**4. CAVITATION DANS LES POMPES**

**4.1. Définition**

La cavitation est provoquée par la formation et l’implosion de bulles de gaz provenant de la formation d’une pression négative locale sous l’effet de la pression de vaporisation du fluide pompé **à l’entrée de la roue**. Cela a pour conséquence un rendement (hauteur de refoulement) et une efficacité moindres et provoque un fonctionnement irrégulier, du bruit et des dommages à l’intérieur de la pompe.

Par l’expansion et l’éclatement (implosion) de petites bulles d’air dans des zones à haute pression (par exemple, à un état avancé, à la sortie de la roue), des explosions microscopiques provoquent des impacts qui endommagent ou détruisent l’hydraulique. Les premiers signes sont le bruit provenant de l’entrée de la roue et les dommages qui lui sont causés.

Le N.P.S.H (Net Positive Suction Head) est une valeur importante de la pompe centrifuge. Il indique la pression minimale requise par ce type de pompe afin de fonctionner sans cavitation, c’est-à-dire la surpression nécessaire pour empêcher l’évaporation du fluide et le conserver à l’état de liquide.

**4.2. Origine et critères de la cavitation**

La dépression peut avoir trois origines différentes connues à ce jour :

* Elle peut être liée à un écoulement de liquide à forte vitesse, par exemple par effet de Venturi, ou bien au voisinage d’une pale dans une pompe ;
* Elle peut être liée aux variations de densité d’un liquide soumis à une onde acoustique, en générale des ultrasons de puissance. On parle donc d’une cavitation acoustique ;
* Elle peut être liée à une forte exposition à l’énergie lumineuse. On parle donc de la cavitation optique.

**4.3. Conséquences de la cavitation**

La cavitation est un phénomène à éviter absolument, car il entraîne de graves conséquences :

* Chute brutale du rendement ;
* Des vibrations violentes dues à la résorption des bulles, accompagnées d’un bruit intense ;
* Une érosion des surfaces solides due à la fois aux vibrations et, sans doute, à une attaque chimique par l’oxygène qui existe dans les bulles.

La cavitation apparait sous deux formes :

* Cavitation globale : à l’entrée d’une pompe par exemple lorsque celle-ci n’est pas en charge ;
* Cavitation locale : aux extrémités des pales d’une turbine par exemple.



Figure 4.1 : Dégâts par cavitation

**4.4. NPSH des pompes et des installations**

NPSH (Net Positive Suction Head), encore appelée hauteur d’aspiration nette positive. Il est rattaché au phénomène de cavitation. De même que la hauteur d’élévation, le débit et la puissance, il représente pour une pompe une des données les plus importantes.

On distingue le NPSH de l’installation (disponible) *NPSHdisp* et le NPSH de la pompe ou nécessaire (ou requis) *NPSHreq*. Pour que la pompe fonctionne sans cavitation, on doit avoir :

 𝑁𝑃𝑆𝐻𝑑𝑖𝑠𝑝>𝑁𝑃𝑆𝐻𝑟𝑒𝑞 (4.1)

Cette condition doit être remplie sur la totalité du domaine de fonctionnement admissible de la pompe, c’est le cas lorsque le *NPSHdisp (m)* est supérieur d’environ *0,5 m* au *NPSHreq (m)*.

**4.4.1. Mise en situation**

Soit le cas de pompage ci-dessous.



L’équation de Bernoulli entre 1 et 2 permet d’écrire la relation suivante en mCf :

$\frac{p\_{3}}{ρ g}+ \frac{V\_{3}^{2}}{2 g}+ ∆ H\_{23}= \frac{p\_{1}}{ρ g}- \left(Z\_{2}- Z\_{1}\right)- ∆ H\_{12} $ (4.2)

À cette équation on retire la valeur de pression saturante *pvs* pour éviter la cavitation ce qui donne ceci : $\frac{p\_{3}-p\_{vs}}{ρ g}+ \frac{V\_{3}^{2}}{2 g}+ ∆ H\_{23}= \frac{p\_{1}-p\_{vs}}{ρ g}- \left(Z\_{2}- Z\_{1}\right)- ∆ H\_{12}$ (4.3)

Cette équation fait apparaitre deux paramètres :

**Le N.P.S.H requis par la pompe :**

$\frac{V\_{2}^{2}}{2g}+ ∆H\_{23}$

C’est la valeur de la pression absolue (exprimée ici en *mCf*) en dessous de laquelle les phénomènes de cavitation peuvent apparaître.

Le N.P.S.H requis dépend du débit et de la vitesse de rotation de la pompe. Les valeurs limites sont fournies par le constructeur sur les courbes caractéristiques de la pompe, pour certaines conditions d’utilisation (liquides et températures) bien précises.

**Le N.P.S.H disponible dans l’installation :**

$ \frac{p\_{1}-p\_{vs}}{ρ g}- \left(Z\_{2}- Z\_{1}\right)- ∆ H\_{12}$

Cette quantité s’appelle aussi la charge nette à l’aspiration. Elle dépend des caractéristiques du réseau.

Pour éviter la cavitation, on doit satisfaire la condition suivante : $p\_{3}- p\_{vs} >0 $ (𝟒.𝟒)

**4.5. Traduction sur les courbes de fonctionnement**

