

# TP Machines et Systèmes Energétiques: Caractéristiques de pompes centrifuges \*

Laboratoire de Dynamique des Fluides<sup>†</sup>

version du 27 mars 2018

## Table des matières

<b>1</b>	<b>Généralités</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Essais</b>	<b>5</b>
2.1	1ère campagne : pompes isolée . . . . .	5
2.2	2ème campagne : associations des 2 pompes . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Depouillement</b>	<b>6</b>
3.1	Pompes isolées à 2500 rpm . . . . .	6
3.2	Pompes en association . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Rapport</b>	<b>7</b>

---

\*florent.ravelet@ensam.eu, michael.deligant@ensam.eu,, Sofiane.KHELLADI@ensam.eu

<sup>†</sup><http://www.dynfluid.eu>

# 1 Généralités

Le TP consiste à mesurer les performances de pompes centrifuges fonctionnant seules, en série ou en parallèle. Les mesures sont effectuées sur un banc d'essai instrumenté. (voir Fig. 2).



FIGURE 1 – Photographie du banc d'essai.

La hauteur de refoulement  $H$  d'une pompe est le travail mécanique utile par unité de masse  $W_u$  transmis par la pompe au liquide refoulé, rapporté à l'accélération de la pesanteur  $g$  (c'est donc une énergie par unité de poids). Le travail mécanique utile est la somme de la variation d'énergie potentielle, d'énergie de pression et d'énergie cinétique entre le refoulement  $r$  et l'aspiration  $a$  de la pompe :

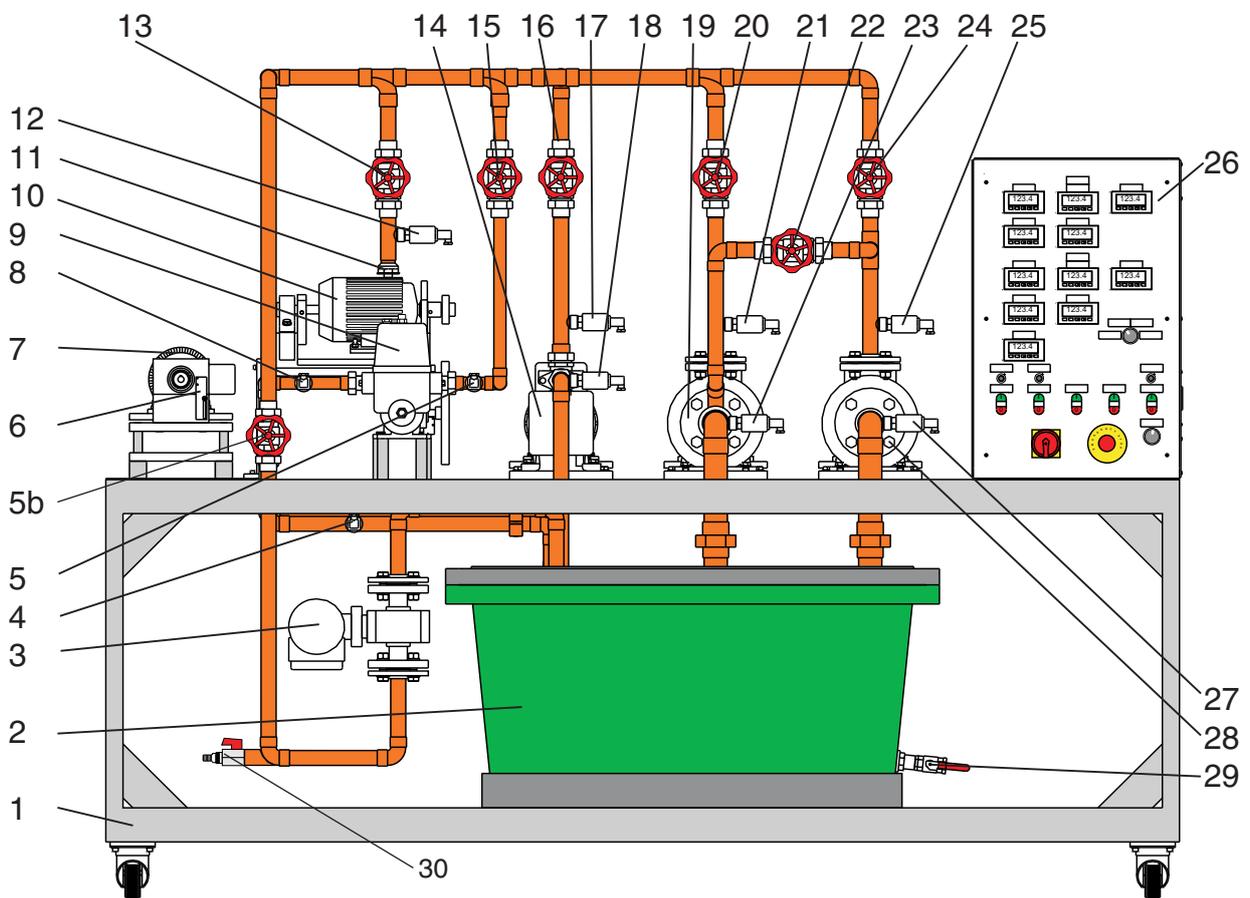
$$W_u = \Delta \left( gz + \frac{1}{2}V^2 + \frac{p}{\rho} \right) \quad (\text{J.kg}^{-1})$$

$$H = \frac{W_u}{g} = (z_r - z_a) + \left( \frac{V_r^2}{2g} - \frac{V_a^2}{2g} \right) + \left( \frac{p_r}{\rho g} - \frac{p_a}{\rho g} \right) \quad (\text{m})$$

Dans le cas présent, on a une élévation de  $(z_r - z_a) = 21$  cm, un diamètre de tuyau en entrée de  $\phi_a = 50$  mm et un diamètre en sortie de  $\phi_r = 32$  mm.

## 2 Description de l'appareil

### 2.1 Structure de l'appareil



1	Cadre mobile à tubes carrés	16	Robinet-vannes V3
2	Réceptier d'eau	17	Manomètre côté refoulement P3
3	Débitmètre	18	Manomètre côté aspiration P3
4	Manomètre côté aspiration P5	19	Pompe centrifuge P2
5	Manomètre côté refoulement P4	20	Robinet-vannes V2
5b	Robinet-vannes V8	21	Manomètre côté refoulement P2
6	Capteur vitesse P5	22	Robinet pour montage en série P1 & P2
7	Moteur pour pompe 5	23	Manomètre côté aspiration P2
8	Manomètre côté aspiration P4	24	Robinet-vannes V1
9	Pompe à piston P4	25	Manomètre côté refoulement P1
10	Moteur pompe à piston	26	Armoire de distribution (détails voir fig. 2.2)
11	Raccord côté refoulement pompe 5	27	Manomètre côté aspiration P1
12	Manomètre côté refoulement P5	28	Pompe centrifuge P1
13	Robinet-vannes V5	29	Robinet de purge d'eau
14	Pompe à canal latéral P3	30	Robinet à tournant sphérique pour la vidange des tuyaux
15	Robinet-vannes V4		

Fig. 2.1 Structure de l'appareil HM 362

## HM 362

## COMPARAISON DE POMPES

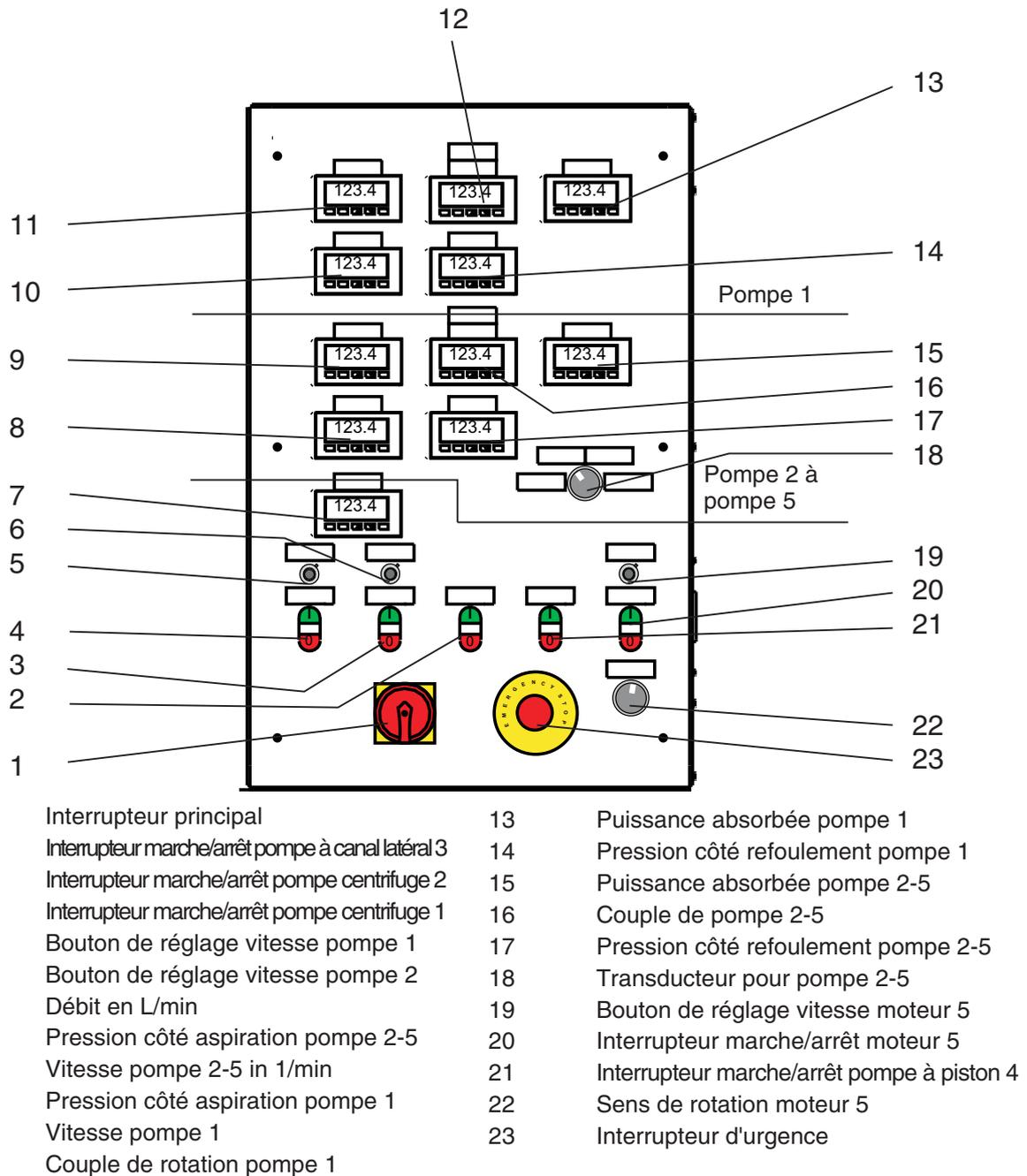


Fig. 2.2 Armoire de distribution et affichage des mesures banc d'essai multiple pour pompes/Pc HM 362

Le banc d'essai permet de mesurer :

- La vitesse de rotation  $N1$  ou  $N2$  en 1/min
- Le couple fourni à la roue  $T1$  ou  $T2$  en N.m
- La puissance électrique fournie au moteur  $Pelec1$  ou  $Pelec2$  en W
- La pression statique à l'aspiration  $Pi1$  ou  $Pi2$  en bar
- La pression statique au refoulement  $Po1$  ou  $Po2$  en bar
- Le débit total dans le circuit  $Q$  en l/min

La caractéristique d'une turbomachine est la donnée de sa hauteur manométrique  $H$  en fonction du débit  $Q$ , ainsi que de son rendement  $\eta = \frac{P_h}{P_m}$  en fonction du débit  $Q$ , avec  $P_h$  la puissance hydraulique utile, et  $P_m$  la puissance mécanique fournie à la machine. Cette caractéristique dépend entre autres de la vitesse de rotation <sup>1</sup>.

## 2 Essais

Il vous est demandé de réaliser deux campagnes de mesures. La première campagne consistera à établir les performances de chacune des pompes fonctionnant seule. La deuxième campagne aura pour objectif d'étudier les performances de l'associations des deux pompes.

Au début de chaque série de mesures, relever les différentes valeurs lorsque les pompes sont arrêtées. Ces valeurs serviront de références pour caler l'**offset** des capteurs.

### 2.1 1ère campagne : pompes isolée

Mesurer les performances de chacune des pompes du débit maximal jusqu'à débit nul pour une vitesse de rotation de **2500 rpm**.

### 2.2 2ème campagne : associations des 2 pompes

Mesurer les performances de l'association des deux pompes du débit maximal jusqu'à débit nul pour **une seule** des trois configurations présentées dans le tableau ci-dessous.

Configuration	N1 [rpm]	N2 [rpm]
Série	<b>2200</b>	<b>2000</b>
Série	<b>2200</b>	<b>1400</b>
Parallèle	<b>2200</b>	<b>2000</b>

---

1. Elle dépend également très légèrement de la viscosité du fluide mais ceci est négligeable si le nombre de Reynolds basé sur la vitesse périphérique de la roue et le diamètre de celle-ci est supérieur à  $2 \times 10^5$

### 3 Depouillement

Pour chaque point de fonctionnement déterminer la hauteur manométrique  $H^2$ , les puissances hydraulique et mécanique. Déterminer ensuite le rendement.

#### 3.1 Pompes isolées à 2500 rpm

Tracer les champs caractéristiques ( $H = f(Q); \eta = f(Q)$ ) du systèmes de pompage dans les différentes configurations étudiées.

Utiliser ensuite le principe de **similtude**<sup>3</sup> pour estimer les caractéristiques ( $H; Q; \eta$ ) des pompes aux vitesses de rotations  $N$  correspondant à l'association étudiée.

$$H_1/N_1^2 = H_2/N_2^2$$

$$Q_1/N_1 = Q_2/N_2$$

$$\eta_1 = \eta_2$$

Faire ensuite correspondre une courbe de tendance (polynôme du second degré) à la courbe  $H = f(Q)$  pour pouvoir faire correspondre les débits mesurés pour l'association des deux pompes.

#### 3.2 Pompes en association

Comme précédemment, tracer les caractéristiques ( $H = f(Q); \eta = f(Q)$ ) des pompes en associations et comparer aux prédictions faites grâce au principe de similitude sur les pompes individuellement.

Il est possible de faire une analogie avec les circuits électriques en faisant correspondre  $\rho g H$  à la tension et le débit  $Q$  à l'intensité (voir Fig. 2).

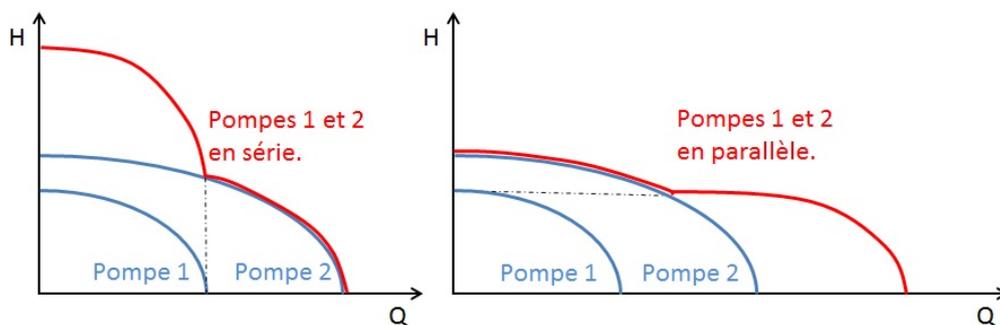


FIGURE 2 – Schéma de l'évolution de la hauteur manométrique en fonction du débit pour des associations série et parallèle.

2. Il faut prendre en compte l'offset des capteurs de pressions, comprenant le terme correspondant à la pression hydrostatique, dans le calcul de  $H$ .

3. Page 99 du Poly.

## 4 Rapport

Pour ce TP, il vous est demandé de fournir un rapport technique **sous format pdf** ainsi que le **fichier excel** comportant tout les calculs.

Le rapport devra présenter succinctement :

- la démarche expérimentale
- la procédure de dépouillement
- les résultats (**figures**)
- comparaison des deux pompes individuellement
- comparaison prédictions (**similitude**)/expérimentations
- une analyse critique des résultats

Le rapport ainsi que le fichier excel est à rédiger par groupe de 2 et à rendre à la fin du TP par mail à l'adresse suivante (suivant l'encadrant) : **Sofiane.KHELLADI@ensam.eu** ou **Michael.DELIGANT@ensam.eu**.

L'évaluation du TP s'effectuera sur la qualité du rapport (fond et forme).