

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Développement d'un logiciel adapté pour choix des pompes de  
POVAL Berrouaghia (w. Medea).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 7-0010-12

APA Citation ( APA توثيق ):

Djafer khodja, Hakim (2012). Développement d'un logiciel adapté pour choix des  
pompes de POVAL Berrouaghia (w. Medea)[Thèse de magister, ENSH].

The digital repository of the Higher National School for Hydraulics "Digital Repository of ENSH" is a platform for valuing the scientific production of the school's teachers and researchers.

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...) and broadcasting it online.

Digital Repository of ENSH is built on the open DSpace software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics. <http://dspace.ensh.dz/jspui/>

المستودع الرقمي للمدرسة الوطنية العليا للري هو منصة خاصة بتقييم الإنتاج العلمي لأساتذة و باحثي المدرسة.

يهدف المستودع الرقمي للمدرسة إلى حصر الإنتاج العلمي سواء كان منشورا أو غير منشور (أطروحات، مطبوعات بيداغوجية، مقالات الموريات، كتب....) و بنه على الخط.

المستودع الرقمي للمدرسة مبني على المنصة المفتوحة DSpace و يتم إدارته من طرف مديرية المكتبة للمدرسة العليا للري.

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



ENSC-(n° )

**MEMOIRE DE MAGISTERE  
DE L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE**

Présenté par

**DJAFER KHODJA Hakim**

pour obtenir le grade de

**MAGISTERE DE L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE**

Spécialité :  
**Génie de l'eau**

Sujet du mémoire :  
**Développement d'un logiciel adapté pour choix des pompes de  
POVAL Berrouaghia**

Mémoire présenté et soutenu à Blida le 08/11/ 2012 devant le jury composé de :

M<sup>me</sup> B.TOUIBIA  
Mr O.KHODJET KESBA  
Mr B.SALAH  
Mr M.K. MIHOUBI  
Mr T.KHETTAL  
Mr M.GUELLOUMA  
Mr K.BENCHOUCHA

Professeur  
Maitre de conférences  
Professeur  
Maitre de conférences  
Maitre de conférences  
Directeur de POVAL  
Ingénieur en mécanique

Président  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Invité  
Invité

Année Universitaire 2011/2012

## Remerciement

Avant tout, je remercie mon DIEU qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et de patience pour achever mes études.

Au terme de ce travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à :

Mr. KHODJET KESBA. Omar de m'avoir encadré. Je Lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans l'élaboration de cette thèse.

J'adresse également mes sincères remerciements à :

Aux membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'apprécier et de juger ce travail.

Aussi je tiens à remercier Mr. GUELLOUMA. Mohammed le Directeur de l'entreprise POVAL et Mr. BENCHOUCHA Kheir-eddine pour leur collaboration afin de terminer ce travail.

Enfin tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

DJAFER KHODJA.H

## **Dédicaces**

A tous ceux qui me sont chers.

DJAFER KHODJA.H

## ملخص:

العمل الذي قمنا به في هذه الأطروحة هو لتطوير البرمجيات لاختيار مضخات الجزائرية بأخذ بعين الاعتبار لتحقيق الأداء الأمثل عملها نطاقات (التدفق - ارتفاع الإجمالي - والأداء). وتحديد

لغرض توفير الوقت وتسهيل العمل، مخازن البيانات، وتحسين المعلومات والكثير من المزايا الأخرى (اختيار نوع مضخة، والتركييب، وحساب الخسائر، وأثر التشغيل، و ذلك بأفضل مجال للتشغيل.....).

**كلمات البحث :** مضخة - تدفق - ارتفاع - أداء

### Résumé :

Le travail que nous avons fait dans ce mémoire consiste à développer un logiciel pour choix des pompes Algériennes (POVAL) en fonction des caractéristiques hydraulique (le débit, la hauteur  $H_{MT}$ , et le rendement). Et détermine leurs plages de bon fonctionnement pour un rendement optimal.

Pour l'objet d'économie de temps, facilite le travaille, conserve des données, amélioration de l'information et pas mal d'autres avantages (choix de type de pompe, installation, calcul des pertes de charge, point de fonctionnement, meilleure plage de bon fonctionnement.....)

**Mots-clés :** la pompe - le débit - HMT - rendement.

### Abstract:

The work we have done in this paper is to develop a software for selecting pumps Algerian (POVAL) based on hydraulic characteristics (flow, level HMT, and performance). Beaches and determine their fitness for performance optimal.

For the purpose of saving time, facilitates the work, stores data, better information and a lot of other benefits (choice of pump type, installation, calculation of losses, operating point, the better range of operation .....)

**Keywords:** pump - the flow - HMT - performance.

# SOMMAIRE

## INTRODUCTION GENERALE

### Chapitre I- Historique des pompes et classification

1.	Introduction	1
2.	Classification des pompes	2
2.1.	Selon le mode de déplacement du fluide	2
2.1.1.	Les pompes en aspiration	2
2.1.2.	Les pompes en charge	3
2.1.3.	Les pompes en siphon	3
2.2.	Selon le mode d'utilisation	3
2.2.1.	Les pompes de surface	3
2.2.2.	Les pompes immergées	3
2.3.	Selon le mode de fonctionnement	4
2.3.1	Les turbopompes (pompes centrifuges)	4
A-	Différents types des turbopompes	4
B-	Principe de fonctionnement	5
C-	Caractéristiques	5
D-	Utilisation	5
2.3.2	Les pompes volumétriques	5
	Principe de fonctionnement des pompes volumétrique	6
A-	Pompes volumétriques rotatives	6
B-	Pompes volumétriques	6
3.	Conclusion	8

### Chapitre II : Théorie des pompes centrifuges

1.	Introduction	9
2.	Généralités sur les pompes centrifuges	9
2.1.	Définition et constitution d'une pompe centrifuge	9
2.2.	Fonctionnement de la pompe	10
2.3.	Différentes types de pompes centrifuges	11

3.	Caractéristiques et calcul des pompes	12
3.1.	Dimension des pompes	13
3.2.	Hauteur théorique d'élévation	13
3.3.	Hauteur géométrique d'aspiration	15
3.4.	Débit théorique	16
3.5.	Puissance	17
3.6.	Rendement	18
3.7.	Vitesse spécifique	18
3.8.	Similitude des pompes centrifuges	19
4.	Conclusion	21

### **Chapitre III : Installations des pompes centrifuge**

1.	Introduction	22
2.	Installation des pompes centrifuges	22
2.1.	Hauteur limite d'aspiration (calage de la pompe)	22
A-	Installation en aspiration	22
B-	Installation en charge	23
3.	Les équipements en amont et en aval des pompes	23
3.1.	Equipements en amont (aspiration)	23
A-	Aspiration en bêche	23
B-	Aspiration sur conduite	24
C-	Organes communs aux deux cas d'aspiration	24
3.2.	Equipements en aval (refoulement).	25
4.	Courbes caractéristiques ( $H_c - Q$ )	26
5.	Formules générales pour déterminer les pertes de charge	29
5.1.	Pertes de charge linéaire	29
A-	Formule de Colebrook	30
B-	Formule de HAZEN-WILLIAMS	32
5.2.	perdes de charge locale	33
A-	Coude	34
B-	Cône	34
C-	Changement brusque de diamètre	35

D-	vanne	35
E-	Clapet	36
F-	Branchement	36
G-	Crépine	37
6.	Conclusion	38

#### **Chapitre IV : Analyse et spécification des besoins**

1.	Introduction	39
2.	Présentation de l'entreprise POVAL	39
2.1.	Présentation de POVAL	39
2.2.	Produit de POVAL	40
A-	Pompes Monocellulaire	40
B-	Pompes Multicellulaires	40
C-	Pompes Multicellulaires Immergées	40
D-	Pompes Auto-amorçant	41
E-	Pompes Submersibles	41
3.	Les équations des caractéristiques de différentes pompes	41
A-	Pompes Monocellulaire	41
B-	Pompes Multicellulaires	42
C-	Pompes Multicellulaires Immergées	43
D-	Pompes Auto-amorçant	45
E-	Pompes Submersibles	45
4.	Choix des pompes hydraulique	46
4.1.	Choix directe	46
4.2.	Choix hydraulique (indirecte)	46
5.	Conclusion	49

#### **Chapitre IV : Analyse et spécification des besoins**

1.	Introduction	50
2.	Contexte et motivation du projet	50
2.1.	Contexte	50
2.2.	Approche de solution	50
3.	Méthodes et outils pour l'application	51

3.1.	Avantages de l'approche orientée objet	51
3.2.	Visual Studio (Vb.Net)	51
3.3.	Choix des outils de conception	55
3.4.	Choix du SGBD	56
3.5.	Fonctionnement inter logiciel	60
4.	Quelque code sources de logiciel	60
4.1.	Pour la lecture de base des données	60
4.2.	Pour choix de pompe avec le rendement nominal	61
4.3.	Pour quelque perte de charge	62
5.	Présentations de l'application	63
5.1.	Fenêtre du menu principal	63
5.2.	Itinéraire suivi pour l'édition d'une commande	64
5.3.	Fenêtre du menu supplémentaire	69
6.	Conclusion	71

CONCLUSION GENERALE

ANNEXE

## Liste des figures :

Figure N° I.01	Installation en aspiration	2
Figure N° I.01	Figure N° I.02 : Installation en charge.	3
Figure N° I.01	Figure N° I.03 : Installation en siphon.	3
Figure N° I.01	Figure N° I.05 : schéma d'écoulement dans une pompe centrifuge radiale.	4
Figure N° I.01	Figure N° I.06 : schéma d'écoulement dans une pompe axiale.	4
Figure N° I.01	Figure N° I.07 : schéma d'écoulement dans une pompe semi-axiale.	4
Figure N° I.01	Schémas explicatifs des types des pompes.	7
Figure N° II.01	Constitution d'une pompe centrifuge.	10
Figure N° II.02	Domaine de pompage.	12
Figure N° II.03	Dimensions d'une roue.	13
Figure N° II.04	Triangles de vitesses.	14
Figure N° II.05	Notations utilisées.	15
Figure N° II.06	La résultante de la courbe caractéristique $\alpha=90^\circ$ .	17
Figure N° III.01	Installation d'une pompe en aspiration.	26
Figure N° III.02	Installation d'une pompe en charge.	28
Figure N° III.03	Organigramme de calcul $\lambda$ .	31
Figure N° IV.01	Organigramme de Choix des pompes.	47
Figure N° V.01	Vue général de logiciel de développement.	54
Figure N° V.02	Présentation de la base de données avec Access.	59
Figure N° V.03	Organigramme Général.	60
Figure N° V.04	Fenêtre d'accueil.	63
Figure N° V.05	Fenêtre de choix direct.	64
Figure N° V.06	Fenêtre de choix hydraulique (indirect).	65
Figure N° V.07	Fenêtre de choix des installations.	66
Figure N° V.08	Fenêtre de calcul de perte de charge.	67
Figure N° V.09	Fenêtre de calcul de hauteur d'aspiration.	68
Figure N° V.10	L'interface de Convertir des unités.	69
Figure N° VI.11	L'interface d'affichage de PDF.	70

## Liste des tableaux :

Tableau N°II.01 :	Classification des pompes selon la vitesse spécifique.	18
Tableau N°III.01 :	Valeurs des coefficients CHW en fonction de la rugosité.	32
Tableau N°III.02 :	Rugosité absolue de quelques matériaux.	33
Tableau N°III.03 :	Valeurs du coefficient $k_v$ .	34
Tableau N°III.04 :	Valeurs du coefficient $k_{vo}$ .	35
Tableau N°III.05 :	Valeurs du coefficient $k_{vp}$ .	35
Tableau N°III.06 :	Valeurs du coefficient $k_{vb}$ .	35
Tableau N°III.07 :	Valeurs du coefficient $k_{cb}$ .	36
Tableau N°III.08 :	Valeurs du coefficient de pertes $k_{cc}$ .	36
Tableau N°III.09 :	Valeurs du coefficient de pertes $k_{cc}$ .	36
Tableau N°III.10 :	Valeurs du coefficient $k_{cr}$ .	37

## INTRODUCTION GENERALE :

De l'âge de la pierre à nos jours, l'esprit perfectionniste de l'homme n'a cessé de lui permettre d'améliorer sa vie quotidienne. Le passage de la mécanique aux domaines d'informatique, d'électronique, d'automatique et de domotique a révolutionné la vie journalière de l'être humain. Les nouvelles technologies de l'information et de communication illustrent ce phénomène.

Aujourd'hui, vu l'intérêt croissant de vouloir gérer le temps, conserver les données, d'améliorer l'information et pas mal d'autres raisons, ont poussé à pouvoir un logiciel de choix des différentes pompes à partir des caractéristiques de fluide et de pompes.

Dans ce cadre s'inscrit notre projet de thèse qui consiste à développer un programme pour le choix des pompes Algériennes (pompes POVAL) à partir des caractéristiques (Hauteur, Débit, Rendement, Puissances).

Juste à l'année 2000 ; est commencée à développer des logiciels pour les pompes, une partie de travaux publiés sur ce thème .En cité en particulier :

-Mr OUENDJLI AHMED 2008/ Prédétermination des performances d'une pompe centrifuge à partir de ses données géométriques - Elaboration d'un programme de calcul des performances de la pompe de dragage.

- Groupe Compo-Data un spécialiste dans les solutions logicielles travaillé avec Leroy-Somer (entreprise des pompes), filiale du groupe US Emerson et Salmson pompes sur un choix de Configuration direct depuis mi-2000.

. VSX-VOGEL SOFTWARE spécialiste dans les solutions logicielles de sélection des pompes et les calculs techniques avec des aspects tels que les ventes et services marketing. La société entretient des relations d'affaires à plus de 40 l'industrie sont les plus grands fabricants dans le monde ITT ILKE, KSP et WILO, juste pour quelques-uns MONTION, mais aussi de taille moyenne comme compagnies CAPRARI, RICHTER CHEMIE-TECHNIK et le profit de la solution VSX Kolmeks logiciels innovants.

Le présent document est composé de cinq chapitres:

Chapitre I: Historique sur les pompes et classification.

Chapitre II: Théories des pompes centrifuges.

Chapitre III : Dispositions Générales sur les pompes centrifuges.

Chapitre IV: Méthodes et outils de Langage.

Chapitre V : Conception et Présentation de Logiciel Développé.

## 1. Introduction :

Les pompes sont des appareils permettant un transfert d'énergie entre un dispositif mécanique convenable et le fluide. Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide soit principalement de l'énergie potentielle par accroissement de la pression en aval, soit principalement de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du liquide.

Ces pompes sont passées par plusieurs étapes concernant leurs évolutions,

Les Grecs et les Romains furent les premiers à utiliser des systèmes rotatifs pour véhiculer l'eau. Une pompe à feulement romaine est visible au musée gallo-romain de Lyon. Installée au fond d'un puits à 6 mètres de profondeur, elle permettait de pomper 60 litres par minute. Tous ces systèmes étaient utilisés pour relever l'eau dans des aqueducs alimentant les villes et les bains. Les Grecs et les Romains furent parmi les premiers à poser les bases de l'hydraulique.

Au Moyen Age Les moulins à eau et à vent furent les premiers dispositifs à fournir une énergie « non musculaire » relativement abondante. D'abord utilisés pour moulin le grain, ils furent ensuite couplés à des pompes à élever les eaux. En particulier, ils furent utilisés aux Pays-Bas pour extraire l'eau des polders. Le premier polder de ce type fut celui de Beemster en Hollande septentrionale en 1612. Plus tard, la force hydraulique appliquée à des pompes fut également utilisée à d'autres fins.

Il faudra attendre la fin du 18ème siècle pour que les premières pompes soient réellement construites et utilisées de façon industrielle. L'explosion démographique dans la deuxième partie du 18ème siècle obligea l'outil de production à se mécaniser.

On continua certes à développer des machines mues par la force hydraulique : par exemple, la pompe à eau de Porcheresse (Cette machine puisait l'eau de la nappe phréatique et l'élevait jusqu'à 48 m d'hauteur) fonctionna de 1870 à 1952 et de nombreuses pompes à bélier fonctionnent encore de nos jours.

Le besoin constant de minerai de charbon apparut avec le développement de l'ère industrielle, obligeant la recherche de celui-ci à des profondeurs qui ne permettaient plus le travail à ciel ouvert. Les infiltrations d'eau noyant de façon continue les galeries souterraines, on utilisa alors de façon régulière des pompes pour évacuer cette eau. Il s'agit probablement là de la première utilisation industrielle des pompes.

Il s'agissait en fait de pompes à piston, machine de Watt dont l'énergie provenait de la vapeur produite par de l'eau chauffée par un foyer. Ce foyer ouvert provoquait régulièrement des incendies dans les galeries.

Les pompes mues par une machine à vapeur étaient couramment appelées « pompes à feu ». à partir du 21ème siècle. C'est au cours de ce siècle qu'une seconde évolution dans la technique des pompes fit son apparition, cette fois grâce à l'énergie électrique.

Celle-ci permet le développement des pompes à principe rotatif, turbines et pompes centrifuges. En fait, depuis près d'un siècle, aucun grand principe de pompe n'a été découvert. Seuls les matériaux utilisés et la précision d'usinage permirent aux pompes d'évoluer vers de meilleurs rendements, de plus grands débits et de plus hautes pressions.

## 2. Classification des pompes :

Les pompes sont habituellement classées selon leur principe fonctionnement et construction. On peut classer les pompes de plusieurs façons :

### 2.1. Selon le mode de déplacement du fluide:

En fonction de l'emplacement physique de la pompe, nous distinguons : [01]

#### 2.1.1 Les pompes en aspiration :

Lorsque le plan d'eau d'aspiration est inférieur à l'axe de la pompe.

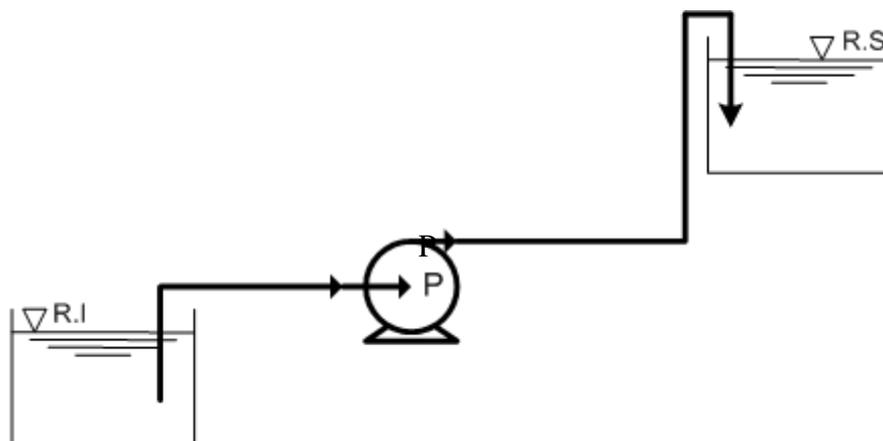


Figure N° I.01 : Installation en aspiration

### 2.1.2 Les pompes en charge :

Dans le plan d'aspiration est supérieur à l'axe de la pompe.

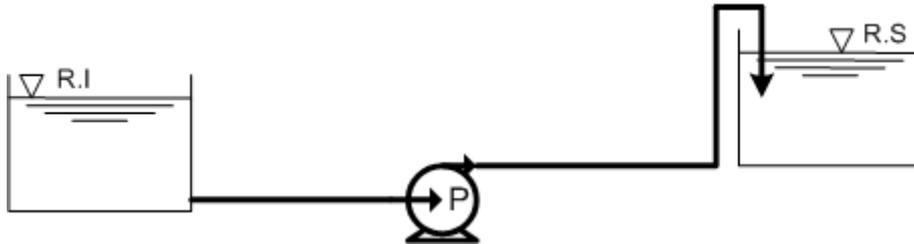


Figure N° I.02 : Installation en charge

### 2.1.3 Les pompes en siphon :

Dans le plan d'aspiration et de refoulement sont inférieurs à l'axe de la pompe.

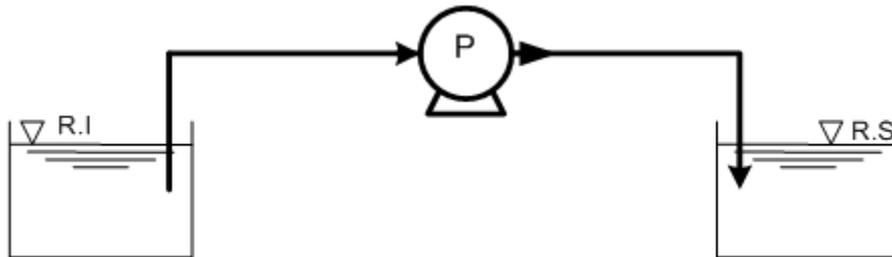


Figure N° I.03 : Installation en siphon

## 2.2. Selon le mode d'utilisation :

### 2.2.1 Les pompes de surface :

Les pompes de surface sont toujours installées à une hauteur au-dessus du plan d'aspiration. La hauteur d'aspiration de n'importe quelle pompe est limitée à une valeur théorique de 9,8 mètres (pression atmosphérique en mètres d'eau).

Ces pompes doivent également être amorcées.

### 2.2.2 Les pompes immergées :

Les pompes immergées dans l'eau ont soit leur moteur immergé avec la pompe (pompe monobloc), soit le moteur en surface ; la transmission de puissance se fait alors par un long arbre reliant la pompe au moteur. Dans les deux cas, une conduite de refoulement après la pompe permet des élévations de plusieurs dizaines de mètres, selon la puissance du moteur.

## 2.3. Selon le mode de fonctionnement :

### 2.3.1 Les turbopompes (pompes centrifuges):

Les turbopompes sont actuellement les plus employées dans le domaine de l'hydraulique, les principales raisons de ce choix sont les suivantes :

- sont caractérisées par un élément principal qu'on appelle la roue.
- ces appareils sont étants relatifs et ne comportent aucune liaison articulée.
- Les frais d'entretien d'une turbopompe sont peu élevés.
- Leur entraînement par un moteur électrique.

#### A - Différents types des turbopompes :

Suivant le type de rotor et son mode d'action il faut distinguer dans la catégorie des turbopompes : [02]

- 1- les pompes centrifuges radiales :

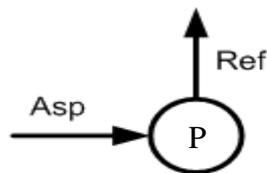


Figure N°I.05 : schéma d'écoulement dans une pompe centrifuge radiale

- 2- les pompes axiales.

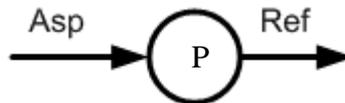


Figure N°I.06 : schéma d'écoulement dans une pompe axiale

- 3- les pompes hélico-centrifuges (semi-axiales).

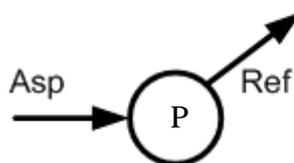


Figure N°I.07 : schéma d'écoulement dans une pompe semi-axiale

Cette classification est basée sur la forme de la trajectoire du liquide à l'intérieur de la roue

**B - 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 radiale est définie par un refoulement perpendiculaire à l'axe de la pompe.

Pour une pompe hélico-centrifuge avec une roue semi axiale.

Pour une pompe à hélices comportant une roue axiale, le refoulement se fait parallèlement à l'axe de la pompe et à l'aspiration.

**C - Caractéristiques:**

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 avec l'aspiration de la pompe suivante.

Il est également possible de coupler en série plusieurs pompes.

Le rendement est de l'ordre de 60 à 70 %.

Application les lois de similitude sur les pompes centrifuges.

Les pompes centrifuges 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, ou par une pompe à vide.

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.

**D - Utilisation:**

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

**2.3.2 Les pompes volumétriques :**

Elles sont caractérisées par un déplacement du liquide du point de l'aspiration vers le point de refoulement qui se fait par un mouvement de : translation ou rotation ou mixte (translation et rotation). [03]

**Principe de fonctionnement des pompes volumétrique :**

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.

Les pompes volumétriques sont généralement auto-amorçantes. Dès leur mise en route elles provoquent une diminution de pression en amont qui permet l'aspiration du liquide. Il est nécessaire néanmoins d'examiner la notice du fabricant.

Les pompes volumétriques permettent d'obtenir des hauteurs manométriques totales beaucoup plus élevées. La pression au refoulement est ainsi plus importante. Le débit est par contre généralement plus faible mais il ne dépend pratiquement pas des caractéristiques du réseau.

Le rendement est souvent voisin de 90 %.

Le réglage du débit s'effectue en agissant sur la vitesse de rotation du rotor pour les pompes rotatives et sur la fréquence où la course du piston pour les pompes alternatives.

Suivant leur mouvement on distingue deux catégories des pompes volumétriques :

**A- Pompes volumétriques rotatives:**

Ces sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe, qui tourne dans le corps de pompe et crée le mouvement du liquide pompé par déplacement d'un volume depuis l'aspiration jusqu'au refoulement.

**B- Pompes volumétriques alternatives:**

Ces sont constituées par une pièce mobile animée d'un mouvement alternatif.

Afin La classification des différents types des pompes est montrée dans la figure suivante :

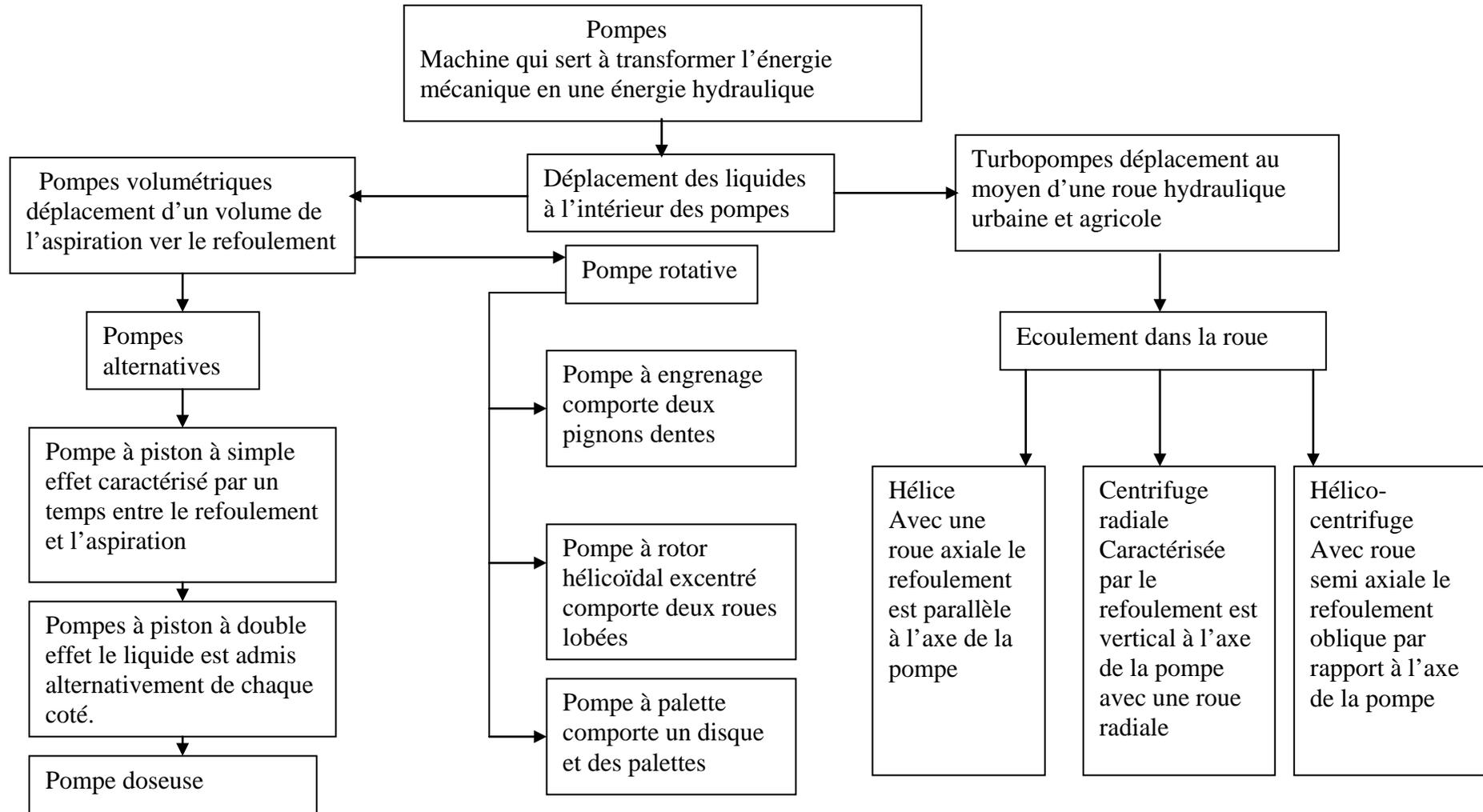


Figure N°I.01 : schéma explicatif des types des pompes

### 3. Conclusion :

On a vu dans ce chapitre un aperçu général sur les pompes centrifuges, et leur classification, et à partir de cette dernière, on peut distinguer deux grandes catégories de pompes:

Les pompes volumétriques qui sont divisées en deux types selon leur mouvement:

- 1- pompes volumétriques alternatives.
- 2- pompes volumétriques rotatives.

Les turbopompes (pompes centrifuges) sont actuellement les plus employées dans le domaine de l'hydraulique.

## 1. Introduction :

Dans le domaine hydraulique, les pompes les plus fréquemment utilisées sont les pompes centrifuges. Ce sont des appareils qui aspirent un fluide à basse pression pour le refouler à la grande pression. Les pompes centrifuges se différencient par leurs performances et leurs caractéristiques.

## 2. Généralités sur les pompes centrifuges :

La diversité des machines hydrauliques, nous permet de trouver les turbomachines qui sont les plus utilisées dans les installations hydrauliques.

Si elles augmentent l'énergie de la veine liquide entre l'entrée et la sortie de la machine en faisant appel à une source d'énergie mécanique extérieure, on a à faire à une pompe centrifuge, dont l'élément essentiel est une roue portant des aubes disposées symétriquement.

### 2.1. Définition et constitution d'une pompe centrifuge :

Une pompe centrifuge est construite pour répondre à des conditions précises de fonctionnement : débit  $Q$  à élever à une hauteur  $H$ . [04]

Une pompe centrifuge se compose de :

- **Distributeur (diffuseur) :** c'est une sorte de tubulure profilée, elle sert à conduire l'eau avec une vitesse et une direction convenable suivant l'axe de la pompe ou « oeillard » de la roue.

On distingue ; des diffuseurs lisses, diffuseurs à ailettes et colimaçon ou volute.

- **Roue :** c'est l'organe principal dans les pompes centrifuges. Elle est constituée par un moyeu porté par un arbre et muni d'aubes tournant à l'intérieur de deux coquilles formant le corps de pompe. Les aubes peuvent être fixées sur un ou deux cotes à des disques. On distingue ainsi des roues ouvertes, semi-ouvertes ou fermées.
- **Volute :** placée à l'extérieur de la roue, de section circulaire ou trapézoïdale et se termine par un divergent.

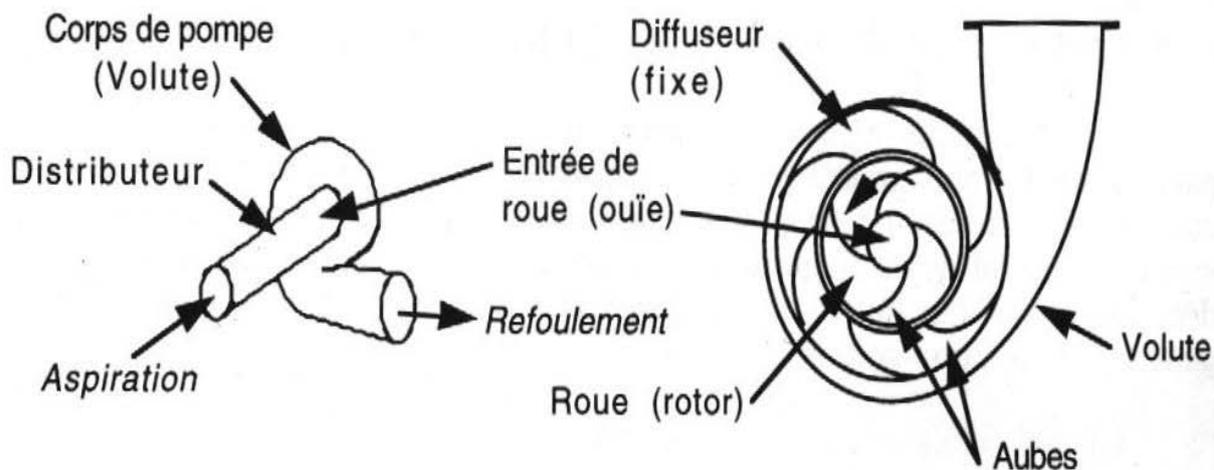


Figure N° II.01 : Constitution d'une pompe centrifuge

## 2.2. Fonctionnement de la pompe :

La pompe est destinée à transformer l'énergie donnée par le moteur d'entraînement en énergie hydraulique en projetant de l'eau en périphérie et par la suite un écoulement continu de la veine liquide. L'aspiration du liquide contenu dans le réservoir est faite à très faibles dépressions, la pompe alors produit un débit [05]

« Le principe de base des pompes centrifuges repose sur la mise en rotation du fluide à pomper en le faisant circuler dans une roue tournant à une vitesse plus ou moins élevée ( $n$ , en tr/min).

Le fluide est admis au centre de la roue avec une pression dite pression d'aspiration.

Lors de sa mise en rotation et de son déplacement vers la périphérie de la roue, sa vitesse et son énergie cinétique augmentent. La pression dynamique qui en résulte augmente donc également d'un terme du type  $(\rho v^2/2g)$ .

A la périphérie de la roue, le fluide est canalisé vers la tuyauterie de refoulement par le biais d'une volute, et son ralentissement transforme une partie de la pression dynamique acquise ( $P_d = \rho v^2/2g$ ) en pression statique  $P_s$  (en pascal).

Certaines pompes disposent en plus d'un diffuseur, dont le but est de diriger les veines fluides vers la volute en minimisant les pertes de charge.

Le gain de pression dynamique fourni par la pompe centrifuge ( $P_d = \rho v^2/2g$ ) est en général exprimé en hauteur de fluide par mètre de colonne de liquide et nommé

Hauteur Manométrique Totale ( $H_{MT}$ ). Son expression est fonction du terme  $(v^2/2g)$ .

En considérant de façon grossière que la vitesse du fluide en sortie de roue est égale à la vitesse périphérique de la roue, la Hmt peut alors être estimée grossièrement par le terme  $(2 p R \eta)^2/2g$  . [03]

### **2.3.Différents types des pompes centrifuges (classification):**

Il existe un grand nombre de pompes centrifuges. On peut les classer suivant plusieurs manières ; en tenant compte notamment de:

#### **A - Nombre de roue :**

- pompes monocellulaires.
- pompes multicellulaires.

#### **B - Forme des aubes de la roue :**

- roue à aubes.
- roue à canaux.

#### **C - Forme du corps de la pompe :**

- pompes à volute ou colimaçon.
- Pompes à diffuseur circulaire.

#### **D - La direction de l'axe :**

- pompes à axe horizontal
- pompes à axe vertical

#### **E - Sens de rotation :**

- pompe à sens direct
- pompe à sens inverse.

Une autre classification qui se fait selon la vocation de la pompe en se basant sur la hauteur d'élévation et le débit élevé c'est-à-dire la vitesse spécifique. (Figure N° II.02)

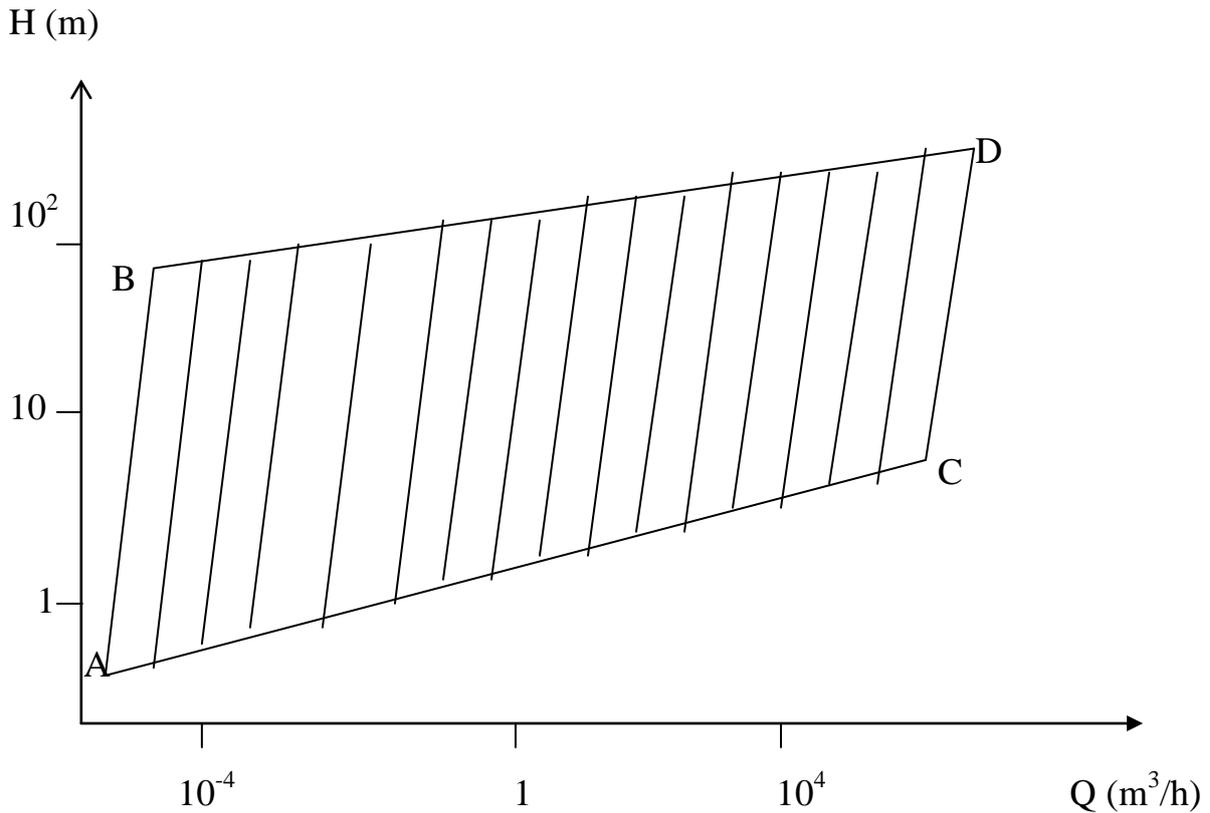


Figure N° II.02 : Domaine de pompage.

Les bornes ABCD qui constituent le quadrilatère sont des valeurs limites atteintes par certaines machines.

Point A : (faible débit, faible pression). Exemple : certaines pompes de graissage.

Point B : (faible débit, forte pression). Exemple : pompe d'injection de moteur diesel.

Point C : (gros débit, faible hauteur d'élévation). Exemple : pompes utilisées sur les réseaux d'assainissement.

Point D : (gros débit, grande hauteur d'élévation). Exemple : pompe de récupération pour le refoulement dans des réservoirs en vue de la production de l'énergie électrique de point. [06]

### 3. Caractéristiques et calcul des pompes :

Pour faire le choix d'une pompe centrifuge, un certain nombre de paramètres est pris en considération tels que : les dimensions de la pompe, Débit, Hauteur, Puissance, Rendement, vitesse de rotation et vitesse spécifique.

### 3.1. Dimension des pompes :

Les dimensions les plus importantes dans une pompe centrifuge sont :

- $D_0$  : diamètre de l'œillard, ouïe ;
- $D_1$  : diamètre intérieur de la roue ;
- $D_2$  : diamètre extérieur de la roue ;
- $D_m$  : diamètre du moyeu ;

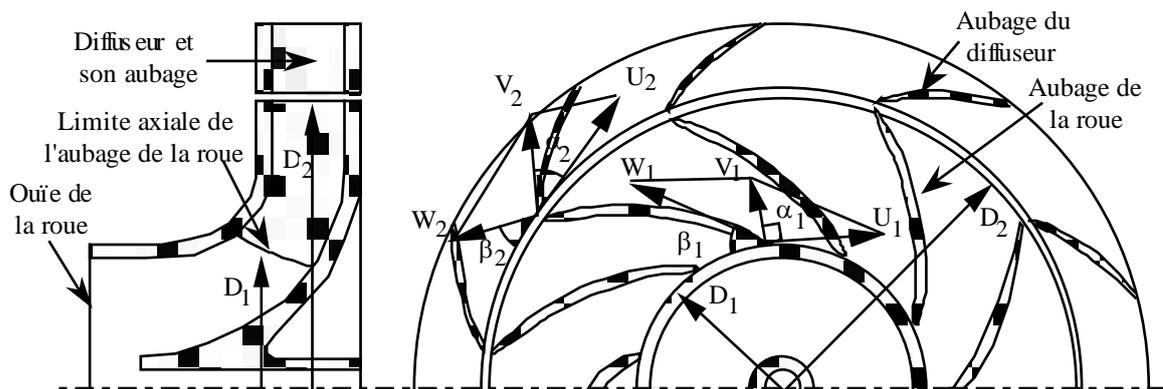


Figure N° II.03 : Dimensions d'une roue.

### 3.2. Hauteur théorique d'élévation :

Lorsque la pompe est mise en marche, c'est-à-dire, le rotor tourne, le mouvement du liquide à l'intérieur de la roue, précisément, entre deux aubes, est dû à deux mouvements distincts, qui sont :

- mouvement d'entraînement (rotation de la roue)
- mouvement relatif (déplacement du liquide par rapport à la roue). [07]

A cet effet, le vecteur de la vitesse absolue «  $V$  » du liquide à l'intérieur de la roue est égal à la somme des vectrices vitesses d'entraînement «  $U$  » et vitesse relative «  $W$  » (Figure N° II.04)

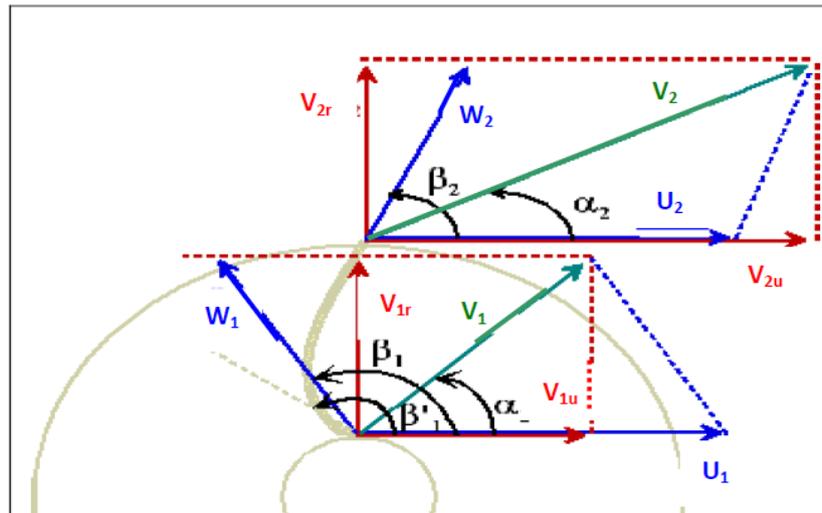


Figure N° II.04 : Triangles de vitesses

Définissons, au préalable, les notations utilisées dont nous ferons usage pour l'établissement de l'équation de la hauteur théorique d'élévation.

$r$  : Rayon de la roue (m) ;

$\omega$  : Vitesse angulaire de la roue (rad/s) ;

$U$  : Vitesse d'entraînement, dirigée suivant la tangente à la roue au point considéré (m/s) ;

$W$  : Vitesse relative, par rapport à la roue (m/s) ;

$V$  : Vitesse absolue ;

$V_u$  : Vitesse circumférentielle (projection de la vitesse absolue sur le rayon) ;

$V_r$  : Vitesse radiale (projection de la vitesse absolue sur le rayon) ;

$g$  : Accélération de la pesanteur ;

$\alpha$  : Angle de  $V$  et  $U$  (angle d'attaque) ;

$\beta$  : Angle de  $W$  et  $U$  (angle d'entrée) ;

On a évidemment les relations suivantes entre les différentes composantes de la vitesse :(

Figure N°II.05)

$$\vec{V} = \vec{U} + \vec{W} \tag{II.1}$$

$$\vec{V} = \vec{V}_u + \vec{V}_r$$

(II.2)

$$\vec{V}_2 = \vec{V}_{2u} + \vec{V}_{2r}$$

$$\vec{V}_{2u} = V_2 \cos \alpha_2$$

$$\vec{V}_{2u} = V_2 \cos \alpha_2$$

$$\vec{V}_{2u} = V_2 \cos \alpha_2$$

$$V_{2r} = V_2 \sin \alpha_2$$

(II.5)

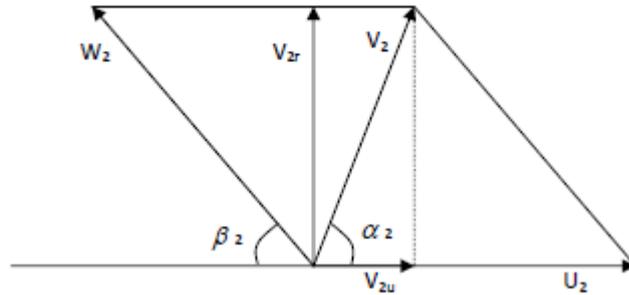


Figure N°II.05 : Notations utilisées.

On considère une aube d'une roue, la vitesse tangentielle au droit du point (1) et de la sortie (2) de cet aubage est donnée par :

$$U_2 = \omega r_2$$

(II.6)

$$U_2 = \omega r_2$$

(II.7)

Avec  $r_1$ ,  $r_2$  rayons de la roue à l'entrée et à la sortie.

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ (rad / s)} \quad \text{(II.8)}$$

$n$  : nombre de tours par minute.

Les vitesses, les angles et le rayon à l'entrée de la roue sont affectés de l'indice (1), les vitesses, les angles et le rayon à la sortie de la roue sont affectés de l'indice (2).

L'équation d'Euler pour la hauteur théorique d'élévation est :

$$H_t = \frac{V_2 U_2 \cos \alpha_2 - V_1 U_1 \cos \alpha_1}{g} \quad \text{(II.9)}$$

Pour une pompe centrifuge radiale  $\alpha_1 = 90^\circ$  :

$$H_t = \frac{U_2 V_2 \cos \alpha_2}{g} \quad \text{(II.10)}$$

Avec  $\alpha$  : Angle d'attaque (angle entre  $V$  et  $U$ ).

$U$  : Vitesse d'entraînement de la roue (m/s).  $U = \omega R$

$V$  : Vitesse absolue (m/s).

### 3.3. Hauteur géométrique d'aspiration :

- C'est la distance verticale qui sépare le niveau liquide à l'aspiration ;
- De l'axe de la pompe (pompe à l'axe horizontal) ;
  - Du plan moyen des arêtes d'entrée des aubes de la première roue (pompe à axe vertical).

### 3.4. Débit théorique :

Le débit est le volume d'eau par unité de temps. On la mesure en mètres cubes par seconde ou en litres par seconde, représenté par « Q ». et donné par la relation suivant :

$$Q = \pi D_2 b_2 V_{2r} \quad (\text{II.11})$$

avec :

$b_2$  : largeur de la fente à la sortie de la roue

$V_{2r}$  : composante radiale de la vitesse à la sortie de la roue

D'après les triangles des vitesses On a :

$$\text{tg}B_2 = \frac{V_{2r}}{U_2 - V_2 \cos \alpha_2} \quad (\text{II.12})$$

$$V_{2r} = \text{tg}B_2 (U_2 - V_2 \cos \alpha_2) \quad (\text{II.13})$$

Avec :  $b$  : Angle d'entrée (angle entre U et W).

D'où on aura :

$$Q = \pi D_2 b_2 [\text{tg}B_2 (U_2 - V_2 \cos \alpha_2)] \quad (\text{II.14})$$

$$Q = \pi D_2 b_2 \text{tg}B_2 (U_2 - g \frac{H_t}{U_2}) \quad (\text{II.15})$$

$$\text{Si } Q = 0 \quad H_t = \frac{U_2^2}{g}$$

$$\text{Si } H = 0 \quad Q = \pi D_2 b_2 u_2 \text{tg}B_2$$

à partir de l'équation (II.15). En prenant en considération les pertes de charge par choc et par frottement à l'intérieur de la pompe.

La résultante de la courbe caractéristique de la pompe représentée dans la figure N°II.06

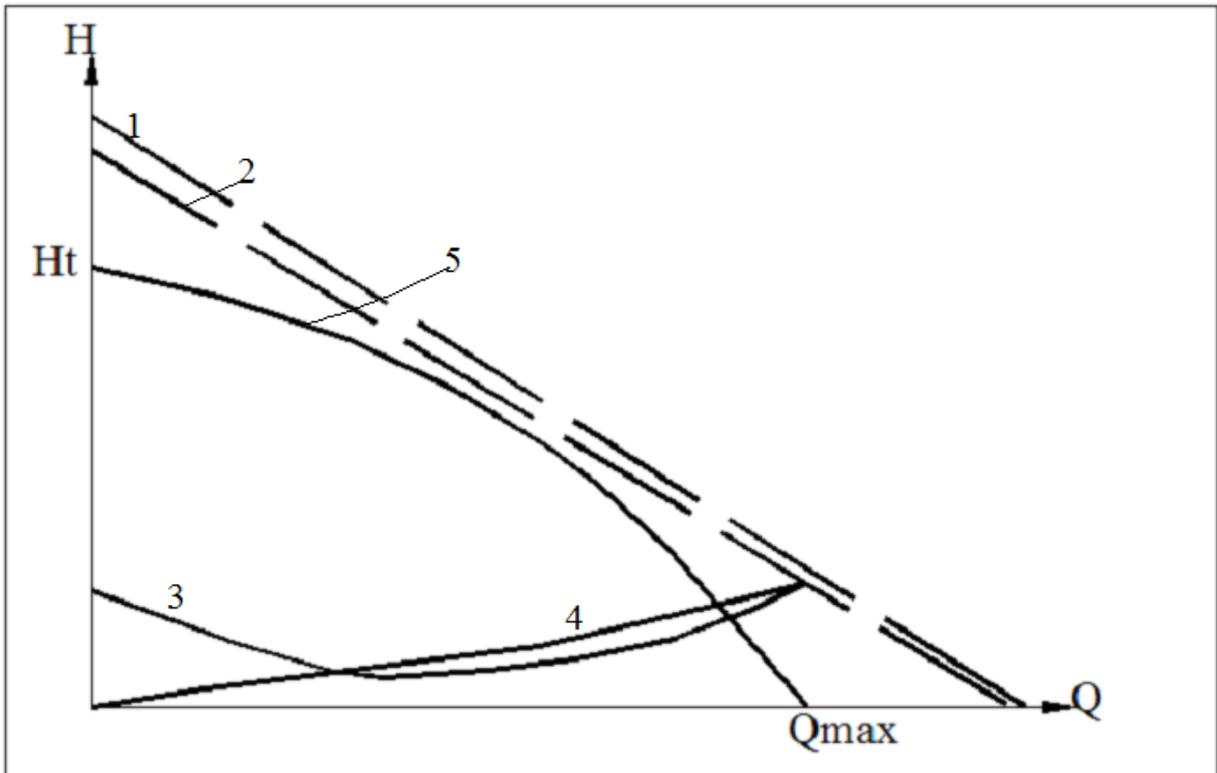


Figure N°II.06 : la résultante de la courbe caractéristique  $\alpha=90^\circ$ .

La courbe N° 1 : droite théorique dans le nombre d'aubage est l'infini.

La courbe N° 2 : droite théorique dans le nombre d'aubage est fini.

La courbe N° 3 : perte de charge par choc.

La courbe N° 4 : perte de charge par frottement.

La courbe N° 5 : courbe résultante (H-Q).

### 3.5.Puissance :

C'est le produit de la variation de pression entre l'aval et l'amont de la pompe par le débit volumique.

$$P_u = \rho g H Q \quad (\text{II.16})$$

Avec

$\rho$  : Masse volumique d'eau ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

$H$  : Hauteur théorique (m).

$Q$  : Le débit ( $\text{m}^3/\text{s}$ ).

### 3.6. Rendement :

Le rendement est exprimé par la relation entre la puissance utile et la puissance absorbée, donnée par :

$$\eta = \frac{P_u}{P_{abs}} \cdot 100 = \frac{\rho g H Q}{P_{abs}} \cdot 100 \quad (\text{II.17})$$

Avec :

$P_{abs}$  : Puissance absorbée par la pompe, c'est la puissance consommée par le moteur d'entraînement de la pompe exprimée en kw.

$P_u$  : Puissance utile, c'est la puissance fournie par le moteur exprimée en kw.

### 3.7. Vitesse spécifique :

C'est une expression constante pour toutes les pompes considérées, c à d pour des pompes semblables fonctionnant en similitude mécanique. La vitesse spécifique d'une pompe est donc la vitesse pour laquelle tournerait la pompe semblable qui, en régime de fonctionnement homologue, débiterait  $1\text{m}^3/\text{s}$  à  $1\text{m}$ . Elle est exprimée en tours/ min.

$$N_s = n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/2}} \quad (\text{II.18})$$

Les faibles valeurs de vitesse spécifique  $N_s < 300$  correspondent à des pompes centrifuges et quand  $N_s > 150$  elles correspondent à des pompes axiales. Entre 30 et 150, se trouvent tous les types de pompes intermédiaires

Tableau N°II.01 : Classification des pompes selon la vitesse spécifique.

Vitesses spécifiques	Types de pompe
$N_s \leq 70 - 80$	Pompes à écoulement radial à aspiration simple.
$N_s = 80 - 120$	Pompes à écoulement radial à double aspiration.
$N_s = 120 - 150 - 170$	Pompe à écoulement semi axial.
$N_s \geq 150 - 170$	Pompes à écoulement axial.

### 3.8. Similitude des pompes centrifuges :

« La théorie des turbo- machines appliquée aux pompes centrifuges montre que, pour une pompe donnée fonctionnant à différentes vitesses et en des points de fonctionnement homologues (c à d tels que les triangles des vitesses soient semblables d'un régime de fonctionnement à l'autre aussi bien à l'entrée qu'à la sortie de la roue). [02]

- ✓ Le débit est proportionnel à la vitesse ;
- ✓ La hauteur est proportionnelle au carré de la vitesse ;
- ✓ Le rendement manométrique est indépendant de la vitesse ; toutefois comme le rendement global diffère très peu du rendement manométrique, on peut dire que le rendement global est, en gros, indépendant de la vitesse ; en réalité, le rendement global diminue légèrement avec la vitesse et au grand débit.

$$\text{Ainsi, si } n' = \frac{n}{2} \text{ on a sensiblement } n' = n - 0,005; \quad (\text{II.19})$$

$$\text{Si } n' = \frac{n}{3} \text{ on a sensiblement } n' = n - 0,01 \quad (\text{II.20})$$

La puissance absorbée sur l'arbre de la pompe est proportionnelle au cube de la vitesse.

Pour différentes roues des pompes centrifuges sont semblables en conformité du principe de similitude mécanique afin d'assurer cette similitude mécanique il faut et il suffit d'assurer :

$$\checkmark \text{ Similitude géométrique : } \frac{D_2'}{D_2} = \frac{b_2'}{b_2} = \frac{D_2'}{D_2} = \dots = \frac{d_m'}{d_m} = Cste. \quad (\text{II.21})$$

$$\checkmark \text{ Similitude cinématique : } \frac{V_2'}{V_2} = \frac{V_{2U}'}{V_2} = \frac{V_2'}{V_2} = \frac{W_2'}{W_2} \dots \frac{V_1'}{V_1} = Cste. \quad (\text{II.22})$$

- ✓ Similitude dynamique : pour assurer cette similitude, les nombre de Reynolds des courants liquides qui passent à travers les pompes considérées doivent être égaux entre eux.

- Le rapport des débits :

$$\text{pour : } D_2' = D_2, n' \neq n \quad \text{on a } \frac{Q'}{Q} = \frac{n'}{n} \quad (\text{II.23})$$

$$\text{pour : } D_2' \neq D_2, n' = n \quad \text{on a } \frac{Q'}{Q} = \left( \frac{D_2'}{D_2} \right)^3 \quad (\text{II.24})$$

- Le rapport des charges

$$\text{pour : } D'_2 = D_2, n' \neq n \quad \text{on a } \frac{H'}{H} = \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \quad (\text{II.25})$$

$$\text{pour : } D'_2 \neq D_2, n' = n \quad \text{on a } \frac{H'}{H} = \left( \frac{D'_2}{D_2} \right)^2 \quad (\text{II.26})$$

- Le rapport des puissances :

$$\text{pour : } D'_2 = D_2, n' \neq n \quad \text{on a } \frac{P'}{P} = \left( \frac{n'}{n} \right)^3 \quad (\text{II.27})$$

$$\text{pour : } D'_2 \neq D_2, n' = n \quad \text{on a } \frac{P'}{P} = \left( \frac{D'_2}{D_2} \right)^5 \quad (\text{II.28})$$

Tel que :

$D'_2$  : Diamètre extérieur de la roue de la pompe prototype (réduit) ;

$D_2$  : Diamètre extérieur de la roue de la pompe modèle (réelle) ;

$n'$  : Vitesse de rotation de la pompe prototype ;

$n$  : Vitesse de rotation de la pompe modèle;

#### **4. Conclusion :**

L'eau pompée entre par le centre de la roue « oeuillard » et sort par la périphérie, décrivant une trajectoire centrifuge dans ce cadre ces pompes s'appellent des pompes centrifuges. Basant sur la théorie de ces pompes citées auparavant on peut représenter les courbes caractéristiques des pompes centrifuges.

Cependant pour faire des essais d'une pompe il suffit d'essayer une pompe semblable qui est un modèle réduit qui nous permettra d'utiliser les lois de similitudes, et qui reste moins coûteux. Cette similitude est assurée surtout pour les grandes pompes ou pour les turbines de grandes dimensions.

## 1. Introduction :

L'installation d'une pompe est une opération qui peut se révéler relativement complexe. Elle dépend de telles conditions à respecter et nécessite des équipements hydrauliques plus ou moins importants, à savoir le type d'installation (en charge, en aspiration et en siphon), et le type de la pompe.

## 2. Installation des pompes centrifuges (calage de la pompe):

Pour chaque type de pompe, il y a une charge nette d'aspiration pratique à prendre en considération quelque soit le type d'installation (en charge ou en aspiration) dans le but d'éviter tous risque de cavitation, parce qu'il existait, pour une pompe donnée fonctionnant à une vitesse déterminée, une hauteur-limite d'aspiration qu'il faut respecter.

Cependant il faut que le NPSH disponible doit être toujours supérieur à NPSH requis. C'est à dire, il faut déterminer la côte exacte de l'axe de la pompe, d'où on doit déterminer la hauteur d'aspiration admissible.

### A- Installation en aspiration :

On a :  $(NPSH)_d \geq (NPSH)_r$  pour éviter tous risque de cavitation. (III.1)

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \left( h_a + \frac{V_1^2}{2g} + \sum h_{asp} \right) \quad (III.2)$$

$$\sum h_{asp} = \sum h_{asp}^{lin} + \sum h_{asp}^{sin g} \quad (III.3)$$

On suppose que :

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + S \quad (III.4)$$

Donc on aura :

$$(NPSH)_r + S = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \left( h_a^{adm} + \frac{V_a^2}{2g} + \sum h_{asp} \right) \quad (III.5)$$

$$h_a^{adm} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - \frac{V_a^2}{2g} - \sum h_{asp} - (NPSH)_r - S \quad (III.6)$$

$$\text{Alors } \nabla_{\text{axe de la pompe}} = \nabla_{\text{min}} + h_a^{ad} - r \quad (III.7)$$

**B- Installation en charge :**

$$(NPSH)_d = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - (-h_a + \frac{V_a^2}{2g} + \sum P_{asp}) \quad (III.8)$$

On suppose:  $(NPSH)_d = (NPSH)_r + S$

Donc:

$$(NPSH)_r + S = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_v}{\varpi} - (-h_a^{ad} + \frac{V_a^2}{2g} + \sum h_{asp}) \quad (III.9)$$

$$\sum h_{asp} = \sum h_{asp}^{lin} + \sum h_{asp}^{sin g}$$

$$h_{asp}^{ad} = (NPSH)_r + S - \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_v}{\varpi} + \frac{V_a^2}{2g} + \sum h_{asp} \quad (III.10)$$

$$\nabla_{\text{axe de la pompe}} = \nabla_{\text{min}} - h_a^{ad} + r \quad (III.11)$$

Avec :

$(NPSH)_r$  : est une donnée fournie par le constructeur .

$(NPSH)_d$  : est donnée par l'installateur de la pompe.

$h_a^{ad}$  : La hauteur d'aspiration admissible

$S$  : sécurité avec  $S = (0,10-0,5) m$

$\nabla_{\text{axe}}$  : la côte exacte de l'axe de la pompe.

$\nabla_{\text{min}}$  : La côte du plan d'eau.

$r$  : Réserve de sécurité.  $r = (0,1 \div 0,3) m$ .

**3. Les équipements en amont et en aval des pompes :**

Les équipements hydrauliques d'une station de pompage en dehors des pompes elles-mêmes sont : [10]

**3.1. Équipements en amont : aspiration**

L'aspiration des pompes d'une station peut se faire soit dans une bache d'aspiration, soit dans une conduite.

**A- Aspiration en bache :**

L'eau à élever est stockée dans une bache ou réservoir en communication avec l'atmosphère, et l'aspiration des pompes se fait alors directement dans la bache.

- **Grilles :** Ces dispositifs ne sont utilisés que pour les pompages d'eau brute, afin d'éviter l'entrée des corps solides dans les pompes.
- **Tulipe :** La nécessité de la tulipe dépend essentiellement de la vitesse d'entrée de l'eau dans la conduite d'aspiration.

Pour des valeurs ne dépassant pas 0.8m/s, il est possible de ne pas prévoir de tulipe.

- **Crépine :** Tout comme la grille, la crépine évite l'entrée de corps solides dans la pompe. Elle doit être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ 0.5m du fond du puisard.
- **Clapet d'aspiration, clapet a crépine :** Un clapet de pied crépine placé sur la canalisation d'aspiration évite à l'arrêt de la pompe le retour d'eau. ce clapet permet de maintenir la colonne d'eau dans la conduite d'aspiration et le corps de la pompe, évitant de recommencer à chaque fois l'amorçage.

#### **B- Aspiration sur conduite :**

L'eau à élever arrive à la station par une conduite que l'on relie directement au collecteur d'aspiration de l'usine d'où partent les aspirations des pompes ; il n'existe aucune bache à la station.

- **Conduite ou collecteur d'aspiration :** Sur la conduite, on évite toute formation de poches d'air. Les parties horizontales comporteront une légère pente montant en direction de la pompe ; Ceci permettra l'évacuation permanente des bulles d'air qui pourront être libérées dans l'eau. L'équipement du collecteur comprendra tous les dispositifs nécessaires à son ventousage et à sa vidange.

Pour le raccordement sur les appareillages, on utilise les joints à brides.

#### **C-Organes communs aux deux cas d'aspiration :**

- **Coude :** Les coudes seront le moins nombreux possible, à grand rayon de courbure ; on évite de monter un coude juste en amont de la bride d'aspiration.
- **Vanne d'aspiration :** Une vanne montée à l'aspiration de la pompe en charge permet d'isoler la pompe pour les travaux d'entretien ou démontage.
- **Convergent d'aspiration :** Afin de limiter les pertes de charges à l'aspiration des pompes, la conduite d'aspiration a fréquemment un diamètre élevé donnant une vitesse de circulation inférieure à la vitesse à l'entrée de la bride de la pompe. La conduite est alors raccordée à la pompe par un convergent, ce qui permet d'avoir

une accélération progressive de l'écoulement, favorisant la bonne répartition des vitesses juste à l'amont de la pompe.

### 3.2. Equipements en aval : refoulement :

- **Joint de raccordement** : La conduite de refoulement sera raccordée à la pompe de manière à ne transmettre aucun effort sur la pompe. Pour ça on peut utiliser un joint genre GIBAULT ou similaire.
- **Divergent** : A la sortie de la pompe, la vitesse de l'eau peut être de 3 à 7m/s. dans les conduites de refoulement, il est nécessaire de ralentir cette vitesse pour la maintenir dans une plage de 1.2 à 1.5 m/s. le divergent à interposer à la sortie de la pompe pourra être un cône droit.
- **Clapet de refoulement** : Le clapet pourra être placé à la sortie de la pompe dont le rôle est d'empêcher l'inversion du débit d'eau lors de l'arrêt de la pompe.
- **Vanne de refoulement** : La vanne de refoulement se place après la pompe et le clapet anti-retour, elle peut avoir plusieurs rôles. Cette vanne permettra tout d'abord d'isoler la pompe lors des entretiens et des démontages.

La vanne peut intervenir également lors de la mise en marche et de l'arrêt de la pompe dans le cas des pompes centrifuges. Pour celle-ci, en effet, la courbe de puissance absorbée montre que la puissance est minimale lorsque la vanne de refoulement est fermée. Il sera donc intéressant, dans le cas de grosses puissances sont en jeu, de démarrer la pompe avec une vanne fermée pour limiter la durée du démarrage.

La manœuvre progressive de la vanne de refoulement permettra par ailleurs, lors du démarrage et de l'arrêt du groupe, de limiter les coups de bélier dus aux variations brusques de la vitesse de l'eau dans la conduite de refoulement.

#### ➤ **Conduite ou collecteur de refoulement :**

La conduite ou le collecteur de refoulement doit comporter les dispositifs classe pour le ventousage, la vidange.

Si le long de cette conduite ou collecteur on trouve les dérivationes ou piquages pour le raccordement du refoulement des pompes, ces piquages seront de préférence en oblique. La conomètre de refoulement doit être protégé contre le phénomène du coup de bélier, pour ça la conduite doit être équipée d'un réservoir. [10]

#### 4. Courbes caractéristiques (Hc – Q) :

La construction de la courbe caractéristique du réseau (Hc- Q) se détermine avec les calculs des pertes de charge linéaire et singulière pour l'installation en charge et l'installation en aspiration en utilisant l'équation de BERNOULLI et les lectures sur les appareils de mesure à fin de démontrer que la hauteur manométrique totale est égale à la hauteur d'élévation pratique :

$$H_{mt} = H_g + \sum h_{p_{asp}} + \sum h_{p_{ref}} . \quad (III.12)$$

Avec :

H<sub>mt</sub> : hauteur manométrique totale.

H<sub>g</sub> : hauteur géométrique d'élevation.

$\sum h_{p_{asp}}$  : pertes de charge à l'aspiration.

$\sum h_{p_{ref}}$  : pertes de charge au refoulement.

#### ➤ Pour l'installation en aspiration :

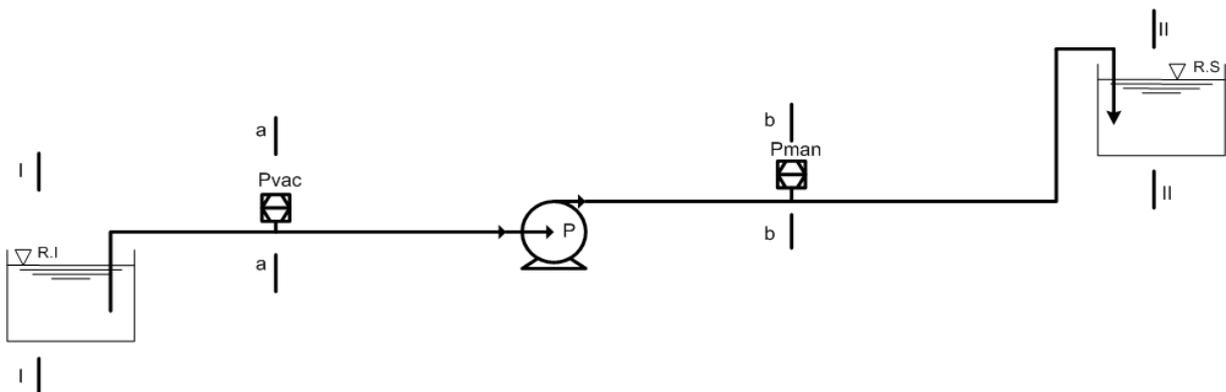


Figure N°III.01 : Installation d'une pompe en aspiration.

#### • coté aspiration :

Appliquant l'équation de BERNOULLI entre (a-a) et (I-I) donne :

$$\frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_a}{\varpi} + \frac{V_a^2}{2g} + h_a + \sum h_{p_{asp}} \quad (III.13)$$

$V_0=0$  (grand réservoir)

$$\frac{P_a}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_{va}}{\varpi} \quad (III.14)$$

$$\frac{P_{at}}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_{va}}{\varpi} + \frac{v_a^2}{2g} + h_a + \sum hp_{asp}$$

(III.15) Lecture de l'appareil de mesure :

$$H_{vac} = \frac{P_{va}}{\varpi} = \frac{v_a^2}{2g} + h_a + \sum hp_{asp} \quad (III.16)$$

- **Coté refoulement.**

Coupe (b-b) et (II – II)

$$\frac{P_{at}}{\varpi} + h_r + \sum hp_{ref} = \frac{P_r}{\varpi} + \frac{v_r^2}{2g} + Z. \quad (III.17)$$

$$\frac{P_r}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_m}{\varpi}$$

$$\frac{P_{at}}{\varpi} + h_r + \sum hp_{ref} = \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_m}{\varpi} + \frac{v_r^2}{2g} + Z. \quad (III.18)$$

Lecture de l'appareil de mesure : Manomètre

$$H_M = \frac{P_m}{\varpi} = h_r - \frac{v_r^2}{2g} - Z + \sum hp_{ref}. \quad (III.19)$$

Donc on aura finalement :

$$H_{mt} = H_{va} + H_m + \frac{v_r^2 - v_a^2}{2g} + Z$$

(III.20)

Supposant que  $V_r = V_a$  et  $Z = 0$ .

$$H_{mt} = H_{va} + H_m + \sum hp_{asp} + \sum hp_{ref}$$

(III.21)

$$H_{mt} = H_g + \sum hp \quad (III.22)$$

➤ Pour une installation en charge :

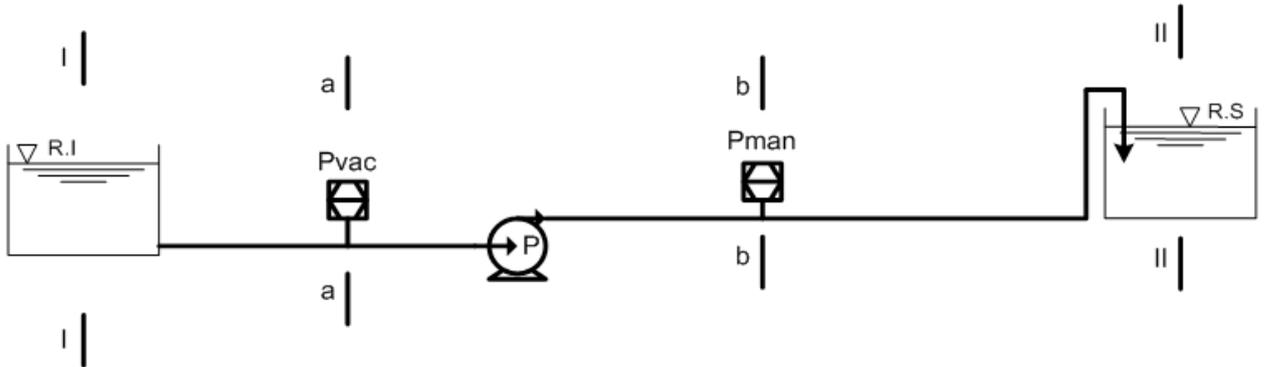


Figure N°III.02 : Installation d'une pompe en charge.

• Coté aspiration :

Appliquant l'équation de BERNOULLI entre (a-a) et (I-I) donne

$$\frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_a}{\varpi} + \frac{V_a^2}{2g} - h_a + \sum hp_{asp} \tag{III.23}$$

$V_0=0$  (grand réservoir)

$$\frac{P_a}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_{va}}{\varpi}$$

$$\frac{P_{at}}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} - \frac{P_{va}}{\varpi} + \frac{v_a^2}{2g} - h_a + \sum hp_{asp}$$

(III.24)

$$H_m = -\frac{v_a^2}{2g} + h_a + \sum hp_{asp} \tag{III.25}$$

• Coté refoulement.

Coupe (b-b) et (II - II)

$$\frac{P_{at}}{\varpi} + h_r + \sum hp_{ref} = \frac{P_r}{\varpi} + \frac{v_r^2}{2g} + Z \tag{III.26}$$

$$\frac{P_r}{\varpi} = \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_m}{\varpi}$$

$$\frac{P_{at}}{\varpi} + h_r + \sum hp_{ref} = \frac{P_{at}}{\varpi} + \frac{P_m}{\varpi} + \frac{v_r^2}{2g} + Z \tag{III.27}$$

$$H_M = \frac{p_m}{\varpi} = h_r - \frac{v_r^2}{2g} + \sum hp_{ref} - Z. \quad (III.28)$$

Donc on aura finalement :

$$H_{mt} = H_{va} - H_m + \frac{v_r^2 - v_a^2}{2g} + Z \quad (III.29)$$

Supposant que  $V_r = V_a$  et  $Z = 0$ .

$$H_{mt} = h_r - h_a + \sum hp_{asp} + \sum hp_{ref}. \quad (III.30)$$

$$\mathbf{H_{mt} = Hg + \sum hp.} \quad (III.31)$$

Sachant que :

$P_{at}$  : pression atmosphérique en (bar)

$\varpi$  : Poids volumique de l'eau « daN/m<sup>3</sup> »

$V_a$  : vitesse d'aspiration en (m/s)

$V_r$  : vitesse de refoulement en (m/s).

$g$  : accélération de la pesanteur en (m<sup>2</sup>/s)

$h_a$  : hauteur d'aspiration en (m)

$h_r$  : hauteur de refoulement en (m)

$P_a$  : pression a l'aspiration en (m)

$P_r$  ; pression au refoulement en (bar)

$P_{va}$  : lecteur de pression sur le vacuomètre en (bar)

$P_m$  : lecture de pression sur le manomètre en (bar)

$Z$  : la distance verticale entre les prises d'appareils de mesures à l'aspiration et au Refoulement en (m)

## 5. Les pertes de charge :

Les pertes de charge le long du courant peuvent dépendre notablement des caractéristiques de la rugosité des parois des conduites ou du lit où le mouvement se fait.

Toutes les pertes de charge (linéaires et singulières) sont exprimées sous la formule générale par de WEISBACH :

$$hc = k \frac{v^2}{2g} \quad (III.32)$$

### 5.1. Pertes de charge linéaire :

Divers formules utilisées à l'heure actuel pour le calcul des pertes de charge linéaire dans les conduites sous pressions : LECHAPT-CALMON, FLAMANT.

Dans notre travail nous allons utiliser Colebrook et HAZEN-WILLIAMS.[11]

#### A – Formule de Colebrook:

Comme nous l'avons vu, les pertes de charge régulières existent dans toutes les canalisations, elles sont la conséquence de la perturbation du fluide par la paroi. On sait que la perturbation

peut se caractériser par la grandeur sans dimension  $Re = \frac{D\bar{U}}{\eta}$  (III.33)

avec D : le diamètre hydraulique de la canalisation et U la vitesse moyenne de l'écoulement. Donc plus Re est élevé plus le fluide est perturbé et plus les pertes de charge sont importantes.

Les pertes de charge vont donc suivre différent modèle suivant le régime du fluide et la rugosité de la canalisation. Ces deux notions sont introduites dans le calcul des pertes de charges par le coefficient  $\lambda$ .

On a alors :  $\Delta H_{Lin} = \frac{\lambda l v^2}{2gD}$  (III.33)

#### Détermination de $\lambda$ en fonction du régime et de la rugosité.

A - Pour  $Re < 2100$  : (régime laminaire)

Les pertes de charges sont dans ce cas assez simples à calculer car elles ne dépendent pas de la rugosité de la canalisation. Formule de Poiseuille :  $\lambda = \frac{64}{Re}$  (III.34)

B - Pour  $2000 < Re < 10^5$  : dans ce cas la relation de Blasius :  $\lambda = \frac{0.316}{Re^{1/4}}$

(III.35)

C - Pour  $Re > 10^5$  :

Il est possible d'utiliser la formule de Von KARMAN en compte la rugosité de la canalisation. Formule de NIKURADSE  $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,71D} \right)$  (III.36)

L'expression de Colebrook  $\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3,71D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda_0}} \right)$  en globe toutes les expressions

Dans notre projet on utilise en premier lieu une formule approchée comme

*NIKURADSE*:  $\frac{1}{\sqrt{\lambda_0}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3,71D}\right)$  pour obtenir  $\lambda_0$  ensuite on calcule :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3,71D} + \frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\lambda_0}}\right). \quad (\text{III.37})$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} = \frac{4Q}{\pi D \nu}$$

$\nu$  : coefficient viscosité cinématique du fluide, pour l'eau : [12]

$$\nu = \frac{\nu_0}{1 + 0.0368t + 0.000221t^2} \quad (\text{III.38})$$

$\nu_0 = 0.018$  stokes avec : 1st=1cm<sup>2</sup>/s. [20]

t : température centigrade (°c).

Q : Débit de point de fonctionnement

D : Diamètre de conduite.

Nous allons effectuer plusieurs itérations suivant la précision voulue.

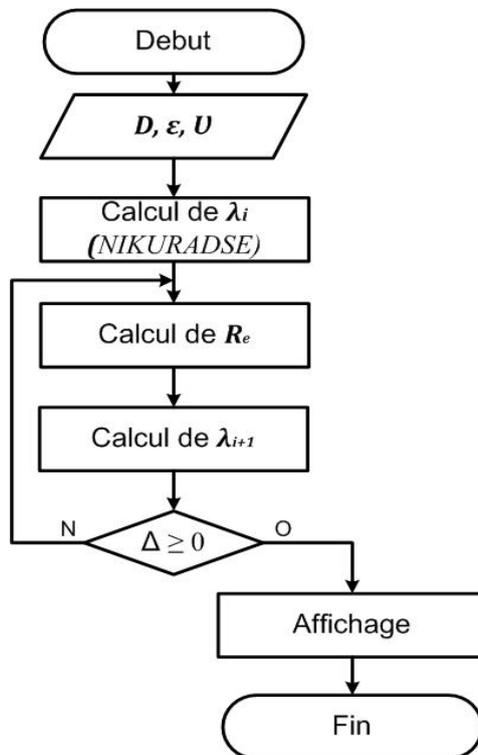


Figure N°III.03 : Organigramme de calcul  $\lambda$

Il est aussi possible d'obtenir les pertes de charges sans les calculer à l'aide du diagramme de Moody.

### B – Formule de HAZEN-WILLIAMS:

Les deux physiciens américain WILLIAM et HAZEN ont élaborer une formule avec un coefficient qui varie en fonction de la conduite en service..

La formule générale est la suivante :

$$J = L \frac{Q^M}{C_{HW} \cdot D^N} \quad (\text{III.39})$$

Avec :

J : perte de charge linéaire en m/ml.

L, M, N : coefficients numérique « L= 10,67 ; M= 1,852 ; N= 4,87 »

$C_{HW}$  : coefficient de hazen-williams.

Q : débit en « m<sup>3</sup>/s »

D : diamètre de la conduite en « m »

Tableau N°III.01 : valeurs des coefficients  $C_{HW}$  en fonction de la rugosité.

$\varepsilon$ (mm)	2,0	1,0	0,5	0,25	0,1	0,05	0,025	0
$C_{HW}$	95	106	116	130	136	141	145	—

La rugosité absolue «  $\varepsilon$  » représente la hauteur des aspérités présentes dans toutes les conduites industrielles.

Le Tableau (N°III.02) donne quelques valeurs de «  $\varepsilon$  » qui dépendent essentiellement du matériau en contact avec le fluide.

Tableau N°III.02 : Rugosité absolue de quelques matériaux.

Matériaux	Rugosité ( $\epsilon$ )
Acier neuf	0,05
Acier neuf, revêtement plastique	0,03
Acier neuf, lisse non poreux	0,03
Béton neuf (centrifugé)	0,04
Béton, moules lisses	0,40
Béton, moules grossiers	0,03
Fonte neuve	2,00
Fonte neuve, revêtement bitume	0,50
Fonte neuve, revêtement ciment	0,12
Aluminium	0,07
Cuivre, Plomb neuf	0,02
Laiton	0,01
Fibrociment neuf	0,06
Grés vernissé	0,08
Plastique	0,002
Bois	0,30
Verre	0,02

## 5.2. Pertes de charge locale :

Les pertes de charges singulières correspondant aux accidents de parcours dans les réseaux hydrauliques et sont exprimées par la relation suivante [13]

$$h_s = k \frac{v^2}{2g} \quad (\text{III.40})$$

Avec : K : coefficient de résistance locale.

V : vitesse d'écoulement des veines liquides.

$g$  : accélération de pesanteur.

## A – Coude :

### - Coude arrondi :

Le coefficient de perte de charge  $k_{cdar}$  dépend de l'angle  $\alpha$  et du rapport du diamètre de conduite sur le rayon du coude  $r$ .



$$K_{cdar} = \left[ 0,131 + 1,847 \left( \frac{d}{2r} \right)^{\frac{7}{2}} \right] \left( \frac{\alpha}{90^\circ} \right) \quad (\text{III.41})$$

### - Coude Brusque :

Le coefficient de perte de charge  $K_{cdbr}$  dépend de l'angle  $\alpha$  comme montré dans le tableau suivant : (Tableau N°III.03)

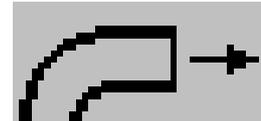


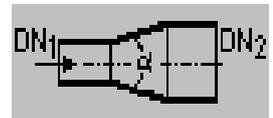
Tableau N°III.03: Valeurs du coefficient  $k_v$ .

$\alpha$ (°)	22,5	30	45	60	90
$K_{cdbr}$ a parois lisse	0,07	0,11	0,24	0,47	1,13
$K_{cdbr}$ a parois rugueuses	0.11	0.165	0.32	0.684	1.265

## B – Cône :

### - Cône Divergent:

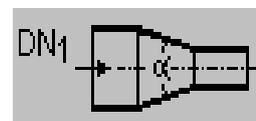
Le coefficient de perte de charge  $k_{Div}$  dépend de l'angle  $\alpha$  et le rapport du deux diamètres de conduite  $D_1$  et  $D_2$ . et donnée par la formule suivante :



$$K_{Div} = 3,2 \left( \text{tg} \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right)^{1,25} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right]^2 \quad (\text{III.42})$$

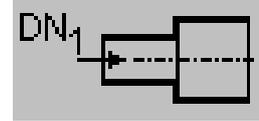
### - Cône convergent:

La perte de charge dans les convergents est négligeable.



### C – Changement brusque de diamètre :

Le coefficient de perte de charge  $k_{Cha}$  dépend de deux diamètres de conduite  $D_1$  et  $D_2$ . et donnée selon les formules suivantes :

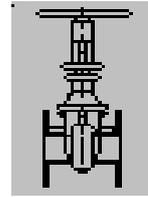


$$\text{Rétrécissement : } K_{rét} = 0,5 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{D_2}{D_1} \right)^2 \right] \quad (\text{III.43})$$

$$\text{Elargissement : } K_{ela} = \left[ 1 - \left( \frac{D_1}{D_2} \right)^2 \right] \quad (\text{III.44})$$

### D – vanne :

#### - Vanne opercule :



Pour une vanne opercule qui recouvre la conduite, le coefficient de perte de charge  $k_{vo}$  dépend du degré de fermeture de la vanne caractérisée par le rapport P/D qui est choisie du tableau suivant :

Tableau N°III.04 : Valeurs du coefficient  $k_{vo}$ .

P/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8
$K_{vo}$	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17	98

#### - Vanne à papillon :

Le coefficient de perte de charge  $k_{vp}$  dépend de l'angle  $\alpha$ , qui est donné par le tableau suivant :

Tableau N°III.05 : Valeurs du coefficient  $k_{vp}$ .

$\alpha^\circ$	5	10	15	20	30	40	45	50	60	70
$K_{vp}$	0,24	0,52	0,9	1,5	3,9	11	19	33	118	750

#### - Vanne à Boisseau :

Le coefficient de perte de charge  $k_{vb}$  dépend de l'angle  $\alpha$ , qui est donné par le tableau suivant :

Tableau N°III.06 : Valeurs du coefficient  $k_{vb}$ .

$\alpha^\circ$	5	10	15	20	30	40	45	50	55	60
$K_{vb}$	0,05	0,29	0,75	1,56	5,5	17	31	53	110	206

**E- Clapet :****- Clapet à battant :**

Le coefficient de perte de charge  $k_{cb}$  dépend de l'angle  $\alpha$ , qui est donné par le tableau suivant :

Tableau N°III.07 : valeurs du coefficient  $k_{cb}$ .

$\alpha^\circ$	20	30	40	45	50	55	60	65	70	75
$K_{cb}$	1,7	3,2	6,6	9,5	10	20	30	42	62	90

**- Clapet a charnière :**

Le coefficient de perte de charge  $k_{cc}$  dépend de l'angle  $\alpha$ , qui est donné par le tableau suivant :

Tableau N°III.08 : valeurs du coefficient de pertes  $k_{cc}$ .

$\alpha^\circ$	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70
$K_{cc}$	90	62	42	30	20	14	9,5	6,6	3,2	1,7

**G-Branchement :**

Le coefficient de perte de charge  $k_{Bran}$  dépend au type de branchement, qui est donné par le tableau suivant : [14]

Tableau N°III.09 : valeurs du coefficient de pertes  $k_{cc}$ .

Désignation	$K_{Bran}$
Té-départ	1,5
Té-amené	2
Té-séparation	3
Té-convergence	3
Té-oblique	0,5

**H- Crépine :**

Les crépines sont destinées à protéger les appareils raccordés en aval en retenant les corps étrangers qui pourraient circuler dans la conduite, et même dans la pompe.

- **Crépine à tamis** : l'élément filtrant est une grille à maille de 2mm, renforcée par un support formé de tôle cylindrique d'épaisseur 1mm perforée (10x10) mm. [15]

Tableau N°III.10 : valeurs du coefficient  $k_{cr}$ .

D (mm)	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
$K_{cr}$	0,44	0,56	0,89	1,27	2,00	2,82	3,32	4,94	6,75	7,37

## **6. Conclusion :**

L'installation de la pompe à des conditions fort importantes et ne doivent pas être négligées (les conditions d'aspiration (NPSH), d'amorçage et l'encombrement du groupe). La bonne installation de la pompe nous assure une durée de vie importante avec économie de l'énergie électrique.

La pompe doit être équipée en amont et en aval avec des équipements hydrauliques et des appareils de mesures à fin de bien maîtriser le réseau.

Notre but essentiel est d'installer correctement une pompe du point de vue équipements en amont et en aval, et du point de vue de calage de la pompe par rapport au plan d'aspiration soit en charge, ou en aspiration pour que la pompe fonctionne dans les bonnes conditions (sans le risque de cavitation et avec un rendement acceptable et que la durée de fonctionnement de la pompe soit rentable.

## **1. Introduction :**

Il s'agit d'une étape cruciale dans la réalisation d'une application donnée. Le futur d'un logiciel dépend beaucoup de cette phase, elle nous permet d'éviter le développement d'une application non satisfaisante. Pour cela le développeur doivent être en étroites relations, voire avoir un intermédiaire entre eux s'il le faut.

Pour arriver à nos préoccupations il nous faut prendre connaissance de :

- L'analyse et la définition des besoins : permet de trouver un commun accord entre les spécialistes et les utilisateurs.
- L'étude de la faisabilité : Le domaine d'application, l'état actuel de l'environnement du futur système, les ressources disponibles, les performances attendues, etc.

Le présent chapitre représente un aperçu global de l'application.

## **2. Présentation de l'entreprise POVAL:**

### **2.1. Présentation de POVAL :**

L'unité pompes de Berrouaghia dénommée (UPG), fait partie de l'entreprise Publique économique pompes et vannes algériennes (EPE POVAL), créée en mars 1997, suite à la dissolution de l'Entreprise Nationale de Production de Matériel Hydraulique (ENPMH).

Cette dernière est issue, en 1981 de l'ex Société Nationale de Construction Mécanique (SONACOME), par décret gouvernemental, dans le cadre de la décentralisation des entreprises publiques.

L'unité pompes de Berrouaghia fait partie intégrante du complexe de Berrouaghia. Son objectif initial était de répondre au marché national dans le domaine des pompes centrifuges destinées à l'hydraulique et les hydrocarbures.

Dans la première phase de sa création et avec la politique de protectionnisme du secteur industriel, l'entreprise avait le monopole sur le marché national.

La production à démarré en 1982, avec l'ouverture du marché l'unité s'est trouvée confronter à la concurrence et était obligée de revoir sa politique de gestion. En 1996 son effectif à été réduit de 750 à 420 personnes, actuellement avec le départ en retraite, l'effectif est de 335 (dont 20 gardiens).

Dans le cadre de la stratégie globale de la recherche des investissements étrangers, initiée par l'état, l'entreprise a entamé en juin 1997 les premières discussions avec les plus grands fournisseurs de l'unité en moteurs immergés pour la recherche d'un éventuel partenaire avec l'unité pompes. [16]

## **2.2.Produit de POVAL :**

Les familles des pompes de Poval c'est :

### **A- Pompes Monocellulaires:**

Les pompes utilisées pour le relèvement de liquides chargés sont avant tout des pompes centrifuges du type monobloc : le moteur est accolé à la partie hydraulique et c'est l'arbre du rotor qui entraîne directement la roue mobile, sans accouplement. Ces pompes peuvent véhiculer des liquides chargés tels que les eaux pluviales, les eaux d'infiltration, les eaux usées domestiques, .....etc.

Domaine d'utilisation: -HYDRAULIQUE.

-AGRICULTURE

-INDUSTRIE

### **B- Pompes Multicellulaires :**

La pompe doit être placée en charge, il faut évidemment tenir compte de la hauteur d'aspiration et l'amorçage.

Domaine d'utilisation:

-Services généraux et adduction d'eau industrielle et communale.

-Alimentation de chaudière.

-Réseau incendie.

-Lavage

### **C- Pompes Multicellulaires Immergées :**

L'installation immergée fixe est mieux adaptée au petit poste d'enlèvement. Le groupe immergée est relié à sa canalisation de refoulement par un accouplement direct mettant une mise en place et un démontage automatique à partir de la surface.

C'est la solution lorsque l'eau a une profondeur importante.

Domaine d'utilisation:

- HYDRAULIQUE.
- AGRICULTURE.
- INDUSTRIE.

#### **D- Pompes Auto-amorçantes :**

Ce type de pompe nécessite un local de pompage séparé de la bache de l'effluent ou le moteur doit être correctement refroidi.

Domaine d'utilisation:

- Bâtiment et Travaux publics.
- Industrie.
- Marine.

#### **E- Pompes Submersibles :**

Elles s'installent directement dans la cuve de relèvement et s'immergent dans le liquide pompé.

Comme montré dans l'Annexe II

### **3. Les équations des caractéristiques de différentes pompes :**

D'après les fiches techniques dans l'annexe N°01, Nous allons déterminer les équations de différentes pompes algériennes existantes de POVAL comme sont référencées selon leur type:

#### **A-Pompes Monocellulaires :**

Types	Caractéristiques	Equations	Coef de détermination (R <sup>2</sup> )
40-NVA	H=f(Q)	$y = -0,022x^2 + 0,086x + 29,00$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 0,004x^3 - 0,418x^2 + 9,457x - 1,64$	0,996
	Pression = f(Q)	$y = -7E-06x^3 + 0,064x + 0,931$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,003x^2 + 0,025x + 1,333$	0,999
50-NVA	H=f(Q)	$y = -0,018x^2 + 0,351x + 39,07$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = -0,0004x^3 - 0,047x^2 + 3,437x + 14,15$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -4E-05x^3 + 0,001x^2 + 0,060x + 1,744$	0,999

	NPSHr = f(Q)	$y = 0,010x^2 - 0,389x + 6,445$	0,999
70-NVA	H=f(Q)	$y = -0,007x^2 + 0,306x + 48,9$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = 0,00017x^3 - 0,044x^2 + 3,021x + 6,126$	0,997
	Pression = f(Q)	$y = -2E-05x^3 + 0,001x^2 + 0,066x + 4,02$	1
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,002x^2 - 0,107x + 4,78$	0,999
80-NVA	H=f(Q)	$y = -0,007x^2 + 0,411x + 63,2$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 7E-05x^3 - 0,025x^2 + 2,374x + 1,166$	0,996
	Pression = f(Q)	$y = -3E-06x^3 - 0,0003x^2 + 0,164x + 6,366$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,001x^2 - 0,037x + 3,5$	0,999
100-NVA	H=f(Q)	$y = -0,003x^2 + 0,269x + 87,98$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = 3E-05x^3 - 0,011x^2 + 1,564x + 3,987$	1
	Pression = f(Q)	$y = -5E-06x^3 + 0,0003x^2 + 0,224x + 10,4$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = -2E-06x^3 + 0,001x^2 - 0,060x + 3,355$	0,999
200-NVA	H=f(Q)	$y = -0,00008x^2 + 0,050x + 27,49$	0,991
	Rendement = f(Q)	$y = -2E-07x^3 - 0,0001x^2 + 0,444x + 11,43$	0,992
	Pression = f(Q)	$y = 6E-08x^3 - 0,0001x^2 + 0,108x + 8,428$	1
	NPSHr = f(Q)	$y = 7E-05x^2 - 0,025x + 3,5$	1

### B -Pompes Multicellulaires :

Types	Caractéristiques	Equations	Coef de détermination (R <sup>2</sup> )
TN 32	H=f(Q)	$y = -0,061x^2 + 0,408x + 75,65$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 0,002x^3 - 0,248x^2 + 7,224x - 2,055$	0,997
	Pression = f(Q)	$y = -2E-05x^3 - 0,002x^2 + 0,238x + 1,861$	0,998
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,011x^2 - 0,258x + 2,449$	0,999

TN 50	H=f(Q)	$y = -0,050x^2 + 0,718x + 303,2$	0,997
	Rendement = f(Q)	$y = -0,038x^2 + 2,984x + 6,03$	1
	Pression = f(Q)	$y = 2E-06x^3 + 0,0001x^2 + 0,071x + 3,853$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,001x^2 - 0,032x + 1,249$	0,991
TN 60	H=f(Q)	$y = -0,012x^2 - 0,236x + 337,4$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 7E-06x^3 - 0,016x^2 + 2,052x + 3,333$	1
	Pression = f(Q)	$y = 3E-05x^3 - 0,004x^2 + 0,668x + 33,68$	0,990
	NPSHr = f(Q)	$y = -1E-05x^3 + 0,002x^2 - 0,151x + 4,392$	0,999
M5	H=f(Q)	$y = -1,451x^2 + 7,573x + 285,1$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 0,012x^3 - 1,106x^2 + 15,71x - 4,354$	0,997
	Pression = f(Q)	$y = 0,013x^3 - 0,271x^2 + 2,057x + 3,771$	0,849
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,021x^2 - 0,127x + 2,236$	0,991
MH	H=f(Q)	$y = -0,007x^2 + 0,221x + 315,1$	0,996
	Rendement = f(Q)	$y = -8E-06x^3 - 0,004x^2 + 1,328x - 5,932$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -3E-06x^3 - 4E-05x^2 + 0,405x + 60,46$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 5E-07x^3 + 6E-06x^2 + 0,004x + 2,247$	0,999

### C-Pompes Multicellulaires Immergées :

Types	Caractéristiques	Equations	Coef de détermination (R <sup>2</sup> )
XNC 14A	H=f(Q)	$y = -0,004x^2 + 0,113x + 11,00$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = -0,0003x^3 - 0,022x^2 + 2,290x + 22,24$	0,998
	Pression = f(Q)	$y = 1E-06x^3 - 0,0001x^2 + 0,05x + 0,234$	1
	NPSHr = f(Q)	$y = 5E-05x^3 - 0,001x^2 + 0,054x + 0,618$	1
XNC 14B	H=f(Q)	$y = -0,002x^2 + 0,054x + 11,45$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = -0,001x^3 + 0,122x^2 - 3,266x + 87,48$	0,972
	Pression = f(Q)	$y = -0,00034x^2 + 0,045x + 0,472$	0,998

	NPSHr = f(Q)	$y = -3E-06x^3 + 0,001x^2 - 0,068x + 2,214$	0,999
XNC 14D	H=f(Q)	$y = -0,005x^2 + 0,048x + 10,88$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = -0,001x^3 - 0,017x^2 + 3,770x + 3,482$	0,998
	Pression = f(Q)	$y = -8E-06x^3 + 0,00014x^2 + 0,014x + 0,557$	0,997
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,002x^2 - 0,055x + 1,688$	0,995
BGN 18A	H=f(Q)	$y = -0,011x^2 + 0,212x + 20,07$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = -0,002x^3 + 0,079x^2 + 0,642x + 41,98$	0,998
	Pression = f(Q)	$y = -3E-06x^3 - 0,00039x^2 + 0,060x + 0,541$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,00027x^3 - 0,014x^2 + 0,285x - 0,773$	0,999
BGN 18B	H=f(Q)	$y = -0,004x^2 + 0,140x + 18,49$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = 0,00027x^3 - 0,072x^2 + 4,463x - 9,085$	0,977
	Pression = f(Q)	$y = 1E-08x^3 - 0,0005x^2 + 0,065x + 0,750$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,0018x^2 - 0,059x + 2,019$	0,997
XN8 L	H=f(Q)	$y = -0,001x^2 + 0,134x + 16,54$	0,994
	Rendement = f(Q)	$y = -3E-05x^3 + 0,007x^2 - 0,342x + 65,17$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -3E-06x^3 + 0,00076x^2 - 0,029x + 5,616$	0,997
	NPSHr = f(Q)	$y = 2E-06x^3 - 0,00037x^2 + 0,042x + 1,772$	0,995
XN8 H	H=f(Q)	$y = -0,0008x^2 + 0,051x + 19,55$	0,992
	Rendement = f(Q)	$y = -6E-05x^3 + 0,006x^2 + 0,574x + 22,06$	1
	Pression = f(Q)	$y = -3E-06x^3 + 0,00085x^2 - 0,069x + 7,406$	0,999
	NPSHr = f(Q)	$y = -1E-06x^3 + 0,00049x^2 - 0,029x + 3,909$	0,998
XN8 G	H=f(Q)	$y = -0,0009x^2 + 0,027x + 20,40$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = -6E-05x^3 + 0,007x^2 + 0,059x + 47,86$	0,998
	Pression = f(Q)	$y = -6E-06x^3 + 0,001x^2 - 0,116x + 7,562$	0,992
	NPSHr = f(Q)	$y = 4E-06x^3 - 0,00033x^2 + 0,010x + 3,716$	0,999

POSO 160	H=f(Q)	$y = -0,0007x^2 - 0,013x + 59,33$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = -1E-05x^3 + 0,001x^2 + 0,853x + 20,12$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -8E-06x^3 + 0,002x^2 - 0,036x + 70,96$	0,997
	NPSHr = f(Q)	$y = -3E-07x^3 + 0,0001x^2 + -0,056x + 5,591$	0,998

**D-Pompes Auto-amorçantes :**

Types	Caractéristiques	Equations	Coef de détermination (R <sup>2</sup> )
J 50	H=f(Q)	$y = -0,004x^2 + 0,002x + 25,63$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = -0,048x^2 + 3,316x + 0,24$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -2E-06x^3 - 0,0003x^2 + 0,066x + 1,44$	1
	NPSHr = f(Q)	$y = 0,003x^2 + 0,005x + 1,265$	0,999
J 70	H=f(Q)	$y = -0,002x^2 + 0,069x + 19,99$	0,993
	Rendement = f(Q)	$y = -0,02x^2 + 2,12x - 0,1$	0,993
	Pression = f(Q)	$y = 2E-05x^3 - 0,003x^2 + 0,203x - 0,435$	0,994
	NPSHr = f(Q)	$y = 7E-05x^3 - 0,007x^2 + 0,231x - 1,124$	0,994

**E-Pompes Submersibles :**

Types	Caractéristiques	Equations	Coef de détermination (R <sup>2</sup> )
KDFU 65	H=f(Q)	$y = -0,015x^2 + 0,042x + 19,44$	0,999
	Rendement = f(Q)	$y = -0,109x^2 + 4,057x + 1,742$	0,998
	Pression = f(Q)	$y = -7E-05x^3 + 0,002x^2 + 0,030x + 1,357$	0,999
KDFU 125	H=f(Q)	$y = -0,001x^2 - 0,007x + 31,63$	0,998
	Rendement = f(Q)	$y = 5E-06x^3 - 0,010x^2 + 1,410x + 0,429$	0,999
	Pression = f(Q)	$y = -6E-06x^3 + 0,0003x^2 + 0,030x + 5,112$	0,999

#### 4. Choix des pompes hydrauliques :

Le choix des pompes centrifuges dépend de différents critères :

- Assurer  $H_{cal}$  et  $Q_{cal}$ .
- Meilleur rendement.
- Charge Nette d'aspiration réduite (NPSH)<sub>r</sub>.
- Puissance absorbée minimale.
- Encombrement faible, poids faible.

Dans notre cas, nous prenons en considération ces critères pour le choix; et nous étudions deux possibilités de choix :

##### 4.1. Choix directe :

Nous avons notre pompe, les caractéristiques hydrauliques, le rendement maximal, et en comparer et vérifier avec nos besoin.

##### 4.2. Choix hydraulique : il existe deux cas

###### \*en fonction Q, H directe :

Choix d'une pompe avec un meilleur rendement et en comparer le débit du réseau avec le débit nominal et la hauteur manométrique totale ; tout en prenant une plage de bon fonctionnement en comparant et en vérifiant les données existantes avec les besoins définis aux paravents

$$Q_N - 15\% Q_N \leq Q_{pompe} \leq Q_N + 15\% Q_N \quad (IV.1)$$

et

$$f(1,15Q_N) \leq H_{MT} \leq f(0,85Q_N)$$

(IV.2)

avec :  $Q_N$  le débit nominal qui est donné pour un rendement maximal [17]

###### \*en fonction de point de fonctionnement :

Le point de fonctionnement se situe à l'intersection de la caractéristique de la pompe et de celle du réseau

$(H-Q)_P$  point de fonctionnement

$(H-Q)_C$

La caractéristique du réseau est une parabole.  $H_{réseau} = H_g + \Delta H$

(IV.3)

Avec :  $H_g$  : la hauteur géométrique

$\Delta H$ : Les pertes de charge dans la conduite d'aspiration et la conduite de refoulement sont données par la somme des pertes de charges singulières et linéaires.

$$\Delta H = \sum H_{Linéaire} + \sum H_{Singulière} \quad (IV.4)$$

Le choix des pompes se fait selon l'organigramme suivant :

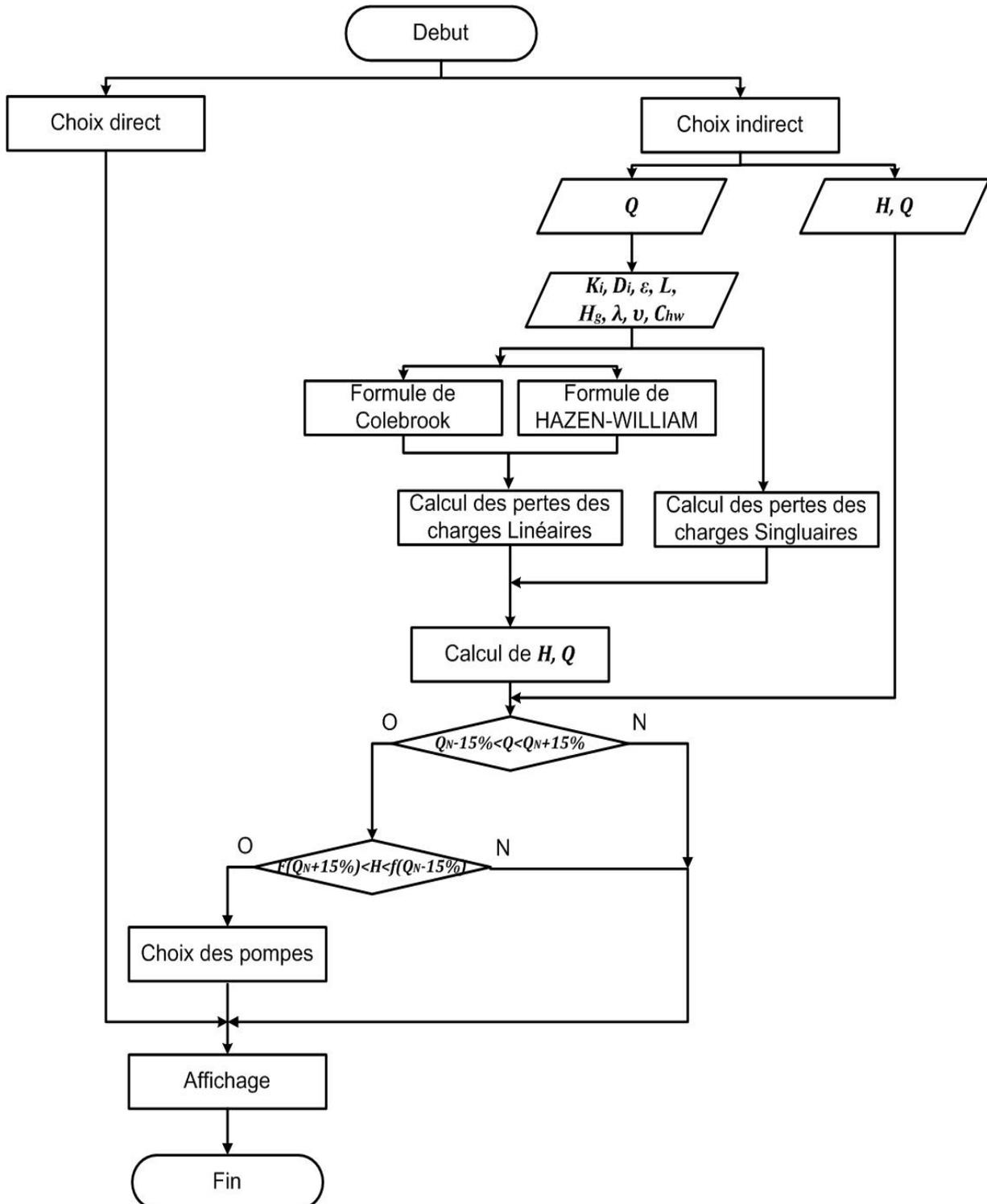


Figure N°IV.01 : Organigramme de Choix des pompes.

Quand le programme a été exécuté .le calcul a été fait sur la base de ces (07) données à déterminer :

- 1- Les pertes de charge linéaire et singulières (m).
- 2- La hauteur théorique de la pompe (m).
- 3- La hauteur réelle de la pompe (m).
- 4- Le rendement global de la pompe (m).
- 5- La pression de la pompe (m).
- 6- NPSH requit de la pompe (m).
- 7- Lire la vitesse de rotation  $r$  (tr/min).

## 5. Conclusion :

Le choix des pompes est très complexe, dépend de plusieurs paramètres, et qui sont les suivants :

1 Type d'installation de la pompe :

- a) en aspiration,
- b) en charge.

2 Caractéristique de réseau :

- a) Longueur d'aspiration.
- b) Longueur de refoulement
- c) Diamètre d'aspiration et refoulement
- d) Singularité
- e) Raccordement (pompe –Réservoir)

3 Besoins en eau ( $Q_{\text{demandé}}$ ) et la charge à élever ( $H_c$ ).

4 Nature de liquide à pomper.

Tous ces critères doivent répondre au meilleur choix de la pompe afin que le moteur de recherche soit efficace et facile à utiliser selon la demande de l'utilisateur.

## **1. Introduction :**

Notre but consiste à développer un logiciel permettant de gérer le choix des pompes de POVAL, et quelques accessoires. La multitude des tâches que notre application est capable de répondre à un grand nombre de fenêtres. Pour des applications efficaces de nous avons essayé d'utiliser deux types de container (JFrame et JDialog). Nous sélectionnons quelques uns qui nous paraissent importantes pour les intégrer dans ce présent mémoire.

## **2. Contexte et motivation du projet :**

### **2.1. Contexte :**

Comme précédemment, EPE POVAL n'est pas une société consommatrice, elle est plutôt productrice. Toutes les applications développées sont destinées alors à leur client.

L'application en question s'agit d'une commande d'un choix des pompes. Il s'agit donc d'un logiciel commercial spécialisé dans le domaine hydraulique, cette solution doit être capable d'automatiser les tâches qui sont faites à l'heure actuelle manuellement.

### **2.2. Approche de solution :**

En tenant compte des critiques et des besoins d'informatiser les services cités ci-dessus la solution est de concevoir et développer un logiciel permettant de satisfaire au maximum possible le client.

Pour cela l'application doit répondre aux besoins suivants :

- 1- Avoir un logiciel performant.
- 2- Avoir un logiciel qui respecte les principes des Interfaces Homme/Machine (IHM) tels que l'ergonomie et la fiabilité.
- 3- Réduire les tâches manuelles qui nous permettraient de gagner en spatio-temporel.
- 4- Archiver les informations.
- 5- Avoir des connaissances d'informatiques.

### 3. Méthodes et outils pour l'application :

Il est évident que les méthodes et les outils choisis pour concevoir et développer une application doivent être en fonction de l'environnement et du domaine d'application de celle-ci. Cela est bien expliqué par le génie logiciel.

Dans ce chapitre on va mettre l'accent sur les avantages de l'approche orienté objet, les architectures n-tiers et l'approche du **Visual Studio (Vb.Net)** et en dernier lieu justifier notre choix sur les méthodes et outils à appliquer pour faciliter notre tâche.

#### 3.1. Avantages de l'approche orientée objet :

Parmi les avantages de cette approche, on peut citer : la réutilisabilité des éléments (objets), l'avantage d'utiliser un objet de base afin de produire un autre qui peut être une amélioration de cet objet (phénomène d'héritage), etc.

L'objet est le cœur de cette approche. Tout objet donné possède deux caractéristiques :

- Son état courant (attributs)
- Son comportement (méthodes)

En approche orientée objet on utilise le concept de **classe**, celle-ci permet de regrouper des objets de même nature.

Une classe est un moule (prototype) qui permet de définir les attributs (champs) et les méthodes (comportement) à tous les objets de cette classe.

#### 3.2. Visual Studio (Vb.Net) :

« Le visuel basic est un environnement de développement intégré propriétaire pour le langage BASIC sous Windows, édité par Microsoft <sup>TM</sup>, il en existe plusieurs groupes qui sont :

Jusqu'à la version 4 et pour toutes les versions VBA-Interprétés/ évènementiels procéduraux.

Les versions 5 et 6- compilés (ou natifs) / évènementiels procéduraux.

A partir de VBA 2003 (VB.NET)- managés / objets.

Les langages interprétés ont besoin d'un « runtime » spécifique pour s'exécuter, l'interprétation de commande. A l'identique des langages de script, le code est interprété sous la forme dans le quel vous l'écrivez, bien qu'il soit possible de lui faire subir un pseudo compilation pour rechercher certains types d'erreurs (de liaison principalement).

Un langage natif (ou compilé) transforme le code que vous écrivez à l'aide d'un compilateur en une série d'instructions directement utilisables par le processeur.

Les langages procéduraux utilisent des éléments de code sous forme de procédures linéaires.

Les langages événementiels utilisent des éléments de code répondant à des éléments spécifiques.

Les langages objets utilisent des éléments de codes décrits dans des classes. [18]

« Visual Basic (VB) est un langage de programmation événementiel de troisième génération ainsi qu'un environnement de développement intégré, créé par Microsoft pour son modèle de programmation COM. Visual Basic est directement dérivé du BASIC et permet le développement rapide d'applications, la création d'interfaces utilisateur graphiques, l'accès aux bases de données en utilisant les technologies DAO, ADO et RDO, ainsi que la création de contrôles ou objets ActiveX. Les langages de script tels que Visual Basic for Applications et VBScript sont syntaxiquement proches de Visual Basic, mais s'utilisent et se comportent de façon sensiblement différente

Un programme en VB peut être développé en utilisant les composants fournis avec Visual Basic lui-même. Les programmes écrits en Visual Basic peuvent aussi utiliser l'API

Windows, ceci nécessitant la déclaration dans le programme des fonctions externes.

Visual Basic est un des langages les plus utilisés pour l'écriture d'applications commerciales. Dans une étude conduite en 2005, 62 pour cent des développeurs déclaraient utiliser l'une ou l'autre forme de Visual Basic. Actuellement, les langages les plus utilisés dans le domaine commercial sont Visual Basic, C++, C#, Java.

La dernière mise à jour de Visual Basic est la version 6.0, sortie en 1998. Le support étendu Microsoft a pris fin en 2008. À partir de la version 7, le Visual Basic subit des changements substantiels le rapprochant de la plate-forme « dot Net », et qui amènent Microsoft à le commercialiser sous le nom de Visual Basic .NET. [19]

Visual Basic.Net apporte une puissance inégalée et nécessite une rigueur importante mais il devient vite complexe et technique. La documentation et les livres sont totalement hermétiques pour les novices et rebutent totalement les débutants. Les articles sur le Web sont très techniques et traitent d'emblée de problèmes complexes, ils sont nécessaires mais pas pour le débutant, à ma manière, très simplement, nous allons développer un programme afin de permettre un bon démarrage même à celui

qui n'a jamais fait d'informatique. (Le traitement des programmes Windows: Windows Forms et WPF mais pas ASP Web).

Visual Basic .Net est un langage de programmation à la syntaxe similaire à celle de Visual Basic 6.

Néanmoins, ces deux langages sont assez peu comparables dans la pratique tant l'évolution entre ceux-ci est énorme. Le principal changement étant sans conteste l'introduction de l'orientation objet dans le langage.

VB.NET permet de développer en .Net via Visual Studio, c'est-à-dire seulement sur les systèmes d'exploitation Windows (98, 2000, XP, Vista, 7). Il existe cependant un projet visant à porter la plateforme Dot.Net (et donc VB.NET) sous Linux, Mac OS et Open BSD. Ce projet s'appelle Mono et il permet déjà de faire tourner nativement des applications .NET 2.0.

Il est important de rappeler que tout programme VB.NET est compilé dans le même langage intermédiaire (IL) que C# ou tout autre langage de la plateforme Dot.Net

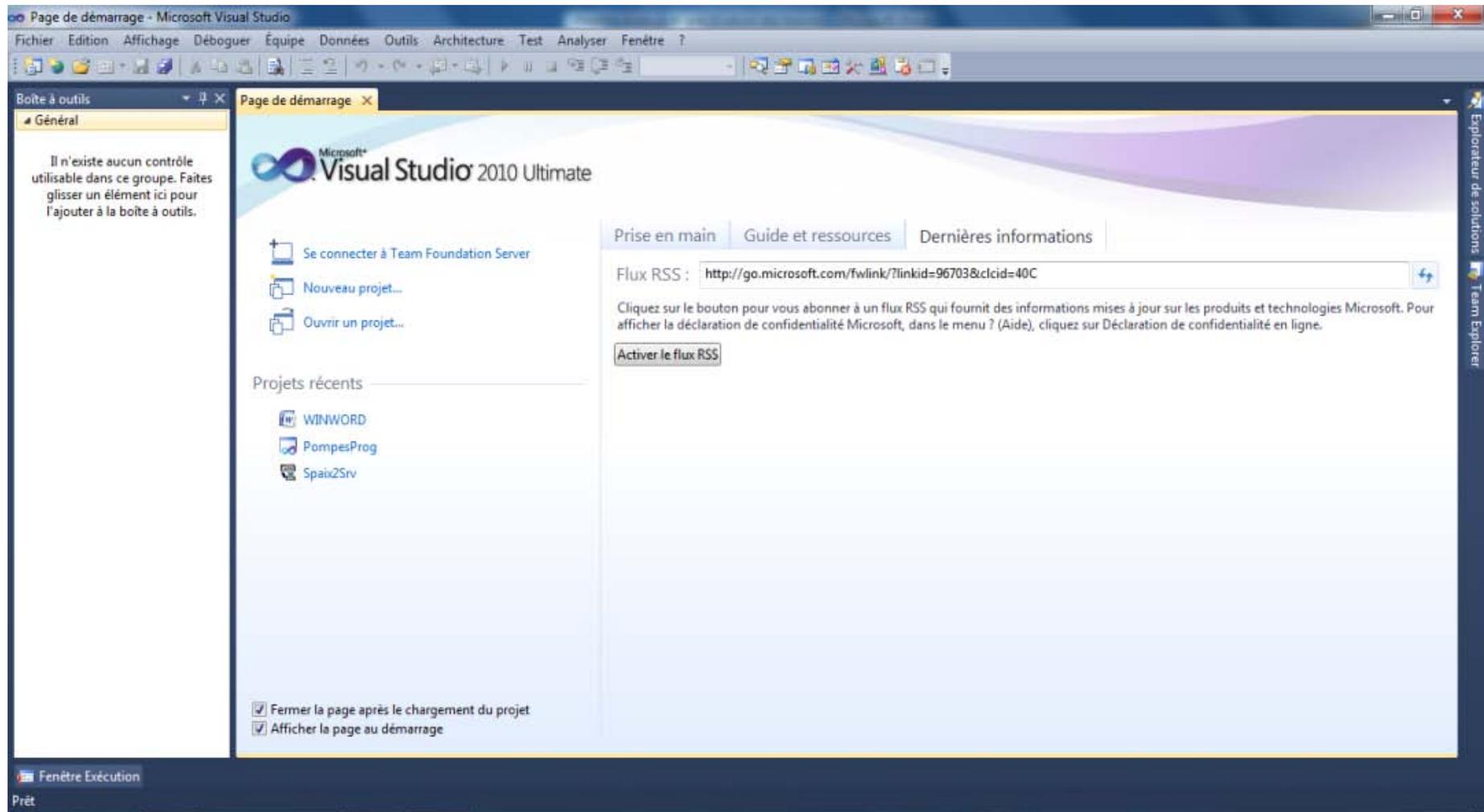


Figure N°V.01 : vue général de logiciel de développement.

### 3.3. Choix des outils de conception :

En Génie Logiciel (GL) la conception constitue une phase fondamentale dans le cycle de vie d'un logiciel. La réussite de ce dernier dépend beaucoup de cette étape. Dans notre application nous allons se baser sur deux conceptions : la conception architecturale et la conception détaillée.

VB fait parti des langages suivant le concept orienté objet il a un environnement de développement intégré (EDI) qui permet de développer facilement des interfaces graphiques.

En appliquant quelques propriétés à ces dernières et en écrivant quelques petits bouts de codes on obtient des résultats satisfaisants. [20]

**Classes :** une classe (Class) est la définition d'un objet de tous les jours. Par exemple, il est possible de définir une classe Humain afin de modéliser tous les êtres humains, et une nommée Chien pour représenter les chiens. Les classes peuvent également gérer des méthodes : ce sont (en général) des procédures concernant le fonctionnement de l'objet à modéliser.

**Objet :** Un objet est une instance de classe. Par exemple, Jimmy est un objet de type Chien. Pour illustrer ceci, nous allons créer un objet dans la section suivante.

**Module :** Il est possible d'utiliser des modules pour écrire des fonctions ou procédures publiques : Un Module est donc un groupe de fonctions. À la différence d'une fonction appartenant à une classe, une fonction publique d'un module peut être appelée à tout endroit du code. VB implémente les fonctions (Function) et les procédures (Sub). La seule différence entre une fonction et une procédure est que contrairement à une fonction, une procédure ne retourne pas de valeur

Portées de vos déclarations :

Méthodes, qui peuvent être de chacun des 4 types précités :

- Ceux qui sont Public sont accessibles suite à la création de l'objet.
- Ceux qui sont Private ou Protected ne sont accessibles qu'à l'intérieur même du module de classe.
- Les membres Protected sont similaires aux Private, mais ils ont une particularité en cas d'héritage.
- Les membres Friend ne sont accessibles qu'à l'intérieur du projet, et pas par des éléments extérieurs au projet en cours.

**Fonctions partagées :**

Dans une classe, les membres partagés (propriétés et méthodes) peuvent être appelés directement, sans passer par l'instanciation d'un objet. Le mot-clé Shared indique en effet que la propriété ou méthode ne s'appuie pas sur un objet spécifique mais bien sur la classe elle-même, et qu'elle peut être appelée directement à partir de cette classe, même si celle-ci n'a aucune instance en cours.

**La Surcharge :**

La surcharge est une technique simple à utiliser, qui permet d'utiliser le même nom de fonction avec des paramètres de différents types.

**L'Héritage :**

L'héritage est un mécanisme par lequel une classe dérivée (ou classe fille) hérite de toutes les caractéristiques de sa classe de base (ou classe mère). En bref, il est possible de créer via héritage vos classes à partir d'une classe existante : Il suffit pour cela d'utiliser le mot-clé Inherits.

**Constructeurs et Destructeurs :**

Un constructeur est une procédure spéciale qui est automatiquement exécutée quand un objet est créé. Une telle procédure se nomme New(). Les constructeurs peuvent faire l'objet de surcharge mais contrairement aux autres méthodes, le mot clé Overloads n'est pas requis.

Par opposition, un destructeur (Destructor) est une procédure qui est automatiquement exécutée à la mort de l'objet.

**3.4. Choix du SGBD :**

De nombreux SGBD sont disponibles sur le marché, partant des SGBD gratuits jusqu'aux SGBD destinés spécialement aux professionnels, comportant de plus nombreuses fonctionnalités, mais plus coûteux. [21]

En guise de cause on mentionne quelques facteurs subjectifs qui influent souvent sur le choix du SGBD :

- ✓ La politique sécuritaire
- ✓ Le budget à disposition
- ✓ Les compétences déjà acquises en terme de développement et d'administration et au besoin du prix de la formation

- ✓ Le système d'exploitation hébergeant
- ✓ Les architectures logicielles et matérielles
- ✓ La richesse fonctionnelle du SGBDR
- ✓ Les ressources (disques, mémoire, CPUs, Transactions par secondes, nombre de connexions simultanées)
- ✓ L'attente que vous avez vis-à-vis du support technique
- ✓ Les compétences déjà acquises en termes de développement et d'administration
- ✓ Le type d'accès aux données (OLTP, décisionnelle, reporting, mixte)

Faisons l'étude de quelques uns qui sont connus par un grand nombre du public :

Access :

Access est aussi bien un outil grand public que professionnel, selon les besoins qu'on a. Il est assez performant en tant que SGBD allié à un outil de développement intégré qui en facilite l'utilisation. Access peut, en tant qu'outil de développement, être utilisé conjointement avec un véritable Serveur de base de données SQL pour bénéficier des avantages du Client/serveur, sous certaines conditions. Un néophyte peut facilement utiliser Access et se créer une base de données complète, grâce à de nombreux assistants pour l'aider à remarquer son intégration dans Office.

Le problème est qu'Access en tant que format de données n'est pas un SGBD client/serveur mais seulement un SGBD fichier. Le trafic qu'il génère sur le réseau en utilisation réseau multiposte peut fortement perturber ses performances. Les performances chutent rapidement lorsque plusieurs utilisateurs sont connectés ou si la base dépasse les 100000 lignes. Cependant Access en tant qu'outil de développement peut être utilisé conjointement avec un véritable Serveur de base de données SQL pour bénéficier des avantages du Client/serveur.

MS-Access reste un bon choix si vous souhaitez avoir une base de donnée de petite taille mais facilement gérable, ou que vous ne connaissez pas grand chose aux SGBD.

En se référant du domaine d'application du logiciel à développer et de l'étude comparative faite entre les deux SGBD cités ci-dessus on a choisi Access. Donc un SGBD comme Access sera mieux adapté pour lui à cause de sa facilité d'utilisation.

A cet effet notre choix est défini par Access dont nous remplissons nous données suivant la figure suivante :

Outils de table PompeDB : Base de données (Access 2007) - Microsoft Access

Accueil Créer Données externes Outils de base de données Feuille de données

Avertissement de sécurité Du contenu de la base de données a été désactivé Options...

N	Nom	TypeSecor	TypeGlobale	A_H	B_H	C_H	A_Rend	B_Ren	C_Ren	E_Ren	A_Pres	B_Pres	C_Pre	E_Pres
1	TN32	TN	Pompes Multicellulaire	-0,061	0,408	75,65	0,002	-0,248	7,224	-2,055	-2E-05	-0,002	0,238	1,861
10	200 NVA	NVAN1450	Pompes Monocellulaire	-0,00025	0,12	57,7	-9E-07	0,000	0,08	27,23	-4E-07	0,000	0,113	37
100	BGN18 A19	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,166	2,998	326,5	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
101	BGN18 A20	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,176	3,208	343,5	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
102	BGN18 A21	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,182	3,208	362,7	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
103	BGN18 A22	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,195	3,576	377,0	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
104	BGN18 A23	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,200	3,538	397,0	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
105	BGN18 A24	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,213	3,905	411,3	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
106	BGN18 A25	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,218	3,905	430,5	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
107	BGN18 A26	BGN18 A	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,229	4,115	447,5	-0,002	0,079	0,642	41,98	-3E-06	0,00039	0,060	0,541
108	BGN18 B1	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,004	0,140	18,49	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
109	BGN18 B2	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,007	0,075	41,42	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
11	40 NVA	NVAN2900	Pompes Monocellulaire	-0,022	0,086	29,00	0,004	-0,418	9,457	-1,64	-7E-06	0,000	0,064	0,931
110	BGN18 B3	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,013	0,357	57,5	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
111	BGN18 B4	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,018	0,517	75,5	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
112	BGN18 B5	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,024	0,722	92,64	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
113	BGN18 B6	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,026	0,648	115,7	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
114	BGN18 B7	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,031	0,797	134,3	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
115	BGN18 B8	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,035	0,813	155,4	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
116	BGN18 B9	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,041	1,095	171,3	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
117	BGN18 B10	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,045	1,166	191,2	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
118	BGN18 B11	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,049	1,25	210,4	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750
119	BGN18 B12	BGN18 B	Pompes Multicellulaires Immergées	-0,054	1,363	230,5	0,00027	-0,072	4,463	-9,085	1E-08	-0,0005	0,065	0,750

Mode Feuille de données Verr. num.

Figure N°V.02 : Présentation de la base des données avec Access.

### 3.5. Fonctionnement inter logiciel :

Se développé selon l'organigramme suivant :

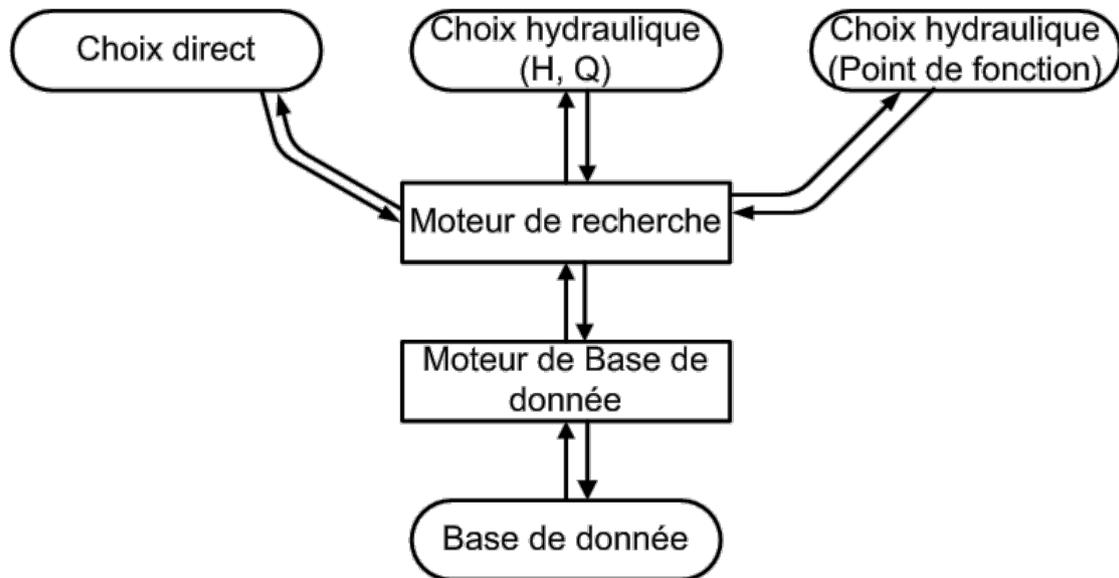


Figure N°V.03 : Organigramme Général.

## 4. Quelques codes sources de logiciel :

### 4.1. Pour la lecture de base des données :

```

DataSet myDataSetP = new DataSet();

OleDbConnection myAccessConnP = null;
try
{
myAccessConnP = new OleDbConnection(strAccessConnP);
}
catch (Exception ex)
{
MessageBox.Show("Error: Failed to create a database
connection. \n{0}", ex.Message);
return;
}
try
{
OleDbCommand myAccessCommandP = new
OleDbCommand(strAccessSelectP, myAccessConnP);
OleDbDataAdapter myDataAdapterP = new
OleDbDataAdapter(myAccessCommandP);

```

```

myAccessConnP.Open();
myDataAdapterP.Fill(myDataSetP, "PompeTable");
DataRowCollection draGrid =
myDataSetP.Tables["PompeTable"].Rows;
foreach (DataRow drGrid in draGrid)
{
dataGridViewPompe.Rows.Add(drGrid["N"], drGrid["Nom"]);
}
}
catch (Exception ex)
{
Console.WriteLine("Error: Failed to retrieve the required data
from the DataBase.\n{0}", ex.Message);
return;
}
}

```

#### 4.2. Pour choix de pompe avec le rendement nominal :

```

double A_Rendement = double.Parse(reader.GetString(7));
double B_Rendement = double.Parse(reader.GetString(8));
double C_Rendement = double.Parse(reader.GetString(9));
double E_Rendement = double.Parse(reader.GetString(10));
double delta = (4*B_Rend* B_Rend) - (12*A_Rend*C_Rend);
double q_a = 0;
double q_b = 0;
if (A_Rendement != 0)
{
q_a = (-(2*B_Rend) + Math.Sqrt(delta)) / (6 * A_Rend);
q_b = (-(2 * B_Rend) - Math.Sqrt(delta)) / (6 * A_Rend);
}
else
{
if (B_Rend == 0)
{
MessageBox.Show("Erreur", "L'equation n'a pas de solution !");
}
else
q_b = -C_Rend / (2*B_Rend);
}
}
double q_f = 0;
if (q_a > 0) q_f = q_a; else if (q_b >= 0) q_f = q_b;
double max_q = 1.2 * q_f;
double min_q = 0.8 * q_f;

double A_H = double.Parse(reader.GetString(4));
double B_H = double.Parse(reader.GetString(5));
double C_H = double.Parse(reader.GetString(6));

```

```

double min_h = A_H * max_q * max_q + B_H * max_q + C_H;
double max_h = A_H * min_q * max_q + B_H * min_q + C_H;
if ((q <= max_q && q >= min_q) && (h >= min_h && h <= max_h))
{
this.nbrowtrouver = this.nbrowtrouver + 1;
dataGridViewPompe.Rows.Add(reader.GetString(0),
reader.GetString(1));
}
}

```

#### 4.3. Pour quelque perte de charge :

##### - perte de charge linéaire :

```

private double calculPC(string type)
{
double dh=0;
double lampda0;
double lampda1;
double Re = 0;
if (type == "Colebrook")
{
Re = (4 * this.rendement) / (0.001*(3.14 * this.Viscusite *
double.Parse(diametrePompe.Text)));
lampda0 =(-2 *
Math.Log(double.Parse(comboRegositeConduite.Text) / 3.71 *
double.Parse(diametrePompe.Text))) * (-2 *
Math.Log(double.Parse(comboRegositeConduite.Text) / 3.71 *
double.Parse(diametrePompe.Text)));
lampda0 =1/lampda0 ;
lampda1 = (-2 *
Math.Log((double.Parse(comboRegositeConduite.Text) / 3.71 *
double.Parse(diametrePompe.Text)) + (2.51 / Re *
Math.Sqrt(lampda0)))) * (-2 *
Math.Log((double.Parse(comboRegositeConduite.Text) / 3.71 *
double.Parse(diametrePompe.Text)) + (2.51 / Re *
Math.Sqrt(lampda0)))));
lampda1 = 1 / lampda1;
if ((lampda1 - lampda0) <= 0.0000001)
{
dh = (8 * lampda1 * double.Parse(longueurPompe.Text) *
this.rendement * this.rendement) / (3.14 * 3.14 * 9.81 *
Math.Pow((0.001 * double.Parse(diametrePompe.Text)), 5));
}
}
else
{
dh = getAtherIteration(lampda1, Re);
}
}
}

```

- perte de charge singulière cas coude :

```
private void AddRowCode_Click(object sender, EventArgs e)
{
    double PC;
    double diaICode = double.Parse(diametreCodeZmar.Text) / 1000;
    PC = double.Parse(comboKCode.Text) * ((8 * this.rendement *
    this.rendement) / (8 * 3.14 * 3.14 * Math.Pow(diaICode, 4)));
    PC = PC * Convert.ToDouble(numericUpDownQCode.Value);
    PC = Math.Round(PC, 8);
    dhcode.Text = Convert.ToString(PC);

    dataGridViewCoudes.Rows.Add(dataGridViewCoudes.Rows.Count + 1,
    comboTypeCode.SelectedValue, comboAngleCode.SelectedValue,
    comboKCode.Text, numericUpDownQCode.Text, PC);
    recalculerPCCode();
}
```

## 5. Présentations de l'application :

### 5.1. Fenêtre du menu principal:

C'est la première fenêtre qui s'affiche si on exécute l'application.

Cette fenêtre (Figure N°V.04) gère presque toute l'application la plupart des fenêtres qui vont s'ouvrir. La fenêtre est divisée en trois grandes parties :

La première partie qui est composée par la tache de choix direct.

La deuxième partie qui est composée par la tache de choix hydraulique (indirect).

La troisième partie qui est composée par la tache de calcul hauteur limite d'aspiration.

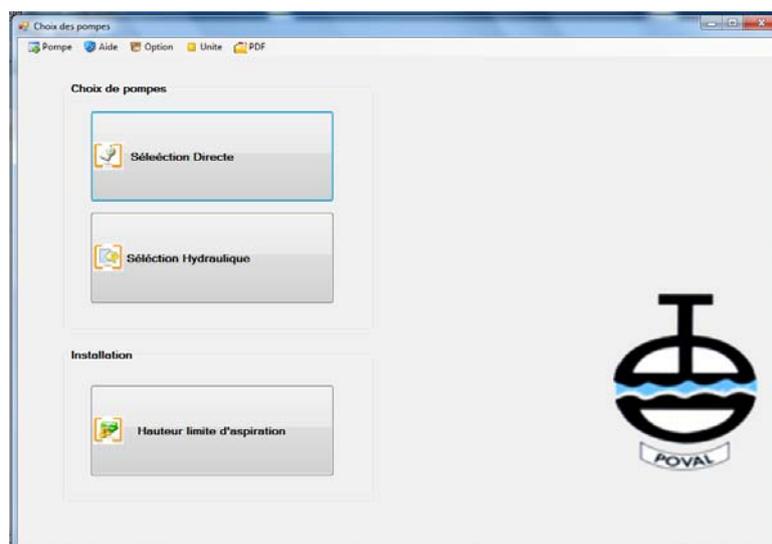


Figure N°V.04 : Fenêtre d'accueil.

## 5.2. Itinéraire suivi pour l'édition d'une commande :

Quand on clique sur le bouton sélection direct s'affiche la figure 16 pour le choix des pompes direct avec toutes les caractéristiques hydrauliques et mécaniques de la pompe.

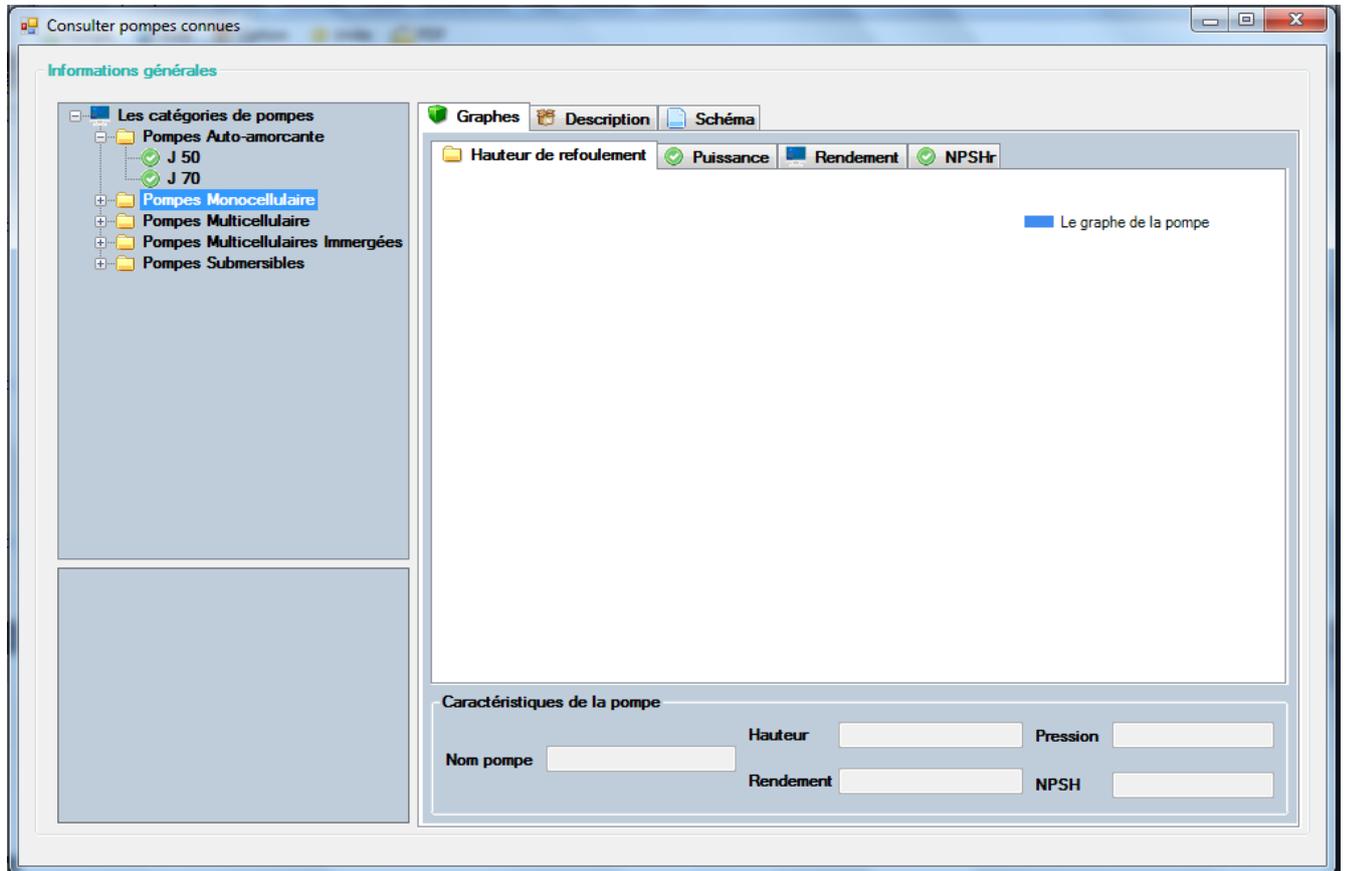


Figure N°V.05 : Fenêtre de choix direct.

Quand on clique sur les catégories des pompes sur la gauche il affiche les différents types des pompes et quand on clique sur un type de pompe il affiche sur la droite de fenêtre les caractéristiques de la pompe Graphe, description, schéma.

Si non après avoir validé sur le bouton sélection hydraulique, il s'affiche la Figure N°V.06 pour le choix des pompes avec le débit et la hauteur manométrique.

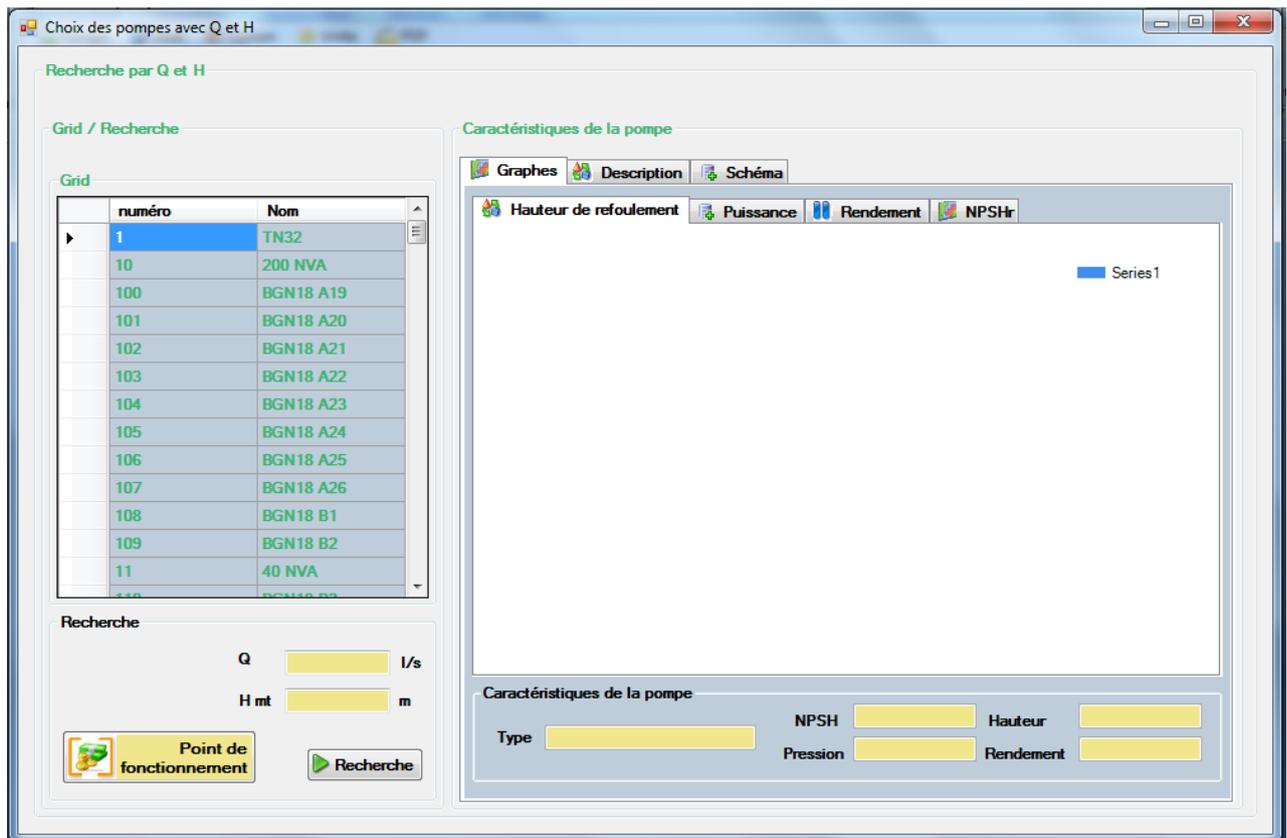
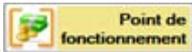


Figure N°V.06 : Fenêtre de choix hydraulique (indirect).

Dans cette fenêtre

1-quand on donne une valeur du débit Q et la hauteur manométrique HMT on actionne sur le bouton Recherche  il affiché les pompes choisies et leurs caractéristiques hydrauliques et mécaniques. Et On peut consulter les résultats obtenus ( $H=f(Q)$ ,  $h =f(Q)$ ,  $P = f(Q)$ ).

2- quand on donne un débit Q nous pouvons actionner sur le bouton Point de fonctionnement , il affiche une nouvelle fenêtre la Figure N°V.07

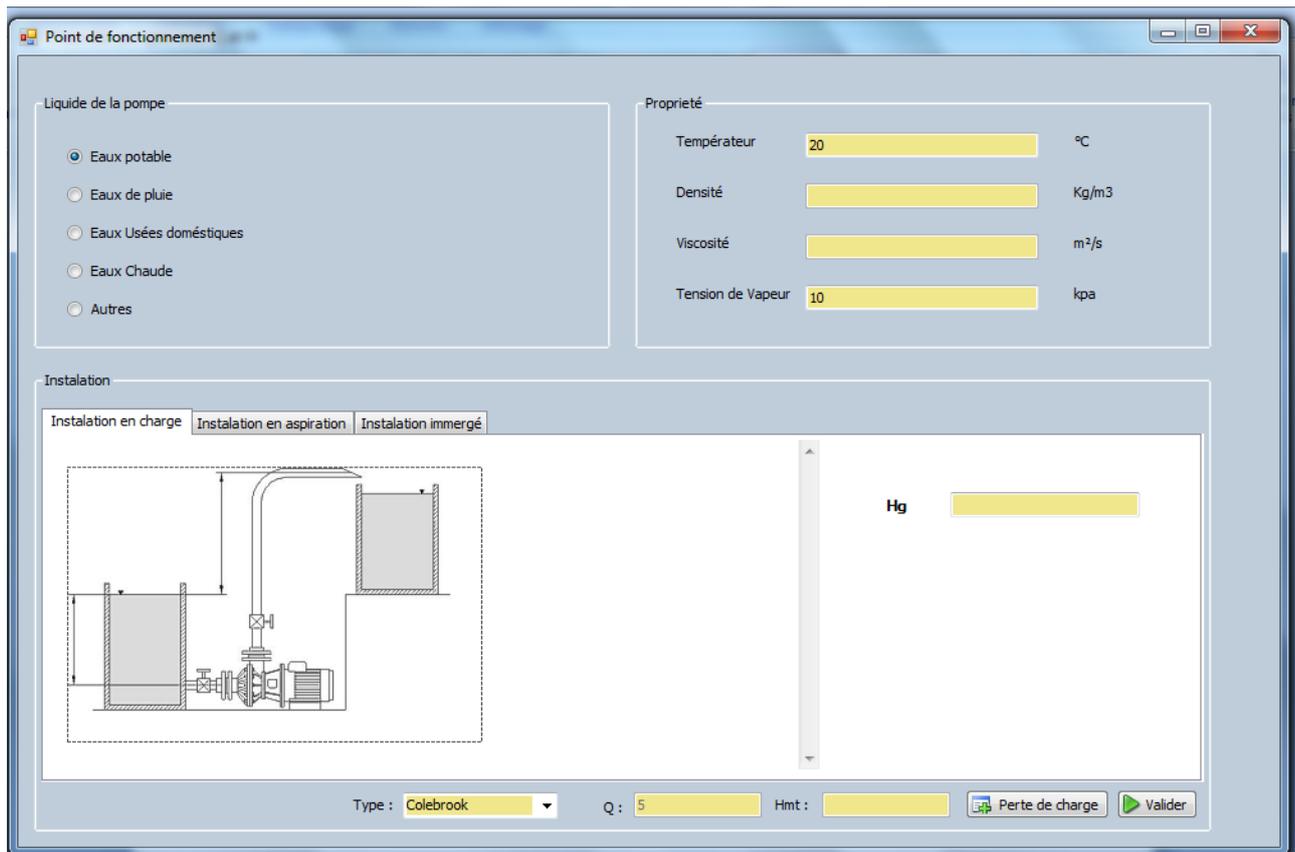


Figure N°V.07 : Fenêtre de choix des installations.

Cette fenêtre pour le choix des installations et le débit pompé avec leur propriété, et quand on actionne sur le bouton perte de charge , il affiche une nouvelle fenêtre la Figure N°V.08, et celui la pour calculer les pertes de charge

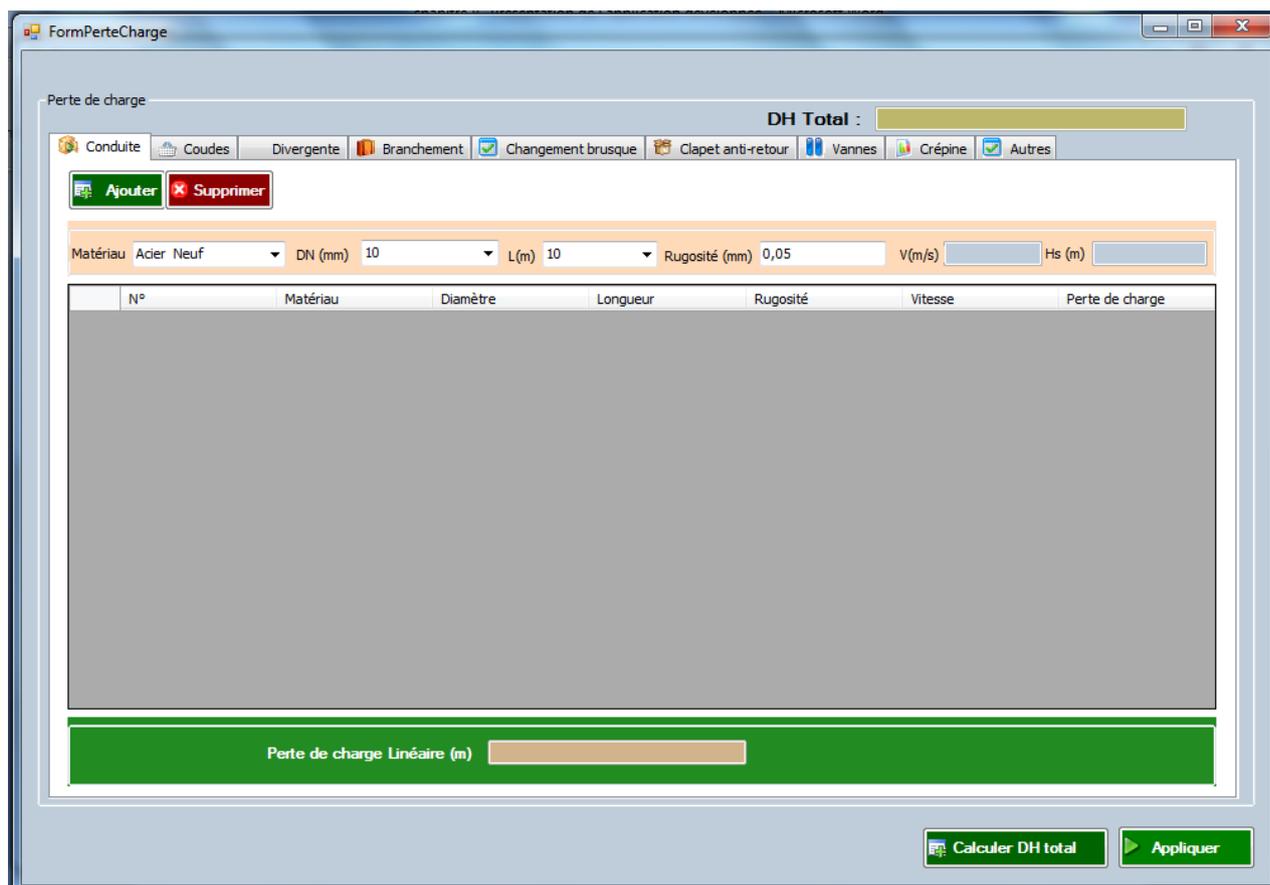


Figure N°V.08 : Fenêtre de calcul de perte de charge.

Pour choisir le type de perte de charge on clique sur :

Le bouton  **Conduite** pour calculer les pertes de charge linéaire.

Le bouton  **Coudes** pour calculer les pertes de charge des coudes.

Le bouton  **Divergente** pour calculer les pertes de charge des convergents.

Le bouton  **Branchement** pour calculer les pertes de charge des branchements.

Le bouton  **Changement brusque** pour calculer les pertes de charge de changement brusque.

Le bouton  **Clapet anti-retour** pour calculer les pertes de charge des clapets.

Le bouton  **Vannes** pour calculer les pertes de charge des vannes.

Le bouton  **Crépine** pour calculer les pertes de charge des crépines.

Le bouton  **Autres** pour d'autres pertes de charge. Si la singularité n'existe pas dans le tableau.

En plus les icônes  **Ajouter** et  **Supprimer** signifient respectivement, ajouter une ligne de commande et supprimer une ligne sélectionnée de la commande. Toutes les

perte de charge sont dans le Combo box si on veut ajouter une nouvelle perte de charge, il suffit de le saisir dans le combo box.

Pour calculer la somme des pertes de charge en clique sur le bouton calculer



Et quand on clique sur le bouton appliquer on revient à la fenêtre de

Figure N°V.07, après en clique sur le bouton valider on revient a la fenêtre

de Figure N°V.06 et on pourra calculer  $H_{MT}$  et on clique sur le bouton Recherche



pour afficher les pompes sélectionnés et leurs caractéristiques hydraulique et mécanique. D'où nous pouvons consulter les résultats obtenus ( $H = f(Q)$ ,  $h = f(Q)$ ,  $P = f(Q)$ ).

La troisième partie quand on actionne sur le bouton hauteur limite d'aspiration, il s'affiche la Figure N°V.09 pour calculer la hauteur d'aspiration admissible.

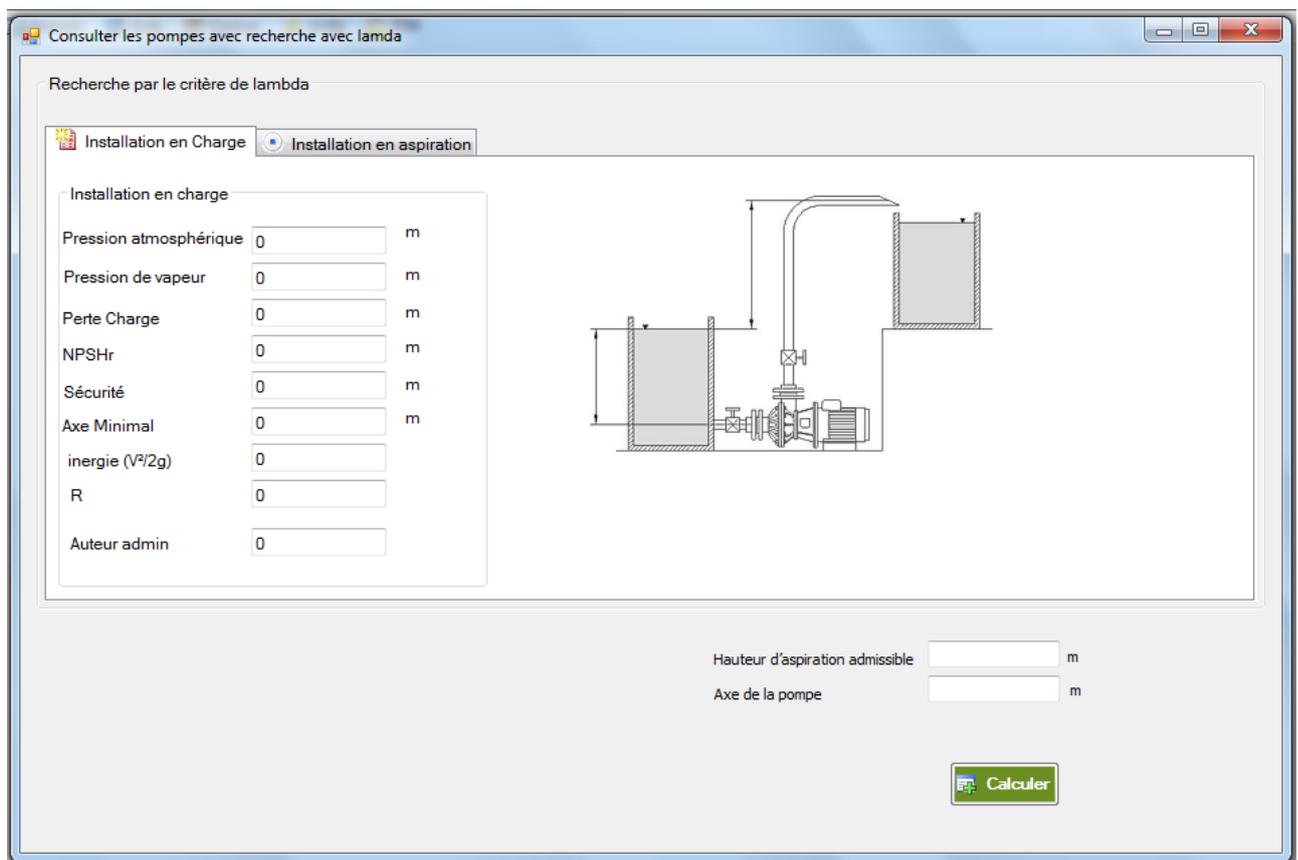
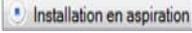


Figure N°V.09 : Fenêtre de calcul de hauteur d'aspiration.

Pour choisir le type d'installation on clique sur :

Le bouton  pour choisie l'installation en charge.

Le bouton  pour choisie l'installation en aspiration.

Et pour afficher les résultats de calcul on actionne sur le bouton .

### 5.3. Fenêtre du menu supplémentaire :

Dans cette interface nous avons toutes les possibilités associées à nos produits. On peut ajouter un nouveau matériel (sa référence est générée automatiquement), mettre à jour un matériel existant, voir le catalogue de produits existants dans l'entreprise, etc. Pour afficher le Convertir des unités en clique sur le bouton , il s'affiche la Figure N°V.10.

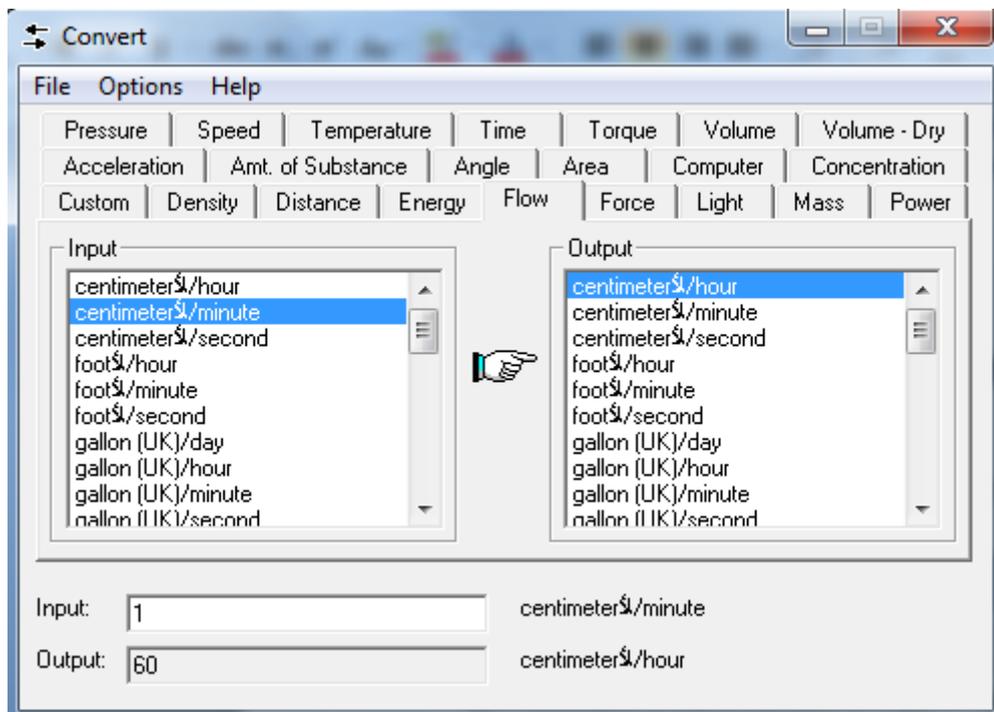


Figure N°V.10 : l'interface de Convertir des unités.

Pour afficher les PDF on actionne sur le bouton  , il s'affiche la Figure N°V.11.

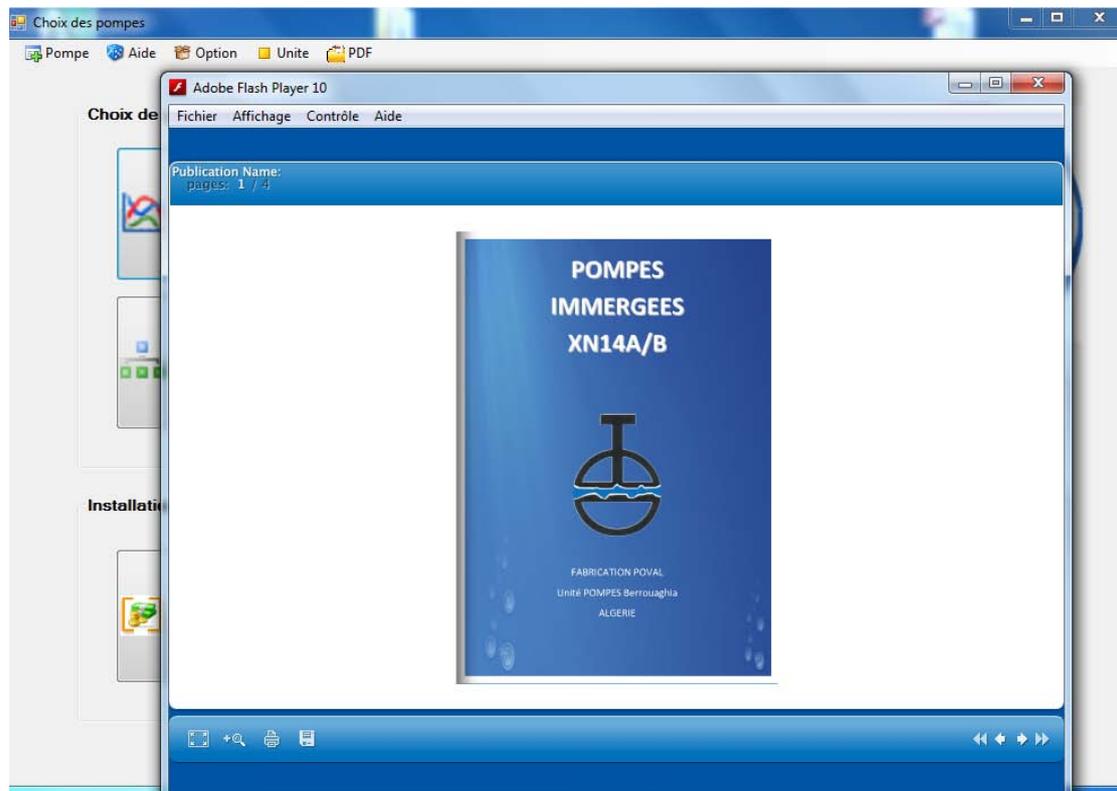


Figure N°V.11 : l'interface d'affichage de PDF.

## **6. Conclusion :**

D'après la confrontation des résultats obtenus par le programme de calcul et ceux obtenus par l'expérience, on peut dire que le programme est valable du point de vue qualitatif, avec une petite différence quantitative, cette différence due aux conditions de mesure d'une part et de l'insuffisance de calcul d'autre part.

L'application décrite dans ce chapitre est composée de certaines fenêtres, avec des opérations qui sont en mesure de satisfaire les besoins des utilisateurs. Le basculement entre les fenêtres, l'enchaînement des opérations et les déclenchements des événements sont logiques et acceptables.

Concernant le choix des pompes dépendant de plusieurs paramètres, et il y a un très grand nombre de type de pompe c'est pour cette raison que nous avons étudié seulement les pompes fabriquées par l'Entreprise POVAL.

## Conclusion Générale

Notre travail été à développer un logiciel sur le choix de pompe hydraulique en fonction (débit nominale, hauteur nominale, rendement optimal).

Cette étude est intéressante et très bénéfique pour l'utilisateur des pompes et nous a permis :

- De nous perfectionner en améliorant nos connaissances en programmation et en conception.
- De bien comprendre et mettre en œuvre le déroulement d'un cycle de vie d'un logiciel.
- De découvrir le monde de l'entreprise (fonctionnement).
- De nous faciliter tous les calculs.

Nous avons essayé de réaliser ce projet dans le but de faciliter l'entreprise en question, d'améliorer la gestion et le suivi de ses clients.

Nous avons appliqué au maximum possible les règles de base permettant d'avoir une application performante. Nous avons appliqué langage Visual studio (VB.Net) et l'Access pour implémenter notre application.

Ce type de logiciel facilite le travail de recherche très rapide pour diverses fonctions a savoir :

-choix de la pompe et type de pompe

-calcul de  $H_{MT}$

-calcul des pertes de charge linéaire et singulière.

-la cote exacte de la pompe sous le moindre risque de cavitation c'est-à-dire la détermination de la hauteur d'aspiration admissible en fonction du (NPSH)r.

Si la pompe est installée (en charge ou en aspiration) à l'aide de ce logiciel, nous pouvons déterminer le point de fonctionnement et les caractéristiques  $Q_A$ ,  $H_A$  et vérifier si la pompe fonctionne dans la zone cavitationnelle si non nous pouvons procéder aux modes de réglage du débit.

Ce type de logiciel a été développé et ne traite que les pompes fabriquées par POVAL.

Après vérification des données sur ce logiciel, nous constatons que les résultats obtenus par ce logiciel sont fiables quand à leur utilisation pratique.

La concordance des données numériques de calcul des performances hydrauliques ( $Q$ ,  $H$ ,  $R$ ,  $h_a^{ad}$ , .....etc.) à celle des données obtenues par le logiciel.

C'est un outil de travail très rapide et efficace, qui peut être utilisé par le constructeur des pompes et aussi par l'installateur

Grâce aux architectures que nous avons utilisé et du fait que VB.Net est un langage adaptable dans plusieurs domaines, notre application peut avoir des extensions ou des modifications dans le futur. Citons quelques unes :

- On peut ajouter d'autre paramètre de perte de charge.
- On peut ajouter d'autres installations hydrauliques.
- On peut augmenter le SGBD au cas où l'entreprise aura des données volumineuses à stocker.
- On peut modifier, corriger, améliorer les données ressenties.
- On peut mettre toutes les figures des pompes avec leurs désignations.
- On peut vérifier le débit, la hauteur, lorsque la pompe est en fonctionnement (point de fonctionnement).
- On peut même simuler les deux types d'installation et pouvoir comparer le meilleur du point de vue caractéristique hydraulique.
- Ce logiciel est utile de travail très performant et faible qui aide énormément le constructeur et l'utilisateur.

## 1.1. Produit de POVAL :

### A- Pompes Monocellulaires:

#### 40-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers : Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe: en Fonte.

#### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 18 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 23 m

NPSH requis: 2,7 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,9 kw

Puissance moteur : 2,2 kw à 2900tr/min.

Diamètre aspiration : 50 mm.

Diamètre refoulement : 40 mm.

Diamètre roue : 150 mm.



#### 50-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers : Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe : en Fonte.

#### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques

Q : Jusqu'à 27 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 33 m

NPSH requis: 4 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 3,8 kw

Puissance moteur : 5,5 kw à 2900tr/min.

Diamètre aspiration : 50 mm.

Diamètre refoulement : 50 mm.

Diamètre roue : 175 mm.



70-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers : Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe: en Fonte.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 54 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 43 m

(NPSH)<sub>requis</sub>: 5,8 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 9,1 kw

Puissance moteur : 11 kw à 2900tr/min.

Diamètre aspiration : 70 mm.

Diamètre refoulement : 70 mm.

Diamètre roue : 200 mm.



80-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers :Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe:en Fonte.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 63 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 60 m

NPSH<sub>requis</sub>: 5,4 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 15 kw

Puissance moteur : 18,5 kw à 2900tr/min.

Diamètre aspiration : 80 mm.

Diamètre refoulement : 80 mm.

Diamètre roue : 230 mm.



100-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers :Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe:en Fonte.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques

Q : Jusqu'à 108 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 80 m

NPSHrequis: 4,8 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 33,5 kw

Puissance moteur : 37 kw à 2900tr/min.

Diamètre aspiration : 100 mm.

Diamètre refoulement : 100 mm.

Diamètre roue : 265 mm.



200-NVA **Pompe:**

- Pompe monocellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration, de refoulement et chemise externe : en Fonte.
- Roues centrifuge en Fonte.
- Arbre : en acier inoxydable.
- Paliers : Roulement a billes en Acier
- Presse étoupe : en Fonte.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 450 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 57 m

(NPSH)requis: 5,1 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 92 kw

Puissance moteur : 110 kw à 1450 tr/min.

Diamètre aspiration : 200 mm.

Diamètre refoulement : 200 mm.

Diamètre roue : 460 mm.



## B- Pompes Multicellulaires :

TN 32

### **Pompe:**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration : en FGL 200.
- Corps de refoulement: en FGL 200.
- Corps d'étage : en FGL 200.
- Roues : en FGL 200.
- Diffuseurs: en FGL 200
- Arbre : en acier 25 N C6.
- Paliers : Roulement a rouleaux.

### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 17 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 32 m

(NPSH)requis: 1,5 m

Fréquence : 50 Hz

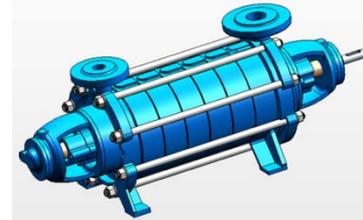
Puissance abs Max : 3 kw

Puissance moteur : 2900 tr/min.

Diamètre aspiration : 50 mm.

Diamètre refoulement: 32 mm.

Diamètre roue : 160 mm.



TN 50

### **Pompe:**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration : en FGL 200.
- Corps de refoulement: en FGL 200.
- Corps d'étage : en FGL 200.
- Roues : en FGL 200.
- Diffuseurs: en FGL 200
- Arbre : en acier 25 N C6.
- Paliers : Roulement a rouleaux.

### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 37 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 43 m

(NPSH)requis: 1,5 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 9,5 kw

Puissance moteur : 2900 tr/min.

Diamètre aspiration : 80 mm.

Diamètre refoulement: 50 mm.

Diamètre roue : 185 mm.



TN 60

**Pompe:**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration : en FGL 200.
- Corps de refoulement: en FGL 200.
- Corps d'étage : en FGL 200.
- Roues : en FGL 200.
- Diffuseurs: en FGL 200
- Arbre : en acier 25 N C6.
- Paliers : Roulement a rouleaux.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 67 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 53 m

(NPSH)requis: 3,3 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 17 kw

Puissance moteur : 2900 tr/min.

Diamètre aspiration : 100 mm.

Diamètre refoulement: 65 mm.

Diamètre roue : 185 mm.



M5

**Pompe:**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration : en FGL 200.
- Corps de refoulement: en FGL 200.
- Corps d'étage : en FGL 200.
- Roues : en FGL 200.
- Diffuseurs: en FGL 200
- Arbre : en acier 25 N C 6.
- Piston d'équilibrage: en acier Z 30 C13.
- Paliers : Porteur: Roulement à billes.  
Butée : Roulement à billes.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 9 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 20 m

(NPSH)requis: 2,7 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Puissance moteur : 2900 tr/min.

Diamètre aspiration : 32 mm.

Diamètre refoulement: 32 mm.

Diamètre roue : 135 mm.



MH

**Pompe:**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Corps d'aspiration : en FGL 200.
- Corps de refoulement: en FGL 200.
- Corps d'étage : en FGL 200.
- Roues : en FGL 200.
- Diffuseurs: en FGL 200
- Arbre : en acier 25 N C6.
- Paliers : Roulement a rouleaux.

**Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques

Q : Jusqu'à 120 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 48 m

(NPSH)requis: 3,8 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 22 kw

Puissance moteur : 2900 tr/min.

Diamètre aspiration : 150 mm.

Diamètre refoulement: 100 mm.

Diamètre roue : 185 mm.



**C- Pompes Multicellulaires Immergées :**

XNC 14A **Pompe pour puits de 6" et 8" :**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Pièce de refoulement : en Fonte.
- Corps d'étage : en Fonte.
- Roues hélico-centrifuge : en Fonte.
- Arbre : en acier Inox.
- crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 282 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 25

Puissance Moteur : 45 kw



**XNC 14B Pompe pour puits de 6" et 8":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues hélico-centrifuge : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 226 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 20

Puissance Moteur : 45 Kw



**XNC 14D Pompe pour puits de 6" et 8":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues hélico-centrifuge : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 257 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 25

Puissance Moteur : 26 kw



**BGN 18A Pompe pour puits de 6" et 8":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues Radial : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 36 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 458 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : kw

Nombre d'étage : 26

Puissance Moteur : 63 kw



**BGN 18B Pompe pour puits de 6" et 8":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues Radial : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 60 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 385 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Nombre d'étage : 20

Puissance Moteur : 63 kw



XN8 L

**Pompe pour puits de 8" et 10":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues hélico-centrifuge : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 120 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 305 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 14

Puissance moteur : 75 kw



XN8 G

**Pompe pour puits de 8" et 10":**

-Pompe multicellulaire HORIZONTALE.

-Pièce de refoulement : en Fonte.

-Corps d'étage : en Fonte.

-Roues hélico-centrifuge : en Fonte.

-Arbre : en acier Inox.

-crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

-Carcasse : en acier Inox.

-Bute d'arbre : en acier Inox.

-Support moteur : en Fonte

-Visserie : en acier Inox.

-Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

Données techniques / Caractéristiques:

Q : Jusqu'à 120 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 305 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 14

Puissance moteur : 75 kw



**XN8 H Pompe pour puits de 8" et 10":**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Pièce de refoulement : en Fonte.
- Corps d'étage : en Fonte.
- Roues hélico-centrifuge : en Fonte.
- Arbre : en acier Inox.
- crépine d'entrée : en acier Inox.

**Moteur électrique:**

- Carcasse : en acier Inox.
- Bute d'arbre : en acier Inox.
- Support moteur : en Fonte
- Visserie : en acier Inox.
- Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

**Données techniques / Caractéristiques:**

Q : Jusqu'à 120 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 315 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 15

Puissance Moteur : 110 kw



**POSO 160 Pompe pour puits de 8":**

- Pompe multicellulaire HORIZONTALE.
- Pièce de refoulement : GG20.
- Corps d'étage : GG20.
- Corps de clapet : GG20.
- Roues hélico-centrifuge : GG20.
- Arbre : X4CrNi13.
- crépine d'entrée : X5CrNi1810.

**Moteur électrique:**

- Carcasse : en acier Inox.
- Bute d'arbre : en acier Inox.
- Support moteur : en Fonte
- Visserie : en acier Inox.
- Butée à patins oscillants : en acier/Graphite.

**Données techniques / Caractéristiques:**

Q : Jusqu'à 208 m<sup>3</sup>/h

H : Jusqu'à 253 m

Niveau d'eau minimum au dessus de la pompe : 2 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 1,4 kw

Nombre d'étage : 9

Puissance Moteur : 125 kw



## D- Pompes Auto-amorçantes :

### J 50 **Pompe:**

- Corps de Pompe : en Fonte.
- Corps d'aspiration : en Fonte.
- Corps Chevalet : en Fonte.
- Roues Centrifuge : en Fonte.
- Arbre : en Acier.
- Paliers: Roulement à billes en Acier.

#### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : 28 m<sup>3</sup>/h

H : 18 m

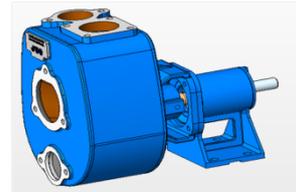
Hauteur d'aspiration Max: 8 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : kw

Puissance moteur : 2,2 kw 2900 tr/min.

Diamètre refoulement: 50 mm.



### J 70 **Pompe:**

- Corps de Pompe : en Fonte.
- Corps d'aspiration : en Fonte.
- Corps Chevalet : en Fonte.
- Roues Centrifuge : en Fonte.
- Arbre : en Acier.
- Paliers: Roulement à billes en Acier.

#### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : 48 m<sup>3</sup>/h

H : 18 m

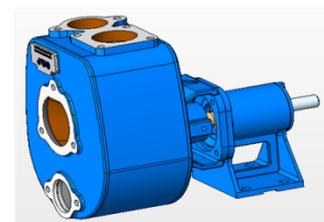
Hauteur d'aspiration Max: 8 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : kw

Puissance moteur : 4 kw 2900 tr/min.

Diamètre refoulement: 80 mm.



## E- Pompes Submersibles :

KDFU 65

### **Pompe:**

-Corps de Pompe : en Aluminium.

### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : 20 m<sup>3</sup>/h

H : 14 m

Profondeur d'immersion Max: 5 m

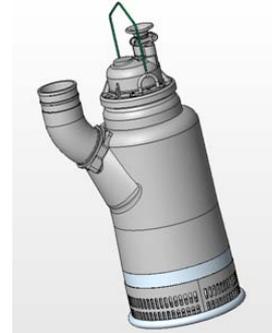
Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 2,2 kw

Puissance moteur : 2,5 kw 2900tr/min.

Diamètre refoulement: 50 mm.

Diamètre roue : 97 mm.



KDFU 125

### **Pompe:**

-Corps de Pompe : en Aluminium.

### **Moteur électrique:**

Données techniques / Caractéristiques:

Q : 72 m<sup>3</sup>/h

H : 22 m

Profondeur d'immersion Max: 5 m

Fréquence : 50 Hz

Puissance abs Max : 9,5 kw

Puissance moteur : 11 kw 2900tr/min.

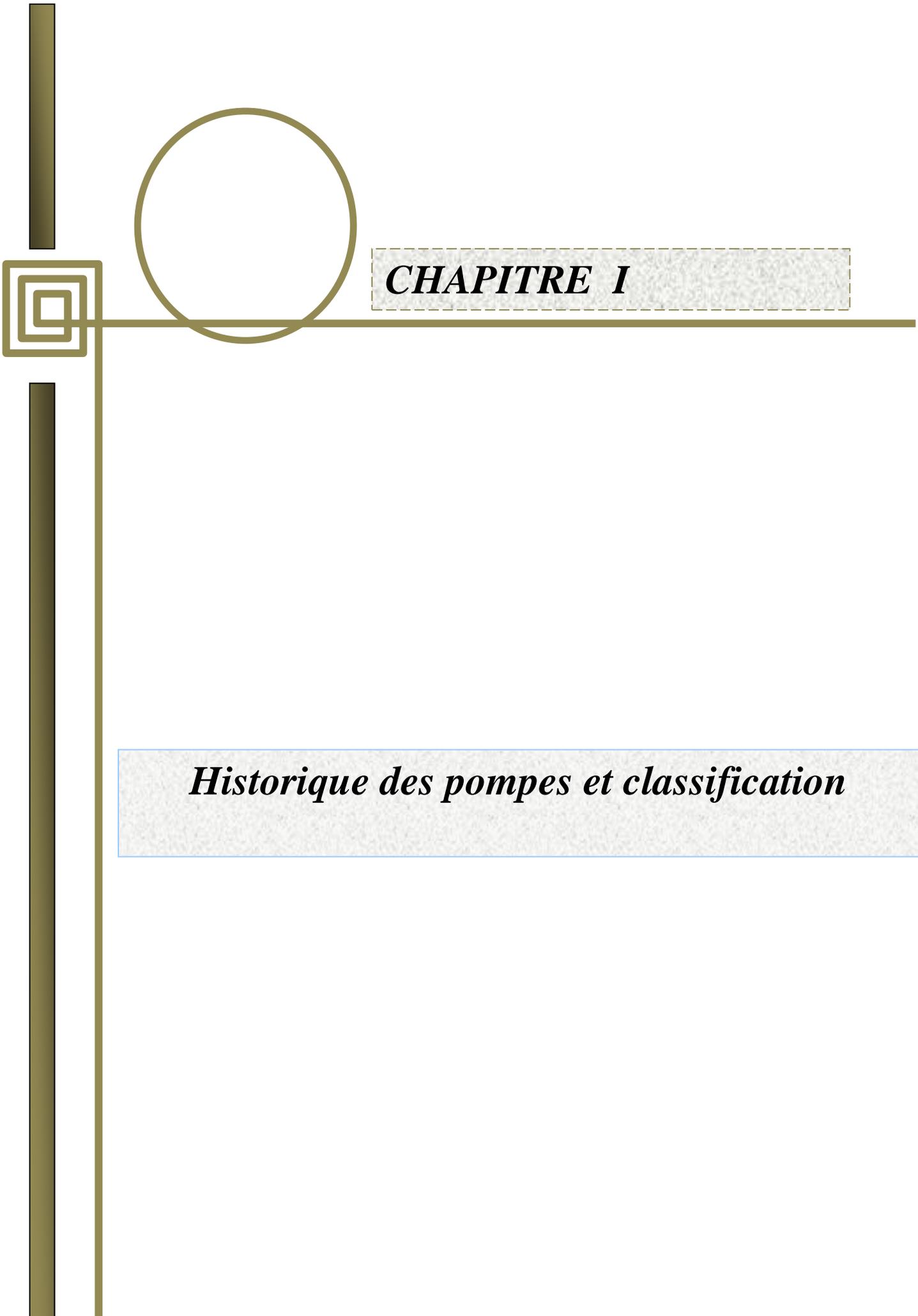
Diamètre refoulement : 80 mm.

Diamètre roue : 170 mm.



# BIBLIOGRAPHIE

- [01] : McGraw-Hill Companies, PUMP HANDBOOK, 2001
- [02] : Nelik, Lev.( Centrifugal and rotary pumps : fundamentals with applications), 1999
- [03] : Girdhar, Paresh, Practical Centrifugal Pumps, Design, Operation and Maintenance, 2005
- [04] : André DUPONT « HYDRULIQUE URBAINE 1979Tome 2»
- [05] : ANTHAL THUMA, Machines hydrauliques.
- [06] : KOVATS (pompes, ventilateurs, compresseurs) 1er eddition.
- [07] : William E. (Ed) Nelson (CENTRIFUGAL PUMPS, HANDBOOK) 1999
- [08] : Girdhar, Paresh, Practical Centrifugal Pumps, Design, Operation and Maintenance, 2005
- [09] : M. Hulin, « turbo-machine hydraulique », éd. 1978-1979.»
- [10] : petite station de pompage. 5emeeddition. ENSH
- [11] : LENCASTRE Armando. Hydraulique générale.  
Eddition Eyrolles. Paris 1999.
- [12] : v. klimov , GUIDE D'HYDRAULIQUE - Tipasa 1981
- [13] : M.Meury, Memonto des pertes de charge, Paris 1999
- [14] : les pertes de charge dans les tuyauteries – Pierre Dessers-2006
- [15] : catalogue des pompes centrifuges (pompes de surface, pompe immergées).
- [16] : BERROUAGHIA ; 2003 (POVAL), catalogue des pompes centrifuges
- [17] : Jean –pierre FAYUELLE, Les pompes rotodynamiques, 2002
- [18] : Ahmed Djamel khalifa, Microsoft Visual studio, 2008
- [19] : Philippe Lasserre, Cours VB.NET , 2011
- [20] : Anoop Madusudanan Xavier Vlieghe, Introduction à la Programmation Orientée, Objet en VB.NET, 2006
- [21] : Ahmed Djamel khalifa, Microsoft Access, 2005



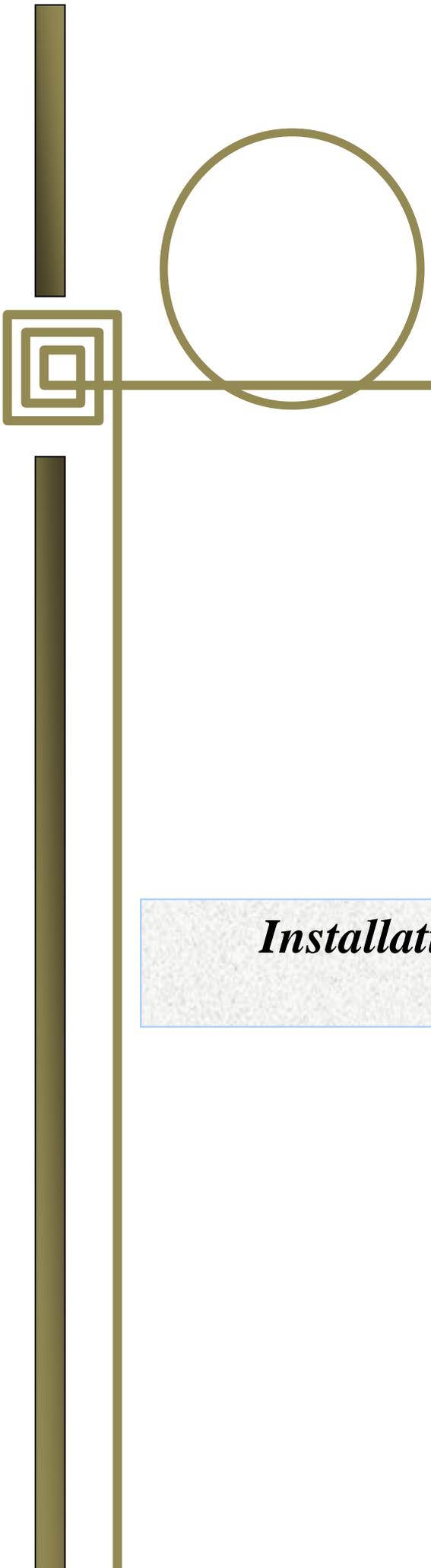
***CHAPITRE I***

***Historique des pompes et classification***



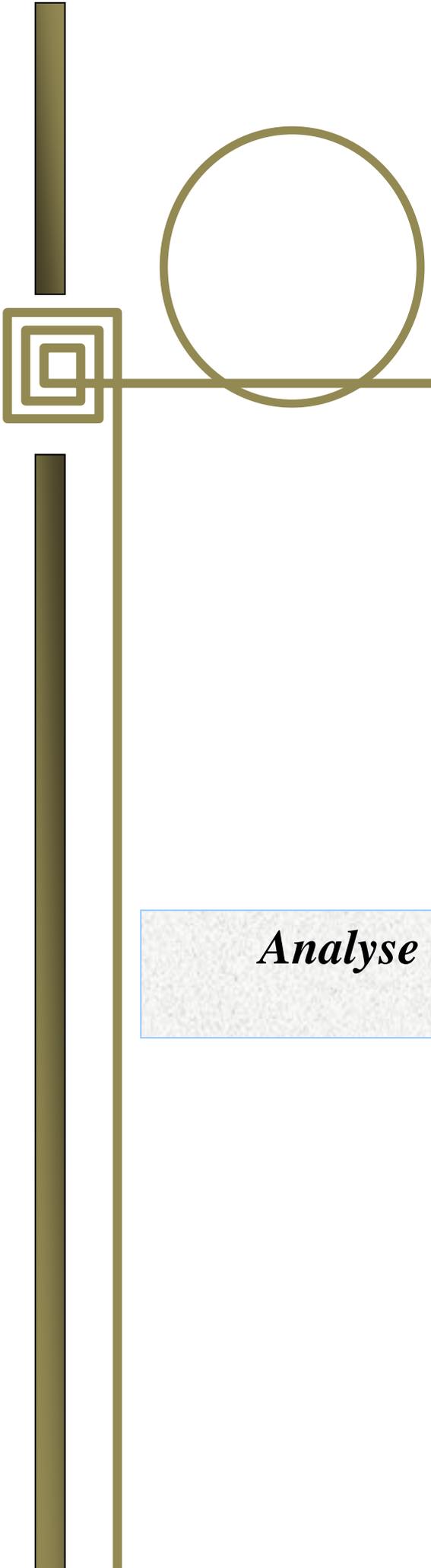
*CHAPITRE II*

*Théorie des pompes centrifuges*



***CHAPITRE III***

***Installation des pompes centrifuges***



*CHAPITRE IV*

*Analyse et spécification des besoins*

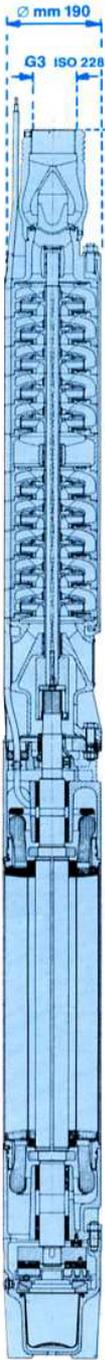


*CHAPITRE V*

*Conception et présentation  
du logiciel développé*

***ANNEXES***  
***(I)***

□ Hz 50      □ Tours/min 2900



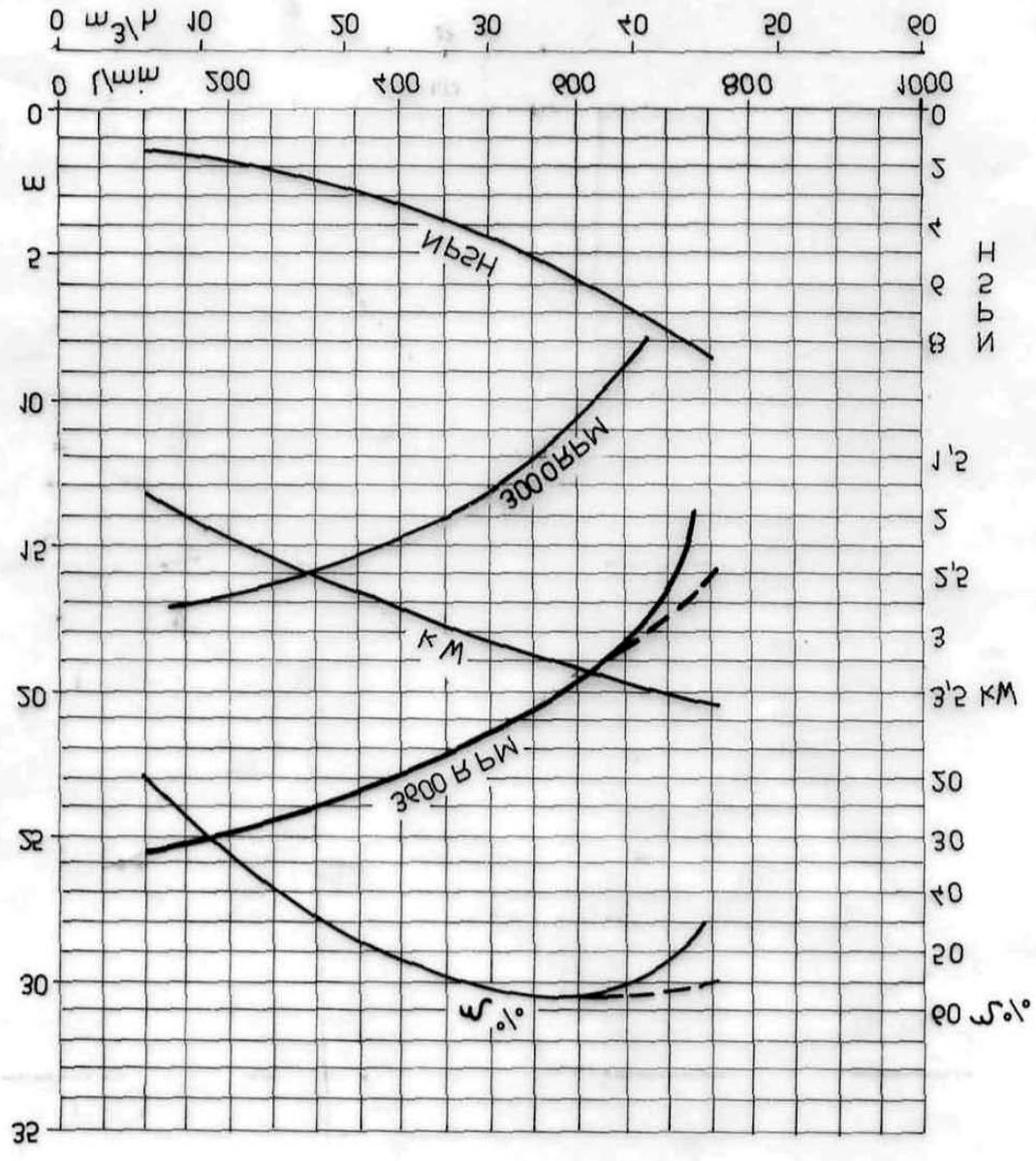
ELECTRO-POMPE TYPE	kW	CV	DEBIT												kW	A	L	Poids		
			Hauteur manométrique en mètres																	
			US. GPM	66	79	92	106	119	132	158	185	211	238	264						
			l/sec	4,2	5	5,8	6,7	7,5	8,3	10	12	13	15	17						
m <sup>3</sup> /h	15	18	21	24	27	30	36	42	48	54	60	puissance nominale moteurs	Courant max absorbé a V 380	mm	Kg					
l/min	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000									
BGN18A2	4	5,5	41	40	39	37	35	32	27								5,5	10	1465	98
BGN18A3	6	8	61	60	58	55	52	49	40								7,5	13	1555	108
BGN18A4	8	11	81	80	77	74	70	65	53								9,2	18	1645	117
BGN18A5	10	13,6	101	100	96	92	87	81	66								11	22	1765	130
BGN18A6	12	16	122	120	116	110	105	97	80								13	25	1900	145
BGN18A7	14	19	142	140	135	129	122	113	93								15	30	2055	155
BGN18A8	16	22	162	160	154	147	139	130	106								18,5	35	2225	173
BGN18A9	18	25	183	180	174	166	157	146	120								22	40	2360	195
BGN18A10	20	27	203	200	193	184	174	162	133								22	44	2420	200
BGN18A12	25	34	244	240	232	221	209	194	160								26	52	2730	230
BGN18A14	29	39	284	280	270	258	244	227	186								37	63	2755	305
BGN18A16	33	45	325	320	309	294	278	259	213								37	71	2880	315
BGN18A18	37	50	365	360	347	331	313	292	239								45	77	3080	345
BGN18A20 *	41	55	406	400	386	368	348	324	266								55	84	3340	385
BGN18A22 *	45	61	446	440	425	405	383	356	293								55	96	3530	400
BGN18A24 *	49	67	487	480	463	442	418	389	319								55	103	3650	410
BGN18A26 *	53	72	526	520	502	478	452	421	346								63	110	3870	445
BGN18B2	6	8				39	38	37	35	32	28	24	20				7,5	13	1495	102
BGN18B3	9	12				58	57	56	52	48	43	36	29				11	20	1585	110
BGN18B4	12	16				77	76	74	70	64	57	48	39				13	26	1775	130
BGN18B5	15	20				96	95	92	87	80	71	60	48				18,5	34	2005	155
BGN18B6	18	25				116	114	111	104	96	85	73	58				22	40	2175	175
BGN18B7	21	28				135	133	130	122	112	99	85	68				22	45	2235	180
BGN18B8	24	33				155	152	148	139	128	114	97	78				26	51	2420	200
BGN18B9	27	37				174	171	166	157	144	128	109	87				30	57	2280	250
BGN18B10	30	41				193	190	185	174	160	142	121	97				37	67	2450	275
BGN18B11	33	45				212	209	203	191	176	156	133	107				37	71	2575	290
BGN18B12	36	49				232	228	222	209	192	170	145	116				45	76	2715	310
BGN18B13	39	53				251	247	240	226	208	185	157	126				45	80	2775	315
BGN18B14 *	42	57				270	266	259	244	224	199	169	136				55	85	2975	345
BGN18B15 *	45	61				290	285	277	261	240	213	181	146				55	96	3040	352
BGN18B16 *	48	65				309	304	296	278	256	227	194	155				55	100	3098	358
BGN18B17 *	51	69				328	323	315	296	272	241	206	165				63	107	3260	383
BGN18B18 *	54	73				347	342	333	313	288	256	218	175				63	113	3320	390
BGN18B19 *	58	79				366	361	351	330	304	270	230	185				63	123	3380	404
BGN18B20 *	62	84				385	380	370	348	320	284	242	195				75	131	3680	447

**NOTES:**  
 Les électropompes sont dotées d'un moteur avec enroulement rempli d'eau.  
 Les électropompes sont fournies avec clapet de non retour.  
 \* Pour tension inférieures à V. 380, on donne les électropompes avec l'enroulement étoile-triangle (sortie avec deux câbles tripolaires).  
 Les données ci-dessus peuvent être modifiées sans préavis.

NIVEAU MINIMUM EN METRES SUR L'ASPIRATION:	Q (l/min.)	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
BGN18A		1	1	1	1	1	1	1				
BGN18B					1	1	1	1	1	1	1	1



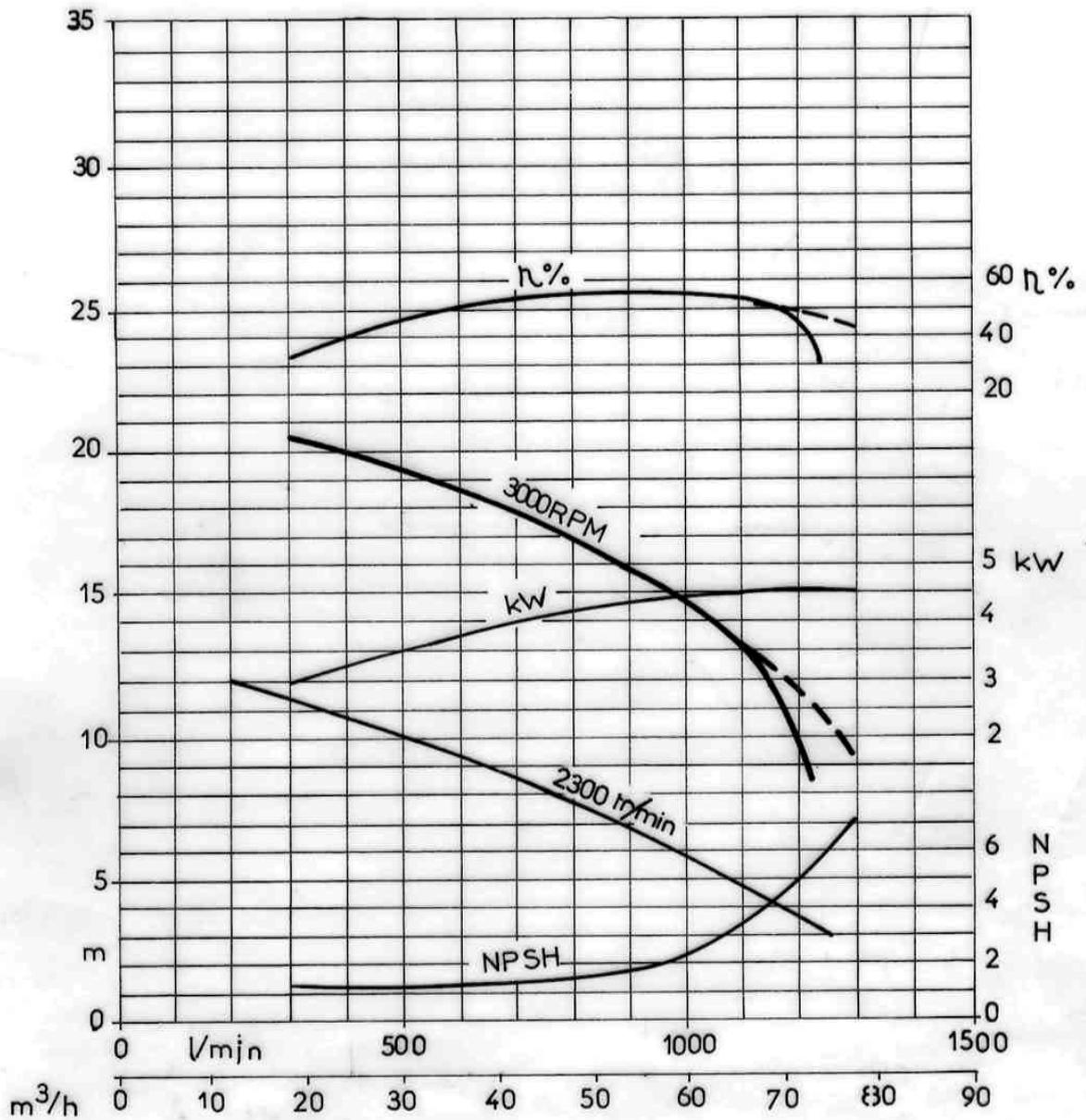
--- Сопре селекцијатне ордене ен орзике\*  
 ронбленз 5 метлеа\*  
 — Сопре селекцијатне ордене клас руптел. Бодену ле  
 а, себлзетон 1°2 ш ет сондрте де S<sub>н</sub> (он 3<sub>н</sub> болз 1 10)



1 20 ЛМДЗ

SPECIFICATIONS ET CARACTERISTIQUES DES PRODUITS

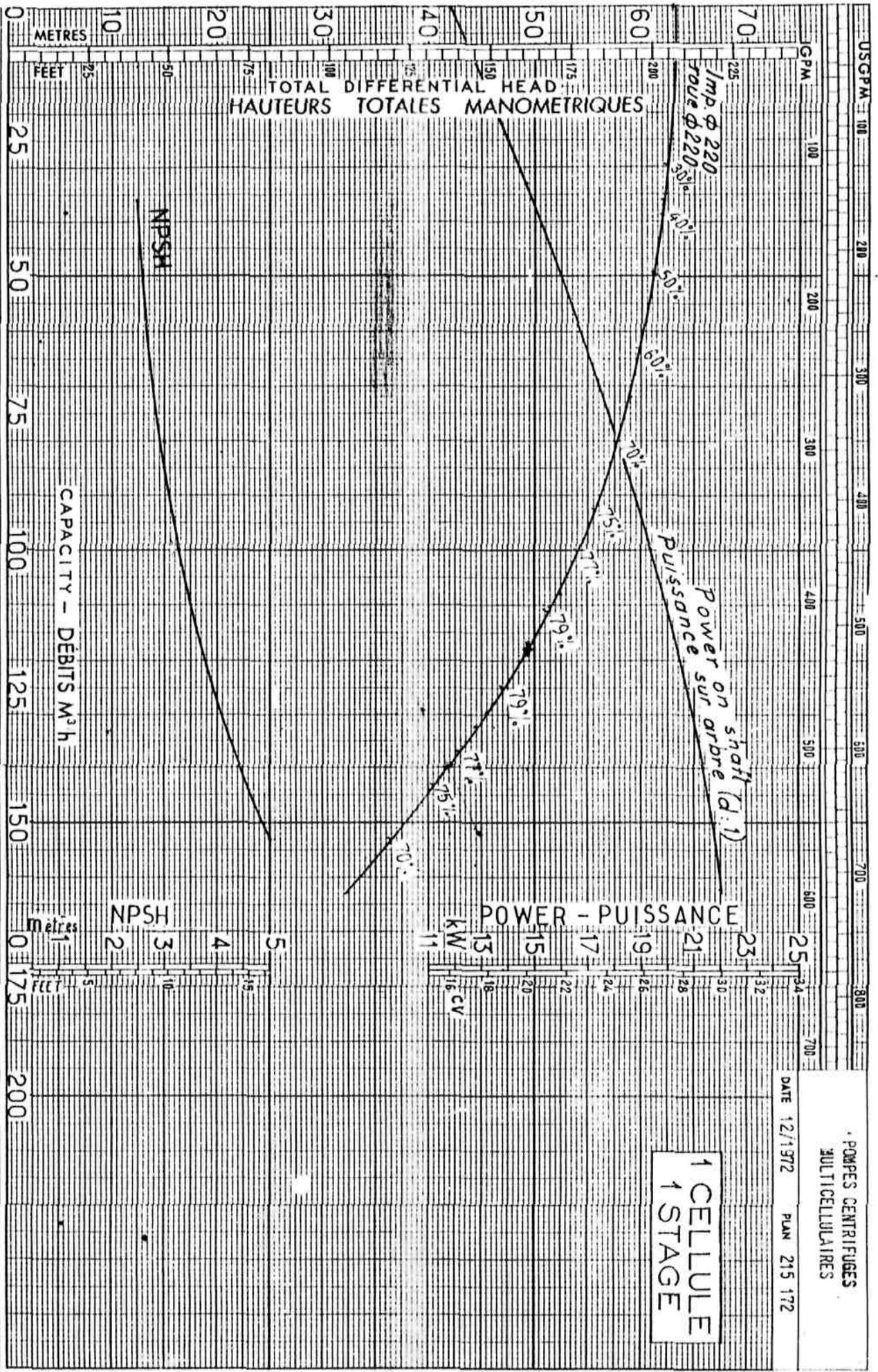
J 70 TWGS



— Courbe caractéristique obtenue avec hauteur géodésique d'aspiration 1.5 m et conduite de 3" (ou 2" pour J 50) longueur 2 mètres.  
 - - - Courbe caractéristique obtenue en charge.

POMPES CENTRIFUGES  
 MULTICELLULAIRES  
 DATE 12/1972 PLAN 215 172

1 CELLULE  
 1 STAGE

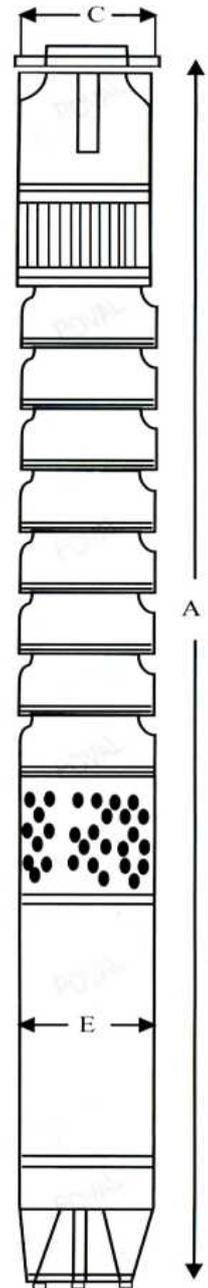


**POMPE PUMP** **TN 100-150** **2900RPM** **VITESSE**  
**CELLIARD** **ROUE P. n°** **VOLUTE P. n°** **DIFFUSEUR P. n°**  
**HAUTEURS : -2% - 5%** **PUISSANCES : +4%** **RENDÉMENTS : -2 points** **ESSAIS**  
 Annule et remplace le graphique  
**EDWARDS** **GUINARD**

## CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

ELECTRO-POMPE TYPE	Puissance Nominale moteur Kw    Cv		DEBIT										In à 380v Amp	Long GEP mm	Pois GEP Kg	
			l/s	17,5	22,2	27,8	33	39	44	48,6	52,8	57,8				
			m /h	63	80	100	120	140	160	175	190	208				
☆ Po-so-160-2/10"	30	40,8	HAUTEUR MANOMETRIQUE	56	54	51	48	44	40	37	33	27	71,5	2155	389	
☆ Po-so-160-3/10"	37	50,3		84	81	76	72	66	60	55	49	40	87,5	2460	454	
☆ Po-so-160-4/10"	55	74,8		113	108	102	96	88	80	73	66	53	126	2770	546	
☆ Po-so-160-5/10"	63	85,7		141	135	127	120	110	100	91	82	66	131	2710	605	
☆ Po-so-160-6/10"	75	102,0		169	162	153	144	132	120	110	99	80	152	3265	743	
□ Po-so-160-7/10"	85	115,6		197	189	178	168	153	140	128	115	93	183	3520	852	
□ Po-so-160-8/10"	100	136,0		225	216	204	192	175	160	146	132	106	206	3661	862	
□ Po-so-160-9/10"	125	170,0		253	242	229	215	197	180	165	148	120	254	3961	962	
				☆ Moteur 8"					□ Moteur 10"							

Identification	ex : po-so-160-5/10 + po-mo8n-63		
<input type="checkbox"/> Po : Pumpen Fabrik ODDESSE GmbH	<input type="checkbox"/> 160 : Débit nomi (m <sup>3</sup> /h)	<input type="checkbox"/> 8 Moteur 8"	
<input type="checkbox"/> So : Pumpen Submersible	<input type="checkbox"/> 5 : Nbre d'étages	<input type="checkbox"/> n : Exécution acier	
<input type="checkbox"/> mo : Moteur Submersible	<input type="checkbox"/> 10 : Diam Forage (pouces)	<input type="checkbox"/> 63 : Puis nominale (kw)	

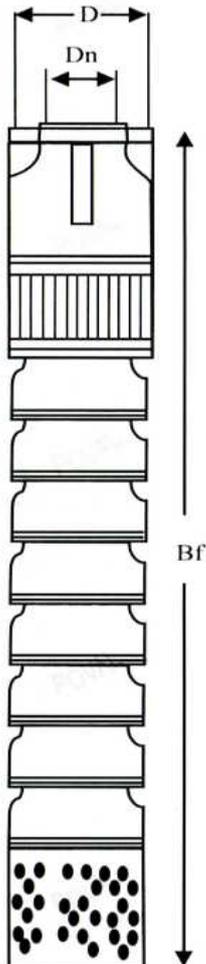


### ENCOMBREMENT

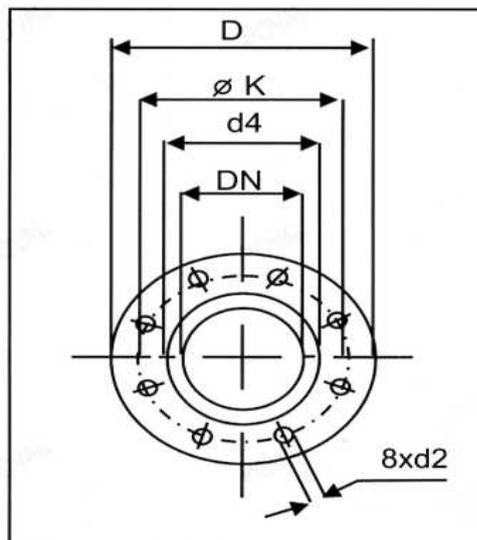
Bride de Réf.

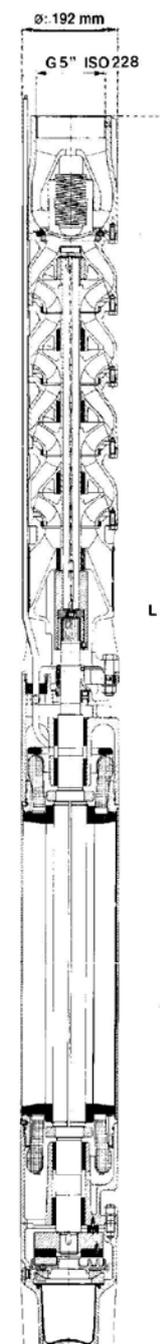
et

Pompe



Electropompe type	Bf mm	D mm	Dn mm	E mm	C mm	∅k mm	d2 mm
Po-so-160-2/10"	1131	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-3/10"	1286	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-4/10"	1441	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-5/10"	1596	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-6/10"	1751	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-7/10"	1906	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-8/10"	2061	300	150	181	238	250	27
Po-so-160-9/10"	2216	300	150	181	238	250	27



<input type="checkbox"/> Hz 50 <input type="checkbox"/> 2 poli/poles 	<b>ELETTO-POMPA TIPO</b> <b>PUMPSET TYPE</b> <b>ELECTRO-POMPE TYPE</b>	Potenza nomin. motore Motors nomin. power Puissance nom. moteurs <b>KW    CV</b>	<b>PORTATA / CAPACITY / DEBIT</b>												<b>A</b>	<b>L</b>	Peso Weight Poids <b>Kg</b>	
			US. GPM	0	158	185	211	238	264	317	370	422	475	528				† mm
			l/sec	0	10	12	13	15	17	20	23	27	30	33				
			m <sup>3</sup> /h	0	36	42	48	54	60	72	84	96	108	120				
l/min	0	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	† Kg						
XN8E1A	5,5	7,5	25	21	20	19	18	17	16	14	11		7	10	1290	94		
XN8E2A	9,2	12,5	50	42	40	39	37	35	32	27	22		15	18	1485	111		
XN8E3A	13	17,5	75	63	61	59	56	54	48	42	34	23	26	1810	138			
XN8E4A	18,5	25	100	84	82	78	75	72	65	55	45	31	37	2185	172			
XN8E5A	22	30	126	106	103	99	95	90	82	70	57	39	44	2430	197			
XN8E6A	26	35	153	129	124	120	114	110	99	85	69	47	54	2680	221			
XN8E7A	30	40	178	150	145	140	133	128	115	99	80	55	61	2924	253			
XN8E8A	37	50	204	172	166	160	153	146	132	114	92	63	73	2930	295			
XN8E9A	45	60	229	193	187	180	172	165	148	128	103	71	78	3140	320			
XN8E10A	45	60	255	215	208	200	191	183	165	142	115	79	85	3275	330			
XN8E11A	55	75	280	236	229	220	210	201	181	156	126	87	95	3545	366			
XN8E12A	55	75	306	258	249	240	229	219	198	170	138	95	106	3680	376			
XN8E13A	63	85	331	279	270	260	248	238	214	184	149	103	113	3910	405			
XN8E14A	63	85	357	301	291	280	267	256	231	199	161	111	122	4042	415			
XN8E15A	75	100	382	322	312	300	286	274	247	213	172	118	132	4412	470			
XN8G1A	5,5	7,5	27			21	20	19	18	16	15	12	9	12	1290	94		
XN8G2A	11	15	54			42	40	38	36	32	29	24	19	22	1545	118		
XN8G3A	18,5	25	81			64	61	58	54	49	44	37	29	35	1980	159		
XN8G4A	22	30	108			85	81	77	72	66	60	50	39	44	2295	187		
XN8G5A	26	35	135			108	103	98	91	83	75	63	49	54	2550	211		
XN8G6A	37	50	161			131	124	119	110	101	91	76	59	69	2637	275		
XN8G7A	37	50	188			152	145	139	129	118	106	89	69	76	2769	285		
XN8G8A	45	60	215			174	166	158	147	134	121	101	79	84	3010	310		
XN8G9A	55	75	242			196	187	178	165	151	137	114	89	96	3280	346		
XN8G10A	55	75	269			218	208	198	184	168	152	127	99	106	3415	356		
XN8G11A	63	85	296			240	229	218	202	185	167	140	110	118	3645	385		
XN8G12A	63	85	323			261	249	238	221	201	182	152	119	125	3777	395		
XN8G13A	75	100	350			283	270	257	239	218	197	165	128	139	4125	451		
XN8G14A	75	100	377			305	291	277	257	235	213	178	138	147	4275	461		

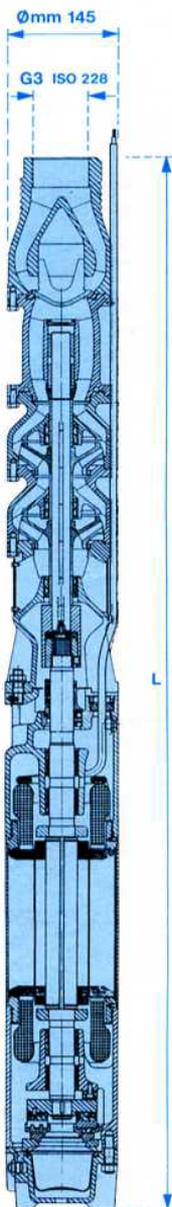
<b>LIVELLO MIN. RACCOMANDATO IN METRI SULL'ASPIRAZIONE</b> <b>MIN. RECOMMENDED HEAD OF WATER ABOVE PUMP SUCTION: m</b> <b>NIVEAU MIN. RECOMMANDE EN METRES SUR L'ASPIRATION</b>	Q (l/min)	600	700	800	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	XN8E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XN8G				1	1	1	1	1	1	1	1,5

<b>NOTE:</b> Le potenze indicate sono valide per accoppiamenti standard. Su richiesta, possono essere impiegati motori di potenza superiore. I dati qui riportati possono essere modificati senza preavviso.	<b>NOTE:</b> The shown motor ratings are for standard couplings. Motors with more or less ratings can be utilized to client specific request. The above data may change without notice.	<b>NOTES:</b> Les puissances indiquées sont pour des accouplements standard. D'autres moteurs plus ou moins puissants peuvent être adaptés en fonction de la demande. Les données ci-dessus peuvent être modifiées sans préavis.
---	--	---

03-92/461



□ Hz 50      □ Tours/min 2900



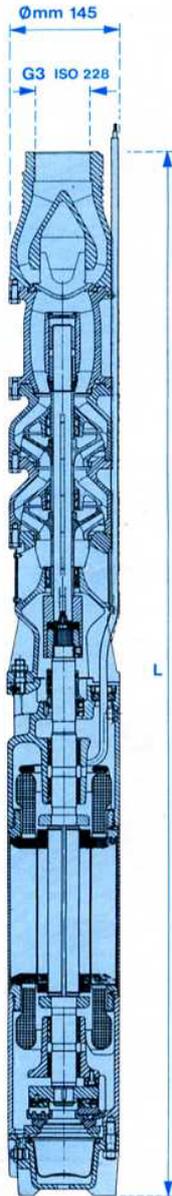
ELECTRO-POMPE TYPE	kW	CV	DEBIT											kW	A	L	Poids		
			US. GPM	92	106	119	132	145	158	185	211	238	264					290	
			l/sec	5,8	6,7	7,5	8,3	9	10	12	13	15	17					18	
			m <sup>3</sup> /h	21	24	27	30	33	36	42	48	54	60					66	
		puissance absorbée par la pompe		puissance absorbée par la pompe		Hauteur manométrique en mètres		Hauteur manométrique en mètres		puissance nominale moteurs		Courant max absorbé a V. 380		mm		Kg			
		l/min																	
XN14A2	2,8	3,8	23	22	21	20	19	18	15							3,7	8	1380	94
XN14A3	4,3	5,8	34	33	32	31	29	27	23							5,5	10	1510	104
XN14A4	5,7	7,7	45	44	42	41	38	36	30							7,5	13	1640	115
XN14A5	7	9,5	56	55	53	51	48	45	38							9,2	16	1770	125
XNC14A6	8,5	11,5	68	66	64	61	58	54	45							11	19	2050	145
XNC14A7	10	13,5	79	77	74	71	67	63	53							11	22	2150	150
XNC14A8	11,4	15,5	90	88	85	82	77	72	60							13	25	2320	165
XNC14A9	13	18	102	99	95	92	86	81	68							15	28	2480	177
XNC14A10	14	19	113	110	106	102	96	90	75							18,5	31	2690	195
XNC14A11	15,5	21	124	121	117	112	106	99	83							18,5	34	2790	202
XNC14A12	17	23	136	132	127	122	115	108	90							18,5	36	2890	210
XNC14A13	18,5	25	147	143	138	133	125	117	98							22	38	3100	230
XNC14A14	20	27	158	154	148	143	134	126	105							22	41	3200	235
XNC14A15	◇ 21	28,5	170	165	159	153	144	135	113							26	45	3185	285
XNC14A16	◇ 22,5	30,5	181	176	170	163	154	144	120							26	48	3285	290
XNC14A18	◇ 25,5	34,5	203	198	191	184	173	162	135							30	53	3535	315
XNC14A20	◇ 28	38	226	220	212	204	192	180	150							37	61	3845	350
XNC14A22	◇ 31	42	249	242	233	224	211	198	165							37	65	4045	360
XNC14A24	◇ 34	46	271	264	254	245	230	216	180							45	68	4325	390
XNC14A25	◇ 36	49	282	275	265	255	240	225	188							45	71	4425	400
XN14B2	3,8	5					22,5	22	21,5	20	(19)	17	15	12	5,5	9	1410	98	
XN14B3	5,8	7,9					34	33	32,5	31	28	26	22	18	7,5	13	1540	109	
XN14B4	7,7	10,5					45	44	43,5	41	38	34	30	24	9,2	17	1670	118	
XN14B5	9,5	13					56	55	54	51	48	43	38	30	11	21	1830	132	
XNC14B6	11,5	15,5					68	66	65	61	57	52	45	35	13	25	2120	150	
XNC14B7	13,5	18					79	78	76	72	66	60	53	41	15	29	2280	164	
XNC14B8	15	20					90	89	87	82	76	69	60	47	18,5	33	2490	185	
XNC14B9	17	23					102	100	98	92	85	77	68	53	22	36	2700	205	
XNC14B10	19	26					113	111	109	102	95	86	75	59	22	40	2800	210	
XNC14B11	◇ 21	28,5					124	122	120	113	105	95	83	65	26	45	2785	265	
XNC14B12	◇ 23	31					136	133	131	123	114	103	90	71	26	48	2885	270	
XNC14B13	◇ 25	34					147	144	142	133	123	112	98	77	30	52	3035	290	
XNC14B14	◇ 27	37					158	155	153	143	133	120	105	83	37	59	3245	315	
XNC14B15	◇ 29	39					170	166	164	154	142	129	113	88	37	62	3345	325	
XNC14B16	◇ 31	42					181	178	174	164	152	138	120	94	37	65	3445	330	
XNC14B18	◇ 35	48					203	200	196	184	171	155	135	106	45	69	3725	360	
XNC14B20	◇ 38	52					226	222	218	205	190	172	150	118	45	76	3925	375	

**NOTES:**  
 ◇ Electropompes pour puits de 8" (moteur Ø mm 190).  
 Les électropompes sont dotées d'un moteur avec enroulement rempli d'eau.  
 Les électropompes sont fournies avec clapet de non retour.  
 Les données ci-dessus peuvent être modifiées sans préavis.

NIVEAU MINIMUM EN METRES SUR L'ASPIRATION:	Q (l/min.)										
	350	400	450	500	550	600	700	800	900	1000	1100
XN14A	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
XN14B				1	1	1	1	1	1	1	1

03-84/23R - F

□ Hz 50      □ Tours/min 2900



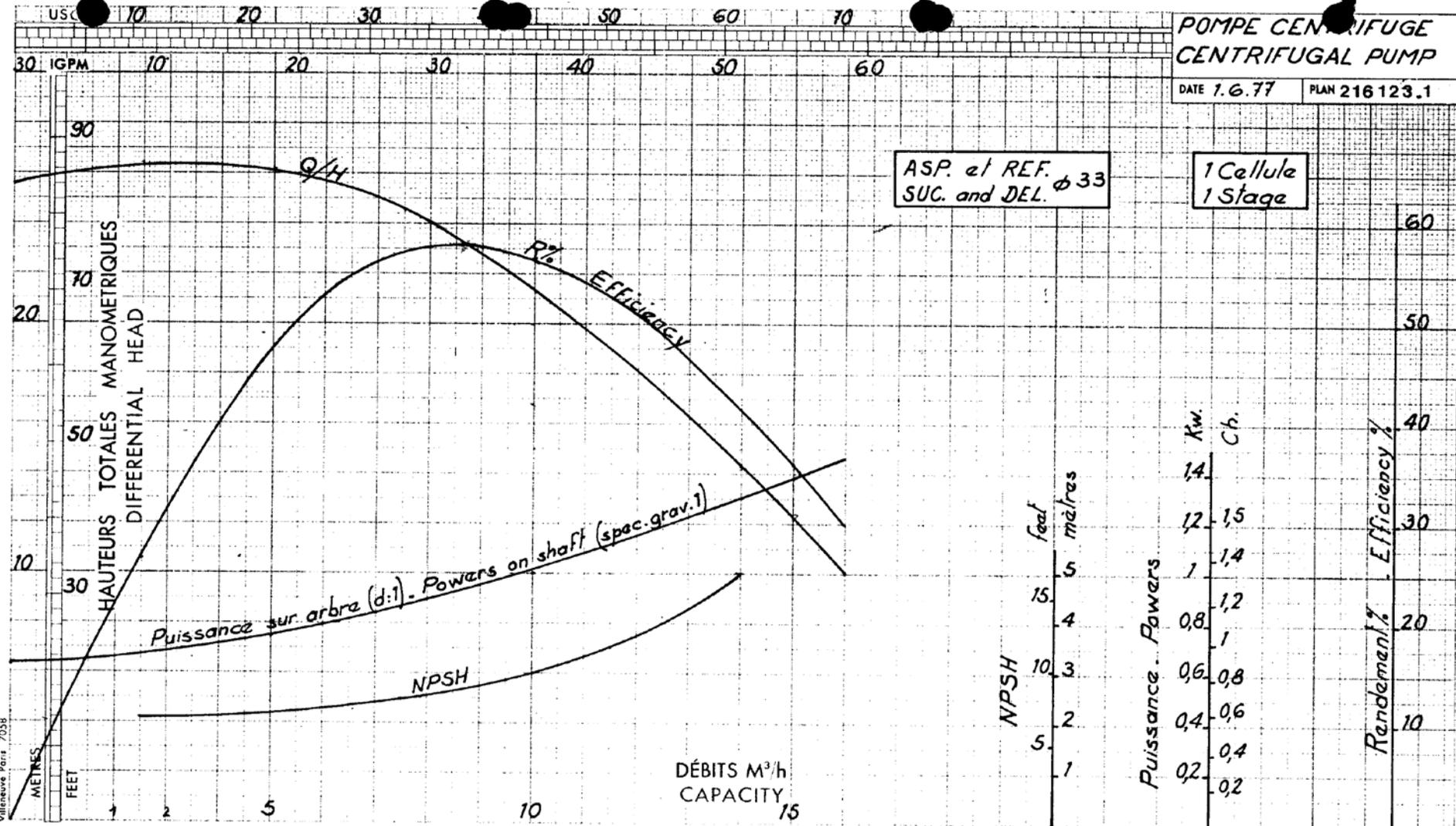
ELECTRO-POMPE TYPE	kW	CV	DEBIT												kW	A	L	Poids			
			US. GPM	40	53	66	79	92	106	119	132	145	158	Puissance nominale moteurs					Courant max absorbé a V. 380	mm	Kg
			l/sec	2,5	3,3	4,2	5	5,8	6,7	7,5	8,3	9	10								
			m <sup>3</sup> /h	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36								
l/min	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600											
XN14C3	2	2,7	Hauteur manométrique en mètres												3,7	6	1330	80			
XN14C4	2,7	3,6	33	31	29	26	23	19	15									3,7	7	1600	106
XN14C5	3,4	4,7	44	42	38	35	31	26	20									3,7	9	1730	116
XNC14C6	4	5,5	55	52	48	44	39	32	25									5,5	10	1930	126
XNC14C7	4,7	6,4	66	62	58	53	47	39	30									5,5	11	2030	133
XNC14C8	5,4	7,3	77	73	67	62	55	45	35									7,5	13	2160	144
XNC14C9	6	8	88	83	77	70	62	52	40									7,5	14	2260	151
XNC14C10	6,7	9	99	94	86	79	70	58	45									7,5	15	2390	161
XNC14C11	7,4	10	110	104	96	88	78	65	50									9,2	16	2490	168
XNC14C12	8	11	121	114	106	97	86	71	55									9,2	18	2590	175
XNC14C13	8,7	12	132	125	115	105	94	78	60									11	20	2750	189
XNC14C14	9,4	13	143	135	125	114	101	85	65									11	21	2850	196
XNC14C15	10	13,6	154	146	134	123	109	91	70									11	22	3020	210
XNC14C16	10,7	14,5	165	156	144	132	117	97	75									13	24	3120	217
XNC14C18	12	16	176	166	154	141	125	104	80									15	26	3380	236
XNC14C20	13,5	18	198	187	173	158	140	117	90									15	29	3580	250
XNC14C22	14,5	20	220	208	192	176	156	130	100									18,5	31	3890	290
XNC14C24	16	22	242	229	211	194	172	143	110									18,5	34	4090	304
XNC14C25	17	23	264	250	230	211	187	156	120									18,5	36	4190	310
XN14D2	1,8	2,5	275	260	240	220	195	162	125									3,7	6	1380	94
XN14D3	2,7	3,7			21	20	19	17	16	15	13	10						3,7	7	1480	100
XN14D4	3,6	5			31	29	28	26	24	22	19	15						5,5	9	1610	109
XN14D5	4,5	6,1			41	39	37	35	32	29	25	20						5,5	11	1710	116
XNC14D6	5,4	7,3			51	49	46	43	41	36	31	24						7,5	13	1960	130
XNC14D7	6,3	8,5			62	59	56	52	49	44	38	29						7,5	14	2060	137
XNC14D8	7,2	9,8			72	69	65	61	58	51	44	34						9,2	16	2190	147
XNC14D9	8	11			82	78	74	70	65	58	50	39						9,2	18	2290	155
XNC14D10	9	12			93	88	84	78	73	66	57	44						11	20	2450	170
XNC14D11	10	13,6			103	98	93	87	81	73	63	49						11	22	2550	175
XNC14D12	11	15			113	108	102	96	89	80	69	54						13	24	2720	190
XNC14D13	11,7	16			124	118	112	104	97	88	76	58						13	26	2820	195
XNC14D14	12,6	17			134	127	121	113	105	95	82	64						15	27	2890	210
XNC14D15	13,5	18			144	137	130	122	113	102	88	68						15	29	3080	215
XNC14D16	14,5	20			155	147	140	130	121	110	95	73						18,5	31	3290	235
XNC14D18	16	22			165	157	149	139	130	117	101	78						18,5	34	3490	250
XNC14D20	18	25			185	176	167	157	146	131	113	88						22	38	3800	275
XNC14D22	20	27			206	196	186	174	162	146	126	98						22	41	4000	290
XNC14D24	◇ 22	30			227	216	205	191	178	161	139	108						26	46	4085	340
XNC14D25	◇ 23	31			247	235	223	209	194	175	151	118						26	48	4185	350
					257	245	232	217	203	182	158	122									

**NOTES:**  
 ◇ Electropompes pour puits de 8" (moteur Ø mm 190).  
 Les électropompes sont dotées d'un moteur avec enroulement rempli d'eau.  
 Les électropompes sont fournies avec clapet de non retour.  
 Les données ci-dessus peuvent être modifiées sans préavis.

NIVEAU MINIMUM EN METRES SUR L'ASPIRATION:	Q (l/min.)	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600		
		XN14C	1	1	1	1	1	1	1	1			
XN14D				1	1	1	1	1	1	1	1		

03-84/235-F





POMPE CENTRIFUGE  
CENTRIFUGAL PUMP  
DATE 1.6.77 PLAN 216 123.1

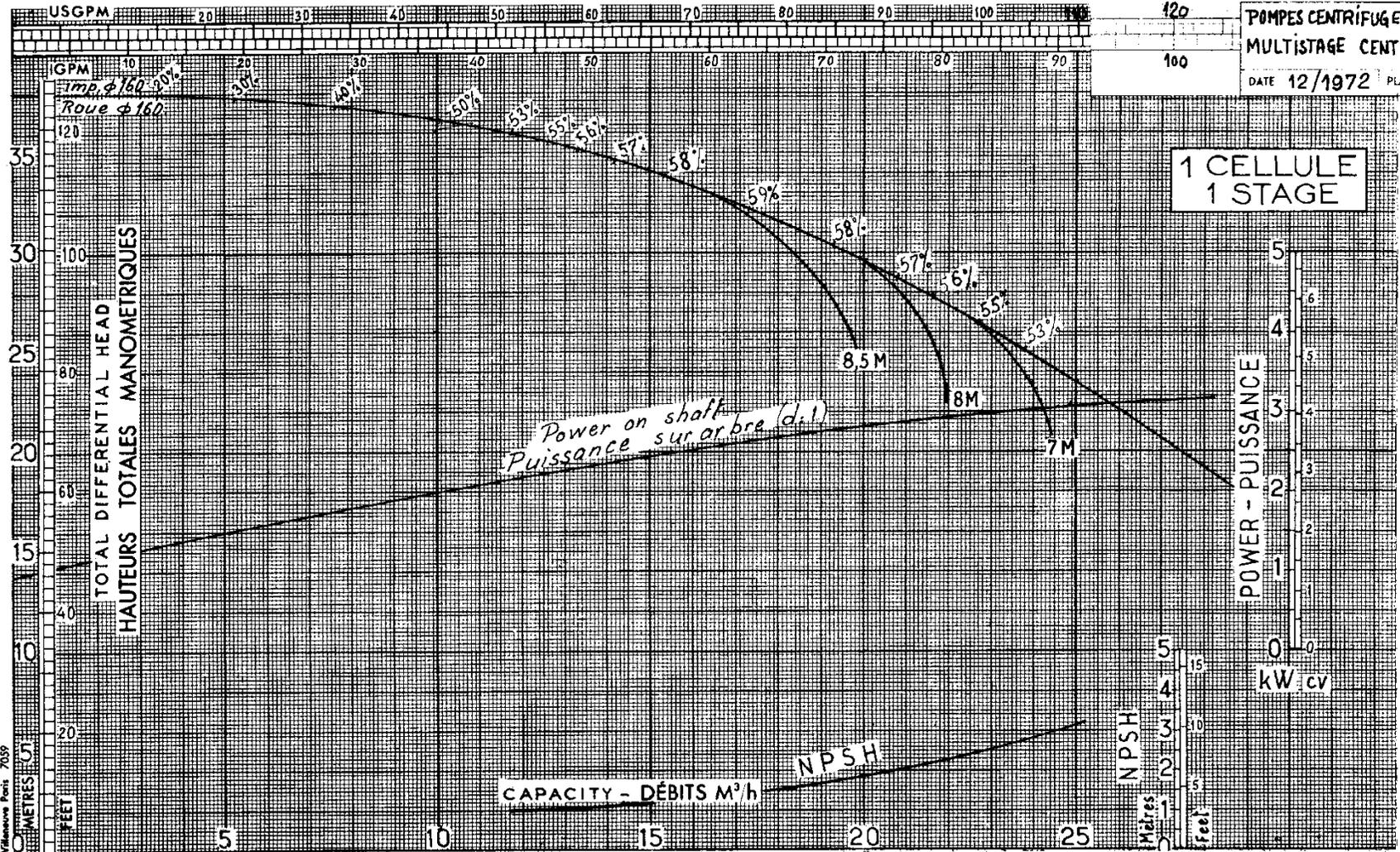
PAGE : 1650.532.00

POMPE PUMP	nM5-M5 F & V	RPM 2900	ROUE - IMPELLER	VOLUTE	HAUTEUR HEAD PUISSANCES POWERS RENDEMENTS EFFICIENCY	2% - 5% 4% 2 points	ESSAIS - TEST 11 564	Annule et remplace le graphique Cancel and replace diagram	CW 87.10 A
			mod: CEILLARD - EYE	mod: DIFFUSEUR - DIFFUSER					

Villeneuve Paris 7058

POMPES **GUINARD**

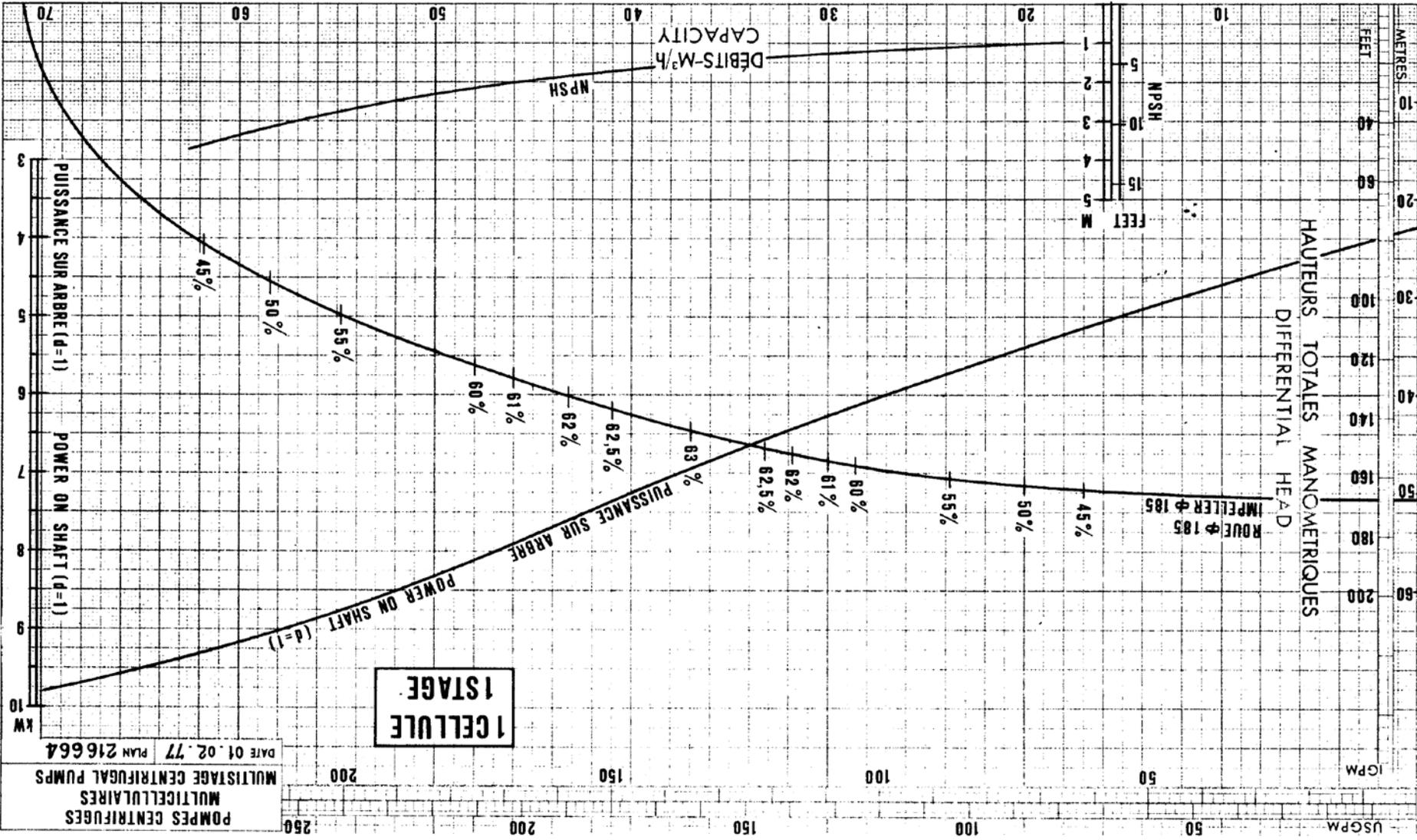
POMPES CENTRIFUGES MULTICELLULAIRES  
 MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMPS  
 DATE 12/1972 PLAN 215 168 - 1



Page 1650.554.00

POMPE PUMP	TN 32-50	VITESSE 2900RPM	ROUE - IMPELLER mod: 5335.A	VOLUTE mod:	HAUTEUR HEAD PUISSANCES POWERS RENDEMENTS EFFICIENCY	- 2% - 5% - 4% ± 2 points	ESSAIS - TEST ReT. N° 4250(2.3.72) Courbe C.5335	Annule et remplace le graphique 215 168 Cancel and replace diagram
			CEILLARD - EYE S = 28cm <sup>2</sup>	DIFFUSEUR - DIFFUSER mod: 5335.B				

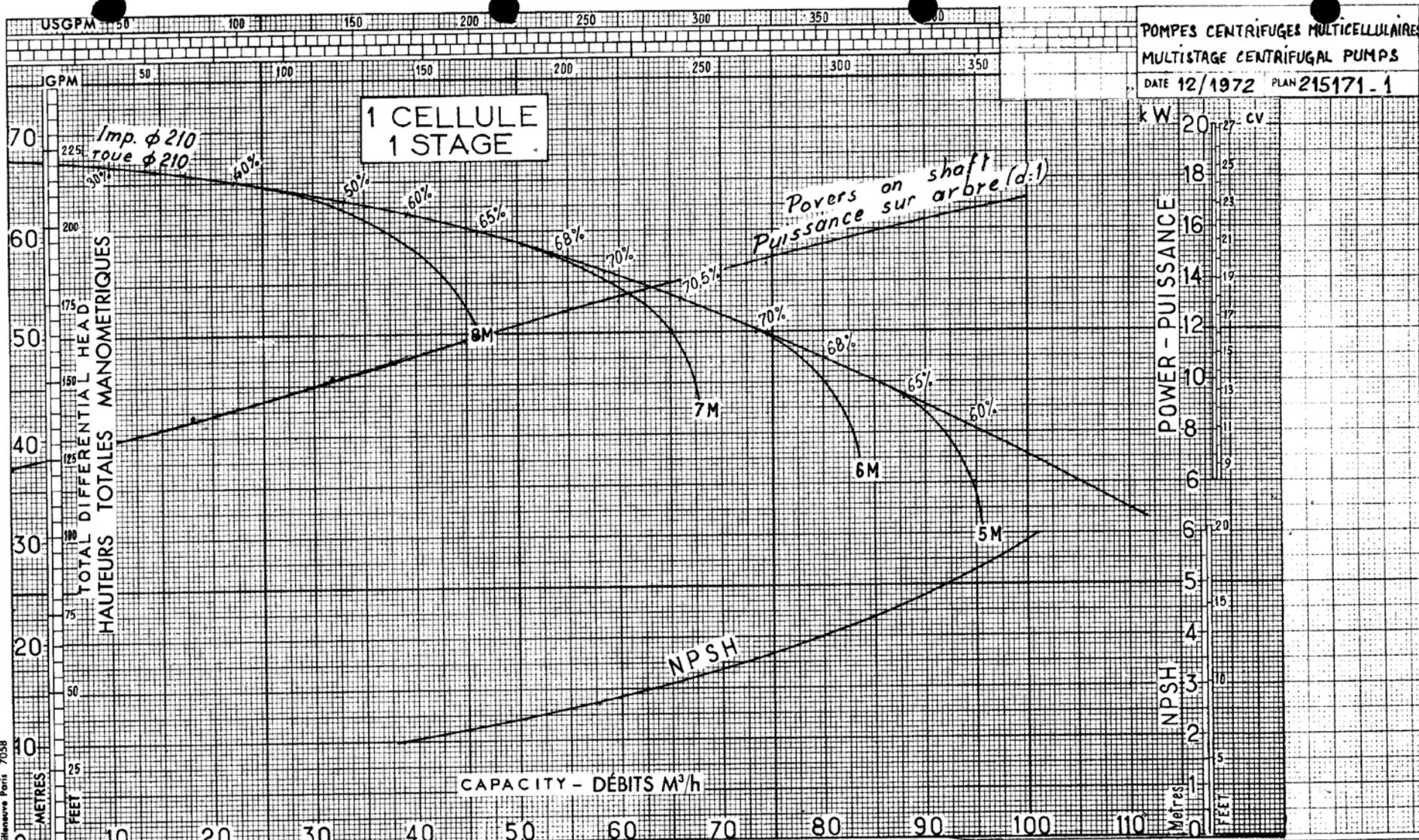
<b>POMPE</b> TN 50-80		RPM 2900		mod: CELLARD - EVE		mod: DIFFUSEUR - DIFFUSEUR		HOUTERES HEADS PUISSANCES + 4%		H 005369		ESSAIS - TEST		POMPES GUINARD	
ROUE - IMPELLER		VOLUTE		DIFFUSEUR - DIFFUSEUR		EFFICIENCY - 2 points		HAUTEUR HEADS PUISSANCES + 4%		Annule et remplace le graphique		Cancel and replace diagram			



PAGE 1650.562.00

POMPES CENTRIFUGES  
 MULTICELLULAIRES  
 MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMPS  
 DATE 01.02.77 PLAN 216664

Yillanava Paris 2030



Vitesse Point 7058

Page 1650.566.00

<b>POMPE PUMP TN 65-100</b>	<b>VITESSE</b> 2900RPM	<b>ROUE - IMPELLER</b> mod : 5338 A <b>CEILLARD - EYE</b> S = 69 cm?	<b>VOLUTE</b> mod : <b>DIFFUSEUR - DIFFUSER</b> mod : 5338 B	<b>TOLERANCE</b> HAUTEUR HEAD : -2% + 5% PUISSANCES POWERS : + 4% RENDEMENTS EFFICIENCY : ± 2 points	<b>ESSAIS - TEST</b> Rot. N° 10271 (10.872) Courbe C. 5338	Annule et remplace le graphique 215171 Cancel and replace diagram
	<b>POMPES GUINARD</b>					