

CHARGE NETTE D'ASPIRATION (NPSH) METHODES DE MESURE ET RESULTATS

Par

O. KHODJET KESBA

Chargé de Cours ENSH, Blida

A. KETTAB

Professeur ENP, Alger

Résumé

La surveillance constante des turbomachines a donné lieu à des indications de début de défaillances : Vibrations, usure prématurée des organes, chute du rendement, débit etc...

Ce qui a permis aux spécialistes du laboratoire "Pompes et Stations de Pompage" de l'Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique de faire l'étude théorique et expérimentale sur l'érosion par cavitation [3].

Le diagnostic a été fait sur la base de cette analyse [4].

Cette communication consiste à répondre à ce besoin pour ce qui concerne les performances des turbomachines : pour cela mettre en évidence les conséquences de cette érosion par cavitation et mettre au point une méthode de mesure fiable et pratique.

Elle est destinée surtout aux utilisateurs des turbomachines, comme base de calcul et de mesure du pourcentage d'usure ; pour arriver et permettre aux utilisateurs de trouver rapidement une solution à leurs problèmes d'installation et d'exploitation avec de bonnes conditions de fonctionnement.

Mots clés : NPSH : charge nette d'aspiration • cavitation • érosion par cavitation • aspiration • charge.

1 INTRODUCTION

C'est en tenant compte de toutes les variables susceptibles d'affecter le comportement de la pompe qu'on est arrivé au phénomène de l'érosion de cavitation [3].

Les principaux objectifs de l'étude résumée dans cet article ont été les suivants :

- Etudier expérimentalement les effets du fluide sur les modes propres des roues de pompe.
- Mettre en place un code de calcul utilisable

industriellement permettant de prévoir le comportement des pompes centrifuges.

- Vérifier avec les garanties données par le constructeur, le bon fonctionnement de la pompe, du point de vue qualité, efficacité, dureté et longévité ; de contribuer à la vérification de n'importe quel type d'installation (en aspiration ou en charge) à installer et à caler une pompe d'une façon correcte et définitive selon les paramètres existant (sans risque de cavitation) c'est-à-dire, de déterminer la charge nette d'aspiration, qui nécessite de prendre en considération les conditions réelles d'installation.

2 METHODE DE MESURE ET RESULTATS

2.1 Méthode de calcul

Dans toute installation de pompage, on doit toujours avoir une charge nette à l'aspiration de la pompe supérieure à la charge nominale requise par celle-ci : [6].

$$(NPSH)_{disp.} > (NPSH)_{req.} \quad (1)$$

Afin d'éviter tout risque de cavitation.

NPSH de la pompe : (NPSH) requis : du constructeur.
(NPSH) = Net Positive Suction Head.

Un fonctionnement sans incident des pompes centrifuges n'est possible qu'à la condition, qu'aucune formation de vapeur ne se produise à l'intérieur de la pompe pour cette raison, la hauteur piézométrique au point de référence pour le (NPSH) doit se trouver au moins au dessus de la tension de vapeur du liquide véhiculé.

Le point de référence pour le (NPSH) est le centre de la roue, c'est à dire le point d'intersection de l'axe de l'arbre de la pompe avec le plan vertical des points

extérieurs du bord d'entrée de l'aube. Le (NPSH) requis est la valeur nécessaire pour la pompe ; exprimée "m".

En pratique, on y ajoute souvent une marge de sécurité de 0.5 m.

(NPSH) disponible, c'est le NPSH de l'installation, qui est fourni par l'installateur.

Le (NPSH) disp. doit-être calculé comme suit :

Cas a : fonctionnement en aspiration, pompe installée en dessus du niveau du liquide.

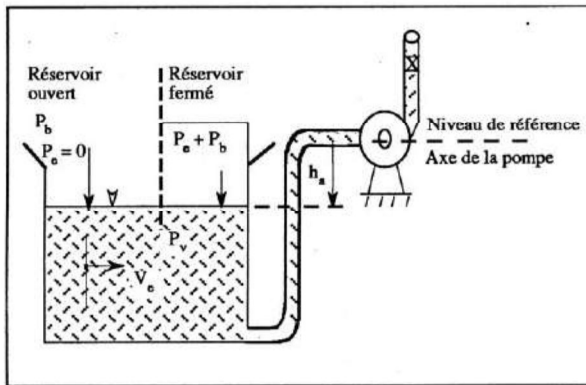


Figure 1 : Croquis pour déterminer le (NPSH) disp., cas du fonctionnement en aspiration.

$$(NPSH) \text{ disp.} = \frac{P_e}{\rho g} + \frac{P_b}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - \frac{V_a^2}{2g} - h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} \quad [6] \quad (2)$$

$\frac{P_b}{\rho g}$: Pression atmosphérique lorsque le réservoir est ouvert :

$$\frac{P_b}{\rho g} = 1 \text{ bar}$$

$\frac{P_e}{\rho g}$: Pression absolue lorsque le réservoir est fermé :

$$\frac{P_e}{\rho g} = 0 \text{ bar}$$

$\frac{P_v}{\rho g}$: Tension de vapeur de l'eau pompée.

V_a : Vitesse d'aspiration

h_a : Hauteur d'aspiration

$\sum h_{p \text{ asp.}}$: Somme des pertes de charges singulière et linéaire d'où :

$$\sum h_{p \text{ asp.}} = h_{p \text{ asp.}}^{\text{(lin)}} + h_{p \text{ asp.}}^{\text{(sing)}}$$

ρ : poids volumique :

$$\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3.$$

g : accélération de la pesanteur

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2, \text{ nous prenons } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\varpi = \rho g$$

Dans la pratique, la formule ci-dessus est simplifiée comme suit :

$$(NPSH) \text{ disp.} = 10 - h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} - \frac{V_a^2}{2g} \quad (3)$$

Mais réellement, on tiendra compte du lieu d'installation de la pompe, c'est à dire de la pression atmosphérique et de la température (variation) du liquide pompé.

$$(NPSH) \text{ disp.} = \frac{P_b}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} - \frac{V_a^2}{2g} \quad (4)$$

$\frac{P_b}{\rho g}$: Pression atmosphérique dépend du lieu d'installation (de l'altitude).

$\frac{P_v}{\rho g}$: Tension de vapeur d'eau du liquide pompé

Cas b : Fonctionnement en charge pompe installée au dessous du niveau du liquide.

$$(NPSH) \text{ disp.} = \frac{P_e}{\rho g} + \frac{P_b}{\rho g} - \frac{P_v}{\rho g} - \frac{V_a^2}{2g} + h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} \quad [6] \quad (5)$$

Formule simplifiée dans la pratique avec les mêmes conditions que pour le cas a :

$$(NPSH) \text{ disp.} = 10 + h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} - \frac{V_a^2}{2g} \quad (6)$$

(le signe de la hauteur d'aspiration change)

$$(NPSH) \text{ disp.} = \frac{P_b}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} + h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} - \frac{V_a^2}{2g} \quad (7)$$

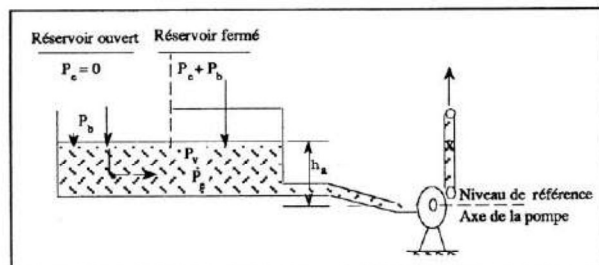


Figure 2 : Croquis pour déterminer le (NPSH) disp., cas du fonctionnement en charge.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

T°	0	10	15	20	25	30	35	40	45
Pv (m.c.e)	0.0611	0.1227	0.1404	0.2337	0.3166	0.4241	0.5622	0.7375	0.9582
ρ Kg/dm ³	0.9998	0.9997	0.9992	0.9983	0.9971	0.9957	0.9940	0.9923	0.9902
T°	50	55	60	65	70	75	80	90	100
Pv(m.c.e)	1.2335	1.5741	1.9920	2.5010	3.1160	3.8550	4.7360	7.0110	10.133
ρ Kg/dm ³	0.9880	0.9857	0.9832	0.9805	0.9777	0.9748	0.9716	0.9652	0.9581

Tableau 1 : Tension de vapeur d'eau Pv/pg, et densité de l'eau en fonction de la température de l'eau [3].

Côte du plan d'eau (m)	0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1500
Pat/pg (m.c.e)	10.3	10.2	10.1	10.0	9.8	9.7	9.6	9.5	9.4	9.3	9.2	8.6

Tableau 2 : Pression atmosphérique Pat/pg, en fonction de la côte absolue du lieu [3].

2.2 APPLICATION

$$(NPSH)d > (NPSH)r$$

$(NPSH)r + 0.5$: $(NPSH)r$ (déduite à partir des courbes caractéristiques cavitationnelles de la pompe choisie), donnée du catalogue des pompes.
0.5 : marge de sécurité.

$$(NPSH)r + 0.5 = \frac{Pat}{\rho g} - \frac{Pv}{\rho g} - h_a - \sum h_{p \text{ asp.}} - \frac{Va^2}{2g}$$

(fonctionnement en aspiration).

$$h_a = \frac{Pat}{\rho g} - \frac{Pv}{\rho g} - \frac{Va^2}{2g} - \sum h_{p \text{ asp.}} - (NPSH)r - 0.5$$

En déduire la côte de l'axe de la pompe c'est-à-dire caler la pompe par rapport au plan d'eau (∇ Min) sans le moindre risque de cavitation.

$$\nabla \text{ axe de la pompe} = \nabla \text{ Min.} + h_a - r$$

r : réserve (0.10 + 0.30)m

3 CONCLUSION

La cavitation perturbe profondément le fonctionnement des turbo-machines. Les effets se marquent à la fois sur les caractéristiques de fonctionnement et sur la tenue mécanique [3].

Les considérations que l'on peut retirer de l'application du (NPSH) doivent être traitées avec prudence en particulier, les valeurs de $(NPSH)_{req}$, que l'on peut en déduire, ne sont que des ordres de grandeurs valables pour les pompes de construction courante uniquement.

Tout cas litigieux devra faire l'objet d'une étude expérimentale précise dans des conditions aussi proches que possibles des conditions de fonctionnement réel.

Il reste toujours un facteur primordial, c'est les conditions d'installation et d'entretien. Ces conditions sont importantes et ne doivent pas être négligées : parmi ces conditions, on trouve les qualités physico-chimiques de l'eau pompée ; la température ; le PH ; les matières en suspension ; les sels dissous ; entre autres quantité d'air ou de gaz dissous dans le liquide.

C'est pourquoi, dans notre cas, la connaissance de la qualité des liquides, sa nature, ses caractéristiques physico-chimiques, du lieu géographique de l'installation de pompage, peuvent contribuer efficacement à la lutte contre l'usure de la pompe qui par la suite, ces pompes bien calées par rapport au plan d'aspiration dureront dans le temps [3].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. Lecoffre, P. Grison & J.M. Mixhel : "Prévision de l'érosion de cavitation pour les turbo-machines" Symposium IAHR, Montréal, 1986.
- [2] Guinard Pompes & Revue : "détermination des pompes centrifuges" Pompes Guinard KSB 1992.
- [3] O. Khodjet-Kesba : "Impacts de l'érosion de cavitation sur les chutes des performances des pompes centrifuges" . Thèse de Magistère, Université de Blida 1991.
- [4] Entreprise Nationale de Production de Matériels Hydrauliques (ENPMH), Courbes caractéristiques des pompes centrifuges types N V A.
- [5] Y. Ouragh : "Ecoulement forcé en hydraulique". tome 1 OPU. Alger 1990.
- [6] AGHTM : "Les stations de pompage d'eau" I.P.E. Paris 1982.