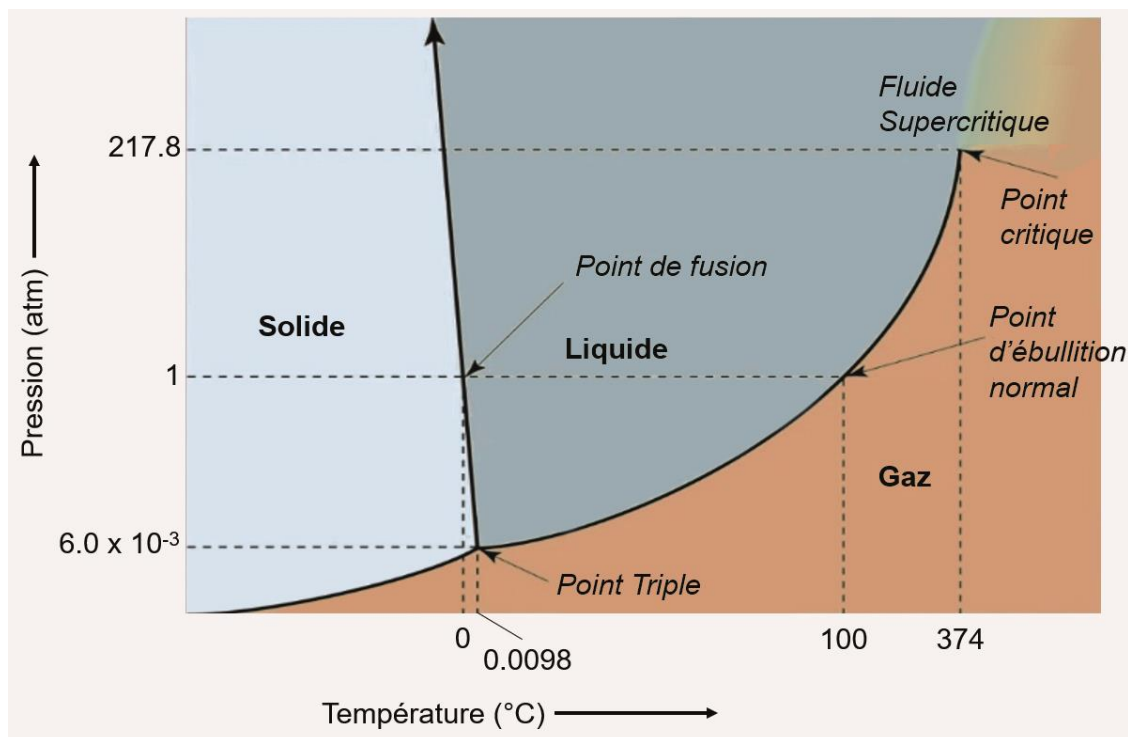


Fig. Diagramme des phases de l'eau / © YB et HBP

¹ Elles vibrent autour de leur position d'équilibre, d'autant plus que la température est élevée.

Chaque corps (eau, oxygène, méthane, fer, etc.) a son propre diagramme de phase.

Les changements de phase (solide/liquide ou liquide/gaz) nécessitent généralement beaucoup de chaleur. Plus précisément, par exemple, pour l'eau, à la pression atmosphérique :

- Chaleur massique² de la glace : 0,6 Wh/kg·°C
- Chaleur massique de l'eau : 1,16 Wh/kg·°C
- Chaleur latente de fonte³ de la glace : 92,0 Wh/kg
- Chaleur latente de vaporisation de l'eau : 627,0 Wh/kg

Vaporiser un litre l'eau demande donc presque 11 fois plus de chaleur que chauffer ce litre de 0 °C à 50 °C puisque $50 \times 1,16 = 58$ Wh, à comparer à 627 Wh. Nous avons d'ailleurs une expérience intuitive que l'évaporation prend beaucoup de chaleur : la sueur qui s'évapore, un vêtement mouillé qui sèche sur nous, donnent une sensation de froid.

² La chaleur massique d'un corps est la quantité de chaleur qu'il faut lui donner pour faire monter sa température d'un degré (en toute rigueur elle dépend de la pression et de la température locale).

³ La chaleur latente de fusion (de vaporisation) d'un corps solide (respectivement liquide) est la quantité de chaleur qu'il faut donner à 1kg pour le faire fondre (respectivement vaporiser).