

Données sur les pompes

I. NORMES DE MESURE DES HAUTEURS MANOMÉTRIQUES ET DE LA CAPACITÉ

La hauteur est mesurée en pieds, en livres par pouce carré (PSI) ou en pouces de mercure. Toutefois, pour assurer une mesure commune, il est recommandé d'exprimer toutes les hauteurs en pieds de colonne d'eau. Le débit de liquide doit être exprimé en gallons américains (USG).

II. PRESSION ATMOSPHÉRIQUE

Au niveau de la mer, elle est de 14,7 PSI. Cela maintient une colonne de mercure de 29,9 pouces ou une colonne d'eau de 33,9 pieds. Il s'agit de la hauteur théorique maximale à laquelle l'eau peut être aspirée. La limite pratique pour de l'eau froide (60 °F / 15,5 °C) est d'environ 25 pieds.

III. ASPIRATION ET REFOULEMENT

Aspiration statique négative – Distance verticale entre l'axe d'aspiration de la pompe et le niveau constant de l'eau. Cette valeur s'ajoute à la hauteur de refoulement pour obtenir la hauteur dynamique totale.

Aspiration statique positive – Distance verticale au-dessus de l'axe d'aspiration de la pompe jusqu'au niveau constant de l'eau. Elle est soustraite de la hauteur de refoulement pour obtenir la hauteur dynamique totale.

Hauteur d'aspiration dynamique – Somme de la hauteur d'aspiration (positive ou négative) et des pertes de charge en ligne d'aspiration. Peut être positive ou négative.

Élévation de refoulement statique – Distance verticale entre la sortie de la pompe et le point le plus haut de la canalisation de refoulement.

TDH (Total Dynamic Head) – Hauteur dynamique totale : somme de l'aspiration statique, des pertes de charge en aspiration, de l'élévation statique au refoulement, des pertes de charge en refoulement et de toute pression au refoulement.

Hauteur de friction – Pertes thermiques causées par le mouvement du liquide à travers les tuyauteries. Des tableaux indiquent les pertes (en pieds de hauteur) selon les débits et les diamètres de tuyaux. La vitesse (en pieds/seconde) est aussi importante, surtout pour les liquides contenant des solides. Prendre en compte les vannes, coudes, etc.

IV. NPSH – HAUTEUR NÉTÉE POSITIVE D'ASPIRATION

La NPSH est la hauteur qui permet au liquide de circuler dans la conduite d'aspiration jusqu'à l'œil de la roue de la pompe. Elle est influencée par la pression atmosphérique ou l'aspiration statique positive, ou les deux.

NPSH requise – Dépend du design de la pompe. Fourni par le fabricant ou consultable sur les courbes de pompe.

NPSH disponible – Dépend de l'installation. Doit toujours être supérieure à la NPSH requise + 2 pieds pour la sécurité. Elle est calculée en soustrayant de la pression barométrique :

- L'aspiration statique (positive ou négative)
- Les pertes de charge
- La pression de vapeur du liquide
- Les hauteurs de vitesse

NPSH ≠ Capacité d'amorçage d'une pompe centrifuge auto-amorçante (qui est indiquée par des courbes de rupture à 10, 15, 20, 25 pieds d'aspiration statique).

V. FACTEURS ET FORMULES UTILES

- a) Pieds de hauteur $\times 0,433 = \text{PSI}$
- b) $\text{PSI} \times 2,31 = \text{Pieds de hauteur}$
- c) Densité spécifique de l'eau = 1,0
- d) $\text{PSI} \times 2,31 / \text{densité} = \text{Pieds de hauteur}$
- e) 1 gallon US = 8,33 lb
- f) 1 pied cube = 7,48 gallons US
- g) GPM = Gallons par minute
- h) 1 gallon impérial $\times 1,2 = \text{gallon US}$; 1 gallon US $\times 0,833 = \text{gallon impérial}$
- i) TDH = Hauteur totale
- j) WHP = Puissance hydraulique
- k) BHP = Puissance absorbée (frein moteur)
- l) EFF = Rendement de la pompe
- m) $\text{WHP} = \text{Hauteur (ft)} \times \text{GPM} / 3960$
- n) $\text{BHP} = \text{WHP} / \text{EFF} = (\text{Hauteur} \times \text{GPM}) / (3960 \times \text{EFF})$
- o) Rendement (%) = $\text{WHP} / \text{BHP} \times 100$
- p) Pour des liquides avec une densité différente de l'eau ($\neq 1.0$) :
 - $\text{WHP} = \text{Hauteur} \times \text{GPM} \times \text{densité} / 3960$
 - $\text{BHP} = \text{WHP} / \text{EFF}$
 - $\text{BHP} = \text{BHP (eau)} \times \text{densité}$

VI. EFFET DES VARIATIONS DE VITESSE OU DU DIAMÈTRE DE LA ROUE

Trois lois s'appliquent aux pompes centrifuges :

a) Le débit varie proportionnellement avec la vitesse ou le diamètre de la roue :

$$\begin{aligned} \text{GPM}_1 / \text{GPM}_2 &= \text{RPM}_1 / \text{RPM}_2 \\ \text{GPM}_2 &= \text{GPM}_1 \times (\text{RPM}_2 / \text{RPM}_1) \\ \text{GPM}_2 &= \text{GPM}_1 \times (\text{Ø}_2 / \text{Ø}_1) \end{aligned}$$

b) La hauteur varie avec le carré de la vitesse ou du diamètre :

$$\begin{aligned} \text{Hauteur}_1 / \text{Hauteur}_2 &= (\text{RPM}_1)^2 / (\text{RPM}_2)^2 \\ \text{Hauteur}_2 &= \text{Hauteur}_1 \times (\text{RPM}_2 / \text{RPM}_1)^2 \\ \text{Hauteur}_2 &= \text{Hauteur}_1 \times (\text{Ø}_2 / \text{Ø}_1)^2 \end{aligned}$$

Données sur les pompes

c) La puissance (BHP) varie selon le cube de la vitesse ou du diamètre de la roue

$$BHP_1 / BHP_2 = (RPM_1^3) / (RPM_2^3)$$

$$\text{ou } BHP_1 / BHP_2 = (\varnothing_1^3) / (\varnothing_2^3)$$

$$BHP_2 = BHP_1 \times (RPM_2 / RPM_1)^3$$

$$\text{ou } BHP_2 = BHP_1 \times (\varnothing_2 / \varnothing_1)^3$$

VII. EFFET DE L'ALTITUDE SUR LES POMPES

À des altitudes supérieures au niveau de la mer, la hauteur d'aspiration doit être réduite en conséquence pour s'assurer que la même quantité d'eau puisse entrer dans la pompe comme cela se produirait à une hauteur équivalente au niveau de la mer. Une pression atmosphérique plus basse réduit la puissance des moteurs à essence, ce qui entraîne une baisse de la vitesse et réduit ainsi les performances de la pompe. La puissance du moteur diminuera de 3,5 % pour chaque 1 000 pieds au-dessus du niveau de la mer et de 1 % pour chaque augmentation de 10 °F au-dessus de la température standard de 60 °F.

ATMOSPHERIC PRESSURE CONDITIONS ELEVATIONS ABOVE SEA LEVEL

| ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL | ATMOSPHERIC PRESSURE POUNDS/SQ.IN. | BAROMETER READING INS. OF MERCURY | EQUIVALENT HEAD OR WATER, FT. | REDUCTION TO MAX. PRACTICAL DYN.SUCTION LIFT |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| 0 | 14.7 | 29.929 | 33.95 | 0 ft. |
| 1000 | 14.2 | 28.8 | 32.7 | 1.2" |
| 2000 | 13.6 | 27.7 | 31.6 | 2.3" |
| 3000 | 13.1 | 26.7 | 30.2 | 3.7" |
| 4000 | 12.6 | 25.7 | 29.1 | 4.8" |
| 5000 | 12.1 | 24.7 | 27.9 | 6" |
| 6000 | 11.7 | 23.8 | 27.0 | 6.9" |
| 7000 | 11.2 | 22.9 | 25.9 | 8" |
| 8000 | 10.8 | 22.1 | 24.9 | 9" |

VIII. DIRECTIVES POUR LE POMPAGE D'EAU CHAUDE HAUTEUR D'ASPIRATION DYNAMIQUE PRATIQUE MAXIMALE ET PRESSION DE VAPEUR

WATER CHARACTERISTICS

| ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL | ATMOSPHERIC PRESSURE POUNDS/SQ.IN. | BAROMETER READING INS. OF MERCURY | EQUIVALENT HEAD OR WATER, FT. | REDUCTION TO MAX. PRACTICAL DYN.SUCTION LIFT |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--|
| 0 | 14.7 | 29.929 | 33.95 | 0 ft. |
| 1000 | 14.2 | 28.8 | 32.7 | 1.2" |
| 2000 | 13.6 | 27.7 | 31.6 | 2.3" |
| 3000 | 13.1 | 26.7 | 30.2 | 3.7" |
| 4000 | 12.6 | 25.7 | 29.1 | 4.8" |
| 5000 | 12.1 | 24.7 | 27.9 | 6" |
| 6000 | 11.7 | 23.8 | 27.0 | 6.9" |
| 7000 | 11.2 | 22.9 | 25.9 | 8" |
| 8000 | 10.8 | 22.1 | 24.9 | 9" |

IX. EFFET DE LA DENSITÉ SPÉCIFIQUE

La densité spécifique d'une substance est le rapport entre le poids d'un volume donné de cette substance et le poids d'un volume équivalent d'eau, dans des conditions standard (généralement à 4 °C pour l'eau).

1. Une pompe centrifuge développera toujours la même hauteur manométrique en pieds, quel que soit le poids spécifique du liquide pompé; cependant, la pression (en livres par pouce carré) augmentera ou diminuera en proportion directe du poids spécifique.

2. La puissance à l'arbre (BHP) d'une pompe varie directement avec le poids spécifique. Si le liquide a un poids spécifique différent de celui de l'eau (1,0), multipliez la BHP pour l'eau par le poids spécifique du liquide traité.

X. VISCOSITÉ

La viscosité d'un fluide correspond à la friction interne ou à la résistance au mouvement de ses particules. Le coefficient de viscosité d'un fluide est la mesure de sa résistance à l'écoulement. Les fluides ayant une viscosité élevée s'écoulent lentement, par exemple: l'huile lourde ou la mélasse. Des liquides comme l'eau ou l'essence ont une viscosité relativement faible et s'écoulent facilement. La viscosité est une propriété d'un fluide indépendante du poids spécifique. Les viscosités varient selon la température: à mesure que la température augmente, la viscosité diminue. Les changements de pression ont une influence négligeable sur la viscosité. Il existe de nombreux types de viscosimètres et d'unités d'expression. L'unité couramment utilisée est le SSU (Secondes Saybolt Universel). Il s'agit en fait du temps, en secondes, requis pour qu'une quantité donnée de fluide passe par un orifice standard dans des conditions normalisées. Les liquides visqueux tendent à réduire la capacité, la hauteur manométrique et l'efficacité, et à augmenter la BHP.

$$\begin{aligned} & \text{Viscosité cinématique (en centistokes)} \\ & = \text{Viscosité absolue (en centipoises)} / \text{Poids spécifique} \\ & \text{Centistokes} = \text{SSU} / 4,64 \end{aligned}$$

(Il s'agit d'une approximation pour des viscosités supérieures à 250 SSU.)

La performance approximative pour le pompage de liquides plus visqueux que l'eau est déterminée à l'aide de la formule suivante :

$$BHP_{vis} = Q_{vis} \times H_{vis} \times S.G. / 3960 / \text{Evis}$$

FONCTIONNEMENT DES POMPES CENTRIFUGES

Le liquide est acheminé à l'entrée au centre de la tête de pompe. Comme les pompes centrifuges ne sont pas auto-amorçantes, le liquide doit être fourni par gravité ou la pompe doit être amorcée. La roue en rotation propulse le liquide vers l'extérieur par force centrifuge, fournissant la force motrice nécessaire au déplacement du liquide. La volute, de forme spéciale, reçoit le liquide et convertit le mouvement radial en un écoulement fluide sans pulsation. Le débit peut être facilement ajusté en restreignant l'écoulement à la sortie.

TERMES ASSOCIÉS AUX POMPES CENTRIFUGES

ROUE (IMPELLER) – Disque à aubes rotatif qui fournit la force de pompage.

VOLUTE – Corps de la pompe, conçu pour recevoir le liquide à l'entrée et le diriger vers la sortie.

Terminologie des pompes à liquide

HEAD (HAUTEUR MANOMÉTRIQUE) – Capacité d'une pompe à pousser une colonne d'eau verticalement dans un tuyau. À mesure que la colonne s'allonge, le débit diminue jusqu'à ce que le poids de la colonne équilibre exactement la force de la pompe, et qu'il n'y ait plus d'écoulement. Cette hauteur est la hauteur totale (généralement exprimée en pieds de hauteur).

FLOW RATE (DÉBIT) – Généralement exprimé en gallons par minute (GPM) pour les pompes à grand volume ; en gallons par heure (GPH) pour les petits volumes.

DYNAMIC SEAL (JOINT DYNAMIQUE) – Joint situé à l'extrémité de l'arbre moteur de la pompe.

CHECK VALVE (CLAPET ANTI-RETOUR) – Permet au liquide de circuler dans une seule direction. Généralement utilisé sur la ligne de refoulement pour éviter le retour de liquide.

DEAD HEAD – Capacité d'une pompe à continuer de fonctionner sans dommage lorsque le refoulement est fermé. Recommandé uniquement avec des pompes centrifuges.

DENSITY (DENSITÉ) – Poids par unité de volume, souvent exprimé en livres par pied cube ou en grammes par centimètre cube.

FLOODED SUCTION (ASPIRATION EN CHARGE) – Le liquide s'écoule vers l'entrée de la pompe depuis une source surélevée par gravité. Recommandé pour les installations de pompes centrifuges.

FLOW (DÉBIT) – Mesure de la capacité volumique de liquide d'une pompe. Donné en GPH, GPM, litres par minute (l/min) ou millilitres par minute (ml/min).

FLUIDS (FLUIDES) – Incluent les liquides, gaz, et mélanges de liquides, solides et gaz. Dans ce contexte, les termes fluide et liquide désignent un liquide pur ou un liquide mélangé agissant comme un liquide lors du pompage.

FOOT VALVE (CLAPET DE PIED) – Type de clapet anti-retour avec crépine intégrée. Utilisé au point d'aspiration pour retenir le liquide dans le système et empêcher la perte d'amorçage lorsque la source est plus basse que la pompe.

HEAD (PRESSION) – Mesure de la pression, exprimée en pieds de hauteur pour les pompes centrifuges. Indique la hauteur d'une colonne d'eau déplacée par la pompe, en supposant des pertes de friction négligeables.

PRESSURE (PRESSION) – Force exercée sur les parois d'un contenant (réservoir, tuyau, etc.) par un liquide. Normalement mesurée en livres par pouce carré (psi).

PRIME (AMORÇAGE) – Charge de liquide nécessaire pour démarrer le pompage lorsque la source est inférieure à la pompe. Maintenu par un clapet de pied ou un dispositif dans la pompe.

SEAL (JOINT D'ÉTANCHÉITÉ) – Dispositif monté dans le carter ou sur l'arbre de pompe pour empêcher les fuites de liquide. Trois types :

1. LIP (JOINT À LÈVRE) – Anneau flexible (souvent en caoutchouc) maintenu contre l'arbre rotatif par un ressort.
2. MECHANICAL (JOINT MÉCANIQUE) – Une pièce rotative et une stationnaire avec surfaces polies en contact. Excellente étanchéité et longue durée de vie, mais sensible à la saleté.
3. PACKED (BOÎTE À GARNITURE) – Plusieurs anneaux flexibles comprimés autour de l'arbre. Une légère fuite est nécessaire pour la lubrification.

RELIEF VALVE (SOUPAPE DE SÛRETÉ) – Utilisée à la sortie d'une pompe volumétrique. Valve réglable à ressort qui s'ouvre à une pression prédéfinie. Empêche la surpression.

SEALLESS (SANS JOINT, À ENTRAÎNEMENT MAGNÉTIQUE) – Aucune étanchéité ; l'impulsion est transmise par champ magnétique entre moteur et roue.

SELF-PRIMING (AUTO-AMORÇANTE) – Se dit des pompes capables d'aspirer le liquide situé en dessous de l'entrée, contrairement à celles nécessitant une aspiration en charge.

SPECIFIC GRAVITY (POIDS SPÉCIFIQUE) – Rapport du poids d'un volume donné de liquide à celui d'un volume égal d'eau pure. Le pompage de liquides plus lourds (sp. gr. > 1.0) demande plus de puissance.

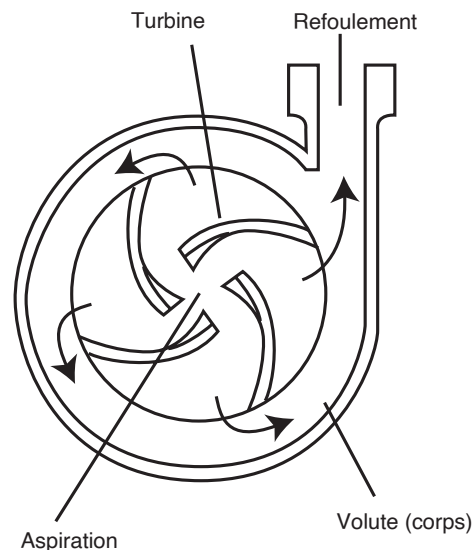
STATIC DISCHARGE HEAD (HAUTEUR DE REF. STATIQUE) – Distance verticale maximale (en pieds) de la pompe jusqu'au point de refoulement, sans écoulement.

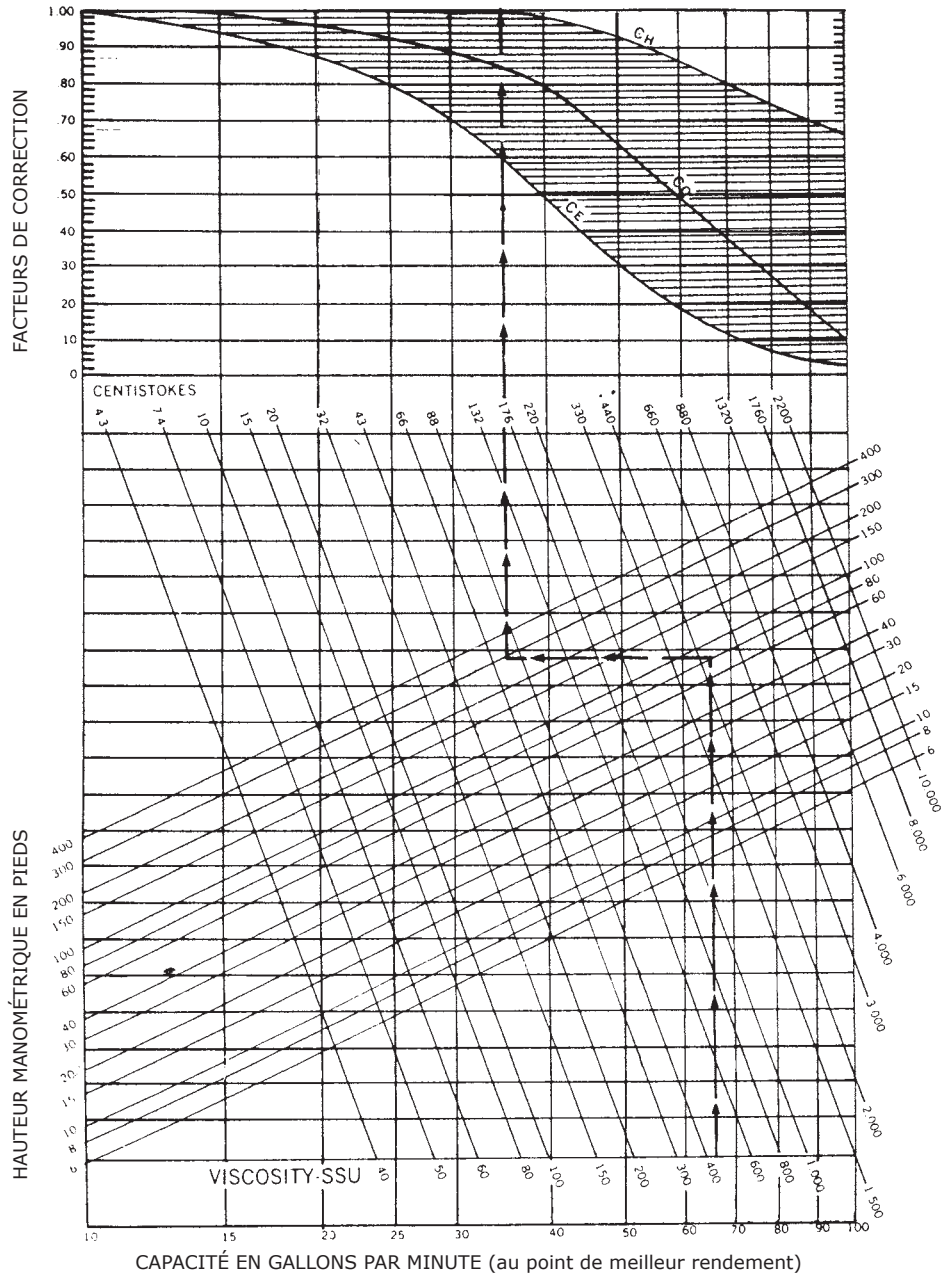
STRAINER (CRÉPINE) – Dispositif installé à l'entrée pour empêcher les particules de pénétrer dans la pompe.

SUMP (PUISARD) – Puits ou fosse où les liquides s'accumulent en dessous du niveau du sol ; peut aussi désigner un réservoir d'eau ou d'huile.

TOTAL HEAD (HAUTEUR TOTALE) – Somme de la hauteur de refoulement, de l'aspiration et des pertes de charge.

VISCOSITY (VISCOSITÉ) – Épaisseur d'un liquide ou sa facilité à s'écouler. La plupart des liquides deviennent plus fluides lorsqu'ils sont chauffés.





GRAPHIQUE DE CORRECTION DE VISCOSITÉ

Exemple - Viscosité

Déterminer la puissance absorbée visqueuse (BHPvis) lors du pompage de 66 usgpm à 80 pieds de NaOH à 50 % avec une pompe ayant un rendement de 48 % avec de l'eau.

*S.G. = 1,53 *Donné par d'autres tableaux

*Visc = 78 cSt = 120 cP / 1,53

Qe = 66 usgpm

He = 80 pieds

Re = 48 % = 0,48

Cq = 0,84)

Ch = 1,00) Depuis le graphique ci-dessus

Ce = 0,58

Qe × Cq = 66 × 0,84 = 55,44

He × Ch = 80 × 1,00 = 80,0

Re × Ce = 0,48 × 0,58 = 0,2784

BHPvis = 55,44 × 80,0 × 1,53 / 3960 / 0,2784 = 6,16 C.V.

OÙ :

BHPvis = Puissance absorbée visqueuse (frein moteur)

S.G. = Densité spécifique

3960 = Constante (unités impériales)

Qe = Débit avec de l'eau (USGPM)

Cq = Facteur de correction du débit (Figure 1)

Qvis = Débit visqueux (USGPM) = Cq × Qe

He = Hauteur manométrique avec de l'eau (pieds)

Ch = Facteur de correction de la hauteur (Figure 1)

Hvis = Hauteur visqueuse (pieds) = Ch × He

Re = Rendement avec de l'eau

Ce = Facteur de correction du rendement (Figure 1)

Rvis = Rendement visqueux = Ce × Re

BHPvis = (Cq × Qe) × (He × Ch) × S.G. / 3960 / Ce / Rvis

TABLEAU DE CORRECTION DES PERFORMANCES

