

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Etude et dimensionnement de la station de pompage de Reghaia-Nord refoulant vers le complexe de stockage d'Englade - (w. Alger) .

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0005-17

APA Citation (توثيق APA):

Zeroual, Mehdi (2017). Etude et dimensionnement de la station de pompage de Reghaia-Nord refoulant vers le complexe de stockage d'Englade - (w. Alger)[Mem Ing, 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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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 software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

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، مباحثات، مقالات الدوريات، كتب....) و بثه على الخط.

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département Hydraulique Urbaine

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique

OPTION : Conception des systèmes d'Alimentation en Eau Potable

THEME :

Etude et dimensionnement de la station de pompage de Reghaia-Nord refoulant vers le complexe de stockage d'Englade – Wilaya d'Alger

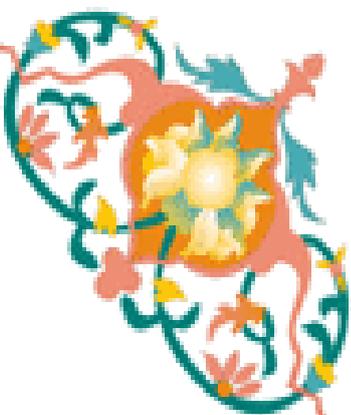
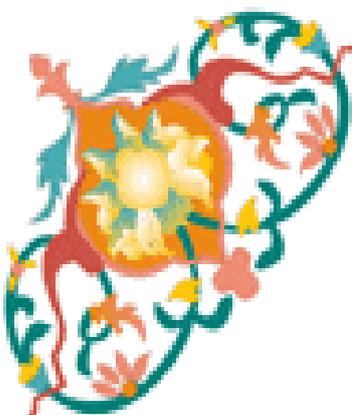
Présenté par :

M^r : ZEROUAL Mehdi

DEVANT LES MEMBRES DU JURY

Nom et Prénom	Grade	Qualité
M ^r AMMARI Abdelhadi	M.C.B	Président
M ^{me} BELABES Salima	M.A.A	Examinatrice
M ^r BOUFEKANE Abdelmadjid	M.A.A	Examineur
M ^{me} DERNOUNI Fouzia	M.A.B	Examinatrice
M ^{me} MOKRANE Wahiba	M.A.A	Promotrice

Juin 2017



Dédicace

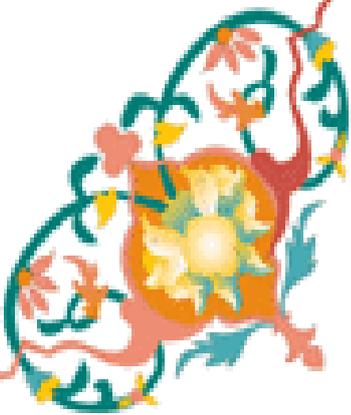
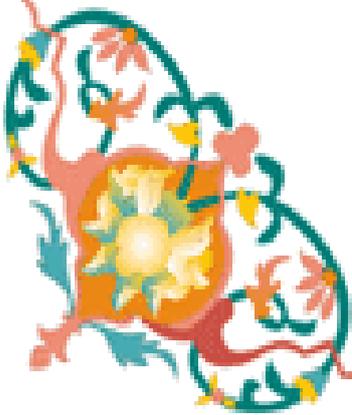
Je dédie ce travail :

*Avant tout à mes chers parents
Qui m'ont soutenue durant toutes ces années de formation.*

À mon frère et à toutes mes sœurs

À tous mes amis proches

Et finalement, à Moi-Même



Remerciements

Je remercie « Allah » tout puissant qui m'a permis d'accomplir ce travail

Je tiens ensuite à remercier ma promotrice Mme. WAHIBA MOKRANE pour son soutien constant durant la période de préparation de ce mémoire.

Je remercie aussi ma famille et mes parents pour leur incroyable capacité à supporter mes sauts d'humeur et d'être passion avec moi durant la rédaction de ce mémoire.

Je remercie mes amis, dont cité tous leurs noms dans ce remerciement prendra quelque dizaine de pages, pour leur présence à mes coté, pour m'avoir aidé et m'avoir remonté le moral.

Je tiens aussi à remercier l'excellente équipe KSB pour m'avoir amplement aidé et soutenu ainsi que les membres de département AEP à la DRE d'Alger

ملخص:

العمل المنجز في إطار مذكرة نهاية السنة يهدف إلى تلبية حاجيات المياه الصالحة للشرب لمجمع التخزين أنجلاد الذي يقوم بتزويد كل من: أنجلاد، هراوة، سي الحواس، المرسي وشابو باستعمال محطة التزويد برعاية شمال. المذكرة متكونة من سبعة (07) فصول التي تشرح كيفية تصميم محطة ضخ المياه وكذا انبوب التدفق نحو مركب أنجلاد باستعمال أفضل مقاربة تقنية واقتصادية ممكنة.

Résumé :

L'objectif du projet est de renforcer et sécuriser l'alimentation en eau potable Des secteurs desservis par le complexe de stockage d'Englade : Englade, Heuraoua, Si El Haoues, El Marsa, Chabou, à partir du site de production de Reghaia-Nord. Notre mémoire se compose de Sept chapitres qui illustrent le dimensionnement de la station de pompage ainsi que la conduite de refoulement vers le complexe d'Englade en essayant d'opter pour un devis estimatif le plus économique.

Abstract:

The objective of the project is to reinforce and secure the supply of drinking water Areas served by the Englade storage complex: Englade, Heuraoua, Si El Haoues, El Marsa and Chabou from the Reghaia-Nord production site. Our work consists of Seven chapters that illustrate the sizing of the pumping station as well as the discharge line to the Englade complex, trying to choose the most economical estimate.

TABLES DES MATIERES

CHAPITRE I : SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1-Introduction	1
I.2-Situation géographique de la zone d'étude	1
I.2-Sol.....	2
I.3-Sismicité	2
I.4-Population actuelle	3
I.5-Situation topographique	3
I.6-Situation climatologique.....	3
I.6.1-Climat	3
I.6.2-Température.....	3
I.6.3-Hygrométrie.....	3
I.6.4-Les vents	3
I.6.5-La pluviométrie.....	4
I.7-Urbanisme	4
I.8-Situation hydraulique	4
I.8.1-Ressources et ouvrage hydrauliques	4
I.8.2- la qualité de l'eau des forages :.....	5
I.9-Conclusion.....	5

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION PAR REFOULEMENT

II.1 - PRESENTATION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE D'ENGLADE	6
II.1.1- Réservoirs de Chabou et Bordj El Bahri :	7
II.2 – PRESENTATION DE LA STATION DE POMPAGE DE REGHAIA NORD :	8
II.2.1- Implantation de la station projetée :	9
II.3 - CHOIX ET TRACE DE LA CONDUITE D'ADDUCTION :	11
II.3.1 Choix du tracé.....	11
II.3.2 choix des types de conduites	12
II.4 Calcul Hydraulique.....	13
Diamètre économique	13
Perte de charge	14
Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)	16
Puissance absorbée par la pompe	17
Energie consommée par la pompe	17
Prix d'énergie (Frais d'exploitation)	17
Amortissement	17

II.5 – Tracé :.....	18
II.4.1 - Description des traces :	18
II.4.2 - Identification des contraintes	21
II.4.3- Conclusions sur les traces :	23
II.6- Calcul du diamètre économique :.....	25
II.7- Conclusion :	28

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

III.1- INTRODUCTION :.....	29
III.2- Paramètres de choix des pompes :.....	29
III.2.1 – Présentation du groupe KSB :	30
III.2.2- Point de fonctionnement de la pompe.....	30
III.2.3-Modifications susceptibles d'être apportées à une pompe centrifuge	30
III.3-Etude de la cavitation.....	31
III.4- SELECTION DE LA POMPE :	33
III.4.1- Présensation du logiciel KSB EasySelect :.....	33
III.4.2 – Fiche technique de la pompe Omega :	35
III.4.3 – Sélection et étude de variantes :	37
III.5 CHOIX DE TYPE DE BATIMENT :.....	42
III.5.1 - Type de bâtiment.....	42
III.5.2 Type surface :	43
III.5.3 - Type bâche sèche :	44
III.5.4 - Conclusion :	44
III.6 – CONCLUSION :.....	44

CHAPITRE IV : PROTECTION CONTRE LE PHENOMENE DE COUP DE BELIER

IV.1- Définition :.....	46
IV.2- Les risques dus aux coups de bélier :	46
- Risque de forte pression :	46
- Pression négative :	46
- Fatigues des conduites :.....	47
IV.3 - Protection contre le coup de bélier :.....	47
- Les volants d'inertie :.....	47
- Les soupapes de décharge :.....	47

- Les réservoirs d'air :	47
- Les cheminées d'équilibre :	48
IV.4 - Analyse physique du phénomène du coup de bélier :	49
- Phase 01 :	49
- Phase 02 :	49
- Phase 03 :	49
- Phase 04 :	49
IV.5 - Calcul de la célérité d'ondes :	50
IV.6 - Calcul du volume du réservoir suivant la Méthode de Vibert :	51
IV.7 – Calcul du volume du réservoir suivant la méthode de Bergeron :	52
IV.8 - CONCLUSION :	57

CHAPITRE V : ACCESSOIRES

V.1- Introduction.....	59
V.2 Les robinets :	59
V.2.1 Les robinets-vannes :	59
V.2.1 Les vannes papillons :	59
V.3 Ventouses :	61
V.4 Vidange du fond	62
V.5 Clapet anti retour.....	63
V.6 Organes de mesure :	63
V.6.1 Mesure de débit :	63
V.6.2. Mesure de pression	66
V.7 Organes de raccordement :	67
V.8 By-pass.....	68
V.9 Crépines.....	68
V.10 Organe de l'adduction :	69
V.11 - Conclusion	70

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

VI.1 Travaux de l'adduction	71
VI.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain	71
VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose.....	71
VI.1.3. Excavation des tranchées	72
VI.1.4. Pose de la canalisation	75
VI.1.5. Remblaiement des tranchées	77
VI.1.6 Calcul du temps d'exécution.....	78
VI.1.7 Détermination du volume des travaux de l'adduction :	78
VI.1.8 Détermination du temps d'exécution des travaux de l'adduction :.....	79
VI.2. Travaux de la station de pompage	79
VI.2.1 Dimensionnement du bâtiment de la station de pompage :	79
VI.2.2 Détermination de la capacité du godet :.....	81
VI.2.3 Calcul des volumes :	82
VI.3. Choix des engins de terrassement.....	84
VII.3.1. Pelle hydraulique	85
VI.3.2. Dozer	85
VI.3.3. Chargeur.....	86
VI.3.4. Compacteur (vibrateur de sol).....	86

CHAPITRE VII : SECURITE DE TRAVAIL

Introduction :.....	88
VII.1- causes des accidents de travail :	88
VII.1.1 - facteurs humains :.....	88
VII.1.2- facteurs matériels :.....	89
VII.2 - causes des maladies professionnelles :.....	89
VII.3- Méthode et moyens de prévention :	90
VII.3.1 - Calcul du débit d'air nécessaire a la ventilation du tunnel :.....	90
VII.3.2 - Calcul du diamètre de la canalisation d'air nécessaire a la ventilation :.....	91
Conclusion :	92
Références Bibliographiques	
Annexes.....	

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I : SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

Figure I.1 : Situation géographique de la zone d'étude.....	2
---	---

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Figure II.1 – Ouvrages d'arrivé de la conduite d'adduction	7
Figure II.2 – Principaux réservoirs de la région de reghaia nord.....	8
Figure II.3 – Variante N°01 de l'emplacement de la station de pompage	9
Figure II.4 – Variante N°02 de l'emplacement de la station de pompage	10
Figure II.5 - Conduite projeté entre Reghaia-Nord et le reservoir d'Englade variantes de tracé	24
Figure II.6 – Schéma récapulatif de bilan (DZD) en fonction du diametre de la conduite (mm)	27

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Figure III.1 – Courbe NPSHd et NPSHr.....	32
Figure III.2 – Interface du logiciel EasySelect	34
Figure III.2 – Pompe plan de joint Omega.....	35
Figure III.3 – Courbes caractéristiques de la pompe : Débit-Hauteur, NPSHr,.....	39
Rendement et Puissance absorbée.....	39
Figure III.4 – Courbes Débit-Hauteur de la station de pompage	41

CHAPITRE IV : PROTECTION CONTRE LE PHENOMENE DE COUP DE BELIER

Figure IV-1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti béliet.....	48
Figure IV-2 : Variation du volume d'aire au cours des phases de fonctionnement du réservoir	48
Figure IV.3 – Epure de Bergeron.....	55
Figure IV.4 – Variation de la pression absolue en fonction du temps	56

CHAPITRE V : ACCESSOIRES

Figure V.1: Les différents types de vanne.....	61
Figure V.2: Les types de ventouses.....	62
Figure V.3 : Vidange du fond.....	63
Figure V.4 : Clapet anti-retour	63
Figure V.5 : Diaphragme.....	64
Figure V.6 Venturi	65
Figure V.7 : Tuyère	65
Figure V.8 : Manomètre à aiguilles.....	66
Figure V.9 : Manomètre à soufflet.....	67

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

Figure VI.1 : Pelle hydraulique.....	85
Figure VI.2 : Dozer	86
Figure VI.3 : Chargeur	86

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION PAR REFOULEMENT

Tableau II.1 – Tableau comparatif des variantes	22
Tableau II.2 - de calcul de la Hauteur Manométrique Total	26
Tableau II.3 - de calcul de frais d'exploitation	26
Tableau II.4 - de calcul des frais d'investissement amortis :	26
Tableau II.5 de calcul de frais d'exploitation + frais d'investissement	27

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Tableau III.1 Caracteristiques de la pompe Omega	36
Tableau III.2 – Variantes de pompes potentielles	37
Tableau III.3 : Type du bâtiment de la station	42

CHAPITRE IV : PROTECTION CONTRE LE PHENOMENE DE COUP DE BELIER

Tableau IV.1 : Valeurs du coefficient K :	50
Tableau IV.2 – Valeurs calculés par la méthode de BERGERON	54

CHAPITRE V : ACCESSOIRES

Tableau V.1 : Les différents organes annexes de notre projet d'adduction	69
--	----

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

Tableau VI.1 : Coefficient du talus en fonction de la nature du sol	73
Tableau VI.2: Capacité du godet en fonction du volume de terrassement	73
Tableau VI.3 : Détermination des différents volumes des travaux de l'adduction.....	78
Tableau VI.4 : Détermination des différents temps d'exécution des travaux de l'adduction	79
Tableau VI.5 : Les dimensions de la station de reprise	80
Tableau VI.6 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet.....	81
Tableau VI.7 : Calcul volume de décapage et son temps d'exécution pour la station de pompage	82

CHAPITRE VII : SECURITE DE TRAVAIL

Tableau VII.1- vitesse de l'air dans les différentes canalisations	92
--	----

LISTE DES PLANCHES

- 1- **Planche N°1** : Planche de détail de la nouvelle station de pompage de Reghaia Nord
- 2- **Planche N°2** : Profil en long de l'adduction
- 3- **Planche N°3** : Profil Piézométrique
- 4- **Planche N°4** : Plan de Situation

INTRODUCTION GENERALE

La hausse de population et le développement que la région de Reghaia a rencontré durant ces dernières années, nécessite un approvisionnement et un renforcement en eau potable.

Dans notre projet qui a pour but de faire parvenir l'eau au complexe de stockage d'Englade, nous aborderons le dimensionnement de la station de pompage ainsi que le tracé de l'adduction de la station de pompage à Reghaia vers le complexe de stockage d'Englade.

Dans le premier chapitre (I), on en parlera de notre région, principalement de la situation hydraulique, dans le deuxième chapitre (II), on dimensionnera notre adduction par refoulement, en choisissant le diamètre économique et le tracé le plus favorable, dans le troisième chapitre (III) on verra le dimensionnement de notre station de pompage, et le choix de meilleurs pompes pour cela, tant dit qu'on quatrième chapitre (IV), on dimensionnera notre réservoir d'air pour une protection anti coup de bélier de notre installation, en en parlera de différents accessoires nécessaires à notre station de pompage dans le chapitre (V), arrivé au sixième chapitre (VI) on se concentrera sur l'organisation du chantier pour notre adduction et le dimensionnement de notre bâtiment de station de pompage, et en dernier on verra les méthodes de protection des individus dans le septième chapitre (VII) de sécurité de travail.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I.1-Introduction

L'objectif de ce chapitre, est la collecte des données de reconnaissance du site d'étude des points de vue géographique, topographique, géologique, climatique, démographique et hydraulique.

I.2-Situation géographique de la zone d'étude [1]

Notre zone d'étude est à la commune de Reghaia-Nord. Elle est située à 20km du Centre d'Alger sur la Baie.

La zone d'étude est délimitée par :

- ❖ La mer méditerranéenne au nord
- ❖ Bordj El Kiffan et Bab Ezzouar à l'ouest
- ❖ Par Boudouaou El Bahri et Boudouaou à l'Est.
- ❖ Au sud par Rouiba et OuledHedadj



Figure I.1 : Situation géographique de la zone d'étude

I.2-Sol

Le sol de notre zone d'étude est constitué d'alluvions (limons argileux sableux) avec des poches d'alluvions anciennes (limons caillouteux de terrasse) situé au centre, ainsi qu'au sud-est et sud-ouest.

I.3-Sismicité

D'après le Règlement Parasismique Algérien (P.R.A) le territoire national est divisé en quatre zone de sismicités croissante, qui sont les suivantes :

- Zone 0 : sismicité négligeable
- Zone I : sismicité faible
- Zone II : sismicité moyenne
- Zone III : sismicité forte

La commune de Reghaia est classée dans la zone II, ceci suivant les recommandations parasismique d'Algérie (21 mai 2003)

I.4-Population actuelle

D'après le dernier recensement général de la population et de l'habitat effectué en juin 2008, la population du chef-lieu d'Englade, Heuraoua, Si El Haoues, El Marsa, Chabou de la commune de Reghaia s'élève à P= 60452 habitants (d'après les données recueillies au niveau de l'ONS) qui se traduit par un taux d'accroissement T= 2,3%.

I.5-Situation topographique

La région et ses alentours reposent sur un relief de faible pentes de 2% à 5% environ du sud vers le nord.

Elle présente un relief uniforme, avec une faible pente dont les altitudes varient de 53 à 64 MNGA dans le sens Nord-Sud, 55 à 60 MNGA d'Ouest à l'Est.

I.6-Situation climatologique

I.6.1-Climat

La région de Reghaia bénéficie du climat méditerranéen avec alternance d'une saison sèche et chaude (mai – septembre) et d'une saison humide (octobre – avril), elle subie pratiquement les mêmes variations saisonnières que la zone côtière.

I.6.2-Température

Elles varient d'année en année, mais généralement elles sont de l'ordre de 10°C en hiver et de 33°C en été.

I.6.3-Hygrométrie

La variation annuelle de l'humidité relative est moyennement faible, de mai en septembre, la moyenne n'atteint pas 70%.

I.6.4-Les vents

Le maximum de force des vents se situe au cours de l'hiver et le minimum à la fin de l'été, le gradient est important, ce qui est due au rapprochement de la région de

Reghaia Nord de la mer méditerranée, ce qui provoque des vents allant jusqu'à 40 km/h.

I.6.5-La pluviométrie

Cette zone est caractérisée par une pluviométrie irrégulière, les pluies sont concentrées sur une partie de l'année (octobre-avril) ; les précipitations sont intenses de novembre à février et quasi inexistante dans les mois de Mai, Juin, Juillet et Aout.

I.7-Urbanisme

La commune de Reghaia à une concentration d'urbanisation au sud-ouest, là où au Nord (notre zone d'étude) est moins urbanisé, elle compte plusieurs quartiers résidentiels relativement nouveaux.

Il existe des structures administratives (postes, mairies, impôts, assurances, policliniques et dispensaires, médecins privés) ; il existe également une école primaire dans chaque quartier, la ville contient aussi un marché couvert.

I.8-Situation hydraulique

I.8.1-Ressources et ouvrage hydrauliques

Le complexe de stockage d'Englade est constitué par :

- Deux (2) réservoirs au sol : 2 x 2 000 m³ (cote TP : 65,72 m) ; en service ;
- Un (1) château d'eau ; prochainement en service ;
- Une (1) station de pompage ; prochainement en service.

Actuellement, l'alimentation des 2 réservoirs au sol est assurée par :

- Une conduite en DN500 Fonte, raccordée à une conduite DN400 issue de la branche 1200 du projet SPIK ; la conduite DN500 est également maillée avec le château d'eau de Bordj El Bahri ;
- Une conduite en DN400 Fonte (diamètre à valider), issue d'un champ captant local.

Les 2 alimentations sont séparées, mais avec des possibilités de by-pass entre les deux. Ces deux alimentations alimentent les régions de Englade, Heuraoua, Si El Haoues, El Marsa, Chabou.

I.8.2- la qualité de l'eau des forages :

La présence de nombreuses nappes souterraines alimentées par les pluies tombées permettent d'irriguer facilement durant la période sèche. L'eau disponible est de très bonne qualité (nappe de Mitidja) et à une faible profondeur avec une quantité suffisante.

I.9-Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons présenté notre zone d'étude « la commune de Reghaia » et plus précisément la région Reghaia-Nord. Elle présente un climat méditerranéen, son relief est pratiquement plat, le taux d'accroissement de la population est de 2,3% ; elle dispose de diverses ressources hydrauliques comme des réservoirs de stockage.

**CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA
STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION PAR
REFOULEMENT**

Dans ce chapitre nous allons présenter le complexe hydraulique d'Englade, et nous allons déterminer le meilleur emplacement de notre station de pompage ainsi que le meilleur tracé de l'adduction de refoulement en proposant plusieurs variantes et en choisissant la meilleure variante d'un point de vue technique, économique et pratique.

II.1 – Présentation du complexe hydraulique d'Englade :

Le complexe de stockage d'Englade est constitué de :

- 2 réservoirs au sol : 2 x 2 000 m³ ;
- 1 château d'eau
- 1 station de pompage projetée.

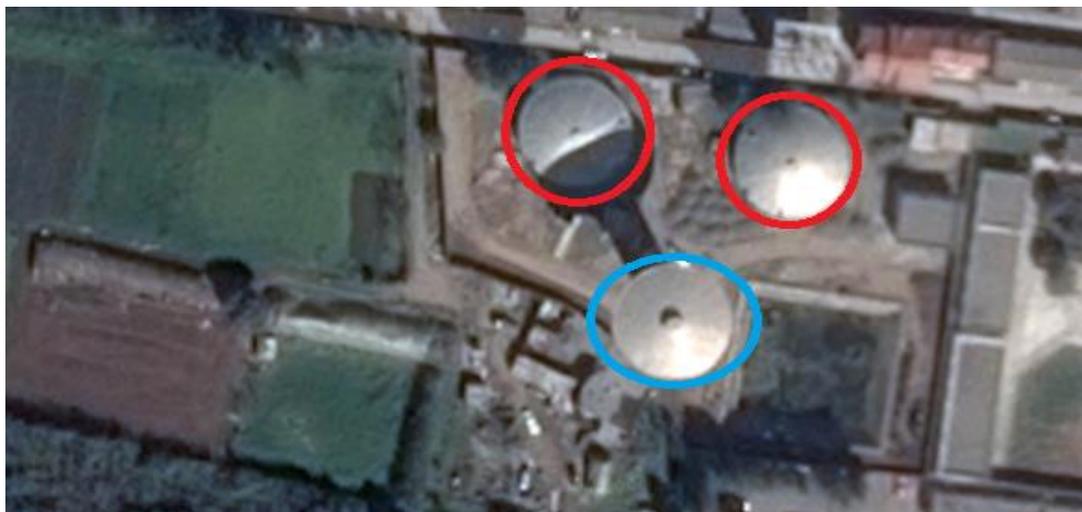


Figure II.1 – Ouvrages d'arrivé de la conduite d'adduction

En rouge : Réservoirs à remplir, 2000m³ chacun

En Bleu : Château d'eau de distribution

II.1.1- Réservoirs de Chabou et Bordj El Bahri :

Les sites de stockage de Chabou et Bordj El Bahri sont situés respectivement à 2 et 3 km d'Englade. Sur Bordj El Bahri, il existe un château d'eau et une bêche au sol est projetée. Un projet de station de pompage sur BEK (Bordj El Kiffan Est) permettra d'alimenter (en fonctionnement normal) le réservoir de Chabou et la bêche au sol projetée de Bordj El Bahri.

Fonctionnement actuel sur Englade :

Il existe une conduite en DN500 mm Fonte, issue de la branche 1200 du SPIK (via le surpresseur de Dergana), qui alimente les 2 cuves au sol d'Englade. Cette conduite alimente également le réservoir Chabou et le château d'eau de Bordj El Bahri. Les cuves au sol d'Englade peuvent également être alimentées par une conduite en DN400 mm Fonte, issue d'un champ captant local (mais qui n'est pas, à ce jour, en exploitation).

Dans la figure suivante, les réservoirs encerclés en noir représentent les trois (03) ouvrages principales de distribution de toute la région de reghaia nord.

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION

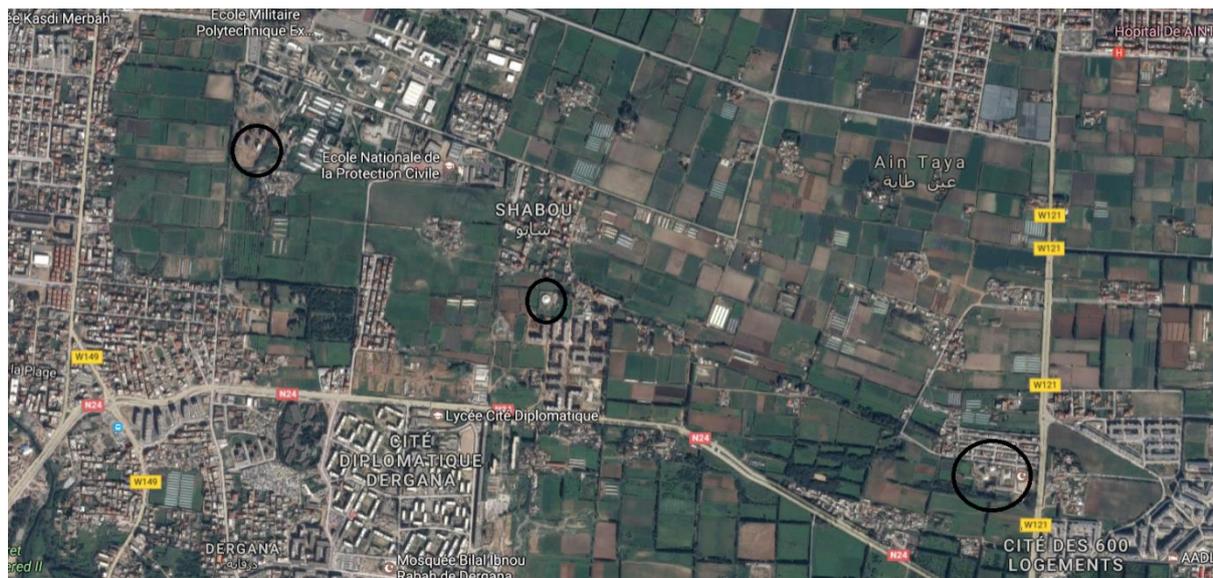


Figure II.2 – Principaux réservoirs de la région de reghaia nord ; Année 2017

II.2 – Présentation de la station de pompage Reghaia-Nord :

Description du site :

Le site comprend aujourd'hui :

- Une cuve au sol de 5000 m³ (cuve 1) ;
- Une station de pompage (station n° 1) ;
- Un château d'eau ;
- Une cuve en cours de construction de 5000 m³ (cuve 2) ;

La station de pompage existante est raccordée sur la cuve existante et alimente le château d'eau. Une troisième cuve (5000 m³) est également projetée.

II.2.1- Implantation de la station projetée (station de pompage n° 2) :

La station projetée sera implantée sur le site à proximité des autres ouvrages.

Variante N° 1 :

- On implémente notre réservoir projeté (dans l'image : Cuve 03) à côté du réservoir en construction (Cuve 02).
- On construira notre station de pompage en face des cuves 02 et 03.

L'image suivante schématise notre variante N°1 :



Figure II.3 – Variante N°01 de l'emplacement de la station de pompage, Année 2017

Variante N°02 :

Dans cette variante, l'implantation de la station de pompage projetée est à côté de la Cuve N°2, ou la Cuve N°03 est en face de l'emplacement de la station de pompage projetée, voir figure ci-après :



Figure II.4 – Variante N°02 de l'emplacement de la station de pompage

Nous retenons la variante N°1 pour les raisons suivantes :

- La disposition de la tuyauterie entre les Cuves N°02 et N°03 vers la station projetée est plus adéquat.
- Vue que la station de pompage existante refoulera aussi vers les deux Cuves 02 et 03, la disposition de la variante 1 diminuera la longueur de notre conduite de refoulement

- Du point de vue esthétique, la disposition de la première variante est plus favorable : un alignement de trois cuves et de deux stations de pompage donne un rendu visuel amélioré.
- L'accès à la station de pompage, ainsi qu'à tous les ouvrages du complexe est nettement plus avantageux dans la première variante.

II.3 – Choix et Tracé de la conduite d'adduction :

Après avoir situé la station de pompage et choisi la meilleure variante de son emplacement, nous passons au choix du tracé d'adduction de refoulement et son dimensionnement.

L'adduction des eaux consiste à étudier les voies et moyens, tant sur le plan technique qu'économique, en vue d'acheminer les eaux prélevées de la station, soit vers leur lieu d'accumulation, soit directement vers les zones de leur consommation.

De par leur fonctionnement les adductions peuvent être classées selon leurs charges :

- Soit en adduction par refoulement ;
- Soit en adduction gravitaire.

II.3.1 Choix du tracé

Le choix de la conduite d'adduction doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter.

1. Le tracé doit être le plus court possible
2. Aux points hauts du tracé, peuvent se manifester des contentements d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigés ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contres pentes ;
3. Eviter les profils horizontaux, qui peuvent perturber le régime d'écoulement ;
4. Il serait préférable de suivre les accotements des routes, pour faciliter les travaux ainsi que l'acheminement du matériau ;
5. L'examen des conditions dans lesquelles, devrait être établi cette canalisation, aussi bien au point de vue technico-économique.

II.3.2 choix des types de conduites

Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction de :

- Diamètre ;
- Pressions supportées ;
- Les conditions d'installation ;
- Le revêtement ;
- La disponibilité ;
- Du prix unitaire,
- Du type de sol ;
- Ne pas omettre d'intégrer le coût de transport qui reste un paramètre important.

Dans le projet, nous avons opté pour les conduites en acier et cela en raison des avantages qu'elles présentent :

- Très économiques ;
- Disponibilité sur le marché (production locale) ;
- Résistance à des grandes pressions (>à 20 bars) ;

- Permettre une pose simple et adéquate ;
- Réduction des pièces spéciales ;
- Les frais d'amortissement de la conduite varient dans le même sens que le diamètre de celle-ci, et dans les mêmes conditions du débit véhiculé ;
- Les frais d'exploitation qui seront inversement proportionnels au diamètre de la conduite.

II.4 Calcul Hydraulique

Diamètre économique

Une première à déterminer approximativement le diamètre de la conduite à l'aide des formules donnant le diamètre économique ;

Parmi ses formules, nous prenons celle de BONIN qui a permis d'éviter les dépôts dans la conduite avec des vitesses avoisinantes 1,27 m/s.

Ainsi on aura :

$$D_{éc} = \sqrt{Q_b}$$

Où :

$D_{éc}$: Diamètre économique en m ;

Q_b : Débit transitant dans la conduite en m³/s.

Perte de charge

On rencontre deux types de pertes de charge dans les conduites d'adduction.

Pertes de charge linéaires ;

Pertes de charge singulières.

Les premières sont dues aux frottements de l'eau contre les parois de canalisations elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H = J \cdot L \quad \text{DARCY- WEISBACH}$$

Où

L : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

J : Gradient de perte de charge.

$$J = \frac{\lambda}{D_h} \frac{V^2}{2g} L$$

Où :

D : Diamètre hydraulique de la conduite qui est égal au

: Diamètre forcé (m) ;

V : Vitesse moyenne de l'eau dans la conduite (m/s) ;

g : Accélération de la pesanteur (m/s²) ;

λ: Coefficient de frottement qui dépend

du régime d'écoulement.

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION

En régime turbulent complètement rugueux ' λ ' est donné par la formule de NIKURADSE

$$\lambda = \left(1,14 - 0,86 \ln \frac{\varepsilon}{D} \right)^{-2}$$

Avec :

ε : rugosité de la conduite en mm.

D : diamètre de la conduite (mm)

Au régime transitoire λ est déterminé à partir de l'abaque de MOODY.

A la première approximation λ est donné par la formule de NIKURADSE.

Vérification du régime (nombre de REYNOLDS)

Pour chaque calcul, on vérifie le régime d'écoulement à l'aide de la formule suivante :

$$R = \frac{VD}{\nu}$$

Où :

R : Nombre de REYNOLDS ;

$V = \frac{4Q}{\pi D}$: Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;

ν : Viscosité cinématique de l'eau = 10^{-6} m²/s à une

Température de 20°C.

Les pertes de charge singulières sont occasionnées par les vannes, robinets, ventouses, changement de direction, ou de section ...etc.

Généralement estimées à 10% des pertes de charge linéaires, les pertes de charge totale le long de la conduite sont :

$$\Delta h_t = \Delta H_L + \Delta H_S = \Delta H_L + 0,15 \Delta H_L = 1,15 \Delta H_L$$

$$j = 1,15 \frac{\lambda V^2}{D 2g} L$$

Etude de la rugosité

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \alpha t$$

Où :

ε_0 : Rugosité absolue à l'état neuf (10^{-4} pour la fonte) ;

α : Coefficient de vieillissement ;

Pour la zone de faible agressivité de l'eau $\alpha = 0,03$ mm/an. Tiré de l'abaque PETER LAMONT ;

t : Temps de service en année (30 ans)

$$\text{AN : } e = 10^{-4} + 0,03 \cdot 10^{-3} \cdot 30 = 16 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

Calcul de la hauteur manométrique totale (HMT)

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H_r + \Delta H_{asp}$$

Où :

H_g : Hauteur géométrique de refoulement ;

ΔH_r : Pertes de charge au refoulement ;

ΔH_{asp} : Pertes de charge à l'aspiration ;

Ht : Perte de charge totale $H_t = H_r + h_{asp}$;

Pour le cas de refoulement d'une bache de reprise vers le réservoir on a :

$$H_g = (\nabla p) - (\nabla \text{radier})$$

Puissance absorbée par la pompe

$$P = \frac{\rho Q H_{mt}}{\eta}$$

En considérant une eau avec une masse volumique de 1000kg/m^3

Où :

P : Puissance en Kw ;

η : Rendement de pompage

H_{mt} : Hauteur manométrique totale ;

Q : Débit refoulé.

Energie consommée par la pompe

$$E = P \cdot t \cdot 365 \text{ (Kwh/an)}$$

Où : t : Nombre d'heure de pompage par jour.

P : puissance en KW

Prix d'énergie (Frais d'exploitation)

$$\text{Prix} = E \cdot e$$

Avec : e : Prix du kwh moyen d'après « Sonelgaz » $e = 6.82$
DA/kwh.

E : énergie de consommation KWH / an.

Amortissement

L'annuité d'amortissement est déterminée par la relation :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n} + 1$$

Où :

i : Taux d'annuité (i=8%) ;

n : Nombre d'année d'amortissement (n=30).

Application :

$$A = \frac{8\%}{(8\% + 1)^{50}} + 1 = 0,08170$$

II.5 – Tracé :

II.4.1 - Description des traces :

Trois (3) variantes de trace ont été établies, la figure N° II.7 explique avec une image satellitaire et en détails toute les informations qui se suivent, Elles sont désignées par :

Variante 1 : pose en passant par le centre-ville d'El Heuraoua

Variante 2 : pose en passant par le sud d'El Heuraoua ;

Variante 3 : pose en passant par le nord d'El Heuraoua.

Quelle que soit la variante de trace, les points de départ et d'arrivée de la conduite projetée sont :

- Départ : le site de production de Reghaia-Nord ;
- Arrivée : le complexe de stockage d'Englade (réservoirs au sol).

A- Trace variante 1

Le trace est le suivant :

Tronçon AB : pose sous voirie (RN24), depuis le site de production de Reghaia- Nord jusqu'à l'intersection entre la RN24 et le CW112 ;

Tronçon BC : pose sous voirie (RN24), depuis l'intersection entre la RN24 et le CW112, jusqu'à l'intersection entre la RN24 et la route communale qui entre dans El Heuraoua ;

Tronçon CD : pose sous voirie communale sur la traversée d'El Heuraoua, jusqu'au point « D » ;

Depuis le point « D », 2 scenarios proposés :

Scenario 1 (variante 1-1) :

Tronçon DE : pose sous voirie communale, avec passage au sud et a proximité du château d'eau d'El Heuraoua (~ 200 ml), jusqu'à l'intersection entre la voirie communale et le CW121 ;

Tronçon EF: pose sous voirie (CW121) jusqu'à l'intersection avec le CW121bis¹ ;

Tronçon FG : pose sous voirie (CW121bis) jusqu'à l'entrée sur le hameau sur lequel est implanté le site de stockage d'Englade ;

Tronçon GH : pose dans le hameau sous voirie/piste, jusqu'aux réservoirs.

Scenario 2 (variante 1-2) :

Tronçon DE' : pose sous voirie communale, avec passage au nord du château d'eau d'El Heuraoua (~ 400 ml), jusqu'à l'intersection entre la voirie communale et le CW121 ;

Tronçon E'F' : pose sous voirie (CW121) jusqu'à l'intersection avec le CW121bis ;

Tronçon F'G' : pose sous voirie (CW 121bis) jusqu'à l'entrée sur le hameau sur lequel est implanté le site de stockage d'Englade ;

Tronçon G 'H : pose dans le hameau sous voirie/piste, jusqu'aux réservoirs.

B- Trace variante 2

Le trace est le suivant :

Tronçon AB : pose sous voirie (RN24), depuis le site de production de Reghaia- Nord jusqu'à l'intersection entre la RN24 et le CW112 ;

Tronçon BK : pose sous la future voie de contournement d'El Heuraoua par le Sud ; a ce stade la future route est une piste ;

Tronçon KF : pose sous voirie (CW121) jusqu' a l'intersection entre le CW121bis et le CW121 ;

Tronçons FG et GH : cf. variante 1 (pose sous CW121bis, puis dans les rues du hameau sur lequel est implanté le site de stockage d'Englade) ;

C- Trace variante 3

Le trace est le suivant :

Tronçon AB et BC : trace identique à celui de la variante 1 (pose sous la RN24, depuis le site de production de Reghaia-Nord jusqu'à l'intersection entre la RN24 et la route qui entre dans El Heuraoua) ;

Tronçon CI : pose sous voirie (RN24) jusqu'à l'intersection avec la route communale qui conduit au CW121 ;

Tronçon IJ : pose sous voirie (route communale) jusqu'à l'intersection avec le CW121 ;

Tronçon JF' : pose sous voirie (CW121) jusqu'à l'intersection avec le CW121bis ;

Tronçons F'G' et G'H : cf. variante 1 (pose sous CW121bis, puis dans les rues du hameau sur lequel est implanté le site de stockage d'Englade) ;

II.4.2 - Identification des contraintes

Tableau II.1 – Tableau comparatif des variantes

	VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3
Longueur totale (hors desserte du château d'eau El Heuraoua) :	8 400 ml (V1-1) ou 8 100 ml (V1-2)	7 900 ml	8 900 ml
Contraintes liées à la pose :			
Sur le plan administrâtes :			
Pose en domaine public ou prive :	Domaine public sur la totalité du trace	Domaine public sur la totalité du trace	Domaine public sur la totalité du trace
Voiries concernées :	RN24, voirie communale a la traversée d'El Heuraoua, CW121, CW121bis ² , voiries du hameau sur lequel est implanté le site de stockage.	RN24, voirie du contournement Sud projeté d'El Heuraoua, CW121, CW121bis, voiries du hameau sur lequel est implanté le site de stockage.	RN24, voirie communale au niveau du contournement par le nord d'El Heuraoua, CW121, CW121bis, voiries du hameau sur lequel est implanté le site de stockage.
Autorisation de voirie :	A obtenir sur la totalité du trace	A obtenir sur 1/3 du trace seulement	A obtenir sur la totalité du trace
Sur le plan technique :			
Points « durs » sur le parcours :	2 franchissements d'Oued (nécessite de mettre en place de la fonte verrouillée)	1 franchissement d'Oued (nécessite de mettre en place de la fonte verrouillée)	2 franchissement d'Oued (nécessite de mettre en place de la fonte verrouillée)
Encombrement :	A priori voirie (2 voies) encombrée par les autres réseaux sur le tronçon CD (centre-ville d'El Heuraoua). Sur les tronçons ABC, DEFGH (V1-1) ou DE'F'G'H (V1- 2), pas de contraintes forte pressentie.	Sur les tronçons AB, et KFGH, pas de contraintes forte pressentie. Sur le tronçon BK, pas de contraintes (route en cours de réalisation, et en état de piste à ce jour).	Sur tout le trace, pas de contraintes forte pressentie.
Contraintes liées à l'exploitation :			
Accès à la conduite :	Sera probablement difficile sur le tronçon CD(centre-ville d'El Heuraoua),	Pas de contraintes particulières	Pas de contraintes particulières

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION

Les 3 variantes de traces correspondent à une pose de la conduite projetée en domaine public, ce qui évite la mise en place de servitudes avec des particuliers, procédures longues et laborieuses, susceptibles d'augmenter fortement les délais de réalisation des travaux.

Une contrainte forte apparaît sur la variante 1 (1-1 ou 1-2), à savoir le passage dans le Centre-Ville d'El Heuraoua, qui apparaît étroit, avec une voirie a priori déjà encombrée par les autres réseaux, et un accès difficile à la conduite (pour les mêmes raisons) lors de l'exploitation future.

Les traces proposés dans les variantes 2 (contournement par le Sud) et 3 (contournement par le Nord) permettent d'éviter le Centre-Ville.

La variante 2 reste néanmoins préférée à la variante 3, car c'est celle qui a le linéaire le plus faible. Par ailleurs, sur 2/3 du trace la conduite serait posée dans le cadre de la réalisation de la voie de contournement d'El Heuraoua, ce qui devrait limiter les contraintes administratives (autorisation de passage, etc) et techniques. Par ailleurs, dans le cas de la variante 2, un seul franchissement d'Oued sera nécessaire

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION

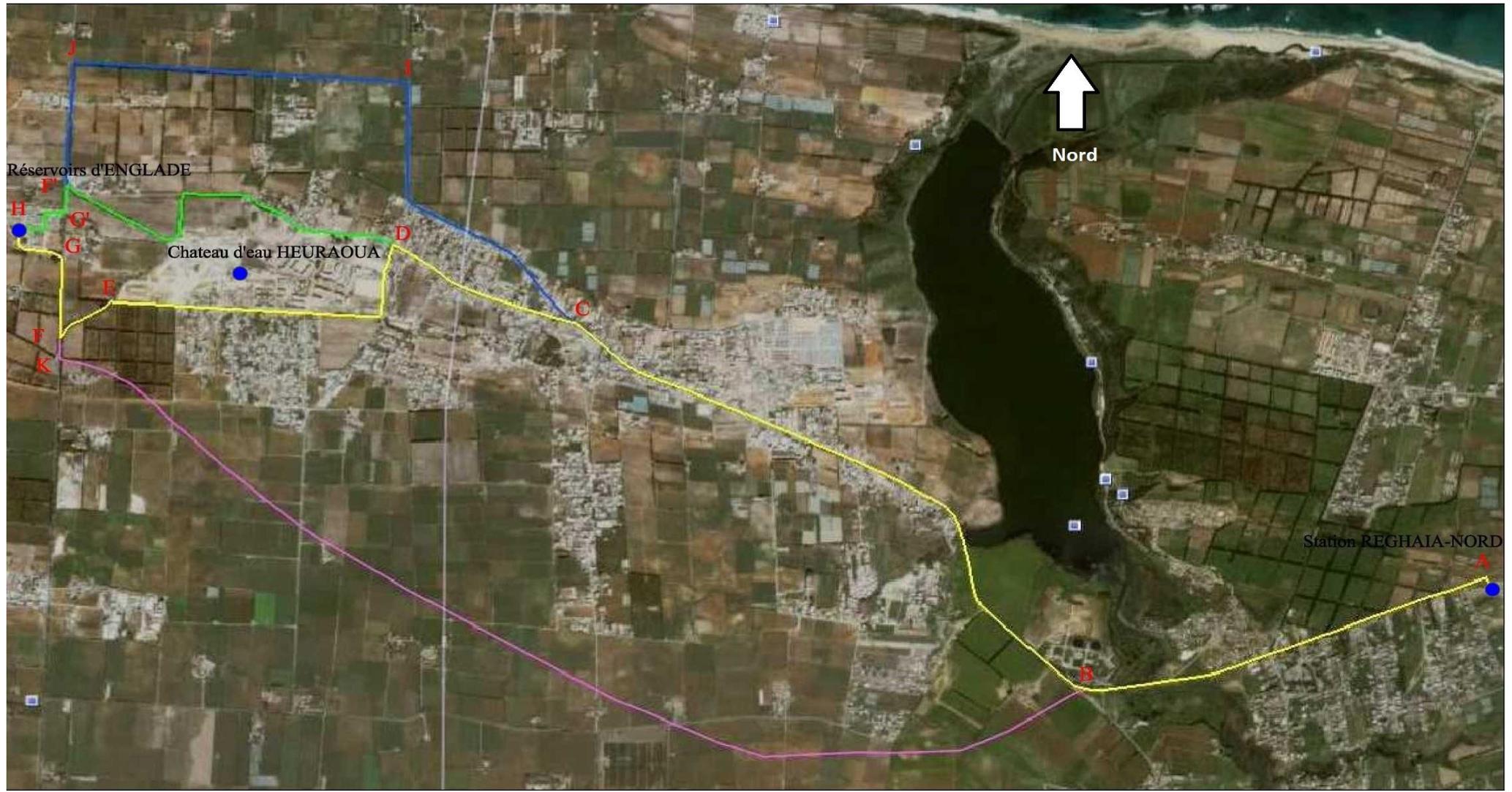


FIGURE II.3 – Tracé de variantes

Tracé :

VARIANTE 1-1 : A.B.C.D.E.F.G.H

VARIANTE 2 : A.B.K.F.G.H

VARIANTE 1-2 : A.B.C.D.E'. F'. G'.H

VARIANTE 3 : A.B.C.I.J.F'. G'.H

Voiries concernées :

AB, BC, C1 : RN24

CDE, CDE', U, F'G', FG, GH, G'H : Route communale

BK : Voie de contournement en cours de réalisation

KF, EF, E'F', : CW12

II.6- Calcul du diamètre économique :

On a suivant la formule de Bonin :

$$D_{eco} = \sqrt{Q} = \sqrt{0.361 \text{ m}^3/\text{s}} = 0.600 \text{ m} = 600\text{mm}$$

Et on a les données suivantes :

- Cote radier des cuves au sol de Reghaia-Nord (donnée DHW) : 23,15 m nga ;
- Cote surverse des 2 cuves d'Englade (levé topographique) : 65,72 m nga ;
- Diamètre de la conduite de refoulement suivant la formule de Bonin : 600 mm ;
- Longueur : 7 900 ml ;
- Matériaux : fonte ductile ;
- Débit : 1300 m³/h.

$$H_g = 65.72 - 23.15 = 41.57 \text{ m}$$

**CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET
DU TRACE D'ADDUCTION**

Tableau II.2 - de calcul de la Hauteur Manométrique Total

Diamètre (mm)	Longueur (m)	Débit (m ³ /s)	Vitesse (m/s)	λ	ΔH_f (m)	ΔH_r (m)	Hg (m)	HMT (m)
400	7900	0,3611	2,875	0,0102	84,818	93,300	42,57	135,870
450	7900	0,3611	2,272	0,0100	46,120	50,732	42,57	93,302
500	7900	0,3611	1,840	0,0098	26,747	29,421	42,57	71,991
550	7900	0,3611	1,521	0,0097	16,341	17,975	42,57	60,545
600	7900	0,3611	1,278	0,0095	10,423	11,465	42,57	54,035
650	7900	0,3611	1,089	0,0094	6,892	7,581	42,57	50,151
700	7900	0,3611	0,939	0,0093	4,700	5,170	42,57	47,740

Tableau II.3 - de calcul de frais d'exploitation

Calcul des frais d'exploitation

Rendement

0,84

Diametre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	Prix du KWh (DA)	F _{exp} (DA)
400	135,870	572,980	4182753,360	6,82	28526377,92
450	93,302	393,465	2872297,281	6,82	19589067,46
500	71,991	303,597	2216255,282	6,82	15114861,02
550	60,545	255,327	1863888,920	6,82	12711722,44
600	54,035	227,872	1663467,101	6,82	11344845,63
650	50,151	211,495	1543912,674	6,82	10529484,44
700	47,740	201,325	1469673,929	6,82	10023176,19

Tableau II.4 - de calcul des frais d'investissement amortis :

Calcul des frais d'investissement amorti			Amortissement	0,0888
D (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	Prix total de la conduite (DA)	F _{inv am} (DA)
400	15065	7900	119013500	10571663,74
450	18652	7900	147350800	13088793,37
500	23012	7900	181794800	16148365,49
550	24960	7900	197184000	17515348,63
600	26100	7900	206190000	18315328,49
650	29330	7900	231707000	20581938,11
700	33410	7900	263939000	23445023,94

CHAPITRE II : CHOIX DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION DE POMPAGE ET DU TRACE D'ADDUCTION

Tableau II.5 - de calcul de frais d'exploitation + frais d'investissement amorti

Bilan des frais d'exploitation et d'investissement amorti

D (mm)	F_{exp} (DA)	F_{inv am}(DA)	Bilan (M DA)
400	28526377,92	10571663,74	39,10
450	19589067,46	13088793,37	32,68
500	15114861,02	16148365,49	31,26
550	12711722,44	17515348,63	30,23
600	11344845,63	18315328,49	29,66
650	10529484,44	20581938,11	31,11
700	10023176,19	23445023,94	33,47

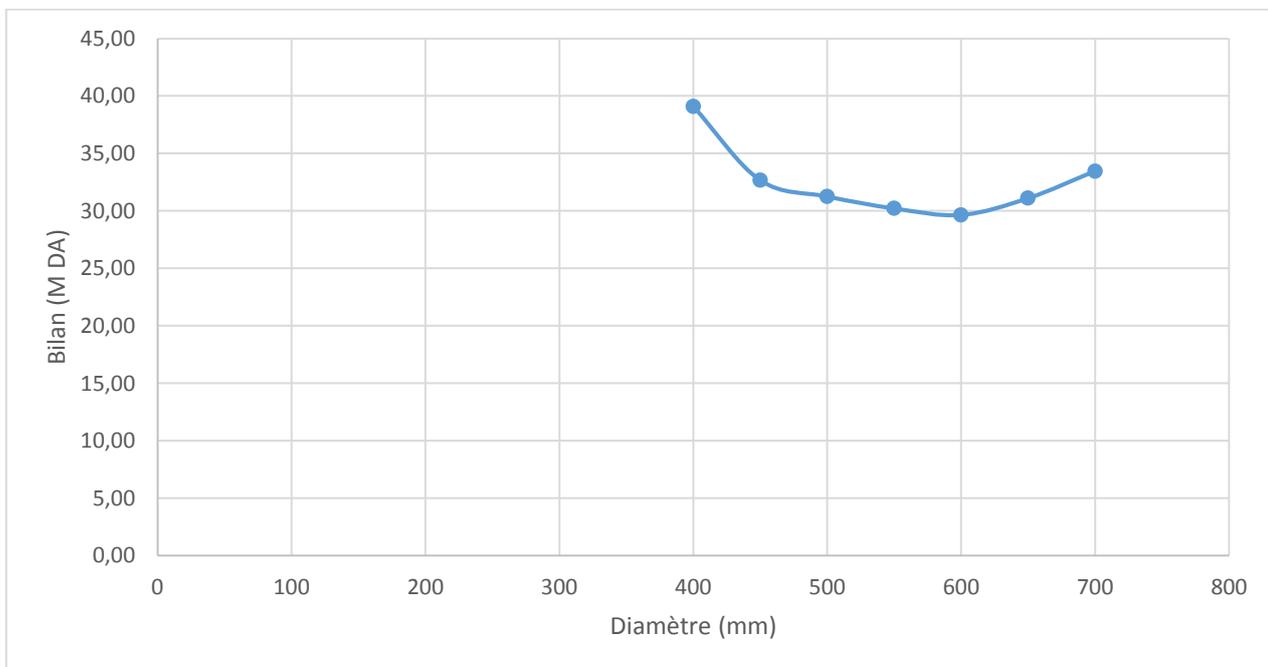


Figure II.8 – Schéma récapitulatif de bilan (DZD) en fonction du diamètre de la conduite (mm)

On remarque que pour un matériau qui est la fonte ductile, le Diamètre D600 PN16 est idéal pour notre adduction, il sera sélectionné tout au long de notre tracé qui suivra la variante 2 choisit précédemment.

II.7- Conclusion :

Dans ce chapitre, on a estimé le meilleur emplacement de notre station de pompage ainsi que la meilleure variante de notre adduction d'un point technique, économique, faisabilité et vis-à-vis les contraintes administratives. Nous avons ensuite tiré le diamètre économique de notre conduite qui est de 600 mm

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

III.1- Introduction :

Le but de ce chapitre est l'étude de la station de pompage projetée, par un choix adéquat des groupes électropompes répondant aux conditions de notre projet et par le dimensionnement des équipements hydrauliques ainsi que le bâtiment qui les abritent.

III.2- Paramètres de choix des pompes :

Pour un choix d'une pompe, la HMT et le Débit sont les paramètres les plus importants, mais il s'avère que l'introduction d'autres est d'un intérêt appréciable ; à savoir :

- Le type d'installation
- Le NPSH disponible de l'installation
- Le type de fluide pompé
- La température de fluide pompé
- Le type de pompes déjà installé et/ou l'encombrement dans notre station de pompage

Les paramètres hydrauliques disponibles et correspondants à notre projet sont :

- HMT = 54,04 m
- Débit = 1300 m³/h
- Température du fluide pompé = 25°C
- NPSH d = 6 m
- Typé d'eau : Eau potable.

Dans notre sélection de pompe, nous allons utiliser le logiciel de sélection EasySelect.

III.2.1- Point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement d'une pompe est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe $Q=f(H)$ (donnée par le constructeur) et la caractéristique de la conduite $Q=f(\Delta H)$

$$H_c = H_g + \Delta H$$

III.2.2-Modifications susceptibles d'être apportées à une pompe centrifuge

Les modifications dans le fonctionnement ou dans le dimensionnement d'une pompe peuvent être apportées en vue d'adapter celle-ci à des conditions de marche données.

Pour cette fin on procède à une comparaison entre quatre variantes :

- a- Accepter le point de fonctionnement tel qu'il est donné. Le débit à relever sera supérieur à celui désiré avec la réduction du temps de pompage ;
- b- Accepter la caractéristique de la pompe et vanner sur le refoulement. De ce fait on augmente la consommation d'énergie ;
- c- Rogner la roue afin de faire passer la caractéristique (Q-H) par le point P désiré le rendement de la pompe sera d'autant diminué que le rognage sera important ;
- d- Conception d'une pompe semblable susceptible de fournir les conditions des données de débit, hauteur et vitesse.

III.3-Etude de la cavitation

Le phénomène de cavitation se manifeste lorsque la pression absolue de l'eau qui décroît au niveau de la bride d'aspiration jusqu'à la valeur de la pression de vapeur.

La cavitation est occasionnée par un dégagement intense des gaz ou des vapeurs dans le liquide en écoulement, dans ce cas l'homogénéité du liquide est détruite, il se produit des chocs vibrants accompagnés de diminution brutale de la hauteur créée et du rendement.

Pour éviter tout risque de cavitation, la condition suivante doit être respectée :

$$NPSH_d > NPSH_r + 0.5 \text{ m}$$

$NPSH_d$: Charge nette d'aspiration disponible

$$NPSH_d = \frac{P_0}{\varpi} - (-H_a + J_a + h_v + Va^2/2g)$$

$$H_a = NPSH_d - \frac{P_0}{\varpi} + (J_a + h_v + Va^2/2g)$$

Où :

H_a : Hauteur d'aspiration (m) ;

$\frac{P_0}{\varpi}$: Pression en mètre colonne d'eau au plan d'aspiration (m) ;

$$\frac{P_0}{\varpi} = 1.02m$$

J_a : Perte de charge à l'aspiration (m) ;

$$J_a = \frac{\lambda L_a Va}{Da 2g} \rightarrow J_a = 0.023 \text{ m avec :}$$

L_a : Longueur d'aspiration égale à 10 m

Da : Diamètre d'aspiration égale à 250mm

Va vitesse d'aspiration égale à 1.28 m/s

h_v : Tension de vapeur (m). → $h_v = 0.24$

$NPSH_r$: Charge nette d'aspiration requise

$$NPSH_d = NPSH_r + 0.5 = 4.8\text{m, Avec } NPSH_r = 4.3 \text{ m (donnée)}$$

→ Application numérique :

$$H_a = 4.127 \text{ m}$$

L'axe de la pompe doit être placé à 4 mètres au-dessous du niveau moyen du réservoir, cela assurera le calage de la pompe et protégera notre pompe contre le phénomène de cavitation.

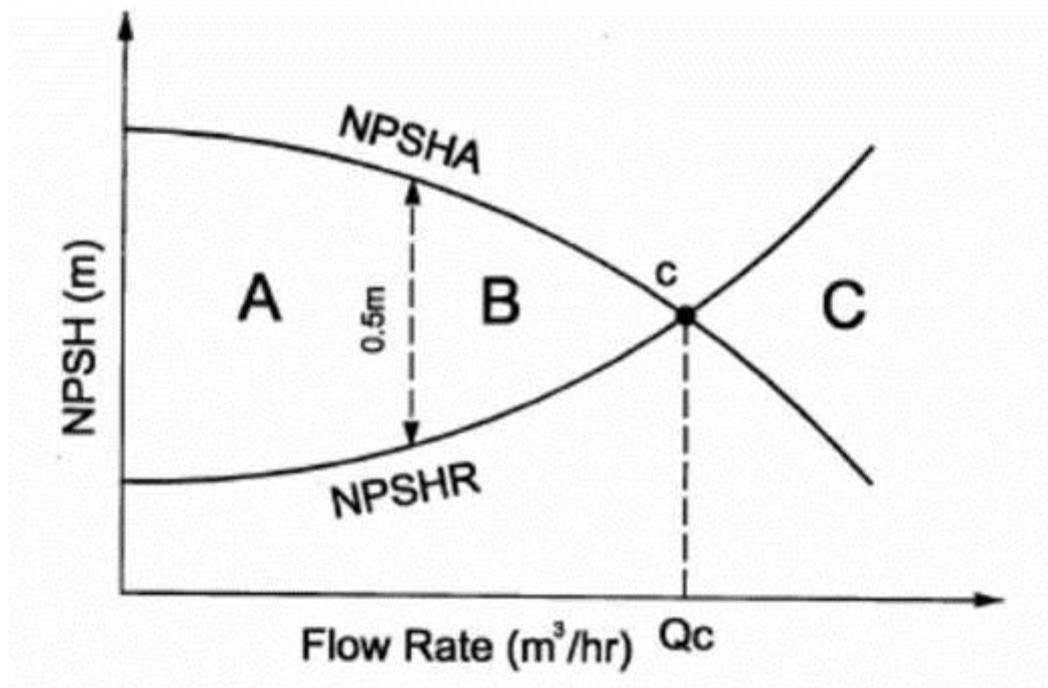


Figure III.1 – Courbe NPSHd et NPSHr

III.4- Sélection des pompes :

III.4.1- Présentation du logiciel EasySelect :

EasySelect est une plateforme online, développé afin de permettre la sélection de pompes et robinetteries les plus adaptés pour l'utilisateur,

L'interface de EasySelect ressemble à l'image suivante :

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

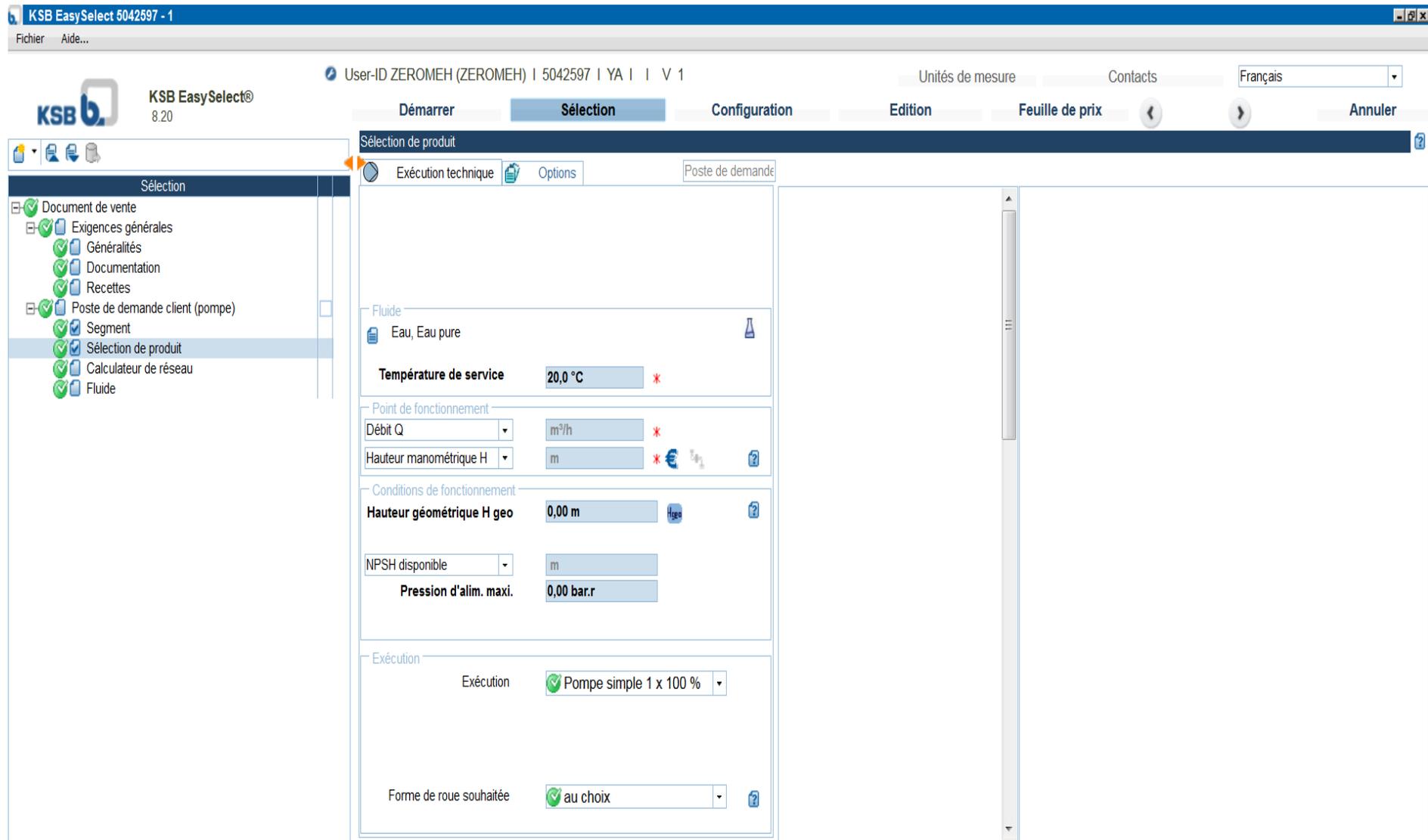


Figure III.2 – Interface du logiciel EasySelect

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

L'interface est disponible en plusieurs langues, la sélection est guidée et permet d'éviter les erreurs vis-à-vis la sélection du type de matériaux et/ou de garniture mécanique.

Pour notre sélection, on se penchera vers la pompe Omega

III.4.2 – Fiche technique de la pompe Omega :



Figure III.2 – Pompe plan de joint Omega

Caractéristiques du fonctionnement :

Tableau III.1 Caracteristiques de la pompe Omega

Paramètre		Valeur
Taille	DN [mm]	80-350
	DN n	3-14
Débit	Q [m ³ /h]	≤ 2880
	Q [US.gpm]	≤12680
Hauteur manometrique ²⁾	H [m]	≤ 210
	H [ft]	≤ 689
Pression de service ²⁾	p [bar]	≤ 25
	p [psi]	≤ 363
Température du fluide pompe	T [°C]	0 a 140
	T [°F]	32 a 284

Applications principales

- Usines d'eau potable
- Installations de dessalement
- Surpression
- Transport de l'eau
- Eau industrielle et eau de refroidissement pour centrales électriques et pour l'industrie
- Stations de relevage et d'irrigation
- Systèmes anti-incendie
- Marine
- Réseaux de chauffage et de froid urbains

Fluides pompes

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Les pompes OMEGA / OMEGA V sont conçues pour le pompage d'eau et d'autres liquides légèrement chargés. Les pompes peuvent être utilisées dans de nombreuses applications, par exemple :

- Eau saumâtre
- Eau de rivière, lacustre et souterraine
- Eau de pluie
- Eau de service
- Eau incendie
- Eau de refroidissement
- Condensat
- Eau de chauffage
- Eau potable

III.4.3 – Sélection et étude de variantes :

La sélection en utilisant EasySelect et en se concentrant sur les pompes type plan de joint Omega nous a fait ressortir les variantes suivantes :

Tableau III.2 – Variantes de pompes potentielles

gamme	Taille	 Sélectionner	Débit	Hauteur de refoulement	Rendement	Rapport Q / Qopt	NPSH requis	Puissance absorbée	Vitesse de rotation	Section de passage	Diamètre effectif	Diamètre de roue non réduit
1 Omega	150-460 B	<input checked="" type="checkbox"/>	433,44 m³/h	54,06 m	82,78 %	108,38 %	3,77 m	76,92 kW	1480 rpm	12 mm	409 mm	454,0 mm
2 Omega	125-230 B	<input type="checkbox"/>	433,38 m³/h	54,05 m	83,93 %	96,81 %	8,70 m	75,92 kW	2965 rpm	17 mm	224 mm	245,0 mm
3 Omega	125-230 A	<input type="checkbox"/>	433,35 m³/h	54,04 m	83,42 %	89,34 %	7,31 m	76,35 kW	2965 rpm	23 mm	220 mm	245,0 mm
4 Omega	125-290 A	<input type="checkbox"/>	441,51 m³/h	56,10 m	78,58 %	107,75 %	7,46 m	85,69 kW	2966 rpm	19 mm	232 mm	301,0 mm

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Nous avons opté pour la Omega 150-460 B, la nomenclature détaillée de la pompe choisit est :

Omega 150-460 B GB P F

Où :

- 150 : le diamètre nominal en mm de la bride de refoulement
- 460 : le diamètre nominal de la roue
- B : Roue radiale à double flux
- GB : Corps en fonte et roue en Bronze
- P : Etanchéité d'arbre assurée par une presse-étoupe
- F : lubrification du palier par graisse

Notre choix s'est basé sur :

- Q et HMT correspondants : 433.09 m³/h et 54.04 m respectivement
- Un bon rendement : 82.78 %
- Un excellent rapport Q/Qopt : 108.36 %
- Un NPSHr largement meilleur : 3.77 m

Notre installation suivra le schéma 3 + 1 :

- 3 pompe Omega 150-460 B GB P F en marche, installés en parallèle.
- 1 pompe Omega 150-460 B GB P F en stand-by

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

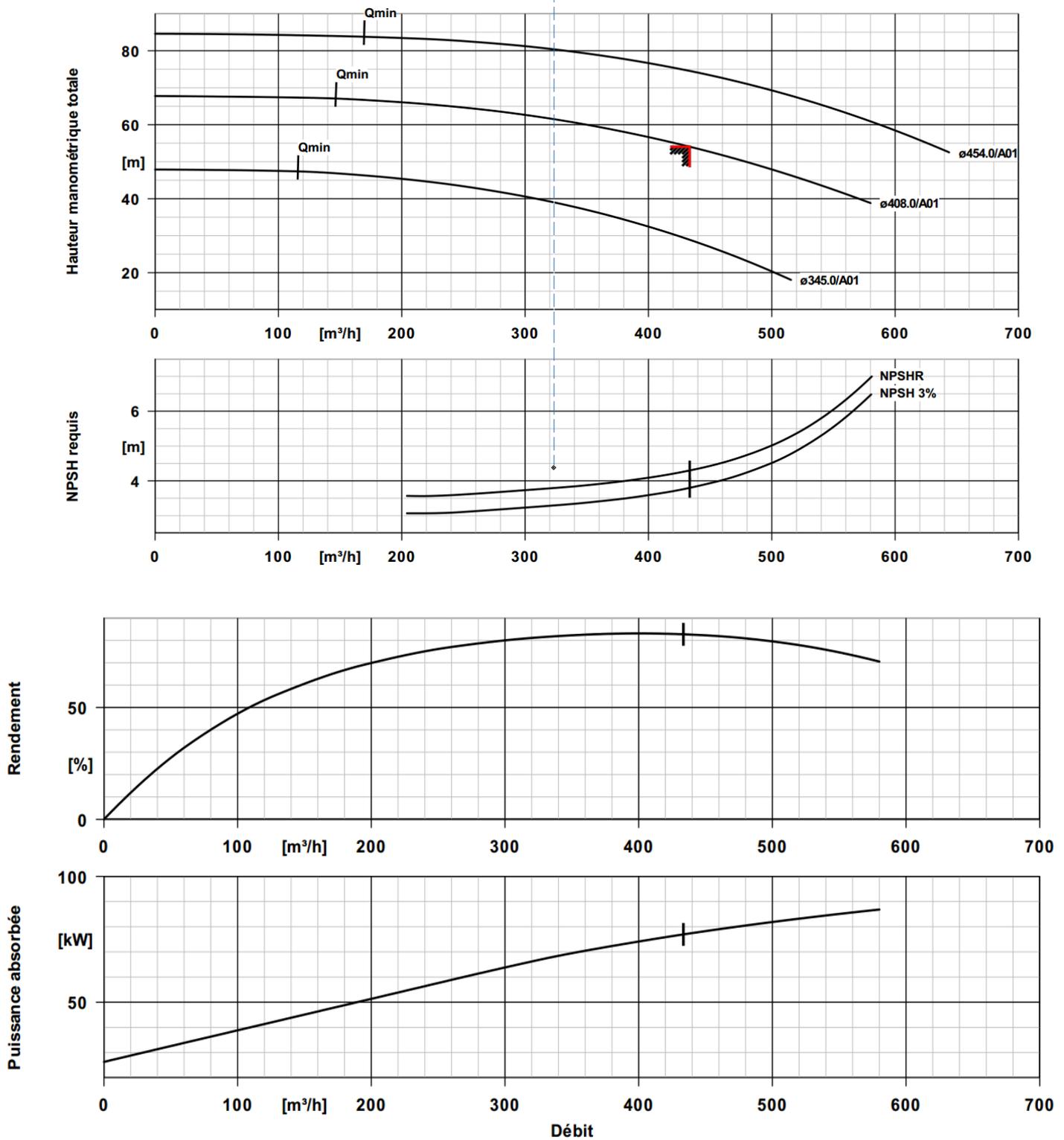


Figure III.3 – Courbes caractéristiques de la pompe : Débit-Hauteur, NPSHr, Rendement et Puissance absorbée

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

- **Caractéristiques de courbe :**

Vitesse de rotation 1487 rpm

Densité liquide pompé 998 kg/m³

Viscosité 1,00 mm²/s

Débit 433,33 m³/h

Débit demandé 433,33 m³/h

Hauteur manométrique totale : 54,03 m

Hauteur manométrique totale demandée : 54,03 m

Rendement 82,7 %

Puissance absorbée 76,97 kW

NPSH requis 4,30 m

NPSH req. 3% 3,80 m

Diamètre de roue effectif 408,0 mm

Norme de réception tolérances selon ISO 9906 classe 2B

Le tracé de la courbe de réseau de notre conduite se fera suivant la formule :

$$\Delta h = aQ^2 + b$$

Où :

Delta H = Perte de charge (m)

Q : Débit (m³/h)

a et b sont des coefficients à déterminer

Après calcul on trouve :

$$a = 6,78E - 06$$

$$b = 42,57$$

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Le schéma suivant montre le fonctionnement de notre station de pompage en 3 + 1 :

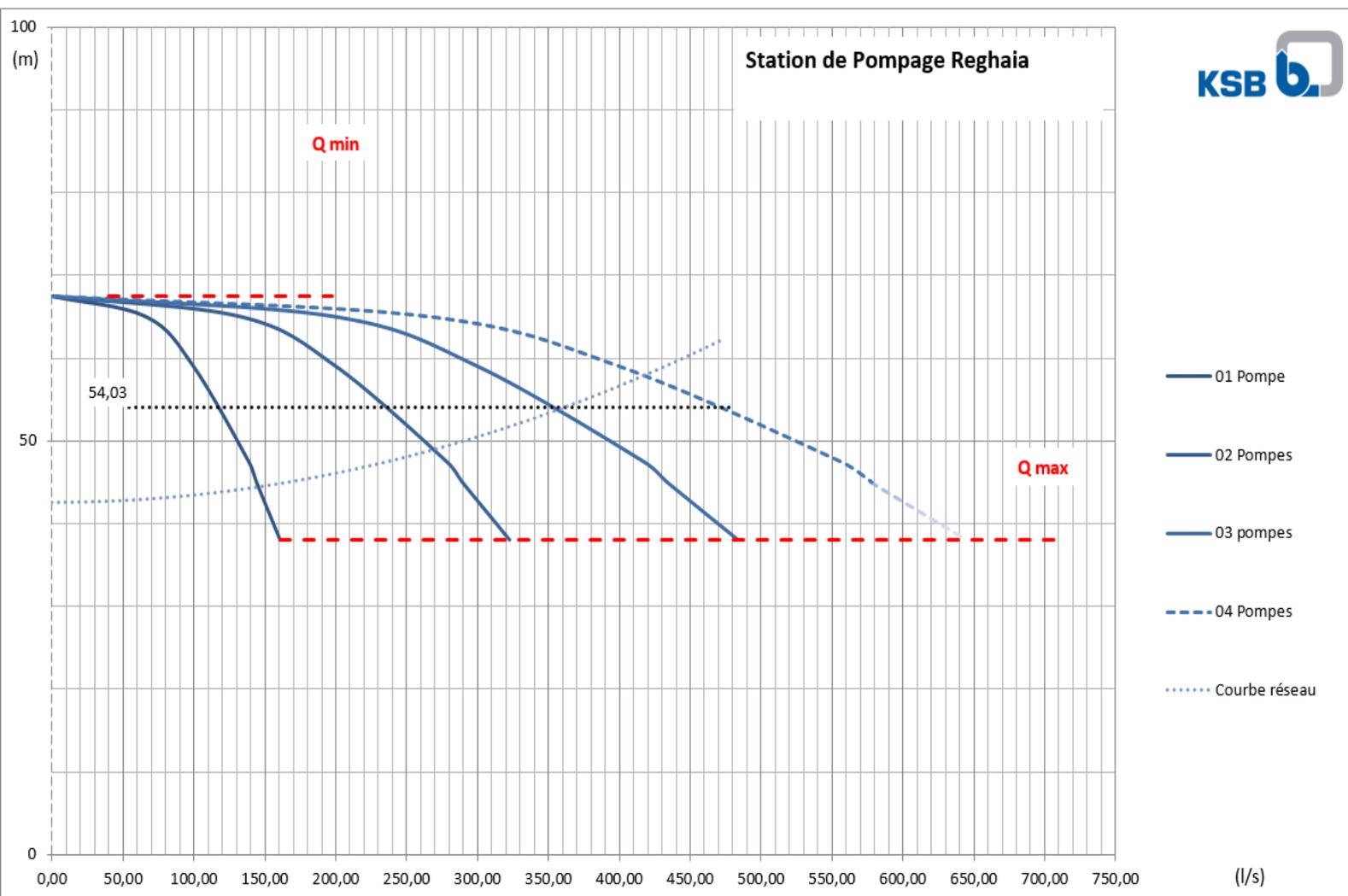


Figure III.4 – Courbes Débit-Hauteur de la station de pompage

Notre point de fonctionnement correspond donc au :

$Q = 1299.99 \text{ m}^3/\text{h}$ et $\text{HMT} = 54.03 \text{ m}$

Ce qui est exactement ce qu'on cherche.

III.5 CHOIX DE TYPE DE BATIMENT :

Toutes les stations de pompage peuvent être divisées en deux groupes :

- station de pompage flottante.
- station de pompage stationnaire.

Le bâtiment de la station de pompage se construira pour abriter l'ensemble des installations suivantes :

- équipement hydraulique, hydromécaniques principaux et auxiliaires.
- appareillage électrique.
- locaux de personnel, etc.

III.5.1 - Type de bâtiment

Le type de bâtiment choisi devra en premier lieu satisfaire aux facteurs suivants :

- Modes de raccordement des bâtiments à la prise d'eau
- But de la station de pompage (AEP, IRRIGATION)
- Type des pompes et des moteurs (à axe horizontal, vertical)
- Condition de la nature (climat, relief, géologie, hydrogéologie...)
- Matériau de construction du bâtiment.

Notre bâtiment se trouve éloigné de la prise d'eau vue les condition géologiques et topographiques du site de l'emplacement du bâtiment et les pompes centrifuges à double flux on opte pour le choix de deux types de bâtiment ainsi on peut procéder a ce choix.

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE POMPAGE

Tableau III.3 : Type du bâtiment de la station

Paramètres	type de bâtiments de la station			
	type bloc	Bâche sèche	bâche mouillée	type surface
Q_{\max} (m ³ /s)	> 2	< 2	< 6	< 1,5
Type de pompe	Axiale verticale	Centrifuge	Axiale, centrifuge, verticale	Centrifuge
H_{adm} (m)	négatif	N'importe	négatif	positif
Variation des plans d'eau	N'importe	N'importe	N'importe	< H_{adm}

Les types qui répondent mieux sont celles de type bâche sèche et de type surface

Faisons une comparaison technico-économique le moins cher est le plus simple à réaliser

III.5.2 Type surface :

Il est utilisé pour des groupes horizontales placés au-dessus des plus hautes eaux ce qui donne une sécurité absolue contre l'inondation la construction ne nécessite pas des travaux de fondation importantes mais une surface totale plus ou moins grande de bâtiment.

Par contre cette disposition conduit à respecter la capacité pratique d'aspiration compte tenue des pertes de charge dans le tronçon d'aspiration qui doit dépasser les variations des plans d'eau seulement le problème d'amorçage mais ce dernier sera résous par les circuits de vide ; la nappe aquifère d'après l'analyses hydrogéologiques se trouve loin de la surface de sol

III.5.3 - Type bâche sèche :

Ce type conduit le projeteur à un approfondissement de la station ayant pour conséquences les frais de génie civil non négligeable. Les groupes étant placés en sous-sol, donc en charge ce qui élimine pratiquement les dispositifs d'amorçage.

Le bâtiment approfondi sera caractérisé par la présence de planché support avec le palier intermédiaire sa profondeur dépassera les 4 à 6m l'utilisation de ce type permet d'avoir un bâtiment de superficie totale plus réduite de faite que l'appareillage auxiliaire peut être placée au rez-de-chaussée seulement il est indispensable de prévoir des groupes d'épuisement pour évacuer et drainer l'eau qui s'y infiltre.

III.5.4 - Conclusion

cette solution type bâche sèche ne semble pas économique néanmoins il présente des avantages techniques assure l'ambiance favorable au fonctionnement des moteurs disposés en sous-sol, et permet d'avoir une disposition simple et rationnelle, l'utilisation des groupe verticaux cependant le risque d'inondation de la station, est favorise surtout sur une telle région du nord-est donc cette solution doit être écartée on opte donc pour un bâtiment de type surface, puisqu'il est avantageux par rapport au type bâche- sèche.

III.6 – Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons choisi les meilleures pompes pour notre installation, qui répondent exactement à nos besoins et nous avons aussi choisi le type de bâtiment (bâtiment type surface).

CHAPITRE IV : PROTECTION CONTRE LE PHENOMENE DE COUP DE BELIER

IV.1- Définition :

Le coup de bélier est un phénomène transitoire oscillatoire dont les causes les plus fréquentes sont les suivantes :

- Arrêt brutal d'un ou de plusieurs groupes électropompes. Alimentant une conduite de refoulement débutant en un réservoir.
- Démarrage d'une pompe.
- Fermeture instantanée ou trop rapide d'une vanne de sectionnement.

Les conduites de refoulement doivent toujours être examinées du point de vue protection contre les coups de bélier. Il en sera de même pour les conduites d'adduction dont le débit se trouve réglé à l'aval par un robinet vanne.

Les caractéristiques d'ouverture et de fermeture de se robinet vanne sont connue.

IV.2- Les risques dus aux coups de bélier :

En pratique les risques dus au coup de bélier sont importants

- Risque de forte pression :

Les surpressions dues aux coups de bélier peuvent être engendrées aux plus de la pression initiale si leur somme dépasse la pression maximale admissible de la conduite il peut y avoir fissuration de cette dernière.

- Pression négative :

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe si cette pression devient inférieure à -10 m.c.c il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être créés dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

- **Fatigues des conduites :**

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut Provoquer la fatigue des conduites, ce phénomène est très compliquée dans le cas ou les conduites sont enterrées.

IV.3 - Protection contre le coup de bélier :

Les appareils anti bélier devront avoir pour effet :

- De limiter la dépression.
- De limiter la surpression.

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

- Les volants d'inertie qui interviennent dans la protection contre les dépressions.
- Les soupapes de décharge qui interviennent dans la protection contre les surpressions.
- Les réservoirs d'air et les cheminées d'équilibre qui interviennent à la fois dans la protection contre les dépressions et les surpressions.

- **Les volants d'inertie :**

Ils permettent l'arrêt progressif de la pompe en empêchant la rupture brutale du refoulement. Ils luttent contre les dépressions provoquées par l'arrêt du groupe.

- **Les soupapes de décharge :**

Elles n'interviennent que pour limiter les surpressions. Leur inconvénients c'est qu'elles engendrent des pertes considérables de volumes d'eau.

- **Les réservoirs d'air :**

Ils protègent les conduites à la fois contre les dépressions et les surpressions. Ce sont des réservoirs renfermant de l'air et une certaine hauteur d'eau.

Lorsque la conduite est le siège d'oscillations de pression, le volume occupé par l'air varié à l'intérieur du réservoir comme l'indique la figure suivant :

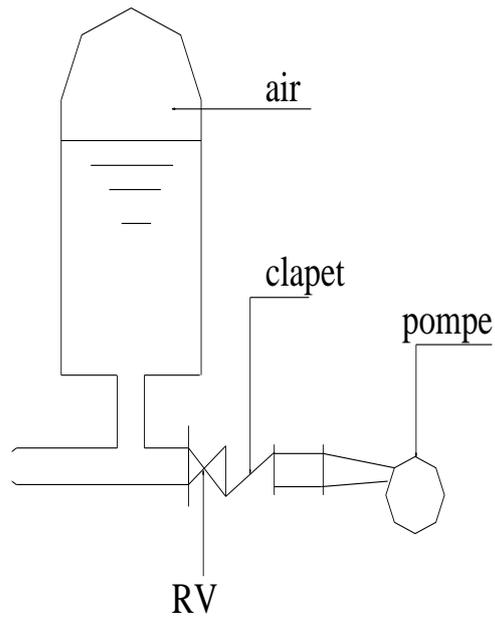


Figure N°IV-1 : Principe de disposition du réservoir d'air anti bélier

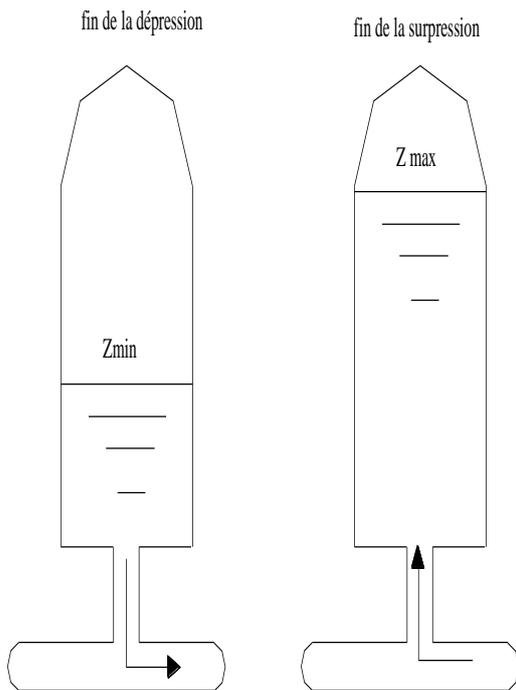


Figure N°IV-2 : Variation du volume d'air au cours des phases de fonctionnement du réservoir

- **Les cheminées d'équilibre :**

Elles interviennent pour lutter à la fois contre les dépressions et les surpressions. Ce sont des réservoirs ouverts à l'air libre dont la cote dépasse la surpression maximale. Elles reçoivent l'eau en cas de surpression et la restituent en cas de dépression.

IV.4 - Analyse physique du phénomène du coup de bélier :

Survient l'arrêt brusque où instantané quatre phases peuvent être envisagées :

- **Phase 01 :**

Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse où célérité désignée par **a**.

Si **L** est la distance entre la pompe et le réservoir, le temps mis par cette onde pour atteindre le réservoir est $(\frac{L}{a})$.

Au bout de ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.

- **Phase 02 :**

En raison de son élasticité, la conduite reprend progressivement son diamètre primitif, et l'eau revient dans la conduite au bout d'un nouveau temps $(\frac{L}{a})$ soit au total

$(\frac{2L}{a})$ depuis l'origine du phénomène, toute l'eau est alors redescendue mais va se

trouver arrêtée par le clapet anti-retour de la pompe.

- **Phase 03 :**

En raison de cet arrêt la première tranche en contact avec le clapet va se trouver comprimée entraînant une dilatation de la conduite .Au bout d'un nouveau temps $\frac{L}{a}$

c'est-à-dire à $\frac{3L}{a}$ depuis l'origine toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

- **Phase 04 :**

Grâce à son élasticité, la conduite reprend progressivement son diamètre initial à partir du réservoir en allant vers la pompe. Les tranches d'eau successives reprennent

leurs dimensions initiales au bout d'un nouveau temps $(\frac{L}{a})$, c'est-à-dire à $(\frac{4L}{a})$ depuis l'origine.

IV.5 - Calcul de la célérité d'ondes :

Les ondes de dépression et de surpression, générées par le coup de bélier sont caractérisées par une vitesse de propagation (célérité), donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}} \quad (\text{m/s})$$

Où : D : diamètre intérieur de la conduite en (m).

E : épaisseur du tuyau en (m).

K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation.

Tableau IV.1 : Valeurs du coefficient K :

Matériaux	K
Acier	0,5
Fonte	1
Béton	5
Amiante ciment	4
PVC	33

⇒ Application Numérique : $a = 955.73 \text{ m/s}$

AVEC :

Epaisseur de conduite = 10 mm

Diamètre intérieur = 590 mm

IV.6 - Calcul du volume du réservoir suivant la Méthode de Vibert :

Le calcul est basé sur l'abaque de VIBERT qui donne le volume U_0 de l'air contenu dans la cloche sous un régime de marche à la vitesse V_0 .

En marche normale les caractéristiques de l'air dans le réservoir sont données par Z_0 , Z_{min} et Z_{max} .

⇒ Z_0 : pression absolue (hauteur géométrique de refoulement +10 m).

⇒ Z_{min} : pression absolue relative à la dépression.

⇒ Z_{max} : pression absolue relative à la surpression.

L'expression donnant U_0 est la suivante :

$$U_0 = \frac{V_0^2}{2gZ_0} \cdot \frac{LS}{f(Z/Z_0)}$$

⇒ U_0 : volume de l'air en m^3 .

⇒ V_0 : Vitesse d'écoulement m /s.

⇒ L : longueur de la conduite en m.

⇒ S : section de la conduite en m^2 .

Pour notre cas : $S=0,2642 m^2$.

La charge tenant compte du coup de bélier :

$$\Rightarrow Hg + \frac{cV_0}{g} = 166,69 \text{ m.}$$

La charge statique absolue :

$$\Rightarrow Z_0 = Hg + 10 = 52,57 \text{ m.}$$

La charge maximale absolue :

$$\Rightarrow Z_{max} = Hg + \frac{cV_0}{g} + 10 = 176,69 \text{ m.}$$

$$\Rightarrow \frac{Z_{\max}}{Z_0} = \frac{176.69}{52.57} = 3.361$$

$$\Rightarrow h_0 = \frac{V_0^2}{2g} = 0,083$$

$$\Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} = 0,0016$$

On a à partir de l'abaque de Vibert :

$$\frac{U_0}{LS} = 4.10^{-3} \Rightarrow U_0 = LS.8.10^{-3} = 7900.0.2642.8.10^{-3} = 19.69744m^3 = 19697.44.2.litres$$

\Rightarrow Volume du réservoir selon la méthode de Vibert est : 20 m³

IV.7 – Calcul du volume du réservoir suivant la méthode de Bergeron :

Une fois, les caractéristiques du réservoir d'air (Volume U₀ d'air en régime normal) et de son dispositif d'étranglement sont fixés, les valeurs maximales de la surpression et de la dépression seront déterminées par la méthode de BERGERON. Le premier essai conduira peut-être à des valeurs inadmissibles pour la surpression ou pour la dépression, ou pour les deux à la fois. Les calculs seront alors recommencés à partir de nouvelles caractéristiques du réservoir, ou de l'étranglement, ou des deux. Cette méthode nécessitera donc quelques tâtonnements.

Les paramètres nécessaires sont les suivants :

- Diamètre : 0,59 m
- Débit : 0,3611 m³/s
- H géomet 42,6 m
- Long. Cond. 7900 m
- Coef. K 0,849
- Epaisseur 0,01 m
- C Haz Will 100

- Volume U0 6 m³

Ce qui a permis d'établir le tableau suivant où :

- Intervalles de temps T
- Variation du volume d'air : $\Delta U = S \cdot V_m \cdot T$
- Volume d'air U
- Pression dans le réservoir d'air : $Z = (Z_0 + \delta_0) U_0^{1.4} / U^{1.4}$
- Vitesse dans la tubulure de branchement :
 - o Montée : $V_1 = K \cdot V_f$
 - o Descente : $V_2 = K' \cdot V_f$
- Perte de charge dans la tuyère
 - o Montée : $\Delta h_1 = c \cdot V_1^2 / 2g$
 - o Descente : $\Delta h_2 = c' \cdot V_2^2 / 2g$
- Pression dans la conduite avec pertes de charge :
 - o Montée : $Z - \Delta h_1$
 - o Descente : $Z + \Delta h_2$
- Perte de charge refoulement : δ
- Pression dans la conduite sans pertes de charge :
 - o Montée : $Z - \Delta h_1 - \delta$
 - o Descente : $Z + \Delta h_2 + \delta$
- Vitesse lue sur le graphique V_f
- Désignation du point
- Vitesse moyenne V_m
- Vitesse finale choisie V

Le Volume du réservoir d'air maximum est de : $U_{max} = 15.03 \text{ m}^3$

CHAPITRE IV : PROTECTION CONTRE LE PHENOMENE DE COUP DE BELIER

Tableau IV.2 – Valeurs calculés par la méthode de BERGERON

temps	ΔU	U	Z	$\Delta h1 ; \Delta h2$	Z- Δh ; Z+ Δh	δ	Z -+ Δh -+ δ	Vf graph	Vm	Vf choisie	f
0,000	0,000	6,000	85,621	0,000	85,621	33,021	52,600	1,321	0,000	0,000	
15,831	5,046	11,046	41,165	0,000	41,165	20,122	21,043	1,011	1,166	1,011	0,000
31,661	3,142	14,188	30,483	0,000	30,483	4,335	26,148	0,441	0,726	0,441	0,000
47,492	0,844	15,032	28,441	0,454	28,895	0,081	28,976	-0,051	0,195	-0,051	0,000
63,323	-0,789	14,243	30,342	16,899	47,241	2,299	49,540	-0,313	-0,182	-0,313	0,000
79,153	-1,377	12,866	34,279	17,958	52,237	2,432	54,669	-0,323	-0,318	-0,323	0,000
94,984	-1,310	11,556	38,995	13,747	52,742	1,899	54,641	-0,283	-0,303	-0,283	0,000
110,815	-1,125	10,430	44,096	9,701	53,797	1,375	55,172	-0,237	-0,260	-0,237	0,000
126,645	-0,907	9,523	49,182	5,686	54,868	0,838	55,707	-0,182	-0,210	-0,182	0,000
142,476	-0,644	8,879	53,493	2,311	55,804	0,364	56,168	-0,116	-0,149	-0,116	0,000
158,307	-0,345	8,535	56,096	0,325	56,421	0,059	56,480	-0,043	-0,080	-0,043	0,001
174,137	-0,026	8,509	56,298	0,000	56,298	0,033	56,265	0,031	-0,006	0,032	0,000
189,968	0,248	8,757	54,389	0,000	54,389	0,197	54,192	0,083	0,057	0,083	0,000
205,799	0,371	9,128	51,749	0,000	51,749	0,220	51,528	0,088	0,086	0,088	0,000
221,630	0,298	9,426	49,792	0,000	49,792	0,075	49,717	0,049	0,069	0,049	0,000

EPURE DE BERGERON

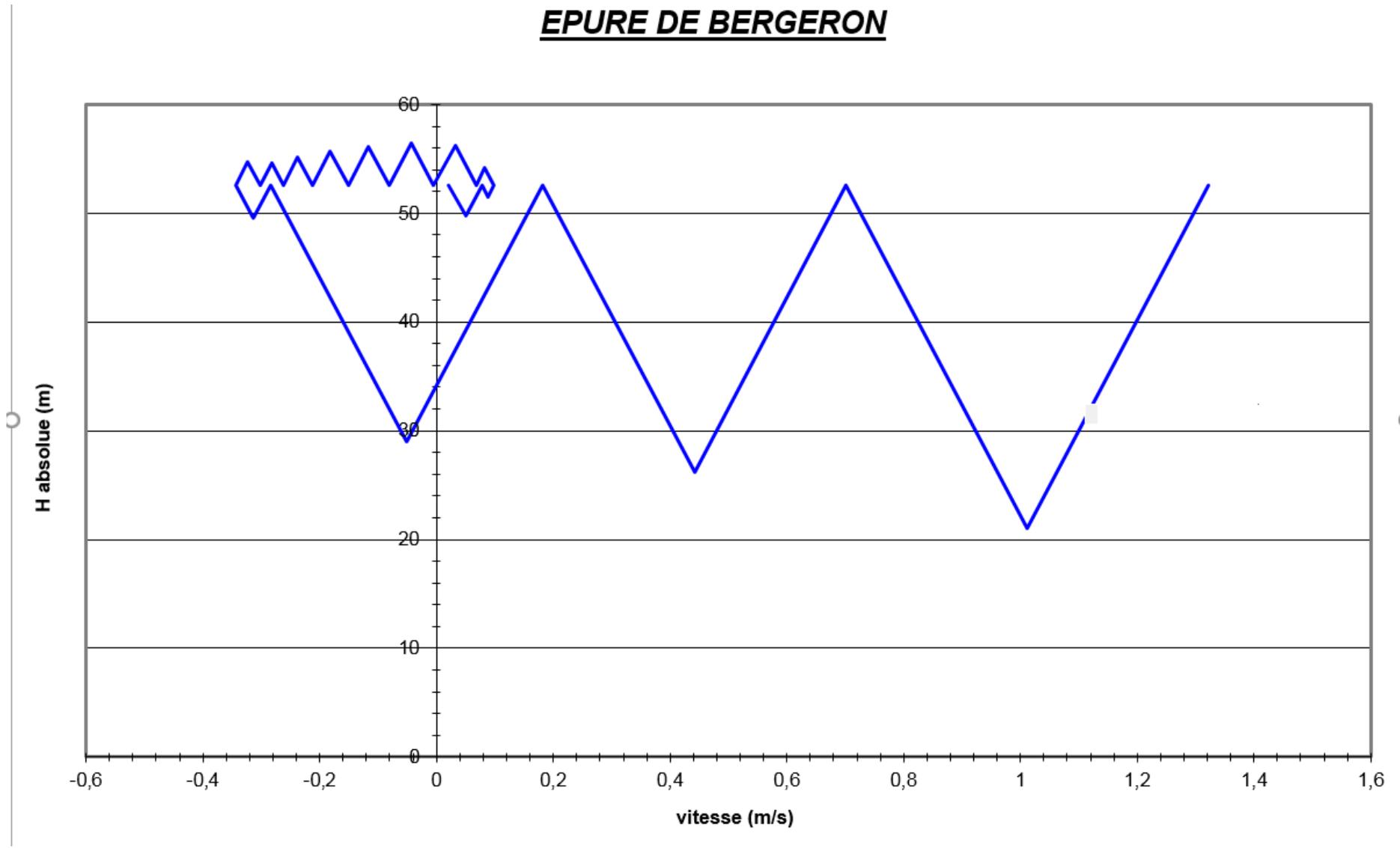


Figure IV.3 – Epure de Bergeron

Variation de la pression absolue en fonction du temps

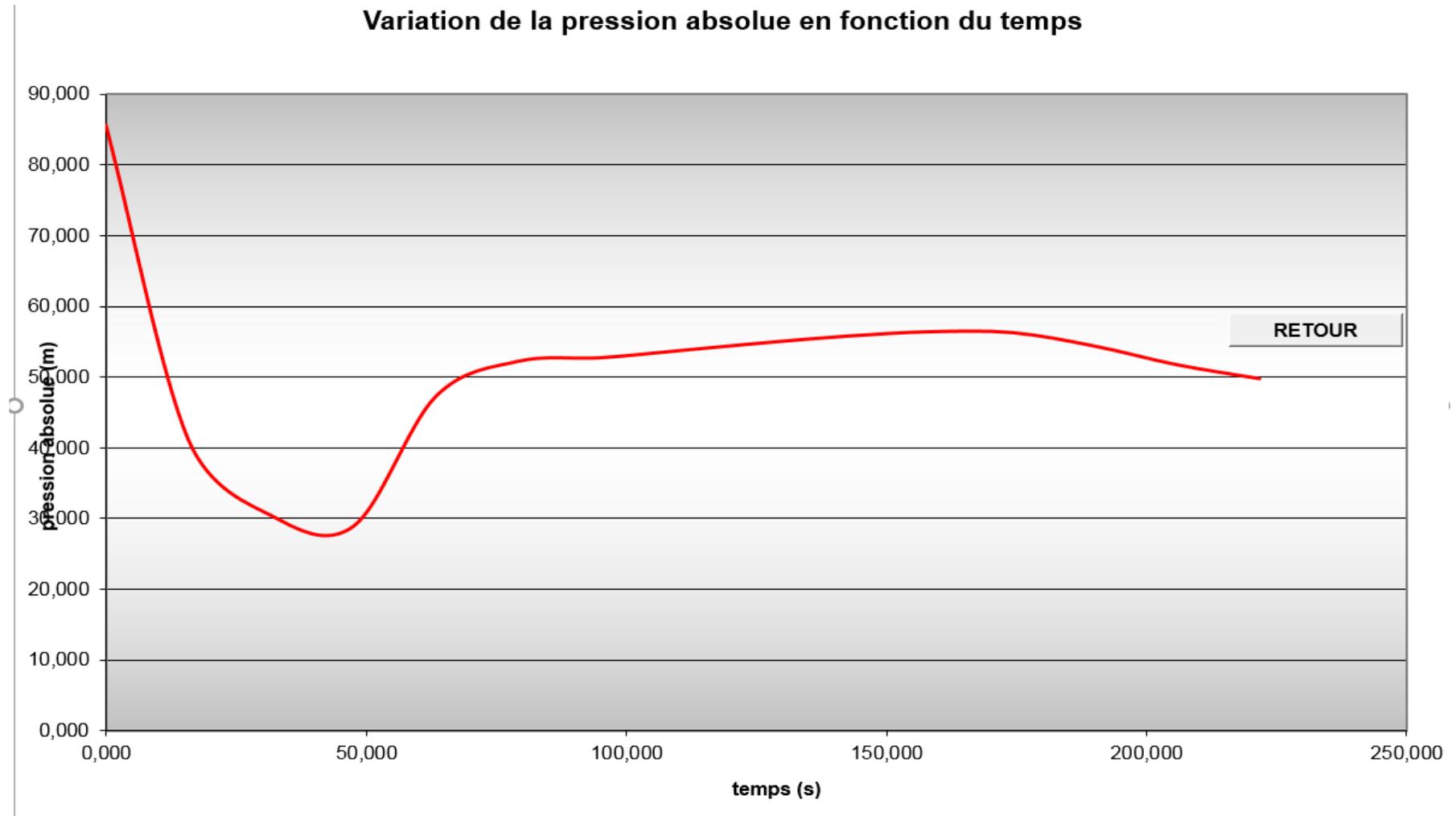


Figure IV.4 – Variation de la pression absolue en fonction du temps

De la méthode de BERGERON, le réservoir d'air est de volume de : 15.000 l

Volume du réservoir totale : $15000 * 1.25 = 18750$ l

IV.8 - CONCLUSION :

Dans ce chapitre, nous avons expliqué le phénomène de coup de bélier, opter pour un réservoir d'air comme solution, nous avons utilisé la méthode de Vibert comme première approximation pour avoir le volume initial et nous avons ensuite utilisé la méthode de Bergeron pour avoir le volume finale $U_{\text{Finale}} = 18.75 \text{ m}^3$

CHAPITRE V : ACCESSOIRES

V.1- Introduction

Pour assurer le bon fonctionnement hydraulique d'un réseau d'adduction d'eau, il est nécessairement utile de l'équiper en organes accessoires qui ont pour rôle :

- D'assurer un bon écoulement.
- Régulariser les pressions et mesurer les débits.
- Protéger les canalisations.
- Soutirer les débits.
- Purger les canalisations.
- Vidanger les canalisations.
- Isoler les canalisations.
- Changer les sens d'écoulement.

Dans ce chapitre nous allons définir les différents organes accessoires nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau d'adduction.

V.2 Les robinets :

V.2.1 Les robinets-vannes :

Ce sont des appareils de sectionnement utilisés pour le cas de manœuvres lentes pour les gros diamètres. L'obturation est obtenue pour une rotation de 90° de la partie tronconique. Généralement ce robinet-vanne est court-circuit pour faciliter l'ouverture.

V.2.1 Les vannes papillons :

Ce sont des vannes à survitesse utilisées surtout au niveau des réservoirs d'eau (sur la conduite de départ). Ce sont des vannes déséquilibrées, se fermant sous la pression de l'eau, qui ne sera jamais placée à l'aval de la conduite. Elle occasionne une faible perte de charge et présente une rangeabilité importante, pour la régulation, la manœuvre de l'obturateur est limitée à 60°, car au-delà ce gain de débit est faible et le couple de manœuvre augmente rapidement à partir de 60°, et présente même un maximum vers 80° ce qui est préjudiciable à la stabilité du fonctionnement. Il existe plusieurs types de vannes qui satisfont à des besoins variés :

a) Les vannes d'isolement :

Elles permettent d'isoler certains tronçons qu'on veut inspecter, réparer ou entretenir. Nous distinguons deux types : les robinets à papillon pour les conduites de gros diamètres et les robinets-vannes pour les conduites de petits diamètres.

b) Les vannes à clapets de non-retour :

Elles permettent de diriger l'écoulement dans un seul sens. Elles sont installées sur les conduites de refoulement des pompes ou à la jonction de deux paliers de pression et sur les conduites où sont installés les compteurs d'eau.

c) Les vannes de réduction de pression :

Elles permettent de réduire la pression à une valeur prédéterminée ou ramener la pression à une valeur souhaitée.

d) Les vannes d'altitudes :

Elles sont placées à l'entrée d'un réservoir élevé, lorsque dans ce réservoir l'eau atteint son niveau maximum. La vanne se ferme sous l'effet de la pression de l'eau et, nous évitons que le réservoir déborde.

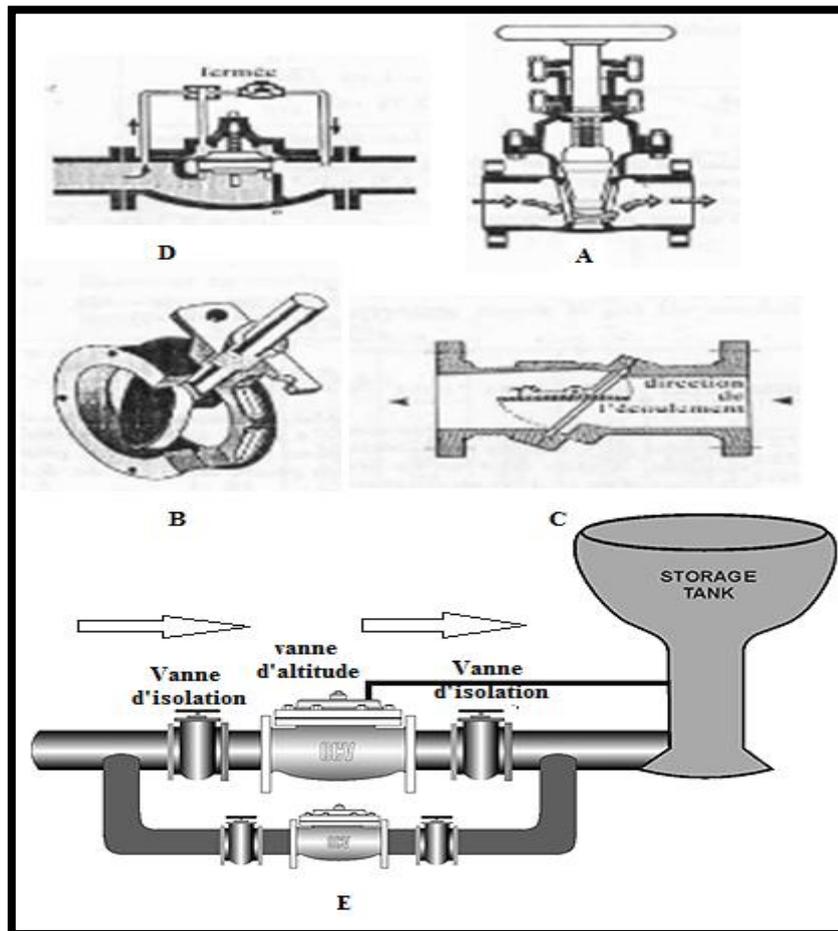


Figure V.1: Les différents types de vanne

- A) robinet-vanne
- B) vanne papillon
- C) vanne à clapet de non-retour
- D) vanne de réduction de pression
- E) vanne d'altitude

V.3 Ventouses :

La ventouse est un appareil de dégazage qui est actionnée par la simple présence d'air.

Elle est formée d'une enceinte en communication avec la conduite, dans laquelle vient obturer l'orifice calibré. Le flotteur est cylindrique ou sphérique. Il peut être couvert d'une enveloppe en caoutchouc. Ces appareils se placent au niveau des points hauts

des conduites où se rassemble l'air, soit au moment du remplissage, soit en cours de fonctionnement. C'est également en ces points qu'il faut faire l'admission de l'air pour la vidange.

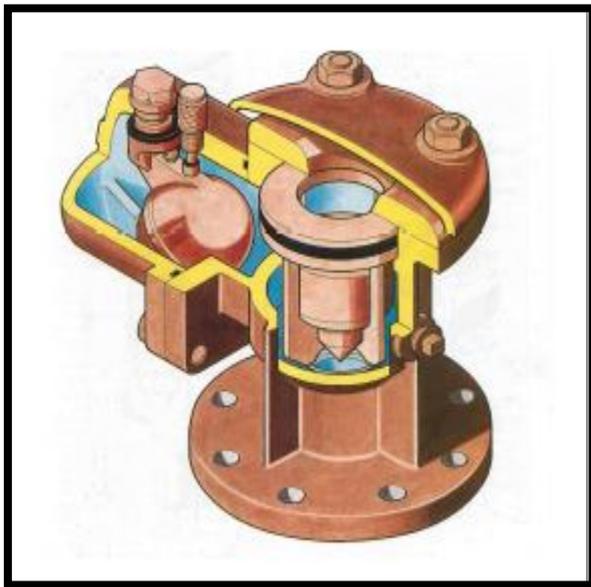
a) Rôles de la ventouse

La ventouse échapper et introduire l'air à tous les points les plus hauts

b) Types de ventouses

Il existe deux types de ventouse :

- Ventouse simple.
- Ventouse à deux orifices réunis en un seul appareil.



Ventouse à double orifice



Ventouse simple

Figure V.2: Les types de ventouses

V.4 Vidange du fond

Les vidanges ont pour fonction d'évacuer l'eau à partir de la conduite lors de l'entretien ou en cas de problème, elles sont prévues à tous points bas du profil de la conduite.

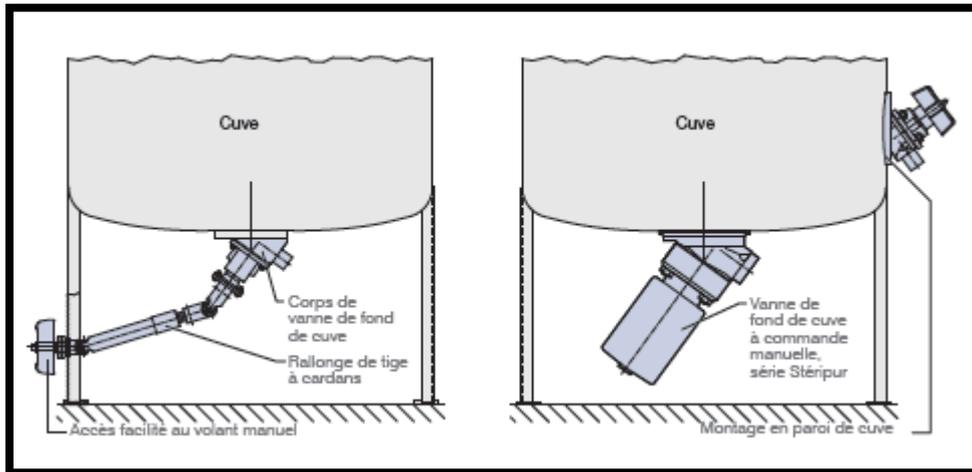


Figure V.3 : Vidange du fond

V.5 Clapet anti retour

Le clapet anti retour est c'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens.

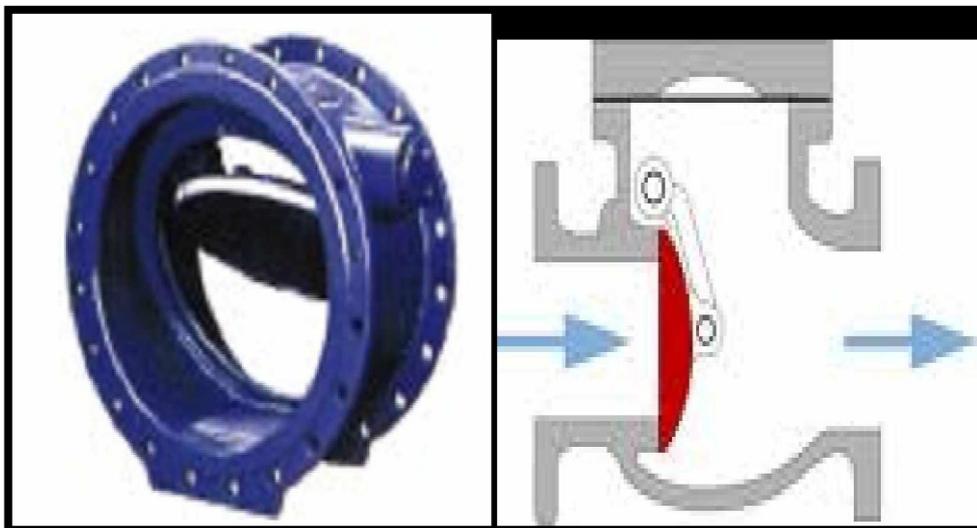


Figure V.4 : Clapet anti-retour

V.6 Organes de mesure :

V.6.1 Mesure de débit :

Les appareils les plus utilisés au niveau des installations hydrauliques sont :

- Le diaphragme
- La venturi
- La tuyère

Ce sont des appareils déprimogène, on crée une contraction de la section d'écoulement. Cette contraction entraîne une augmentation de la vitesse d'écoulement au droit de l'appareil se traduisant par une diminution de la pression.

a) Le diaphragme

Le diaphragme consiste en une plaque de métal mince dont le centre est percé. Sur un côté, une languette donne les caractéristiques du diaphragme. Le côté amont du diaphragme est habituellement en biseau. Le seul inconvénient de cet appareil c'est qu'il engendre une perte de charge importante.

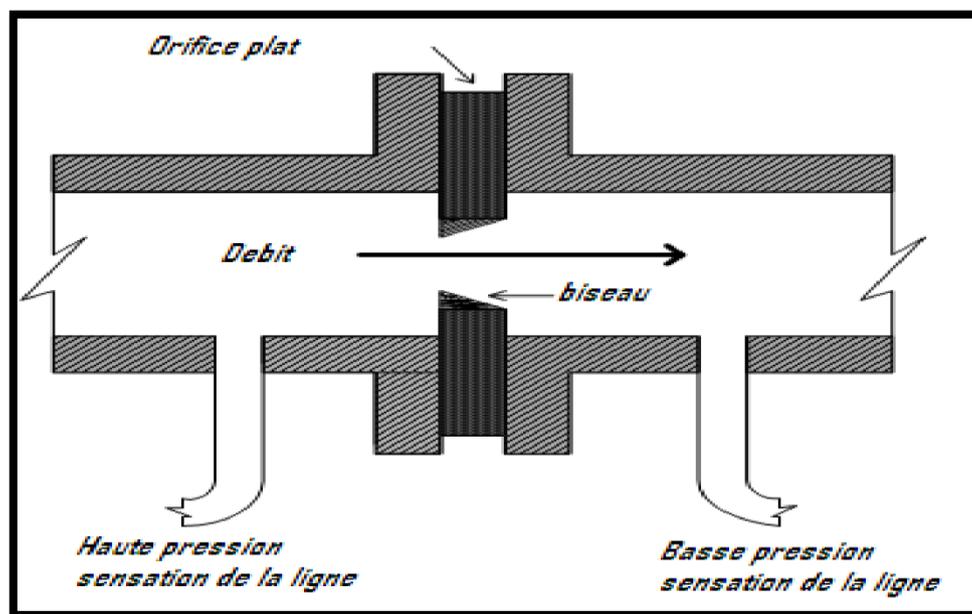


Figure V.5 : Diaphragme

b) Les venturis

S'il est essentiel de maintenir la pression du liquide, on peut utiliser un « tube de Venturi ». Il est constitué de deux troncs de cône réunis par leur petite base minimise la baisse permanente de pression. Les venturis résistent l'usure et au blocage, puisque l'absence d'obstruction permet au liquide d'entraîner les solides en suspension.

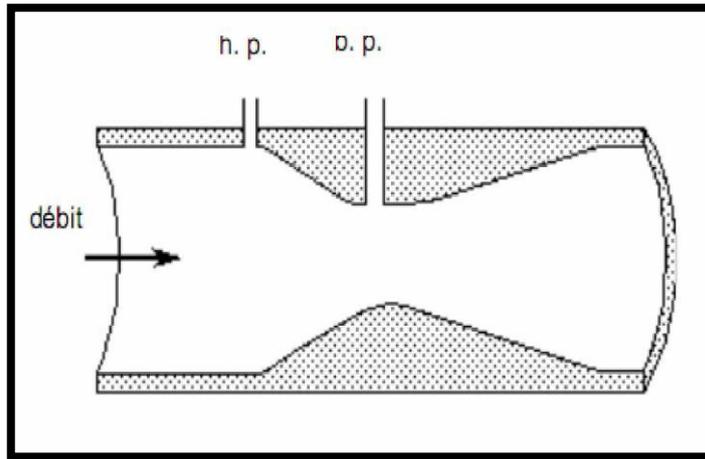


Figure V.6 Venturi

c) La tuyère

La tuyère a des caractéristiques intermédiaires entre le diaphragme et le venturi. À cause de son contour profilé, la baisse de pression permanente est moindre que celle occasionnée par un diaphragme (mais supérieure à celle causée par un venturi). La différence de pression est aussi plus basse que pour un diaphragme (mais plus élevée que pour un venturi). Ils sont moins coûteux que les venturis.

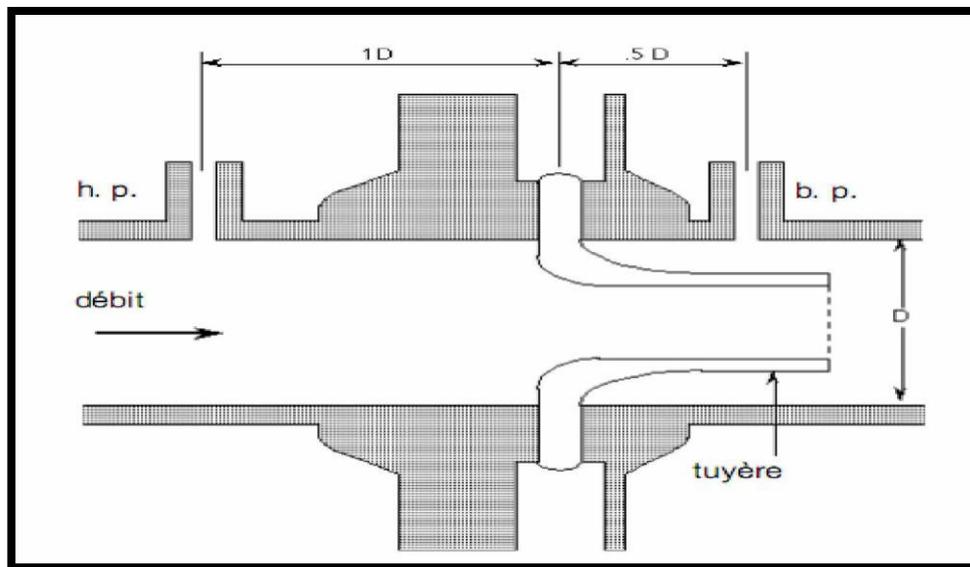


Figure V.7 : Tuyère

NB : l'inconvénient des débitmètres déprimogènes est leur faible précision à des débits réduits. En pratique la mesure est inutilisable de 10% du débit maximum.

V.6.2. Mesure de pression

Les appareils les plus utilisés sont :

a) Manomètres à aiguilles

Dans les manomètres à aiguille, le mouvement est transmis à l'aiguille soit par un secteur denté soit par un levier soit par une membrane. L'avantage de cette transmission est la facilité d'étalonnage et son inconvénient réside dans l'usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations.

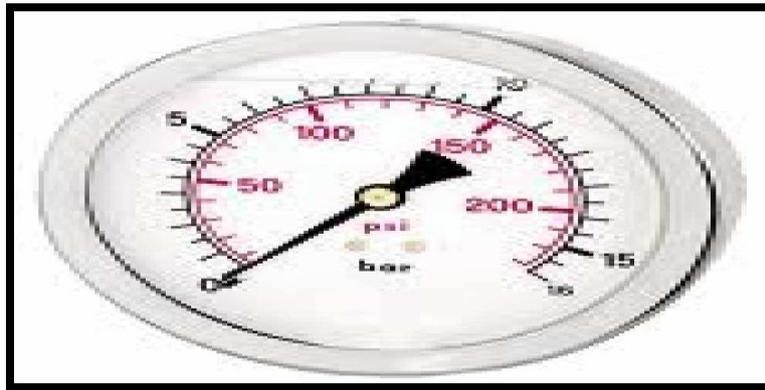


Figure V.8 : Manomètre à aiguilles

b) Manomètres à soufflet

Ces manomètres sont dotés d'un cylindre, dont le fût est constitué d'un matériau souple, plié en accordéon. Une des extrémités du cylindre est fixée à la « source » de pression et l'autre à un appareil indicateur ou un instrument. Les soufflets permettent une grande amplitude de mouvement (la course) dans la direction de la flèche une fois en contact avec le fluide dont on veut mesurer la pression.

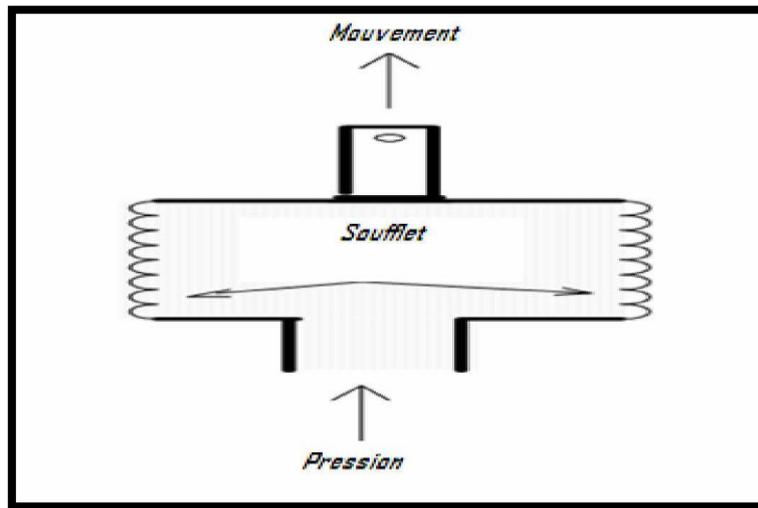


Figure V.9 : Manomètre à soufflet

V.7 Organes de raccordement :

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

- La déviation d'une partie d'écoulement.
- L'introduction dans la conduite d'un débit supplémentaire.
- Le changement de diamètre de la conduite.
- Le montage et le démontage des accessoires.
- Le changement de direction de la conduite.

1) Coudes

Les coudes sont des accessoires utiles surtout pour les réseaux maillé et ramifié, lorsque la conduite change de direction. Généralement, les coudes sont maintenus par des massifs de butées.

2) Cônes

Les cônes sont utilisés pour relier deux conduites de diamètres différents, on les rencontre aussi à l'entrée et à la sortie des pompes.

3) Tés

Les tés sont utilisés dans le but de soutirer un débit d'une canalisation ou d'ajouter un débit complémentaire. Ils sont rencontrés au niveau des réseaux maillés, ramifiés et des canalisations d'adduction en cas de piquage.

4) Joints

En pratique, on rencontre des manchons à bouts lisses des deux extrémités, à deux emboîtements, à emboîtement et bout lisse, à deux brides, à bride et bout lisse, à emboîtement et bride, on les rencontre surtout au niveau des montages des appareils accessoires (vannes, clapet...).

5) Collet bride

Le raccordement classique et universel entre une conduite en Fonte et une conduite en PEHD est le raccordement par collet bride. Ce mode de raccordement est disponible pour tous les diamètres à partir du DN20. Dans la pratique, il est utilisé à partir du DN63 et au-delà. En dessous, on utilise souvent des raccords de transition PE-laiton à filetage. Ces raccords sont soit soudés sur la canalisation polyéthylène, soit fixés par compression.

V.8 By-pass

Le by-pass est utilisé pour les rôles suivants :

- Faciliter la manœuvre de la vanne à fermeture lente ;
- Remplir à débit réduit, la conduite avant sa mise en service ;
- Relier la conduite d'arrivée à la conduite de départ du réservoir.

V.9 Crépines

La crépine évite l'entrée accidentelle de corps solides dans la pompe, elle est constituée par un cylindre perforé qui empêche le passage des objets.

Il est à noter qu'une crépine doit toujours être entièrement immergée pour éviter les rentrées d'air (une marge suffisante doit être prévue pour le vortex) et éloignée d'environ 0,5 m du fond du puisard.

Le tableau suivant regroupe les différents organes adaptés à notre projet d'adduction :

V.10 Organe de l'adduction :

Le tableau suivant regroupe les différents organes annexes utilisés dans notre projet

Tableau V.1 : Les différents organes annexes de notre projet d'adduction

Organe	Type	PN(bars)	DN (mm)	Poids (Kg)	Emplacement	
Vidange du fond		/			Les points bas du profil de la conduite	
Débitmètre		/			A la sortie de chaque conduite de refoulement	
Manomètre		/			Conduite de refoulement	
Vaccumètre		/			Conduite d'aspiration	
FONTE	Vanne papillon	Avec réducteur sens de fermeture	20	550 et 600	/	Chaque conduite de départ du réservoir
	Vanne d'isolement	Simple		550 et 600	/	Chaque conduite de départ du réservoir
	Clapet de non-retour	Sandwich	20	550 et 600	/	Sortie de chaque pompe Chaque conduite d'arriver Conduite de vidange des réservoirs Chaque 500m de la conduite de refoulement
	Coude	Fonte ductile à joint mécanique avec contre bride boulonnée	20	550	35,9	Changement de direction Fonte
	Bride à Emboitement	Fonte ductile à joint mécanique avec contre bride boulonnée	20	550 et 600	24,7	Raccordement entre 2 conduites Fonte (chaque 6 m)
	Ventouse	simple fonction	25	100	/	Les points hauts du profil de la conduite
	Collet Bride	/	16	550 et 600		Raccordement entre 2 conduites Fonte-PEHD

V.11 - Conclusion

Tout au long de ce chapitre nous avons défini les différents organes annexes existant pour assurer le bon fonctionnement d'un réseau d'adduction, par la suite nous avons sélectionné quelques organes selon la nécessité de notre projet, en se basant sur des catalogues des constructeurs algériens disponible sur le marché.

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

INTRODUCTION :

L'organisation d'un chantier joue un rôle primordial dans l'aspect économique des ouvrages et les installations hydrauliques. Elle consiste à déterminer et coordonner la mise en œuvre des moyennes nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles, et dans les plus brefs délais, les travaux d'exécution.

Dans ce présent chapitre nous allons étudier les étapes des différents travaux exécutés sur le chantier de notre adduction, qui sont :

- Implantation du tracé des tranchées sur le terrain ;
- Nivellement de la plate-forme de passe ;
- Excavation des tranchées ;
- Pose du lit de sable
- Pose des conduites ;
- Epreuve de joint et de canalisation ;
- Remblayage des tranchées ;
- Nivellement et compactage

VI.1 Travaux de l'adduction

VI.1.1. Implantation du tracé des tranchées sur le terrain

On matérialise l'axe de la tranchée sur le terrain avec des jalons placés en ligne droite et espacés de cinquante mètre (**50m**). On effectue ce travail en mesurant sur le plan leurs distances par des repères fixés où des bornes. La direction des axes et leurs extrémités sont ainsi bien déterminée.

VI.1.2. Nivellement de la plate-forme de pose

Le nivellement est la mesure des différences d'altitudes entre deux ou plusieurs points situés sur une pente uniforme. Le nivellement a pour but de définir le relief d'un terrain en fixant l'altitude d'un certain nombre de points, toutes les côtes sont données par rapport à un niveau de base appelé plan de comparaison lorsque le terrain

rencontre des obstacles on procède au nivellement par cheminement et par un simple calcul. On détermine la hauteur de chaque point.

VI.1.3. Excavation des tranchées

Selon les caractéristiques du terrain l'excavation sera réalisée mécaniquement, la profondeur minimale de la tranchée à excaver est de **1m** pour :

- Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.
- Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).
- Protéger la canalisation contre le gel.

La largeur de la tranchée doit être tel qu'un homme peut travailler sans difficulté et elle augmente avec les diamètres des conduites à mettre en place.

L'excavation des tranchées s'effectue par tronçon successive en commençant par les points hauts pour assurer s'il y lieu l'écoulement naturel des eaux d'infiltrations.

Donc l'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

- La profondeur de la tranchée (h) ;
- La largeur de la tranchée (b).

a. La profondeur (H)

La profondeur de la tranchée dépend du diamètre de la conduite, des charges roulantes (extérieurs) et de la température, elle est donnée par la relation suivante :

$$H = D + h + h1 \dots \dots \dots \text{VI.1}$$

b. Largeur de la tranchée

La largeur de la tranchée doit permettre une pose correcte, facilite la tâche et aussi permettre le compactage du remblai, elle sera calculée en fonction du diamètre de la conduite en laissant cm d'espace de chaque côté de la conduite.

$$b = D + 0,6 \dots \dots \dots \text{VI.2}$$

e. Section de la tranchée

Les sections des tranchées sont de forme trapézoïdale dont l'aire est :

$$S_t = b \times H + mh^2 \dots \dots \dots \text{VI.3}$$

Avec:

H : profondeur de la tranchée (m) ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

h : hauteur de la génératrice supérieure de la conduite elle est entre **80** et **120cm** on prend **h=1m** ;

h1 : épaisseur du lit de pose **h1 = 0,1 m**.

b : largeur de la tranchée (m) ;

m : coefficient du talus.

c. Choix du coefficient du talus

Pour garder la stabilité du talus de la tranchée durant les travaux de pose des conduites on définit le coefficient du talus. Qui est en fonction de la profondeur de la tranchée et de la nature du sol.

Tableau VI.1 : Coefficient du talus en fonction de la nature du sol

Sols	Profondeur de la tranchée	
	Jusqu'à 1,5 m	Jusqu'à 3m
Sable	m = 0,5	m = 1
Limon sableux	m = 0,25	m = 0,67
Limon argileux	m = 0	m = 0,5

Dans notre cas le sol est **limon argileux** dans sa totalité donc m=0.

d. Détermination de la capacité du godet :

La tranchée sera exécutée avec une pelle rétro, dont la capacité du godet est donnée dans le tableau de norme suivant, en fonction du volume de terrassement :

Tableau VI.2: Capacité du godet en fonction du volume de terrassement

Volume du terrassement par une pelle (m ³)	≤10000	≤10000	>20000	>100000
Capacité du godet (m ³)	0,25-0,35	0,5-0,65	1-1,25	1,5

f. Choix de l'excavateur et le procédé d'excavation

Comme il a été mentionné précédemment, l'excavation sera réalisée mécaniquement alors le choix de l'engin (pelle mécanique équipée en rétro où en butée) se base sur leur champ d'application et l'exigence du chantier.

➤ **Pelle équipée en retro**

Les aptitudes de la pelle en rétro sont :

- Creuser en dessous de la surface d'appui à son niveau.
- Peut excaver dans la direction de la machine.
- Creuser avec grande précision et rapidité des tranchées à talus verticaux.

➤ **Pelle équipée en butée**

Les caractéristiques de la pelle en butée sont :

- Excavation en hauteur au-dessus de l'assise de la machine.
- Ramassage des matériaux.
- Connaissant la nature des travaux demandés et comparant le champ d'application ainsi que les caractéristiques de chacune des deux types de pelle, on opte pour une pelle équipée en rétro pour atteindre un rendement optimal de la pelle choisie.

g. Calcul du rendement d'exploitation de la pelle

Il est déterminé comme suit :

$$R = G \times n \times K_r \times K_u \times \frac{1}{K_f} \dots\dots\dots \mathbf{VI.4}$$

Avec :

R : rendement d'exploitation de la pelle

G : capacité du godet de l'excavation (m³) ;

n : nombre de cycle de l'excavateur = 3600/T où T = (15 à 20) secondes.

On prend T=20secondes, alors :

$$n = \frac{3600}{20} = 180 \text{ cycle/h}$$

K_r : coefficient de remplissage K_r = (0,6 à 0,8). On prend égal à 0,7 ;

K_u : coefficient d'utilisation de temps K_u = (0,7 à 0,9). On prend égal à 0,8 ;

K_f : coefficient de foisonnement K_f = 1,2.

VI.1.4. Pose de la canalisation

A. Le Principe de pose des canalisations

Le choix du type de pose des conduites s'effectue en fonction de la topographie du notre terrain et les différents types rencontrés :

- Pose en terre ;
- Pose en mauvais terrains ;
- Pose en galerie ;
- Pose en pentes ;
- Pose des conduites en traversées des routes et voies ferrées ;
- Pose à proximité d'une conduite d'assainissement ;
- Passage de ponts ;
- Traversée de rivière.

➤ Pose en terre

Pour la disposition des tuyaux dans les meilleures conditions, la pose en terre s'effectue dans une tranchée de largeur suffisante avec établissement des niches pour faciliter le travail lors de jointure.

Cette opération s'effectue par tronçon successif, en posant des tuyaux en files bien alignés et bien nivelés, tout en commençant par les points hauts. L'enfouissement des Canalisations a pour but de les protéger contre les dégradations extérieur, de conserver la fraîcheur de l'eau et de la mettre à l'abri du gel.

➤ Pose en mauvais terrains

Si la conduite devra être posée en mauvais terrains (terrains marécageux), il pourra être nécessaire pour éviter les affaissements (tassement) qui rompraient la conduite où désassembleraient les joints ; de couler au fond de la tranchée une dalle en béton armé.

➤ Pose en galerie

La pose des conduites en galerie présente double avantages de faciliter leur surveillance et d'éviter les tassements de terrain en cas de fuite, ainsi l'ouverture de chaussée à l'occasion des réparations ou de remplacement. Cette pose est courante

dans les villes ou agglomérations disposant déjà de galeries spéciales souterraines (égouts, caniveaux ou galeries spéciales visitables).

Les conduites sont posées sur les consoles en fonte d'aluminium scellées dans les pieds droits pour les petits diamètres, et sur les tasseaux pour les grands diamètres dans les galeries sèches spéciales.

➤ **Pose en pente**

Au-delà d'une certaine pente (25%), les frottements entre canalisations et les terres sont insuffisants pour maintenir la conduite, il convient alors d'équilibrer la composante axiale de gravité par l'utilisation de butées d'encrage ou de joints verrouillés, les deux techniques pouvant être associées.

Une fois le remblai fait, on procède au nivellement qui consiste à étaler les terres qui sont en monticule, ensuite au compactage pour augmenter la densité des terres et éviter le tassement par la suite

➤ **Traversée de rivière**

En fonction de la traversée et de l'importance de l'adduction, la pose de conduites à travers un oued demande certains travaux confortatifs. Deux cas peuvent se présenter :

Premier cas : l'existence d'une route servira également à supporter la conduite d'adduction.

Deuxième cas : si le pont route n'existe pas, la canalisation pourra suivre le lit de la rivière, elle sera posée sur des ouvrages spéciaux.

La pose des canalisations est effectuée selon les opérations suivantes :

- Aménagement du lit de pose ;
- Introduction de canalisation dans les tranchées.
-

B. Aménagement du lit de pose

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

Le lit de pose se fera en matériau fin (sable), permettant le drainage du fond de la tranchée, avec une couche d'au moins **10cm**.

$$V_s = b \times e \times L \dots \dots \dots \text{VI.5}$$

Avec :

V_s : Volume du lit de sable (m^3) ;

e : Epaisseur du lit de sable, $e = 10 \text{ cm}$;

L : Longueur de la tranchée (m).

C. Introduction de la canalisation

La pose de canalisation doit être faite de façon à respecter certaines recommandations :

- S'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur de la tranchée et des tuyaux ;
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée en évitant les contres pentes ;
- Déposer la conduite au fond de la tranchée sans la laisser tomber moyennant des engins de levage ;
- De ne pas laisser les revêtements à endommager ;
- Vérifier l'alignement.

D. Epreuve de joint et de canalisation

Pour plus de sécurité l'essai de pression des conduites et des joints se fait avant le remblaiement on l'effectué à l'aide d'une pompe d'essai qui consiste au remplissage en eau de la conduite sous une pression de **1,5** fois la pression de service à laquelle sera soumise la conduite en cours de fonctionnement.

Cette épreuve doit durer **30 minutes** environ où la variation ne doit pas excéder **0,2 bars**.

VI.1.5. Remblaiement des tranchées

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

Une fois les épreuves réussies, la mise en place du remblai bien tassée est effectuée par un engin, choisissant le chargeur, on utilisant la terre des déblais.

Le volume des remblais sera le volume des déblais réduit du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable :

$$V_r = V_d - V_s - V_c \dots\dots\dots \mathbf{VI.6}$$

$$S_c = \frac{\pi * D^2}{4} \dots\dots\dots \mathbf{VI.7}$$

$$V_c = S_c * L \dots\dots\dots \mathbf{VI.8}$$

Avec :

V_r : volume du remblai

V_d : volume du déblai (volume excavé)

V_c : volume occupé par la conduite.

S_c : section de la conduite (m^2) ;

D : diamètre de la conduite (m)

VI.1.6 Calcul du temps d'exécution

Les engins ont une durée d'exécution et se calcule de la manière suivante :

$$T_{ex} = \frac{V}{R} \dots\dots\dots \mathbf{VI.9}$$

Avec :

T_{ex} : temps d'exécution (jr) ;

V : volume à enlever (m^3) ;

R : rendement de l'engin (m^3/jr).

Application numérique :

VI.1.7 Détermination du volume des travaux de l'adduction :

En appliquant les formules **VI.1 VI.2 VI.3 VI.5 VI.6 VI.7 VI.8** on trouve les résultats suivants :

Tableau VI.3 : Détermination des différents volumes des travaux de l'adduction

Tronçon	D (mm)	L(m)	H(m)	b(m)	S_t (m^2)	V_d (m^3)	V_s (m^3)	V_c (m^3)	V_r
Variante2	600	7900	1.7	1.2	2.04	16116	948	2233.67	12934.32

Remarque :

Pour le volume excédentaire on utilise des camions pour le transporter vers la zone de décharge, sinon on fait le remblayage des fouilles avec tout le volume de déblai, et dans ce cas on aura le volume de déblai égale au volume de remblai (càd : Vr = Vd), il sera tassé avec le temps,

VI.1.8 Détermination du temps d'exécution des travaux de l'adduction :

Pour un godet de capacité $G = 1,25m^3$, on a le rendement :

$$R = 0,25 \times 180 \times 0,7 \times 0,8 \times \frac{1}{1,2} = 105 \text{ m}^3/\text{h}.$$

En appliquant les formules **VI.7 VI.9** et en se basant sur les données du **Tableau VI.2** on trouve les résultats suivants :

Tableau VI.4 : Détermination des différents temps d'exécution des travaux de l'adduction

Opération	Type matériau	Volume (m ³)	Capacité du godet (m ³)	R (m ³ /h)	Tex (jours)
Décapage	Fonte	16116	1.25	105	111
Lit de sable	Fonte	948	1,25	105	9
Remblayage	Fonte	12934.32	1,25	105	123

VI.2. Travaux de la station de pompage

VI.2.1 Dimensionnement du bâtiment de la station de pompage :

a. La hauteur du bâtiment :

$$H_b = h_5 + h_6 + h_7 + h_8 + h_9 \dots \dots \dots \text{VIII.14}$$

Avec :

$$h_5 : \text{Distance verticale} \Rightarrow h_5 = h_p + h_{\text{socle}} + h_{\text{réserve}}$$

$$h_{\text{réserve}} = 0,7 \text{ m}$$

$$h_{\text{socle}} = (20 \text{ à } 60) \text{ cm} \Rightarrow h_{\text{socle}} = 20 \text{ cm}.$$

$$h_p : \text{Hauteur de la pompe est égale à } 1450 \text{ mm} = 1.5 \text{ m}$$

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

$$h_5 = 1.5 + 0,7 + 0,2 = 2.4 \text{ m}$$

$$h_6 : \text{Hauteur réservée à l'homme} \Rightarrow h_6 = 2,4 \text{ m}$$

$$h_7 : \text{Hauteur de chariot} \Rightarrow h_7 = 0,4 \text{ m}$$

$$h_8 : \text{Hauteur profilée} \Rightarrow h_8 = 0,8 \text{ m}$$

$$h_9 : \text{Hauteur de sécurité} \Rightarrow h_9 = 0,23 \text{ m}$$

$$\mathbf{H_b = 6.23m}$$

b. Longueur du bâtiment :

$$L_{rb} = N_p * L_{rg} + (N_p - 1) D_{int} + 2 * D_{pm} \dots\dots\dots \mathbf{V.15}$$

Avec :

L_{rb} : Longueur du bâtiment

L_{rg} : Longueur du groupe électropompe

N_p : Nombre de pompe = 4 + 3 blocs de réserves

D_{int} : Distance entre deux pompe voisines = 2 m

D_{pm} : Distance entre la pompe et l'extrémité intérieure de mur du bâtiment = **2,2 m**

$$\mathbf{L_{rb} = 24 \text{ m}}$$

c. Largeur du bâtiment :

$$L_b = L_{bu} + L_g + L_{rcc} + L_{rcd} \text{ Avec :}$$

L_{bu} : Longueur du bureau = 4,5 m

L_g : Longueur du groupe électropompe = 2,2 m

L_{rcc} : Longueur réservée pour les caniveaux des câbles = 1,3m

L_{rcd} : Longueur réservée pour les caniveaux de drainage et le regard de vidange = 1,9 m

$$\mathbf{L_b = 9,7 \text{ m}}$$

Tableau VI.5 : Les dimensions de la station de reprise

Dimensions du bâtiment de la station (m)						
Longueur (m)	Largeur (m)	Hauteur (m)	Epaisseur du Mur (m)	Portes (m)	Fenêtres (m)	
9,7	24	6.23	0,3	3,0 x 2,0	Secondaire	Principale
					1,6x 1,2	1,8 x 1,6

- Poteaux : $b \times b = 40 \times 40$
- Poutres : $b \times b = 40 \times 40$

Les tâches constituant les travaux à faire pour la construction de la station de pompage sont :

- Exécution du décapage.
- Exécution des fouilles.
- Coulage du béton de propreté.
- Coulage du béton pour les semelles.
- Coulage du béton pour les demi-poteaux.
- Remblayage des fouilles.
- Coulage du béton des longrines inférieures.
- Remblayage des casiers.
- Coulage de la chape inférieure.
- Coulage du béton de poteaux.
- Coulage du béton pour longrines supérieures et de la dalle.
- Maçonnerie et finition générale.

VI.2.2 Détermination de la capacité du godet :

Le choix du bulldozer se fait en fonction de la capacité du godet de l'excavateur. Le bulldozer est utilisé pour le remblaiement de la tranchée après la pose des conduites.

Tableau VI.6 : Choix du bulldozer en fonction de la capacité du godet

Capacité du godet de la pelle (m³)	0,3-0,65	0,75-1,0	1,25-1,5	2,0-3,0
Classe du bulldozer d'après la puissance du tracteur (Kw)	40-60	70-118	120-140	150-300

Pour une capacité du godet de la pelle égale à **0,3 m³** nous prenons un bulldozer ayant les caractéristiques suivantes :

- Puissance $P_b = 40 \text{ KW}$;
- Largeur de la lame $L = 2-3 \text{ m}$;
- Hauteur de la lame $H=1-1,5 \text{ m}$.

La station de pompage a les dimensions suivantes :

- Cf. : Coté de fouille (carré) = 1,5 m ;
- Poteaux $b \times b = 40 \times 40$;
- Poutres $b \times b = 40 \times 40$.

VI.2.3 Calcul des volumes :

- **Décapage** : $V_d = L \times l \times e$ (m³).

Avec :

V_d : Volume décapé

L : Longueur du bâtiment (m)

l : largeur du bâtiment (m)

e : épaisseur à décaper (m)

Tableau VI.7 : Calcul volume de décapage et son temps d'exécution pour la station de pompage

Station de pompage	Largeur (m)	Longueur (m)	Hauteur (m)	e (m)	Vd (m ³)	R	Tex
Station de Reprise	9,7	24	6.23	0,1	23.28	25,2	1 journée

- **Excavation (fouilles) :**

Pour une fouille $V = 1,5 \times 1,5 \times 1,5 = 3,375\text{m}^3$.

Pour 12 fouilles $V_{exc} = 3,375 \times 12 = 40,5\text{m}^3$.

V_{exc} : Volume d'excavation (m³)

$$\mathbf{V_{exc} = 40, 5 \text{ m}^3.}$$

- **Béton de propreté :**

Pour une épaisseur de 10 cm dans chaque fouille

$$V_{bp} = 1,5 \times 1,5 \times 0,1 = 0,225 \text{ m}^3.$$

Pour 12 fouilles $V_{bpt} = 12 \times 0,225 = 2,7 \text{ m}^3$.

V_{bp} : Volume du béton de propreté pour une fouille

V_{bpt} : Volume total du béton de propreté

$$\mathbf{V_{bpt} = 2, 7 \text{ m}^3.}$$

- **Béton armé :**

Semelles :

$$V_s = 0,4 \times 1,5 \times 1,5 = 0,9 \text{ m}^3.$$

$$V_{st} = 0,9 \times 12 = 10,8 \text{ m}^3.$$

V_s : Volume du béton armé pour une semelle

V_{st} : Volume total du béton armé des semelles

$$V_{st} = 10,8 \text{ m}^3.$$

Demi-poteau :

$$V_{dp} = 0,4 \times 0,4 \times 1 = 0,16 \text{ m}^3.$$

On a 12 demi-poteaux : $V_{dpt} = 12 \times 0,16 = 1,92 \text{ m}^3$.

V_{dp} : Volume du béton armé pour un demi-poteau

V_{dpt} : Volume total du béton armé des demi-poteaux

$$V_{dpt} = 1,92 \text{ m}^3.$$

Poutre inférieure :

$$V_{pinf} = (0,4 \times 0,4 \times 9,7 \times 3) + (0,4 \times 0,4 \times 24 \times 4) - (0,4 \times 0,4 \times 0,4 \times 12) = 19,25 \text{ m}^3.$$

$$V_{pinf} = 19,25 \text{ m}^3.$$

Chape inférieure :

La chape inférieure à une épaisseur de 7cm, on aura :

$$V_{cinf} = 0,07 \times 9,7 \times 24 = 16,296 \text{ m}^3.$$

$$V_{cinf} = 16,296 \text{ m}^3.$$

Poteaux :

$$V_p = 6,23 - (1+0,4) \times 0,4 \times 0,4 = 6 \text{ m}^3.$$

Pour 12 poteaux : $V_{pt} = 6 \times 12 = 72 \text{ m}^3$.

$$V_{pt} = 72 \text{ m}^3$$

Poutres supérieures :

$$V_{psup} = 9,2 \text{ m}^3.$$

Chape supérieure :

$$V_{csup} = 5,64 \text{ m}^3.$$

Remblai :

Ce volume correspond à un volume d'un remblai bien compacté.

➤ **Fouille :**

$V_0 = 3,375 \text{ m}^3$, est le volume d'une fouille.

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

$V_1 = 0,225 \text{ m}^3$, est le volume occupé par le béton de propreté.

$V_2 = 0,16 \text{ m}^3$, est le volume occupé par le demi – poteau.

$V_3 = 0,9 \text{ m}^3$, est le volume occupé par la semelle.

Le volume de remblai pour chaque fouille est :

$$V = V_0 - (V_1 + V_2 + V_3) = 3,375 - (0,225 + 0,16 + 0,9) = 2,09 \text{ m}^3.$$

Donc pour 12 semelles $V_t = 2,09 \times 12 = 25,08 \text{ m}^3$.

$$V_t = 25,08 \text{ m}^3$$

➤ Remblai compacte de la dalle inférieure :

$$V_{rc} = 0,9 \times 9,7 \times 24 = 209.52 \text{ m}^3$$

➤ Remblai compacte total :

$$V_{rct} = 25,08 + 209.52 = 234.6 \text{ m}^3$$

➤ Maçonnerie :

Maçonnerie mur :

On utilise le type de briques ;

Briques (30 × 20 × 10) ; $S_b = 0,06 \text{ m}^2$.

Surface du mur $S = 2 \times 5,35 \times (9,7 + 24) = 361 \text{ m}^2$.

$N_b = 361/0,06 = 6017$ Briques.

Nombre de brique qu'il faut commander est :

$N_b = 6017 + 113 = 6130$ Briques.

VI.3. Choix des engins de terrassement

Le matériel utilisé pour les chantiers est le matériel classique des chantiers de travaux publics.

L'utilisation de gros engins mécaniques a réduit considérablement le prix et le temps des terrassements dont l'incidence, dans la construction des chantiers, se trouve ainsi sensiblement diminuée.

Les engins que nous allons utiliser sont :

➤ Une pelle hydraulique ;

- Un dozer ;
- Un chargeur ;
- Un vibreur du sol pour le compactage des fouilles et des tranchées.

VII.3.1. Pelle hydraulique

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les terrains même durs marnes compactes, conglomérats, pour le chargement des roches débitées, exploitation des carrières notamment.

La pelle peut porter divers équipement qui en font un engin de travail à plusieurs fins :

- Godet normal pour travail en butée.
- Godet rétro pour travail en fouille et en tranché.
- Godet niveleur pour travail de décapage ou de nivelage.
- Benne preneuse pour terrassement en fouille ou déchargement de matériaux (sable, pierres...).
- Dragline pour travail en fouille.

Pour une pelle équipée en rétro ou pelle hydraulique le godet est porté par un bras simplement articulé et actionner par des vérins hydraulique. (Voir schéma ci-après)



Figure VI.1 : Pelle hydraulique

VI.3.2. Dozer

Les tracteurs niveleurs à chenilles (dozer) se sont répandus dans tous les pays du monde depuis les années 1940-45. Leur silhouette est devenue familière sur de très nombreux chantiers et de nombreux conducteurs, se sont exercés à la conduite de ces

CHAPITRE VI : ORGANISATION DU CHANTIER

engins. Ainsi tout terrassement doit commencer par le décapage de la terre végétale ou couche supérieure du sol qui contient des débris végétaux; ce résultat est pratiquement obtenu au cours de la déforestation.

Le bulldozer est une pelle niveleuse montée sur un tracteur à chenille ou à pneus.



Figure VI.2 : Dozer

VI.3.3. Chargeur

C'est un tracteur à pneus muni de godet de chargement et de déchargement à l'avant, on l'utilisera pour remblayer les fouilles, les casiers et la tranchée après pose de la conduite.



Figure VI.3 : Chargeur

VI.3.4. Compacteur (vibrateur de sol)

C'est un engin peu encombrant, composé de deux petits cylindres d'environ 30 cm de diamètre muni d'un guidon. Cet engin sert au compactage des remblais des surfaces étroites telles que les fouilles des semelles, les casiers entre ceintures inférieures du bâtiment et les tranchées.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a vu l'organisation du chantier pour la pose de notre canalisation et pour la réalisation du bâtiment de notre station de pompage, nous avons aussi donné un aperçu sur les engins à utiliser et leur utilité dans notre projet.

CHAPITRE VII : SECURITE DE TRAVAIL

Introduction :

Les forces productives de la société sont d'autant plus réduites que le nombre d'accident de travail et de maladies professionnelles augmentent. En Algérie une perte considérable en temps et en argent a été ressentie suivant les données de la sécurité sociale. Les causes les plus fréquentes sont dues aux objets en cours de manutention ainsi qu'aux emplacements de travail, les surfaces de circulation et les masses en mouvements.

L'esprit négatif des accidents et maladies professionnelles se répercute sur la production et sur le plan financier et humain qui n'est autre que le capital le plus précieux à ce pays. Notre objectif essentiel est de réduire au maximum la fréquence et la gravité des accidents, pour cela, il a été élaboré un certain nombre de consignes et de règlements qu'on l'appelle (sécurité du travail).

L'esprit de sécurité doit régner dans une enceinte de travail, ce qui permettra de façon efficace de réduire le taux d'accidents, la direction et le service de sécurité au personnel en lui.

VII.1- causes des accidents de travail :

Les différents facteurs réagissant les causes d'accidents de travail se subdivisent en deux catégories :

L'une se traduit par les facteurs humains, l'autre par les facteurs matériels.

VII.1.1 - facteurs humains :

Ces facteurs concernent les actions dangereuses dans le travail dues au comportement de nature humaine qui nécessite dans certains cas l'intervention d'un médecin et d'un psychologue tel que :

- la négligence des travailleurs.
- La fatigue excessive.
- manque de concentration.

- l'agitation.
- la nervosité.
- inaptitude mentale ou physique.
- taux d'erreur important.

VII.1.2- facteurs matériels :

Les causes d'accidents d'origine matérielle évoluent généralement pendant l'exécution des travaux. Elles proviennent :

- des outils et engins utilisés (implantation, entretien).
- des lieux de travail (éclairage, conditions climatiques).
- des conditions d'hygiène et de sécurité (ventilation, production).

VII.2 - causes des maladies professionnelles :

- **Les poussières** : Par son inhalation, la poussière est l'un des facteurs qui cause le plus de maladies graves, parmi ces maladies nous pouvons citer la silicose due aux poussières de silicium qui est l'une des plus graves et des plus fréquentes des maladies professionnelles, notons également l'asbestose due aux poussières d'amiante, ainsi que la sidérose due aux poussières d'oxyde de fer.

- **Le bruit** : Les surdités professionnelles surviennent par traumatisme sonore du à la nocivité du bruit pour l'oreille interne, surtout les bruits impulsifs inférieurs à une seconde et aigus, c'est une surdité de perception parce qu'elle se situe au niveau de l'oreille interne.

Nous pouvons citer comme exemple le marteau piqueur qui donne une surdité de perception avec une notion à clarifier : une durée minimale d'exposition de deux années, déficit audiométrique bilatéral par lésions cohérentes irréversibles, c'est-à-dire ne s'aggravant plus après cessation d'exposition aux risques, le marteau piqueur donne également des tendinites aux niveaux des coudes et des poignets par

microtraumatismes des aux vibrations.

- **Conditions dangereuses dans le chantier :**

- Installation non protégée ou mal protégée.
- Outillage, engins et équipements en mauvais état.
- Matière défectueuse, stockage irrationnel.
- Protection individuelle inexistante.
- Défauts dans la construction.
- Eclairage défectueuse.
- Facteur d'ambiance impropre.
- Conditions climatiques défavorables.

VII.3- Méthode et moyens de prévention :

- Assurer une protection individuelle
- Assurer un entretien continu.
- Prudence demandée.
- Eviter toute cadence supérieure a la normale.
- Assurer aux installations de protections (gardes corps).
- Utiliser des protections (gardes corps).
- Assurer un stockage rationnel.

VII.3.1 - Calcul du débit d'air nécessaire a la ventilation du tunnel :

Il existe trois méthodes pour le calcul d'air nécessaires a la ventilation :

1. Le calcul du débit d'air par le taux de ventilation.
2. Calcul du débit d'air par l'alimentation minimum.
3. Calcul du débit d'air par l'accroissement de chaleur.

Pour notre cas, on calculera le débit d'air par l'alimentation minimum de 30m³ d'air frais par personne et par heure. Elle permet le renouvellement de l'air pollue dégagé

par les travailleurs, les infrastructures Industrielles et les machines.

Le calcul du débit d'air se fait comme suit :

On a :

$$Q=Am.N$$

- Q : Débit d'air frais en (m³/h).
- Am: l'alimentation Minimum (Am=30m³/h/personne).
- N: Nombre de personne dans le lieu a aerer.

VII.3.2 - Calcul du diamètre de la canalisation d'air nécessaire a la ventilation :

- Etude de dimensionnement du réseau de ventilation :

Le réseau de ventilation joue un très grand rôle dans la technologie actuelle. Le processus d'aération s'impose pour l'étude des systèmes de ventilations. Cette étude nécessite les points suivants :

- Etude détaillée de plans des ouvrages a aérer et ceci dans le but de projeter le système le mieux adapte en évitant autant que possible toutes les obstructions et en projetant des traces de canalisations simples comportant des coudes a grands rayons et des changements de sections des canalisations.
- Disposer les sorties des canalisations en vue d'assurer une bonne répartition de l'air dans l'espace a aérer.
- Déterminer le nombre et les dimensions de sorties sur la base de volume d'air ainsi que la vitesse admissible en ne perdant pas de vue les Distances des conduites.

Il faut noter que le bruit dans les canalisations augmente avec l'accroissement de la vitesse, et il faut s'assurer que les grillages placer en fins des conduites présentes des surfaces libres suffisantes pour la circulation et l'entretien.

-Calculer les dimensions des canalisations par l'une des méthodes Suivantes :

• **La méthode dynamique :**

Cette méthode consiste à fixer la vitesse admissible pour les différentes canalisations et les différentes pièces spécialisées.

Les vitesses de l'air dans les différentes canalisations sont données dans le tableau suivant :

• **Méthode d'equifriction :**

Cette méthode est basée sur la vitesse admissible au niveau du dernier tronçon, elle est prise égale a (2 m/s).

Tableau VII.1- vitesse de l'air dans les différentes canalisations

N°	Désignation	Ouvrage hydrotechnique	Usines et grands bâtiments
1	A l'entrée de la conduite	(4-5) m/s	(6-8) m/s
2	Conduite principale	(4-5) m/s	(6-12) m/s
3	Canalisations dérivées	(2-5) m/s	(3-6) m/s
4	Colonnes montantes	(1.5-3) m/s	(2-4) m/s
5	Pièces spécialisées(coude)	(0.5-2) m/s	(1-3) m/s

Pour notre cas on utilise la méthode dynamique.

I.5.1) Calcul du diamètre de canalisation :

On a la formule donnant la section des canalisations en fonction du débit et de la vitesse :

$$S=Q/V \quad (m^2)$$

Q: débit d'air (m³/s).

V : vitesse de circulation d'air dans la conduite.

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a présenté quelques dispositifs de sécurité à prendre pour assurer la sureté des personnes, et aussi le bon déroulement du travail afin d'éviter les retards et assurer une qualité de travail dans les normes de sécurité.

CONCLUSION GENERALE

Dans notre travail, nous avons dimensionné la station de pompage de Reghaia Nord, ainsi que projeté le tracé de l'adduction vers le complexe de stockage d'Englade, Cela va permettre de renforcer l'alimentation en eau potable des régions de l'ouest d'Alger, et ainsi subvenir aux besoins de la population.

Nous avons commencé par le choix de la variante du tracé, nous avons retenu la variante #2 pour des raisons techniques et administratives, notre tracé sera d'une longueur de 7900m, nous avons choisi comme matériaux de conduite la fonte ductile, avec un diamètre de 600mm, notre choix de matériaux s'est vu basé sur la disponibilité locale du produit, et notre choix de diamètre sur une étude technico-économique du diamètre économique.

Le type de station de pompage choisit est un bâtiment à type surface, avec une installation en charge de type 3 + 1 avec 3 positions additionnelles en cas de nouvelles extension ou de projet d'adduction d'avenir, les pompes sont de type plan de joint de la marque KSB, le dimensionnement du bâtiment de la station de pompage est détaillé dans le chapitre organisation du chantier de notre mémoire.

Le dimensionnement de notre réservoir anti bélier suivant la méthode de Bergeron nous à permit de choisir un réservoir d'air de 15.000 l, cela assurera une protection contre le phénomène d'anti bélier.

La concrétisation de notre travail doit être sous un suivi rigoureux, et dans les règles de l'art, en respectant au maximum les délais de 7 mois approximativement, ainsi que la sécurité des collaborateurs chargés de la réalisation, et aussi le bien être des habitants surtout lors de la pose de la conduite de refoulement, nous conseillons des multiples quarts de travail par jour afin de finaliser les travaux et minimiser le dérangement dû à ces derniers.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Ouvrages :

- Ouvrage de plomberie sanitaire (édition Eyrolles, Paris 1983)
- Alimentation en potable des agglomérations (B.SALAH 2014)
- Polycopie (Mme. W. MOKRANE 2016)
- Cours Hydraulique 3 (Ali BERREKSI, 2015)
- Feuille de calcul de courbe caractéristique de pompes en parallèle (Abdelaziz Tinedeghar, 2017)
- Feuille de calcul de méthode de Bergeron (Amara Lyes, 2005)

Catalogue :

- KSB EasySelect Online version 8.20
- NEYRTEC (Soupape de décharge NEYRTEC 2015)

ANNEXES

ABAQUE DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ
DES RÉSERVOIRS D'AIR

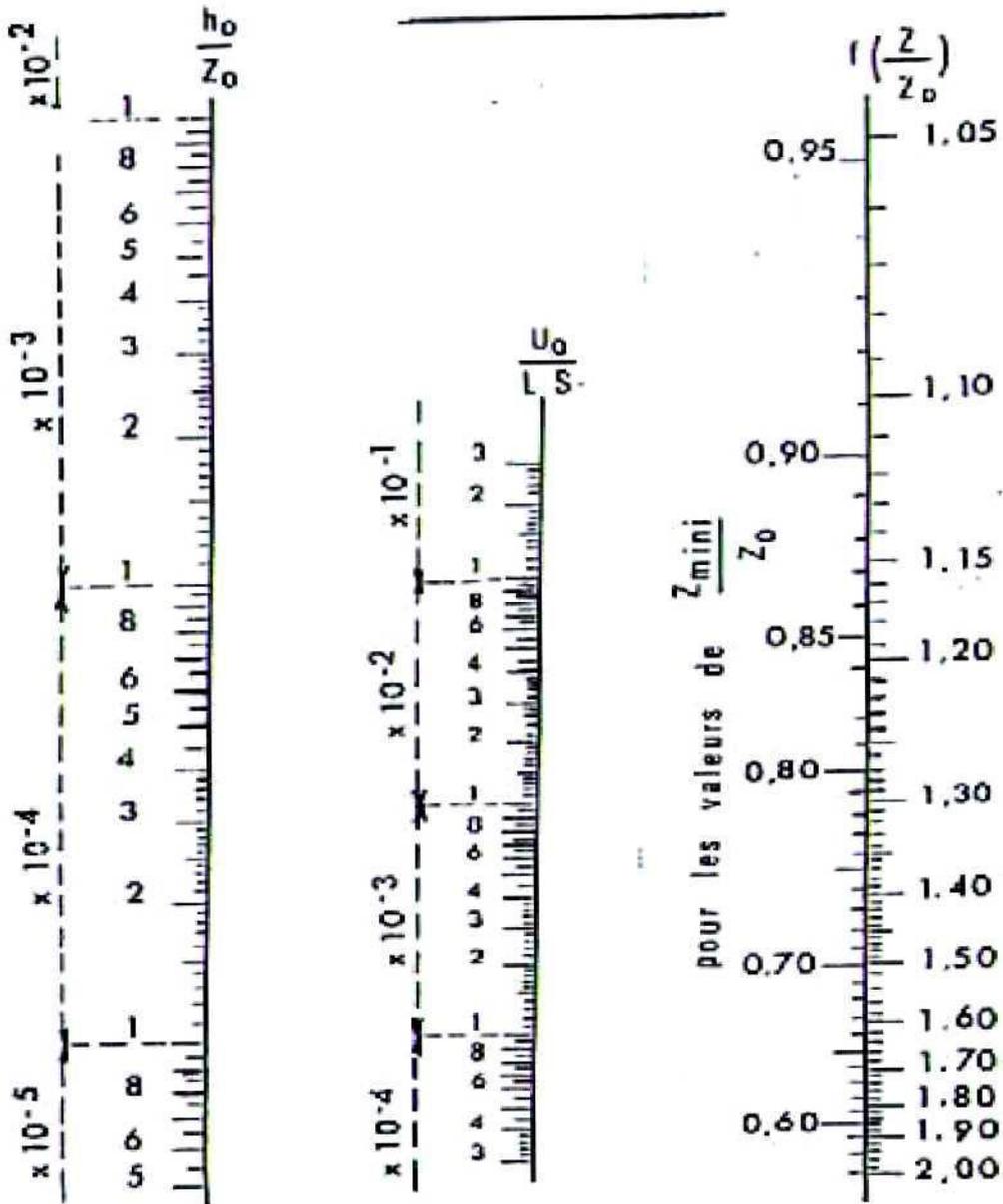


PLANCHE XXVII

Figure (4.8) : Abaque de Vibert

N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste: 100
Date: 13/05/2017
Page: 1 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1

Caractéristiques de fonctionnement

Débit demandé	433,33 m³/h	Débit	433,33 m³/h
Caractéristiques de fonctionnement déterminées pour pression maxi d'aspiration		Hauteur manométrique tot.	54,03 m
Hauteur manométrique totale demandée	54,03 m	Rendement	82,7 %
Liquide pompé	Eau	Puissance absorbée	76,97 kW
	Eau pure	Vitesse de rotation pompe	1487 rpm
	Ne contenant pas de substances attaquant chimiquement ou mécaniquement les matériaux	NPSH requis	4,30 m
Température ambiante	20,0 °C	NPSH 3%	3,80 m
Température liquide pompé	20,0 °C	Pression de refoulement	5,29 bar.r
Densité liquide pompé	998 kg/m³	Operating pressure	6,64 bar.r
Viscosité liquide pompé	1,00 mm²/s	Débit mini pour marche continue stable	146,51 m³/h
Pression d'aspiration max.	0,00 bar.r	Débit massique mini pour marche continue stable	40,62 kg/s
Pression d'aspiration min.	0,00 bar.r	Hauteur à débit nul	67,77 m
NPSH disponible	10,00 m	Débit massique max. admissible	161,15 kg/s
Débit massique	120,16 kg/s	Exécution	Pompe simple 1 x 100 %
Puissance max. courbe	86,92 kW		

Exécution

Norme de pompe	Pompe à volute à plan de joint axial	Diamètre de roue non réduit	454,0 mm
Exécution	Pompe et moteur sur châssis commun (3E)	Section de passage	12,0 mm
Mode d'installation	Horizontale	Sens de rotation vu du moteur	Sens horaire
Bride d'aspiration (AS) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 200 / PN 10 21A / FF	Joint de palier côté entraînement	Bague d'étanchéité d'arbre
Bride de refoulement (AD) perçage et plan de joint suivant	EN 1092-2 / DN 150 / PN 10 21A / FF	Type de palier côté entraînement	Paliers à roulements
Étanchéité d'arbre	Garniture à tresse	Type de lubrification côté entraînement	Graisse
Fabricant	KSB	Joint de palier côté opposé à l'entraînement	Bague d'étanchéité d'arbre
Type	RT-P	Type de palier côté opposé à l'entraînement	Paliers à roulements
Mode de fonctionnement	PE Garniture à tresse (circulation extérieure)	Lubrification côté opposé à l'entraînement	Graisse
Clean water operation: Pumped liquid with max. 50 mg/l solids.		Alésage de mesure de température	avec
Bague d'usure	Bague d'usure	Sonde de température PT 100 cté mot	Sans
Type bague d'usure	Variante standard	Alésage de mesure de vibrations	avec
Diamètre de roue	408,0 mm	Couleur	bleu d'outremer (RAL 5002) bleu KSB
Diamètre de roue minimum	345,0 mm		

N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste: 100
Date: 13/05/2017
Page: 2 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1

Entraînement, accessoires

Fabricant	Flender	Vitesse de rotation	1487 rpm
Type d'accouplement	Eupex N	Fréquence	50 Hz
Taille nominale	180	Tension nominale	400 V
Type protecteur d'accouplement	Exécution légère, non praticable (ZN79)	Puissance nominale P2	90,00 kW
Taille de protège-accouplement	A251	Réserve disponible	16,93 %
Matériau de protège-accouplement	Acier	Courant nominal	166,3 A
Type de socle	Pompe et moteur sur châssis commun (3E) - exécution légère	Rapport d'intensité de démarrage IA/IN	7,6
Taille de socle	OM3E08	Classe d'isolement	F suivant IEC 34-1
Eléments de montage fournis : châssis du groupe avec boulons d'ancrage		Indice de protection moteur	IP55
Caractéristiques : châssis non adapté à la manutention du groupe / sans tôle de récupération		Cos phi à 4/4 de charge	0,84
Livraison : pompe, moteur et châssis séparés		Rendement du moteur à 4/4 de charge	95,2 %
Type d'entraînement	Moteur électrique	Capteur temp.	3 therm. PTC
Norme d'entraînement méc.	IEC	Pos. boîte à bornes	0°/360° (en haut) vu de l'entraînement
Marque moteur	KSB-Moteur	Bobinage moteur	400 / 690 V
Moteur fourni par	Moteur standard livré par KSB - monté par KSB	Nombre de pôles	4
Type de construction moteur	B3	Type de couplage	triangle
Taille moteur	280M	Méthode de refroidissement moteur	Ventilation extérieure
Classe de rendement	Classe de rendement IE3 suivant IEC60034-30-1	Matériau moteur	Fonte grise GG/Fonte
		Niveau de pression acoustique du moteur	74 dBa

Matériaux GB

Remarques	Boîte à garniture (441)	Fonte grise EN-GJL-250 S235JR
Critères généraux d'évaluation en présence d'une analyse de l'eau : pH >= 7 ; teneur en chlorures (Cl) <=250 mg/kg. Chlore (Cl2) <=0,6 mg/kg.	Fouloir (452)	
Ammonium (NH4+) <= 2 mg/kg, sans acide sulfhydrique H2S ; chlore (Cl2) <=0,6 mg/kg.	Fourreau porte-tresses (455)	Bronze ordinaire CC493K
Volute (102)	GRAIN DE FOND (457)	Bronze ordinaire CC493K
Arbre de pompe (211)	Lanterne (458)	Bronze ordinaire CC493K
	Bague d'usure (502)	Bronze ordinaire CC493K
	Chemise de protection d'arbre (524.1)	GX120CRMO29-2 1.4138
Roue à double flux (234)		
Corps de palier (350.1)		

Emballage

Classe d'emballage	B1 Caisse en bois ou contreplaqué, couvercle avec plaque en polypropylène alvéolaire, stockage extérieur jusqu'à 3 mois	Emballage pour stockage Intérieur
Emballage pour transport	Bateau	Stockage à l'extérieur entre -40°C et +50°C pendant 3 mois maximum. Le paquet doit être recouvert. Pas de protection contre la corrosion, protection uniquement pour le transport.
Norme IPPC ISPM 15	Oui	

N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste: 100
Date: 13/05/2017
Page: 3 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1

Recettes

Contrôles suivant QCP

Norme d'essai QCP suivant ZN56555-1A
Norme de réception: sans, tolérances selon ISO 9906 classe 2

Contrôle d'équilibrage

Classe d'équilibrage	G 6,3
Pièce	Roue
Certificat	Sans
Présence lors essais	sans client
Quantité testée sans client	1
Quantité testée avec client	0

Epreuve hydrostatique à l'eau (temp. amb.)

Volume	Pompe complète avec étanchéité d'arbre
--------	--

Pression d'épreuve	8,63 bar.r
Durée de réception	5,0 min
Certificat	Sans
Présence lors essais	sans client
Quantité testée sans client	1
Quantité testée avec client	0

Contrôle visuel final

Certificat	Sans
Présence lors essais	sans client
Quantité testée sans client	1
Quantité testée avec client	0

Documentation de commande

Les documents suivants sont mis à disposition en cas de commande :

Déclaration du fabricant ou déclaration de conformité
Plan d'installation / Plan d'encombrements
Plan de raccordement de tuyauterie
Notice de service

Certificats matières	
Courbe caractéristique hydraulique	
Fiche de spécifications techniques	
Langues	Français
Procédure pour les langues non prises en charge	Ne pas fournir le document

Courbe caractéristique hydraulique

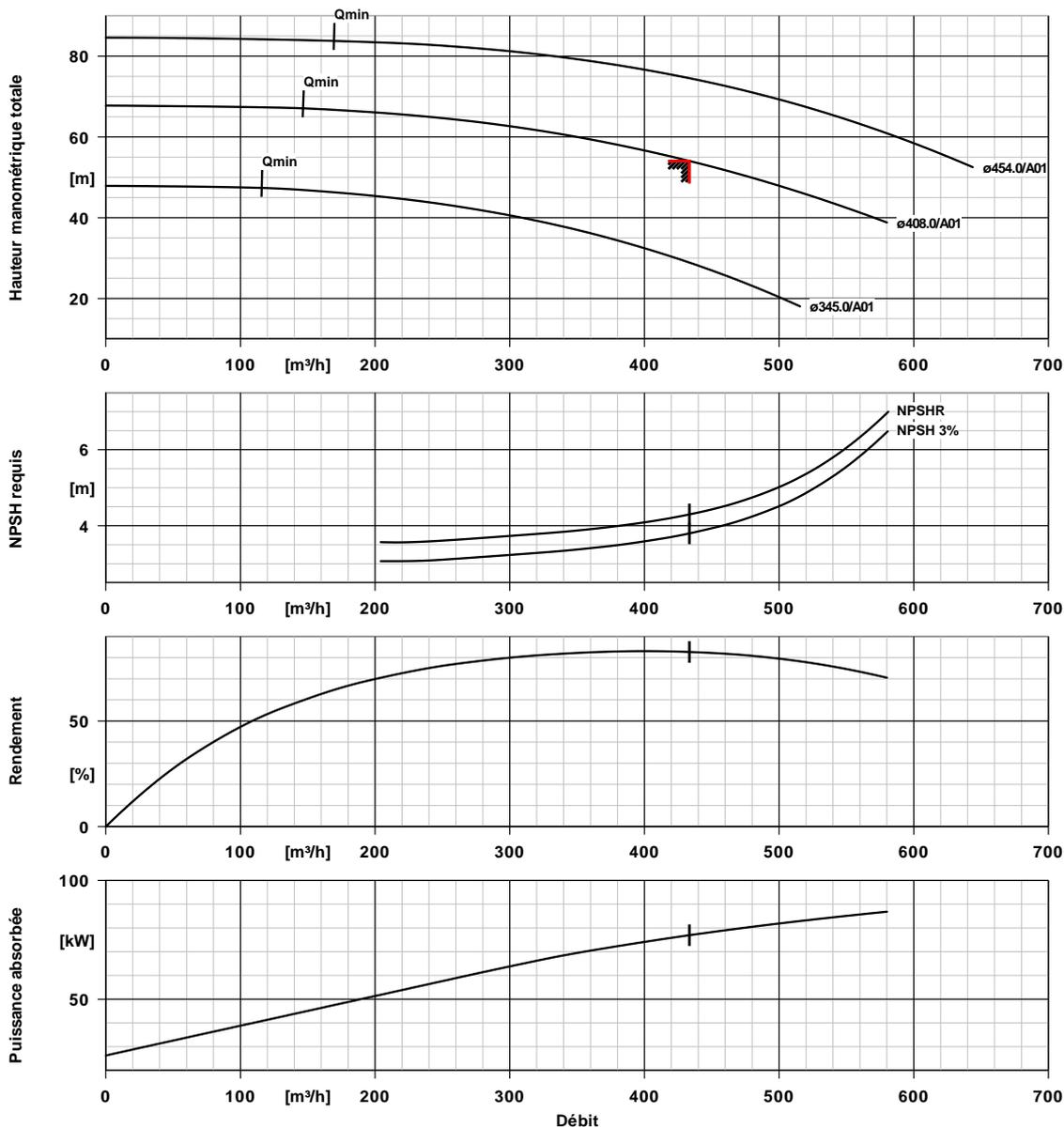


N° de poste client:
 Date de communication:
 Nr de doc.:
 Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
 Poste:100
 Date: 13/05/2017
 Page: 4 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1



Caractéristiques de courbe

Vitesse de rotation	1487 rpm	Rendement	82,7 %
Densité liquide pompé	998 kg/m³	Puissance absorbée	76,97 kW
Viscosité	1,00 mm²/s	NPSH requis	4,30 m
Débit	433,33 m³/h	NPSH req. 3%	3,80 m
Débit demandé	433,33 m³/h	Numéro de courbe	K42923
Hauteur manométrique totale	54,03 m	Diamètre de roue effectif	408,0 mm
Hauteur manométrique totale demandée	54,03 m	Norme de réception	tolérances selon ISO 9906 classe 2B

PLAN D'INSTALLATION

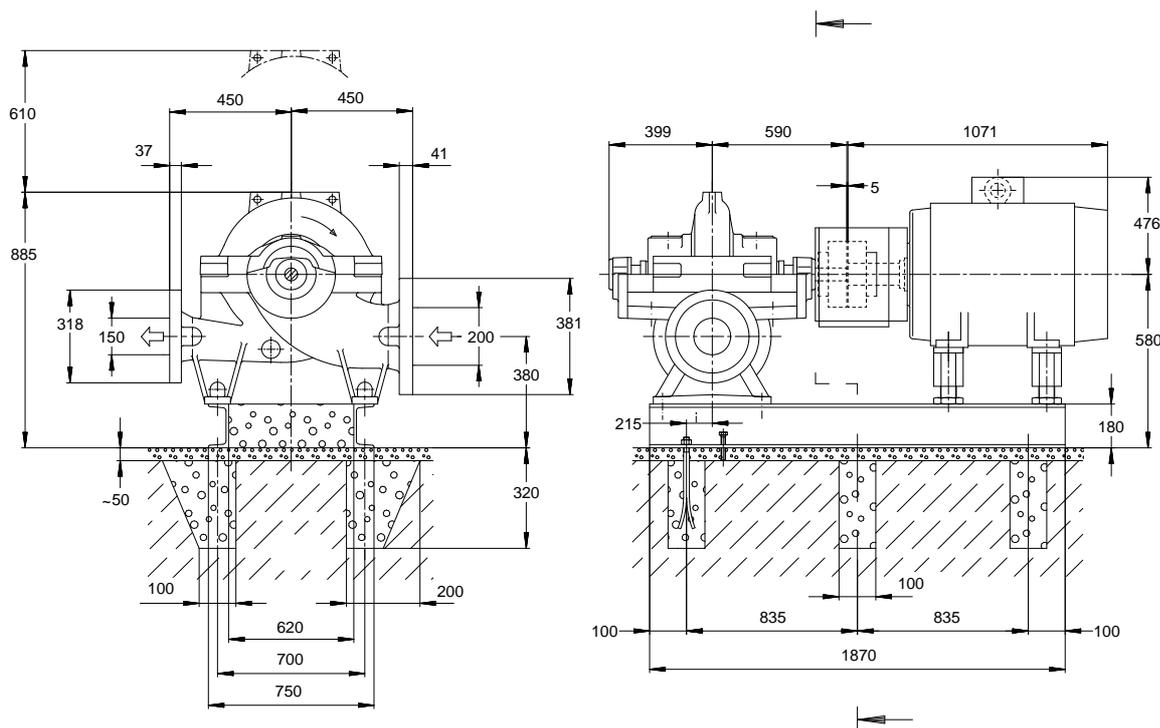


N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste:100
Date: 13/05/2017
Page: 5 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1



Le dessin n'est pas à l'échelle

Côtes en mm

Moteur

Constructeur moteur	KSB-Moteur
Taille moteur	280M
Puissance moteur	90,00 kW
Nombre de pôles	4
Vitesse de rotation	1487 rpm

Raccordements

Bride d'aspiration (AS)	EN 1092-2 / DN 200 / PN
perçage et plan de joint	10 21A / FF
suivant	
Bride de refoulement (AD)	EN 1092-2 / DN 150 / PN
perçage et plan de joint	10 21A / FF
suivant	

Socle

Exécution	Pompe et moteur sur châssis commun (3E) - exécution légère
Taille	OM3E08
Matériau	S235JR
Evacuation des fuites socle (8B)	Rp1, Sans
Boulons d'ancrage	M20x320

Accouplement

Fabricant d'accouplement	Flender
Type d'accouplement	Eupex N
Taille d'accouplement	180
Douille intermédiaire	0,0 mm

Poids net

Pompe	440 kg
Socle	220 kg
Accouplement	14 kg
Protège-accouplement	3 kg
Moteur	777 kg
Total	1454 kg

Raccorder les tuyauteries sans contrainte !

Remarques concernant les dimensions :
Le plan n'est pas à l'échelle.

Pour les raccords auxiliaires, voir plan séparé.

PLAN D'INSTALLATION



N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste:100
Date: 13/05/2017
Page: 6 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1

Dimensions sans indication de tolérance : ISO 2768 CK
Dimensions sans indication de tolérance – Hauteur d'arbre : DIN 747
Dimensions sans indication de tolérance – Pièces soudées : ISO 13920 - B/F
Dimensions sans indication de tolérance – Pièces moulées : ISO 8062-3 - DCTG 13
Dimensions sans indication de tolérance – Position des brides : ISO 8062-3 - DCTG 13
Dimensions sans indication de tolérance – Brides : selon norme de bride
Dimensions sans indication de tolérance – Rainure de clavette et clavette sur accouplement : DIN 6885 – Fiche 1
Dimensions sans indication de tolérance – Diamètre d'arbre sur accouplement : DIN 7155 - h6

Remarques générales :

Les tuyauteries doivent être raccordées sans contrainte. La pompe ne doit pas servir de point d'appui à la tuyauterie (ne pas utiliser la pompe comme point fixe pour la tuyauterie). Fixer la tuyauterie de manière à éviter la transmission de forces, de vibrations et du poids de la tuyauterie à la pompe. Respecter les restrictions concernant les forces et moments agissant sur les brides d'aspiration et de refoulement. Le raccordement de la pompe avec des manchettes anti-vibratiles sans tirant est interdit !

Sceller complètement tous les trous pour les blocs de fondation avec un béton qui ne se rétracte pas. Assurer une résistance à la compression suffisante du béton. Celui-ci doit répondre à la classe C25/30, classe d'exposition XC1 suivant EN 206-1.

Schéma de connexion

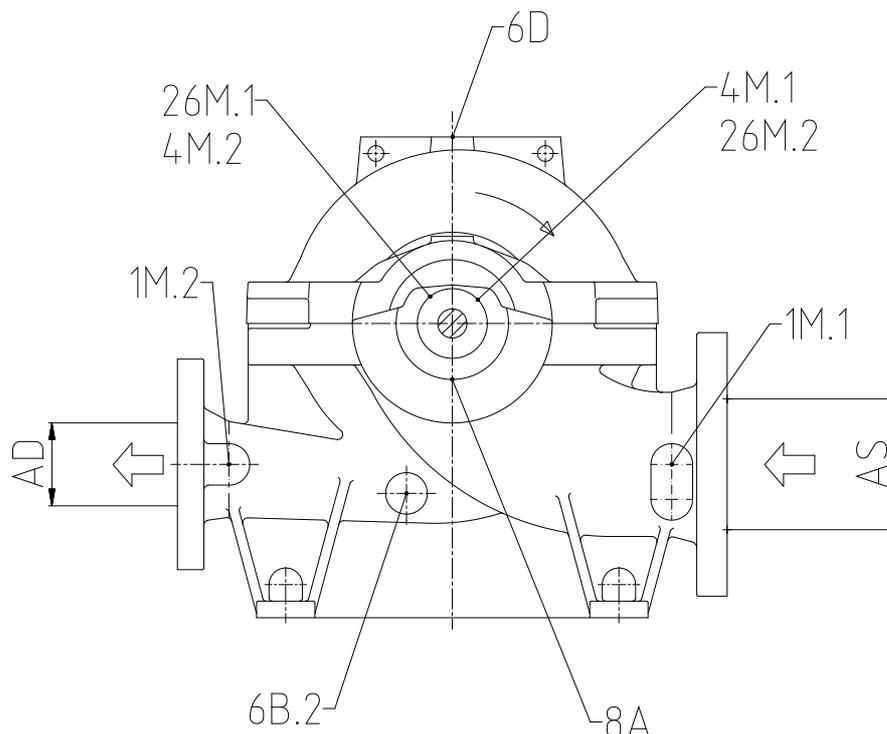


N° de poste client:
Date de communication:
Nr de doc.:
Quantité: 1

Numéro: ES 5073747
Poste:100
Date: 13/05/2017
Page: 7 / 7

Omega 150-460 B GB P F

No. de version: 1



Raccordements

1M.1	Prise de manomètre	G 1/2	Alésé et obturé.
1M.2	Prise de manomètre	G 1/2	Alésé et obturé.
4M.1	Raccord mesure de température (côté aspiration)	G 3/8	Alésé et obturé.
4M.2	Raccord mesure de température (côté refoulement)	G 3/8	Alésé et obturé.
6B.2	vidange liquide pompé	G 1/2	Alésé et obturé.
6D	Liquide pompé - remplissage/dégazage	G 1/2	Tuyau flexible avec connecteur 4 voies et bouchon de purge
8A	Liquide de fuite - vidange	G 3/4	Alésé et obturé.
26M.1	Raccord capteur SPM (côté entraînement)	M 8	Alésé et obturé.
26M.2	Raccord capteur SPM (côté opposé à l'entraînement)	M 8	Alésé et obturé.