

## Connaissances de base Cavitation

### Quand la cavitation se forme-t-elle?

Sous l'effet des processus d'écoulement, des pressions locales peuvent apparaître dans l'écoulement des liquides. Ces pressions sont inférieures à la pression de vapeur correspondante du liquide. Le liquide s'évapore alors et des bulles de vapeur se forment. L'augmentation du volume des bulles lors de l'évaporation transforme les formes d'écoulement par rapport à l'écoulement non perturbé. Sur les pompes, les bulles de vapeur peuvent

augmenter tellement que la section d'écoulement restante est fortement réduite, ce qui a un effet négatif sur la performance de la pompe. Le processus est souvent instable, étant donné que la vitesse d'écoulement augmente suite à la réduction de la section d'écoulement, et la cavitation est ainsi favorisée par une nouvelle baisse de la pression.

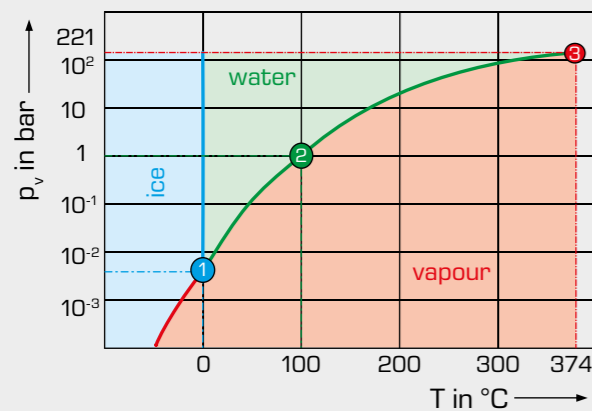


Diagramme de température-pression de l'eau:

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

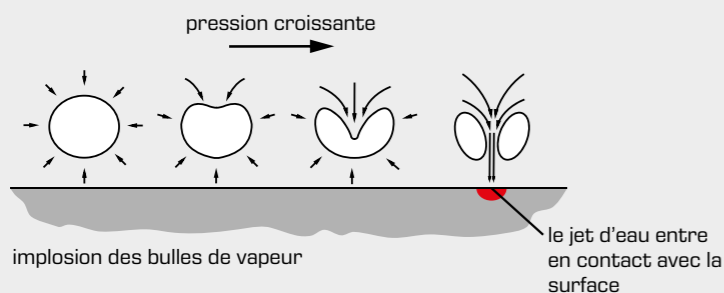


Formation de bulles de vapeur sous l'effet de la cavitation sur une roue de pompe (HM 380)

### Avarie des machines sous l'effet de la cavitation

Des dégâts particulièrement importants se produisent suite à l'érosion du matériau sous l'effet de la cavitation. Une nouvelle augmentation de la pression entraîne l'implosion des bulles de vapeur. Lors de l'implosion, un jet très rapide de liquide se forme dans la bulle de vapeur, qui produit des pressions pouvant atteindre 1000 bar au moment de l'impact avec un matériau solide. Le matériau des hélices, têtes de soupape et roues est donc attaqué. C'est pourquoi les machines susceptibles de subir une cavitation doivent être fabriquées dans des matériaux particulièrement durs et résistants.

La cavitation a souvent un effet corrosif. Les couches de protection sont dégradées et leur surface devenue rugueuse et poreuse offre un terrain particulièrement favorable à la corrosion.



implosion des bulles de vapeur

le jet d'eau entre en contact avec la surface



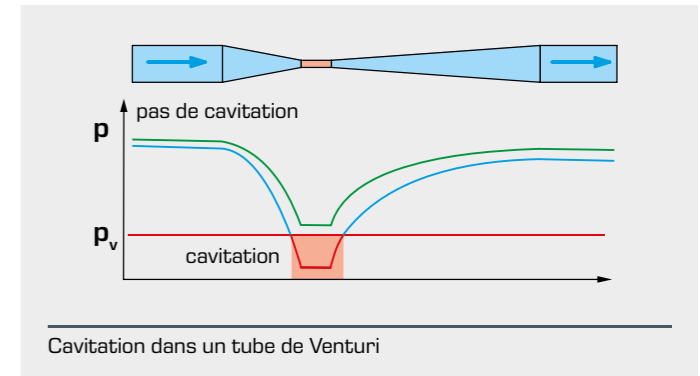
Roue de pompe détruite par l'érosion de cavitation



Hélice de bateau détruite par l'érosion de cavitation

### Production de la cavitation de manière artificielle

L'apparition de la cavitation peut être visualisée de manière très parlante dans un tube de Venturi comme le ST 250 de GUNT. L'écoulement est accéléré dans la partie convergente, ce qui abaisse la pression. Lorsque cette dernière passe en dessous de la pression de vapeur  $p_v$ , des bulles de vapeur se forment dans la section la plus étroite. Selon l'intensité, ces dernières disparaissent à nouveau dans la partie divergente, ou se maintiennent sur une section plus longue.



Cavitation dans un tube de Venturi

### Critères d'apparition de la cavitation

Les critères d'apparition de la cavitation sont principalement le nombre de cavitation et la hauteur d'aspiration nette requise.

Le **nombre de cavitation** sans dimension  $\sigma$  indique l'apparition de cavitation dans le fluide.

$$\sigma = \frac{p - p_v}{\frac{\rho}{2} \cdot v^2}$$

$\rho$  densité,  $p$  pression,  $p_v$  pression de vapeur,  $v$  vitesse d'écoulement

La valeur NPSH (Net Positive Suction Head) constitue un autre critère. La valeur NPSH correspond à l'énergie (de pression) d'une colonne de liquide dans les conditions de fonctionnement présentes au niveau de la bride de raccordement. La valeur est toujours positive.

On distingue deux types de valeurs NPSH:

**NPSHA** (Net Positive Suction Head Available): il s'agit de la pression présente dans l'installation dans les conditions de fonctionnement, sous forme de différentiel de hauteur.

**NPSHR** (Net Positive Suction Head Required): il s'agit de la pression requise pour que la pompe fonctionne, sous forme de différentiel de hauteur.

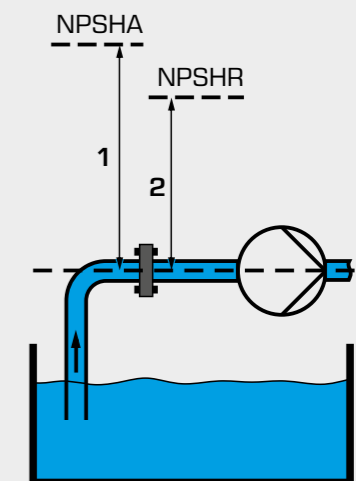
La valeur **NPSHA de l'installation** doit toujours être supérieure à la valeur **NPSHR requise de la pompe**.

### Comment éviter la cavitation

Pour éviter l'apparition de la cavitation, il faut maintenir le **nombre de cavitation**  $\sigma$  aussi élevé que possible. En plus, un nombre de cavitation bas induit une consommation importante d'énergie et de faibles dimensions de la turbomachine.

Les mesures suivantes réduisent la tendance à la cavitation:

- éviter les pressions basses
- éviter les températures proches du point d'ébullition du fluide
- utiliser des profils d'aube minces
- choisir de petits angles d'ajustage des aubes
- éviter tout changement de direction brusque de l'écoulement
- arrondir le bord d'attaque



La différence entre NPSHA (1) et NPSHR (2):

1 énergie de pression mise à disposition par l'installation, 2 énergie de pression requise par la pompe