

TP N° 2
ETUDE D'UNE POMPE A PALETTES



Classe :.....		Groupe:.....	
Nom	Prénom	N°	

ETUDE D'UNE POMPE A PALETTES

Niveau :	IV
Profil :	Génie Mécanique (CFM & MI)
Durée :	3 heures

OBJECTIFS :

- Tracer les courbes caractéristiques d'une pompe à palettes
- Etudier l'influence de la vitesse de rotation sur le débit
- Etudier l'influence débit / pression
- Etudier l'influence de la hauteur d'aspiration
- Etudier l'influence de la vitesse de rotation sur le débit
- Mesurer la puissance mécanique absorbée par la pompe

CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE :

- Banc d'étude d'une pompe à palettes

PRE REQUIS :

- Principe de fonctionnement d'une pompe
- Caractéristiques d'une pompe
- Calcul des différents paramètres d'une pompe
- Interprétation d'une courbe

CRITERES D'EVALUATION :

- Méthodologie de travail
- Utilisation correcte du matériel
- Interprétation
- Comportement
- Aptitude au travail de groupe
- Compte rendu
- Autonomie

DOSSIER TECHNIQUE

I. DISPOSITIF EXPERIMENTAL :

I.1. Descriptif de l'installation

Il est constitué de ;(voir figure)

I.1.1. Un bac de lancement inox 304L.

Volume utile 100 litres, équipé de :

- 1 alarme de niveau bas
- 1 Tranquilliseur sur retour d'huile de la pompe
- 1 Vanne de vidange
- 1 Filtre sur remplissage

I.1.2. Un réchauffeur fond de cuve. Type résistance électrique puissance : 1,5 Kw

I.1.3. Une pompe d'alimentation à palettes

- Débit 3 m³/h à 0,3 bar
- Moteur IP 55/230-400V/50Hz/triphasé

I.1.4. Un ensemble d'aspiration inox 304L équipé de

- 1 Clapet de pied avec crépine
- 1 Vanne ¼ tour PVC
- 1 Tubulure de prise de pression

I.1.5. Un ensemble de refoulement inox 304L équipé de :

- 1 Tubulure de prise de pression
- 1 Vanne à soupape

I.1.6. Mesures de la pression

- 1 Mano-vacuomètre -1 à +6 bars sur aspiration
- 1 Manomètre 0 à 10 bars sur refoulement pompe

I.1.7. Réglage de température composé de :

- 1 Thermostat à température réglable (T°max : 180 °C)

I.1.8. Mesure et réglage de débit composé de:

- 1 Débitmètre à flotteur avec une échelle millimétrique
- 1 Mesure et réglage de vitesse pompe manuelle composée de :
- 1 Capteur de fréquence avec convertisseur sortie 4-20 mA
- 1 Afficheur numérique
- 1 Variateur de vitesse électrique commandé par un potentiomètre

I.1.9. Mesure de puissance électrique composé de :

- 1 Wattmètre intégré avec sortie signal 4-20 mA
- 1 Afficheur numérique

I.1.10. Armoire de commande et d'interface composé de

- 1 Armoire IP55
- 1 Interrupteur général avec voyant
- 1 Protection par coup de poing d'arrêt d'urgence
- 1 Bouton marche/arrêt

DOSSIER DE REFERENCE

II. ETUDE THEORIQUE

II.1. Expression de la hauteur manométrique totale H.M.T

$$H.M.T = \frac{(P_{aval} - P_{amant}) \times 10,197 \times 9,81 \times 1000}{g\rho} \text{ en (m CE)}$$

- HMT : Hauteur manométrique totale (m CE)
- P_{aval} : Pression de refoulement de la pompe (bar)
- P_{amant} : Pression à l'aspiration de la pompe (bar)
- ρ : masse volumique du liquide (Kg/m^3) $\rho_{huile} = 930\text{Kg/m}^3$
- 1 bar = 10197 m CE

II.2. Calcul de la puissance en bout d'arbre

$$P_M = C.\omega = \frac{C.2\pi N}{60}$$

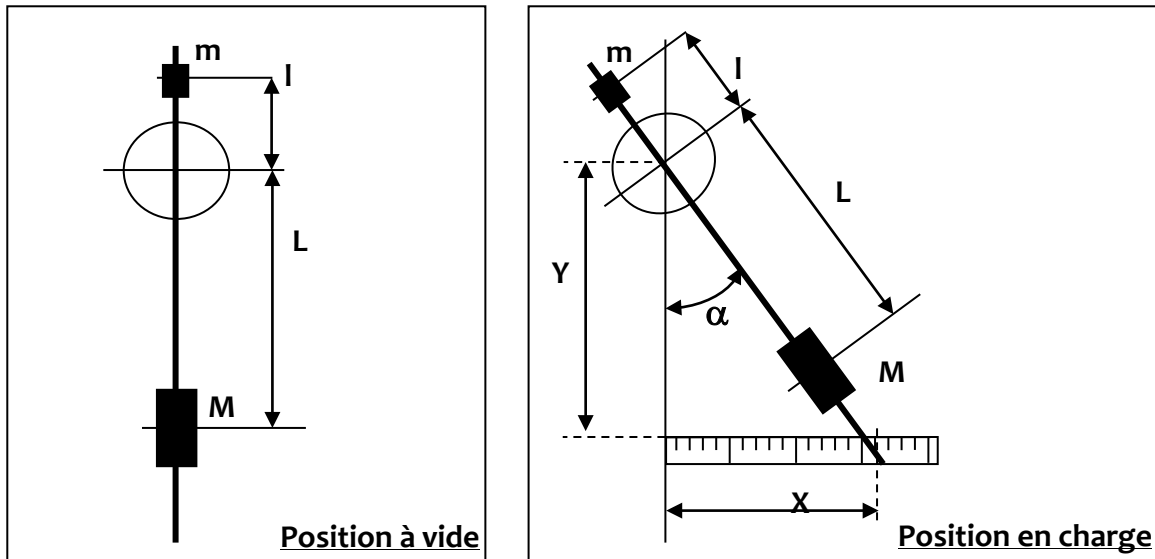
- P_M : Puissance moteur (W)
- C : Couple mécanique (N.m) (voir mesure de couple)
- N : Vitesse de rotation (tr/min)

II.3. Calcul du rendement de l'ensemble motopompe

$$\eta_P = \frac{P_{Hyd}}{P_M} \quad \text{avec} \quad P_{Hyd} = \rho.g.(HMT).Q_V$$

- η_P : Rendement du groupe moto-pompe
- P_{Hyd} : Puissance hydraulique (W)
- P_M : Puissance électrique absorbée lue sur le wattmètre (W)
- H : H.M.T en (m)
- Q_V : Débit volumétrique en (m^3/s)

II.4. Mesure du couple



L'arbre du moteur de la pompe 1 dispose de deux masses "m" et "M" sur le bras du levier.

La masse "m" équilibre à vide le moteur et l'arbre.

Pour équilibrer l'ensemble, supprimer la masse "M», mettre hors tension la pompe, puis faire varier la longueur "l" de façon à ce que l'arbre du moteur figé dans la position où il a été forcé.

La masse "M" permet de régler la fin de course de l'arbre du moteur afin qu'il ne soit jamais en butée. Pour cela, positionner la masse "M" à une certaine distance et mettre la pompe en fonctionnement.

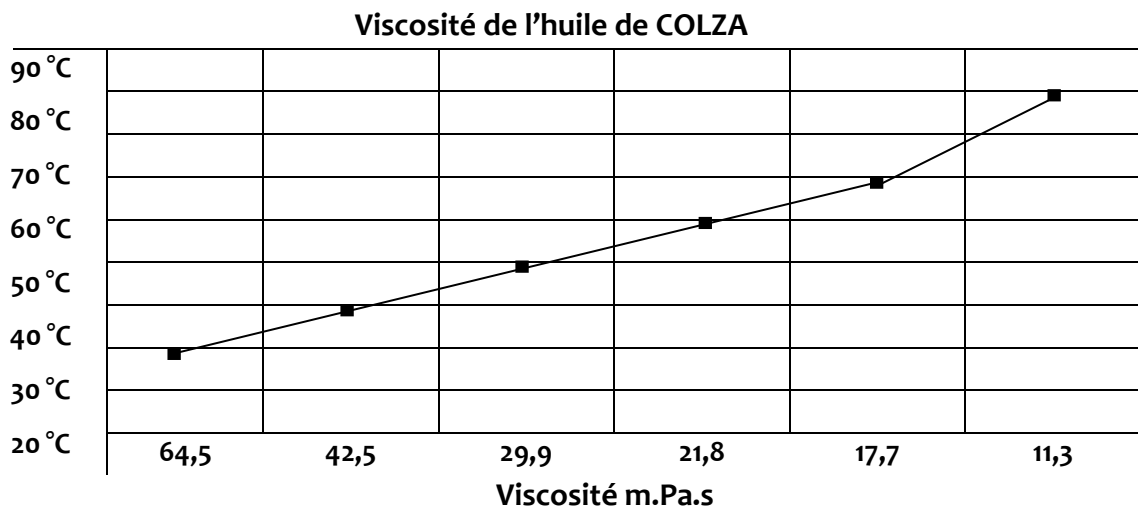
Régler la masse "M" afin de pouvoir lire le plus grand déplacement possible sur la règle sans jamais être en butée (réglage en usine).

Pour le calcul du couple, il faut mesurer la distance "X" et l'angle "α" par la tangente ($\text{tg}\alpha = X/Y$).

Quand α est déterminé, le couple se calcule par la formule suivante :

$$C = 9,81.M.L.\text{Sin}\alpha \text{ (N.m)}$$

$$\text{Avec : } M = 2,836 \text{ Kg} \quad L = 0,705 \text{ m} \quad Y = 0,789 \text{ m}$$



Le tableau suivant vous donne l'échelle du débitmètre en fonction de la viscosité du fluide:

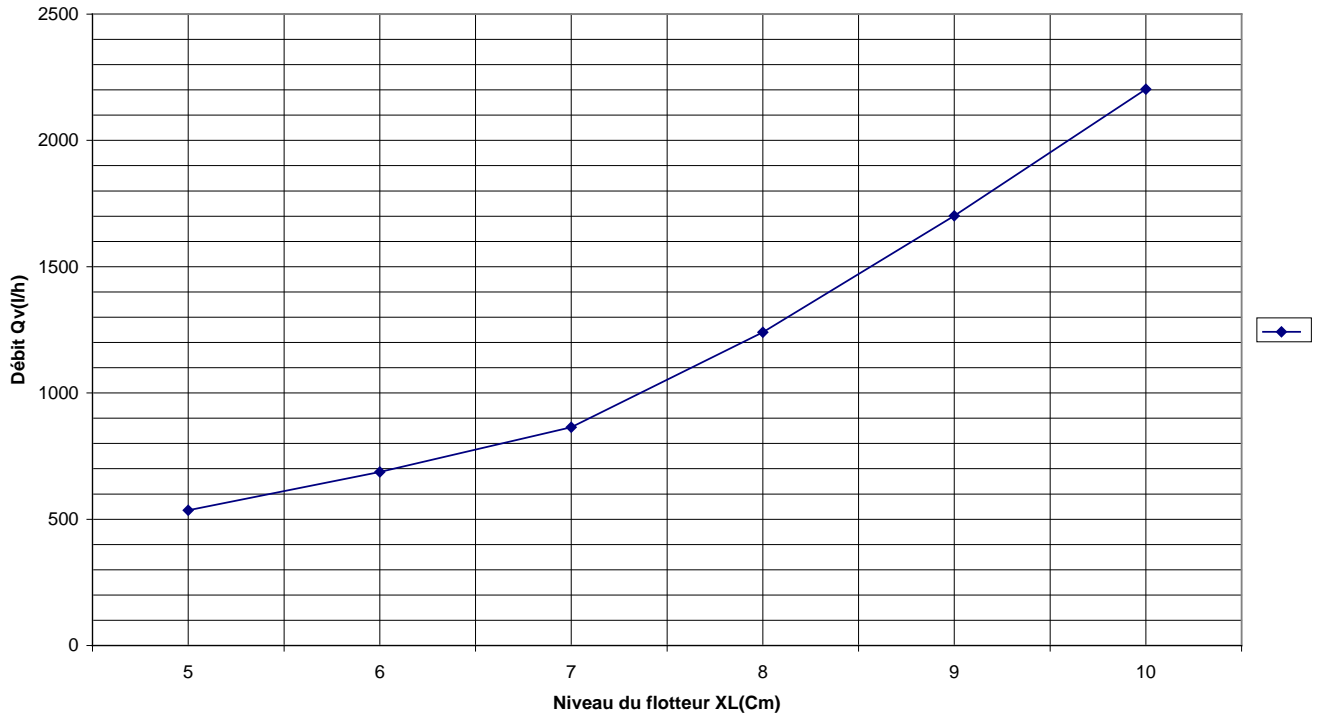
Q_v (l/h)	Viscosité (m Pa .s)
240-2400	64.5
280-2800	42.4
310-31000	29.9
330-3300	21.8
346-3460	17.7
368-3680	11.3

Le "Zéro" de la graduation millimétrique du débitmètre correspond au point de repos du flotteur. La graduation "+156.5mm" correspond à la valeur de fin d'échelle du débitmètre. En fonction de la viscosité du fluide (donnée par la température de l'élément **TAH1**) l'opérateur doit donc déterminer la plage de l'échelle du débitmètre, puis appliquer la relation suivante pour déterminer le débit volumique réel (dans la gamme de mesure de la position du flotteur de 80 à 160 mm) avec une erreur de $\pm 3\%$ sur la mesure du débit :

$$Q_v = \frac{\text{Echelle maximum}}{180} \times L$$

II.5. Mesure du débit

L'abaque suivant permet de convertir le niveau du flotteur (X_L) en débit refoulé (Q_v)

Pompe à palettes: $Q_v = f(XL)$ 

II.6. Caractéristiques de la pompe

Cette pompe est caractérisée par :

$n = 4$ palettes

$e = 5,5$ mm : Excentrique

$b = 58$ mm : Largeur des palettes

DOSSIER DE PEDAGOGIQUE

III. MANIPULATION 1

Il s'agit d'observer les variations du couple, des pressions et du débit en fonction de la vitesse de rotation du moteur de la pompe, puis d'effectuer différents calculs à partir de ces mesures

III.1. Mode opératoire

Etat des vannes : F: fermer o: ouverte \updownarrow : variable

V1: Vanne d'arrêt aspiration pompe

V2: Vanne de refoulement de la pompe

V4: Vanne d'arrêt vidange

V1	V2	V4
o	o puis \updownarrow	F

NB : AVANT DE DEMARRER LA POMPE APPELER L'ENSEIGNT

- Après avoir positionné les vannes, mettre en marche la pompe et régler avec le potentiomètre la vitesse de celle-ci pour obtenir une vitesse de **1250 tr/min** puis régler la vanne de refoulement de la pompe de manière à obtenir un débit de **2800 l/h** (Soit une position du flotteur de 180 mm à 30°C).

N.B. Il convient de démarrer la pompe avec son potentiomètre de contrôle de vitesse à zéro pour éviter une action violente sur le mécanisme de mesure du couple du moteur d'entraînement lors de la mise en marche si la vitesse est réglée à une valeur importante.

- Mettre en marche le chauffage du fluide et attendre que le thermostat règle la température du fluide, si nécessaire

- Relever les valeurs de la vitesse de rotation du moteur, du débit sur le débitmètre, de X pour le calcul du couple et des pression amont et aval (**P1** et **P2**).

- Effectuer d'autres mesures pour des valeurs différentes de la vitesse de rotation du moteur à l'aide du potentiomètre.

III.2. Mesures et calculs expérimentaux sur banc de référence :

Q _v (l/h)	N (tr/min)	X (m)	P _{amant} (bar)	P _{aval} (bar)	C (N.m)	H.M.T (m)
318	249					
524	500					
707	749					
866	999					
1017	1251					

Avec :

- N : Vitesse de rotation du moteur
 - X : déplacement du bras de levier (voir "mesure du couple")
 - Q_v : débit volumique
 - P_{amont} : Pression relative d'aspiration de la pompe (P₁)
 - P_{aval} : Pression relative de refoulement de la pompe (P₂)
 - α : Angle de rotation du bras de levier (voir "mesure du couple")
 - C : Couple exercé sur l'arbre du moteur (voir mesure du couple)
- $L=0.705\text{ m}$; $M=2,836\text{ Kg}$ et $Y=0.789\text{ m}$
- H.T.M : Hauteur manométrique totale

III.3. Travail demandé :

- a- Remplir le tableau ci-dessus
- b- Sur papier millimétré tracer
 - $Q_v = f(N)$
 - $H.M.T = f(N)$
 - $C = f(N)$
- c- Conclure :

RECOMMANDATIONS IMPORTANTES !

- 1- Mettre en marche la pompe en commençant toujours par une faible fréquence de rotation
- 2- Ne fermer jamais complètement les vannes V₁ et V₂

IV. MANIPULATION 2

IV.1. Mode opérateur

Etat des vannes: F: fermée O: ouverte \updownarrow : Variable

V1	V2	V4
O	\updownarrow	F

- Positionner les vannes puis mettre en marche la pompe.
- Régler avec le potentiomètre la vitesse de la pompe (cette vitesse ne sera pas modifiée pendant la manipulation) à 1000 tr/min ; si pour cette vitesse le débit est supérieur à la capacité maximum du débitmètre, réduire la vitesse de rotation pour avoir un débit égal à cette valeur.
- Relever sur les manomètres les pressions amont (p_1) et aval (p_2) et le débit Q_v .
- Relever différentes mesures en augmentant à chaque fois la pression de 0,5 bar à l'aide de la vanne V2.
- Cette manipulation sera effectuée avec 2 valeurs de vitesse.

IV.2. Mesures et calculs expérimentaux :

a- Remplir le tableau ci dessous (N = 1000 tr/min puis N = 750 tr/min)

N = 1000 tr/min					N = 750 tr/min				
Q_v (l/h)	p_{amant} (bar)	p_{aval} (bar)	H.M.T (m)	NPSH (mCE)	Q_v (l/h)	p_{amant} (bar)	p_{aval} (bar)	H.M.T (m)	NPSH (mCE)
771		6,0			612		6,0		
777		5,5			612		5,5		
777		5,0			618		5,0		
777		4,5			624		4,5		
783		4,0			624		4,0		
783		3,5			624		3,5		
783		3,0			624		3,0		
789		2,5			630		2,5		
789		2,0			636		2,0		
795		1,5			636		1,5		
795		1,0			642		1,0		
801		0,5			642		0,5		

- b- Sur papier millimétré tracer
- (paval - pamant) = $f(QV)$
 - H.M.T = $f(QV)$
 - NPSH = $f(QV)$

c- Conclure

V. MANIPULATION 3

Il s'agit d'observer la variation du rendement du groupe motopompe, en faisant varier le débit à l'aide de la vanne de sortie de la pompe (V2)

V.1.Mode opératoire

Etat des vannes: F: fermée o: ouverte \updownarrow : Variable

V1	V2	V4
o	\updownarrow	F

- Positionner les vannes puis mettre en marche la pompe.
- Régler avec le potentiomètre la vitesse de la pompe (cette vitesse ne sera pas modifiée pendant la manipulation) à **1000 tr/min**; si pour cette vitesse le débit est supérieur à la capacité maximum du débitmètre, réduire la vitesse de rotation pour avoir un débit égal à cette valeur.
- Relever sur les manomètres les pressions amant (P1) et aval (P2) et le débit Qv.
- Relever différentes mesures en augmentant à chaque fois la pression de 0,5 bar à l'aide de la vanne V2.

V.2. Mesures et calculs expérimentaux :

- a- Remplir le tableau ci dessous
- b- Sur papier millimétré tracer
- $\eta_G = f(Qv)$
 - $\eta_P = f(Qv)$
- c- Conclure

N=1000 tr/min

Q_v (l/h)	P_{amant} (bar)	P_{aval} (bar)	X (m)	$\sin(\alpha)$	C (N.m)	H.M.T (m)	P_M (W)	P_{Hyd} (W)	η_P %
801		0,50							
795		1,0							
795		1,5							
789		2,0							
789		2,5							
783		3,0							
783		3,5							
783		4,0							
777		4,5							
777		5,0							
777		5,5							
771		6,0							