

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



UNIVERSITE DE GHARDAIA

N° d'ordre :
N° de série:

**FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Science de L'eau et de L'environnement

THEME:

**Etude au Laboratoire des système de pompage en série et
en parelle (H32)**

PAR :

M^{elle}: Babi Hayat

M^{elle} :Bouregaa Mariam

Jury:

M^r: BENADDA LOTFI Maitre Assistance A - Univ Ghardaïa **Encadreur**

M^r: OULED BLKHIR Maitre Assistance A - Univ Ghardaïa **Examineur**

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2014/2015

Dédiécaces

Je dédie ce modeste travail

Spécialement a ma très chère mère «Zohra » pour sacrifices

son amour, son aide et soutien et me voir ainsi arriver a ce

que je suis de venu aujourd'hui

a mon père « Bou djemaa » qui ma offert l'amour et soutien

moral et physique

A mes frères Mohammed , Ahmad , Abdalwhab ,

Abdarazak , Abderrahmane.

A mes sœurs Fatima et AichaKaltom , Zohra ,et Safia

A mon grand mère « Mbairika »

A tout mais familles « Babi » et « Barka »

A mon bé nom « Bouregaa Mariam »

a tout mais amis sur tout « Oum hani et Amira ».....

Wafa , Mhdjoba , Hadjar , Hayat , somaia , et koko

a tous ceux qui aiment faire le bien , et aider les gens a tous

que souffrent et espèrent une meilleure vie , que dieu soit

avec eux.

A toute les personne de Hydraulique 2014/2015

Hayat

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail à ceux qui méritent l'amour, le bonheur et le respect et qui sont les plus chers à mes yeux :

Mes très chers parents pour leur compréhension, leurs encouragements et leur aide morale et financière. A mes frère et à mes sœurs sans oublier, Ainsi à toute

La famille Bouregaâ et ben dîda.

A mes tante, mes oncles et mes cousines et cousins.

A l'ensemble des enseignants de l'ST, université

D'GHARDAÏA et à mon encadreur

Monsieur BEN ADAA LOTFI et BOUBLI SALIM.

Je le dédie à mon binôme Hayat Babi.

A tout mes amis sans exception surtout Amera et Naouel.

Et mon fuoncée Youssef H.

Maríam

Remerciement

Tout d'abord, Je remercie Allah de m'avoir prêté vie et volonté pour achever ce travail,

Puis Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé tout au long de mon travail.

Ma reconnaissance va plus particulièrement à :

**Mon promoteur M^r le docteur Benadda lotfi de m'avoir orienté pour réaliser ce travail, jamais j'oublierais sa disponibilité son assistance et ses conseils judicieux,*

**Mon préféré enseignant M^r Boubeli Salim qui m'a donné un bon exemple de son comportement modeste durant trois années universitaires.*

**Le chef département M^r El Haj Sayed AËK pour ses directives et ses conseils.*

**Tous les enseignants de 3^{eme} année hydraulique qui ont participé à ma formation.*

**L'ensemble des enseignants qui m'ont suivi durant mon cycle d'étude.*

A ceux qui ont contribué à l'élaboration de cette étude de près où de loin.

Merci à Vous Tous

Hayat et Mariam

Résumé :

Notre travail expérimental ou labo hydraulique a pour but d'évaluer les caractéristiques de fonctionnement d'un banc composé de deux pompes. Il est possible d'étudier tout d'abord une pompe seule, puis les deux pompes fonctionnant en parallèle ou en série. on a fait des essais de refoulement d'une pompe seule, et des essais de refoulement d'une de deux pompes en parallèle et deux pompes en série.

Mots clés : Pompe, Banc, parallèle, série, labo.

Summary:

Our experimental work or hydraulic lab is designed to evaluate the operating characteristics of a bench composed of two pumps. It is possible to study first one pump, and then the two pumps operating in parallel or in series. were made discharge test of a single pump, and a discharge test of two pumps in parallel and two pumps in series.

Key words: pump, bench, parallel, series, lab.

ملخص:

عملنا هذا هو عبارة عن دراسة تجريبية للمضخات في مخبر الري (نموذج تجريبي يحتوي على مضختين) بحيث حاولنا أن ندرس عمل المضخة على حدة، وعمل مضختين مربوطتين سواء على التفرع أو على التسلسل. وفي الأخير توصلنا إلى معرفة خصوصيات الضخ في حالة الربط على التسلسل أو على التفرع في كل تجربة مع تغيير التدفق وسرعة المضخة.

الكلمات المفتاحية: مضخة, نموذج تجريبي, مخبر, التفرع, التسلسل.

Sommaire

I-INTRODUCTION	1
I-1 PROBLEMATIQUE	2
PARTIE THEORIQUE :	3
I.2. LES DIFFERENTS TYPES DES POMPE SE LEURS CARACTERISTIQUES	3
I.2.1. LES TURBOPOMPES	3
I.2.1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	4
I.2.1.2. AMORÇAGE	4
I.2.1.3. CARACTERISTIQUES	4
I.2.1.4. UTILISATION	5
I.2.1.5. REGLAGE DU DEBIT	6
I.2.2. LES POMPES VOLUMÉTRIQUES	6
I.2.2.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET GENERALITES	7
I.2.3. AUTRES POMPES	8
I.2.3.1. VIS D'ARCHIMEDE	8
I.2.3.2. POMPAGE PAR EMULSION OU AIR-LIFT	8
I.3.2. HAUTEUR MAXIMALE D'ASPIRATION (POMPES CENTRIFUGES)	10
I.3.3. VITESSE DE ROTATION - POMPES CENTRIFUGES	11
I.3.4. VITESSE SPECIFIQUE	12
I.3.5. COURBES CARACTERISTIQUES D'UNE POMPE :	13
I.3.5.1. COURBE DEBIT-HAUTEUR $H=F(Q)$	13
I.3.5.2. COURBE DE RENDEMENT. RENDEMENT OPTIMUM $H(Q)$	14
I.3.5.3. COURBE DE PUISSANCE. PUISSANCE ABSORBEE PAR UNE POMPE $P(Q)$	14
I.3.6. POINT DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE	15
I.4. CHOIX D'UN TYPE DE POMPE	15
I.4.1. EN FONCTION DES CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES	15
I.4.2. EN FONCTION DES CONDITIONS PARTICULIERES D'UTILISATION :	16
I.4.3. RECHERCHE DU REGIME OPTIMAL	17
I.5. COUPLAGE DE POMPES	18
I.5.1. COUPLAGE EN SERIE	18

I.5.2. COUPLAGE EN PARALLELE	19
III-PARTI EXPRIMENTAL :	21
III.1 - Introduction	21
III-2 MATRIELS ET METHODES	21
III-2-1 MATRIELS UTILISES	21
Fonctionnement	24
III-2-2METHODE UTLISEE	25
III.3.3-Résultats Et Discussions	27
(1)-En Parelle	27
(2)-En Série	29
Conclusion	30

Introduction

I-INTRODUCTION :

L'ingénierie de l'homme et la difficulté de transporter de l'eau d'un niveau bas à un niveau haut l'ont incité à créer une machine qui transforme l'énergie électrique en énergie hydraulique qui est la pompe. Or le transfert de volumes importants d'eau implique la réalisation de station de pompage qui abrite plus d'une pompe.

Le principe de la pompe est apparu dès que l'homme a su construire un habitat artificiel pour se protéger des éléments naturels. Le besoin en eau nécessaire à sa survie l'obligea à trouver un système de transport de cette eau, du puits ou de la rivière à son habitat. Il utilisa d'abord simplement l'énergie développée par ses muscles pour transporter l'eau à l'aide de récipients naturels ou artificiels. Plus la contenance et la distance étaient grandes, plus l'énergie dépensée était importante. Jusqu'au début de l'ère industrielle, les pompes ne servirent que pour le transfert de l'eau. L'ancienne pompe à godets fut inventée en Chine au siècle après .

Les principes des pompes à piston, des pompes centrifuges et des pompes à vide sont découverts à cette époque. De manière générale, durant la grande époque de la culture gréco-romaine, de nombreux principes de physique et d'hydraulique sont découverts, mais pas forcément développés. Ctésibios se heurte notamment à la difficulté de concevoir des cylindres et pistons suffisamment réguliers pour jouer l'un dans l'autre sans accrocs. Toutefois les réalisations mettant en œuvre ces principes ne servent cependant souvent qu'à la démonstration des calculs mathématiques (jeux d'intellectuels) ou aux divertissements (fontaines, jeux d'eau, tours de magie etc.).

Les Grecs et les Romains furent les premiers à utiliser des systèmes rotatifs pour véhiculer l'eau. On doit aussi à cette époque l'invention des écluses (afin d'éviter les vitesses d'écoulement trop rapide) et les dispositifs anti-béliers sur les conduites fermées, afin d'éviter l'éclatement des conduites.

I-1 PROPLEMATIQUE :

Quelle sont les caractéristiques de fonctionnement d'une :

-deux pompes similaires en série

-deux pompes similaires en parallèle.

-pompes en série.

-pompes en parallèle.

I.2. LES DIFFERENTS TYPES DES POMPES ET LEURS CARACTERISTIQUES :

Il existe deux grandes catégories de pompes :

- ✓ Les Turbopompes,
- ✓ Les pompes volumétriques.

I.2.1. LES TURBOPOMPES

Les Turbopompes : le mouvement du liquide résulte de l'accroissement d'énergie qui lui est communiqué par la force centrifuge.

Ce sont les plus employées. On distingue :

- Les pompes centrifuges (à basse et haute pression),
- Les pompes hélices,
- Les pompes hélico-centrifuges.

Cette classification est basée sur la forme de la trajectoire à l'intérieur du rotor de la pompe (roues radiales, semi-radiales, axiales).

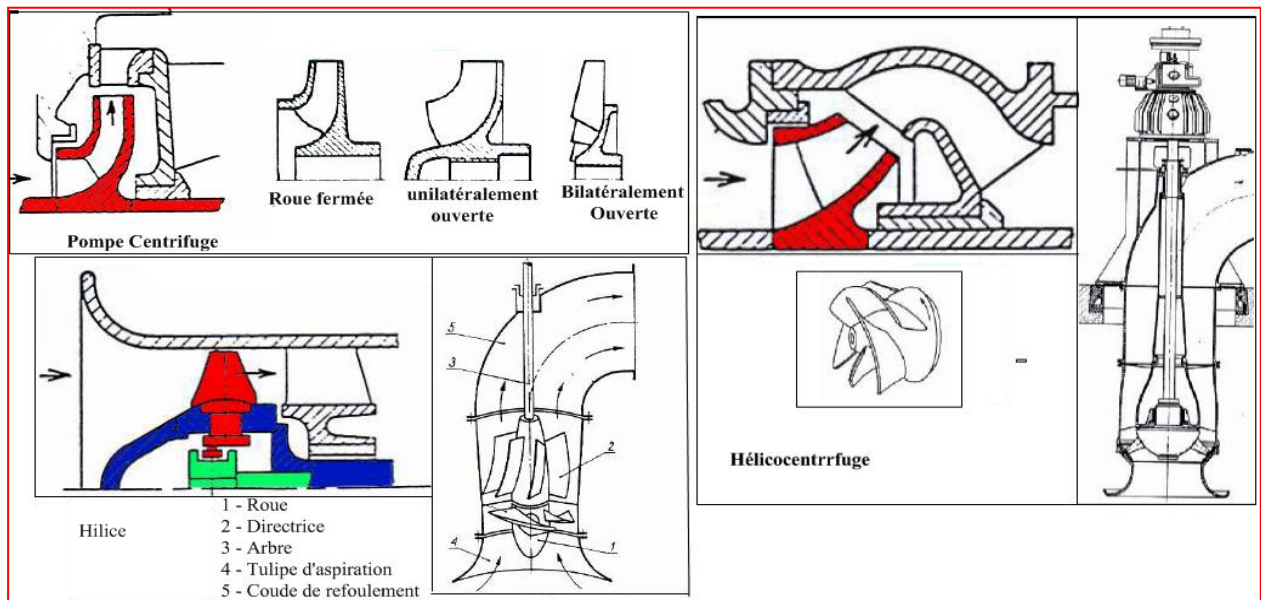


Figure N°1 : Classification des Turbopompes

I.2.1.1. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

Le principe de fonctionnement se base sur une interaction de force entre les aubes de la roue et le courant d'eau qu'il contourne.

Pour :

- Une pompe centrifuge radial est défini par un refoulement perpendiculaire a l'axe de la pompe ce dernier est parallèle avec le sens de l'aspiration.
- Une pompe hélico-centrifuges avec une roue semi axiale, le refoulement se fait parallèlement à l'axe de la pompe et à l'aspiration.
- Une pompe à hélices comportant une roue axiale le refoulement se fait parallèlement à l'axe de la pompe et à l'aspiration.

Une pompe centrifuge est constituée par:

- Une roue à aubes tournant autour de son axe
- Un distributeur dans l'axe de la roue
- Un collecteur de section croissante, en forme de spirale appelée volute.

Le liquide arrive dans l'axe de l'appareil par le distributeur et la force centrifugée projette vers l'extérieur de la turbine. Il acquiert une grande énergie cinétique qui se transforme en énergie de pression dans le collecteur où la section est croissante.

L'utilisation d'un diffuseur (roue à aubes fixe) à la périphérie de la roue mobile permet une diminution de la perte d'énergie.

I.2.1.2. AMORÇAGE

Les Turbopompes ne peuvent s'amorcer seules. L'air contenu nécessite d'être préalablement chassé. On peut utiliser un réservoir annexe placé en charge sur la pompe pour réaliser cet amorçage par gravité.

Pour éviter de désamorcer la pompe à chaque redémarrage il peut être intéressant d'utiliser un clapet anti-retour au pied de la canalisation d'aspiration.

I.2.1.3. CARACTERISTIQUES

Les hauteurs manométriques totales fournies ne peuvent dépasser quelques dizaines de mètres. Pour dépasser ces valeurs on utilise des pompes centrifuges multicellulaires où plusieurs roues sont montées en série sur le même arbre. Le refoulement d'une des pompes communique

Partie Théorique

avec l'aspiration de la pompe suivante. Il est également possible de coupler en série plusieurs de ces pompes.

Le rendement est de l'ordre de 60 à 70 %: il est inférieur à celui des pompes volumétriques.

Les pompes centrifuges vérifient des lois (**lois de similitude**) qui à partir d'une courbe caractéristique établie pour une vitesse de rotation N de la roue de la pompe permettent d'obtenir la caractéristique pour une vitesse de rotation N' quelconque.

Si on connaît pour une vitesse N , le débit Q_{VN} , la hauteur manométrique totale H_{tN} et la puissance absorbée P_N , on sait qu'il existe deux courbes caractéristiques (H_t en fonction de Q_v et P en fonction de Q_v) pour la vitesse N' tels que les points définis par les coordonnées $(Q_{VN'}, H_{tN'})$ et $(Q_{VN'}, P_{N'})$ en soient respectivement éléments.

Les lois de similitude permettent de déterminer $Q_{VN'}$, $H_{tN'}$ et $P_{N'}$:

$$Q_{VN'} = Q_{VN} \times \left(\frac{N'}{N}\right)$$

$$H_{tN'} = H_{tN} \times \left(\frac{N'}{N}\right)^2$$

$$P_{N'} = P_N \times \left(\frac{N'}{N}\right)^3$$

On peut ainsi reconstruire point par point les caractéristiques pour la vitesse de rotation N' en prenant des points différents des caractéristiques établies pour la vitesse N .

I.2.1.4.UTILISATION

Ce sont les pompes les plus utilisées dans le domaine industriel à cause de la large gamme d'utilisation qu'elles peuvent couvrir, de leur simplicité et de leur faible coût.

Néanmoins, il existe des applications pour lesquelles elles ne conviennent pas:

- utilisation de liquides visqueux: la pompe centrifuge nécessaire serait énorme par rapport aux débits possibles.
- utilisation de liquides "susceptibles" c'est-à-dire ne supportant pas la très forte agitation dans la pompe (liquides alimentaires tels que le vin, le lait et la bière).

Partie Théorique

- utilisation comme pompe doseuse: la nécessité de réaliser des dosages précis instantanés risque d'entraîner la pompe en dehors de ses caractéristiques optimales.

Ces types d'application nécessitent l'utilisation de pompes volumétriques.

Par contre contrairement à la plupart des pompes volumétriques, les pompes centrifuges admettent les suspensions chargées de solides.

I.2.1.5. REGLAGE DU DEBIT :

Trois moyens sont possibles:

- variation de la vitesse de rotation de la pompe par un dispositif électronique
- vanne de réglage située sur **la canalisation de refoulement** de la pompe pour éviter le risque de cavitation: suivant son degré d'ouverture, la perte de charge du réseau va augmenter ou diminuer ce qui va entraîner la variation du point de fonctionnement
- réglage en "canard" avec renvoi à l'aspiration d'une partie du débit

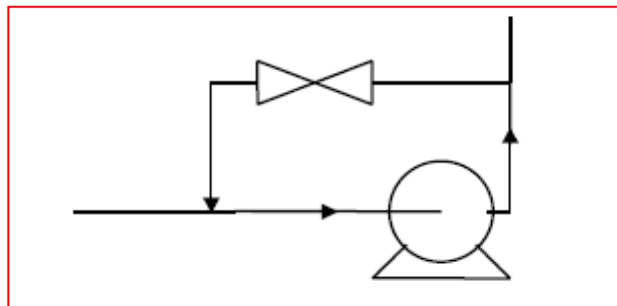


Figure N°2 : Schémas d'installation d'une Turbopompe

Le réglage du débit est important pour des besoins dus au procédé mais aussi pour se placer dans des plages de fonctionnement où le rendement est meilleur.

I.2.2. LES POMPES VOLUMÉTRIQUES

Les pompes volumétriques : l'écoulement résulte de la variation d'une capacité occupée par le liquide.

- Elles sont surtout destinées au pompage des fluides visqueux.

Partie Théorique

- Elles élèvent de faibles débits à des pressions élevées.

On distingue :

Les pompes rotatives,

Les pompes à rotor excentré, à rotor oscillant, à palettes, à engrenages,

Les pompes à piston (alternatives).

I.2.2.1.PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT ET GENERALITES :

Une pompe volumétrique se compose d'un corps de pompe parfaitement clos à l'intérieur duquel se déplace un élément mobile rigoureusement ajusté. Leur fonctionnement repose sur le principe suivant:

- exécution d'un mouvement cyclique
- pendant un cycle, un volume déterminé de liquide pénètre dans un compartiment avant d'être refoulé à la fin.

Ce mouvement permet le déplacement du liquide entre l'orifice d'aspiration et l'orifice de refoulement.

On distingue généralement:

- Les pompes volumétriques rotatives :

A/ Pompes a palettes libres.

B/ Pompes a engrenages extérieurs.

C/Pompes a rotor helicoidal excentre.

D/Pompes péristaltiques.

- Les Pompes Volumétriques Alternatives :

A/ Pompes à pistons.

B/ Pompes doseuses.

I.2.3 AUTRES POMPES :

Les élévateurs à hélice ou vis d'Archimède.

Le pompage par émulsion ou air lift.

I.2.3.1.VIS D'ARCHIMEDE

Pour une conduite ouverte : $P = \frac{Q \times H_{\text{géom}}}{75 \times \eta_g}$ (C V)

Pour une conduite fermée : $P = \frac{Q \times H_{\text{mano}}}{75 \times \eta_m}$ (C V)

I.2.3.2. POMPAGE PAR EMULSION OU AIR-LIFT

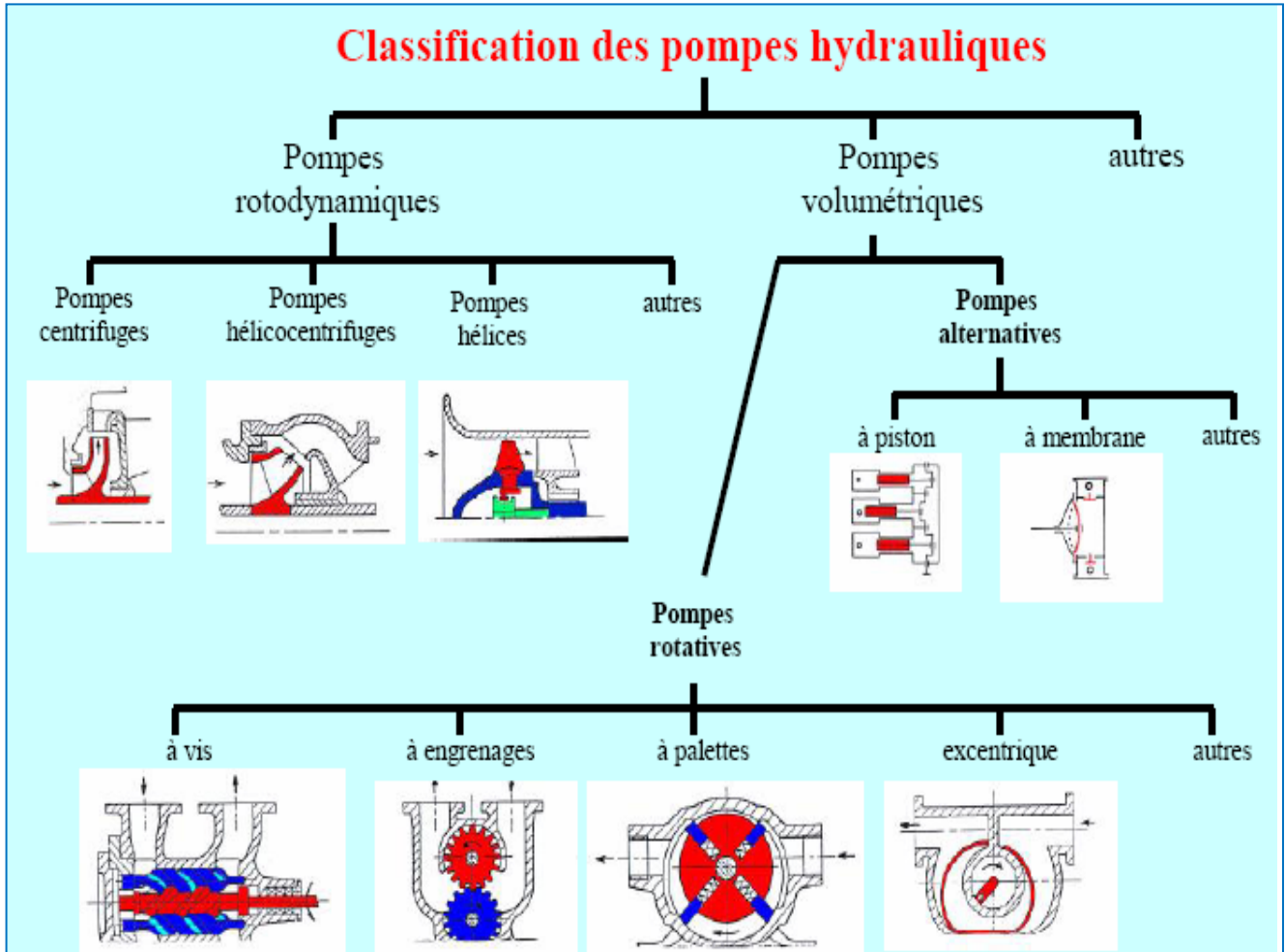


Figure N°3 :Classification des pompes hydraulique

I.3.2.HAUTEUR MAXIMALE D'ASPIRATION (POMPES CENTRIFUGES)

Théoriquement, l'on sait qu'en faisant le vide dans un tube, il est impossible de faire monter l'eau à une hauteur supérieure à la pression atmosphérique.

$$\begin{array}{ll} \text{Lorsque : } H = 0.0012 & [\text{msm}] \quad h = 10.33 \text{ m} \\ \text{Pour une altitude } A & h = 10.33 - 0.0012 A \text{ m} \end{array}$$

En réalité, cette hauteur est nettement moins élevée; perte de hauteur due aux pertes de charge et à la mise en vitesse du liquide.

Il faut d'autre part que la pression absolue à l'ouïe d'aspiration se maintienne largement au-dessus de la tension de vapeur du liquide pour éviter le désamorçage de la pompe et les problèmes **de cavitation** (formation dans le liquide de bulles de vapeur, lesquelles, entrant dans la turbine à un endroit de plus haute pression, s'entrechoquent violemment en créant de très hautes pressions spécifiques d'où risque de destruction de la pompe).

Les possibilités d'aspiration sont définies par le NPSH (**Net Positive Suction Head**)

NPSH disponible : est la valeur de la pression absolue mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration de la pompe.

NPSH requis : chaque constructeur possède pour chaque type de pompe et pour une vitesse de rotation déterminée, une courbe donnant la valeur du NPSH requis en fonction du débit de la pompe considérée.

NPSH disponible > NPSH requis de quelques décimètres

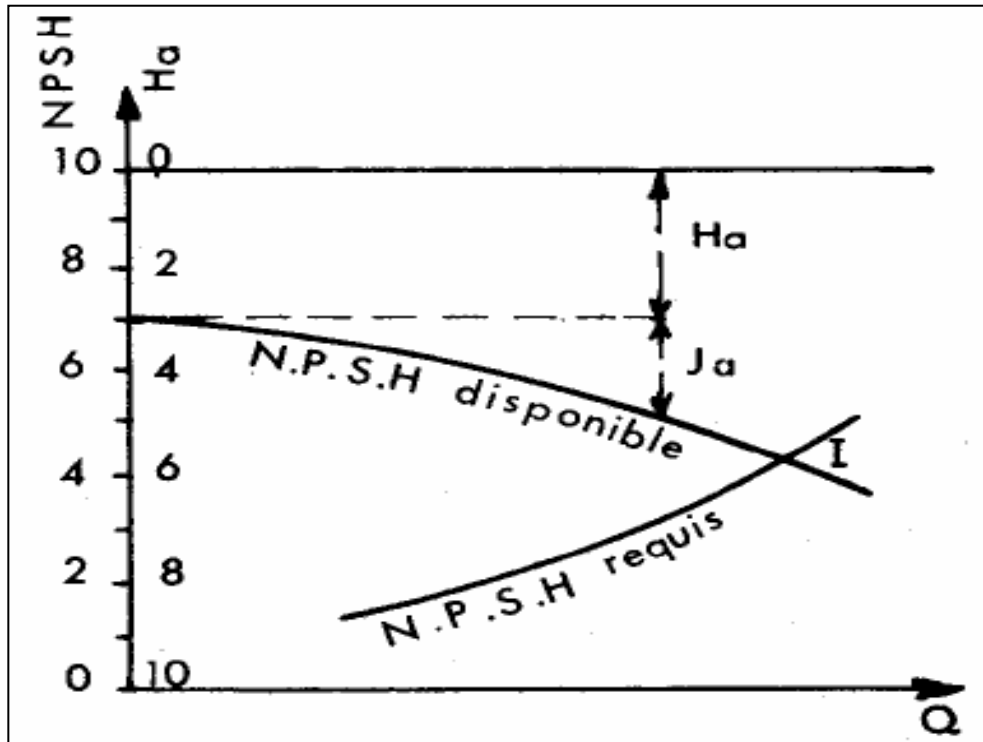
Le calcul du NPSH disponible, c'est-à-dire de la pression absolue $\frac{P_1}{\gamma}$ à l'entrée de la pompe se fera en utilisant la formule de Bernoulli appliquée entre la surface du plan d'eau à pomper (z_0, p_0) et l'entrée de la pompe (z_1, p_1).

$$z_0 + \frac{P_0}{\gamma} = \left(z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \right) + \underbrace{\frac{v_1^2}{2g}}_{\text{négligeable}} + J_a$$

$$\boxed{\text{NPSH disponible} = 10 - (\text{Ha} + \text{ja})}$$

Avec : H_a = hauteur géométrique d'aspiration

Pour les pompes centrifuges H_a doit être < 7 m



FigureN°4 :point de fonctionnement à l'aspiration.

I.3.3 VITESSE DE ROTATION - POMPES CENTRIFUGES

Si la vitesse de rotation d'une pompe centrifuge passe de n_1 à n_2 tours/min., le débit Q , la hauteur manométrique HMT et la puissance absorbée P varient dans les rapports suivants :

$$\boxed{Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot Q_1 \quad P_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \cdot P_1 \quad H_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \cdot H_1}$$

La vitesse d'un moteur électrique est donnée par la relation générale :

$$\boxed{n = \frac{f}{p} \cdot 60 \quad [\text{t/min}]}$$

Partie Théorique

avec : f = fréquence (50 Hertz) et p = nombre de paire de pôle.

Le tableau suivant donne, en %, la variation des débits, des hauteurs et de la puissance en fonction de la variation de n (aussi en %) :

n	0	5	10	15	20	25
Q	0	5	10	15	20	25
H	0	10	21	32	44	56
P	0	16	33	52	73	95

Tableau N°1 : Variation de Q , H, P en fonction de n

I.3.4 VITESSE SPECIFIQUE :

C'est la vitesse à laquelle tournerait une pompe étalon et calculée pour élever un débit de 1 m³/s à une hauteur de 1.0 m.

Elle intervient pour le choix d'un type de pompe. La vitesse spécifique n_s d'une pompe vaut :

$$n_s = n \cdot \left(\frac{Q^{1/2}}{H^{3/4}} \right)$$

n : vitesse de rotation en t/min

Q : débit m³/s

H : hauteur manométrique totale d'élévation en m

On désigne souvent n_s comme la vitesse de rotation de la pompe.

Quelques valeurs indicatives sont rassemblées dans le tableau ci-dessous :

Partie Théorique

Pompe à haute pression	$n_s < 90$
Pompe basse pression	$90 < n_s < 300$
Pompe à roue Francis	$300 < n_s < 400$
Pompe hélicoïdales	$400 < n_s < 600$
Pompe à hélices	$600 < n_s < 1300$

Tableau N° 2 : Vitesses de rotation de différentes pompes .

I.3.5. COURBES CARACTERISTIQUES D'UNE POMPE

Les courbes principales qui caractérisent une pompe (mis à part la NPSH) sont au nombre de trois.

Elles sont établies par le constructeur :

Courbe débit-hauteur,

Courbe de rendement,

Courbe de puissance

I.3.5.1. COURBE DEBIT-HAUTEUR $H=f(Q)$

Elle présente les variations de la hauteur manométrique totale d'élévation susceptible d'être fournie par la pompe en fonction du débit Q .

Ce sont sensiblement des paraboles

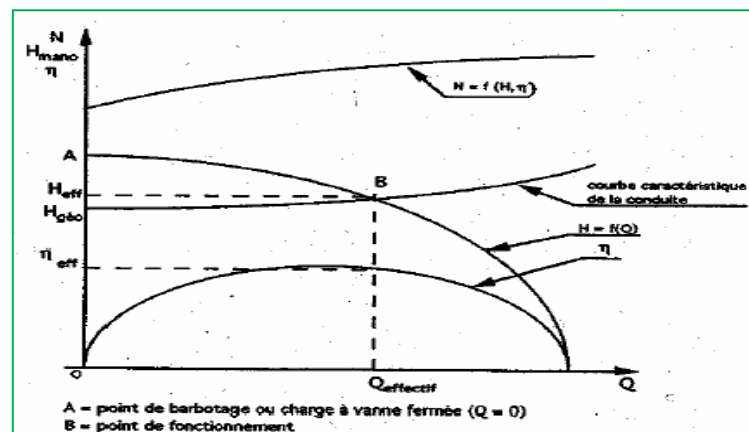


Figure N°5 : Courbe Débit – Hauteur ,Rendement et Puissance

I.3.5.2. COURBE DE RENDEMENT. RENDEMENT OPTIMUM $\eta(Q)$

Elle présente pour chaque type de pompe un maximum au voisinage duquel il faudra utiliser la pompe. Le rendement tient compte des pertes d'énergie dans les pompes : Pertes hydrauliques, volumétriques et mécaniques.

A titre d'exemple, voyons quelques valeurs de rendement considérés comme bons pour les pompes centrifuges :

<u>Caract.</u>	Basse pression H = 5 m		Haute pression H = 20 m			Grands débits		
Q (1/s)	3	25	2	25	100	150	1000	25000
η	0.56	0.78	0.53	0.81	0.84	0.86	0.90	0.91

Tableau N°3 : Valeurs de rendement pour différents débits et hauteurs d'élévation.

I.3.5.3. COURBE DE PUISSANCE. PUISSANCE ABSORBÉE PAR UNE POMPE $P(Q)$

Cette courbe, fonction du débit, est parabolique. Pour les pompes centrifuges, la concavité de la parabole est tournée vers le bas.

Elle diffère pour les pompes à hélices ou hélico-centrifuges.

La puissance est égale au travail effectué pendant l'unité de temps pour élever le débit correspondant à une hauteur égale à la hauteur manométrique totale d'élévation.

$$P = \frac{1}{\eta} \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H$$

avec : P [Wh] : puissance totale consommée

ρ [kg/m³] : masse volumique

Q [m³/s] : débit

H [mce] : hauteur manométrique

η : rendement total de l'installation avec); ; (: m t h f η_h, η_t, η_m

η_h , rendement hydraulique de la pompe

η_t , rendement de la transmission'

Partie Théorique

η_m : rendement du moteur

I.3.6. POINT DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE

Problème :

Pour le résoudre, il nous faut le débit et la hauteur manométrique engendrée par une pompe donnée, débitant dans un réseau ou une conduite.

La perte de charge totale d'une conduite, en fonction du débit du liquide, sera reportée sur un graphique. On obtient ainsi la courbe caractéristique de la conduite. La perte de charge est proportionnelle au carré du débit et la courbe est une parabole.

$$H_c = H_g + \Delta H$$

$$\Delta H = \frac{8 \times \lambda \times l \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5} = \frac{0.08271 \times \lambda \times l \times Q^2}{D^5}$$

On peut également représenter la hauteur géométrique d'élévation en fonction du débit, ce qui permet de déterminer d'une façon simple, pour chaque débit, la somme de H géom et J.

A la figure 11, ces courbes sont représentées, de même que la courbe caractéristique Q_H d'une pompe.

En S, la hauteur manométrique de la pompe sera égale à la somme de la hauteur géométrique totale et de la perte de charge totale dans les conduites.

Ce point d'intersection S est le point de fonctionnement de la pompe .

Remarques

Pour une nouvelle pompe il faut déterminer un nouveau point de fonctionnement.

Pour que S soit rationnellement déterminé, il doit se situer au droit du rendement maximal de la pompe.

I.4. CHOIX D'UN TYPE DE POMPE

I.4.1. EN FONCTION DES CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES

(Débit, Hauteur Manométrique d'élévation)

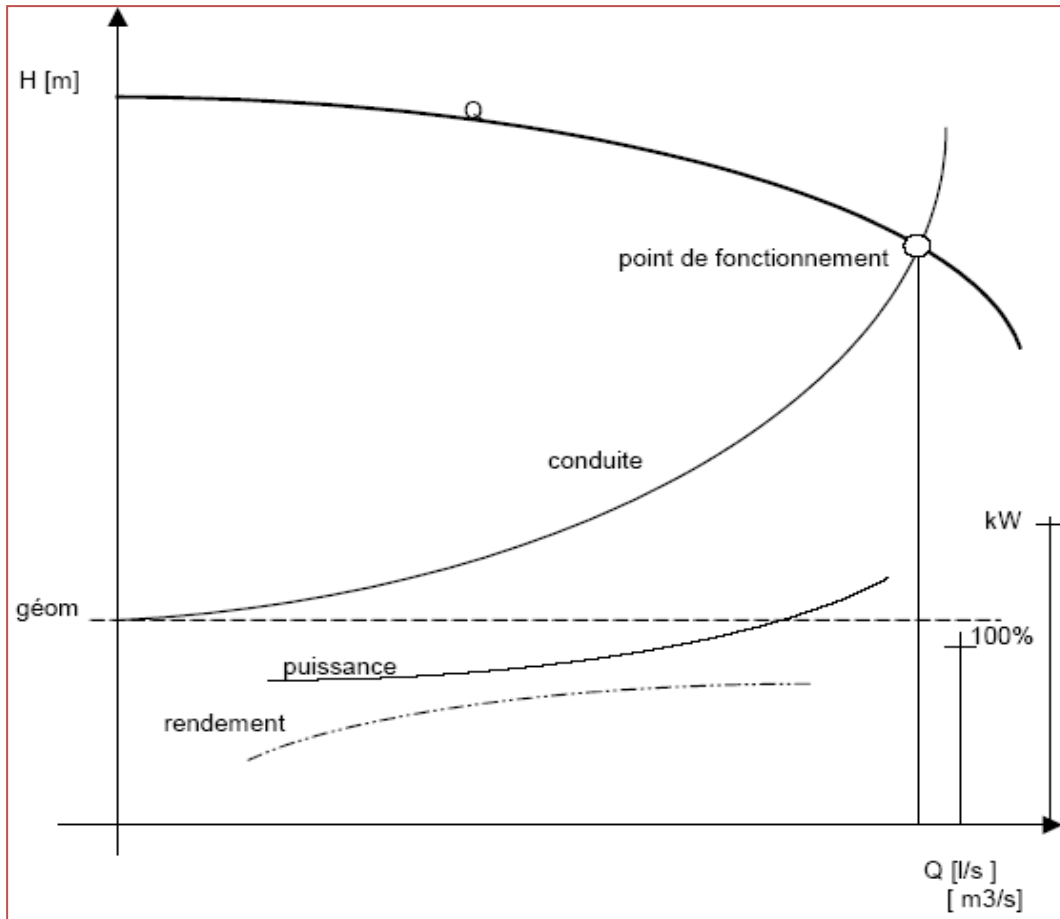


Figure N° 6 : Courbe caractérisation des Pompes.

I.4.2. EN FONCTION DES CONDITIONS PARTICULIERES D'UTILISATION

Pompe à piston et pompe centrifuge avec hydro-éjecteur

Usage : Pomper l'eau dans les puits profonds avec un faible débit.

- Exemple :
- Pompe à bras ou à pied au Sahel.
 - Pompe des jardins.

Pompes centrifuges monocellulaires et multicellulaires

La hauteur de refoulement d'une pompe varie avec sa vitesse de rotation.

Pour les pompes monocellulaires :

- 1450 T/min h élévation environ 60 m
- 2900 T/min h élévation environ 100 m

Partie Théorique

Pour obtenir des hauteurs d'élévation supérieures il faudra utiliser des pompes multicellulaires (= plusieurs pompes mono en série).

D'une manière générale :

- $H < 60$ m pompe monocellulaire $60 < H < 90$ m possibilité entre une pompe monocellulaire (moteur électrique) à vitesse élevée (2900 t/min) et une pompe multicellulaire à vitesse faible (1450 t/min) – étude économique nécessaire $H > 90$ m pompe multicellulaire.

Pompes à axe horizontal ou pompes à axe vertical

- Pompe horizontale pour $H < 6 - 7$ m ou alimentation en charge.
- Pompe à axe vertical pour les puits et les forages.

Pompes à ligne d'axe - groupe immergé

- Pompes à ligne d'axe : le moteur est installé au niveau du sol.
- Groupe immergé : directement dans le forage ou le puits.

Lorsque qu'une pompe multicellulaire n'est pas nécessaire, on choisira, d'une manière générale, les types de pompe suivants :

$H < 15$ m et $Q > 100$ l/s : pompes hélices ou hélico-centrifuges

$H > 15$ m et Q tous : pompe centrifuge

Remarque :

L'optimum économique en matière de durée journalière de pompage correspond au moins à 20 h.

Il est prudent de prévoir un groupe supplémentaire dans une station pour des raisons de sécurité.

Exemple :

- 1 ou 2 pompes électriques,
- 1 pompe à moteur diesel en cas de panne de courant.

I.4.3. RECHERCHE DU REGIME OPTIMAL

En pratique, il y a lieu de rechercher le type de pompe donnant le meilleur rendement économique, en faisant varier la vitesse de la pompe.

Cette vitesse est liée à celle du moteur électrique d'entraînement qui est de 3000, 1500, 1000 ou 750 tours/min.

Partie Théorique

*Les constructeurs réalisent toute une série de groupes plus ou moins voisins et ne donnent pour chacun d'eux que la portion du plan du diagramme (H, Q) où le rendement est acceptable.

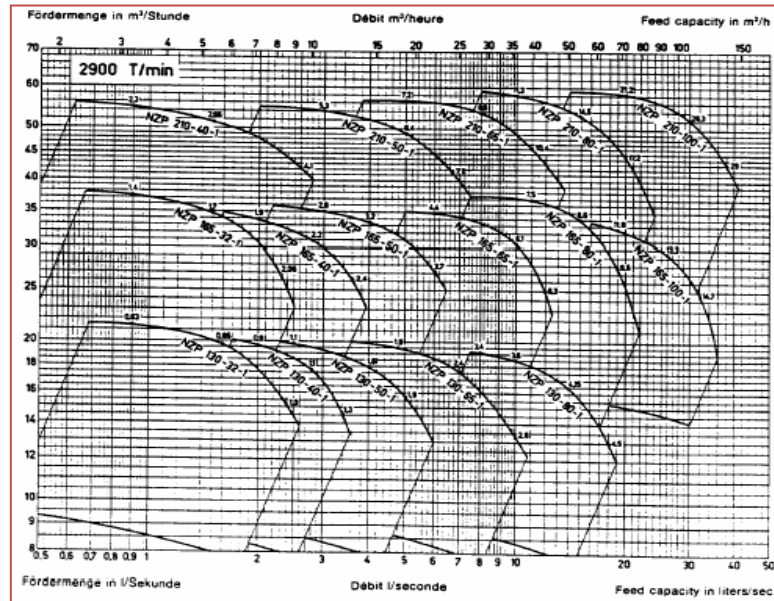


Figure N°7 : Courbe caractéristique de constructeur

I.5. COUPLAGE DE POMPES :

Il peut s'effectuer en série ou en parallèle.

I.5.1. COUPLAGE EN SERIE :

Cas des pompes centrifuges multicellulaires.

Le refoulement de la première pompe débouche dans l'aspiration de la seconde. Le même débit traverse les deux pompes et les hauteurs d'élévation produites par chaque groupe s'ajoutent.

Rendement global:
$$\eta_g = \frac{\sum H_i}{\sum_{i=1}^n \frac{H_i}{\eta_i}}$$

Remarque :

Partie Théorique

Dans tous les cas, la hauteur résultant du couplage est inférieure à la somme des hauteurs créées pour chaque pompe fonctionnant seule sur la même canalisation.

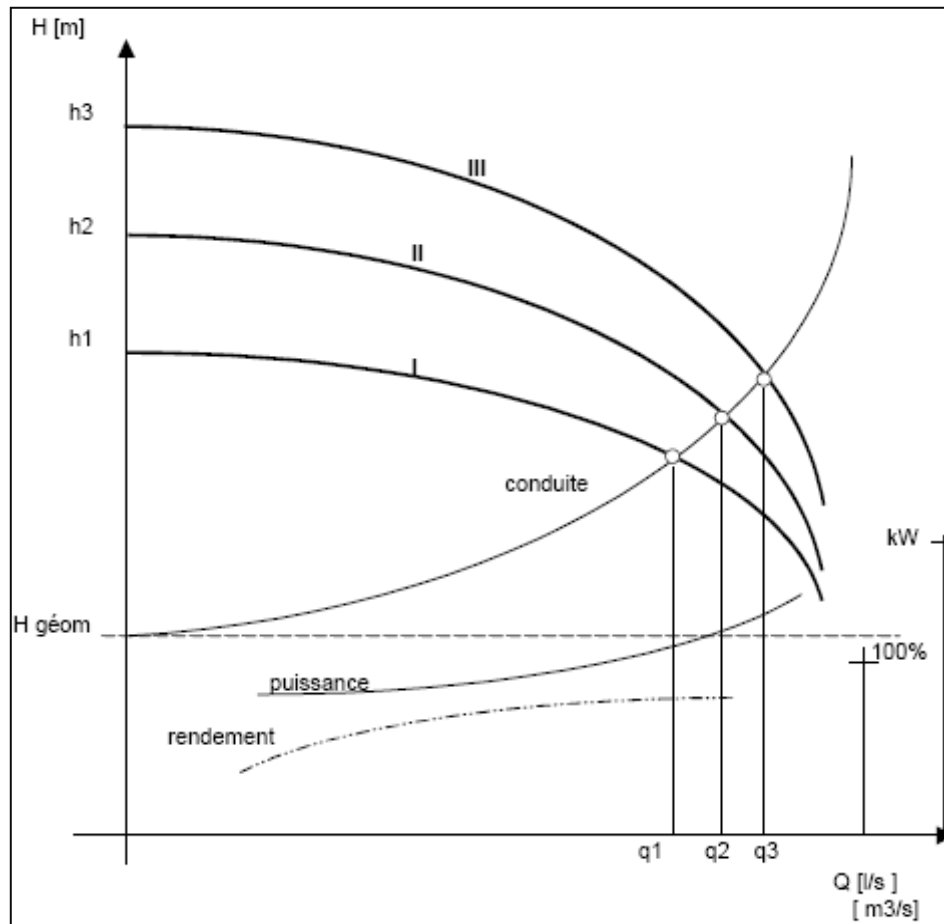


Figure N°8: pompes en série.

I.5.2. COUPLAGE EN PARALLELE :

Chaque conduite de refoulement aboutit à un collecteur général commun.

-Le débit de collecteur commun sera composé de la somme des débits de chaque pompe.

-La caractéristique de l'ensemble des groupes sera obtenue en sommant pour une même ordonnée H les débits abscisses de chaque groupe.

Remarque : la somme des débits partiels $< Q_{tot}$.

Partie Théorique

Théorique rendement global $\eta_g = \frac{\sum Q_i}{\sum_{i=1} \frac{Q_i}{\eta_i}}$

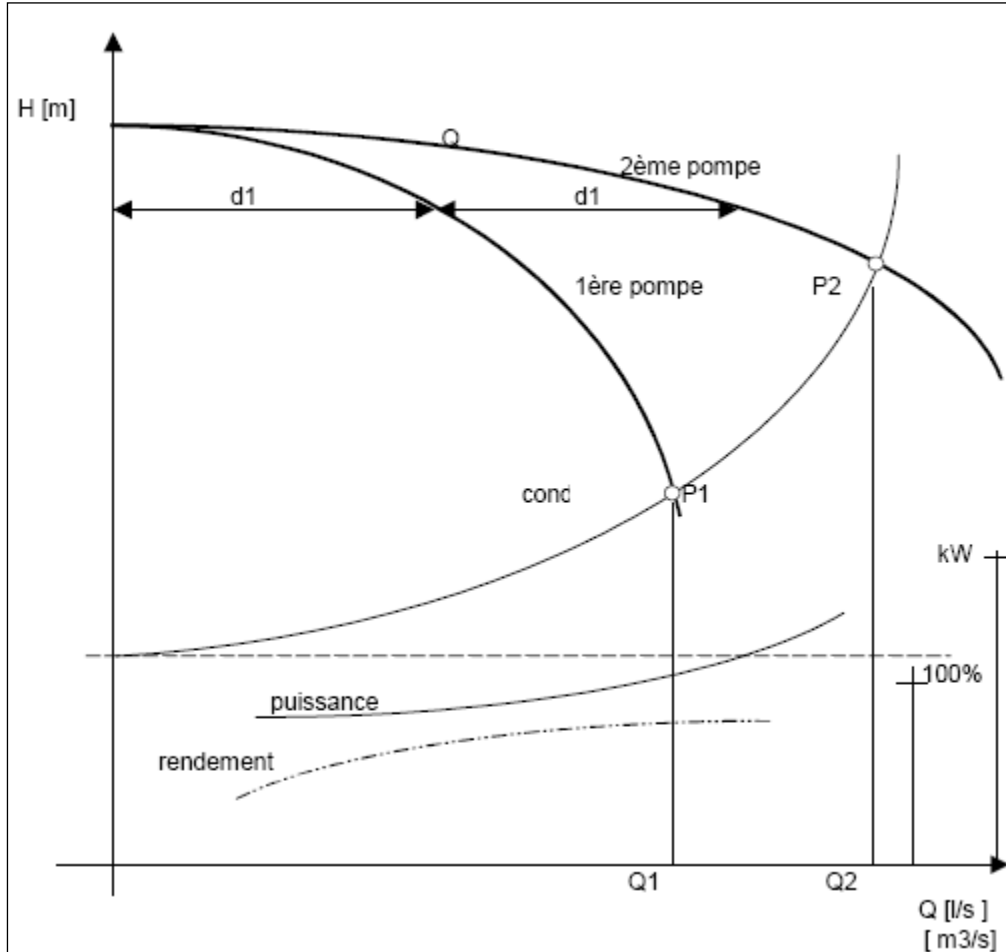


Figure N°9 : pompes en parallèle.

La courbe I est la courbe QH commune à chaque pompe. La courbe 2 est obtenue endoublant à chaque fois pour une même hauteur, les abscisses de la première courbe.

III-PARTIE EXPRIMENTAL :

III.1 - Introduction :

-Nous avons procédé aux expérimental au laboratoire de l'hydraulique de l'université de Ghardaïa sur les différents type de pompage en l'occurrence pompe seul , pompe en série , et pompe en parrèle.

III-2 MATRIELS ET METHODES :

III-2-1 MATRIELS UTILISES :

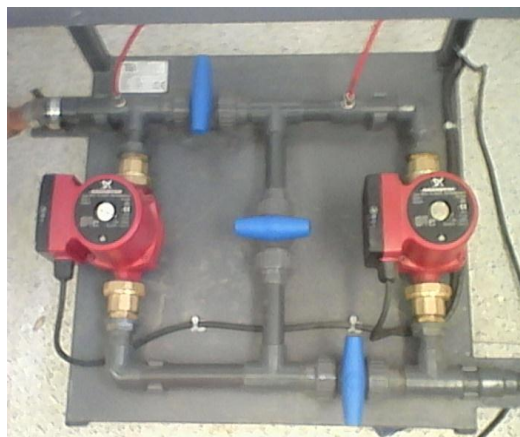
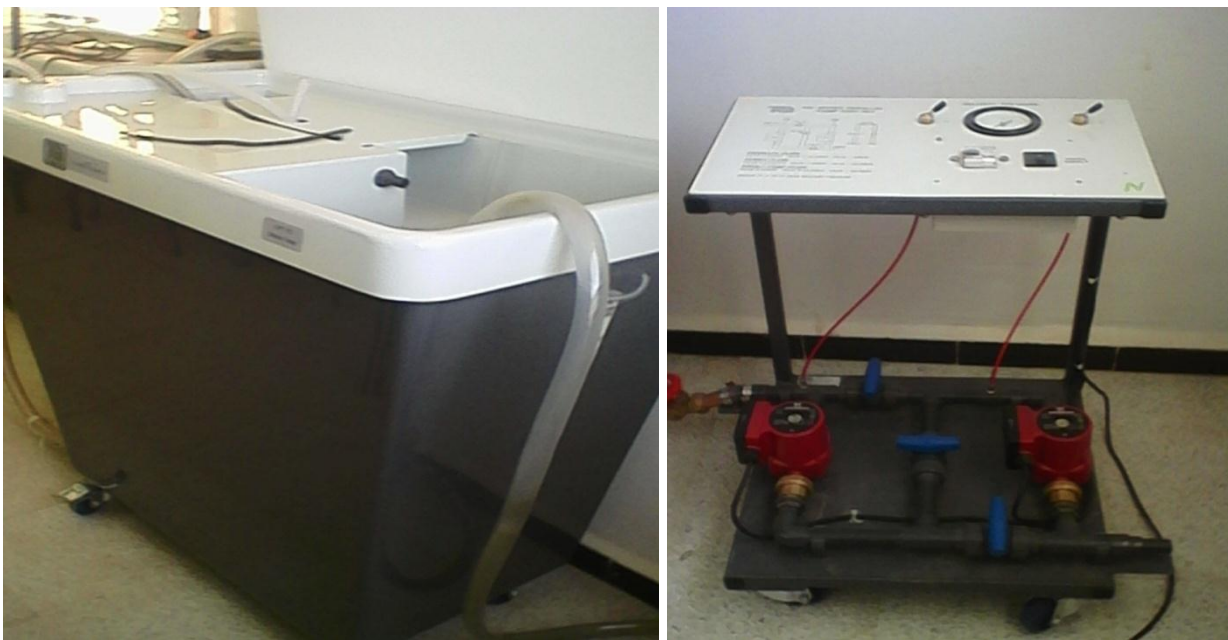


Figure N° 1 :Boone d'essai et le Bac de muser.(pompes) .

Partie expérimental

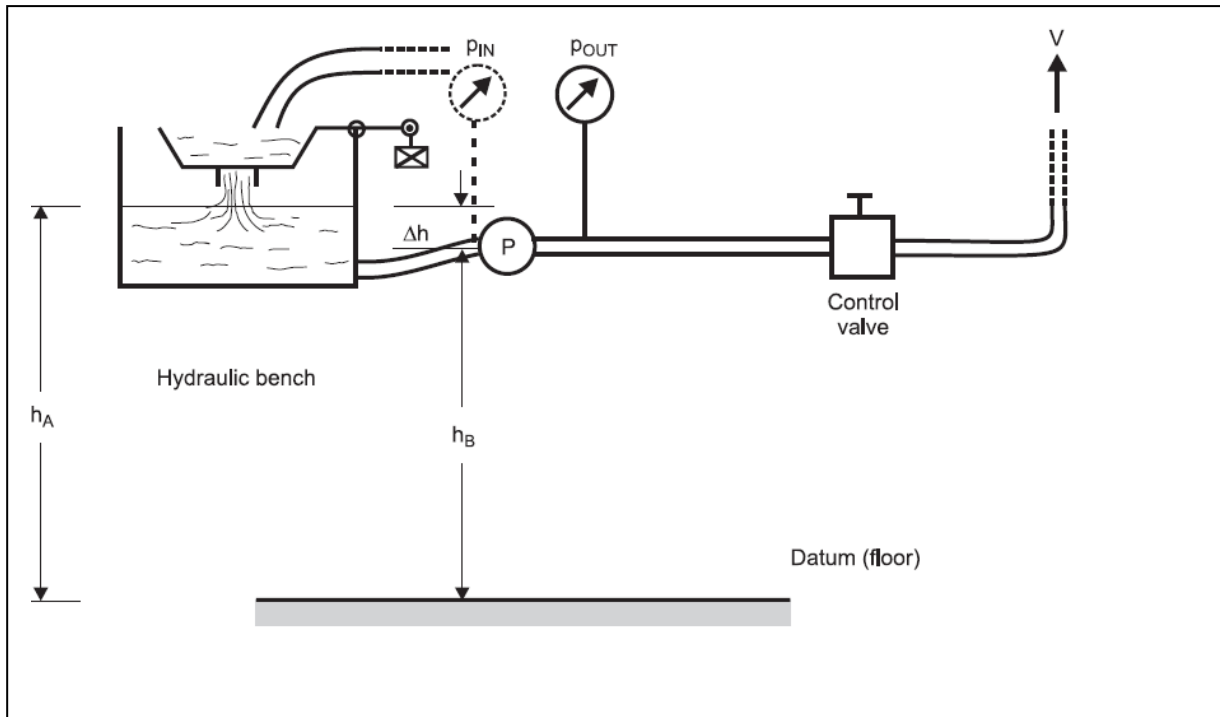
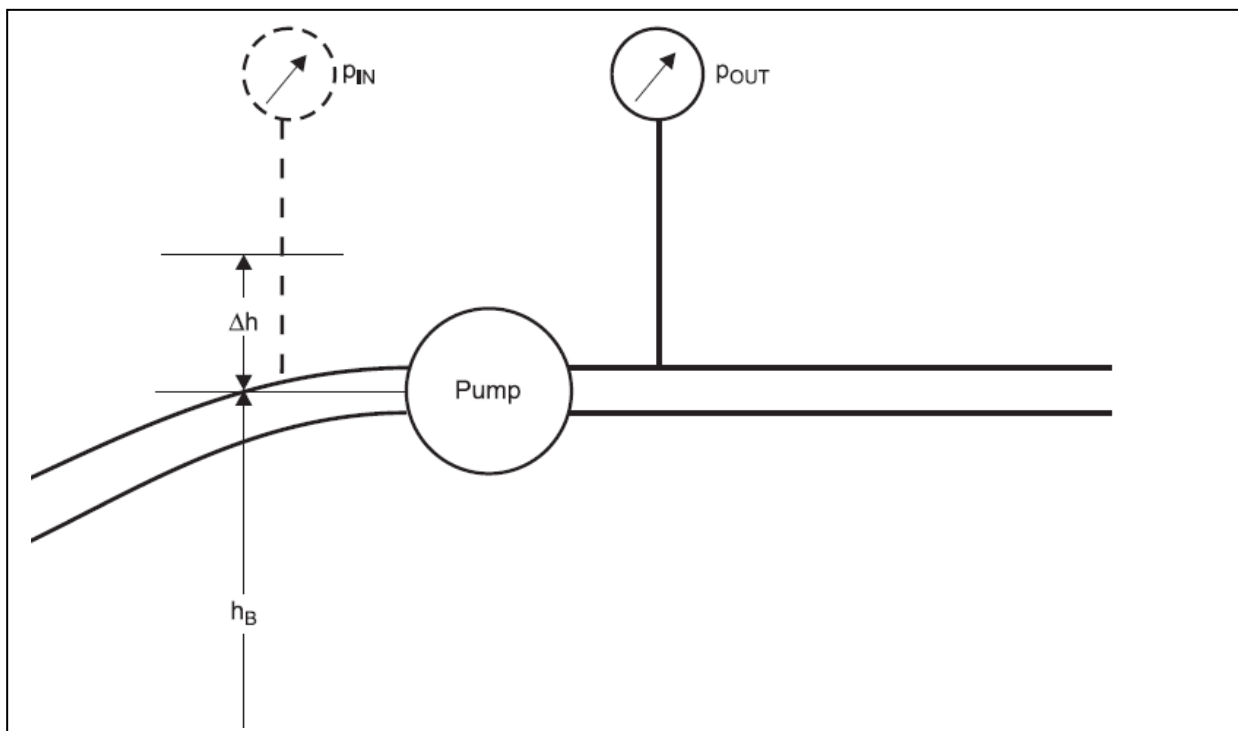


Figure N° 2 schématique d'un appareil



Partie expérimental

Figure N° 3 détail de la pompe.

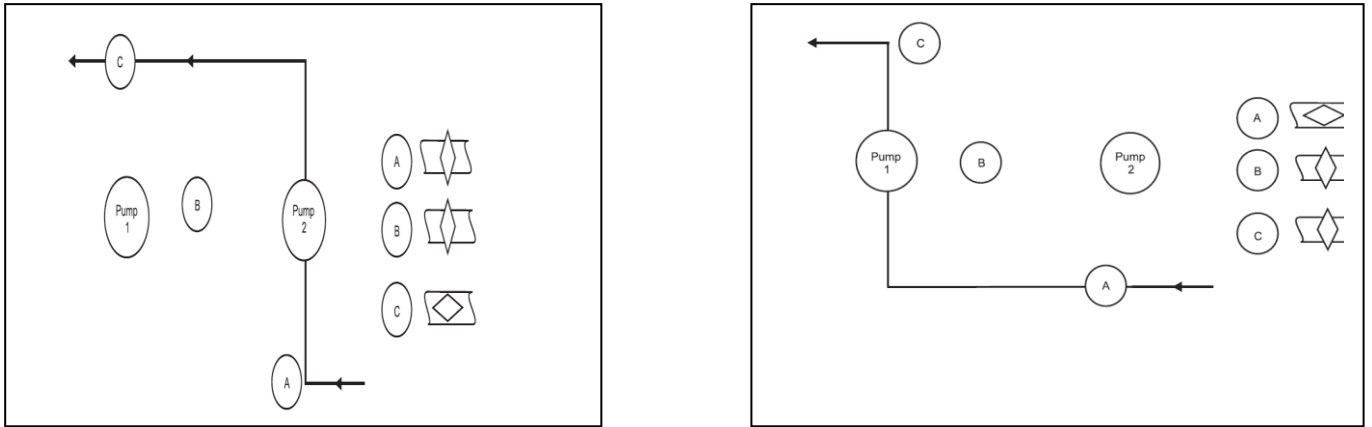
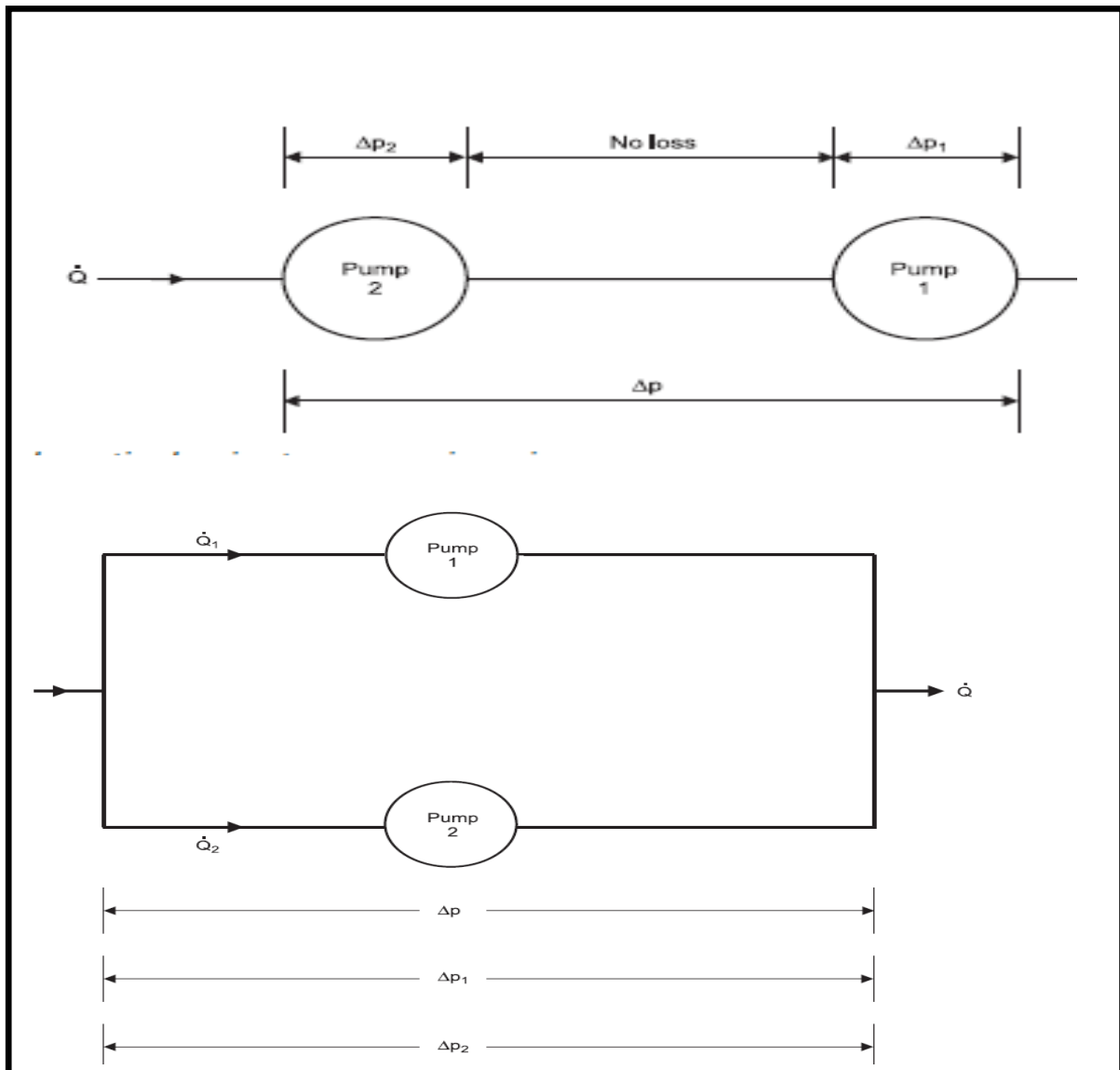


Figure N° 4 Réglage des vannes à trois de contrôle - un seule pompe – deux pompes.



Partie expérimental

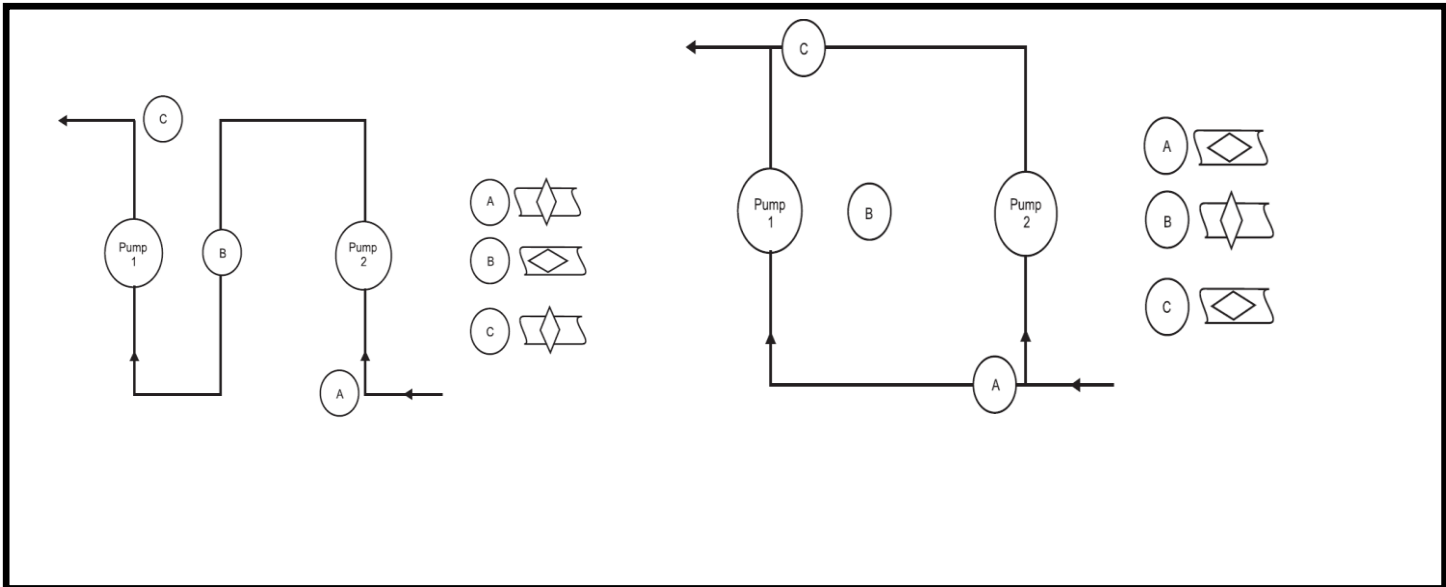


Figure N° 6 : Réglage des trois valves de contrôle - pompes en série et en parallèle.



Figure N°7 : pour mesurer le débit.

Fonctionnement :

-Pour installer le H32:

- 1) Videz le H1 ou H1D hydraulique Banc.
- 2) Retirez la paillasse hydraulique.
- 3) Desserrez le clip qui fixe le tuyau de sortie de puisard. Nourrir le tuyau à travers le moulage en fibre de verre.
- 4) Positionnez la série H32 et parallèle Test Pompe Situé à proximité de la magistrature Hydraulique.

Partie expérimental

- 5) Raccordez l'entrée H32 à la H1 ou la sortie de puisard H1d (pile) de tuyau via l'une des vannes. Assurez-vous que le tuyau ne pas plier, en limitant le débit d'eau.
 - 6) Connectez l'autre vanne à la sortie de l'unité H32.
 - 7) Brancher un tuyau de retour de la vanne et insérer l'extrémité libre par le haut du Banc hydraulique dans le Réservoir mesure. Assurez-vous que le tuyau est assez long ne pas plier lors de l'utilisation.
 - 8) Notez que si le tuyau est plié lors de l'utilisation il influe sur le taux d'écoulement d'eau et la cohérence des résultats. Si nécessaire, soutenir la conduite ou à l'utilisation tube renforcé.
 - 9) Vérifiez tous les clips sont en place et serré.
 - 10) Vérifier l'alimentation électrique nécessaire pour le H32 de la plaque près de la sortie de plomb. Se connecter à un appropriée approvisionnement. Cela doit être mis à la terre.
- Remplissez le Banc hydraulique avec de l'eau propre à son niveau de remplissage. Parfois, l'air peut être piégé à l'intérieur une ou l'autre des pompes H32, qui sera alors de ne pas fonctionner correctement. Saigner les pompes pour éliminer l'air emprisonné en utilisant les bouchons de purge sur le dessus de la pompe.
- 11) Vérifiez que chaque moteur de la pompe tourne librement en insérant un petit tournevis dans l'extrémité de l'arbre, pousser doucement et tourner.
 - 12) Mettre en place l'une des configurations de tuyauterie au moyen vannes A, B et C.
 - 13) Allumer l'appareil et vérifier que le système fonctionne correctement, sans fuites.
- Pour se assurer qu'il n'y a pas l'air emprisonné dans les conduites et les vannes, inclinez l'ensemble Appareil de pompe de sorte que le tuyau de sortie est plus élevée que l'orifice d'entrée. Exécutez l'unité, les robinets à écoulement parallèle, et de fonctionner à la vitesse maximale pendant quelques minutes. Tout l'air emprisonné sera bientôt dispersé.
- 14) Éteignez et se préparer à une expérience.

-Les expériences suivantes peuvent être effectuées en utilisant le H32 Séries TQ et parallèle Pompe Test Set.

III-2-2METHODE UTLISEE :

Méthode opératoire:

1. Performance de la pompe 1 à une vitesse fixe.
2. Performance de la pompe 2 à la même vitesse fixe.
3. Performance d'une seule pompe, gamme de trois vitesses.
4. Performance de deux pompes en série, vitesse fixe.

Partie expérimental

5. Performance de deux pompes en série, des vitesses différentes.
6. Performance de deux pompes en parallèle, vitesse fixe.
7. Performance de deux pompes en parallèle, des vitesses différentes.
8. Notez que les vitesses de chaque pompe lors du fonctionnement en soit série ou en parallèle sont normalement les mêmes (par exemple à la fois 275rpm). Cependant, il ne ya aucune raison pourquoi les pompes ne doivent pas être exécutés à des vitesses différentes individuels.

Procédure :

- a) Définir les vannes pour un test de pompe particulière (voir les figures 12 à 15 si nécessaire).
- b) Réglez la vitesse de la pompe requise (s).
- c) Mettre l'appareil en appuyant sur le bouton vert sur la console.
- d) Mettre en place le débit de refoulement par réglage de la vanne d'arrêt sur le côté de sortie de la pompe. Il est commode de commencer par une vanne entièrement ouverte. Mesurer le débit en utilisant le banc hydraulique (voir l'hydraulique pertinente manuel de banc pour les détails de la mesure de débit).
- e) Lire la pression de refoulement de chaque pompe soit en passant à P1 ou P2.
Assurer que le robinet est éteint après chaque mesure.
- f) Entrez les résultats dans le tableau.
- g) Répéter pour plusieurs débits différents jusqu'à ce que la soupape de commande est complètement fermée.
- h) mesurer la différence de hauteur entre la surface de l'eau dans le réservoir et l'entrée de la pompe. Calculer l'entrée pression.
- e) Calcul de la montée de pression à travers la pompe* .
- j) Tracer la courbe de montée en pression contre débit ou (débit) 2.

Partie expérimental

k) Si nécessaire, calculer et tracer l'efficacité globale du système de pompe.

3.3.3-Résultats et discussions :

Après avoir fait la précédente expérimentale Belamilit mentionné, nous obtenons les résultats résumés dans les tableaux suivants :

(1)-En parelle :

La vitesse	Le temps	Le debit ₁ l/s	Le debit ₁ l/s	Pompe ₁	La pompe ₂	Δh
V _{p1} =V _{p2} =3	10	1	0.66	0.34	0.34	0.29
	20	0.5	0.54	0.22	0.04	0.13
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =2 V _{p2} =3	10	1	0.66	0.33	0.27	0.3
	20	0.5	0.54	0.21	0.8	0.14
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =1 V _{p2} =3	10	1	0.66	0.3	0.3	0.3
	20	0.5	0.54	0.2	0.14	0.15
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =2 V _{p2} =2	10	1	0.66	0.32	0.27	0.3
	20	0.5	0.54	0.23	0.09	0.15
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =1 V _{p2} =2	10	1	0.66	0.3	0.29	0.29
	20	0.5	0.54	0.1	0.11	0.15
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =1 V _{p2} =1	10	1	0.66	0.28	0.25	0.26
	20	0.5	0.54	0.19	0.1	0.13
	40	0.25	0.34	0.09	0	0
V _{p1} =2 V _{p2} =1	10	1	0.66	0.3	0.23	0.24
	20	0.5	0.54	0.2	0.05	0.11
	40	0.25	0.34	0.09	0	0

Tableau N°1 :Les résultats de vitesse en parelle.

Partie expérimental

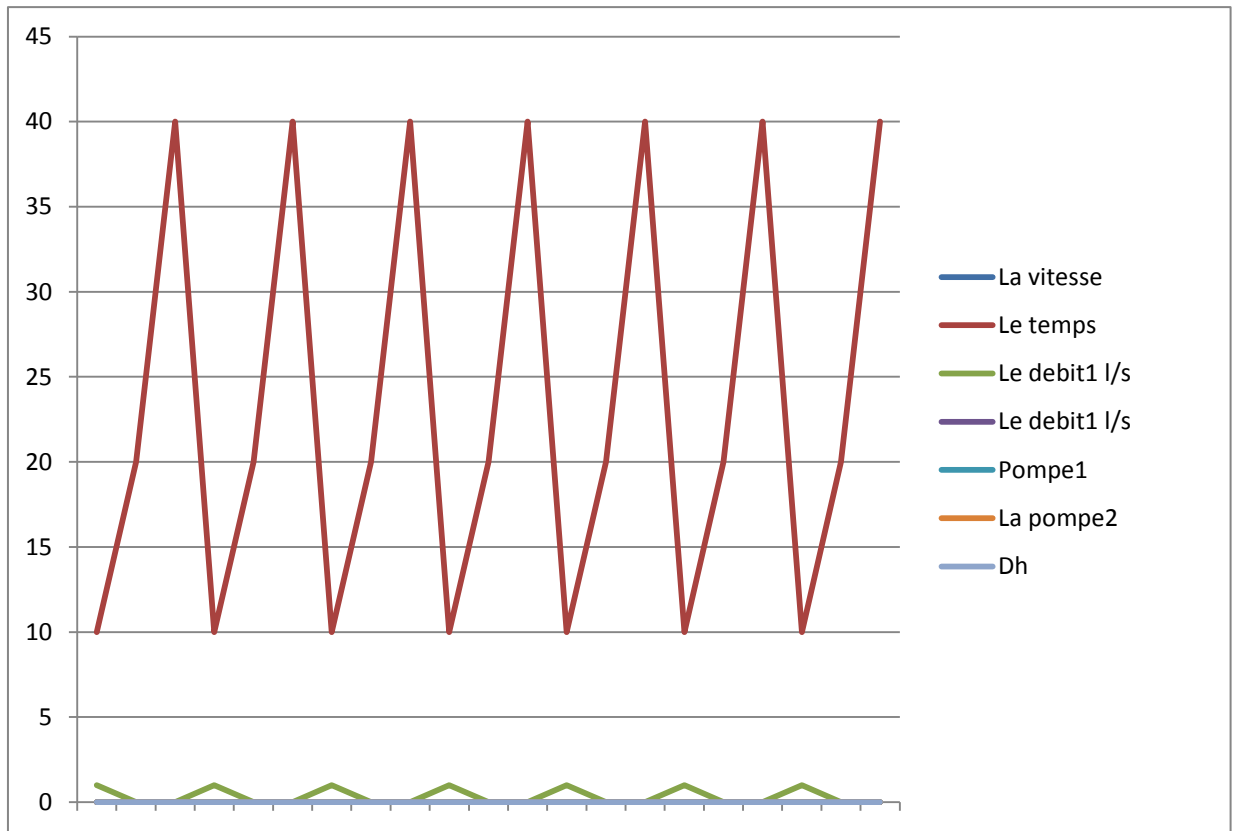


Figure N°8 :La courbe de résultats de tableaux en parelle.

Partie expérimental

(2)-En série :

La vitesse	Le temps	Le debit ₁ /s	Le debit ₁ /s	Pompe ₁	La pompe ₂	Δh
V _{p1} =V _{p2} =3	10	1	0.66	0.4	0.41	0.4
	20	0.5	0.54	0.22	0.25	0.24
	40	0.25	0.34	0.06	0.06	0.08
V _{p1} =2 V _{p2} =3	10	1	0.66	0.38	0.4	0.39
	20	0.5	0.54	0.22	0.24	0.23
	40	0.25	0.34	0.08	0.08	0.08
V _{p1} =1 V _{p2} =3	10	1	0.66	0.35	0.38	0.37
	20	0.5	0.54	0.2	0.22	0.2
	40	0.25	0.34	0.05	0.05	0.05
V _{p1} =2 V _{p2} =2	10	1	0.66	0.38	0.41	0.4
	20	0.5	0.54	0.22	0.2	0.23
	40	0.25	0.34	0.05	0.08	0.06
V _{p1} =1 V _{p2} =2	10	1	0.66	0.38	0.39	0.38
	20	0.5	0.54	0.21	0.21	0.21
	40	0.25	0.34	0.06	0.08	0.05
V _{p1} =1 V _{p2} =1	10	1	0.66	0.34	0.35	0.35
	20	0.5	0.54	0.2	0.21	0.2
	40	0.25	0.34	0.06	0.06	0.06
V _{p1} =2 V _{p2} =1	10	1	0.66	0.22	0.38	0.38
	20	0.5	0.54	0.21	0.22	0.21
	40	0.25	0.34	0.08	0.08	0.08

Tableau N°2 :Les résultats de vitesse en série.

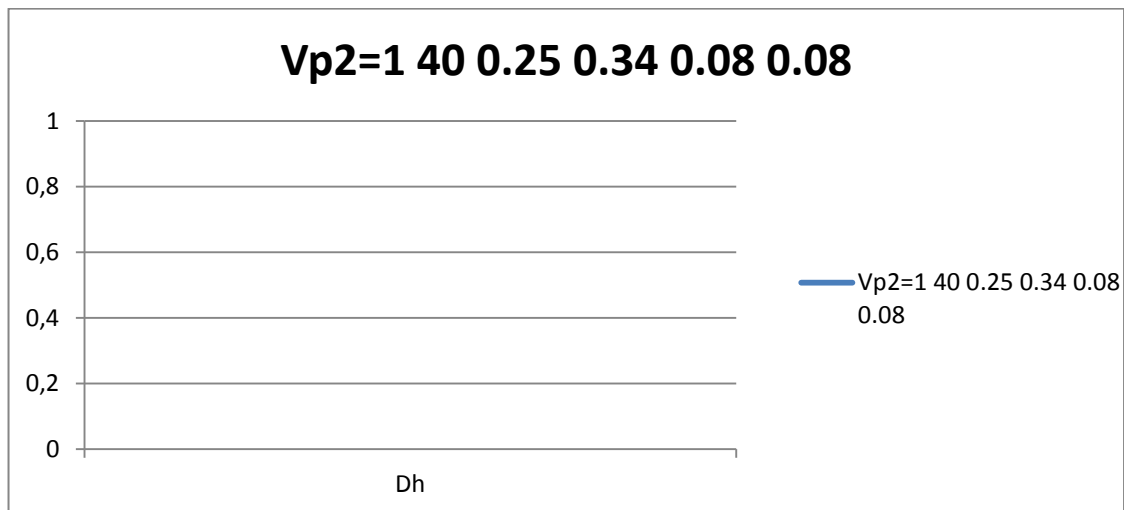


Figure N°9 :La courbe de résultats de tableaux en Série.

Conclusion

Conclusion :

Ce travail expérimental a pour but d'évaluer les caractéristiques de fonctionnement d'un banc composé de deux pompes . Il est possible d'étudier tout d'abord une pompe seule, puis les deux pompes fonctionnant en parallèle ou en série.

A travers ce travail on constate que pour augmenter le débit, on procède un couplage en parallèle, et pour augmenter la charge on procède un couplage en série.