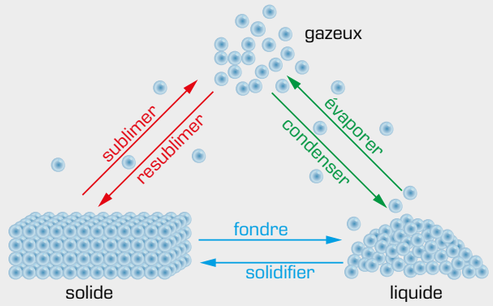
Connaissances de base

Transition entre phases

Transition entre phases

On appelle phase un état gazeux, liquide ou solide dans un système homogène de substances. La phase dépend des grandeurs d'état thermodynamiques que sont la pression **p** et la température **T**.

On appelle transition entre phases la transformation d'une phase en une autre:



Au-dessus du point critique 3, dans certains systèmes de substances comme l'eau, on ne distingue plus la phase gazeuse de la phase liquide. Les propriétés physiques du fluide se situent entre les deux phases: La densité correspond à celle de la phase liquide, et la viscosité à celle de la phase gazeuse. Cette phase est appelée "super critique". Dans cette phase, le fluide ne peut ni s'évaporer, ni se condenser.

Certains systèmes de substances comme l'eau présentent une autre particularité qu'on appelle le point triple 1. On a ici un équilibre entre une phase solide, mais aussi une phase liquide, et une phase gazeuse. L'intégralité des six formes de la transition entre phases se déroule simultanément au point triple.

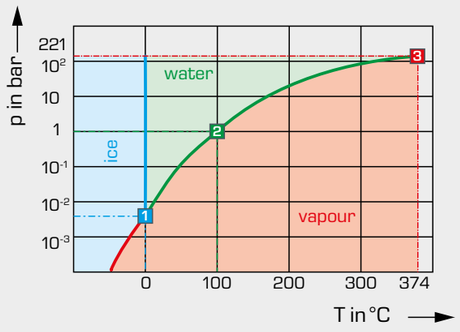
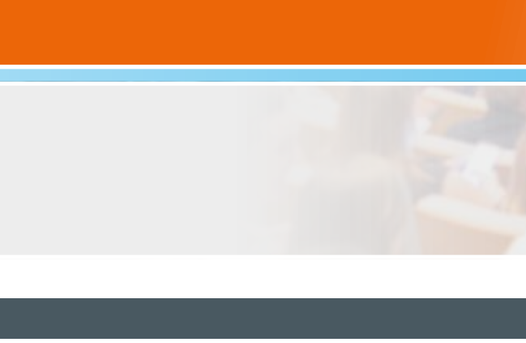


Diagramme température-pression de l'eau

courbe de sublimation,
courbe du point d'ébullition,
courbe du point de fusion;
1 point triple, **2** point d'ébullition, **3** point critique



Système fermé le long de la courbe de pression de vapeur de l'eau

courbe du point d'ébullition,
eau,
vapeur ;
p pression, **T** température

Dans un système fermé avec remplissage de liquide, un équilibre thermodynamique s'établit entre le liquide et sa phase de vapeur. Cet état est appelé état de saturation. La pression qui règne est appelée pression de vapeur, ou pression de vapeur de saturation, la température est la température de saturation. Ces deux éléments permettent de tracer la courbe de pression de vapeur. Cette dernière est représentée sur le diagramme température-pression de l'eau.

Procédé d'évaporation

La vapeur d'eau est utilisée dans différents processus techniques. Les applications les plus courantes sont les processus de chauffe, ainsi que les turbines à vapeur des centrales électriques.

Applications typiques de la vapeur dans des processus:

- chauffage: p.ex. échangeur de chaleur à faisceaux tubulaires pour le chauffage d'un produit
- entraînement: p.ex. turbines à vapeur, machine à vapeur
- fluide d'entraînement: p.ex. éjecteurs à jet de vapeur pour séparer les gaz de processus
- pulvérisation: vapeur pour la séparation mécanique de fluides, p.ex. dans les torchères pour réduire les particules de suie dans les gaz d'échappement
- nettoyage: nettoyeur vapeur pour désencrasser
- humidification de produits: production de papier
- humidification de l'air: humidificateur à vapeur dans un conduit d'air

On fait la distinction entre gaz idéal, gaz réel et vapeur. Dans le cas d'un gaz idéal, pression et volume se comportent exactement de manière inversement proportionnelle; pour un gaz réel c'est aussi le cas, mais seulement de manière approximative. Lors de l'évaporation, la modification de la pression en fonction du volume n'est que minimale, et dépend du degré de saturation.

La vapeur peut prendre différentes formes:

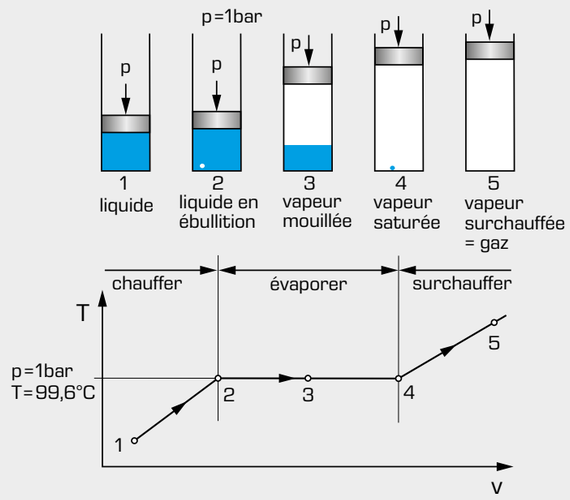
Vapeur humide ou vapeur mouillée: états liquide et gazeux des molécules d'eau d'un système, certaines molécules d'eau ont à nouveau libéré leur chaleur d'évaporation, et se condensent en gouttelettes d'eau

Vapeur saturée: zone limite entre vapeur humide et vapeur chaude; état dans lequel la dernière goutte d'eau passe de la forme liquide à la forme gazeuse; avec un apport de chaleur supplémentaire au-delà du point d'ébullition, de la vapeur chaude ou surchauffée est générée.

Vapeur chaude: on fait la distinction entre **vapeur surchauffée** et **vapeur surcritique**

Vapeur surchauffée: vapeur ayant une température supérieure à la température d'ébullition, état purement gazeux des molécules d'eau, présence de gaz réel

Vapeur surcritique: phase avec températures dépassant le point critique



Évaporation de l'eau: transformation d'état lors d'un chauffage de l'eau à une pression constante **p** = 1bar

T température,
v volume spécifique;
1 liquide,
2 liquide en ébullition,
3 vapeur (mouillée) insaturée,
4 vapeur saturée,
5 vapeur surchauffée (gaz)