

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 de l'aduction à partir du barrage Koudiet Acerdoune pour l'alimentation des dairas de Djabahia Ain Bessam Sour elghozlene (w. Bouira), et Sidi Aissa, Ain el Hadjel (w. M'sila).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0001-10

APA Citation (APA توثيق):

Arab, Boudjema (2010). Etude de l'aduction à partir du barrage Koudiet Acerdoune pour l'alimentation des dairas de Djabahia Ain Bessam Sour elghozlene (w. Bouira), et Sidi Aissa, Ain el Hadjel (w. M'sila)[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Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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، مقالات، دوريات، 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

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
ARBAOUI ABDALLAH

DEPARTEMENT DES SPECIALITES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

OPTION : Conception Des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable

THEME:

ETUDE DE L'ADDUCTION A PARTIR DU BARRAGE KOUDIET
ACERDOUNE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DES DAIRAS DE DJEBAHIA AIN BESSEM, SOUR EL
GHOZLANE(W.BOUIRA) ET SIDI AISSA, AIN EL HADJEL
(W.M'SILA)

Présenté par :

M^r ARAB Boudjema

Promotrice :

M^{me}: F.DERNOUNI

Devant le jury composé de :

Présidente: M^{me}: F.AMMOUR

Examineurs: M^r : M.FOUDIL CHERIF

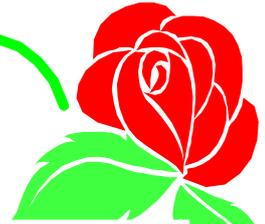
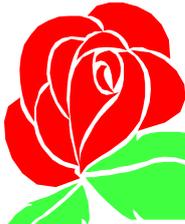
M^r : A. AYAD

M^{me}: N.ZENDAGUI

M^{me} : W.MAHMOUDI

M^{me} : N.TARGUI

le : 30 / 06 / 2010



dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect.

En commençant par le plus important, à mes parents qui se sont sacrifiés pour moi, afin de me donner des meilleurs conseils

· Merci maman, merci papa

A la mémoire de mon grand père qui m'a donné une bonne éducation

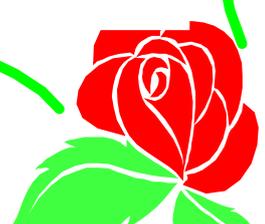
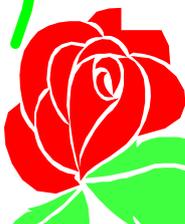
A ma grande mère qui m'a beaucoup donné du courage tout en long de ma vie

A mes frères Boualem et Abdelah et mes seours Ouardia, Nadia et Ghania

A tous mes tantes et oncles

A tous mes amis de l'ENSH de 1^{re} année jusqu'à 5^{me} année

B.ARAB





REMERCIEMENT

Au terme de ce travail. Il m'est agréable d'exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à Mme. DERNOUNI. F. de m'avoir encadré. Je lui exprime ma reconnaissance pour ses précieux conseils qui m'ont guidé dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude.

J'adresse également mes sincères remerciements au :

Présidente de jury :

-M^{me} : AMMOUR. F.

Aux membres de jury :

- M^{me} : ZENDAGUI. N.

- Mme : TERGUI. N.

- M^{me} : MAHMOUDI. W

- M : FOU DI CHERIF. M

- M : AYAD. A.

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

J'adresse aussi mes remerciements à :

-M^{me} : HOUCINE. D

-M : MOKDAD. F

-M : HAMOUDI. M

-M : FARADJI. I

Et toute la famille de l'ENSH

B. ARAB

ملخص

أنابيب تحويل المياه تنقل من مناطق الجذب إلى مناطق الاستعمال

في دراستنا هذه, اخترنا البديل الأفضل للتزويد بالمياه الصالحة للشرب لمختلف مناطق كل من البويرة و المسيلة التحويل يتطلب إسقاط خمسة محطات ضخ و أداة عشرة خزانا لتلبية حاجيات السكان من المياه أيضا حساب أبعاد مختلف الخزانات الهوائية و هذه الأخيرة لغرض حماية القناة من المطرقة المائية ونختمها بوضع القنوات والملحقات

Résume :

L'adduction des eaux est le transfert de ces dernières des zones de captage aux zones d'utilisation

Dans notre étude, on a choisit la meilleure variante pour l'alimentation en eau potable des différentes localités de Bouira et M'sila

Le transfert nécessite la projection de cinq stations de pompage et onze réservoirs pour satisfaire les besoins en eau de la population, ainsi que le dimensionnement des différents ballons d'air pour protéger la conduite contre le coup de bélier et on termine par la pose de canalisation et l'emplacement des accessoires

Abstract:

The adduction of water is the transfer of these last from the zones of collecting to the zones of use

In our study, we choose the best alternative for the drinking water supply of the various localities of Bouira and M'sila

The transfer requires the projection of five pumping stations and eleven tanks for satisfy the requirements out of water from the population, as well as the dimensioning of the various balloons for air to protect control against the water hammer and we finish by the installation of drain and the site of the accessories



LISTE DES FIGURES

Chapitre I: Présentation de l'agglomération

Figure I-1: Tracé de l'adduction	02
Figure I-2: Répartition des habitants par commune.....	05

Chapitre II: Estimation des besoins en eau

Figure II-1 : Evolution de la population.....	10
Figure II.2 : Evolution du déficit.....	15

Chapitre III: Les réservoirs

Figure III-1-Coupe transversale d'un réservoir surélevé.....	18
Figure III-2 : Schéma d'un robinet à flotteur.....	27
Figure III-3 : Schéma d'un robinet automatique de remplissage.....	27

Chapitre IV: Etude de l'adduction

Figure IV-1 : Schéma vertical pour la variante N°1(quatre stations de reprise).....	31
Figure IV-2 : Schéma vertical pour la variante N°2(six stations de reprise).....	33
Figure IV-3: Traversée des conduites (manchon à bout lisse).....	50
Figure IV-4: Traversée des conduites (Gaine en fonte).....	50

Chapitre V: Etude du pompage

Figure V-1 : Courbe caractéristique de la pompe type 150 12.2.....	55
Figure V-2 : Courbe caractéristique de la pompe type 100 7.1.....	56
Figure V-3 : Courbe caractéristique de la pompe type 125 10.1.....	56
Figure V-4: Point de fonctionnement de la pompe SP1.....	58
Figure V-5: Point de fonctionnement de la pompe SP4.....	59
Figure V-6 : Point de fonctionnement de la pompe SP4.....	60
Figure V-7 : Point de fonctionnement de la pompe SP6	61
Figure V-8 : Point de fonctionnement de la pompe SP9.....	62
Figure V-9 : Point de fonctionnement de la pompe SP10.....	63
Figure V-10 : Point de fonctionnement de la pompe SP10.....	64
Figure V-11 : Mode de réglage de SP 1.....	67
Figure V-12 : Mode de réglage de la SP4-DJEBAHIA.....	68
Figure V-13 : Mode de réglage de SP4-AIN ECHERIKI.....	69
Figure V-14 : Mode de réglage de la SP6.....	70
Figure V-15 : Mode de réglage de la SP9.....	72
Figure V-16 : Mode de réglage de la SP10-SOUR EL GHOZLANE.....	73
Figure V-17 : Mode de réglage de SP10-COL DE DIRAH.....	74
Figure V-18: Liste des moteurs asynchrones triphasés à 2 pôles.....	83
Figure V-19: Planche d'encombrement des moteurs asynchrones triphasés à 2 pôles.....	85



Chapitre VI: Protection des canalisations

Figure VI-1 : Réservoir d' Air.....	88
Figure VI-2 : Cheminée d'équilibre sur une conduite de refoulement ;;;.....	89
Figure VI-3 : Encombrement d'un réservoir d' air.....	92
Figure VI-4 : Corrosion externe dans une conduite.....	94
Figure VI-5 : Corrosion interne dans une conduite.....	94

Chapitre VII: Pose de canalisation et accessoires

Figure VII-1 : Pose de canalisation.....	96
Figure VII-2 : Les différents cas de pose de canalisation.....	97
Figure VII-3 : Butée sur un coude horizontal.....	98
Figure VII-4 : Butée sur un coude vertical.....	98
Figure VII-5 : Butée sur un branchement.....	98
Figure VII-6 : Butée sur un cône	98
Figure VII-7 : Vanne à papillon centré.....	100
Figure VII-8 : Robinet vanne à opercule.....	101
Figure VII-9 : Clapet anti retour.....	102
Figure VII-10 : Venteuse à fonction unique.....	102
Figure VII-11 : Bouche d'incendie.....	103
Figure VII-12-Joints pour canalisations en fonte.....	105
Figure VII-13 : Diaphragme débit métrique.....	106
Figure VII-14 : Venturi.....	107
Figure VII-15 : Tuyère.....	107
Figure VII-16 : Manomètre à aiguilles.....	108
Figure VII-17 : Manomètre à soufflet.....	108



LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I: Présentation De L'agglomération

<u>Tableau I-1</u> : Tableau de répartition de la population en 2008 :.....	5
<u>Tableau I-2</u> : Données récoltés concernant le barrage (Sub d'Hydraulique ; Bouira et M'sila).....	6
<u>Tableau I-3</u> : les caractéristiques des forages et puits (Sub d'Hydraulique ; Bouira et M'sila).....	7
<u>Tableau I-4</u> : les caractéristiques des forages et puits (Sub d'Hydraulique ; Bouira et M'sila).....	8

Chapitre II: Estimation Des Besoins En Eau

<u>Tableau II -1</u> : Tableau de répartition de la population à l'horizon du projet(2025)	9
<u>Tableau II-2</u> : Tableau récapitulatif des consommations journalières :.....	11
<u>Tableau II.3</u> : Consommations maximale et minimale journalière pour chaque commune :.....	12
<u>Tableau II-19</u> : Tableau des déficits à combler à l'an 2025:.....	14

Chapitre III: Les Réservoirs

<u>Tableau III -01</u> : Détermination de la capacité du réservoir DJEBAHIA.....	19
<u>Tableau III -02</u> : Détermination de la capacité du réservoir SOUK EL KHEMIS.....	19
<u>Tableau III -03</u> : Détermination de la capacité du réservoir d'AIN BESSEM.....	19
<u>Tableau III -04</u> : Détermination de la capacité du réservoir d'EL HACHIMIA.....	20
<u>Tableau III -05</u> : Détermination de la capacité du réservoir d'ABDELAZIZ.....	20
<u>Tableau III -06</u> : Détermination de la capacité du réservoir de SOUR EL GHOZLANE.....	20
<u>Tableau III -07</u> : Détermination de la capacité du réservoir de DIRAH.....	20
<u>Tableau III -08</u> : Détermination de la capacité du réservoir de SIDI AISSA.....	20
<u>Tableau III -09</u> : Détermination de la capacité du réservoir de BOUTI SAYEH.....	21
<u>Tableau III -10</u> : Détermination de la capacité du réservoir de SI HADJERES.....	21
<u>Tableau III -11</u> : Détermination de la capacité du réservoir d'AIN EL HADJEL.....	21
<u>Tableau III-12</u> : Tableau donnant les dimensions des réservoirs :	22
<u>Tableau III-13</u> : Evaluation du volume résiduel de la bache (SP6).....	23
<u>Tableau III-14</u> : Evaluation du volume résiduel de la bache (SP9).....	24
<u>Tableau III-15</u> : Tableau donnant les dimensions des bâches de reprise circulaire.....	25
<u>Tableau III-16</u> : Tableau donnant les dimensions des bâches de reprise rectangulaire.....	25
<u>Tableau III-17</u> : Tableau donnant les dimensions des réservoirs tampon:.....	26

Chapitre IV: Etude De L'adduction

<u>Tableau IV-1</u> : Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau :.....	36
<u>Tableau IV-2</u> : Longueurs des différents tronçons de l'adduction :.....	36
<u>Tableau IV-3</u> : Les altitudes des différents points de l'adduction :.....	37
<u>Tableau IV-6</u> : Diamètres normalisés pour différents tronçons de l'adduction :.....	38
<u>Tableau IV-7</u> : Diamètres normalisés pour différents tronçons de l'adduction :.....	39
<u>Tableau IV-8</u> : Frais d'investissement de la conduite gravitaire.....	39
<u>Tableau IV-9</u> : Calcul de la HMT du tronçon SP1-SP4 :.....	41
<u>Tableau IV-10</u> : Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP1-SP4 :.....	42
<u>Tableau IV-11</u> : Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP1-SP4 :.....	42
<u>Tableau IV-12</u> : Bilan du tronçon SP1-SP4 :.....	42
<u>Tableau IV-13</u> : Calcul de la HMT du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :.....	42

<u>Tableau IV-14:</u>	Calcul des frais d'amortissement du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :...	43
<u>Tableau IV-15:</u>	Calcul des frais d'exploitation du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :.....	43
<u>Tableau IV-16:</u>	Bilan du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :.....	43
<u>Tableau IV-17:</u>	Calcul de la HMT du tronçon SR1 – Réservoir Tampon d’Ain Echeriki :.....	43
<u>Tableau IV-18:</u>	Calcul des frais d'amortissement du tronçon SR1 – Réservoir d’Ain Echeriki :...	44
<u>Tableau IV-19:</u>	Calcul des frais d'exploitation du tronçon SR1 – Réservoir d’Ain Echeriki :...	44
<u>Tableau IV-20:</u>	Bilan du tronçon SR1 – Réservoir d’Ain Echeriki :.....	44
<u>Tableau IV-21:</u>	Calcul de la HMT du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :.....	44
<u>Tableau IV-22:</u>	Frais d'amortissement du tronçon SP6 – Réservoir de Feid El Louz :.....	45
<u>Tableau IV-23:</u>	Frais d'exploitation du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :.....	45
<u>Tableau IV-24:</u>	Bilan du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :.....	45
<u>Tableau IV-25:</u>	Calcul de la HMT du tronçon SP9 – Réservoir d’ABDELAZIZ :.....	45
<u>Tableau IV-26:</u>	Frais d'amortissement du tronçon SP9 – Réservoir d’ABDELAZIZ :.....	46
<u>Tableau IV-27:</u>	Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP9 – Réservoir d’ABDELAZIZ :.....	46
<u>Tableau IV-28:</u>	Bilan du tronçon SP9 – Réservoir d’ABDELAZIZ :.....	46
<u>Tableau IV-29:</u>	Calcul de la HMT du tronçon Réservoir d’ABDELAZIZ – SP10 :.....	46
<u>Tableau IV-30:</u>	Frais d'amortissement du tronçon Réservoir d’ABDELAZIZ – SP10 :.....	47
<u>Tableau IV-31:</u>	Calcul des frais d'exploitation du tronçon Réservoir d’ABDELAZIZ – SP10 :...	47
<u>Tableau IV-32:</u>	Bilan du tronçon Réservoir d’ABDELAZIZ – SP10 :.....	47
<u>Tableau IV-33:</u>	Calcul de la HMT du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :.....	47
<u>Tableau IV-34 :</u>	Frais d'amortissement du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE:....	48
<u>Tableau IV-35:</u>	Frais d'exploitation du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :.....	48
<u>Tableau IV-36:</u>	Bilan du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :.....	48
<u>Tableau IV-37:</u>	La HMT du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DE DIRAH :.....	48
<u>Tableau IV-38:</u>	Frais d'amortissement du tronçon SP10-Réservoir de COL DE DIRAH:.....	49
<u>Tableau IV-39:</u>	Frais d'exploitation du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DIRAH :....	49
<u>Tableau IV-40:</u>	Bilan du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DE DIRAH :.....	49

Chapitre V: Etude Du Pompage

<u>Tableau V-1:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	52
<u>Tableau V-2:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	52
<u>Tableau V-3:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	53
<u>Tableau V-4:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	53
<u>Tableau V-5:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	54
<u>Tableau V-6:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	54
<u>Tableau V-7:</u>	Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :.....	54
<u>Tableau V-8:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP1-Réservoir SP4) :.....	58
<u>Tableau V-9:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP4-Réservoir de DJEBAHIA) :.....	59
<u>Tableau V-10:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP4-Réservoir d’AIN ECHERIKI) :.....	60
<u>Tableau V-11:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP6-Réservoir de FEID ELOUZ) :.....	61
<u>Tableau V-12:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP9-SP10) :.....	62
<u>Tableau V-13:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP10-Réservoir de SOUR EL GHOZLANE) :.....	63
<u>Tableau V-14:</u>	Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP10-Réservoir de COL DE DIRAH) :.....	64
<u>Tableau V-15:</u>	Variation de la tension de vapeur d’eau en fonction de la température.....	75



<u>Tableau V-16</u> : Coefficient de correction en fonction de la puissance.....	80
<u>Tableau V-17</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 1.....	81
<u>Tableau V-18</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 4.....	81
<u>Tableau V-19</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 4.....	81
<u>Tableau V-20</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 6.....	82
<u>Tableau V-21</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 9.....	82
<u>Tableau V-22</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 10.....	83
<u>Tableau V-23</u> : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 10.....	83
<u>Tableau V-24</u> : Dimensions du bout d'arbre principal.....	84
<u>Tableau V-25</u> : Dimensions principales du moteur.....	84

Chapitre VI: Protection des canalisations

<u>Tableau VI-1</u> : Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement:	91
<u>Tableau VI-2</u> : Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement:...	91
<u>Tableau VI-3</u> : Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement:...	91



LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1 : Plan topographique (SP1 Djebahia – Réservoir d'Ain écheriki). W.Bouira.

Planche N° 2 : Profils en long [(SP4-Ain écheriki).W.Bouira et (Sidi Aissa-Ain el Hadjel) W.M'sila]

Planche N° 3 : Profils en long [(Ain écheriki-SP6)W.Bouira et (SP9-SP10)W.Bouira]



<i>INTRODUCTION GENERALE</i> :.....	1
Chapitre I :	
<i>Introduction</i> :	2
<i>I-1- Description générale de la zone d'étude</i> :	2
<i>I-2- Situation géographique</i> :	2
<i>I-3- Situation géologique et géotechnique</i> :	4
<i>I-4- Situation climatologique</i> :	4
<i>I-5- Population</i> :	4
<i>I-6- Infrastructures</i> :	6
<i>I-7- Situation hydraulique actuelle</i> :	6
<i>I-8- Ressources en eau</i> :	8
<i>Conclusion</i> :	8
Chapitre II :	
<i>Introduction</i> :	9
<i>II -1.Estimation de la population à l'horizon d'étude</i> :	9
<i>II-2- Evolution des besoins en eau potable</i> :	10
<i>II-3- L'évaluation de la consommation moyenne journalière</i> :	10
<i>II-4- Détermination des consommations maximales et minimales journalières</i> :	11
II -4- 1 : Consommation maximale journalière :	11
II-4-2 : Consommation minimale journalière :	12
<i>II-5- Variation des débits horaires</i> :	13
<i>II-6- Calcul de déficit de consommation</i> :	14
<i>Conclusion</i> :	15
Chapitre III :	
<i>Introduction</i> :	16
<i>III -1-Utilité et types de réservoirs</i> :	16
<i>III -2-Emplacement géographique des réservoirs</i> :	16



III-3- Classification des réservoirs :	17
III-4- Prescriptions générales applicables aux réservoirs:	17
III-5-Equipements des réservoirs:	17
III-6-Capacité des réservoirs:	18
III-6-1-Méthode analytique :	18
III-6-2-Méthode graphique	19
III-7-Dimensionnement des réservoirs:	19
III-7-1-Réservoirs de stockage :	19
III-7-1-1-Réservoir de DJEBAHIA :	19
III-7-1-2-Réservoir de SOUK EL KHEMIS :	19
III-7-1-3-Réservoir d'AIN BESSEM :	19
III-7-1-4-Réservoir d'EL HACHIMIA:	20
III-7-1-5-Réservoir d'ABDELAZIZ:	20
III-7-1-6-Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:	20
III-7-1-7-Réservoir de DIRAH:	20
III-7-1-8-Réservoir de SIDI AISSA:	20
III-7-1-9-Réservoir de BOUTI SAYEH:	21
III-7-1-10-Réservoir de SI HADJERES:	21
III-7-1-11-Réservoir d'AIN EL HADJEL:	21
III-7-2-Bâches de reprise pour différentes stations de pompage :	22
III-7-2-1- Bâche de la station de pompage :(SP1) :	22
III-7-2-2- Bâche de la station de pompage :(SP4)	23
III-7-2-3- Bâche de la station de pompage :(SP6)	23
III-7-2-4- Bâche de la station de pompage :(SP9)	24
III-7-2-5- Bâche de la station de pompage :(SP10) :	25
III-7-3-Réservoir tampon:	25
III-7-3-1-Réservoir d'AIN ECHRIKI:	25
III-7-3-2-Réservoir de FEID EL LOUZ:	26
III-7-3-3-Réservoir de COL DE DIRAH:	26
III-8-Dispositifs de régulation :	27



III-8-1-Robinets à flotteurs :	27
III-8-2- Robinets automatiques de remplissage :	27
Conclusion :	28
Chapitre IV :	
Introduction :	29
IV-1-Définition :	29
IV-2-Type d'adduction :	29
IV-2-1-Adduction gravitaire :	29
IV-2-2-Adduction par refoulement :	29
IV-2-3-Adduction mixte :	29
IV-3-Type d'écoulement :	29
IV-3-1-Ecoulement à surface libre :	29
IV-3-2-Ecoulement en charge :	29
IV-4-Etude des variantes :	29
IV-5-Proposition de variantes :	30
IV-5-1-Proposition de variantes pour les stations de reprise :	30
IV-5-2-Proposition de variantes des tracés :	34
IV-6-Choix de variantes :	34
IV-6-1-Pour les stations de reprise :	34
IV-6-2-Pour le tracé :	34
IV-7-Choix du matériau des conduites :	34
IV-8-Calcul hydraulique :	35
IV-8-1-Calcul du diamètre avantageux pour les conduites gravitaire :	35
IV-8-1-1- Calcul des longueurs des différents tronçons.....	36
IV-8-1-2- Les altitudes des différents points :	37
IV-8-1-3- Dimensionnement des différents tronçons :	37
IV-8-2-Calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement :	39
IV-8-2-1- Calcul des pertes de charge :	39
IV-8-2-2- Calcul de la hauteur manométrique totale :	40



IV-8-2-3- Puissance absorbée par la pompe :	41
IV-8-2-4- Energie consommée par la pompe :	41
IV-8-2-5- Frais d'exploitation :	41
IV-8-2-6- Frais d'amortissement :	41
IV.9. Traversée des conduites dans les parois de la cuve	49
Conclusion :	50
Chapitre V :	
Introduction :	51
V-1-Définition :	51
V-2-Choix de variantes pour les stations de pompage :	51
V-3-Choix du type de pompe :	51
V-4-Couplage des pompes :	51
V-4-1- Couplage en série :	51
V-4-2- Couplage en parallèle:	51
V-5- Choix du nombre de pompes :	52
V-5-1- Refoulement : SP1 – SP4	52
V-5-2- Refoulement : SP4 – Réservoir de DJEBAHIA :	52
V-5-3- Refoulement : SP4 – Réservoir d'AIN ECHERIKI :	53
V-5-4- Refoulement : SP6 – Réservoir de FEID ELOUZ:	53
V-5-5- Refoulement : SP9 – SP10:	54
V-5-6- Refoulement : SP10 – Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:	54
V-5-7- Refoulement : SP10 – Réservoir de COL DE DIRAH:	54
V-6- Courbes caractéristiques des pompes :	55
V-7-Points de fonctionnement des pompes :	57
V-7-1-Courbes caractéristiques de la conduite :	57
V-7-2- Refoulement : SP 1 - Réservoir SP 4 :	58
V-7-3- Refoulement : SP 4 - Réservoir de DJEBAHIA :	59
V-7-4- Refoulement : SP 4 - Réservoir d'AIN ECHERIKI :	60
V-7-5- Refoulement : SP6 - Réservoir de FEID ELOUZ :	61



V-7-6- Refoulement : SP9– SP10 :	62
V-7-7- Refoulement : SP10 - Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :.....	63
V-7-8- Refoulement : SP10 - Réservoir de COL DE DIRAH :	64
V-8- Adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement données :.....	65
V-8- 1-Débit disponible (point de fonctionnement) > Débit appelé :.....	65
V-8- 2-Débit disponible (point de fonctionnement) < Débit appelé :.....	66
V-8-3-Refoulement SP1-SP4 :.....	66
V-8-4- Refoulement : SP 4 - Réservoir de DJEBAHIA :.....	67
V-8-5-Refoulement SP4-Réservoir d'AIN ECHERIKI :.....	68
V-8-6- Refoulement : SP6 - Réservoir de FEID ELOUZ :	69
V-8-7- Refoulement : SP9– SP10 :	71
V-8-8- Refoulement : SP10 - Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :.....	72
V-8-9- Refoulement : SP10 - Réservoir de COL DE DIRAH :	73
V-9-Etude de cavitation :[1]	74
V-9-1-Refoulement SP1 - SP4 :.....	76
V-9-2-Refoulement SP4 - DJEBAHIA :.....	76
V-9-3-Refoulement SP4 – Réservoir d'AIN ECHERIKI :.....	77
V-9-4-Refoulement SP6 – Réservoir de FEID ELOUZ :	77
V-9-5-Refoulement SP9– SP10 :	78
V-9-6-Refoulement SP10– Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :.....	79
V-9-7-Refoulement SP10– Réservoir de COL DE DIRAH :	79
V-10- Choix du moteur électrique :.....	80
V-10-1- Critères de choix du moteur électrique :.....	80
V-10-2- Vitesse de rotation du moteur :.....	80
V-10-3- Puissance fournie par le moteur :	80
V-10-4-Refoulement SP1 - SP4 :.....	80
V-10-5-Refoulement SP4 - DJEBAHIA :.....	81
V-10-6-Refoulement SP4 – Réservoir d'AIN ECHERIKI :	81
V-10-7-Refoulement SP6 – Réservoir de FEID ELOUZ:	82
V-10-8-Refoulement SP9– SP10:	82



V-10-9-Refoulement SP10 – Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:.....	82
V-10-10-Refoulement SP10 – Réservoir de COL DE DIRAH:.....	83
V-10-11- Encombrement des moteurs :.....	84
Conclusion :.....	85
Chapitre VI :	
Introduction :.....	86
VI-1- Protection des conduites contre le coup de bélier :.....	86
VI-1-1- Causes du coup de bélier :.....	86
VI-1-2-Les risques dus aux coups de bélier :.....	86
VI-1-2-1-Risque de forte pression :.....	86
VI-1-2-2-Pression négative :.....	86
VI-1-2-3-Fatigues des conduites :.....	86
VI-1-3-Description des phénomènes physiques :.....	87
VI-1-4- Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier :.....	87
VI-1-5- Protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier :.....	88
VI-1-6- Calcul des réservoirs d'air :.....	89
VI-1-7-Dimensionnement des réservoirs d'air par la méthode de Vibert :.....	90
VI-1-8-Encombrement d'un réservoir d'air :.....	92
VI-2- Protection des conduites contre la corrosion :.....	92
VI-2-1-Définition :.....	92
VI-2-2- Les facteurs de la corrosion :.....	92
VI-2-3-Corrosion externe :.....	93
VI-2-4-Corrosion interne :.....	94
VI-2-5-Protection des conduites contre la corrosion interne :.....	95
VI-2-6-Protection des conduites contre la corrosion externe :.....	95
VI-2-6-1-Les revêtements :.....	95
VI-2-6-2-Revêtements à protection passive :.....	95
Conclusion :.....	95



Chapitre VII :

<i>Introduction</i> :	96
<i>VII-1-Pose de canalisation</i> :	96
<i>VII-1-1- Principe de pose de canalisation</i> :	96
<i>VII-1-2-La mise en place des canalisations</i> :	99
<i>VII-1-3-Constructions des regards</i> :	99
<i>VII-1-4-Remblais des tranchais</i> :	99
<i>VII-2-Accessoires</i> :	100
<i>VII-2-1- Robinets vannes</i> :	100
<i>VII-2-2- Clapet anti retour</i> :	101
<i>VII-2-3- Venteuses</i> :	102
<i>VII-2-4- Vannes de décharge</i> :	103
<i>VII-2-5- Conduite by-pass</i> :	103
<i>VII-2-6- Poteaux d'incendie</i> :	103
<i>VII-2-7- Crépines</i> :	104
<i>VII-2-8- Réducteurs de pression et débit</i> :	104
<i>VII-2-9- Joints de raccordements</i> :	104
<i>VII-3-Organes de mesure</i> :	106
<i>VII-3-1 : Les débitmètres</i> :	106
<i>VII-3-2-Mesure de pression</i> :	107
<i>VII-4- Organes de raccordement</i> :	109
<i>VII-4-1- Coudes</i>	109
<i>VII-4-2- Cônes</i>	109
<i>VII-4-3- Tés</i>	109
<i>VII-4-4- Joints de démontage</i>	109
<i>Conclusion</i> :	109
<i>CONCLUSION GENERALE</i> :	110



INTRODUCTION GENERALE



Introduction générale

L'eau est considérée partout dans le monde comme source de la vie. Mais on constate que cette or bleu est très mal géré suite de diverses raisons. Les responsables de la gestion de l'eau se trouvent confrontés à la nécessité de faire des prévisions d'évolution de la demande en eau. Il est clair que parmi les paramètres qui conditionnent la demande en eau, le contexte économique et social pèse de façon déterminante ainsi que la politique mise en place dans le secteur de l'eau. Dans les pays en voie de développement où seule une fraction de la population dispose de l'accès au réseau de distribution public, un facteur clé du développement de la demande en eau sera la mise en place d'une politique cohérente de développement de l'alimentation et desserte en eau qui tienne compte des contraintes de mobilisation des fonds nécessaires, du développement de l'efficacité technique des sociétés distributrices dans le respect des nécessaires équilibre financiers, et de la capacité des usagers de payer l'eau.

L'Agence Nationale de l'Eau Potable et Industrielle et de l'Assainissement (AGEP) a confié en mars 1995 au groupement d'études BG-EWI, l'étude d'approvisionnement en eau potable des centres urbains situés sur les axes Koudiat Acerdoune - Aïn El Hadjel, et Boughzoul - Ouadhia, à partir du barrage de Koudiat Acerdoune.

Cette étude concerne quatorze centres urbains, répartis comme suit sur quatre wilayas contiguës :

- Ø Wilaya de Tizi Ouzou : Draa El Mizan, Boghni et Ouadhia;
- Ø Wilaya de Bouira : Lakhdaria, Kadiria et Sour El Ghozlane;
- Ø Wilaya de Médéa : Beni Slimane, El Omaria, Berrouaghia, Tablat , Ksar El

Boukhari et Boughzoul

- Ø Wilaya de M'Sila : Sidi Aïssa et Aïn El Hadjel.

Notre étude débutera de la station de traitement qui se trouve à l'aval du barrage et passe par les localités à savoir :

- Djebahia, Souk el khemis, Aïn bessem, El hachimia, Abdelaziz, Sour el ghozlane, et Dirah (W. Bouira)
- Sidi Aïssa, Bouti sayeh, Si hadjeres, Aïn el hadjel (W. M'sila)



CHAPITRE I

PRÉSENTATION DE L'AGGLOMÉRATION

Introduction :

Dans ce chapitre on s'intéresse à la présentation générale de l'agglomération du point de vue géographique, climatologique et géologique, et connaître la situation hydraulique actuelle afin de calculer le déficit à combler.

I-1- Description générale de la zone d'étude :

La zone d'étude prend son départ à partir du barrage de Koudiat Acerdoune à Lakhdaria (Wilaya de Bouira) et arrive à Ain El Hadjel (Wilaya de M'sila) en passant par les centres urbains suivants :

-Wilaya de Bouira : Djebahia, Souk El Khemis, Ain Bessem, El Hachimia, Abdelaziz, Sour El Ghozlane et Dirah

-Wilaya de M'sila : Sidi Aissa , Bouti Sayeh , Si Hadjeres et Ain El Hadjel

Le tracé de l'adduction est représenté sur la figure I-1

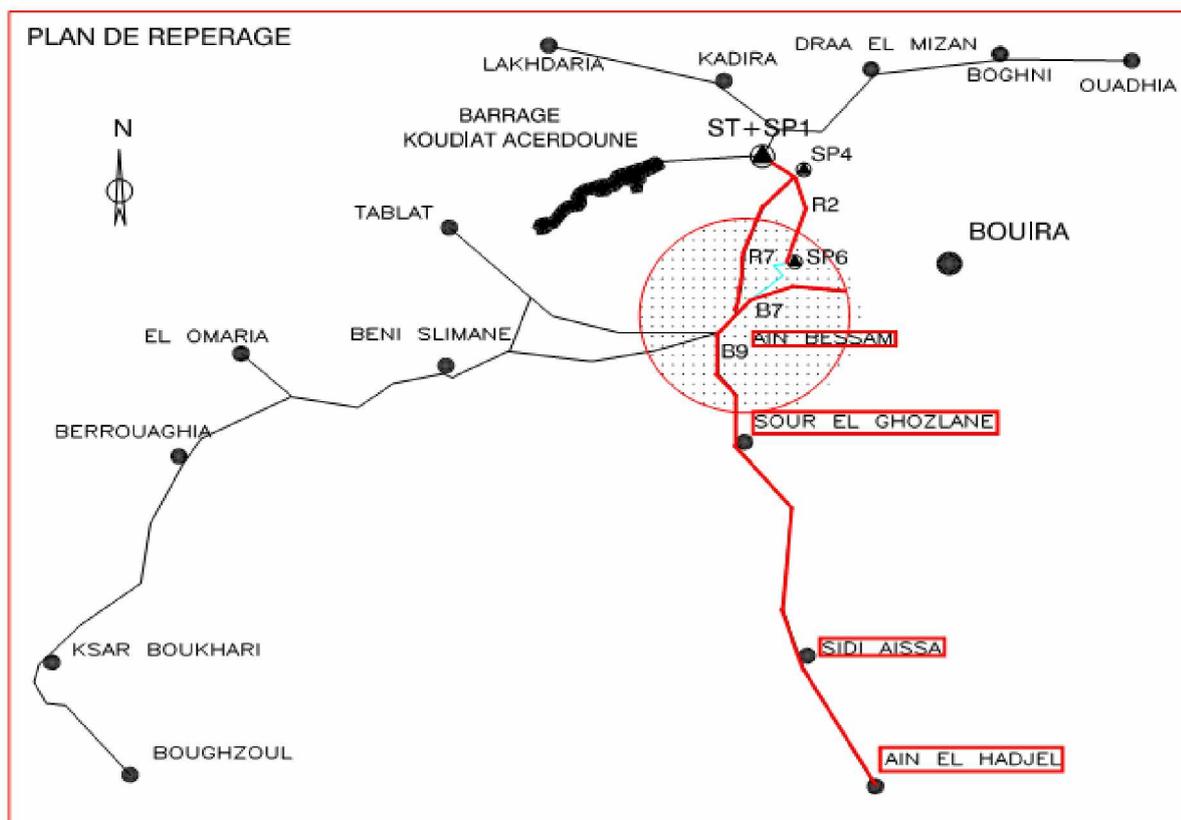


Figure I-1 : Tracé de l'adduction

I-2- Situation géographique :

Les dix centres urbains sont délimités comme suit :

E DJEBAHIA :

- Les Communes de Kadiria et Aomar au Nord
- La Daïra d'Ain Bessem au Sud
- La Daïra de Bouira et la wilaya de Tizi Ouzou à l'Est
- Les Daïras de Lakhdaria et Sok El Khemis à l'Ouest

E SOUK EL KHEMIS :

- La Commune d'El Mokrani et la Daïra de Kadiria au Nord
- Les Daïras d'Ain Bessem et Bir Ghalou au Sud
- Les Daïras d'Ain Bessem et Kadiria à l'Est
- La wilaya de Médéa à l'Ouest

E AIN BESSEM :



- La Daïra de Kadiria au Nord
- Les Daïras d'El Hachimia et Sour El Ghozlane au Sud
- Les Communes d'Ain Lahdjar et Ain lalaoui à l'Est
- Les Daïras de Souk El Khemis et Bir Ghalou à l'Ouest

E EL HACHIMIA :

- Les Dairas d'Ain Bessem et Bouira au Nord
- Les Dairas de Sour El Ghozlane et Bordj Okhriss au Sud
- La Commune d'Oued El Berdi à l'Est
- Les Dairas d'Ain Bessem et Sour El Ghozlane à l'Ouest

E SOUR EL GHOZLANE :

- Les Daïras de Bir Ghalou et Ain Bessem au Nord
- Les Communes de Dirah ,Maamora et El Hakimia au Sud
- Les Daïras d'El Hachimia et Bordj Okhriss à l'Est
- La wilaya de Médéa et la Commune de Déchmia à l'Ouest

E DIRAH :

- Les Communes de Sour El Ghozlane et El Hakimia au Nord
- La Wilaya de M'sila au Sud
- Les Daïras d'El Hachimia et Bordj Okhriss à l'Est
- La Commune de Maamora à l'Ouest

E SIDI AISSA :

- La Wilaya de Bouira et la Commune de Bouti Sayeh au Nord
- Les Daïras d'Ain El Hadjel et Sidi Ameer au Sud
- La Daïra d'Ain El Hadjel à l'Est
- Les Wilaya de Médéa et Djelfa à l'Ouest

E BOUTI SAYEH :

- La Wilaya de Bouira au Nord
- La Daïra d'Ain El Hadjel et La Commune de Sidi Aissa au Sud
- La Daïra d'Ain El Hadjel et La Commune de Beni Elmane à l'Est
- La Wilaya de Médéa et La Daïra de Sidi Aissa à l'Ouest

E SI HADJERES :

- Les Daïras de Sidi Aissa , Beni Elmane et Hammam Dhalaa au Nord
- Les Daïras d'Ouled Sidi Brahim et Sidi Ameer au Sud
- La Daïra de Chellal à l'Est
- La Daïra d'Ain El Hadjel à l'Ouest

E AIN EL HADJEL :

- La Daïra de Sidi Aissa au Nord
- La Daïra de Sidi Ameer au Sud
- La Daïra de Si Hadjeres à l'Est
- La Daïra de Sidi Aissa à l'Ouest

I-3- Situation géologique et géotechnique :

-Les Localités Djebahia, Souk El Khemis, Ain Bessem, El Hachimia, Abdelaziz, Sour El Ghozlane et Dirah s'insèrent dans le synclinal du djebel Dirah. Celui-ci fait partie de la chaîne montagneuse des Bibans. C'est une portion de l'Atlas Tellien qui est très érodée actuellement. Elle constitue les hautes collines qui entourent la localité de Sour El Ghozlane. Les faciès les plus récents de ces collines sont constitués par des alluvions récentes, charriées par les oueds sur une épaisseur de 3 à 10 m environ, et par des éboulis de pente et des coulées argileuses occupant généralement les flancs des collines. Les faciès inférieurs sont formés de terrains marneux et argileux du miocène et de l'éocène.

-La localité de Sour El Ghozlane fait partie de la Wilaya de Bouira, pour laquelle les observations sismiques effectuées entre 1716 et 1975 indiquent des intensités de séismes atteignant les degrés VI à X sur l'échelle de Mercalli.

-Les Localités de Sidi Aissa, Bouti Sayeh, Si Hadjeres et Ain El Hadjel se situent au Sud-Est du massif du Tittéri. Le relief de cette partie de l'aire d'étude est considéré comme un relief de hautes plaines. Il présente des affleurements rocheux (montagne) composés essentiellement de calcaires, marnes, grès, argiles, poudingues et gypses. Les plaines forment d'immenses bassins d'alluvions avec quelques terrasses de limons et des croutes gypso-salines. Une zone importante de sables éoliens instables se trouve au Sud-Est d'Ain El Hadjel.

La sismicité de cette zone est considérée comme faible à nulle.

I-4- Situation climatologique :

-Les Localités de Djebahia, Souk El Khemis, Ain Bessem, El Hachimia, Abdelaziz, Sour El Ghozlane et Dirah sont soumises à un climat semi aride et steppique. La pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 400 et 600 mm. L'été est chaud et sec, tandis que l'hiver est très froid et plus humide. Les températures passent de 8-9° en janvier à 25-27° en moyenne en juillet-août.

-Les localités situées le plus au Sud de l'aire de l'étude (Sidi Aissa, Bouti Sayeh, Si Hadjeres et Ain El Hadjel) sont nettement influencées par le climat saharien. Leur climat est qualifié de semi-aride frais à aride. La pluviométrie moyenne annuelle n'est que de 250 à 300 mm assez bien répartie sur l'année (excepté les mois de juillet et août). L'hiver est frais et plus humide que l'été. Les températures passent de 6° en moyenne en janvier à 24-28° en moyenne en juillet-août.

I-5- Population :

Lors de recensement national de 2008, la population totale des onze centres urbains principaux de la zone de l'étude atteignait les 461548 habitants (d'après l'APC de Bouira, Médéa et M'sila). Cette population est répartie comme suit entre les différents centres :

Tableau 1-1: Tableau de répartition de la population en 2008 :

N°	Wilayas	Localités	Nombre d'Habitant
01	Bouira	Djebahia	6169
		Souk El Khemis	4986
		Ain Bessem	24323
		El Hachimia	13926
		Abdelaziz	1230
		Sour El Ghozlane	41463
		Dirah	8991
		Sidi Aissa	51170
		Bouti Sayeh	26750
02	M'sila	Si Hadjeres	6477
		Ain El Hadjel	30273
		Bifurcation	245789
03	Bouira et Médéa		
Total			461548

La répartition des habitants par commune est représentée sur la figure I.2

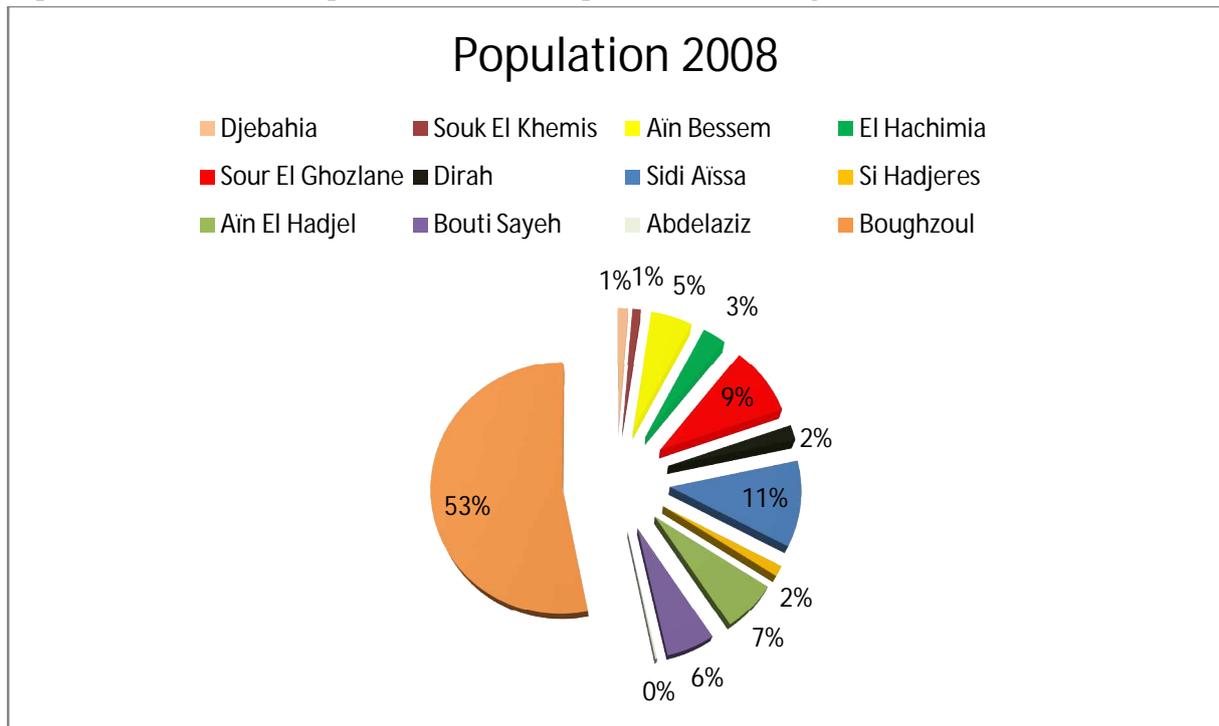


Figure I-2 : Répartition des habitants par commune

I-6- Infrastructures :

L'aire d'étude est assez bien desservie en matière d'infrastructures de transport. Trois axes routiers importants la traversent et convergent vers Alger, à savoir :

- l'axe Constantine -Bouira – Alger, avec un trafic de transit important provenant de l'Est du pays ;
- les deux axes : Bou Saada – Sour El Ghozlane – Alger, et Djelfa – Kasr El Boukhari – Médéa – Alger, assurant la connexion avec la partie centrale des hauts plateaux algériens et d'une manière plus générale avec le Sud du pays.

Deux axes secondaires transversaux aux trois axes ci-dessus (Ain El Hadjel – Boughzoul et Bouira – Berrouaghia) prennent une importance de plus en plus grande dans l'économie régionale, dans la mesure où ils assurent une part importante des flux de transport entre l'Est et l'Ouest du pays.

La région Est de l'aire de l'étude est traversée par la ligne ferroviaire A Iger – Constantine qui suit la RN 5. Celle-ci est à voie unique, à écartement normal ; elle sert surtout au transport de marchandises telles que carburants, lubrifiants et céréales. Le transport des passagers est limité ; elle n'assure pas de liaisons internes.

Une nouvelle liaison ferroviaire est à l'étude entre El-Esnam et Sour El Ghozlane. La construction de cette ligne va contribuer au développement industriel le long de cet axe.

I-7- Situation hydraulique actuelle :

La zone est alimentée actuellement par différentes sources qui sont réparties comme suite:

-Pour la wilaya de Bouira :

Les localités : Djebahia, Souk El Khemis, Ain Bessem, El Hachimia, Abdelaziz, Sour El Ghozlane et Dirah sont alimentés par :

- ü Des eaux du barrage d'oued lekhal. (AIN-BESSEM)
- ü Des eaux des nappes souterraines.

a-Les eaux du barrage d'oued lekhal :

L'alimentation en eau des régions de Bouira est assurée par le stockage du barrage sur l'oued Lakhal .

Mais vue la pollution chimique causée par les rejets non traités des industries en amont du barrage (usine détergents ENAD, et la cimenterie) l'adduction est interrompue (taux élevé d'azote et de phosphate contenus dans les prélèvements d'eau).

A l'aval du barrage, une station de traitement a été réalisée, malgré cela l'élimination de ce genre de pollution reste pratiquement difficile et coûteuse.

Les caractéristiques du barrage lekhal sont donnés dans le tableau suivant ;

TableauI-2: Données récoltés concernant le barrage (source Sub d'Hydraulique ; Bouira et M'sila)

DESIGNATION	Capacité de la retenue (Mm ³)	N.PHE de la retenue (m)	Niveau min de la retenue (m)	Niveau normal retenue (m)	Hauteur du barrage (m)
<i>Barrage sur oued lekhal</i>	30	689,03	667,50	684,40	45

b-Des eaux des nappes souterraines :

L'alimentation en eau potable se fait par les eaux souterraines exploitées qui se composent de :

- forages
- puits

Les caractéristiques des différents forages et puits sont donnés dans le tableau suivant :

TableauI-3 :Caractéristiques des forages et puits (Sub d'Hydraulique ; Bouira et M'sila)

Forages et puits	Débit (l/s)	Coordonnées	Profondeur(m)	Observations
Carriere Oued LAKHEL	12.00	X = 587.500 Y = 321.700	250	exploité
SIDI HAMZA	15.00	X = 589.150 Y = 324.100	180	exploité
BEKOUICHE	8.00	X = 593.300 Y = 319.200	140	exploité
DELPY 1	15.00	X = 591.050 Y = 319.400	170	exploité
SOUAGUI	6.00	X = 588.000 Y = 316.900	200	exploité
TBABKHA	4.00	X = 691.600 Y = 313.700	200	exploité
PUIT OUED LAKHEL	10.77	X = 589.500 Y = 317.500	8.00	exploité
PUIT OUED LAHLIB	Hiver =3.00 Eté : sec	X= 591.200 Y= 315.550	8.00	exploité
SOURCES Dirah	9.00	----	----	exploité
DELPY 2	7,00	X= 590.800 Y= 318.700	100	exploité

-Pour la wilaya de M'sila :

Les localités : Sidi Aissa, Bouti Sayeh, Si Hadjeres et Ain El Hadjel sont alimentés à partir d'une source située à 3,03km à l'ouest de Sidi Aissa et quelques puits.

La conduite qui prend départ de la source alimente trois réservoirs. Le premier d'une capacité de 500m³ ; le second est d'une capacité de 1000m³ alimentent Sidi Aissa et Bouti sayeh ; le troisième est d'une capacité de 3000m³ alimente Ain El Hadjel et Si Hadjeres .

Le réseau de distribution est en bon état.

La protection contre l'incendie n'étant pas prévue

Les caractéristiques des différents forages et puits sont donnés dans le tableau suivant :

TableauI-4 :Caractéristiques des forages et puits (Sub d’Hydraulique ; Bouira et M’sila)

Forages et puits	Débit (l/s)	Coordonnées	Profondeur(m)	Observations
BENI ILMANE	27.00	X = 600.500 Y = 450.000	100	exploité
SIDI AISSA	40.00	X = 438.100 Y = 386.000	150	exploité
SAYEH	20.00	X = 600.600 Y = 425.700	170	exploité
TARMOUNT	18.00	X = 524.150 Y = 437.800	200	exploité
SIDI AMEUR	30.00	X = 587.000 Y = 391.700	190	exploité
HADJERES	20.00	X = 448.000 Y = 588.000	250	exploité

I-8- Ressources en eau :

L’Agence Nationale des Barrages et des transferts a décidé en mars 1995 de construire un barrage qui se situe sur oued Isser, dans la commune de Maala,daira de Lakhdaria, wilaya de Bouira a cinquante de Kilomètres à vol d’oiseau vers Ain El Hadjel et sert a alimenté en eau potable les wilayas :Bouira,Msila,Tizi Ouzou, et Médéa. Il régularise un volume annuel de 146 millions de mètres cubes par un apport de 206 millions de mètres cubes.

Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant notre région du point de vue topographie, géologie, démographique ainsi que la situation hydraulique actuelle. Ces données nous serviront pour entamer notre étude du projet.



CHAPITRE II

ESTIMATION DES BESOINS EN EAU

Introduction :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération dépend de plusieurs facteurs par exemple l'évolution de la population, ce qui entraîne dans ce chapitre le calcul des besoins pour un horizon d'étude de 2025.

II -1. Estimation de la population à l'horizon d'étude :

D'après la DHW de la wilaya de Bouira, le taux d'accroissement est de **2,7%**.

La population par localités est calculée par rapport à l'horizon 2025 c'est-à-dire 17 ans par la relation :

$$P_n = P_0 * (1 + \alpha)^n$$

P_n : population à l'horizon de calcul (2025);

P_0 : population à l'année de recensement 2008 ;

α : taux d'accroissement démographique, $\alpha = 2,7\%$;(source DHW)W.Bouira

n : nombre d'années séparant l'année de recensement et l'horizon de calcul (17ans).

Tableau II -1: Tableau de répartition de la population à l'horizon du projet(2025) :

N°	Wilayas	Localités	Nombre d'Habitants (2008)	Taux de d'accroissement	Nombre d'Habitants (2025)
01	Bouira	Djebahia	6169	2,7	9704
		Souk El Khemis	4986	2,7	7843
		Ain Bessem	24323	2,7	38257
		El Hachimia	13926	2,7	21904
		Abdelaziz	1230	2,7	1935
		Sour El Ghozlane	41463	2,7	65216
		Dirah	8991	2,7	14142
		Sidi Aissa	51170	2,7	80485
02	M'sila	Bouti Sayeh	26750	2,7	42075
		Si Hadjeres	6477	2,7	10188
		Ain El Hadjel	30273	2,7	47616
03	Bouira et Médéa	Bifurcation	245789	2,7	386599
-	-	Total	461548	-	725964

La répartition des habitants par commune est représentée sur la figure II.1

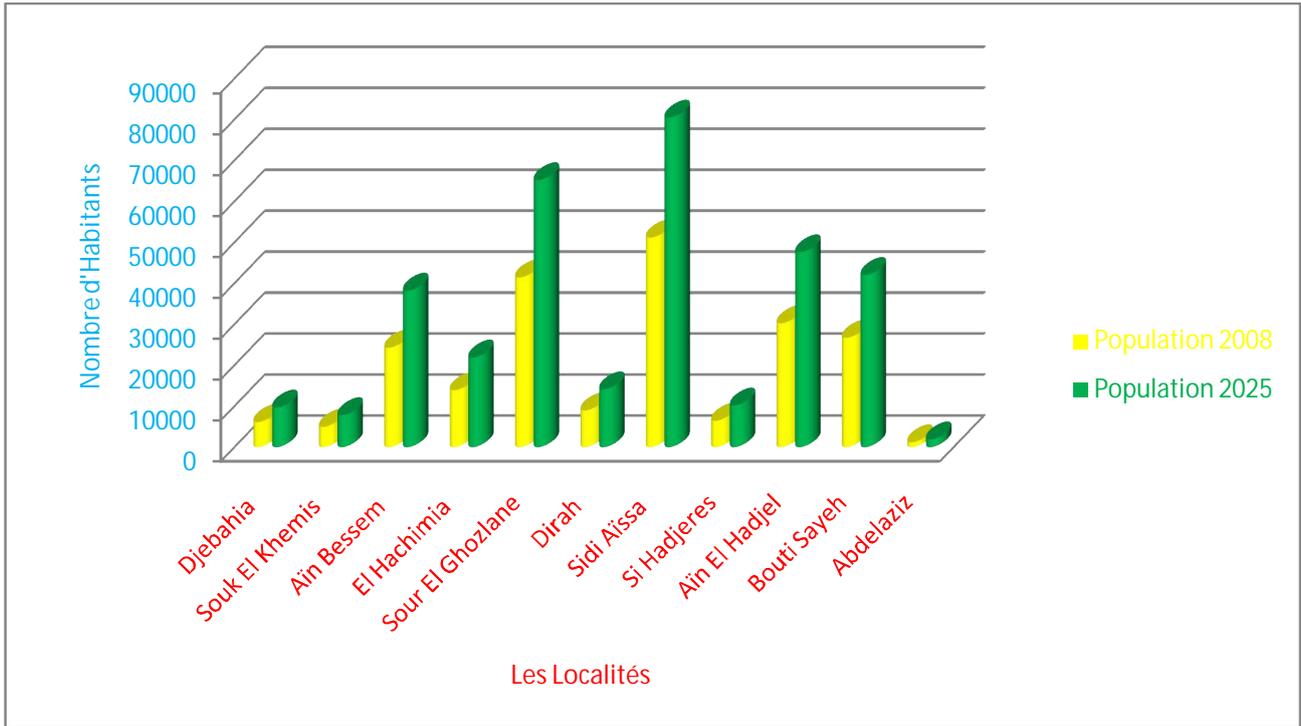


Figure II.1 : Evolution de la population

II-2- Evolution des besoins en eau potable:[2]

La quantité d'eau potable à garantir est fonction des différents besoins suivants :

Ø Besoins domestiques:

C'est la consommation en eau de la population branchée au réseau ou non branchée mais qui profite des bornes fontaines pour s'alimenter en eau. à cela s'ajoute la consommation des petites industries (cafés, stations d'essence,...).

Ø Besoins industriels :

Elle correspond aux besoins en eau des établissements industriels implantés dans la ville.

Ø Besoins touristiques :

La consommation touristique correspond à la consommation de toutes les infrastructures touristiques telles que les hôtels classés, les complexes touristiques, Les villages de vacances et les campings.

Ø Besoins administratifs et communaux :

C'est la consommation des bureaux, casernes, écoles, souks, abattoirs...

Ø Besoins d'incendie :

On entend par besoins d'incendie, les quantités d'eau nécessaires pour la lutte contre l'incendie.

II-3- L'évaluation de la consommation moyenne journalière :

Pour répondre à toutes les sortes de consommation, la dotation moyenne selon la source d'APC est arrêtée à 150l/j/hab .

- II-3-1- Calcul les besoins moyens journaliers à l'horizon 2025 :

Pour le calcul des besoins moyens journaliers, en utilise la formule suivante ;

$$Q_{moy,j} = \frac{1}{1000} * dot * N \quad (m^3/j)$$

$Q_{moy,j}$: débit moyen journalier
 dot : dotation moyenne en (l/j/hab)
 N : nombre d'habitants

Tableau II-2: Tableau récapitulatif des consommations journalières :

N°	Wilayas	Localités	Nombre d'Habitants (2025)	Dotation (l/j/hab)	Débites (m ³ /j)
01	Bouira	Djebahia	9704	150	1455,60
		Souk El Khemis	7843	150	1176,45
		Ain Bessem	38257	150	5738,55
		El Hachimia	21904	150	3285,60
		Abdelaziz	1935	150	290,25
		Sour El Ghozlane	65216	150	9782,40
		Dirah	14142	150	2121,30
		Sidi Aissa	80485	150	12072,75
02	M'sila	Bouti Sayeh	42075	150	6311,25
		Si Hadjeres	10188	150	1528,20
		Ain El Hadjel	47616	150	7142,40
03	Bouira et Médéa	Bifurcation	386599	150	57989,85
-	-	Total	725964	-	108894,60

D'après le tableau II-2 le débit moyen journalier est égal à : **108894,60 m³/j** c'est-à-dire ;

$Q_{moy,j}=1260,35l/s$.

II-4- Détermination des consommations maximales et minimales journalières :[2]

II -4- 1 : Consommation maximale journalière :

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière maximum et noté $K_{max,j}$. Ainsi nous pouvons écrire:

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moy,j}}$$

$Q_{max,j}$: Consommation maximale journalière (m³/s)

$Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière (m³/s)

Avec : $K_{max,j} \in [1,1 - 1,3]$

On prend $K_{max,j}=1,3$.

D'où : $Q_{max,j}=1,3*Q_{moy,j}$

II-4-2 : Consommation minimale journalière :

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons aussi mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière minimum et noté $K_{\min,j}$. Ainsi nous pouvons écrire:

$$K_{\min j} = \frac{Q_{\min j}}{Q_{moyj}}$$

$Q_{\min,j}$: Consommation minimale journalière (m^3/s)

$Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière (m^3/s)

Avec : $K_{\min j} \in [0,7 - 0,9]$

On prend $K_{\min,j}=0,9$

D'où : $Q_{\min,j}=0,9*Q_{moy,j}$

Tableau II.3: Consommations maximale et minimale journalière pour chaque commune :

N°	Wilayas	Localités	$Q_{moy,j}$ (m^3/i)	$K_{\max,j}$	$Q_{\max,j}$ (m^3/i)	$K_{\min i}$	$Q_{\min i}$
01	Bouira	Djebahia	1455,60	1,3	1892,28	0,9	1310,04
		Souk El Khemis	1176,45	1,3	1529,39	0,9	1058,81
		Ain Bessem	5738,55	1,3	7460,12	0,9	5164,70
		El Hachimia	3285,60	1,3	4271,28	0,9	2957,04
		Abdelaziz	290,25	1,3	377,33	0,9	261,23
		Sour El Ghozlane	9782,40	1,3	12717,12	0,9	8804,16
		Dirah	2121,30	1,3	2757,69	0,9	1909,17
		Sidi Aissa	12072,75	1,3	15694,58	0,9	10865,48
02	M'sila	Bouti Sayeh	6311,25	1,3	8204,63	0,9	5680,13
		Si Hadjeres	1528,20	1,3	1986,66	0,9	1375,38
		Ain El Hadjel	7142,40	1,3	9285,12	0,9	6428,16
03	Bouira et Médéa	Bifurcation	57989,85	1,3	75386,81	0,9	52190,87
-	-	Total	108894,60	-	141562,98	-	98005,14

En intégrant les coefficients d'irrégularité journalière maximum et minimum, on garanti la satisfaction des besoins en eau de notre agglomération ce qui permet de dimensionner le réseau en fonction du débit maximum journalier qui est égal à $Q_{\max,j}=141562,98m^3/j$ c'est-à-dire

$Q_{\max,j}=1638,46l/s$.

II-5- Variation des débits horaires :

Dans la présente étude, pour la détermination du débit de pointe, on a opté pour la méthode donnant la variation horaire de la consommation totale dans divers centre d'agglomération en basant sur le tableau II.6 [extrait de l'ouvrage d'AEP d'ABRAMOV (édition 1982)]

Tableau II.6: Répartition horaire du débit maximum journalier (voir annexe II)

Dans chaque agglomération, la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit maximum journalier.

Etant donné que la zone d'étude comprend onze localités, alors on doit établir la répartition horaire du débit maximum journalier pour chacune d'elles.

A l'horizon 2025 :

-Les trois communes à savoir Djebahia, Souk El Khemis et Abdelaziz dont le nombre d'habitant de chaque une est inférieur à 10000 correspondent à la première colonne de répartition.

-Les six communes à savoir Ain Bessem, El Hachimia, Dirah, Bouti Sayeh, Si Hadjeres et Ain El Hadjel dont le nombre d'habitants de chaque une est entre 10000 et 50000 correspondent à la deuxième colonne de répartition.

-Les trois communes à savoir Sour El Ghozlane, Sidi Aissa et Boughzoul dont le nombre d'habitants de chaque une est entre 50000 et 100000 correspondent à la troisième colonne de répartition.

Tableau II-7 : Variation du débit horaire pour la commune de Djebahia : (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Djebahia est de **132,46m³/h** et survient entre midi et 14h.

Tableau II-8 : Variation du débit horaire pour la commune de Souk El Khemis:(voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Souk El Khemis est de **107,06m³/h** et survient entre midi et 14h.

Tableau II-9 : Variation du débit horaire pour la commune d'Abdelaziz: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Abdelaziz est de **26,41m³/h** et survient entre midi et 14h.

Tableau II-10 : Variation du débit horaire pour la commune d'Ain Bessem: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Ain Bessem est de **466,26m³/h** et survient entre 8h à midi.

Tableau II-11 : Variation du débit horaire pour la commune d'El Hachimia: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'El Hachimia est de **266,96m³/h** et survient entre 8h à midi.

Tableau II-12 : Variation du débit horaire pour la commune de Dirah: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Dirah est de **172,36m³/h** et survient entre 8h à midi.

Tableau II-13 : Variation du débit horaire pour la commune de Bouti Sayeh: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Bouti Sayeh est de **512,79m³/h** et survient entre 8h à midi.

Tableau II-14 : Variation du débit horaire pour la commune de Si Hadjeres: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Si Hadjeres est de **124,17m³/h** et survient entre 8h à midi.

Tableau II-15 : Variation du débit horaire pour la commune d'Ain El Hadjel :(voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Ain El Hadjel est de **580,32m³/h** et survient entre 8h à midi.

TableauII-16:Variation du débit horaire pour la commune de Sour El Ghozlane (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Sour El Ghozlane est de **712,16m³/h** et survient entre 9h et 10h.

Tableau II-17 : Variation du débit horaire pour la commune de Sidi Aissa: (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Sidi Aissa est de **878,90m³/h** et survient entre 9h et 10h.

Tableau II-18 : Variation du débit horaire pour le flan ouest de Bouira et wilaya de Médéa : (voir annexe II)

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour le flan ouest de Bouira et la wilaya de Médéa est de **4221,66m³/h** et survient entre 9h et 10h.

II-6- Calcul de déficit de consommation :

Les localités reconnaissent un débit faible d'alimentation. Pour satisfaire les besoins en eau à l'horizon d'étude (2025), il est nécessaire de calculer le déficit.

Le déficit est la différence entre les besoins estimés et la production en eau existante.

Le tableau ci-dessous représente le déficit journalier pour chaque localité

Tableau II-19: Tableau des déficits à combler à l'an 2025:

N°	Wilayas	Localités	Nombre d'Habitants (2008)	Taux de d'accroisse- ment 2,7%	Nombre d'Habitants (2025)
01	Bouira	Djebahia	6169	2,7	9704
		Souk El Khemis	4986	2,7	7843
		Ain Bessem	24323	2,7	38257
		El Hachimia	13926	2,7	21904
		Abdelaziz	1230	2,7	1935
		Sour El Ghozlane	41463	2,7	65216
		Dirah	8991	2,7	14142
		Sidi Aissa	51170	2,7	80485
02	M'sila	Bouti Sayeh	26750	2,7	42075
		Si Hadjeres	6477	2,7	10188
		Ain El Hadjel	30273	2,7	47616
03	Bouira et Médéa	Bifurcation	245789	2,7	386599
-	-	Total	461548	-	725964

La répartition des déficits par localité est représentée sur la figure II.2

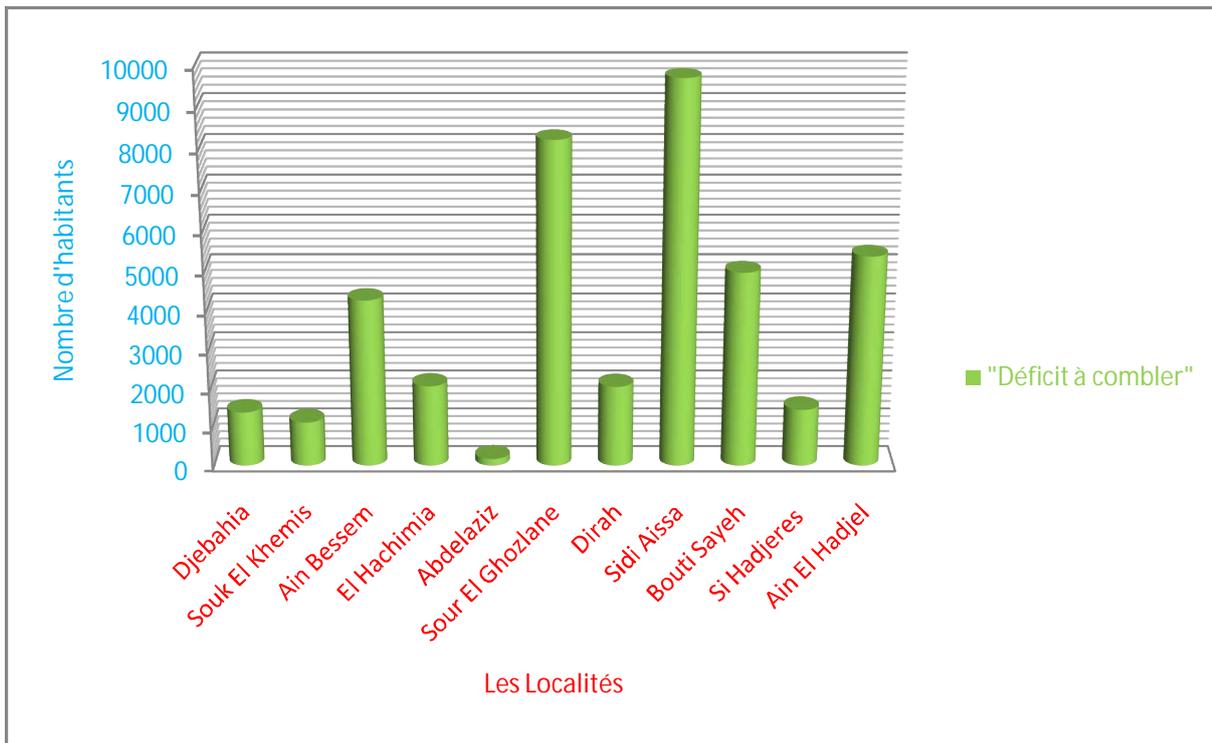


Figure II.2 : Evolution du déficit

Conclusion :

Dans ce chapitre, on est arrivé à calculé le déficit des différentes localités qui est estimé à **1173,99l/s**, et un débit total d'exploitation des forages et sources qui égal à **464,47l/s** donc il faut combler ce déficit.

A fin de transférer cette quantité du barrage vers les consommateurs il est indispensable de dimensionner les ouvrages de stockage qui est l'objectif de chapitre suivant.



CHAPITRE III

LES RÉSERVOIRS

Introduction :

Les réservoirs sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter convenablement une agglomération en eau potable.

Dans ce chapitre, on s'intéresse à faire un dimensionnement pour déterminer la capacité des réservoirs

III -1-Utilité et types de réservoirs :[3]

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation.

Ils permettent d'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production, et la restituent lorsque la consommation devient supérieure à la production.

En milieu rural ou pour des villes de petite importance, avec une installation correctement conçue, la capacité du ou des réservoirs oscille aux alentours du volume moyen journalier d'eau consommée. Mais avec l'augmentation du nombre de consommateurs, le rapport entre la capacité et le volume moyen journalier diminue.

Ils servent à :

-Compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la consommation (débit de pointe et autres).

-Constituer une réserve pour les imprévus (rupture, panne, réparation, extension du réseau...).

-Offrir la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.

-Régulariser le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant.

-Simplifier l'exploitation.

-Régulariser les pressions dans le réseau.

-Une partie du volume est réservée à la lutte contre l'incendie.

III -2-Emplacement géographique des réservoirs :

Le réservoir d'eau doit être situé le plus proche possible de l'agglomération à alimenter (pour des considérations esthétiques en limite de l'agglomération). En effet, compte tenu du coefficient de pointe horaire, dont on doit affecter le débit horaire moyen de consommation pour déterminer la consommation horaire maximale (de 1,5 à 3,5), la perte de charge sera généralement plus grande sur la conduite de distribution que sur la conduite d'adduction. Ceci fait que plus le réservoir s'éloigne de l'agglomération, plus la cote du plan d'eau sera élevée (d'où une énergie de pompage plus importante).

III-3- Classification des réservoirs :[6]

On peut classer les réservoirs en plusieurs catégories :

- † D'après la nature des matériaux de construction, on distingue :
 - Les réservoirs en maçonnerie
 - Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint
- † D'après la situation des lieux, ils peuvent être :
 - Enterrées
 - Semi-enterrés
 - Surélève
- † D'après leurs formes :
 - Circulaires
 - Rectangulaires
 - Ou d'une forme quelconque

III-4- Prescriptions générales applicables aux réservoirs:

Les réservoirs doivent être protégés contre toute pollution d'origine extérieure et contre les élévations importantes de température.

-Ils doivent être faciles d'accès et leur installation doit permettre de vérifier en tout temps leur étanchéité.

-Installation d'un dispositif permettant une prise d'échantillon d'eau à l'amont et à l'aval immédiat du réservoir.

-L'ensemble des matériaux constituant les réservoirs ne doit ni se désagréger ni communiquer à l'eau des saveurs ou odeurs désagréables.

-Après chaque intervention susceptible de contaminer l'eau contenue dans les réservoirs et, de toute façon au moins une fois par an, les réservoirs sont vidés, nettoyés et désinfectés.

-Des dispositions sont prises pour assurer un approvisionnement en eau potable pendant la mise hors service.

III-5-Equipements des réservoirs:

Les réservoirs sont constitués de différents équipements à savoir :

- Les orifices de ventilation sont protégés contre l'entrée des insectes et des petits animaux par un dispositif approprié (treillage métallique inoxydable à mailles d'un millimètre au maximum).
- La section de la canalisation de trop-plein doit pouvoir absorber la fourniture d'eau à plein régime. Cette canalisation est siphonnée avec une garde d'eau suffisante.
- La canalisation de vidange doit être située au point le plus bas du fond du réservoir.
- Les orifices d'évacuation du trop-plein et de la vidange sont protégés contre l'entrée des insectes et des petits animaux.
- L'installation des vannes sur les canalisations de départs des réservoirs, pour éviter de vider le réservoir en cas d'incident sur la canalisation.
- Une fenêtre d'aération (entrée et sortie de l'air lors du remplissage et de la vidange).
- Une fermeture par flotteur de l'alimentation.
- Un enregistreur du niveau d'eau dans le réservoir et un by-pass entre l'adduction et la distribution (nettoyage, entretien, réparation).

- Une bache d'arrivée d'eau d'un déversoir permettant la mesure des débits d'arrivée.
- Un by-pass pour assurer la distribution pendant la panne de l'un des réservoirs jumelée et relié la conduite d'amenée à la conduite de départ.

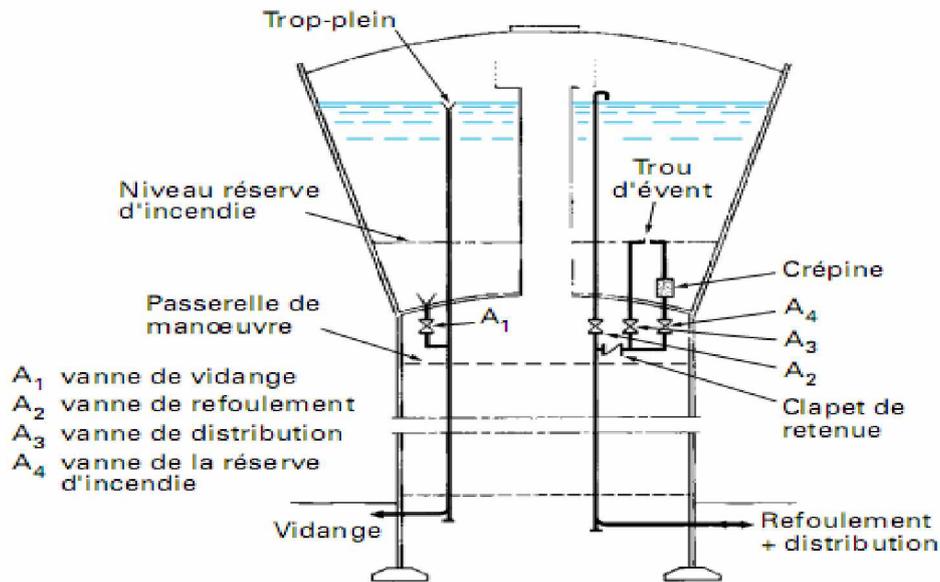


Figure III-1-Coupe transversale d'un réservoir surélevé

III-6-Capacité des réservoirs:

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte de l'apport et de la distribution; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité des réservoirs est calculée pour satisfaire les variations journalières du débit de consommation en prenant en considération bien entendu le jour de la plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie.

Deux méthodes peuvent être appliquées pour déterminer le volume des réservoirs :

- Méthode analytique
- Méthode graphique

III-6-1-Méthode analytique :

La méthode analytique consiste à calculer pour chaque heure de la journée, le résidu dans le réservoir afin de déterminer son volume qui sera :

$$V_r = \frac{a * Q_{\max,j}}{100} \quad (\text{m}^3) \dots \dots \dots \quad (\text{III-1})$$

V_r : capacité résiduelle (m^3),

a : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

Q_j : Consommation maximale journalière (m^3/j).

Le volume total se détermine en ajoutant le volume d'incendie au volume de régulation :

$$V_t = V_r + V_{inc} \quad (\text{m}^3) \dots \dots \dots \quad (\text{III-2})$$

V_t : capacité totale du réservoir (m^3).

V_{inc} : volume d'incendie estimé à 120 m^3 .

III-6-2-Méthode graphique

Cette méthode est basée sur le traçage des courbes de la consommation maximale journalière et celle caractérisant l'apport de la station de pompage; en additionnant en valeur absolue les écarts de deux extremums de la courbe de consommation par rapport à celle d'apport, on obtiendra le résidu maximal journalier.

$$R_{max} = |V|^+ |V| \quad (\%) \dots\dots\dots (III-3)$$

Le volume de régulation V_r est calculé selon la formule suivante :

$$V_r = \frac{Q_{max.j} * R_{max}}{100} \quad (m^3) \dots\dots\dots (III-4)$$

Dont le volume total sera :

$$V_t = V_r + V_{inc} .$$

III-7-Dimensionnement des réservoirs:

En utilisons la méthode analytique, on calcul les différentes capacités des réservoirs

III-7-1-Réservoirs de stockage :

Les réservoirs de stockage du réseau d'adduction constituent les réservoirs de tête des réseaux de distribution des différentes localités à desservir. Dans cette présente étude onze communes sont concernées par le projet d'alimentation en eau potable.

III-7-1-1-Réservoir de DJEBAHIA :

Estimation de la capacité totale du réservoir par la méthode analytique

Tableau III -01: Détermination de la capacité du réservoir DJEBAHIA;(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de DJEBAHIA :

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{22,49 * 1492,28}{100} \Rightarrow V_r = 335,61m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 335,61 + 120 \Rightarrow V_t = 455,61m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 500m^3$.

III-7-1-2-Réservoir de SOUK EL KHEMIS :

Tableau III -02: Détermination de la capacité du réservoir SOUK EL KHEMIS ; (voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de SOUK EL KHEMIS :

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{22,49 * 1229,39}{100} \Rightarrow V_r = 276,49m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 335,61 + 120 \Rightarrow V_t = 396,49m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 500m^3$.

III-7-1-3-Réservoir d'AIN BESSEM :

Tableau III -03: Détermination de la capacité du réservoir d'AIN BESSEM ; (voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir d'AIN BESSEM :

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 4360,12}{100} \Rightarrow V_r = 835,40m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 835,40 + 120 \Rightarrow V_t = 955,40m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 1000m^3$.

III-7-1-4-Réservoir d'EL HACHIMIA:

Tableau III -04: Détermination de la capacité du réservoir d'EL HACHIMIA;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir d'EL HACHIMIA:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 2171,28}{100} \Rightarrow V_r = 416,02m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 416,02 + 120 \Rightarrow V_t = 536,02m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 750m^3$.

III-7-1-5-Réservoir d'ABDELAZIZ:

Tableau III -05: Détermination de la capacité du réservoir d'ABDELAZIZ;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir d'ABDELAZIZ:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{22,49 * 277,33}{100} \Rightarrow V_r = 62,37m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 62,37 + 120 \Rightarrow V_t = 182,37m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 200m^3$.

III-7-1-6-Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:

Tableau III -06: Détermination de la capacité du réservoir de SOUR EL GHOZLANE;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de SOUR EL GHOZLANE:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{5,95 * 8317,12}{100} \Rightarrow V_r = 494,87m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 494,87 + 120 \Rightarrow V_t = 614,87m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 750m^3$.

III-7-1-7-Réservoir de DIRAH:

Tableau III -07: Détermination de la capacité du réservoir de DIRAH; (voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de DIRAH:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 2157,69}{100} \Rightarrow V_r = 413,41m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 413,41 + 120 \Rightarrow V_t = 533,41m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 750m^3$.

III-7-1-8-Réservoir de SIDI AISSA:

Tableau III -08: Détermination de la capacité du réservoir de SIDI AISSA;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de SIDI AISSA:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{5,95 * 9794,58}{100} \Rightarrow V_r = 582,78m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 582,78 + 120 \Rightarrow V_t = 702,78$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 750m^3$.

III-7-1-9-Réservoir de BOUTI SAYEH:

Tableau III -09: Détermination de la capacité du réservoir de BOUTI SAYEH; (voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de BOUTI SAYEH:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 5054,63}{100} \Rightarrow V_r = 968,47m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 968,47 + 120 \Rightarrow V_t = 1088,47m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 1100m^3$.

III-7-1-10-Réservoir de SI HADJERES:

Tableau III -10: Détermination de la capacité du réservoir de SI HADJERES;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir de SI HADJERES:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 1561,66}{100} \Rightarrow V_r = 299,21m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 299,21 + 120 \Rightarrow V_t = 419,21m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 500m^3$.

III-7-1-11-Réservoir d'AIN EL HADJEL:

Tableau III -11: Détermination de la capacité du réservoir d'AIN EL HADJEL;

(voir l'annexe-III)

Calcul de la capacité du réservoir d'AIN EL HADJEL:

- Le volume résiduel sera : $V_r = \frac{19,16 * 5460,12}{100} \Rightarrow V_r = 1046,16m^3$
- La capacité totale sera : $V_t = 1046,16 + 120 \Rightarrow V_t = 1166,16m^3$
- La capacité normalisée sera : $V_n = 1200m^3$.

Forme des réservoirs :

Ce qui concerne la forme des réservoirs, on opte pour la forme circulaire puisque nos volumes sont tous inférieur à 10000 m³.

La hauteur de l'eau dans la cuve est comprise entre 3 et 6 m en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importante peuvent présenter des hauteurs d'eau comprise entre 7 et 10 m.

- Le diamètre D de la cuve :

$$S = \frac{V_n}{h} \Rightarrow \frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{V_n}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times V_n}{\pi \times h}} \dots\dots\dots (III-5)$$

- Réévaluation de la hauteur d'eau h :

$$h = \frac{4 \times V_n}{\pi \times D^2} \dots\dots\dots (III-6)$$

- La section de la cuve :

$$S = \frac{V_n}{h} \dots\dots\dots (III-7)$$

- La hauteur totale du réservoir :

On a : $H = h + R \dots\dots\dots (III-8)$

R: marge de sécurité

- La hauteur de la réserve d'incendie :

$$\text{On a : } h_{inc} = \frac{V_{inc}}{S} \dots\dots\dots (III-9)$$

Les dimensions des différents réservoirs sont citées dans le tableau suivant :

Tableau III-12: Tableau donnant les dimensions des réservoirs :

Réservoirs	Volume en (m ³)	D (m)	S (m ²)	h (m)	h _{inc}	R (m)	H (m)
DJEBAHIA	500	14,5	165,02	3,03	0,73	0,5	3,53
SOUK EL KHEMIS	500	14,5	165,02	3,03	0,73	0,5	3,53
AIN BESSEM	1000	18	254,45	3,93	0,47	0,5	4,43
EL HACHIMIA	750	18	254,24	2,95	0,47	0,5	3,45
ABDELAZIZ	200	9	63,49	3,15	1,89	0,5	3,65
SOUR EL GHOZLANE	750	18	254,24	2,95	0,47	0,5	3,45
DIRAH	750	18	254,24	2,95	0,47	0,5	3,45
SIDI AISSA	750	18	254,24	2,95	0,47	0,5	3,45
BOUTI SAYEH	1100	16,74	226,80	4,85	0,53	0,5	5,35
SI HADJERES	500	14,5	165,02	3,03	0,73	0,5	3,53
AIN EL HADJEL	1200	17,5	240,48	4,99	0,50	0,5	5,49

III-7-2-Bâches de reprise pour différentes stations de pompage :

Pour toutes les stations de pompage, l'alimentation des pompes en eau se fait à partir d'une bache de reprise à surface libre. La bache de reprise se situe à un niveau plus élevé que celui de l'axe des pompes afin de se mettre à l'abri d'éventuels problèmes d'amorçage et de cavitation.

La bache de reprise dans notre cas joue un rôle transitoire. Son dimensionnement est basé sur le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge qui est généralement, estimé à un quart d'heure (15min).

Le volume de la bache de reprise est déterminé selon la formule suivante :

$$V_{bache} = \frac{Q_{max,j} * t}{24} \dots\dots\dots III-10$$

avec :

Q_{max,j} : débit maximal journalier total.

T: le temps de fonctionnement de la station de pompage (T = 24h)

t : temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge (t=0,25h)

III-7-2-1- Bâche de la station de pompage :(SP1) :

La station de pompage (SP1) se situe à l'aval immédiat de la station de traitement. Les pompes sont alimentées par la bache de reprise. La bache de reprise est alimentée par la station de traitement. La station de pompage (SP1) alimente la bache de reprise de la station de pompage (SP2). Le débit entrant à la station de pompage (SP1) est de 4226,37m³/h, soit un débit de 1173,99 l/s.

Alors le volume de la bache de (SP1) est déterminé par la relation suivante:

$$V_{\text{bâche}} = \frac{Q_{\text{max } j} * t}{24}$$

$$V_{\text{bache}} = \left(\frac{101432,98}{24} \right) * \left(\frac{1}{4} \right) = 1056,59 \text{ m}^3 \quad V_{\text{bâche}} = 1056,59 \text{ m}^3$$

En choisi un volume normalise de 1100 m³.

III-7-2-2- Bâche de la station de pompage :(SP4)

La station de pompage (SP4) se situe à 2646 m de la station de pompage (SP1). Les pompes sont alimentées par la bâche de reprise de la station de pompage (SP4). La bâche de reprise elle même est alimentée par une conduite de refoulement qui provient de la station de pompage (SP1). La station de pompage (SP4) alimente les réservoirs de DJEBAHIA et AIN ECHRIKI.

Alors le volume de la bâche de reprise (SP4) est calculé comme suit:

$$V_{\text{bâche}} = \frac{Q_{\text{max } j} * t}{24}$$

$$V_{\text{bache}} = \left(\frac{101432,98}{24} \right) * \left(\frac{1}{4} \right) = 1056,59 \text{ m}^3 \quad V_{\text{bâche}} = 1056,59 \text{ m}^3$$

En choisi un volume normalise de 1100 m³.

III-7-2-3- Bâche de la station de pompage :(SP6)

La station de pompage (SP6) se situe à 6587 m du réservoir tampon d'AIN ECHRIKI. La bâche de reprise elle même est alimentée par une conduite gravitaire. La station de pompage (SP6) alimente le réservoir de FEID EL LOUZ.

Alors le volume de la bâche de reprise (SP6) est calculé par la méthode analytique:

Tableau III-13: Evaluation du volume résiduel de la bâche (SP6)

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	5	-	0,83	3,33
01 - 02	4,17	5	-	0,83	4,17
02 - 03	4,17	5	-	0,83	5,00
03 - 04	4,17	5	-	0,83	5,83
04 - 05	4,17	5	-	0,83	6,67
05 - 06	4,17	5	-	0,83	7,50
06 - 07	4,17	5	-	0,83	8,33
07 - 08	4,17	5	-	0,83	9,17
08 - 09	4,17	5	-	0,83	10,00
09 - 10	4,17	5	-	0,83	10,83
10 - 11	4,17	5	-	0,83	11,67
11 - 12	4,17	5	-	0,83	12,50
12 - 13	4,17	5	-	0,83	13,33
13 - 14	4,17	5	-	0,83	14,17
14 - 15	4,17	5	-	0,83	15,00
15 - 16	4,17	5	-	0,83	15,83
16 - 17	4,17	5	-	0,83	16,67
17 - 18	4,17	-	4,17	-	12,50
18 - 19	4,17	-	4,17	-	8,33
19 - 20	4,17	-	4,17	-	4,17

20 - 21	4,17	-	4,17	-	0,00
21 - 22	4,17	5	-	0,83	0,83
22 - 23	4,17	5	-	0,83	1,67
23 - 00	4,17	5	-	0,83	2,50
Total	100 %	100 %	16,67	16,67	-

$$V_{bache} = \frac{a * Q_{max,j}}{100} \quad (m^3)$$

V_{bache} : capacité de la bache (m^3),

a : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

Q_j : La consommation maximale journalière (m^3/j).

$$V_{bache} = \frac{16,67 * 99940,70}{100} = 16660,11 \quad V_{bache} = 16660,11 m^3$$

En choisi un volume normalise de 18000 m^3 .

III-7-2-4- Bâche de la station de pompage :(SP9)

La station de pompage (SP9) se situe à 20401m du réservoir tampon de FEID EL LOUZ. La bache de reprise elle même est alimentée par une conduite gravitaire. La station de pompage (SP9) alimente la station de pompage (SP10).

Alors le volume de la bache de reprise (SP9) est calculé par la méthode analytique:

Tableau III-14: Evaluation du volume résiduel de la bache (SP9)

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	5	-	0,83	3,33
01 - 02	4,17	5	-	0,83	4,17
02 - 03	4,17	5	-	0,83	5,00
03 - 04	4,17	5	-	0,83	5,83
04 - 05	4,17	5	-	0,83	6,67
05 - 06	4,17	5	-	0,83	7,50
06 - 07	4,17	5	-	0,83	8,33
07 - 08	4,17	5	-	0,83	9,17
08 - 09	4,17	5	-	0,83	10,00
09 - 10	4,17	5	-	0,83	10,83
10 - 11	4,17	5	-	0,83	11,67
11 - 12	4,17	5	-	0,83	12,50
12 - 13	4,17	5	-	0,83	13,33
13 - 14	4,17	5	-	0,83	14,17
14 - 15	4,17	5	-	0,83	15,00
15 - 16	4,17	5	-	0,83	15,83
16 - 17	4,17	5	-	0,83	16,67
17 - 18	4,17	-	4,17	-	12,50
18 - 19	4,17	-	4,17	-	8,33
19 - 20	4,17	-	4,17	-	4,17
20 - 21	4,17	-	4,17	-	0,00
21 - 22	4,17	5	-	0,83	0,83
22 - 23	4,17	5	-	0,83	1,67
23 - 00	4,17	5	-	0,83	2,50
Total	100 %	100 %	16,67	16,67	-

$$V_{bache} = \frac{a * Q_{max,j}}{100} \quad (m^3)$$

V_{bache} : capacité de la bache (m^3),

a : fraction horaire du débit maximum journalier (%).

Q_j : La consommation maximale journalière (m^3/j).

$$V_{bache} = \frac{16,67 * 32623,1}{100} = 5438,27 \quad V_{bache} = 5438,27 m^3$$

On choisi un volume normalise de $6000 m^3$.

III-7-2-5- Bâche de la station de pompage :(SP10) :

La station de pompage (SP10) se situe à 14958 m de la station de pompage (SP9). Les pompes sont alimentées par la bache de reprise de la station de pompage (SP10). La bache de reprise elle même est alimentée par une conduite de refoulement qui provient de la station de pompage (SP9). La station de pompage (SP10) alimente les réservoirs de SOUR EL GHOZLANE et COL DE DIRAH. Alors le volume de la bache de reprise (SP10) est calculé comme suit:

$$V_{bache} = \frac{Q_{max,j} * t}{24}$$

$$V_{bache} = \left(\frac{32345,77}{24} \right) * \left(\frac{1}{4} \right) = 336,94 m^3 \quad V_{bache} = 336,94 m^3$$

En choisi un volume normalise de $500 m^3$.

Les dimensions des bâches de reprise sont regroupées dans les tableaux suivants:

Tableau III-15: Tableau donnant les dimensions des bâches de reprise circulaire

Bâche de reprise	Volume (m^3)	D (m)	S (m^2)	h (m)	R (m)	H (m)
SP 1	1100	16,74	226,80	4,85	0,50	5,35
SP 4	1100	16,74	226,80	4,85	0,50	5,35
SP10	500	14,5	165,02	3,03	0,50	3,53

Tableau III-16: Tableau donnant les dimensions des bâches de reprise rectangulaire

Bâche de reprise	Volume (m^3)	L(m)	h (m)	l (m)	S (m)	R (m)	H
SP 6	2x9000	50	6	30	1500	0,50	6,5
SP 9	6000	35	7	24,5	857,5	0,50	7,5

III-7-3-Réservoir tampon:

III-7-3-1-Réservoir d'AIN ECHRIKI:

Le réservoir d' AIN ECHRIKI joue le rôle, de tampon et de mise en charge, qui sert à transiter le débit refoulé par (SP4) gravitairement vers (SP6) .

Le volume d' AIN ECHRIKI sera déterminé selon la formule suivante :

$$V_t = \frac{Q_{tr}}{2} * t$$

Avec :

Q_{tr} : débit transite ($Q_{tr}=3050,31 \text{ m}^3/\text{h}$).

t : le temps de stockage ($t = 4$ heures)

$$V_t = \left(\frac{4164,20}{2} \right) * 4 = 8328,4$$

$$V_t=8328,4\text{m}^3$$

V_{inc} : 120 m^3

$$V_t = V + N * V_{inc}$$

N :nombre de réservoir ($N = 10$ réservoirs)

$$V_t = 8328,4 + 10*120 = 9528,4 \text{ m}^3$$

On opte pour un réservoir de capacité égale a 10000 m^3 .

Il est intéressant de partage le volume du réservoir en deux compartiment de 5000 m^3 pour assure une continuité de l'alimentation pendant le nettoyage, ou en cas de panne.

III-7-3-2-Réservoir de FEID EL LOUZ:

Le réservoir de FEID EL LOUZ joue le rôle, de tampon et de mise en charge, qui sert à transiter le débit refoulé par (SP6) gravitairement vers les différentes localités et la (SP9).

Le volume de FEID EL LOUZ sera détermine selon la formule suivante :

$$V_t = \frac{Q_{tr}}{2} * t$$

avec :

Q_{tr} : débit transite ($Q_{tr}=3050,31 \text{ m}^3/\text{h}$).

t : le temps de stockage ($t = 4$ heures)

$$V_t = \left(\frac{4164,20}{2} \right) * 4 = 8328,4$$

$$V_t=8328,4\text{m}^3$$

V_{inc} : 120 m^3

$$V_t = V + N * V_{inc}$$

N :nombre de réservoir ($N = 10$ réservoirs)

$$V_t = 8328,4 + 10*120 = 9528,4 \text{ m}^3$$

On opte pour un réservoir de capacité égale a 10000 m^3 .

Il est intéressant de partage le volume du réservoir en deux compartiments de 5000 m^3

III-7-3-3-Réservoir de COL DE DIRAH:

Le réservoir de COL DE DIRAH joue le rôle, de tampon et de mise en charge, qui sert à transiter le débit refoulé par (SP10) gravitairement vers les différentes localités jusqu'à AIN EL HADJEL.

Le volume de COL DE DIRAH sera détermine selon la formule suivante :

$$V_t = \frac{Q_{tr}}{2} * t$$

Avec :

Q_{tr} : débit transite ($Q_{tr}=3482,73 \text{ m}^3/\text{h}$).

t : le temps de stockage ($t = 4$ heures)

$$V_t = \left(\frac{1001,20}{2} \right) * 4 = 2002,4$$

$$V_t=2002,4\text{m}^3$$

V_{inc} : 120 m^3

$$V_t = V + N * V_{inc}$$

N: nombre de réservoir (N = 5réservoirs)

$$V_t = 2002,4 + 5 * 120 = 2602,4 \text{ m}^3$$

On opte pour un réservoir de capacité égale à 3000m^3 .

Les dimensions des réservoirs tampon sont regroupées dans le tableau suivant:

Tableau III-17: Tableau donnant les dimensions des réservoirs tampon:

Réservoirs tampon	Volume (m ³)	D (m)	S (m ²)	h (m)	h _{inc}	R (m)	H (m)
AIN ECHRIKI	2*5000	33	854,70	5,85	0,14	0,50	6,35
FEID EL LOUZ	2*5000	33	854,70	5,85	0,14	0,50	6,35
COL DE DIRAH	3000	25,5	510,20	5,88	0,24	0,50	6,38

III-8-Dispositifs de régulation :[6]

III-8-1-Robinets à flotteurs :

Ils sont disposés sur l'arrivée d'eau au réservoir. Ils permettent, notamment dans le cas de petites installations, de supprimer le dispositif de télétransmission électrique d'arrêt de pompage lorsque le réservoir est plein. La fermeture assez lente du robinet à flotteur ralentit la vitesse dans la conduite de refoulement, ce qui permet, au moyen d'un relais à palette disposé à la station de pompage, de couper la marche de la pompe.

Le schéma d'un robinet à flotteur est donné dans la figure III-2.

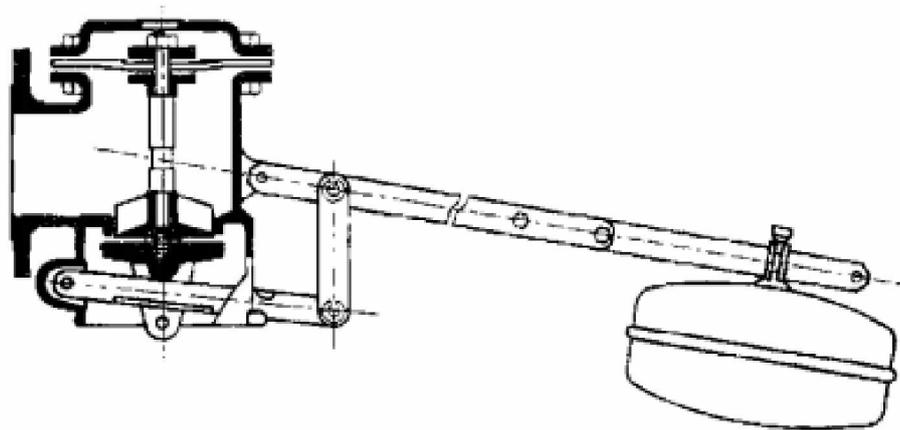


Figure III-2 : Schéma d'un robinet à flotteur

III-8-2- Robinets automatiques de remplissage :

Un piston, assurant la fermeture du robinet, reçoit sur une face la pression de refoulement et sur l'autre la contre-pression statique du réservoir avec un tarage d'ajustement par ressort.

Tant que le niveau de trop-plein n'est pas atteint, le robinet reste ouvert et le réservoir se remplit.

Une fois le réservoir plein, le piston se plaque sur l'orifice et empêche le passage de l'eau refoulée.

Le rôle de ce robinet est semblable à celui du robinet à flotteur, mais il peut être placé sur la conduite d'alimentation, au pied du réservoir.

Le schéma d'un robinet automatique de remplissage est donné dans la figure III-3.

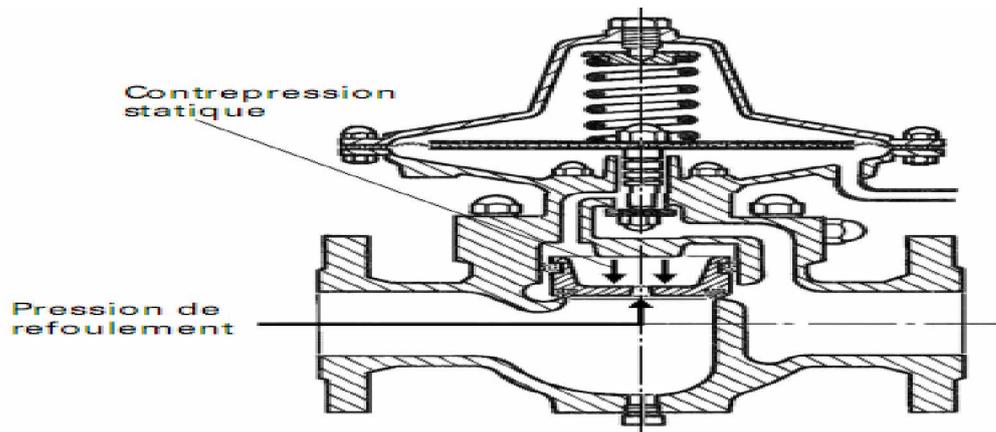


Figure III-3 : Schéma d'un robinet automatique de remplissage

Conclusion :

Dans ce chapitre, on a déterminé la capacité des dix réservoirs pour satisfaire les besoins des agglomérations, l'acheminement de l'eau jusqu'à ces réservoirs s'effectuera par l'intermédiaire de cinq stations de reprise et trois réservoirs tampon.



CHAPITRE IV

ETUDE D'ADDUCTION

Introduction :

Le but de ce chapitre est de faire une étude techno-économique pour dimensionner le réseau d'adduction afin de combler le déficit de différentes agglomérations en eau potable.

IV-1-Définition :

On définit par adduction des eaux le transport des eaux brutes (non traitées) ou traitées des zones de captage ou des stations de traitement aux zones d'utilisation (réservoirs de distribution, bâches,...). Toutefois, dans la plupart des cas, lorsque les distances à parcourir sont assez longues, ces conduites sont construites en amiante ciment, béton précontraint, en acier, en fonte ou en polyéthylène, elles sont soit enterrées soit posées sur le sol. Ce mode d'adduction présente les avantages suivants :

- Permet d'avoir des vitesses plus grandes que dans le cas des aqueducs.
- L'eau est isolée du milieu extérieur, donc moins de pertes et pas de risque de contamination.

IV-2-Type d'adduction :

D'après leur fonctionnement, on distingue trois types d'adduction :

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement
- Adduction mixte

IV-2-1-Adduction gravitaire :

Dans une adduction gravitaire, le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération et l'écoulement peut être à surface libre, c'est-à-dire sans pression, grâce à la pente, ordinairement uniforme sur tout le parcours ou en charge, c'est-à-dire sous pression.

IV-2-2-Adduction par refoulement :

Dans une adduction par refoulement, le point à alimenté se trouve à une altitude supérieure à celle du captage donc l'écoulement est en charge par pompage.

IV-2-3-Adduction mixte :

C'est une adduction où la conduite par refoulement se transforme en conduite gravitaire ou l'inverse. Le relais entre les deux types de conduite est assuré par un réservoir appelé réservoir tampon.

IV-3-Type d'écoulement :

On distingue deux types d'écoulement :

IV-3-1-Ecoulement à surface libre :

L'écoulement à surface libre se fait sans charge c'est-à-dire à la pression atmosphérique. On rencontre ce type d'écoulement dans les aqueducs fermés et les canaux à ciel ouvert.

IV-3-2-Ecoulement en charge :

L'écoulement en charge se manifeste grâce à une certaine pression qui est supérieure à la pression atmosphérique. On rencontre ce type d'écoulement dans des réseaux sous pression ou dans les adductions par refoulement.

IV-4-Etude des variantes :

L'étude des variantes a pour objet le choix du tracé le plus économique possible de la conduite et le plus direct entre la source et le réservoir ainsi que le choix de l'emplacement adéquat des stations de pompage.



Dans notre cas, le tracé présente un linéaire total d'environ 119 km:

- longueur des adductions principales 114km;
- longueur des adductions secondaires 5km.

Le barrage de koudiat acerdoune alimente la station de traitement (ST) par une conduite gravitaire d'eau brute. L'eau traitée est stockée dans des réservoirs.

- La station de pompage (SP1) refoule vers la station de pompage (SP4) ;
- La station de pompage(SP4) refoule vers le réservoir de DJEBAHIA et le réservoir tampon (AIN ECHERIKI) ;
- Le réservoir tampon (AIN ECHERIKI) alimente gravitairement la station de pompage(SP6) ;
- La station de pompage(SP6) refoule vers le réservoir tampon (FAID EL LOUZ) ;
- Le réservoir tampon (FAID ELOUZ) alimente gravitairement la station de pompage (SP9) ;
- La station de pompage (SP9) refoule vers la station de pompage (SP10) ;
- La station de pompage (SP10) refoule vers le réservoir de SOUR EL GHOZLANE et le réservoir tampon (COL DE DIRAH) ;
- Le réservoir tampon (COL DE DIRAH) alimente gravitairement les réservoirs de SIDI AISSA ET AIN EL HADJEL.

IV-5-Proposition de variantes :

Avant de lancer notre étude on opte pour l'étude des variantes suivantes :

IV-5-1-Proposition de variantes pour les stations de reprise :

-Variante N°1 :

Cette variante comporte quatre stations de reprise ;

- la première SR1 (401NGA) qui est alimentée par refoulement à partir de la SP1 (202NGA) à une longueur de 2646m et qui refoule vers le réservoir tampon d'AIN ECHERIKI (619,21NGA) à une longueur de 5612m.
- la deuxième SR2 (598NGA) qui est alimentée gravitairement à partir de réservoir tampon d'AIN ECHRIKI (619,21NGA) à une longueur de 6587m et qui refoule vers le réservoir tampon de FEID EL LOUZ (717,20NGA) à une longueur de 1300m.
- la troisième SR3 (700,5NGA) qui est alimentée gravitairement à partir de réservoir de FEID EL LOUZ (717,20NGA) à une longueur de 20401m et qui refoule vers la SR4 (805NGA) à une longueur de 14958m.
- la quatrième SR4 (805NGA) qui est alimentée per refoulement à partir de la SR3 (700,5NGA) à une longueur de 14958m et qui refoule vers le réservoir tampon de COL DE DIRAH (1048,46NGA) à une longueur de 6511m.

Le schéma explicatif pour la variante N°01 est représenté dans la figure IV-1 ;

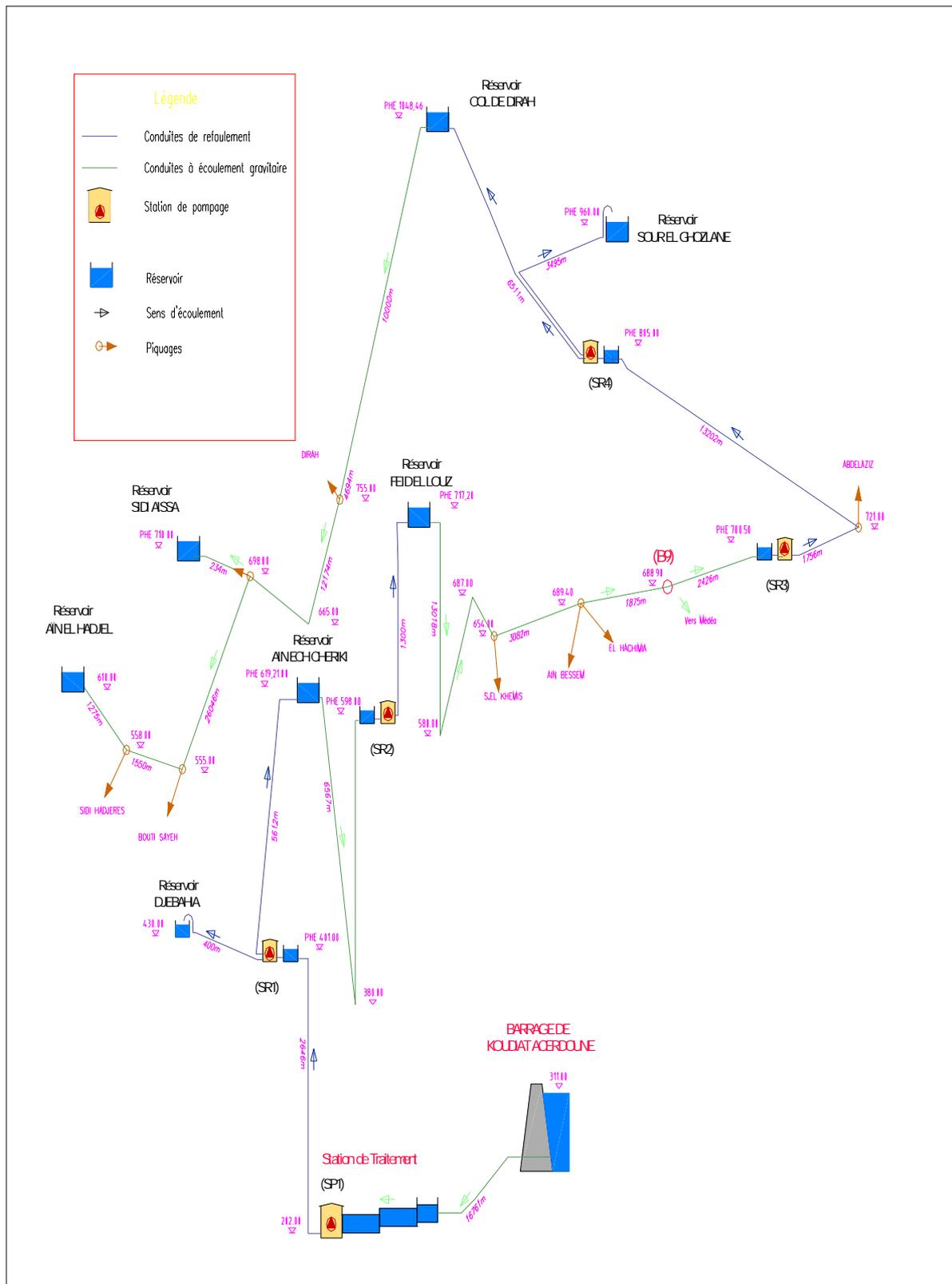


Figure IV-1 : Schéma vertical pour la variante N°1 (quatre stations de reprise)



-Variante N°2 :

Cette variante comporte six stations de reprise ;

-la première SR1 (334NGA) qui est alimentée par refoulement à partir de la SP1 (202NGA) à une longueur de 2752m et qui refoule vers la SR2 (466NGA) à une longueur de 2752m.

-la deuxième SR2 (466NGA) qui est alimentée par refoulement à partir de la SR1 (334NGA) et qui refoule vers le réservoir tampon d'AIN ECHERIKI (619,21NGA) à une longueur de 2752m.

-la troisième SR3 (598NGA) qui est alimentée gravitairement à partir de réservoir tampon d'AIN ECHRIKI (619,21NGA) à une longueur de 6587m et qui refoule vers le réservoir tampon de FEID EL LOUZ (717,20NGA) à une longueur de 1300m.

- la quatrième SR4 (700,5NGA) qui est alimentée gravitairement à partir de réservoir de FEID EL LOUZ (717,20NGA) à une longueur de 20401m et qui refoule vers la SR5 (871NGA) à une longueur de 7156m.

-la cinquième SR5 (871NGA) qui est alimentée par refoulement à partir de la SR4 à une longueur de 7156m et qui refoule vers la SR6 (937NGA) à une longueur de 7156m.

-la sixième SR6 (937NGA) qui est alimentée par refoulement à partir de la SR5 (871NGA) à une longueur de 7156m et qui refoule vers le réservoir tampon de COL DE DIRAH (1048,46NGA) à une longueur de 7156m.

Le schéma explicatif pour la variante N°02 est représenté dans la figure IV-2 ;

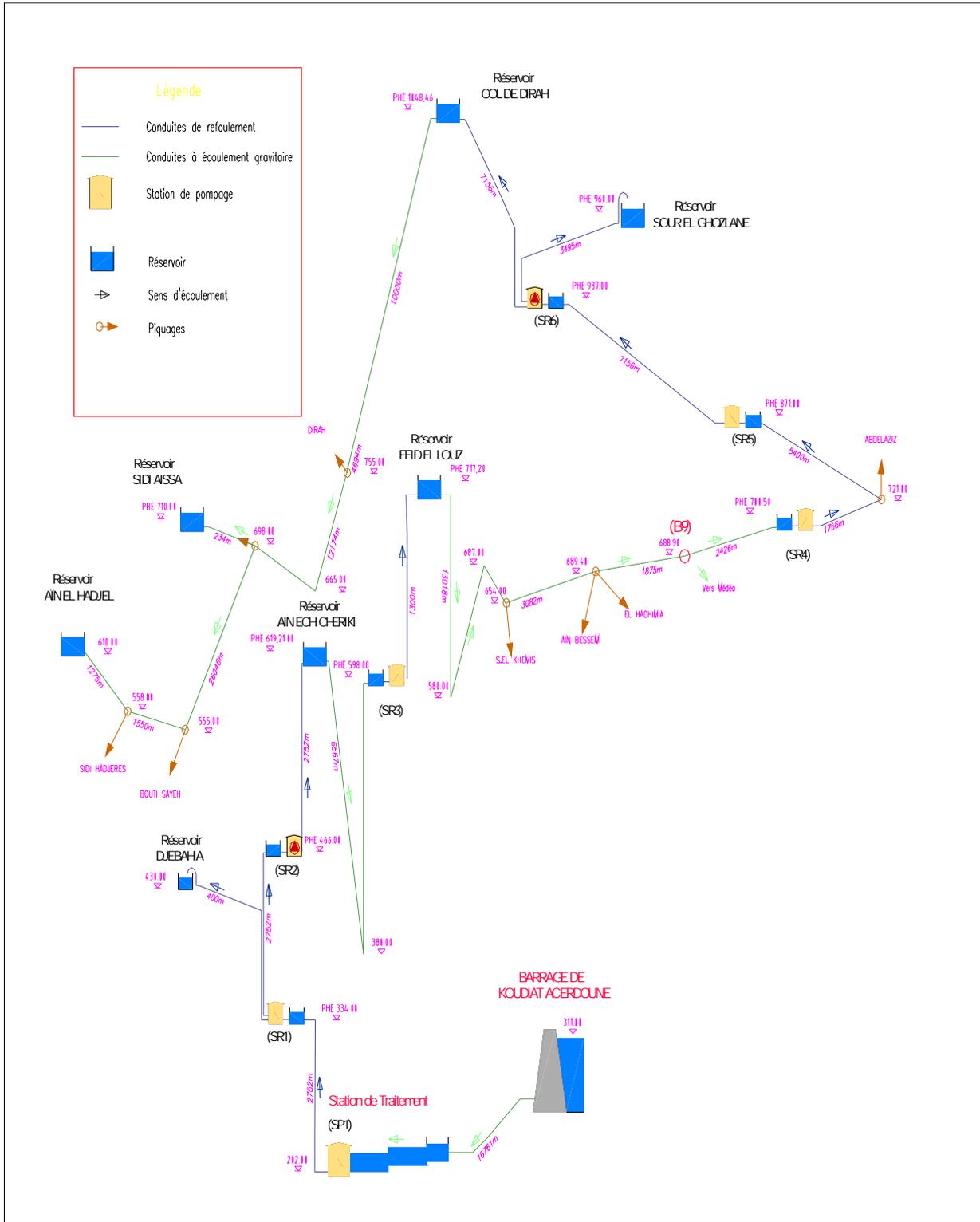


Figure IV-2 : Schéma vertical pour la variante N°2 (six stations de reprise)



IV-5-2-Proposition de variantes des tracés :

Pour le tracé, on a proposé des variantes pour les localités de SOUR EL GHOZLANE et DJEBAHIA par ce que la conduite traverse la ville, cette conduite a un diamètre important implique une largeur de tranchée importante et ces deux localités ont beaucoup d'infrastructures par exemple la cimenterie de SOUR EL GHOZLANE.

Pour la localité de DJEBAHIA :

-Variante N°1 :

La conduite traverse la ville de DJEBAHIA, avec une longueur de 1800m.

-Variante N°2 :

La conduite est projetée hors de la ville de DJEBAHIA, avec une longueur de 2000m.

Pour la localité de SOUR EL GHOZLANE :

-Variante N°1 :

La conduite traverse la ville de SOUR EL GHOZLANE, avec une longueur de 4500m.

-Variante N°2 :

La conduite est projetée hors de la ville de SOUR EL GHOZLANE, avec une longueur de 6000m.

IV-6-Choix de variantes :

IV-6-1-Pour les stations de reprise :

-Pour la variante N°1, la hauteur maximale de refoulement est égale à 199m avec quatre stations de reprises. L'inconvénient de cette variante c'est la mise en place des groupes électropompes.

-Pour la variante N°2, la hauteur maximale de refoulement est égale à 170,5m avec six stations de reprises. L'inconvénient de cette variante c'est la mise en place des groupes électropompes et le cout pour la construction de ces six stations de reprises.

Donc on opte pour la variante N°1.

IV-6-2-Pour le tracé :

Pour le tracé, on opte pour la variante N°2 pour les deux localités pour éviter la traversée dans la ville malgré la longueur en plus pour le tracé.

IV-7-Choix du matériau des conduites :

Les matériaux susceptibles d'être utilisés pour les conduites sont la fonte, l'acier, le PEHD et l'amiante de ciment.

- ***Fonte :***

La fonte est un matériau noble apte à prendre en charge les grandes pressions, il n'est pas sensible à la corrosion et sa pose se fait sans grande contrainte

Néanmoins elle nécessite beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite

- ***Acier :***

L'acier est un matériau apte à prendre en charge les grandes pressions, il est très sensible à la corrosion surtout qu'il s'agit de sol agressif, une protection cathodique est indispensable.

Pour une conduite maîtresse alimentant une ville, l'acier n'est pas recommandé pour éviter une perturbation de l'alimentation en cas de fuite.

- **PEHD :**

Le PEHD est un matériau apte à prendre en charge de grandes pressions, il est incorrodable, son collage se fait par chauffage.

Ils nécessitent beaucoup de pièces spéciales ainsi son prix devient onéreux mais acceptable par rapport à la longévité de la conduite.

- **Amiante Ciment :**

L'amiante ciment reste déconseillé pour l'alimentation en eaux potables. Il nécessite beaucoup de pièces spéciales dont la disponibilité reste aléatoire

Le choix du matériau des conduites enterrées pour le transport du fluide dépend aussi bien de leur faisabilité technique qu'économique.

-Sur le plan technique :

Résistance aux attaques chimiques, aux pressions et à la résistance des charges mobiles ;

Adaptation aux terrains de pose ;

Bonne étanchéité ;

Facilité d'entretien et de mise en service.

-Sur le plan économique :

Du prix de la fourniture et du transport ;

De leur disponibilité sur le marché local.

Conclusion :

Dans notre cas, on opte pour des conduites en fonte ductile pour tous les tronçons du projet, vu les avantages qu'elles présentent à savoir:

-souple et plus résistante.

-supporte des pressions de service atteignant 50 bars.

-une épaisseur de conduite voisine du 1/20^{ème} du rayon.

-des longueurs jusqu'à 7m à partir du diamètre de 800mm.

-différents types de joints sont utiliser pour assembler ces conduites.

IV-8-Calcul hydraulique :

Le calcul hydraulique comporte des tronçons gravitaire et des tronçons par refoulement.

IV-8-1-Calcul du diamètre avantageux pour les conduites gravitaire :

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbakh :

$$\Delta H_t = \frac{\lambda * L * V^2}{D * 2g} \quad \text{Sachant que } Q=V*S \Rightarrow \Delta H_t = \frac{8 * \lambda * L * Q^2}{g * \pi * D^5} \quad (IV-1)$$

En tenant compte du matériau de la conduite et du régime d'écoulement, on déduit la formule de perte de charge ;

$$\Delta H_t = \frac{K' * L_e * Q^\beta}{D_{av}^m} \quad (IV-2)$$

ΔH_t : Perte de charge totale (m);

K' : Coefficient de perte de charge;

L_{eq} : Longueur équivalente de la conduite (m) ;

$$L_e = L_g + L_{e_e} \quad (IV-3)$$

L_g : Longueur géométrique de la conduite (m) ;

L_{e_e} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière j (m) ;

Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à **15%** des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_t = 1,15 * \Delta H_p^{lin} \Rightarrow L_{eq} = 1,15 * L_g$$

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{av} = \sqrt[m]{\frac{K' * L_e * Q^\beta}{\Delta H_t}} \quad (IV-4)$$

Avec :

ΔH_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m).

Q : Débit véhiculé par la conduite (m^3/s) ;

D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement ;

m : Exposant tenant compte du type du matériau.

Selon le type de matériau les coefficients K' , m et β sont donnés dans le tableau IV-1

Tableau IV-1: Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau :

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

Dans notre cas, on prend : $K' = 0,001735$; $\beta = 2$; $m = 5,3$

IV-8-1-1- Calcul des longueurs des différents tronçons

Les longueurs des différents tronçons sont présentées dans le tableau suivant:

Tableau IV-2: Longueurs des différents tronçons de l'adduction :

N° du tronçon	Point de départ	Point d'arrivé	Longueur (géométrique)	Longueur équivalente
1	Réservoir tampon AIN ECHERIKI	SP6	6587	7575,05
2	Réservoir tampon FEID EL LOUZ	Piquage (Souk El Khemis)	13018	14970,7
3	Piquage (Souk El Khemis)	Piquage(Ain Bessem et El Hachimia)	3082	3544,3
4	Piquage(Ain Bessem et El Hachimia)	Piquage(W de Médéa)	1875	2156,25
5	Piquage(W de Médéa)	SP9	2426	2789,9
6	Réservoir tampon COL DE DIRAH	Piquage(Dirah)	14694	16898,1
7	Piquage(Dirah)	Point intermédiaire(S.Aissa-B.Sayeh)	12174	14000,1
8	Point intermédiaire(S.Aissa-B.Sayeh)	Réservoir(Sidi Aissa)	234	269,1
9	Point intermédiaire(S.Aissa-B.Sayeh)	Piquage(Bouti Sayeh)	26046	29952,9
10	Piquage(Bouti Sayeh)	Piquage(Sidi Hadjeres)	1550	1782,5
11	Piquage(Sidi Hadjeres)	Réservoir(Ain El Hadjel)	1275	1466,25
	total		82961	95405,15

IV-8-1-2- Les altitudes des différents points :

Les altitudes des différents points de notre adduction sont données dans le tableau ci-après:

Tableau IV-3: Les altitudes des différents points de l'adduction :

N° du point	Points	Cote de terrain naturel
1	Réservoir tampon _{AIN ECHERIKI}	619,21
2	SP6	592,73
3	RT _{FEID EL LOUZ}	717,20
4	Piquage (Souk El Khemis)	654,89
5	Piquage(Ain Bessem et El Hachimia)	684,82
6	Piquage(W de Médéa)	688,98
7	SP9	715,85
8	Réservoir tampon _{COL DE DIRAH}	1048,46
9	Piquage(Dirah)	759,34
10	Point intermédiaire(S.Aissa-B.Sayeh)	694,1
11	Réservoir(Sidi Aissa)	708,69
12	Piquage(Bouti Sayeh)	551,54
13	Piquage(Sidi Hadjeres)	560,73
14	Réservoir(Ain El Hadjel)	607,95

IV-8-1-3- Dimensionnement des différents tronçons :

IV-8-1-3-1-Tronçon (Ain Echeriki-SP6) :

- Charge disponible :

$$\Delta H_d = C_{r_{RTAINECHERIKI}} - C_{terrainSP6} \quad (IV-5)$$

$$\Delta H_d = 619,21 - 592,73 = 26,48m$$

- Calcul des diamètres avantageux des tronçons de l'adduction :

$$D_{av} = \sqrt[5,3]{\frac{0,001735 * 7575,05 * (1,15672)^2}{26,48}} = 0,925 m = 925 mm$$

$$900 < D_{av} < 1000 mm$$

$$\text{On suppose que: } \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \frac{K^*L_1 * Q^\beta}{D_1^m} + \frac{K^*L_2 * Q^\beta}{D_2^m}$$

Avec : $L_1 + L_2 = L_{eq}$; $D_1 = 1000 mm$ et $D_2 = 900 mm$

Donc on a un système de deux équations à deux inconnus

$$\begin{cases} 0,001735 * (1,15672)^2 \left(\frac{L_1}{1^{5,3}} + \frac{L_2}{0,9^{5,3}} \right) = 26,48m \\ L_1 + L_2 = 7575,05m \end{cases} \Rightarrow L_1 = 5079,23m; L_2 = 2495,82m$$

D'autre part on a :

$$\begin{cases} L_{r1} = \frac{5079,23}{1,15} = 4416,72m \\ L_{r2} = \frac{2495,82}{1,15} = 2170,28m \end{cases}$$

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

$$V = \frac{4 * 1,15672}{\pi * 1^2} = 1,47 \text{ m/s}$$

$$V = \frac{4 * 1,15672}{\pi * 0,9^2} = 1,82 \text{ m/s}$$

Donc : le tronçon (Ain Echeriki-SP6) est composé de deux conduites de diamètre 1000 mm et 900 mm sur des longueurs respectives égales à 4416,72m et 2170,28 m

- Vitesse d'écoulement :

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire moyennant l'équation de continuité :

$$Q = V * S \Rightarrow Q = V * \frac{\pi * D^2}{4} \text{ Ainsi: } V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m³/s) ;

S : section de la canalisation (m²) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

IV-8-1-3-2-Tronçon (Feid El Louz-SP9) :

- La charge disponible :

$$\Delta H_d = C r_{FEIDELLOUZ} - C t_{SP9}$$

$$\Delta H_d = 717,20 - 715,85 = 1,35 \text{ m}$$

- Calcul du gradient hydraulique :

$$I = \frac{\Delta H_d}{L_{eq}} = \frac{1,35}{23461,15} = 0,00006m/ml$$

Les résultats pour le calcul des diamètres avantageux de tous les tronçons sont regroupés dans le tableau IV-6.

Tableau IV-6: Diamètres normalisés pour différents tronçons de l'adduction :

N° du tronç	Débit (m ³ /s)	L _g (m)	L _{eq} (m)	I (m/m) *10 ⁻⁴	ΔH _i (m)	D _{calculé} (mm)	D (mm)	V (m/s)	L _{eq} (m)	ΔH _i (m)	C _p (m)	C _T (m)	P (m)
2-3	1,16	13018	14970,7	0,6	0,90	1992,45	2000	2,31	14970,7	0,88	716,32	654,89	61,43
3-4	1,14	3082	3544,3	0,6	0,21	1988,57	2000	2,28	3544,3	0,20	716,12	684,82	31,3
4-5	1,07	1875	2156,25	0,6	0,13	1931,55	2000	2,13	2156,25	0,11	716,01	688,98	27,03
5-6	0,38	2426	2789,9	0,6	0,17	1302,58	1400	1,08	2789,9	0,12	715,89	715,85	0,04

IV-8-1-3-3-Tronçon (Col de Dirah-Ain El Hadjel) :

- La charge disponible :

$$\Delta H_d = C_{r_{COLDEDIRAH}} - C_{terrain_{AINELHADJEL}}$$

$$\Delta H_d = 1048,46 - 607,95 = 440,51 \text{ m}$$

- Calcul du gradient hydraulique :

$$I = \frac{\Delta H_d}{L_{eq}} = \frac{440,51}{64368,95} = 0,0068 \text{ m/ml}$$

Les résultats trouvés pour le calcul des diamètres avantageux de ces tronçons sont regroupés dans le tableau IV-7:

Tableau IV-7: Diamètres normalisés pour différents tronçons de l'adduction :

N° du tronç	Débit (m ³ /s)	L _g (m)	L _{eq} (m)	I (m/m) *10 ⁻²	ΔH _i (m)	D _{calculé} (mm)	D _{norm} (mm)	V (m/s)	L _{eq} (m)	ΔH _i (m)	C _p (m)	C _T (m)	P (m)
6-7	0,28	14694	16898,1	0,68	114,91	476,81	500	1,42	16898,1	89,34	935,12	759,34	175,78
7-8	0,25	12174	14000,1	0,68	95,20	460,18	500	1,30	14000,1	61,32	873,8	694,1	179,7
8-9	0,11	234	269,1	0,68	1,83	339,83	350	1,18	269,1	1,57	872,23	708,69	163,54
9-10	0,14	26046	29952,9	0,68	203,68	367,78	400	1,11	29952,9	130,5	743,29	551,54	191,75
10-11	0,08	1550	1782,5	0,68	12,12	299,73	300	1,15	1782,5	12,06	731,23	560,73	170,5
11-12	0,06	1275	1466,25	0,68	9,97	272,60	300	0,89	1466,25	6,00	725,23	607,95	117,28

- Les frais d'investissement :

Les frais d'investissement des conduites gravitaire figurent dans le tableau IV-8:

Tableau IV-8: Frais d'investissement de la conduite gravitaire

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
2000	15367,72	17975	276234767
1400	11527,06	2426	27964647,6
1000	9186,62	4417	40577300,5
900	8100,4	2171	17585968,4
500	6125,96	26868	164592293

400	5249,74	26046	136734728
350	4455,52	234	1042591,68
300	3749,3	2825	10591772,5
Investissement (DA)			675324069

IV-8-2-Calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement :

Pour le calcul des diamètres économiques des conduites de refoulement, on utilise en première approximation les deux formules approchées de BRESS et de BONNIN:

-Formule de BRESSE

$$D = 1,5 * \sqrt{Q} \quad (IV-6)$$

-Formule de BONNIN

$$D = \sqrt{Q} \quad (IV-7)$$

Q: débit à élever en m³/s.

Remarque : La formule de Bress n'est valable que pour les petits linéaire (longueur de conduite ≤ 1 Km)

A partir de ces deux diamètres déterminés, on choisit une gamme de diamètres parmi lesquels on optera pour celui qui présentera les frais les moins élevés.

IV-8-2-1- Calcul des pertes de charge :

IV-7-2-1-1- pertes de charge linéaires :

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de:

- diamètre D de la conduite en (m);
- débit Q en (m³/s);
- la rugosité absolue K_s exprimée en mm;

- la longueur du tronçon L en (m).

$$\Delta H_l = I * L = \lambda \frac{L V^2}{D 2g} \quad (IV-8)$$

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s).

ΔH_l : Pertes de charge linéaires en (m)

I:gradient hydraulique en (m/m)

Le coefficient λ est obtenu par les formules suivantes:

$$\lambda = (1,14 - 0,86Ln \frac{K_s}{D})^{-2} \quad (IV-9) \quad (\text{Formule de Nikuradzé})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \log\left(\frac{K_s}{3,7 * D} + \frac{2,51}{R_e * \sqrt{\lambda}}\right) \quad (IV-10) \quad (\text{Formule Colebrook})$$

R_e: nombre de Reynolds, est calculé comme suit:

$$R_e = \frac{V * D}{\nu} \quad (IV-11)$$

ν : viscosité cinématique de l'eau, donnée par la formule de STOCKS.

$$\nu = \frac{0,0178}{(1 + 0,0337 * t + 0,000221 * t^2)} \quad (IV-12)$$

t: température de l'eau en degré;

A t= 20°C: $\nu=0.01$ Stocks =10⁻⁶ m²/s

La rugosité absolue est déterminée en mesurant l'épaisseur de rugosité des parois du tuyau.

$$K_s = K_0 + \alpha T \quad (IV-13)$$

D'où :

K_0 : rugosité absolue des tuyaux neufs, égale à 0,8 mm.

α : vieillissement déterminé à partir de l'abaque de « PETER-LAMONT » (voir Annexe IV)

$\alpha = 0,04$ mm/an

T: temps de service, T=15 ans.

Alors, $K_s = 0,8 + 0,04 * 15 = 1,4$ mm.

IV-7-2-1-2- pertes de charge singulières :

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite (coude, vannes, clapets,.....). Elles sont estimées à 15 % des pertes de charge linéaires

$$\Delta H_s = 0,15 * \Delta H_l \quad (IV-14)$$

IV-7-2-1-3- pertes de charge totales :

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors:

$$\begin{aligned} \Delta H_t &= \Delta H_l + \Delta H_s \Leftrightarrow \Delta H_t = \Delta H_l + 0,15 * \Delta H_l \\ \Rightarrow \Delta H_t &= 1,15 * \Delta H_l \end{aligned} \quad (IV-15)$$

IV-8-2-2- Calcul de la hauteur manométrique totale :

La hauteur manométrique totale est la somme de pertes et de la hauteur géométrique.

$$HMT = Hg + \Delta H_a + \Delta H_r = Hg + \Delta H_t \quad (IV-16)$$

Hg: la hauteur géométrique (m)

ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration (m)

ΔH_r : pertes de charge au refoulement (m)

IV-8-2-3- Puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance fournie à pompe, définie comme suit:

$$P = \frac{g * Q * HMT}{\eta} \quad [\text{kw}] \quad (IV-17)$$

η : rendement de la pompe en (%) ($\eta=82\%$)

Q: débit refoulé par la pompe en (m^3/s)

g: pesanteur (9.81 m/s^2)

IV-8-2-4- Energie consommée par la pompe :

$$E = P * t * 365 \quad [\text{Kwh}] \quad (IV-18)$$

t: c'est le temps de pompage par jour en (heure); dans notre cas t =24h

P: puissance de la pompe en (kW)

IV-8-2-5- Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation sont définis par la formule suivante:

$$F_{ex} = E * e \quad [\text{DA}] \quad (IV-19)$$

E: énergie consommée par la pompe en (Kw H)

e: prix unitaire d'un Kw H imposé par la SONELGAZ. ($e=4,67\text{DA}$)

IV-8-2-6- Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement sont donnés par la formule suivante:

$$F_{am} = P_{rc} * A \quad [\text{DA}] \quad (IV-20)$$

P_{rc} : prix de la conduite en (DA)

A: Amortissement annuel. Il est donné par la formule suivante:

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (IV-21)$$

i: Taux d'annuité annuel, $i = 8 \%$

n: nombre d'années d'amortissement, $n = 15$ ans

$$A = \frac{0,08}{(0,08 + 1)^{15} - 1} + 0,08 = 0,1168 = 11,683 \%$$

• **Tronçon SP 1 – SP 4**

- $Q = 1,174 \text{ m}^3/\text{s}$
- $L = 2646 \text{ m}$
- $H_g = 187,8\text{m}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux IV-9, IV-10, IV-11 et IV-12:

Tableau IV-9: Calcul de la HMT du tronçon SP1-SP4 :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
600	4,16666667	2500000	0,02478449	0,03655167	2646	111,223068	299,023068
700	3,06122449	2142857,14	0,02378146	0,01622676	2646	49,376417	237,176417
800	2,34375	1875000	0,02296102	0,00803572	2646	24,4518859	212,251886
900	1,85185185	1666666,67	0,02227207	0,00432545	2646	13,1619173	200,961917
1000	1,5	1500000	0,02168172	0,00248644	2646	7,56597544	195,365975
1100	1,23966942	1363636,36	0,02116768	0,00150728	2646	4,58649515	192,386495
1200	1,04166667	1250000	0,02071419	0,00095465	2646	2,90491113	190,704911

Tableau IV-10: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP1-SP4 :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F_{amort} (DA)
600	11527,06	2646	134670,642
700	12769,28	2646	149183,498
800	15367,72	2646	179541,073
900	18078,16	2646	211207,143
1000	20852,6	2646	243620,926
1100	22751,76	2646	265808,812
1200	24234,12	2646	283127,224

Tableau IV-11: Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP1-SP4 :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F_{exploit} (DA)
600	4201,2741	36803161,1	171870763
700	3332,32866	29191199	136322900
800	2982,139	26123537,6	121996921
900	2823,51494	24733990,9	115507737
1000	2744,89195	24045253,5	112291334
1100	2703,03026	23678545,1	110578805
1200	2679,404	23471579,1	109612274

Tableau IV-12: Bilan du tronçon SP1-SP4 :

Diamètre	F _{amort} (DA)	F _{exploit} (DA)	Bilan
600	134670,642	171870763	172005433
700	149183,498	136322900	136472083
800	179541,073	121996921	122176462
900	211207,143	115507737	115718944
1000	243620,926	112291334	112534955
1100	265808,812	110578805	110844614
1200	283127,224	109612274	109895401

Le diamètre économique est de 1000mm avec une vitesse de 1,50m/s

• **Tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :**

- Q = 0,0173m³/s
- L = 400 m
- Hg = 21,3m

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-13, IV-14, IV-15 et IV-16:

Tableau IV-13: Calcul de la HMT du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
150	0,97777778	146666,667	0,03756104	0,01220191	400	5,6128765	26,9128765
200	0,55	110000	0,03420245	0,00263666	400	1,21286221	22,5128622
250	0,352	88000	0,03189812	0,00080577	400	0,37065444	21,6706544
300	0,24444444	73333,3333	0,03018391	0,00030642	400	0,14095271	21,4409527
350	0,17959184	62857,1429	0,02884012	0,00013546	400	0,06231047	21,3623105
400	0,1375	55000	0,02774731	6,6845E-05	400	0,03074858	21,3307486
450	0,10864198	48888,8889	0,02683413	3,5873E-05	400	0,01650171	21,3165017

Tableau IV-14: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
150	1956,65	400	9143816,78
200	2812,17	400	13141832,8
250	3749,3	400	17521228,8
300	4455,52	400	20821536,1
350	5249,74	400	24533085
400	6125,96	400	28627836,3
450	7014,35	400	32779460,4

Tableau IV-15: Calcul des frais d'exploitation du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F _{exploit} (DA)
150	40,6167041	355802,328	231206,692
200	39,6927011	347708,061	193406,468
250	39,5158374	346158,736	186171,119
300	39,4676001	345736,177	184197,767

350	39,4510852	345591,506	183522,157
400	39,4444572	345533,445	183251,011
450	39,4414654	345507,237	183128,617

Tableau IV-16: Bilan du tronçon SR1 – Réservoir de DJEBAHIA :

Diamètre	F _{amort} (DA)	F _{exploit} (DA)	Bilan
150	9143816,78	231206,692	9375023,47
200	13141832,8	193406,468	13335239,3
250	17521228,8	186171,119	17707399,9
300	20821536,1	184197,767	21005733,8
350	24533085	183522,157	24716607,1
400	28627836,3	183251,011	28811087,3
450	32779460,4	183128,617	32962589

Le diamètre économique est de 150mm avec une vitesse de 0,99m/s

• **Tronçon SR1 – Réservoir Tampon d'Ain Echeriki :**

- $Q = 1,157\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 5612\text{ m}$
- $H_g = 208,21\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-17, IV-18, IV-19 et IV-20:

Tableau IV-17: Calcul de la HMT du tronçon SR1 – Réservoir Tampon d'Ain Echeriki :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
600	4,08333333	2450000	0,02478449	0,03510422	5612	226,555622	434,765622
700	3	2100000	0,02378146	0,01558418	5612	100,577201	308,787201
800	2,296875	1837500	0,02296102	0,0077175	5612	49,8072237	258,017224
900	1,81481481	1633333,33	0,02227207	0,00415416	5612	26,8101431	235,020143
1000	1,47	1470000	0,02168172	0,00238797	5612	15,4114997	223,6215
1100	1,21487603	1336363,64	0,02116768	0,00144759	5612	9,34245281	217,552453
1200	1,02083333	1225000	0,02071419	0,00091685	5612	5,91715334	214,127153

Tableau IV-18: Calcul des frais d'amortissement du tronçon SR1 – Réservoir d'Ain Echeriki :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
600	11527,06	5612	755771643
700	12769,28	5612	837217792
800	15367,72	5612	1007584500
900	18078,16	5612	1185294488
1000	20852,6	5612	1367200636
1100	22751,76	5612	1491719053
1200	24234,12	5612	1588909981

Tableau IV-19: Calcul des frais d'exploitation du tronçon SR1 – Réservoir d' Ain Echeriki :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F _{explo} (DA)
600	6017,15621	52710288,4	246157047
700	4273,61486	37436866,2	174830165
800	3570,95838	31281595,4	146085050
900	3252,67878	28493466,1	133064487
1000	3094,92156	27111512,8	126610765
1100	3010,92595	26375711,3	123174572
1200	2963,5198	25960433,5	121235224

Tableau IV-20: Bilan du tronçon SR1 – Réservoir d' Ain Echeriki :

Diamètre	F _{amort} (DA)	F _{explo} (DA)	Bilan
600	755771643	246157047	1001928690
700	837217792	174830165	1012047957
800	1007584500	146085050	1153669551
900	1185294488	133064487	1318358975
1000	1367200636	126610765	1493811400
1100	1491719053	123174572	1614893625
1200	1588909981	121235224	1710145205

Le diamètre économique est de 1000mm avec une vitesse de 1,50m/s

• **Tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :**

- $Q = 1,157\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 1300\text{m}$
- $H_g = 124,47\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-21, IV-22, IV-23 et IV-24:

Tableau IV-21: Calcul de la HMT du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
600	4,08333333	2450000	0,02478449	0,03510422	1300	52,4808105	176,950811
700	3	2100000	0,02378146	0,01558418	1300	23,2983538	147,768354
800	2,296875	1837500	0,02296102	0,0077175	1300	11,5376676	136,007668
900	1,81481481	1633333,33	0,02227207	0,00415416	1300	6,21047506	130,680475
1000	1,47	1470000	0,02168172	0,00238797	1300	3,57001952	128,04002
1100	1,21487603	1336363,64	0,02116768	0,00144759	1300	2,16414623	126,634146
1200	1,02083333	1225000	0,02071419	0,00091685	1300	1,37068769	125,840688

Tableau IV-22: Frais d'amortissement du tronçon SP6 – Réservoir de Feid El Louz :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
600	11527,06	1300	175071835
700	12769,28	1300	193938548
800	15367,72	1300	233403395
900	18078,16	1300	274569286
1000	20852,6	1300	316707204
1100	22751,76	1300	345551456
1200	24234,12	1300	368065391

Tableau IV-23: Frais d'exploitation du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F _{exploit} (DA)
600	2448,99922	21453233,1	100186599
700	2045,11402	17915198,8	83663978,3
800	1882,34612	16489352	77005273,9
900	1808,61777	15843491,7	73989106,3
1000	1772,07387	15523367,1	72494124,4
1100	1752,61658	15352921,3	71698142,4
1200	1741,63512	15256723,6	71248899,4

Tableau IV-24: Bilan du tronçon SP6 – Réservoir Tampon de Feid El Louz :

Diamètre	F _{amort} (DA)	F _{exploit} (DA)	Bilan
600	175071835	100186599	275258433
700	193938548	83663978,3	277602526
800	233403395	77005273,9	310408668
900	274569286	73989106,3	348558393
1000	316707204	72494124,4	389201328
1100	345551456	71698142,4	417249598
1200	368065391	71248899,4	439314291

Le diamètre économique est de 1000mm avec une vitesse de 1,50m/s

• **Tronçon SP9 – Réservoir d'ABDELAZIZ :**

- $Q = 0,378\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 1756\text{m}$
- $H_g = 20,65\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-25, IV-26, IV-27 et IV-28

Tableau IV-25: Calcul de la HMT du tronçon SP9 – Réservoir d'ABDELAZIZ :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
600	1,33333333	800000	0,02478449	0,00374289	1756	7,5583935	28,2083935
700	0,97959184	685714,286	0,02378146	0,00166162	1756	3,35547649	24,0054765
800	0,75	600000	0,02296102	0,00082286	1756	1,66167845	22,3116785
900	0,59259259	533333,333	0,02227207	0,00044293	1756	0,8944453	21,5444453
1000	0,48	480000	0,02168172	0,00025461	1756	0,5141615	21,1641615
1100	0,39669421	436363,636	0,02116768	0,00015435	1756	0,31168476	20,9616848

1200	0,33333333	400000	0,02071419	9,7756E-05	1756	0,19740924	20,8474092
------	------------	--------	------------	------------	------	------------	------------

Tableau IV-26: Frais d'amortissement du tronçon SP9 – Réservoir d'ABDELAZIZ :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F _{amort} (DA)
600	1956,65	1756	40141355,7
700	2812,17	1756	57692646,2
800	3749,3	1756	76918194,3
900	4455,52	1756	91406543,3
1000	5249,74	1756	107700243
1100	6125,96	1756	125676201
1200	7014,35	1756	143901831

Tableau IV-27: Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP9 – Réservoir d'ABDELAZIZ :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F _{exploit} (DA)
600	127,501939	1116916,98	5216002,31
700	108,504754	950501,643	4438842,67
800	100,848787	883435,371	4125643,18
900	97,3808928	853056,621	3983774,42
1000	95,66201	837999,208	3913456,3
1100	94,7468151	829982,1	3876016,41
1200	94,2302898	825457,338	3854885,77

Tableau IV-28: Bilan du tronçon SP9 – Réservoir d'ABDELAZIZ :

Diamètre	F _{amort} (DA)	F _{exploit} (DA)	Bilan
600	40141355,7	5216002,31	45357358
700	57692646,2	4438842,67	62131488,9
800	76918194,3	4125643,18	81043837,4
900	91406543,3	3983774,42	95390317,7
1000	107700243	3913456,3	111613699
1100	125676201	3876016,41	129552218
1200	143901831	3854885,77	147756717

Le diamètre économique est de 600mm avec une vitesse de 1,34m/s

• **Tronçon Réservoir d'ABDELAZIZ – SP10 :**

- $Q = 0,375\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 13202\text{m}$
- $H_g = 124,7\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-29, IV-30, IV-31 et IV-32:

Tableau IV-29: Calcul de la HMT du tronçon Réservoir d'ABDELAZIZ – SP10 :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
600	1,333333333	800000	0,02478449	0,00374289	13202	56,8256896	181,52569
700	0,97959184	685714,286	0,02378146	0,00166162	13202	25,2272213	149,927221
800	0,75	600000	0,02296102	0,00082286	13202	12,4928696	137,19287
900	0,59259259	533333,333	0,02227207	0,00044293	13202	6,72463944	131,424639
1000	0,48	480000	0,02168172	0,00025461	13202	3,86558095	128,565581
1100	0,39669421	436363,636	0,02116768	0,00015435	13202	2,3433156	127,043316
1200	0,333333333	400000	0,02071419	9,7756E-05	13202	1,48416674	126,184167

Tableau IV-30: Frais d'amortissement du tronçon Réservoir d'ABDELAZIZ – SP10 :

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F_{amort} (DA)
600	1956,65	13202	301791673
700	2812,17	13202	433746193
800	3749,3	13202	578288155
900	4455,52	13202	687214798
1000	5249,74	13202	809714469
1100	6125,96	13202	944861736
1200	7014,35	13202	1081886091

Tableau IV-31: Calcul des frais d'exploitation du tronçon Réservoir d'ABDELAZIZ – SP10 :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	$F_{exploit}$ (DA)
600	815,050346	7139841,03	33343057,6
700	673,173224	5896997,44	27538978
800	615,995984	5396124,82	25199902,9
900	590,096631	5169246,49	24140381,1
1000	577,259458	5056792,86	23615222,6
1100	570,424487	4996918,51	23335609,4
1200	566,566909	4963126,12	23177799

Tableau IV-32: Bilan du tronçon Réservoir d'ABDELAZIZ – SP10 :

Diamètre	F_{amort} (DA)	$F_{exploit}$ (DA)	Bilan
600	301791673	33343057,6	335134730
700	433746193	27538978	461285171
800	578288155	25199902,9	603488058
900	687214798	24140381,1	711355179
1000	809714469	23615222,6	833329692
1100	944861736	23335609,4	968197346
1200	1081886091	23177799	1105063890

Le diamètre économique est de 600mm avec une vitesse de 1,33m/s

• **Tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :**

- $Q = 0,096\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 3495\text{m}$
- $H_g = 112,6\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-33, IV-34, IV-35 et IV-36:

Tableau IV-33: Calcul de la HMT du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
150	5,33333333	800000	0,03756104	0,3630319	3495	1459,11595	1571,71595
200	3	600000	0,03420245	0,07844599	3495	315,294056	427,894056
250	1,92	480000	0,03189812	0,02397334	3495	96,3548385	208,954839
300	1,33333333	400000	0,03018391	0,0091166	3495	36,6418799	149,24188
350	0,97959184	342857,143	0,02884012	0,00403014	3495	16,198148	128,798148
400	0,75	300000	0,02774731	0,00198877	3495	7,9933608	120,593361
450	0,59259259	266666,667	0,02683413	0,0010673	3495	4,28976394	116,889764

Tableau IV-34 : Frais d'amortissement du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE:

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F_{amort} (DA)
150	1956,65	3495	79894099,1
200	2812,17	3495	114826764
250	3749,3	3495	153091736
300	4455,52	3495	181928171
350	5249,74	3495	214357830
400	6125,96	3495	250135719
450	7014,35	3495	286410535

Tableau IV-35: Frais d'exploitation du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F_{explo} (DA)
150	1804,32991	15805930,1	73813693,4
200	491,222376	4303108,01	20095514,4
250	239,880155	2101350,15	9813305,22
300	171,329678	1500847,98	7008960,07
350	147,860274	1295256	6048845,52
400	138,441178	1212744,72	5663517,85
450	134,189449	1175499,57	5489583,01

Tableau IV-36: Bilan du tronçon Réservoir SP10-SOUR EL GHOZLANE :

Diamètre	F_{amort} (DA)	F_{explo} (DA)	Bilan
150	79894099,1	73813693,4	153707792
200	114826764	20095514,4	134922279
250	153091736	9813305,22	162905042
300	181928171	7008960,07	188937131
350	214357830	6048845,52	220406675

400	250135719	5663517,85	255799237
450	286410535	5489583,01	291900118

Le diamètre économique est de 300mm avec une vitesse de 1,36m/s

• **Tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DE DIRAH :**

- $Q = 0,278\text{m}^3/\text{s}$
- $L = 6511\text{m}$
- $H_g = 187,26\text{m}$

Les résultats du diamètre économique sont dans les tableaux IV-37, IV-38, IV-39 et IV-40:

Tableau IV-37: La HMT du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DE DIRAH :

Diamètre(mm)	V (m/s)	Re	λ	l (m/m)	L (m)	ΔH_t (m)	HMT (m)
450	1,72839506	777777,778	0,02683413	0,0090795	6511	67,9841241	255,244124
500	1,4	700000	0,02605492	0,00520567	6511	38,9782539	226,238254
600	0,97222222	583333,333	0,02478449	0,00199004	6511	14,9006871	202,160687
700	0,71428571	500000	0,02378146	0,00088346	6511	6,61501751	193,875018
800	0,546875	437500	0,02296102	0,0004375	6511	3,27584833	190,535848
900	0,43209877	388888,889	0,02227207	0,0002355	6511	1,76331777	189,023318
1000	0,35	350000	0,02168172	0,00013537	6511	1,01362276	188,273623

Tableau IV-38: Frais d'amortissement du tronçon SP10-Réservoir de COL DE DIRAH:

Diamètre en (mm)	Prix de ml (DA)	L (m)	F_{amort} (DA)
450	7014,35	6511	533567667
500	10178,12	6511	774229364
600	1956,65	6511	148838478
700	2812,17	6511	213916184
800	3749,3	6511	285201801
900	4455,52	6511	338922553
1000	5249,74	6511	399337291

Tableau IV-39: Frais d'exploitation du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DIRAH :

Diamètre en (mm)	P (K Watt)	E (KWh)	F_{exploit} (DA)
450	849,962933	7445675,29	34771303,6
500	753,373385	6599550,86	30819902,5
600	673,195088	5897188,97	27539872,5
700	645,603808	5655489,36	26411135,3
800	634,484375	5558083,12	25956248,2
900	629,447648	5513961,4	25750199,7
1000	626,951164	5492092,19	25648070,5

Tableau IV-40: Bilan du tronçon Réservoir SP10-Réservoir de COL DE DIRAH :

Diamètre	F_{amort} (DA)	F_{exploit} (DA)	Bilan
450	533567667	34771303,6	568338971
500	774229364	30819902,5	805049267

600	148838478	27539872,5	176378350
700	213916184	26411135,3	240327319
800	285201801	25956248,2	311158049
900	338922553	25750199,7	364672753
1000	399337291	25648070,5	424985361

Le diamètre économique est de 500mm avec une vitesse de 1,42m/s

IV-9-Traversée des conduites dans les parois de la cuve :

Pour assurer l'étanchéité du réservoir au niveau des traversées des conduites dans les voiles ou le radier de la cuve, deux cas sont possibles :

Ø **1^{er} cas** : La traversée peut être faite avec un manchon à bout lisse raccordé à la conduite extérieure au moyen d'un joint de type Gibault, en cas de tassement différentiel, le mouvement n'est pas transmis au manchon. Dans ce cas l'étanchéité est assurée par un produit bitumineux reposant sur une bague de forme de "U" (figure IV-3).

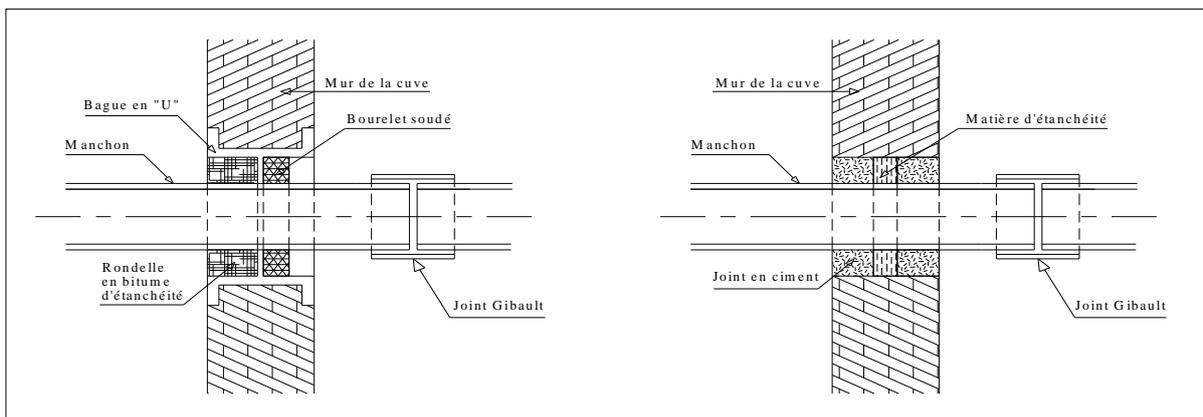


Figure IV-3: Traversée des conduites (manchon à bout lisse)

Ø **2^{eme} cas** : La traversée peut être réalisée également par des gaines en fonte comportant des cannelures. La gaine comporte un rétrécissement où vient s'insérer la rondelle en caoutchouc d'étanchéité, celle-ci est coincée grâce à un écrou vissé ou clavette (figure IV.4).

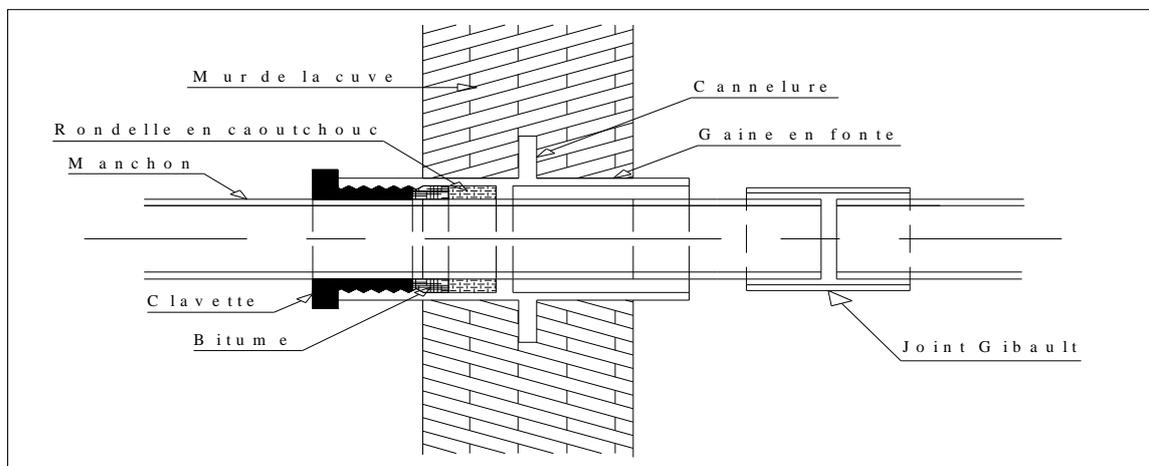


Figure IV-4: Traversée des conduites (Gaine en fonte)



Conclusion :

L'étude techno-économique de l'adduction nous a permis de récapituler comme suit :

L'adduction sera composée d'une partie gravitaire de 85Km de longueur et un diamètre qui varie de 2000mm à 300mm et d'une partie de refoulement de 35Km de longueur et un diamètre qui varie de 1000 à 150mm avec quatre stations de reprise qui refoulent un débit maximum de $1,174\text{m}^3/\text{s}$ et une hauteur maximale de 208,21m.

CHAPITRE V

ETUDE DU POMPAGE

Introduction :

Le bon fonctionnement d'une installation de pompage ne dépend pas seulement de la qualité des pompes, ou plus généralement de la qualité des appareils qui la constituent, mais aussi, et pour une très large part, de la façon dont l'installation a été conçue, puis réalisée et finalement exploitée.

Le refoulement des eaux se fait par une station de pompage. Cette dernière comporte principalement :

- La salle d'arrivée d'eau.
- La salle des commandes.
- La salle des machines, comportant généralement plusieurs groupes élévatoires.

Chaque groupe élévatoire est constitué d'un moteur et d'une pompe.

V-1-Définition :

Une pompe est un système d'élévation d'eau, c'est la transformation d'énergie mécanique en énergie hydraulique composée par des organes différents.

La pompe est entraînée par un moteur électrique.

Elle peut être une pompe à axe : -horizontal
-vertical
-oblique

V-2-Choix de variantes pour les stations de pompage :

Les conditions de choix de variantes pour la station de pompage sont telles :

- Qu'il est préférable de situer la prise d'eau le plus proche possible de la station de pompage, et si c'est possible proche de l'agglomération pour diminuer les coûts de projet.
- Qu'il ne faut jamais construire la prise d'eau, la station de pompage, dans les zones sismiques et les zones non stables, respectez les normes : distance minimale entre la station de pompage un aéroport et une prise d'eau doit être 30 km.
- Que le site de la prise d'eau doit être approuvé par les services de la santé publique et l'environnement.
- Que les différents ouvrages des stations de pompage ne doivent pas se trouver dans les lieux libres du tracé en cas de crue.
- Situer les ouvrages de sorte que la prise soit réparée sans interruption de l'adduction d'eau.

V-3-Choix du type de pompe :

Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé Q_{app} et la hauteur HMT avec le meilleur rendement;
- Vérifier la condition de non cavitation ;
- Encombrement et poids les plus faibles ;
- Vitesse de rotation la plus élevée ;
- Puissance absorbée minimale ;
- Etre fabriquée en série.

V-4-Couplage des pompes :

Il peut s'effectuer en série ou en parallèle

V-4-1- Couplage en série :

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

V-4-2- Couplage en parallèle:

Chaque conduite de refoulement aboutit à une conduite générale commune.

- Cette dernière sera composée de la somme des débits de chaque pompe.

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

V-5- Choix du nombre de pompes :

Les critères de choix du nombre de pompes sont :

- Nombre de pompes n minimal ;
- Meilleur rendement ;
- Charge nette d'aspiration requise (NPSH)_r minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

V-5-1- Refoulement : SP1 – SP4

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-1):

Tableau V-1: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	4226,4	195,37	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2113,2	195,37	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1408,8	195,37	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1056,6	195,37	150	12,2	78	3500	1	552	16	378
5	845,28	195,37	150	12,2	70	3500	1	480	15,5	410
6	704,4	195,37	150	11,1	68	3500	1	440	11,5	400

A partir du tableau (V-1), on déduit que la variante de quatre (04) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompe de quatre (04) en plus de deux (02) pompes de secours. Ces cinq (05) pompes sont identiques de type Multitec 150 12,2.

V-5-2- Refoulement : SP4 – Réservoir de DJEBAHIA :

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-2):

Tableau V-2: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	62,28	21,3	100	7.1	73,2	1750	1	4,18	1,2	220
2	31,14	21,3	50	4.1	64	1750	1	1,6	1,2	207
3	20,76	21,3	50	3.1	50	1750	1	1,5	1,1	202

A partir du tableau (V-2), on déduit que la première variante (01) pompe est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour une pompe (01), on plus d'une pompe de secours. Ces deux pompes sont de type Multitec 100 7.1.

V-5-3- Refoulement : SP4 – Réservoir d'AIN ECHERIKI :

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-3):

Tableau V-3: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	4165,2	208,21	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2082,6	208,21	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1388,4	208,21	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1041,3	208,21	150	12,2	79	3500	1	554	15	382
5	833,04	208,21	150	12,1	71	2900	1	540	19,5	418

A partir du tableau (V-3), on déduit que la quatrième variante (04) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompes (04) en plus de deux (02) pompes de secours. Ces cinq (05) pompes sont identiques de type Multitec 150 12.2.

V-5-4- Refoulement : SP6 – Réservoir de FEID ELOUZ:

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-4):

Tableau V-4: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	4165,2	124,47	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2082,6	124,47	-	-	-	-	-	-	-	-
3	1388,4	124,47	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1041,3	124,47	150	12,2	75	3500	1	558	15	328
5	833,04	124,47	150	11,2	72	3500	1	470	22	305
6	694,2	124,47	150	11.2	69	3500	1	420	21,5	300

A partir du tableau (V-4), on déduit que la quatrième variante (04) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompes (04) en plus de deux (02) pompes de secours. Ces cinq (05) pompes sont identiques de type Multitec 150 12.2

V-5-5- Refoulement : SP9 – SP10:

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-5):

Tableau V-5: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	1360,8	145,35	-	-	-	-	-	-	-	-
2	680,4	145,35	150	12.2	82	3500	1	460	15	306
3	453,6	145,35	150	12.2	72	2900	1	330	16,5	300

4	340,2	145,35	125	9.1	58	1450	1	320	15	290
---	-------	--------	-----	-----	----	------	---	-----	----	-----

A partir du tableau (V-5), on déduit que la deuxième variante (02) pompes est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompes (02) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (03) pompes sont identiques de type Multitec 150 12.2.

V-5-6- Refoulement : SP10 – Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-6):

Tableau V-6: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	345,6	112,6	125	10.1	72	3500	1	250	8,5	320
2	172,8	112,6	125	10.2	40,5	1450	1	290	8,7	230
3	115,2	112,6	65	5.1	35	1450	1	270	8,6	220

A partir du tableau (V-6), on déduit que la première variante (01) pompe est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompes (01), on plus d'une pompe de secours. Ces deux pompes sont de type Multitec 125 10.1.

V-5-7- Refoulement : SP10 – Réservoir de COL DE DIRAH:

On note le nombre, le type et les caractéristiques des pompes dans le tableau (V-7):

Tableau V-7: Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre :

n	Q appelé (m ³ /h)	HMT appelée (m)	Type de pompe	Hydraulique (indice)	η (%)	Vitesse (tr/min)	N ^{bre} d'étage	P _{abs} (Kw)	(NPSH) _r (m)	Ø roue (mm)
1	1000,8	187,26	150	12.2	76,4	3500	1	552	21	360
2	500,4	187,26	150	12.2	75,8	3500	1	390	9	320
3	333,6	187,26	100	8.1	55	1750	1	350	8,9	316
4	250,2	187,26	100	8.1	52	1750	1	310	8,8	308

A partir du tableau (V-7), on déduit que la deuxième variante (02) pompe est la meilleure du point de vue rendement, puissance absorbée et nombre de pompes en parallèle.

Conclusion:

On opte pour un nombre de pompes (02) en plus d'une (01) pompe de secours. Ces trois (03) pompes sont identiques de type Multitec 150 12.2.

V-6- Courbes caractéristiques des pompes :

Pour chaque pompe et pour une vitesse de rotation et un diamètre de la roue donnés, on distingue les courbes caractéristiques suivantes :

* [H-Q] * [P_{abs} - Q] * [η_p - Q] * [(NPSH)_r - Q]

Les courbes caractéristiques des pompes des stations de pompage SP1, SP4, SP6, SP9 et SP10 seront établies à base de la courbe individuelle (annexe V-1), la station de pompage (SP4-

DJEBAHIA) est établit dans (annexe V-2), la station de pompage (SP10-SOUR EL GHOZLANE) est dans (annexe V-3)

Ces courbes individuelles sont tirées du catalogue des pompes KSB après le choix du type et du nombre de pompe en parallèle.

Voici les différentes courbes caractéristiques pour des différentes pompes :

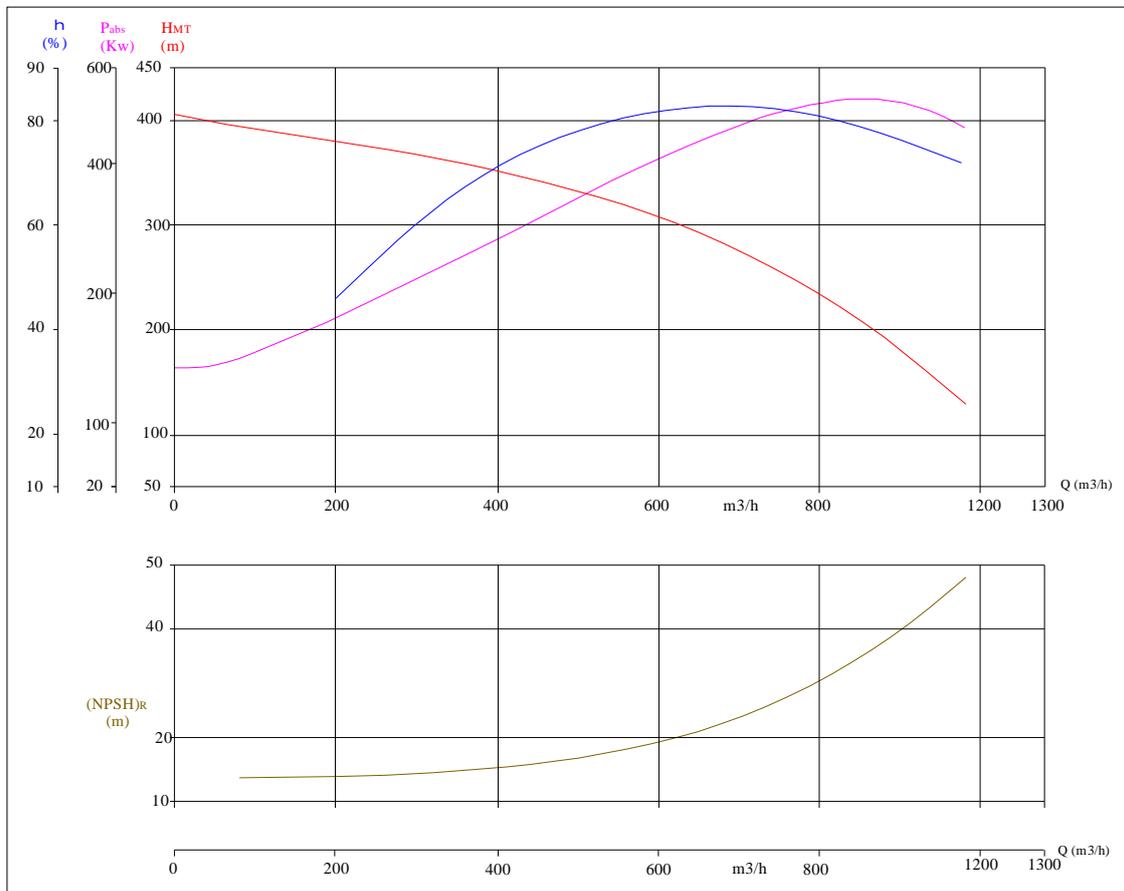


Figure V-1 : Courbe caractéristique de la pompe type 150 12.2

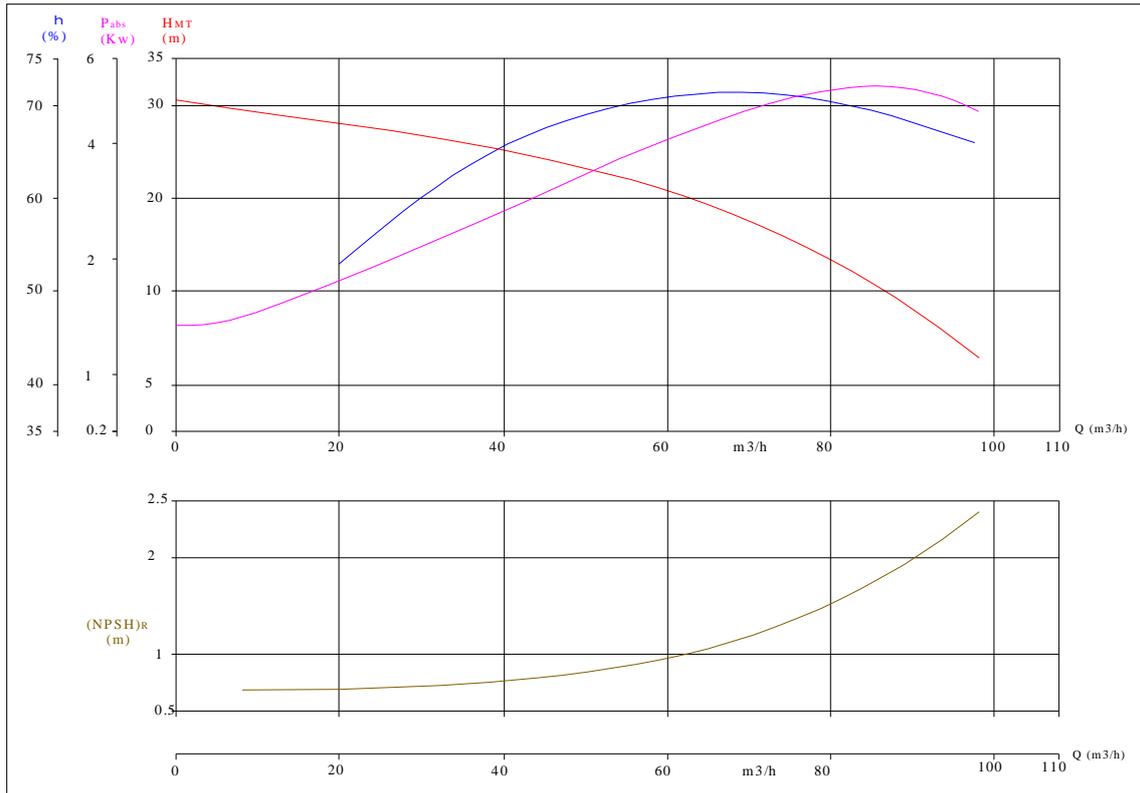
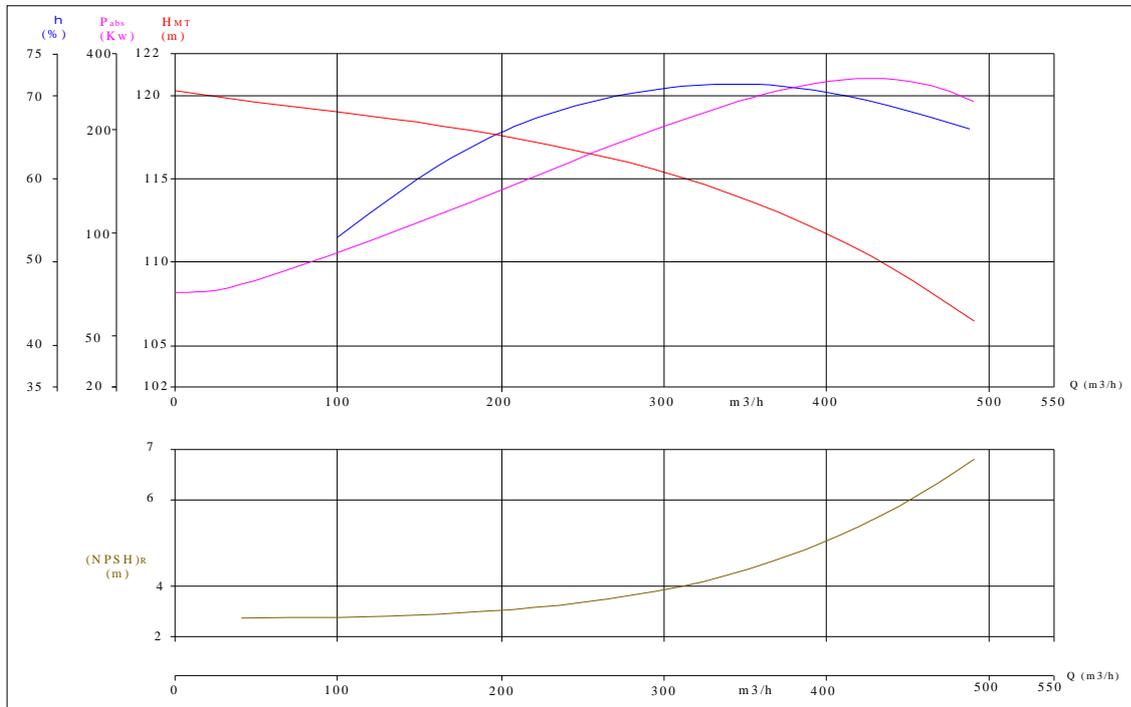


Figure V-2 : Courbe caractéristique de la pompe type 100 7.1



V-3 : Courbe caractéristique de la pompe type 125 10.1

Figure

V-7-Points de fonctionnement des pompes :

Le point de fonctionnement d'une pompe est le point d'intersection qui satisfait simultanément la courbe de la pompe et la courbe de charge de façon que le NPSH disponible soit supérieur à NPSH requis.

A delà, de petites bulles d'air se forment à l'intérieur de la pompe en quantité toujours plus croissante entraînant une baisse très rapide du rendement et du débit pompé. L'implosion et les chocs de ces petites bulles entre elles provoquent une importante érosion de la roue et des organes voisins de la pompe. On parle alors du phénomène de cavitation.

V-7-1-Courbes caractéristiques de la conduite :

La courbe caractéristique de la conduite est une parabole dont l'équation est la suivante :

$$H_c = H_g + \Delta h_t \quad (V-1)$$

Avec :

H_g : hauteur géométrique (m) ;

Δh_t : Perte de charge totale occasionnée par la conduite (m) ;

$$\Delta h_t = 1,1 * \Delta h_p^{lin} \quad (V-2)$$

Avec :

Δh_p^{lin} : Perte de charge linéaire (m) ;

$$\Delta h_p^{lin} = \frac{8 * \lambda * L_{ref} * Q^2}{\pi^2 * g * D_{ec}^{5,3}} \quad (V-3)$$

λ : Coefficient de frottement qui est en fonction de la rugosité de la paroi interne de la conduite et du régime d'écoulement ;

L_{ref} : longueur de la conduite de refoulement (m) ;

Q : débit refoulé par la pompe (m^3/s) ;

D_{ec} : diamètre économique de la conduite de refoulement (m) ;

g : accélération de la pesanteur (m/s^2).

V-7-2- Refoulement : SP 1 - Réservoir SP 4 :

Tableau V-8: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP1-Réservoir SP4) :

N°	Q	4Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	195,37	2646	1000	0,022	0,000	0,000	195,37
2	100	400	195,37	2646	1000	0,022	0,059	0,065	195,44
3	200	800	195,37	2646	1000	0,022	0,238	0,261	195,63
4	300	1200	195,37	2646	1000	0,022	0,534	0,588	195,96
5	400	1600	195,37	2646	1000	0,022	0,950	1,045	196,42
6	500	2000	195,37	2646	1000	0,022	1,485	1,633	197,00
7	600	2400	195,37	2646	1000	0,022	2,138	2,352	197,72
8	800	3200	195,37	2646	1000	0,022	3,800	4,181	199,55
9	1000	4000	195,37	2646	1000	0,022	5,938	6,532	201,90
10	1200	4800	195,37	2646	1000	0,022	8,551	9,406	204,78

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-4).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{Pf} = 4320 \text{ m}^3 / \text{h} \text{ w } Q_{app} = 4226,4 \text{ m}^3 / \text{h} \\ H_{Pf} = 203 \text{ m} \text{ w } H_{app} = 195,37 \text{ m} \end{array} \right.$$

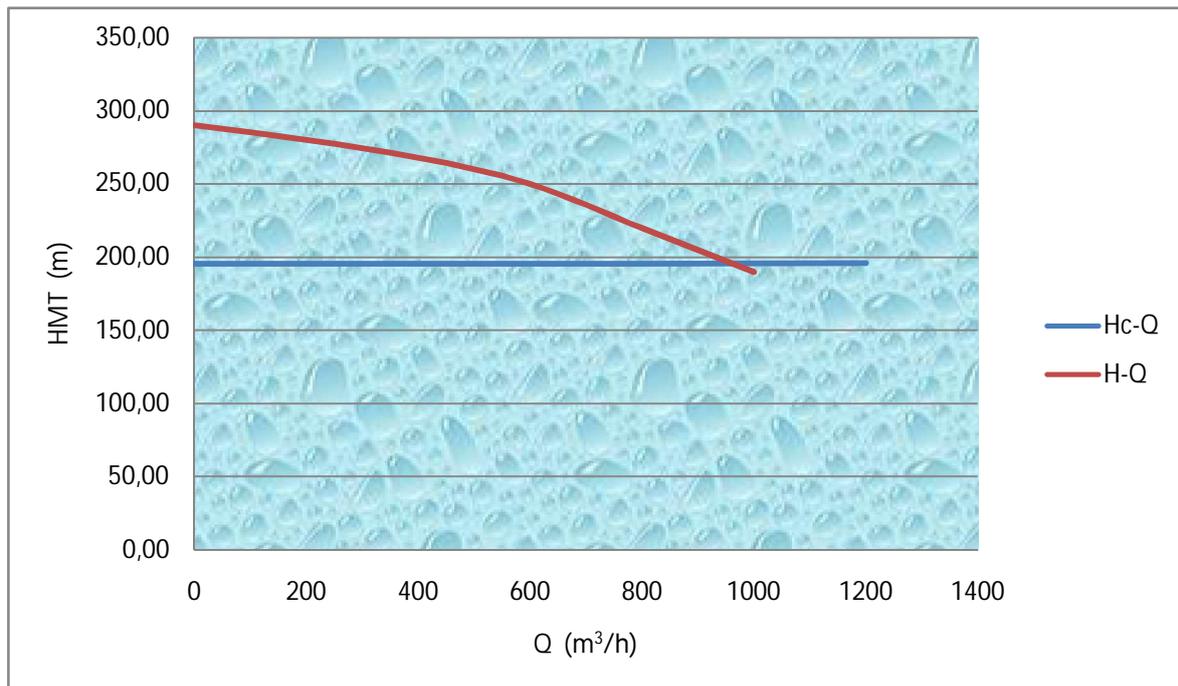


Figure (V-4) : Point de fonctionnement de la pompe SP1

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée.

V-7-3- Refoulement : SP 4 - Réservoir de DJEBAHIA :

Tableau V-9: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP4-Réservoir de DJEBAHIA) :

N°	Q	1Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	21,3	400	150	0,038	0,000	0,000	21,30
2	5	5	21,3	400	150	0,038	0,216	0,237	21,54
3	10	10	21,3	400	150	0,038	0,863	0,950	22,25
4	15	15	21,3	400	150	0,038	1,943	2,137	23,44
5	20	20	21,3	400	150	0,038	3,454	3,799	25,10
6	25	25	21,3	400	150	0,038	5,397	5,936	27,24

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-5).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{Pf} = 25m^3 / h < Q_{app} = 62,28m^3 / h \\ H_{Pf} = 27m > H_{app} = 21,3m \end{array} \right.$$

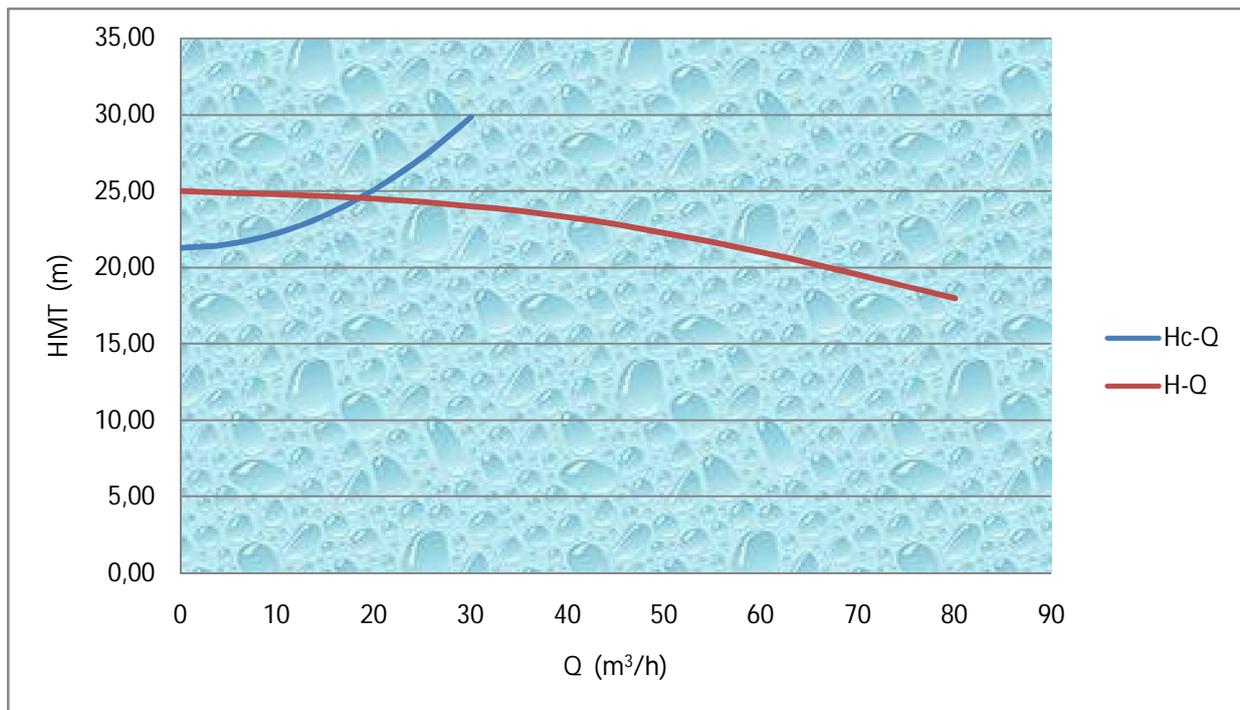


Figure (V-5) : Point de fonctionnement de la pompe SP4

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est inférieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée.

V-7-4- Refoulement : SP 4 - Réservoir d'AIN ECHERIKI :

Tableau V-10: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP4-Réservoir d'AIN ECHERIKI) :

N°	Q	4Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	208,21	5612	1000	0,025	0,000	0,000	208,21
2	100	400	208,21	5612	1000	0,025	0,059	0,065	208,28
3	200	800	208,21	5612	1000	0,025	0,238	0,261	208,47
4	300	1200	208,21	5612	1000	0,025	0,534	0,588	208,80
5	400	1600	208,21	5612	1000	0,025	0,950	1,045	209,26
6	500	2000	208,21	5612	1000	0,025	1,485	1,633	209,84
7	600	2400	208,21	5612	1000	0,025	2,138	2,352	210,56
8	800	3200	208,21	5612	1000	0,025	3,800	4,181	212,39
9	1000	4000	208,21	5612	1000	0,025	5,938	6,532	214,74
10	1200	4800	208,21	5612	1000	0,025	8,551	9,406	217,62

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-6).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\begin{cases} Q_{Pf} = 4240m^3 / h \text{ W } Q_{app} = 4165,2m^3 / h \\ H_{Pf} = 215m \text{ W } H_{app} = 208,21m \end{cases}$$

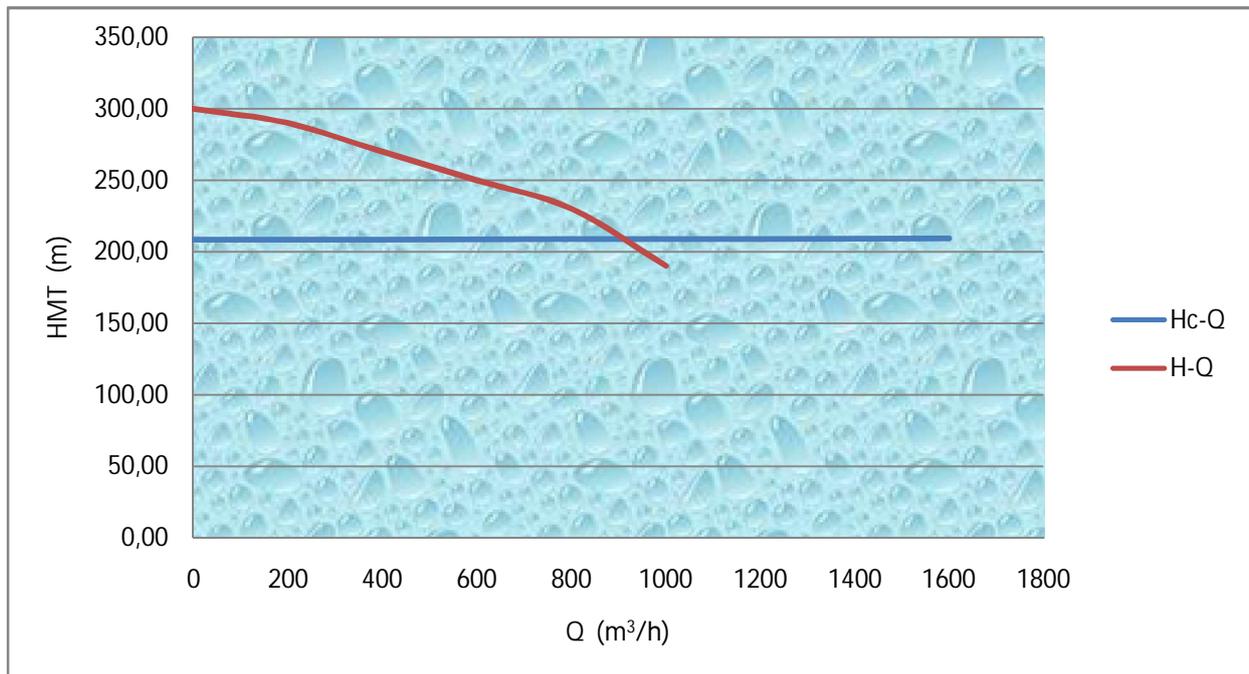


Figure (V-6) : Point de fonctionnement de la pompe SP4

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée

V-7-5- Refoulement : SP6 - Réservoir de FEID ELOUZ :

Tableau V-11: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP6-Réservoir de FEID ELOUZ) :

N°	Q	4Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	124,47	1300	1000	0,022	0,000	0,000	124,47
2	100	400	124,47	1300	1000	0,022	0,059	0,065	124,54
3	200	800	124,47	1300	1000	0,022	0,238	0,261	124,73
4	300	1200	124,47	1300	1000	0,022	0,534	0,588	125,06
5	400	1600	124,47	1300	1000	0,022	0,950	1,045	125,52
6	500	2000	124,47	1300	1000	0,022	1,485	1,633	126,10
7	600	2400	124,47	1300	1000	0,022	2,138	2,352	126,82
8	800	3200	124,47	1300	1000	0,022	3,800	4,181	128,65
9	1000	4000	124,47	1300	1000	0,022	5,938	6,532	131,00
10	1200	4800	124,47	1300	1000	0,022	8,551	9,406	133,88

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-8).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\begin{cases} Q_{Pf} = 4280m^3 / h \text{ \& } Q_{app} = 4165,2m^3 / h \\ H_{Pf} = 132m \text{ \& } H_{app} = 124,47m \end{cases}$$

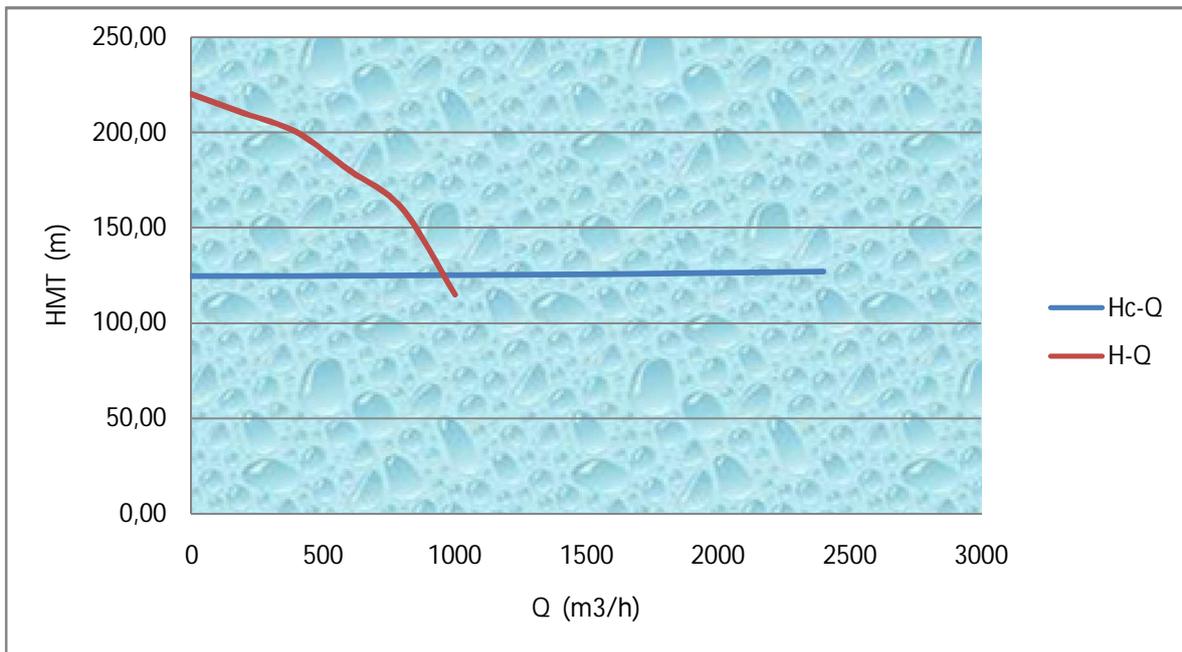


Figure (V-7) : Point de fonctionnement de la pompe SP6

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée

V-7-6- Refoulement : SP9 – SP10 :

Tableau V-12: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP9-SP10) :

N°	Q	2Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	145,35	1756	600	0,025	0,000	0,000	145,35
2	50	100	145,35	1756	600	0,025	0,056	0,061	145,41
3	150	300	145,35	1756	600	0,025	0,501	0,551	145,90
4	200	400	145,35	1756	600	0,025	0,890	0,979	146,33
5	250	500	145,35	1756	600	0,025	1,391	1,530	146,88
6	300	600	145,35	1756	600	0,025	2,003	2,203	147,55
7	350	700	145,35	1756	600	0,025	2,726	2,999	148,35
8	500	1000	145,35	1756	600	0,025	5,563	6,120	151,47
9	600	1200	145,35	1756	600	0,025	8,011	8,812	154,16
10	700	1400	145,35	1756	600	0,025	10,904	11,995	157,34

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-8).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\begin{cases} Q_{Pf} = 1380m^3 / h \text{ w } Q_{app} = 1360,8m^3 / h \\ H_{Pf} = 156m \text{ w } H_{app} = 145,35m \end{cases}$$

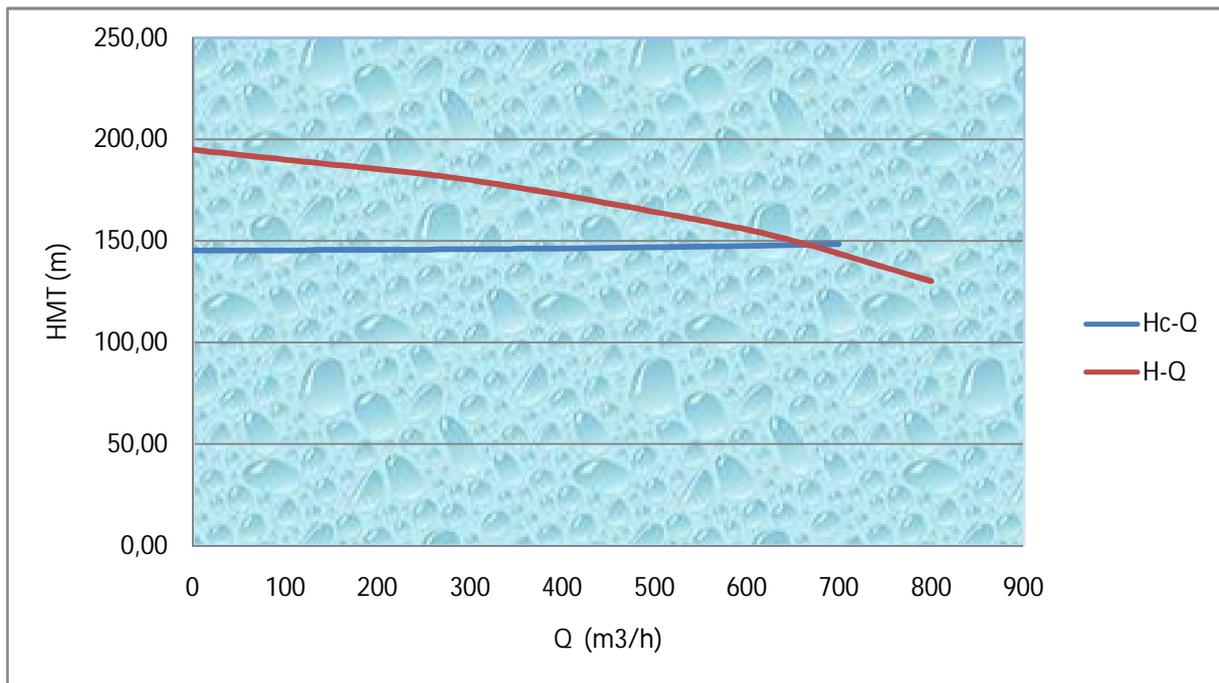


Figure (V-8) : Point de fonctionnement de la pompe SP9

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée

V-7-7- Refoulement : SP10 - Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :

Tableau V-13: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP10-Réservoir de SOUR EL GHOZLANE) :

N°	Q	1Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	112,6	3495	300	0,03	0,000	0,000	112,60
2	100	100	112,6	3495	300	0,03	2,192	2,411	115,01
3	200	200	112,6	3495	300	0,03	8,767	9,644	122,24
4	300	300	112,6	3495	300	0,03	19,726	21,699	134,30
5	400	400	112,6	3495	300	0,03	35,069	38,575	151,18
6	500	500	112,6	3495	300	0,03	54,795	60,274	172,87

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-9).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_{Pf} = 250 \text{ m}^3 / \text{h} \text{ f } Q_{app} = 345,6 \text{ m}^3 / \text{h} \\ H_{Pf} = 137 \text{ m} \text{ w } H_{app} = 112,6 \text{ m} \end{array} \right.$$

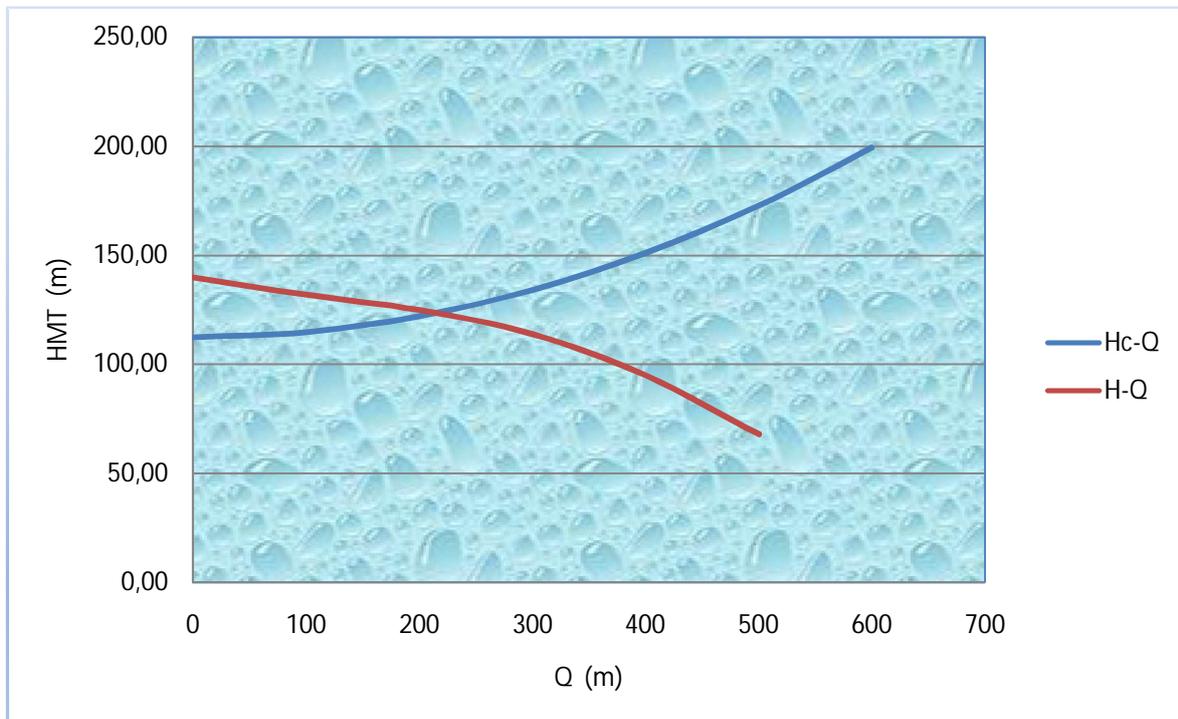


Figure (V-9) : Point de fonctionnement de la pompe SP10

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est inférieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée

V-7-8- Refoulement : SP10 - Réservoir de COL DE DIRAH :

Tableau V-14: Courbe caractéristique de la conduite de refoulement (SP10-Réservoir de COL DE DIRAH) :

N°	Q	2Q	H _g	L _{ref}	D _{ec}	λ	Δh _p ^{lin}	Δh _t	H _c
1	0	0	187,26	6511	500	0,026	0,000	0,000	187,26
2	50	100	187,26	6511	500	0,026	0,146	0,161	187,42
3	100	200	187,26	6511	500	0,026	0,585	0,643	187,90
4	150	300	187,26	6511	500	0,026	1,316	1,448	188,71
5	200	400	187,26	6511	500	0,026	2,339	2,573	189,83
6	250	500	187,26	6511	500	0,026	3,655	4,021	191,28
7	300	600	187,26	6511	500	0,026	5,264	5,790	193,05
8	400	800	187,26	6511	500	0,026	9,358	10,294	197,55
9	500	1000	187,26	6511	500	0,026	14,622	16,084	203,34
10	600	1200	187,26	6511	500	0,026	21,055	23,161	210,42

La courbe caractéristique de la conduite de refoulement et le point de fonctionnement de la pompe sont donnés sur la figure (V-10).

Le débit et la hauteur manométrique totale correspondant au point de fonctionnement (Pf) sont :

$$\begin{cases} Q_{Pf} = 1001,1m^3 / h \text{ w } Q_{app} = 1000,8m^3 / h \\ H_{Pf} = 204m \text{ w } H_{app} = 187,26m \end{cases}$$

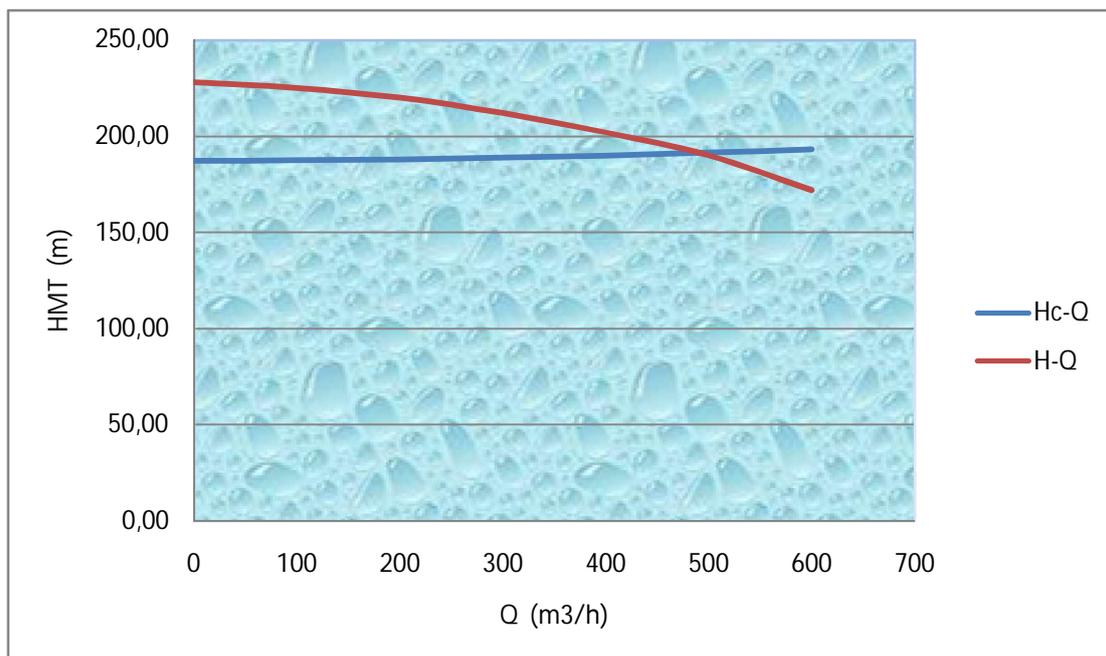


Figure (V-10) : Point de fonctionnement de la pompe SP10

Conclusion

Le débit correspondant au point de fonctionnement est supérieur au débit appelé, la hauteur manométrique correspondante au point de fonctionnement est supérieure à la hauteur manométrique appelée.

V-8- Adaptation des pompes aux conditions de fonctionnement données :

Selon le débit demandé ou appelé, soit plus petit ou plus grand que celui qui est disponible, on distingue les modes de réglage suivants :

V-8- 1-Débit disponible (point de fonctionnement) > Débit appelé :

Si le débit pompé est supérieur à la demande on corrige cet excès par un des modes de réglage suivants :

Ø **Réglage qualitatif** : c'est la réduction de la vitesse de rotation de la pompe si elle est variable c'est à dire qu'on a un moteur à vitesse variable.

Ø **Réglage quantitatif** : appelé aussi vannage, c'est la fermeture partielle du robinet vanne de refoulement.

Le rendement de l'installation après vannage est tel que :

$$\eta_{inst_{ap,van}} = \eta_{inst_{av,van}} * \frac{H_{app}}{H_{app} + h_v} \quad (V-4)$$

$\eta_{inst_{ap,van}}$: Rendement de l'installation après le vannage (%) ;

$\eta_{inst_{av,van}}$: Rendement de l'installation avant le vannage (%) ;

H_{app} : hauteur manométrique appelée (m) ;

h_v : différence entre la hauteur H'_c et la hauteur appelée

$$h_v = H'_c - H_{app} \quad (V-5)$$

H'_c : hauteur correspondant à la projection du débit appelé sur la courbe caractéristique de la pompe (H-Q)_R (m).

Ø **Rognage** : C'est la diminution du diamètre extérieur de la roue de la pompe de telle façon à refouler le débit appelé.

On utilisant les lois de similitude, on obtient l'équation de la droite de rognage :

$$H = \frac{H_{app}}{Q_{app}} * Q \quad (V-6)$$

Q_{app} : débit demandé ou débit appelé ;

H_{app} : hauteur manométrique totale appelé (m).

Après le rognage, le diamètre extérieur de la roue répond à l'équation suivante :

$$d = D * \sqrt{\frac{Q_{app}}{Q_{M1}}} \quad (V-7)$$

Q_{M1} : débit correspondant au point d'intersection entre la courbe de la pompe et la droite de rognage ;

D : diamètre extérieur de la roue avant le rognage ;

d : diamètre extérieur de la roue après le rognage (mm).

*Rendement de rognage

$$R = (1-m)*100 \quad (V-8)$$

R : rendement de rognage (%) ;

m : coefficient de rognage ;

$$m = \sqrt{\frac{Q_{app}}{Q_{M1}}} \quad (V-9)$$

Remarque : Si le rendement de rognage est **inférieur à 15%** alors le rognage est efficace.

Ø **Augmentation des pertes de charge dans les conduites de refoulement :** en augmentant les singularités (des diffuseurs ou bien des rétrécissements brusques, les coudes..).

Ø **Diminution de temps de pompage :** dans le cas où le pompage s'effectuerait dans un réservoir.

Le nouveau temps de fonctionnement de la station est tel que :

$$t' = \frac{Q_{app}}{Q_{pf}} * t \quad (V-10)$$

t : temps prévu de fonctionnement de la station de pompage par jour (h);

t' : nouveau temps de fonctionnement de la station de pompage par jour (h);

Q_{pf} : débit correspondant au point de fonctionnement de la pompe (m^3/h).

Ø **Changement du type de la pompe :** si cela est possible.

V-8- 2-Débit disponible (point de fonctionnement) < Débit appelé :

Dans ce cas la, il faut faire un réglage soit :

Ø **Qualitatif :** augmentation de la vitesse de rotation de la pompe.

Ø **Changement de type de pompe.**

Remarque :

On étudie les différents modes de réglage possibles pour opter au mode occasionnant la chute de rendement la plus faible et la puissance absorbée la plus faible.

Dans notre cas, les modes de réglage à étudier sont le vannage, la diminution du temps de pompage, le rognage et la vitesse de rotation.

V-8-3-Refoulement SPI-SP4 :

a) Vannage

$$H' = 197 \text{ m.}$$

$$h_v = 197 - 195,37 \Rightarrow h_v = 1,63 \text{ m.}$$

$$\eta_{inst}^{av,van} = 78\%$$

$$\eta_{inst}^{ap,van} = 78 * \frac{195,37}{195,37 + 1,63} \Rightarrow \eta_{inst}^{ap,van} = 77,35 \%$$

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

$$\text{que : } Q = \frac{Q_{app}}{n} \text{ avec :}$$

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{4226,4}{4} \Rightarrow Q = 1056,6 m^3 / h . \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 1056,6 * 197}{0,7735 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 733,30 \text{ Kw.}$$

b) Diminution du temps de pompage

$$\text{Le nouveau temps de pompage sera : } t' = \frac{1051,37}{1080} * 24 \Rightarrow t' = 23 \text{ h } 21 \text{ min } 36 \text{ sec}$$

Le rendement correspondant au débit $Q_{Pf} = 1080 m^3/h$ est : **78 %** .

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

$$\text{que : } Q = \frac{Q_{Pf}}{n} \text{ avec :}$$

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{4320}{4} \Rightarrow Q = 1080 m^3 / h . \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 1080 * 203}{0,78 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 765,93 \text{ Kw}$$

c) Rognage

L'équation de la droite de rognage est telle que : $H = \frac{195,37}{1051,37} * Q \Rightarrow H = 0,186 * Q$

Le diamètre de la roue après le rognage, sera : $d = D * \sqrt{\frac{1051,37}{1060}} \Rightarrow d = 376,46 \text{ mm.}$

Le coefficient de rognage est : $m = \sqrt{\frac{1051,37}{1060}} \Rightarrow m = 0,99.$

Le rendement de rognage est : $R = (1 - 0,99) * 100 \Rightarrow R\% = 1\% < 15\%$

\Rightarrow Le rognage est une solution efficace

Le rendement après rognage est : **77,9%** :

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 1056,6 * 195,37}{0,779 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 722,10 \text{ Kw.}$

Conclusion

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

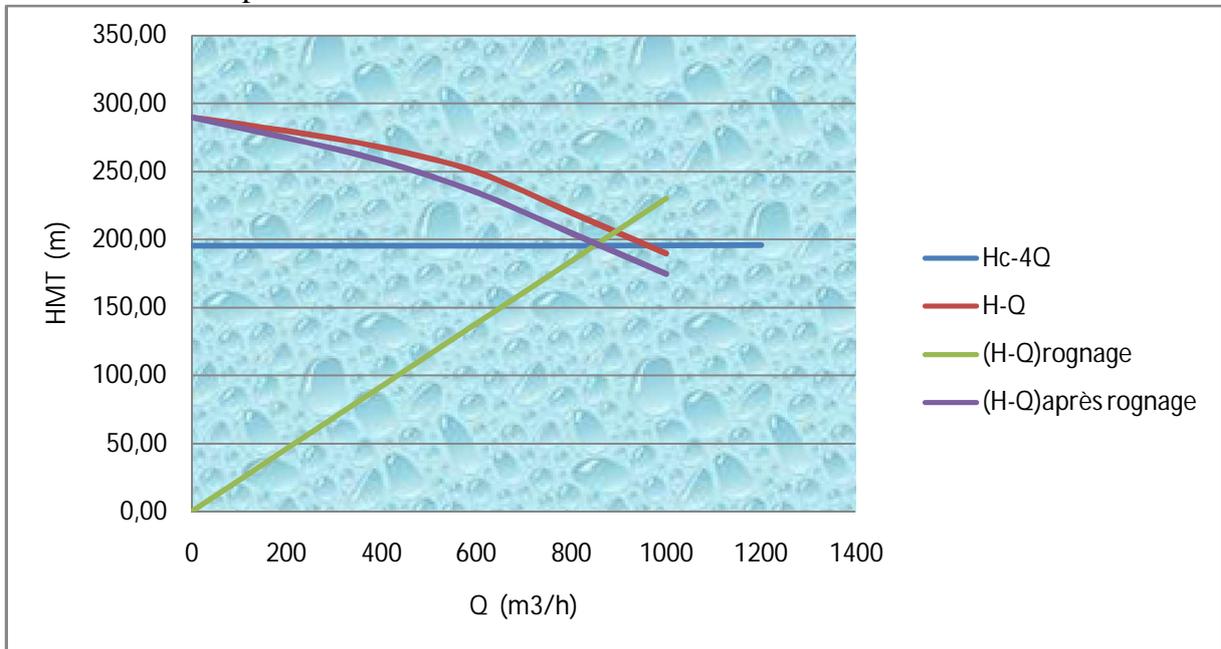


Figure (V-11) : Mode de réglage de SP 1

V-8-4- Refoulement : SP 4 - Réservoir de DJEBAHIA :

On a $Q_{app} > Q_{Pf}$

Dans ce cas, on va faire un réglage qualitatif donc on augmente la vitesse de rotation de la pompe :

La nouvelle vitesse de la pompe sera

D'après la loi de similitude on a :

$$\frac{Q_{Pf}}{Q_{app}} = \frac{n}{N} \Rightarrow n = N \frac{Q_{app}}{Q_{Pf}} = 1750 \frac{62,28}{60} = 1816,5 \text{ Tr/min}$$

N : la vitesse initiale de la pompe.

n : la nouvelle vitesse de la pompe.

L'équation de la courbe de proportionnalité est égale: $H = a * Q^2$

Avec:

$$a = \frac{H_{app}}{Q_{app}^2} = \frac{21,3}{62,28^2} = 0,005491$$

Le rendement après la similitude est : **73,2 %**

$$\text{La puissance absorbée : } P_{abs} = \frac{9,81 * 62,28 * 21,3}{0,732 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{4,93 \text{ Kw.}}$$

Conclusion

On opte pour un réglage qualitatif car le $Q_{app} > Q_{Pf}$

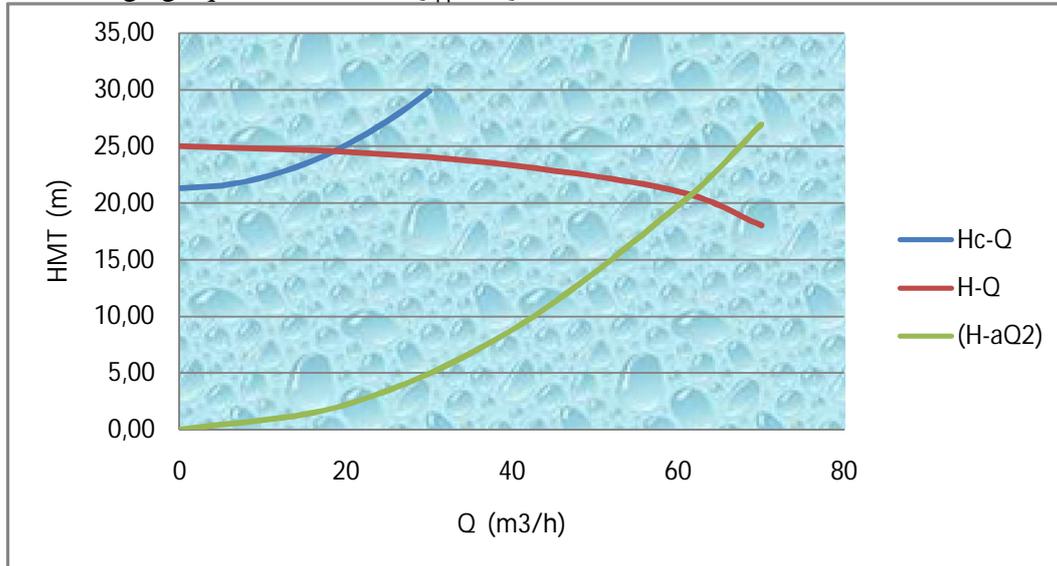


Figure (V-12) : Mode de réglage de la SP4-DJEBAHIA

V-8-5-Refoulement SP4-Réservoir d'AIN ECHERIKI :

a) Vannage

$$H = 210 \text{ m.}$$

$$h_v = 210 - 208,21 \Rightarrow h_v = 1,79 \text{ m.}$$

$$\eta_{inst_{av,van}} = 79\%$$

$$\eta_{inst_{ap,van}} = 79 * \frac{208,21}{208,21 + 1,79} \Rightarrow \eta_{inst_{ap,van}} = \mathbf{78,33 \%}$$

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

$$\text{que : } Q = \frac{Q_{app}}{n} \text{ avec :}$$

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{4165,2}{4} \Rightarrow Q = 1041,3 \text{ m}^3 / \text{h. Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 1041,3 * 210}{0,7833 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{760,74 \text{ Kw.}}$$

b) Diminution du temps de pompage

$$\text{Le nouveau temps de pompage sera : } t' = \frac{1041,3}{1060} * 24 \Rightarrow t' = \mathbf{23 \text{ h } 34 \text{ min } 48 \text{ sec}}$$

Le rendement correspondant au débit $Q_{Pf} = 1060 \text{ m}^3 / \text{h}$ est : **79 %** .

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

$$\text{que : } Q = \frac{Q_{Pf}}{n} \text{ avec :}$$

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{4240}{4} \Rightarrow Q = 1060 \text{ m}^3 / \text{h. Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 1060 * 215}{0,79 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = \mathbf{786,11 \text{ Kw}}$$

c) Rognage

L'équation de la droite de rognage est telle que : $H = \frac{208,21}{1041,3} * Q \Rightarrow H = 0,199 * Q$

Le diamètre de la roue après le rognage, sera : $d = D * \sqrt{\frac{1041,3}{1050}} \Rightarrow d = 380,41 \text{ mm.}$

Le coefficient de rognage est : $m = \sqrt{\frac{1041,3}{1050}} \Rightarrow m = 0,99.$

Le rendement de rognage est : $R = (1 - 0,99) * 100 \Rightarrow R\% = 1\% < 15\%$

\Rightarrow Le rognage est une solution efficace

Le rendement après rognage est : **78,9%** :

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 1041,3 * 208,21}{0,789 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 748,80 \text{ Kw.}$

Conclusion

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

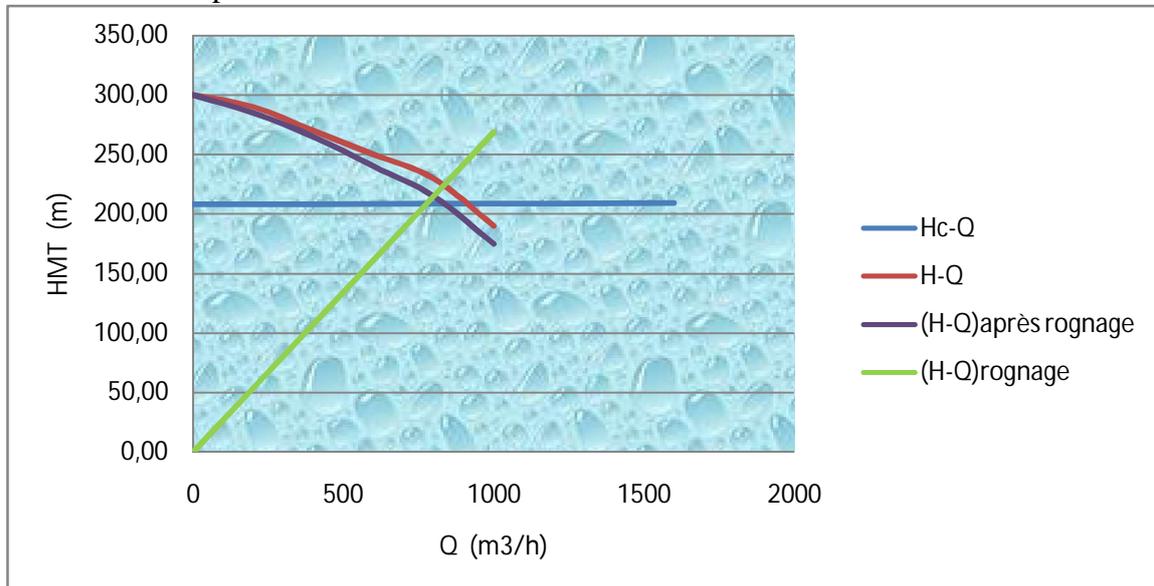


Figure (V-13) : Mode de réglage de SP4-AIN ECHERIKI

V-8-6- Refoulement : SP6 - Réservoir de FEID ELOUZ :

a) Vannage

$H' = 126 \text{ m.}$

$h_v = 126 - 124,47 \Rightarrow h_v = 1,53 \text{ m.}$

$\eta_{inst}^{av, van} = 75\%$

$\eta_{inst}^{ap, van} = 75 * \frac{124,47}{124,47 + 1,53} \Rightarrow \eta_{inst}^{ap, van} = 74,09 \%$

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{app}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$Q = \frac{4165,2}{4} \Rightarrow Q = 1041,3 \text{ m}^3 / \text{h.}$ Ainsi : $P_{abs} = \frac{9,81 * 1041,3 * 126}{0,7409 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 482,56 \text{ Kw.}$

b) Diminution du temps de pompage

Le nouveau temps de pompage sera : $t' = \frac{1041,3}{1070} * 24 \Rightarrow t' = 23h \ 21min \ 36sec$

Le rendement correspondant au débit $Q_{Pf} = 1070m^3/h$ est : **75 %** .

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{Pf}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{4280}{4} \Rightarrow Q = 1070m^3/h . \text{Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 1070 * 132}{0,75 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 513,17Kw$$

c) Rognage

L'équation de la droite de rognage est telle que : $H = \frac{124,47}{1041,3} * Q \Rightarrow H = 0,120 * Q$

Le diamètre de la roue après le rognage, sera : $d = D * \sqrt{\frac{1041,3}{1050}} \Rightarrow d = 326,64 \text{ mm}$.

Le coefficient de rognage est : $m = \sqrt{\frac{1041,3}{1050}} \Rightarrow m = 0,99$.

Le rendement de rognage est : $R = (1 - 0,99) * 100 \Rightarrow R\% = 1\% < 15\%$

\Rightarrow Le rognage est une solution efficace

Le rendement après rognage est : **74%** :

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 1041,3 * 124,47}{0,74 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 477,28Kw$.

Conclusion

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

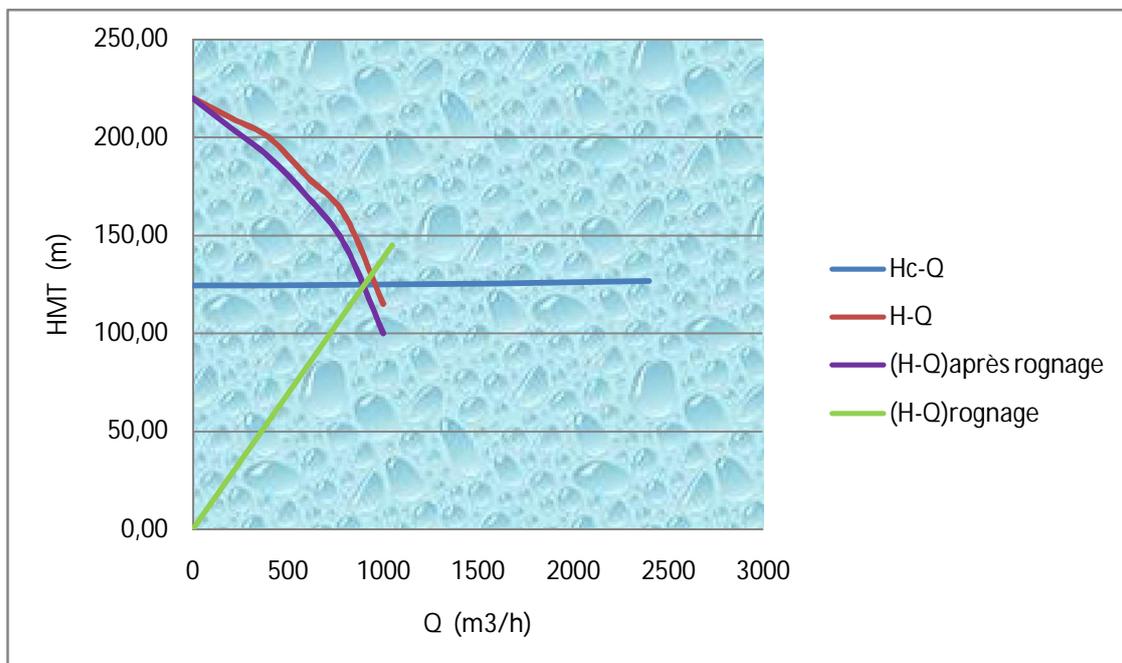


Figure (V-14) : Mode de réglage de la SP6

V-8-7- Refoulement : SP9 – SP10 :

a) Vannage

$H = 147m$.

$h_v = 147 - 145,35 \Rightarrow h_v = 1,65m$.

$$\eta_{inst_{av,van}} = 82\%$$

$$\eta_{inst_{ap,van}} = 82 * \frac{145,35}{145,35 + 1,65} \Rightarrow \eta_{inst_{ap,van}} = 80\%$$

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{app}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{1360,8}{2} \Rightarrow Q = 680,4 m^3 / h . \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 680,4 * 147}{0,80 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 340,70 Kw.$$

b) Diminution du temps de pompage

Le nouveau temps de pompage sera : $t' = \frac{680,4}{690} * 24 \Rightarrow t' = 23h \ 40min \ 12sec$

Le rendement correspondant au débit $Q_{Pf}=690m^3/h$ est : **82 %**.

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{Pf}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$$Q = \frac{1380}{2} \Rightarrow Q = 690 m^3 / h . \text{ Ainsi : } P_{abs} = \frac{9,81 * 690 * 156}{0,82 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 357,71 Kw$$

c) Rognage

L'équation de la droite de rognage est telle que : $H = \frac{145,35}{680,4} * Q \Rightarrow H = 0,213 * Q$

Le diamètre de la roue après le rognage, sera : $d = D * \sqrt{\frac{680,4}{685}} \Rightarrow d = 304,97mm.$

Le coefficient de rognage est : $m = \sqrt{\frac{680,4}{685}} \Rightarrow m = 0,99.$

Le rendement de rognage est : $R = (1-0,99) * 100 \Rightarrow R\% = 1\% < 15\%$

\Rightarrow Le rognage est une solution efficace

Le rendement après rognage est : **81%** :

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 680,4 * 145,35}{0,81 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 332,71 Kw.$

Conclusion

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

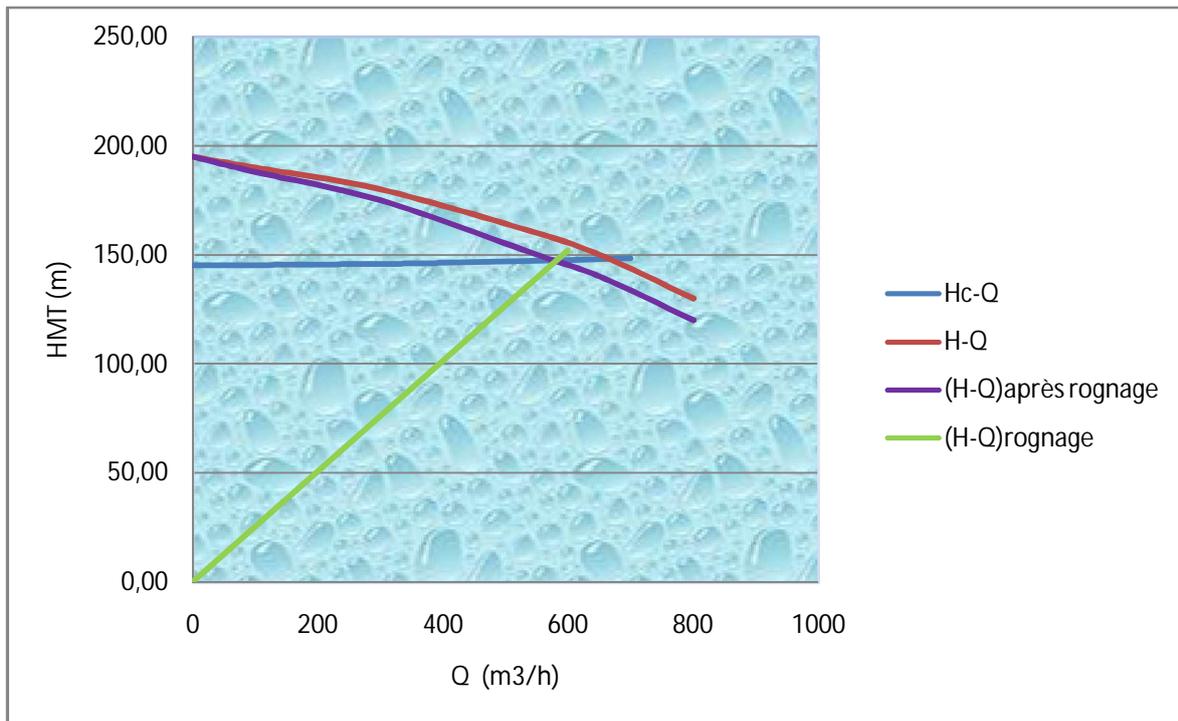


Figure (V-15) : Mode de réglage de la SP9

V-8-8- Refoulement : SP10 - Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :

On a $Q_{app} > Q_{Pf}$

Dans ce cas, on va faire un réglage qualitatif donc on augmente la vitesse de rotation de la pompe :

La nouvelle vitesse de la pompe sera

D'après la loi de similitude on a :

$$\frac{Q_{Pf}}{Q_{app}} = \frac{n}{N} \Rightarrow n = N \frac{Q_{app}}{Q_{Pf}} = 3500 \frac{345,6}{330} = 3665,45 \text{ Tr/min}$$

N : la vitesse initiale de la pompe.

n : la nouvelle vitesse de la pompe.

L'équation de la courbe de proportionnalité est égale: $H = a * Q^2$

Avec:

$$a = \frac{H_{app}}{Q_{app}^2} = \frac{112,6}{345,6^2} = 0,000943$$

Le rendement après la similitude est : **72 %**

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 345,6 * 112,6}{0,72 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 147,28 \text{ Kw.}$

Conclusion

On opte pour un réglage qualitatif car le $Q_{app} > Q_{Pf}$

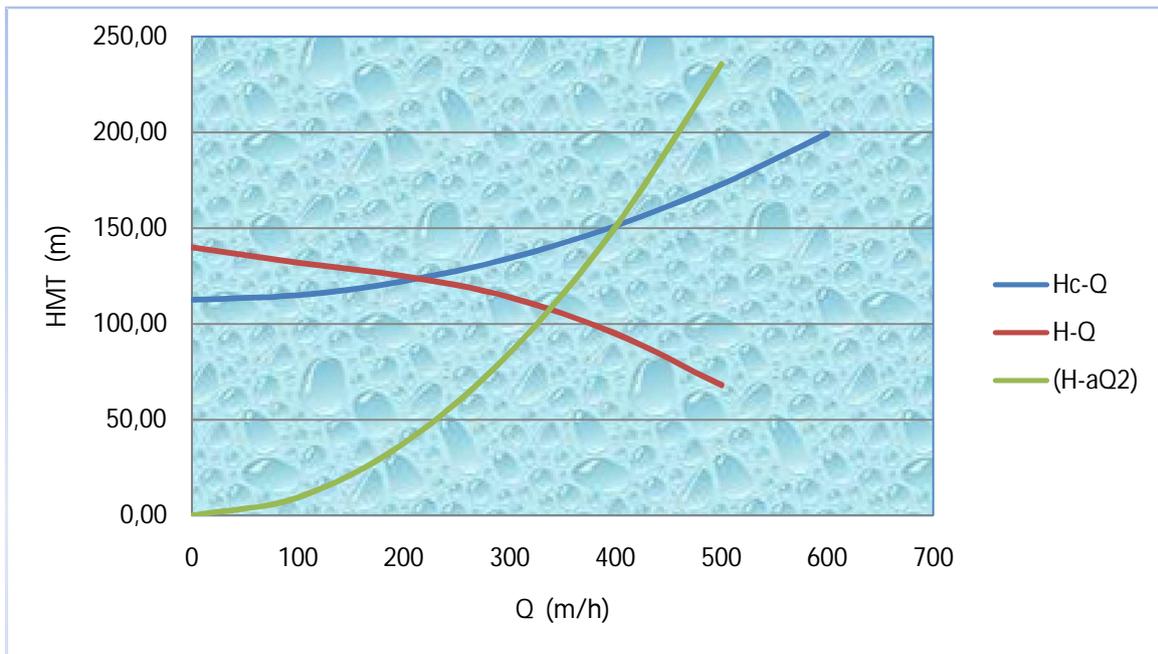


Figure (V-16) : Mode de réglage de la SP10-SOUR EL GHOZLANE

V-8-9- Refoulement : SP10 - Réservoir de COL DE DIRAH :

a) Vannage

$H = 189\text{m.}$

$h_v = 189 - 187,26 \Rightarrow h_v = 1,74\text{m.}$

$\eta_{inst} = 75,8\%$
 av,van

$\eta_{inst} = 75,8 * \frac{187,26}{187,26 + 1,74} \Rightarrow \eta_{inst} = 75,10 \%$
 ap,van

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{app}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$Q = \frac{1000,8}{2} \Rightarrow Q = 500,4\text{m}^3 / h$. Ainsi : $P_{abs} = \frac{9,81 * 500,4 * 189}{0,751 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 343,17\text{Kw.}$

b) Diminution du temps de pompage

Le nouveau temps de pompage sera : $t' = \frac{500,4}{500,55} * 24 \Rightarrow t' = 23\text{h } 59\text{min } 24\text{sec}$

Le rendement correspondant au débit $Q_{Pf} = 500,55\text{m}^3/h$ est : **75,10%** .

Moyennant la formule IV-16 (Chapitre IV), on détermine la nouvelle puissance absorbée, sachant

que : $Q = \frac{Q_{Pf}}{n}$ avec :

n : nombre de pompes en parallèle ;

$Q = \frac{1001,1}{2} \Rightarrow Q = 500,55\text{m}^3 / h$. Ainsi : $P_{abs} = \frac{9,81 * 500,55 * 204}{0,751 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 370,51\text{Kw}$

c) Rognage

L'équation de la droite de rognage est telle que : $H = \frac{187,26}{500,4} * Q \Rightarrow H = 0,374 * Q$

Le diamètre de la roue après le rognage, sera : $d = D * \sqrt{\frac{500,4}{500,45}} \Rightarrow d = 319,95\text{mm}$.

Le coefficient de rognage est : $m = \sqrt{\frac{500,4}{500,45}} \Rightarrow m = 0,99$.

Le rendement de rognage est : $R = (1 - 0,99) * 100 \Rightarrow R\% = 1\% < 15\%$

\Rightarrow Le rognage est une solution efficace

Le rendement après rognage est : **75,3%** :

La puissance absorbée : $P_{abs} = \frac{9,81 * 500,4 * 187,26}{0,753 * 3600} \Rightarrow P_{abs} = 339,10\text{Kw}$.

Conclusion

On opte pour le réglage par rognage car ce mode nous assure le rendement le plus élevé et la puissance absorbée la plus faible.

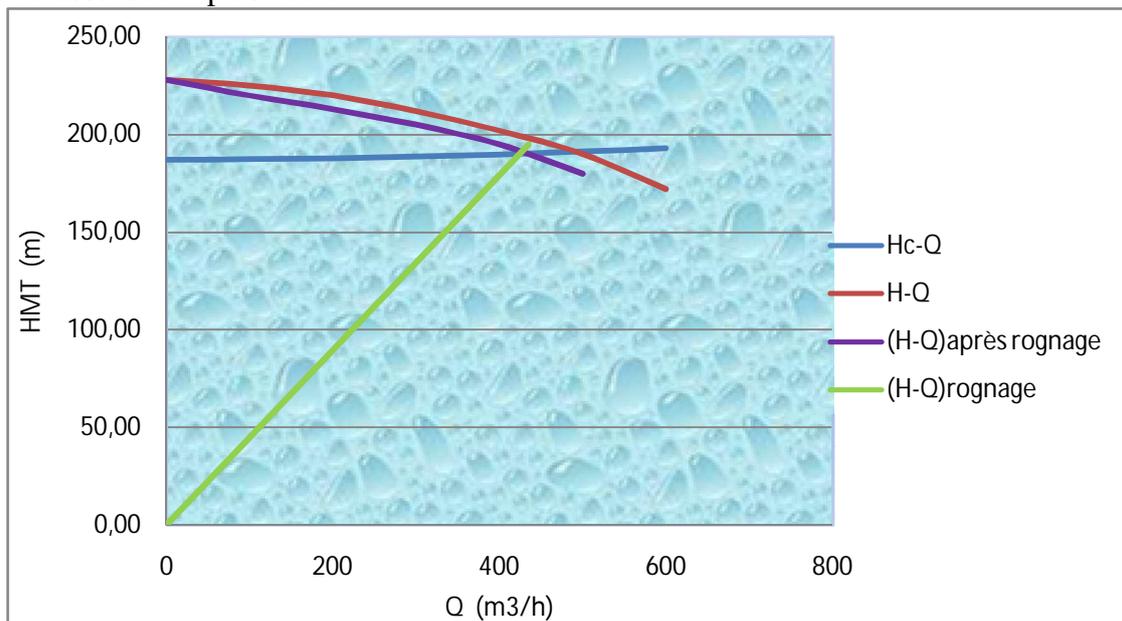


Figure (V-17) : Mode de réglage de SP10-COL DE DIRAH

V-9-Etude de cavitation :[1]

Est un terme employé pour décrire le phénomène qui se produit dans une pompe quand le NPSH est insuffisamment disponible. La pression du liquide est réduite à une valeur égale ou inférieure à sa pression de vapeur là où les petites bulles ou poches de vapeur commençant à se former.

Le bruit d'accompagnement est le moyen le plus facile pour identifier la cavitation. La vibration et les dommages mécaniques tels que la défaillance de roulement peuvent également se produire en raison du fonctionnement dans la cavitation.

Le seul moyen d'empêcher les effets indésirables de la cavitation c'est de s'assurer que le NPSH disponible dans le système est plus élevé que le NPSH requis par la pompe.

$$(NPSH)_r < (NPSH)_d$$

$(NPSH)_r$: Charge nette d'aspiration requise, elle est fournie par le constructeur ;

$(NPSH)_d$: Charge nette d'aspiration disponible, elle est fournie par l'installateur.

$$(NPSH)_d = (NPSH)_r + r \quad (V-11)$$

r : marge de sécurité, $r = (0,3 - 0,5) \text{ m}$.

On prend : $r = 0,4\text{m}$.

Dans notre cas, on a à faire à des installations en charge au niveau de chaque station de pompage, alors la hauteur d'aspiration admissible est régie par la relation suivante :

$$h_{asp}^{adm} = (NPSH)_r + r - P_{at} + T_v + \frac{V_a^2}{2 * g} + \Delta h_{asp} \quad (V-12)$$

V_a : vitesse d'écoulement dans la conduite d'aspiration (m/s) ;

P_{at} : pression atmosphérique (m.c.e) ;

$$P_{at} = 10,33 - 0,00139 * H \quad (V-13)$$

Avec : H : altitude de la station.

T_v : tension de vapeur d'eau (m.c.e) ;

Tableau V-15: Variation de la tension de vapeur d'eau en fonction de la température

T° (°C)	5	10	20	30	40	50	80	100
T_v (m.c.e)	0,09	0,12	0,24	0,43	0,75	1,25	4,82	10,33

La tension de vapeur d'eau sera choisie pour une température de 30°C

Δh_{asp} : perte de charge totale du coté aspiration.

$$\Delta h_{asp} = (10 - 15)\% * \Delta h_{asp}^{lin} \quad (V-14)$$

Δh_{asp}^{lin} : perte de charge linéaire à l'aspiration (m), elle sera estimée pour le collecteur et la conduite d'aspiration moyennant la formule IV-17 (chapitre IV).

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{L_r * Q_{app}^2}{D_c^{5,3}} + \frac{l_r * Q_a^2}{D_a^{5,3}} \right) \quad (V-15)$$

L_r : longueur du collecteur d'aspiration, $L_r = 50$ m ;

l_r : longueur de la conduite d'aspiration, $l_r = 1,5$ m ;

Q_a : débit refoulé par une seule pompe (m^3/s) ;

$$Q_a = \frac{Q_{app}}{n} \quad (V-16)$$

Avec : n : nombre de pompes en parallèles.

D_c : diamètre du collecteur d'aspiration (m),

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * Q_{app}}{\pi * V_c}} \quad (V-17)$$

Avec : V_c : vitesse d'écoulement dans le collecteur d'aspiration (m/s),

On prend: $V_c = 1,5$ m/s.

D_a : diamètre de la conduite d'aspiration,

$$D_a = (1,2 - 1,5) * DN1 \quad (V-18)$$

Avec : $DN1$: diamètre de la tubulure d'aspiration (mm).

Ø Calage de la pompe

Le calage de la pompe est de déterminer la côte exacte de l'axe de la pompe par rapport à niveau du plan d'eau d'aspiration pour qu'elle fonctionne sans le moindre risque de cavitation.

$$\nabla_{axe} = \nabla_{min} - h_{asp}^{adm} + r \quad (V-19)$$

∇_{axe} : niveau de l'axe de la pompe (mNGA) ;

r : marge de sécurité, $r = (0,1 - 0,3)$ m.

V-9-1-Refoulement SP1 - SP4 :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 16$ m (figure V-1)

La pression atmosphérique : $P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 206 \Rightarrow P_{at} = 10,04 \text{ mce}$

La tension de vapeur d'eau à une température $T^\circ = 30^\circ \text{C}$: $T_v = 0,43 \text{ mce}$

Le diamètre de la conduite d'aspiration : $D_a = 1,4 * DN1$

$DN1 = 250 \text{ mm}$ (annexe V-5)

Donc : $D_a = 1,4 * 250 \Rightarrow D_a = 350 \text{ mm}$

La vitesse d'aspiration : $V_a = \frac{4 * 1056,6}{3,14 * 0,35^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 3,05 \text{ m/s}$

Diamètre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 4226,4}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,998 \text{ m}$$

On pose $D_c = 1,000 \text{ m} \Rightarrow V_c = \frac{4 * 4226,4}{3,14 * 1^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,50 \text{ m/s}$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 1000 \text{ mm}$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{4226,4}{3600}\right)^2}{1^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{1056,6}{3600}\right)^2}{0,35^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,178 \text{ m}$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,178 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,205 \text{ m}$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 16 + 0,4 - 10,04 + 0,43 + \frac{3,05^2}{2 * 9,81} + 0,205 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 7,47 \text{ m}$$

La cote de l'axe de la pompe : $\nabla_{axe} = 206 - 7,47 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 198,83 \text{ m}$

V-9-2-Refoulement SP4 - DJEBAHIA :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 1,2 \text{ m}$ (figure V-2)

La pression atmosphérique : $P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 412 \Rightarrow P_{at} = 9,76 \text{ mce}$

La tension de vapeur d'eau à une température $T^\circ = 30^\circ \text{C}$: $T_v = 0,43 \text{ mce}$

Le diamètre de la conduite d'aspiration : $D_a = 1,4 * DN1$

$DN1 = 125 \text{ mm}$ (annexe V-5)

Donc : $D_a = 1,4 * 125 \Rightarrow D_a = 175 \text{ mm}$

La vitesse d'aspiration : $V_a = \frac{4 * 62,28}{3,14 * 0,175^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 0,72 \text{ m/s}$

Diamètre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 62,28}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,12 \text{ m}$$

On pose $D_c = 0,120 \text{ m} \Rightarrow V_c = \frac{4 * 62,28}{3,14 * 0,12^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,53 \text{ m/s}$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 120 \text{ mm}$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{62,28}{3600}\right)^2}{0,175^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{62,28}{3600}\right)^2}{0,12^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,326 \text{ m}$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,326 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,375 \text{ m}$

$$h_{asp}^{adm} = 1,2 + 0,4 - 9,76 + 0,43 + \frac{0,72^2}{2 * 9,81} + 0,375 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = -7,33 \text{ m, changer type d'installation}$$

$$H^{adm} = P_{at} / -h_v - \sum p_{asp} - v^2 / 2g - NPSH_r = 9,76 - 0,43 - 0,375 - 0,026 - 1,2 = 7,73 \text{ m Installation en aspiration}$$

$$\text{La c\^ote de l'axe de la pompe : } \nabla_{axe} = 412 - (7,73) + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 404,57 \text{ m}$$

V-9-3-Refoulement SP4 – R\^eservoir d'AIN ECHERIKI :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 15 \text{ m}$ (figure V-1)

$$\text{La pression atmosph\^erique : } P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 412 \Rightarrow P_{at} = 9,76 \text{ mce}$$

$$\text{La tension de vapeur d'eau \^a une temp\^erature } T^\circ = 30 \text{ }^\circ\text{C : } T_v = 0,43 \text{ mce}$$

$$\text{Le diam\^etre de la conduite d'aspiration : } D_a = 1,4 * DN1$$

$$DN1 = 250 \text{ mm (annexe V-5)}$$

$$\text{Donc : } D_a = 1,4 * 250 \Rightarrow D_a = 350 \text{ mm}$$

$$\text{La vitesse d'aspiration : } V_a = \frac{4 * 1041,3}{3,14 * 0,350^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 3 \text{ m/s}$$

Diam\^etre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 4165,2}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,991 \text{ m}$$

$$\text{On pose } D_c = 1,000 \text{ m} \Rightarrow V_c = \frac{4 * 4165,2}{3,14 * 1^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,47 \text{ m/s}$$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 1000 \text{ mm}$

La perte de charge lin\^eaire \^a l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{4165,2}{3600}\right)^2}{1^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{1041,3}{3600}\right)^2}{0,35^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,173 \text{ m}$$

$$\text{La perte de charge totale \^a l'aspiration : } \Delta h_{asp} = 1,15 * 0,173 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,199 \text{ m}$$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 15 + 0,4 - 9,76 + 0,43 + \frac{3^2}{2 * 9,81} + 0,199 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 6,73 \text{ m}$$

$$\text{La c\^ote de l'axe de la pompe : } \nabla_{axe} = 412 - 6,73 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 405,57 \text{ m}$$

V-9-4-Refoulement SP6 – R\^eservoir de FEID ELOUZ :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 15 \text{ m}$ (figure V-1)

$$\text{La pression atmosph\^erique : } P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 592,73 \Rightarrow P_{at} = 9,51 \text{ mce}$$

$$\text{La tension de vapeur d'eau \^a une temp\^erature } T^\circ = 30 \text{ }^\circ\text{C : } T_v = 0,43 \text{ mce}$$

$$\text{Le diam\^etre de la conduite d'aspiration : } D_a = 1,4 * DN1$$

$$DN1 = 250 \text{ mm (annexe V-5)}$$

$$\text{Donc : } D_a = 1,4 * 250 \Rightarrow D_a = 350 \text{ mm}$$

$$\text{La vitesse d'aspiration : } V_a = \frac{4 * 1041,3}{3,14 * 0,350^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 3 \text{ m/s}$$

Diam\^etre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 4165,2}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,991 \text{ m}$$

$$\text{On pose } D_c = 1,000 \text{ m} \Rightarrow V_c = \frac{4 * 4165,2}{3,14 * 1^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,47 \text{ m/s}$$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 1000mm$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{4165,2}{3600}\right)^2}{1^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{1041,3}{3600}\right)^2}{0,35^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,173m$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,173 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,199m$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 15 + 0,4 - 9,51 + 0,43 + \frac{3^2}{2 * 9,81} + 0,199 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 6,98m$$

La côte de l'axe de la pompe : $\nabla_{axe} = 592,73 - 6,98 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 586,05m$

V-9-5-Refoulement SP9 – SP10 :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 15$ m (figure V-1)

La pression atmosphérique : $P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 715,85 \Rightarrow P_{at} = 9,33mce$

La tension de vapeur d'eau à une température $T^\circ = 30$ °C : $T_v = 0,43$ mce

Le diamètre de la conduite d'aspiration : $D_a = 1,4 * DN1$

DN1 = 250mm (annexe V-5)

Donc : $D_a = 1,4 * 250 \Rightarrow D_a = 350mm$

La vitesse d'aspiration : $V_a = \frac{4 * 680,4}{3,14 * 0,35^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 1,97m/s$

Diamètre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 1360,8}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,567m$$

On pose $D_c = 0,6m \Rightarrow V_c = \frac{4 * 1360,8}{3,14 * 0,6^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,34m/s$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 600mm$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{1360,8}{3600}\right)^2}{0,6^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{680,4}{3600}\right)^2}{0,35^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,21m$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,21 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,242m$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 15 + 0,4 - 9,33 + 0,43 + \frac{1,97^2}{2 * 9,81} + 0,242 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 6,94m$$

La côte de l'axe de la pompe : $\nabla_{axe} = 715,85 - 6,94 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 709,21m$

V-9-6-Refoulement SP10 – Réservoir de SOUR EL GHOZLANE :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 8,5$ m (figure V-3)

La pression atmosphérique : $P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 865 \Rightarrow P_{at} = 9,13mce$

La tension de vapeur d'eau à une température $T^\circ = 30$ °C : $T_v = 0,43$ mce

Le diamètre de la conduite d'aspiration : $D_a = 1,4 * DN1$

DN1 = 200mm (annexe V-5)

Donc : $D_a = 1,4 * 200 \Rightarrow D_a = 280mm$

La vitesse d'aspiration : $V_a = \frac{4 * 345,6}{3,14 * 0,280^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 1,56m/s$

Diamètre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 345,6}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,286m$$

On pose $D_c = 0,3m \Rightarrow V_c = \frac{4 * 345,6}{3,14 * 0,3^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,36m/s$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 300mm$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{345,6}{3600}\right)^2}{0,3^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{345,6}{3600}\right)^2}{0,28^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,493m$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,493 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,567m$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 8,5 + 0,4 - 9,13 + 0,43 + \frac{1,56^2}{2 * 9,81} + 0,567 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 0,89m$$

La côte de l'axe de la pompe : $\nabla_{axe} = 865 - 0,89 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 864,41m$

V-9-7-Refoulement SP10 – Réservoir de COL DE DIRAH :

La charge nette d'aspiration requise : $(NPSH)_r = 9m$ (figure V-3)

La pression atmosphérique : $P_{at} = 10,33 - 0,00139 * 865 \Rightarrow P_{at} = 9,13mce$

La tension de vapeur d'eau à une température $T^o = 30^oC$: $T_v = 0,43mce$

Le diamètre de la conduite d'aspiration : $D_a = 1,4 * DN1$

$DN1 = 250mm$ (annexe V-5)

Donc : $D_a = 1,4 * 250 \Rightarrow D_a = 350mm$

La vitesse d'aspiration : $V_a = \frac{4 * 500,4}{3,14 * 0,350^2 * 3600} \Rightarrow V_a = 1,45m/s$

Diamètre du collecteur d'aspiration :

$$D_c = \sqrt{\frac{4 * 1000,8}{3,14 * 1,5 * 3600}} \Rightarrow D_c = 0,485m$$

On pose $D_c = 0,5m \Rightarrow V_c = \frac{4 * 1000,8}{3,14 * 0,5^2 * 3600} \Rightarrow V_c = 1,42m/s$

Cette vitesse est admissible alors on prend : $D_c = 500mm$

La perte de charge linéaire à l'aspiration sachant que :

$$\Delta h_p^{lin} = 0,001735 * \left(\frac{50 * \left(\frac{1000,8}{3600}\right)^2}{0,5^{5,3}} + \frac{1,5 * \left(\frac{500,4}{3600}\right)^2}{0,35^{5,3}} \right) \Rightarrow \Delta h_p^{lin} = 0,277m$$

La perte de charge totale à l'aspiration : $\Delta h_{asp} = 1,15 * 0,277 \Rightarrow \Delta h_{asp} = 0,319m$

La hauteur d'aspiration admissible :

$$h_{asp}^{adm} = 9 + 0,4 - 9,13 + 0,43 + \frac{1,45^2}{2 * 9,81} + 0,277 \Rightarrow h_{asp}^{adm} = 1,08m$$

La côte de l'axe de la pompe : $\nabla_{axe} = 865 - 1,08 + 0,3 \Rightarrow \nabla_{axe} = 864,22m$

V-10- Choix du moteur électrique :

V-10-1- Critères de choix du moteur électrique :

Les critères de choix du moteur électrique sont :

- Ø Puissance absorbée minimale ;
- Ø Position de l'arbre de transmission horizontale ou verticale ;
- Ø Tension d'alimentation en fonction de la puissance du moteur et de l'investissement.

On choisit les moteurs adéquats à partir du catalogue du constructeur "Leroy et Somer" et cela en fonction de la puissance fournie par ce dernier et de sa vitesse de rotation.

V-10-2- Vitesse de rotation du moteur :

La vitesse de rotation du moteur est donnée comme suit :

$$N_m = N_p \pm 200 \text{ tr/mn} \quad (V-20)$$

Où :

N_m : vitesse de rotation du moteur (tr/mn) ;

N_p : vitesse de rotation de la pompe (tr/mn).

V-10-3- Puissance fournie par le moteur :

La puissance qui devra être fournie par le moteur est calculée par la formule suivante :

$$P_m = \frac{\varpi * Q_{app} * HMT * K}{\eta_p * \eta_{acc} * \eta_m} \quad (V-21)$$

Où :

P_m : puissance du moteur (watt) ;

ϖ : poids volumique de l'eau, $\varpi = 9810 \text{ N/m}^3$;

Q_{app} : débit refoulé par une pompe ;

HMT : hauteur manométrique totale minimale ;

η_p : rendement de la pompe ;

η_{acc} : rendement de l'accouplement, $\eta_{acc} = 0,93$;

η_m : rendement du moteur, $\eta_m = (92-95) \%$,

On prend : $\eta_m = 94 \%$.

K : coefficient correcteur, il fonction de la puissance de la pompe ;

Tableau V-16: Coefficient de correction en fonction de la puissance

P_{abs} (Kw)	1-2	2-10	10-50	50-100	100-200	w 200
K	2	2 - 1,3	1,3 - 1,2	1,2 - 1,1	1,1 - 1,05	1,05

V-10-4-Refoulement SP1 - SP4 :

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 77,9 %.
- La hauteur manométrique totale est : 195,37 m.
- Le débit d'une pompe est : $293,5 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 722,10 Kw $\Rightarrow K = 1,05$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 * 293,5 * 10^{-3} * 195,37 * 1,05}{0,779 * 0,93 * 0,94} \Rightarrow P_m = 867,31 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-17).

Tableau V-17 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 1

Type du moteur	f (Hz)	P_m (KW)	N_m (tr/min)	η_m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSPCB355LR	50	900	3700	95	0,88	1750

V-10-5-Refoulement SP4 - DJEBAHIA :

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 73,2 %.
- La hauteur manométrique totale est : 21,3 m.
- Le débit d'une pompe est : $17,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 4,93 Kw $\Rightarrow K = 1,56$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 \cdot 17,3 \cdot 10^{-3} \cdot 21,3 \cdot 1,56}{0,732 \cdot 0,93 \cdot 0,94} \Rightarrow P_m = 8,81 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-18).

Tableau V-18 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 4

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
PLS160MT	50	9	1950	80	0,77	60

V-10-6-Refoulement SP4 – Réservoir d'AIN ECHERIKI :

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 78,9 %.
- La hauteur manométrique totale est : 208,21 m.
- Le débit d'une pompe est : $288,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 748,80Kw $\Rightarrow K = 1,05$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 \cdot 288,97 \cdot 10^{-3} \cdot 208,21 \cdot 1,05}{0,789 \cdot 0,93 \cdot 0,94} \Rightarrow P_m = 898,51 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-19).

Tableau V-19 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 4

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSPCB355LR	50	900	3700	95	0,88	1750

V-10-7-Refoulement SP6 – Réservoir de FEID ELOUZ:

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 74 %.
- La hauteur manométrique totale est : 124,47 m.
- Le débit d'une pompe est : $288,97 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 477,28 Kw $\Rightarrow K = 1,05$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 \cdot 288,97 \cdot 10^{-3} \cdot 124,47 \cdot 1,05}{0,74 \cdot 0,93 \cdot 0,94} \Rightarrow P_m = 572,71 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-20).

Tableau V-20 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 6

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSPCB355LR	50	600	3700	95	0,88	1750

V-10-8-Refoulement SP9 – SP10:

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 81 %.
- La hauteur manométrique totale est : 145,35 m.
- Le débit d'une pompe est : $189 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 332,71Kw $\Rightarrow K = 1,05$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 \cdot 189 \cdot 10^{-3} \cdot 145,35 \cdot 1,05}{0,81 \cdot 0,93 \cdot 0,94} \Rightarrow P_m = 345,63 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-21).

Tableau V-21 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 9

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSPCB315L2	50	400	3700	94,8	0,88	1322

V-10-9-Refoulement SP10 – Réservoir de SOUR EL GHOZLANE:

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 72 %.
- La hauteur manométrique totale est : 112,6 m.
- Le débit d'une pompe est : $96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 147,28 Kw $\Rightarrow K = 1,073$.
- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 \cdot 96 \cdot 10^{-3} \cdot 112,6 \cdot 1,073}{0,72 \cdot 0,93 \cdot 0,94} \Rightarrow P_m = 180,77 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-22).

Tableau V-22 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 10

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSP315M	50	200	3700	93	0,83	870

V-10-10-Refoulement SP10 – Réservoir de COL DE DIRAH:

a) Puissance du moteur

- Le rendement après réglage est : 75,3 %.
- La hauteur manométrique totale est : 187,26 m.
- Le débit d'une pompe est : $139 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$.
- La puissance absorbée de la pompe est : 339,10Kw $\Rightarrow K = 1,05$.

- La puissance du moteur est :

$$AN : P_m = \frac{9810 * 139 * 10^{-3} * 187,26 * 1,05}{0,753 * 0,93 * 0,94} \Rightarrow P_m = 407,30 \text{ Kw.}$$

b) Type et caractéristiques du moteur

Connaissant la vitesse de rotation et la puissance du moteur, on tire le type du moteur et ses caractéristiques à partir du catalogue des moteurs asynchrones triphasés LEROY SOMER (Figure V-18).

On note les caractéristiques du moteur électrique dans le tableau (V-23).

Tableau V-23 : Type et caractéristiques des moteurs de la SP 10

Type du moteur	f (Hz)	P _m (KW)	N _m (tr/min)	η _m (%)	Cos φ	Masse (Kg)
LSPCB315L2	50	400	3700	94,8	0,88	1322

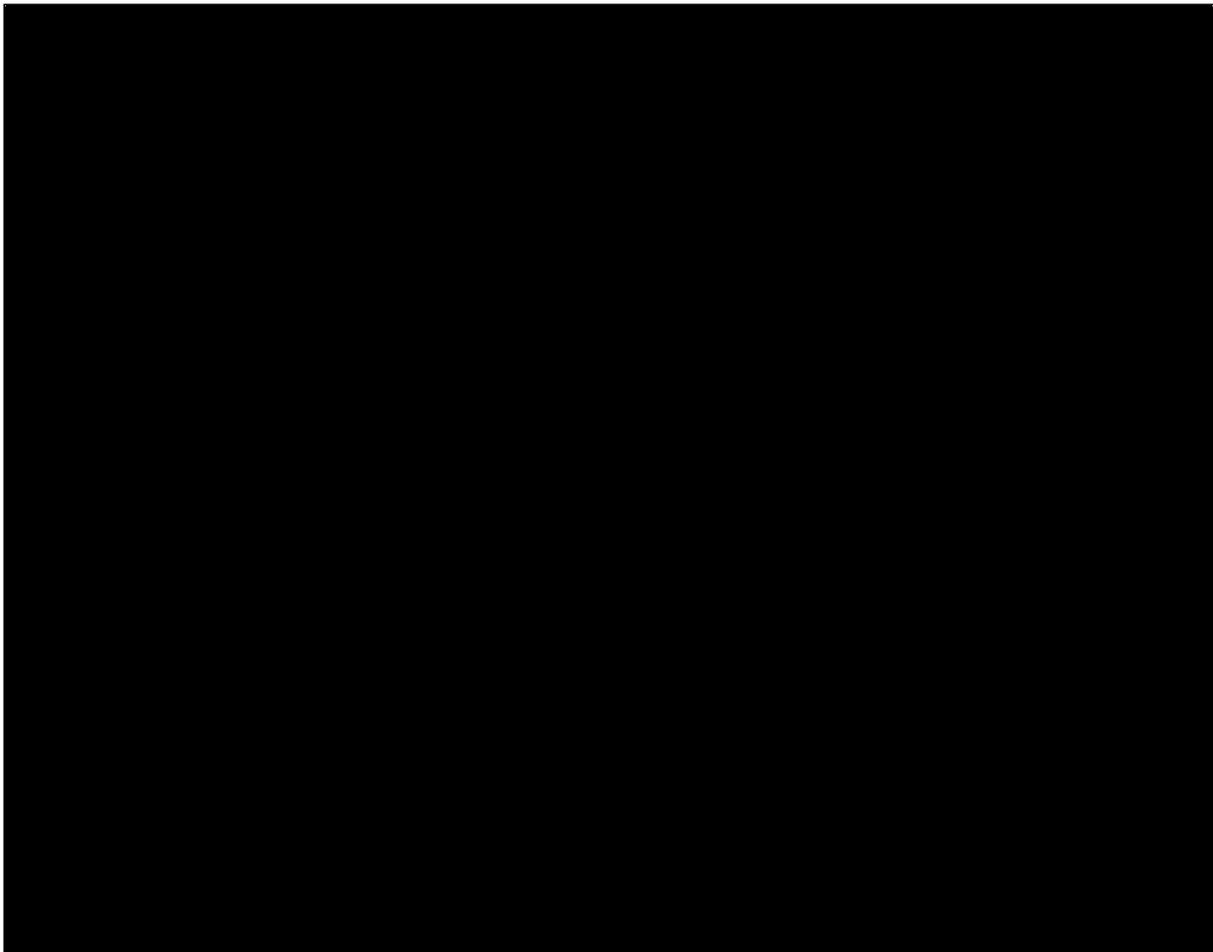


Figure (V-18): Liste des moteurs asynchrones triphasés à 2 pôles.

V-10-11- Encombrement des moteurs :

Il importe de connaître les dimensions et l'encombrement des moteurs, cela nous aidera à déterminer les dimensions du bâtiment de la station qui les abritera.

Les dimensions du bout d'arbre principal (Tableau V-24) et les dimensions principales de chaque moteur (Tableau V-25) de l'ensemble des stations de pompage sont tirées de la planche d'encombrement des moteurs asynchrones triphasés à 2 pôles .

Tableau V-24 : Dimensions du bout d'arbre principal

N°	Type	2 pôles
----	------	---------

station		F	GD	D	G	E	O	p
1	LSPCB355LR	22	14	90m6	76	170	20	65
4	PLS160MT	14	09	48m6	42,5	110	16	36
	LSPCB355LR	22	14	90m6	76	170	20	65
6	LSPCB355LR	22	14	90m6	76	170	20	65
9	LSPCB315L2	20	12	70m6	62,5	140	20	65
10	LSP315M	29	12	70m6	62,5	140	20	42
	LSPCB315L2	20	12	70m6	62,5	140	20	65

Tableau V-25 : Dimensions principales du moteur

N° station	Type	2 pôles												
		A	AB	B	BB	C	X	AA	K	HA	H	AC	e	LB
1	LSPCB355LR	610	680	630	780	254	43	120	27	30	355	744	296	1180
4	PLS160MT	275	344	279	320	121	22	60	14	30	100	360	127	527
	LSPCB355LR	610	680	630	780	254	43	120	27	30	355	744	296	1180
6	LSPCB355LR	610	680	630	780	254	43	120	27	30	355	744	296	1180
9	LSPCB315L2	500	616	500	665	210	45	120	28	30	215	620	386	1112
10	LSP315M	508	600	457	520	216	36	100	20	24	315	700	208	961
	LSPCB315L2	500	616	500	665	210	45	120	28	30	215	620	386	1112

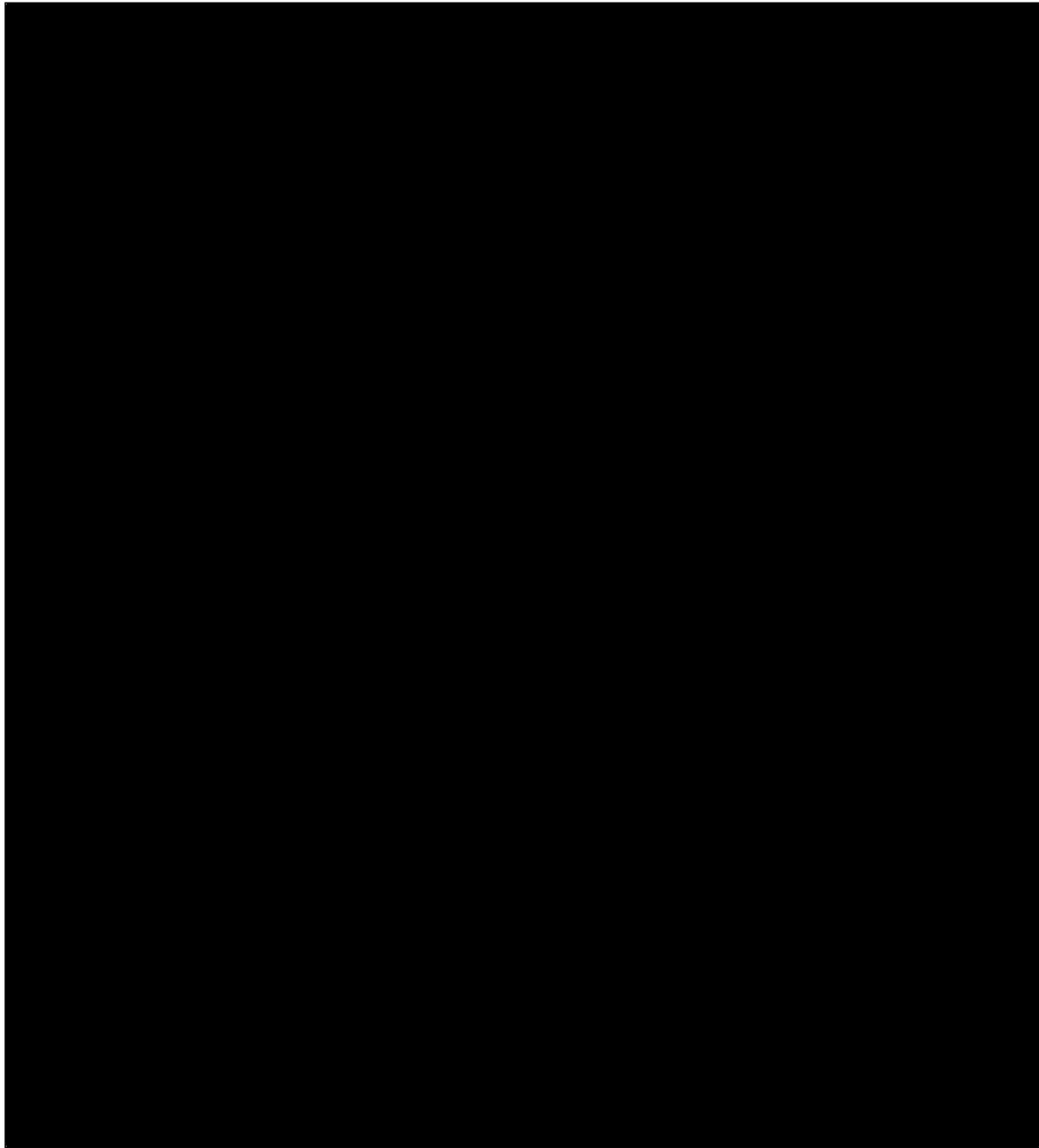


Figure (V-19): Planche d'encombrement des moteurs asynchrones triphasés à 2 pôles.

Conclusion :

Les pompes toutes de marque KSB, type Multitec et de classe A (aspiration axiale et refoulement radiale), sont des monocellulaires et multicellulaires à axe horizontal.

Ces pompes seront entraînées par des moteurs de marque LEROY SOMER, asynchrones triphasés mono vitesses avec un rotor en court circuit CAG.



CHAPITRE VI

PROTECTION DES CANALISATIONS

Introduction :

Les conduites, en général sont posées en terre, ou en galeries, d'adduction gravitaire ou par refoulement, aussi bien que celle de distribution d'ailleurs, sont menacées de dégradation ou de destruction par des causes diverses naturelles ou artificielles.

Leur bonne conservation dépend, en premier lieu, de la qualité du matériau dont elles sont constituées et surtout de son adaptation aux caractéristiques physico-chimiques des terrains dans lesquels elles sont posées et ceci est vrai pour les différentes natures de matériaux, mais principalement pour les conduites métalliques : fonte, acier, etc... Ainsi que pour celles, telles que les conduites en béton armé, dans la constitution desquelles il entre des matériaux ferreux.

VI-1- Protection des conduites contre le coup de bélier :

VI-1-1- Causes du coup de bélier :

Les différentes causes de coup de bélier sont :

- L'ouverture ou la fermeture brusque des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaire.
- La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement.
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP.
- La modification de la vitesse d'une pompe.
- La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage est cependant la cause la plus répandue du coup de bélier.
- La mise en marche ou la modification de l'opération d'une turbine

VI-1-2-Les risques dus aux coups de bélier :

En pratique les risques dus au coup de bélier sont importants

VI-1-2-1-Risque de forte pression :

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

VI-1-2-2-Pression négative :

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par l'apparition d'une pression relative négative, à la suite d'un arrêt brusque d'une pompe ou d'une ouverture instantanée d'une vanne de sectionnement. Si cette pression devienne inférieure à $10mce$, il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être criées 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.

VI-1-2-3-Fatigues des conduites :

En régime transitoire les alternances des surpressions et dépressions qui sont une conséquence inévitable du phénomène provoquent la fatigue du matériau de la canalisation même si leur amplitude est faible.

VI-1-3-Description des phénomènes physiques :

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 la distance entre la pompe et le réservoir est : **L** 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 :

Par suite de son élasticité la conduite reprend son diamètre primitif et cela de proche en proche .l'eau revient alors dans la conduite et au bout d'un nouveau temps $\frac{L}{a}$ c'est-à-dire à $\frac{2L}{a}$ depuis

l'origine du phénomène toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe qui entre temps s'est fermé.

Phase03 :

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 l'élasticité de la conduite celle-ci agissant à la manière d'un ressort reprend de proche en proche à partir du réservoir et en allant vers la pompe, son diamètre primitif.

Les tranches d'eau successives reprenant leurs dimensions premières au bout d'un nouveau temps

$\frac{L}{a}$ c'est-à-dire à $\frac{4L}{a}$ depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment

de l'arrêt brusque de la pompe.

La période du mouvement est donc $\frac{4L}{a}$

VI-1-4- Protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier :[3]

La protection de la conduite gravitaire contre le coup de bélier est basée sur la fermeture de la dernière vanne sur cette conduite.

Les ondes de surpression et de dépression sont caractérisées par une vitesse de propagation donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + k * \frac{D}{e}}} \quad (\text{VI-1})$$

C : célérité d'onde (m/s) ;

D : diamètre de la conduite (mm) ;

e : épaisseur de la conduite (mm) ;

K : Coefficient d'élasticité de l'eau.

VI-1-5- Protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier :

Pour la protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier, il existe plusieurs méthodes.

a) Réservoir d'Air :

Les réservoirs d'Air sont des réservoirs dans lesquels le volume d'eau est équilibré par la pression de fonctionnement en régime permanent. Cette réserve d'eau permet de réduire les dépressions en fournissant une quantité d'eau demandée par la dépression sous forme d'un débit contrôlé par un orifice, une tuyère ou un clapet percé (fig. VI-1). Il est en effet essentiel d'introduire dans le système un amortissement faute de quoi, les oscillations dureraient sur une longue période.

L'expérience a démontré qu'il est préférable d'avoir une plus grande perte de charge au retour qu'à l'aller, dans le sens du réservoir vers la conduite.

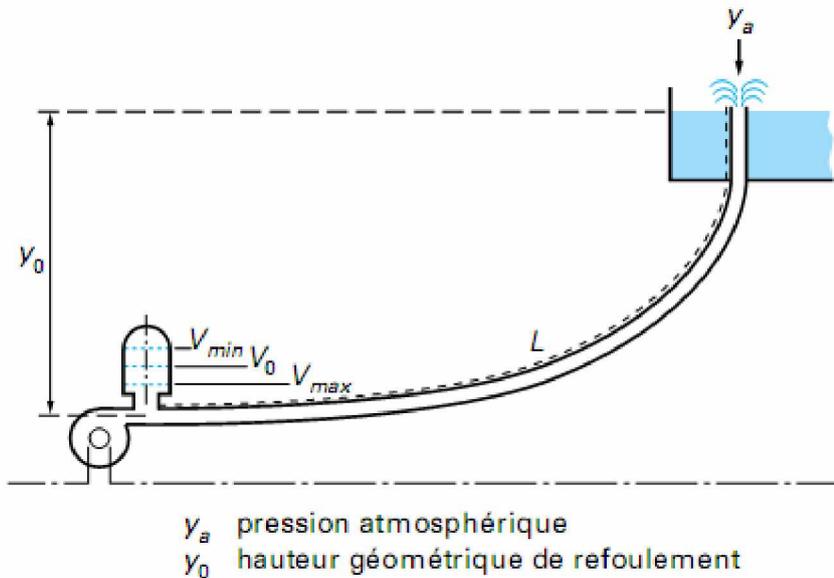


Figure VI-1 : Réservoir d'Air

b) Cheminée d'équilibre :

Les cheminées d'équilibre sont des dispositifs assez simples qui permettent de transformer les surpressions et les dépression en variation de hauteur de colonne d'eau

Dans les cas de refoulement sur des dénivellations importantes, l'utilisation de cheminées d'équilibre devient impraticable puisque leurs hauteurs seraient trop grandes. Sur une conduite de refoulement, cependant, une cheminée peut être placée en cours de parcours pour contrer les effets de la cavitation. La hauteur de la cheminée sera alors réduite et son emplacement, son niveau d'entretien étant réduit, ne pose pas de problème.

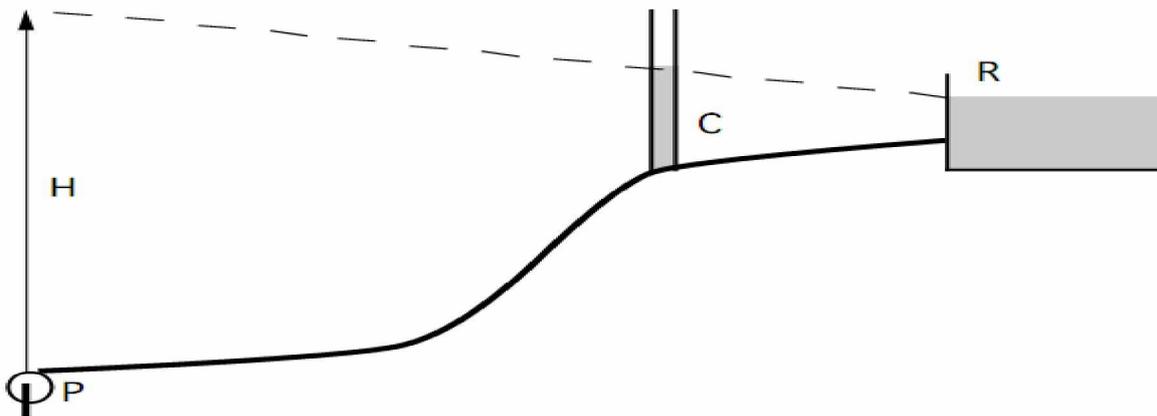


Figure VI-2 : Cheminée d'équilibre sur une conduite de refoulement

c) Soupape de décharge :

Les soupapes de décharges sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression à une valeur acceptable. Ces dispositifs sont généralement constitués d'une soupape maintenue par un ressort dont la pression est ajustée à une valeur légèrement supérieure (5%) à la pression maximale d'opération. L'ouverture de la soupape laisse passer un débit qui doit être évacué vers l'extérieur.

Ce dispositif est inefficace pour protéger les conduites contre les dépressions et les cavitations.

d) Volant d'inertie : calé sur l'arbre du groupe, il constitue un moyen assurant l'alimentation de veine liquide, malgré l'arrêt du moteur actionnant la pompe grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale. Le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier. Au démarrage, le groupe électropompe, avec le volant d'inertie, consomme plus d'énergie.

Remarque :

Dans ce projet, on propose comme moyen de protection des installations, le réservoir d'air.

VI-1-6- Calcul des réservoirs d'air :

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air.

Comme méthode de calcul, on distingue :

a) Méthode de VIBERT

La méthode de **VIBERT** donne de bons résultats pour les petites installations et risque de donner des volumes de réservoirs d'air, important dans le cas de grandes installations.

b) Méthode de BERGERON

La méthode de **BERGERON** est la plus répandue, elle donne de bons résultats que ça soit pour les petites ou pour les grandes installations.

VI-1-7-Dimensionnement des réservoirs d'air par la méthode de Vibert :

On calculera la célérité d'onde à l'aide de la formule améliorée par (SALAH. B) pour les conduites enterrées:

$$C = \frac{\sqrt{\frac{K}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{K * 2 * a * (1 - \nu_m^2) * (1 - \nu_s)}{(1 - \nu_m^2) * a * E_s + E_m * e_m * (1 - \nu_s)}}} \quad (VI-2)$$

Avec :

C: célérité d'onde en (m/s)

K : Coefficient d'élasticité de l'eau ; $K = 2,07 * 10^9$ Pascal.

ρ : Masse volumique de l'eau ; $\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$

E_m : module de Young du matériau de la conduite ; $E_m = 2 * 10^{11}$ pour l'acier.
 $E_m = 3 * 10^9$ pour le PVC.

E_s : module de Young du sol ; $E_m = 2 * 10^8$ Pascal.

ν_m : coefficient de poisson du matériau. $\nu_m = 0,3$ (acier), $\nu_m = 0,46$ (PVC)

ν_s : coefficient de poisson du sol entourant la conduite. $\nu_s = 0,33$

e_m : Epaisseur de la conduite (m).

a : rayon intérieur de la conduite (m).

P La charge tenant compte du coup de bélier:

$$Z = Hg + \frac{C * V_0}{g}$$

V_0 : vitesse moyenne de refoulement en (m/s).

g: l'accélération de pesanteur.

P La charge statique absolue:

$$Z_0 = Hg + 10$$

P La charge maximale absolue:

$$Z_{\max} = Z_0 + \frac{C * V_0}{g}$$

On a:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{Z_{\max}}{Z_0} \\ h_0 = \frac{V_0^2}{2 * g} \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{Abaque de VIBERT} \Rightarrow \frac{U_0}{LS}; \frac{Z_{\min}}{Z_0} \quad (\text{voir annexe VI})$$

$$U_0 = \frac{U_0}{L * S} * L * S$$

$$U_0 * Z_0 = U_{\max} * Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{U_0}{\frac{Z_{\min}}{Z_0}}$$

U_{\max} : volume du réservoir d'air.

Application :

▮ Les données de base

Les caractéristiques de l'adduction de refoulement sont représentées dans le tableau suivant:

Tableau VI-1: Les caractéristiques des différents tronçons de l'adduction de refoulement:

N° de station	Type de matériau	D (mm)	S (m ²)	V (m/s)	L (m)	Hg (m)
SP 1	Fonte	1000	0,783	1,5	2646	187,8
SP 4	Fonte	1000	0,787	1,47	5612	208,21
SP 6	Fonte	1000	0,787	1,47	1300	124,47
SP 9	Fonte	600	0,284	1,33	14958	145,35
SP 10	Fonte	500	0,199	1,4	6511	187,26

▮ Calcul de la célérité d'onde C

Les résultats trouvés pour la célérité d'onde C sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau VI-2: Calcul de célérité d'onde des différents tronçons de l'adduction de refoulement:

N° de station	K (Pa) (*10 ⁹)	P (Kg/m ³)	a (m)	ε _m	ε _s	E _s (Pa) (*10 ⁸)	E _m (Pa) (*10 ¹¹)	e _m (m)	C (m/s)
SP 1	2,07	1000	0,500	0,3	0,33	2	2	0,00792	993,95
SP 4	2,07	1000	0,500	0,3	0,33	2	2	0,00792	993,95
SP 6	2,07	1000	0,500	0,3	0,33	2	2	0,00792	993,95
SP 9	2,07	1000	0,300	0,3	0,33	2	2	0,0075	1098,74
SP 10	2,07	1000	0,250	0,3	0,33	2	2	0,00714	1227,05

▮ Calcul des capacités des différents réservoirs d'air

Les résultats trouvés pour le calcul de volume des réservoirs d'air sont regroupés dans le tableau suivant:

Tableau VI-3: Calcul de volume des différents réservoirs d'air de l'adduction de refoulement:

N° de station	Z ₀ (m)	Z _{max} (m)	V ₀ (m ³)	g (m/s ²)	h ₀ (m)	$\frac{h_0}{Z_0}$	$\frac{U_0}{L*S}$	$\frac{Z_{min}}{Z_0}$	U ₀ (m/s)	U _{max} (m/s)	Volume normalisé (Litres)
SP 1	197,8	349,7	1,5	9,81	0,11467	0,0006	0,005	0,62	10,36	16,71	18000
SP 4	218,21	367,1	1,47	9,81	0,11013	0,0005	5	0,64	19,87	31,05	32000
SP 6	134,47	283,4	1,47	9,81	0,11013	0,0008	0,003	0,54	3,89	7,20	8000

La corrosion est due à une attaque physico-chimique du métal exposé, dépendant de la nature de l'eau et de celle du métal. La vitesse de dissolution du métal est inversement proportionnelle à l'alcalinité, à la dureté (teneur en calcium) et au PH de l'eau ; elle est directement proportionnelle au contraire à sa teneur en oxygène et en gaz carbonique dissous, à sa température et à sa vitesse de circulation. Nombreux sont toute fois les autres facteurs, plus ou moins bien connus, qui interviennent et compliquent le problème. Il est fréquent que les eaux naturelles soient moins corrosives que les eaux traitées de qualité apparemment semblable.

VI-2-2-Les facteurs de la corrosion :

- Ø L'eau elle-même n'a pas un caractère corrosif par contre certains éléments qui peuvent lui conférer ont des effets importants sur la corrosion.
- Ø Le PH de l'eau dépend de la teneur en gaz dissout tel que CO_2 et H_2S , pratiquement, si le PH de l'eau est inférieur à 10, elle a un effet corrosif envers l'acier donc pour

- Ø diminuer la corrosion, il faut augmenter le PH de l'eau tout en veillant sur son oxydation.
- Ø La température : les fortes variations de la température entraînent l'accélération de la corrosion.
- Ø Le métal : les conduites en acier enterrées dans un milieu de potentiel différent seraient constamment attaquées si une protection n'était pas envisagée.
- Ø La vitesse de l'eau : L'excès de vitesse de l'eau dans les conduites, peut contribuer à la destruction du précipité calcique protecteur, il provoque une détérioration des canalisations.
- Ø L'homme a sa part de responsabilité dans la détérioration des canalisations, en effet, il intervient :
 - Dans la qualité de la conduite et le choix du remblai.
 - La mauvaise installation des joints qui perturbe la circulation de l'eau.
- Ø Hétérogénéité du terrain : La traversée des terrains des natures différentes par une conduite, peut être influencée sur la corrosion de cette dernière. Ceci induit à des différents électrolytes ; et la différence de potentiel du métal par rapport à cet électrolyte va varier. D'où la corrosion de la conduite va se déclencher.
- Ø Hétérogénéité du métal : L'assemblage des métaux des natures différentes peut aussi encourager la corrosion. Etant donné que la différence de potentiel de ces métaux est différente, il peut s'établir par conséquent, une circulation d'électrons à l'intérieur de métaux surtout au niveau de leur liaison, le courant électrique ainsi établi, sort du métal en direction d'électrolyte et le métal se corrode.

VI-2-3-Corrosion externe :

Cette corrosion est caractérisée par une attaque du métal due à des phénomènes extérieurs en liaison, le plus souvent, soit avec la nature du sol, soit avec des installations électriques à courant continu situées au voisinage des réseaux d'alimentation en eau.

Si ces phénomènes sont importants, il peut se produire une destruction rapide des canalisations par formation de cratères qui mènent à une perforation, ou à une attaque sous forme de couche de rouille croûteuse ou filandreuse, annonçant une diminution de l'épaisseur du métal. Particulièrement les réseaux de conduite en acier, lesquels, ordinairement, sont plus vulnérables que les conduites en fonte.



Schéma VI-4 : Corrosion externe dans une conduite

VI-2-4-Corrosion interne :

Il arrive que les eaux fortement minéralisées provoquent, dans les canalisations, des dépôts se fixant sur les parois, surtout si la vitesse de l'eau est faible. Ces dépôts constituent alors autant de petites piles dans un milieu bon conducteur et il en résulte des attaques locales du métal et éventuellement, des perforations.

La présence de fer dans l'eau, même à des doses inférieures à 0,10 mg/l, peut, également, être la cause de perforation. En flocculant sous forme d'oxyde, il constitue des dépôts, donc des piles très actives. Il apparaît, sous chaque concrétion, une diminution rapide d'épaisseur du métal de la conduite.

En vue de remédier aux inconvénients signalés ci-dessus, il est indispensable, tout d'abord, d'exiger un revêtement très soigné des canalisations. Par ailleurs, on devra étudier soigneusement notre canalisation de façon à éviter les faibles vitesses.

L'exécution des travaux devra être ensuite attentivement faite. La pose de la canalisation, en particulier les joints, doit être correctement effectuée.

En fin, l'exploitation joue un grand rôle dans le maintien en bon état d'un réseau, elle doit être confiée à un personnel hautement qualifié.



Schéma VI-5 : Corrosion interne dans une conduite

VI-2-5-Protection des conduites contre la corrosion interne :

Elle est due à l'agressivité de certaines eaux. Les eaux fortement minéralisées provenant des dépôts sur les parois de la conduite, surtout quand la vitesse d'écoulement est faible, il en résulte des perforations, pour pallier à ce phénomène, il faut :

- Eviter les faibles vitesses d'écoulement.
- Revêtir soigneusement les conduites intérieurement.
- Chasser l'air aux points hauts de la canalisation.
- Que la pose doit se faire avec soin

VI-2-6-Protection des conduites contre la corrosion externe :

VI-2-6-1-Les revêtements :

Pour que les réactions anodiques et cathodiques ne se produisent pas, on isole le métal du milieu corrodant à l'aide de revêtement, ces derniers peuvent être, soit d'un autre métal ou alliage moins sensibles à la corrosion, soit des matières plastiques où des peintures, soit des oxydes protecteurs formés à partir du métal lui-même (oxydation anodique), soit en fin des couches passives obtenues en maintenant le métal à un certain potentiel.

VI-2-6-2-Revêtements à protection passive :

Ce revêtement à pour effet de soustraire le support à l'action du milieu environnant, il s'agit d'une barrière d'épaisseur variable neutre vis-à-vis du milieu extérieur et du support selon ses qualités propres (nature, épaisseur, étanchéité ...etc.).

Conclusion :

Dans notre cas de figure, une manche en polyéthylène ou une couche de goudron assureront la protection des conduites, en fonte ductile, traversant des terrains agressifs. On doit également prévoir une protection cathodique le long de la conduite.



CHAPITRE VII

POSE DE CANALISATION ET ACCESSOIRES

Introduction :

Les canalisations sont généralement posées en tranchée, à l'exception de certain cas où elles sont posées sur le sol à condition qu'elles soient rigoureusement entretenues et protégées.

Dans notre projet, nous avons procédé à l'étude d'une adduction. Cependant pour compléter cette dernière, nous ne devons pas négliger les accessoires à utiliser sur nos conduites.

VII-1-Pose de canalisation :[5]

VII-1-1-Principe de pose de canalisation :

Les conduites se posent généralement en terre, dans une fouille dont le fond a été réglé et nivelé conformément au profil en long définitif de la conduite. Ce fond est garni d'un lit de sable de 15 à 20 cm d'épaisseur au minimum, destiné à constituer un matelas élastique au dessous du tuyau. Ce dernier est descendu à sa place définitive par des moyens appropriés (chariots porte-tuyaux pour les gros diamètres), et assemblé avec les tuyaux voisins. La fouille est ensuite remblayée en ayant soin, s'il s'agit de tuyaux en tôle d'acier ou de tuyaux en fonte, de prendre toutes dispositions utiles pour que la paroi du tuyau ne soit pas en contact direct avec de gros cailloux ou de gros fragments de roche dure.

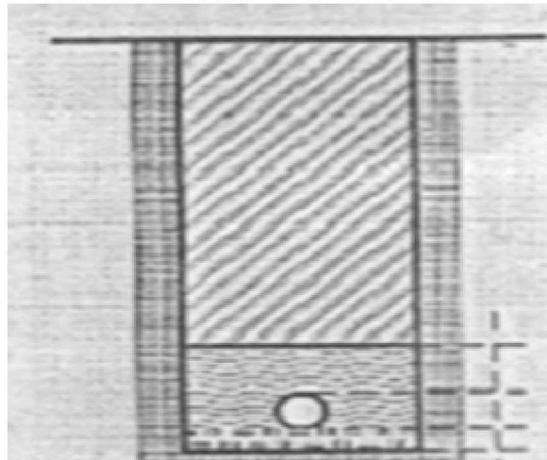


Figure VII-1 : Pose de canalisation

À la traversée des points particuliers (cours d'eau, lignes de chemin de fer, routes, croupes surélevées, etc.), on se trouve parfois dans l'obligation d'employer des dispositions spéciales : ponceaux, ponts, aqueducs, arcades, souterrains, tunnels, etc.

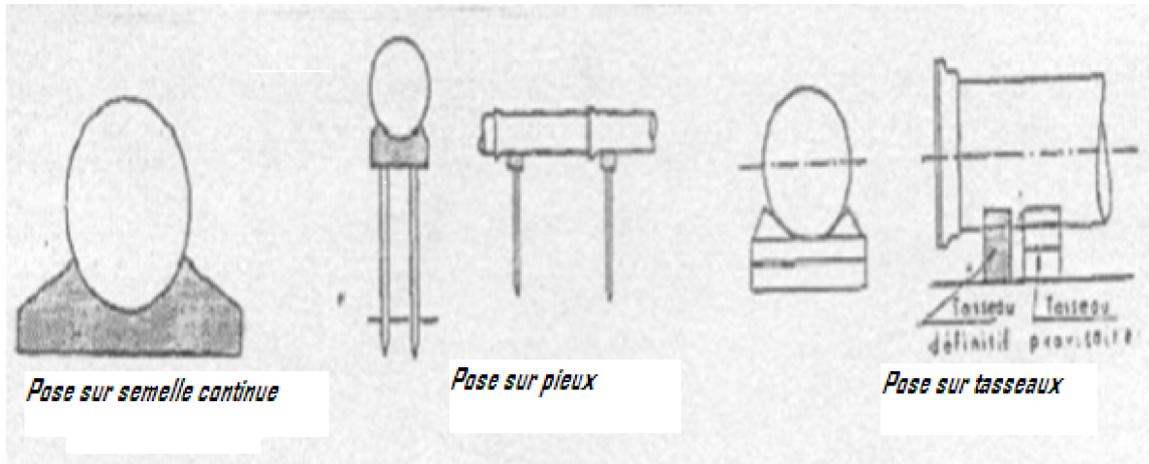


Figure VII-2 : Les différents cas de pose de canalisation

Quand il s'agit de grands diamètres, le profil en long doit être tel qu'il ne puisse se former des poches d'air au moment du remplissage. Ces dernières sont, en effet, dangereuses par leur élasticité au moment des surpressions. Il faut donc faciliter la collecte de l'air en des points hauts naturels ou artificiellement créés, de façon à permettre son évacuation aisée par des ventouses automatiques ou non. En pays plat, pour des vitesses de l'ordre de 1 m/s, la pente d'une grosse conduite doit être de l'ordre de 1/1 000 quand la conduite est ascendante dans le sens de l'écoulement de l'eau, et de 1/500 dans le cas contraire.

Ces valeurs doivent être considérées comme des minimums, pour assurer une évacuation correcte de l'air contenu dans les conduites.

La purge de ce fluide sera d'ailleurs facilitée par une étude préalable et soignée du profil en long des conduites.

C'est ainsi que l'on doit s'efforcer de réaliser qu'une montée lente de la conduite soit suivie par une descente rapide, une ventouse, ou un purgeur automatique de dimensions convenables, étant placé au point haut séparant ces pentes de sens contraires.

Les tronçons horizontaux de conduite doivent être rigoureusement évités.

Il va de soi que toutes les dispositions appropriées doivent être prises pour éviter la pénétration ou le dégagement de l'air dans la conduite, soit à la prise d'eau éventuellement, soit le long de son tracé, dans les parties à très faible pression.

L'air est un élément indésirable qui a été la cause de nombreux éclatements sur des conduites de petits et gros diamètres, particulièrement lorsqu'il s'agissait d'un matériau relativement fragile, comme l'ancienne fonte grise.

Quand il s'agit d'une conduite posée en terre, le terrain qui la recouvre et l'entoure ne tarde pas à prendre sa cohésion initiale et à produire un véritable blocage de la conduite, suffisant pour assurer une stabilisation définitive de cette dernière. Toutefois, dans le cas où le terrain ne présente pas de garanties de résistance suffisantes, ou lorsque la conduite doit être posée à l'air libre, on est parfois dans l'obligation de stabiliser cette dernière par des dispositions appropriées. C'est ainsi que, dans ses parties inclinées, la conduite est parfois amarrée à des massifs de maçonnerie très solidement implantés dans le terrain. Les amarrages sont

constitués par des pièces en acier forgé qui ensèrent la conduite et sont scellés dans les massifs préalablement construits.

De même, dans les coudes, il s'exerce sous l'effet de la pression des efforts dont la résultante tend à produire le déboîtement des joints et, par conséquent, la dislocation de la conduite.

Cette poussée est située dans le plan du coude, et dirigée extérieurement suivant son axe. Aussi, ces coudes doivent-ils être butés par des massifs de maçonnerie plus ou moins importants, dont les dimensions sont calculées en fonction des éléments à prendre en compte (pression à l'intérieur de la conduite, rayon de cette dernière et angle du coude).

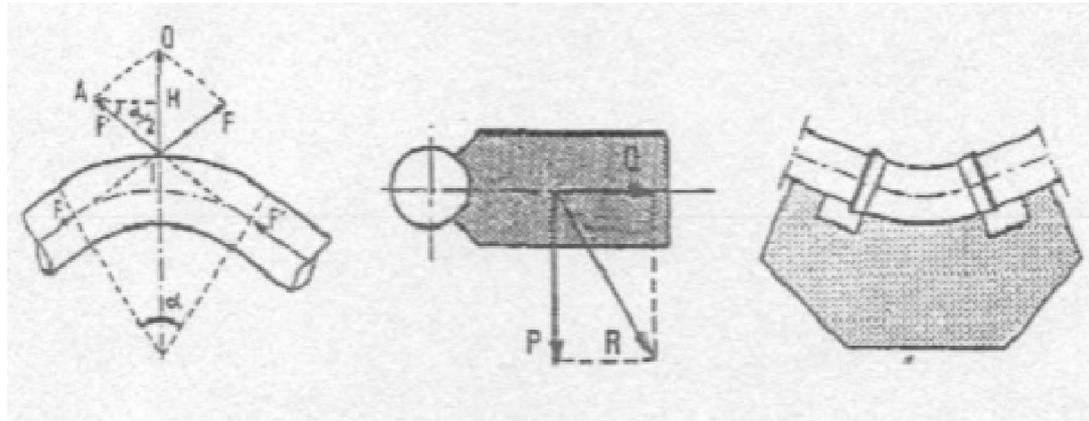


Figure VII-3 : Butée sur un coude horizontal

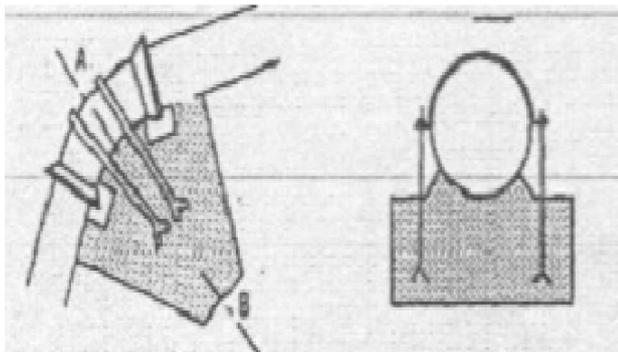


Figure VII-4 : Butée sur un coude vertical

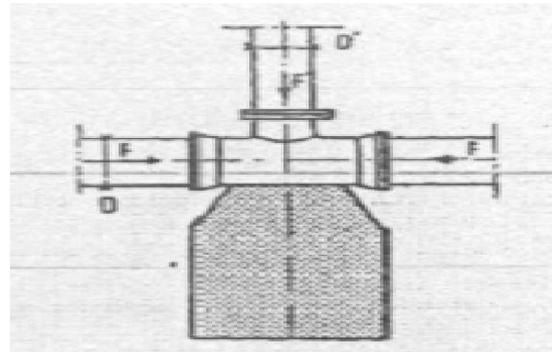


Figure VII-5 : Butée sur un branchement

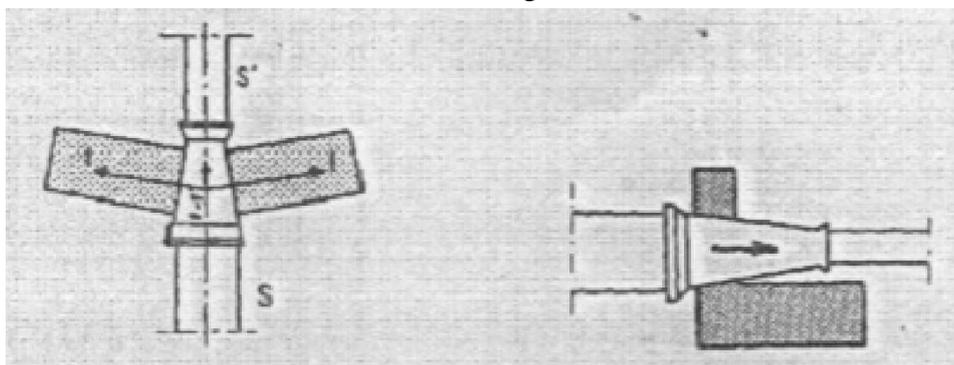


Figure VII-6 : Butée sur un cône

Dans certains cas, s'il n'est pas possible de buter le coude, on amarre ce dernier, dans les conditions sus-indiquées, à un massif de maçonnerie (mur de galerie, par exemple) construit à l'intérieur du coude et épousant la forme de celui-ci. Les calculs auxquels donne lieu l'établissement des butées, massifs et amarrages divers deviennent moins simples si l'on tient compte de la poussée des terres. On en trouvera le principe dans l'article Ouvrages de soutènement.

VII-1-2-La mise en place des canalisations :

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Les tuyaux sont posés avec une pente régulière entre deux regards ;
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées ;
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales ;
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps étrangers ;

VII-1-3-Constructions des regards :

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs.

La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes :

- Réglage du fond du regard ;
- Exécution de la couche du béton de propreté ;
- Ferrailage du radier de regard ;
- Bétonnage du radier ;
- Ferrailage des parois ;
- Coffrage des parois ;
- Bétonnage des parois ;
- Décoffrage des parois ;
- Ferrailage de la dalle ;
- Coffrage de la dalle ;
- Bétonnage de la dalle ;
- Décoffrage de la dalle ;

VII-1-4-Remblais des tranchées:

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivante :

- L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières ;
- A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives de 0,25 m compactées l'une après l'autre. Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

Pour que les conduites résistent aux forces extérieures dues à des charges fixes et mobiles et au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ce dernier.

VII-2-Accessoires :

Le long d'une canalisation, différents organes et accessoires sont installés pour :

- Assurer un bon écoulement ;
- Régulariser les pressions et mesurer les débits ;
- Protéger les canalisations ;
- Changer la direction ;
- Raccorder deux conduites ;
- Changer le diamètre ;
- Soutirer les débits

VII-2-1- 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.

On distingue les robinets vannes papillon :

a) Robinet à papillon centré :

Le robinet à papillon peut être manœuvré par commande manuelle, électrique, pneumatique, hydraulique. Pour ces robinets de grand diamètre, le couple dépend des caractéristiques hydrauliques du circuit.

Applications :

- Adduction d'eau, traitement d'eau, irrigation, assainissement, dessalement, l'industrie
- Circuits de refroidissement et d'incendie
- Construction navale, sidérurgie et dans les centrales électriques (hydrauliques, thermiques et nucléaires)
- Sectionnement et régulation dans tous les secteurs de l'industrie

Conditions de service :

- Température : de 0° C minimum à +65° C maximum.

La température d'utilisation dépend du fluide véhiculé et de la nature de l'élastomère de la manchette utilisée.

D'autres températures peuvent être proposées.

- Pression admissible (PS) jusqu'à 25 bar à la température ambiante.

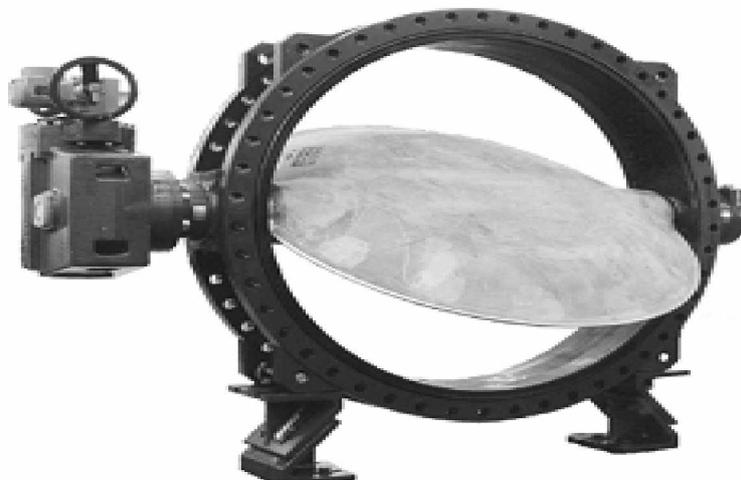


Figure VII-7 : Vanne à papillon centré

b) Robinet vanne à opercule :

Les robinets vannes à opercule sont des appareils de sectionnement qui doivent être complètement ouverts ou fermés. Leur encombrement est considérable comparé à celui des vannes papillon. L'arrêt est fait par un obturateur en forme de coin.

Applications :

- Processus industriels, centrales électriques et chantiers navals
- Pour eau, vapeur, gaz, huiles et autres produits non agressifs
- Autres applications sur demande.

Conditions de service

- Pression de service maxi admissible : 40 bar
- Température maxi admissible : 400 °C

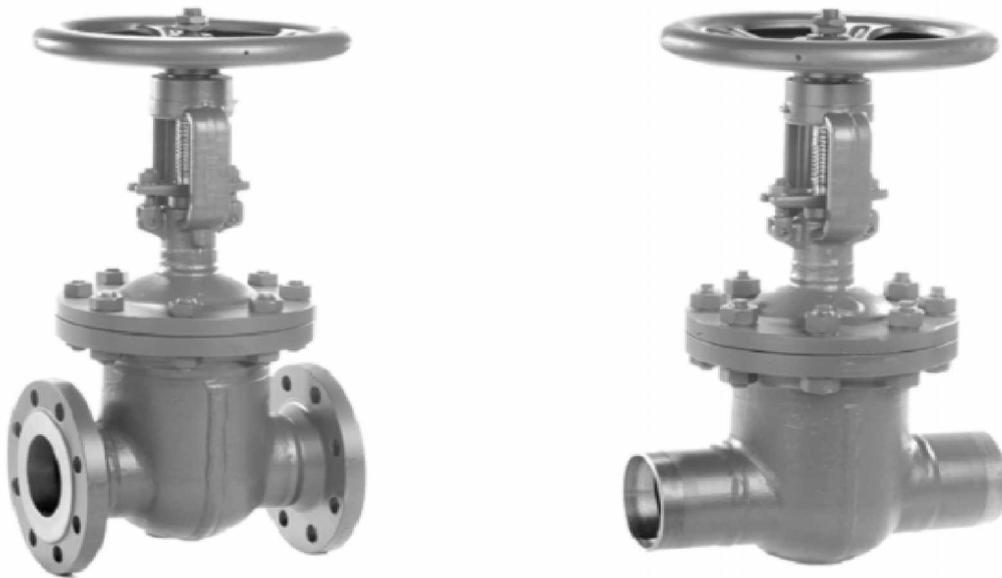


Figure VII-8 : Robinet vanne à opercule

Remarque :

Dans notre cas, on prévoit l'installation:

Ø Des robinets vanne à opercule à la sortie de chaque pompe, sur chaque conduite d'arrivées et de vidange des réservoirs, sur la conduite d'aspiration de chaque pompe et au maximum chaque 400m de la conduite gravitaire et de refoulement.

Ø Des robinets vanne papillon sur chaque conduite de départ du réservoir.

VII-2-2- Clapet anti retour :

Le clapet anti retour est, en apparence, un appareil simple. Schématiquement, il fonctionne comme une porte. C'est un accessoire permettant l'écoulement du liquide dans un seul sens.

Application :

- Industrie et installations de chauffage
- Fluides, vapeur, gaz
- Installations de chauffage à eau chaude DIN 4751
- Installations de chauffage à eau surchauffée DIN 4752
- Installations thermo conductrices DIN 4754 (uniquement PN 6/10/16)

Caractéristiques de fonctionnement :

- Plage de température : PN 6 de - 30*) à 100 °C
PN 6/10/16 de - 30*) à 250 °C
- Plage de pression : jusqu'à = 16 bar

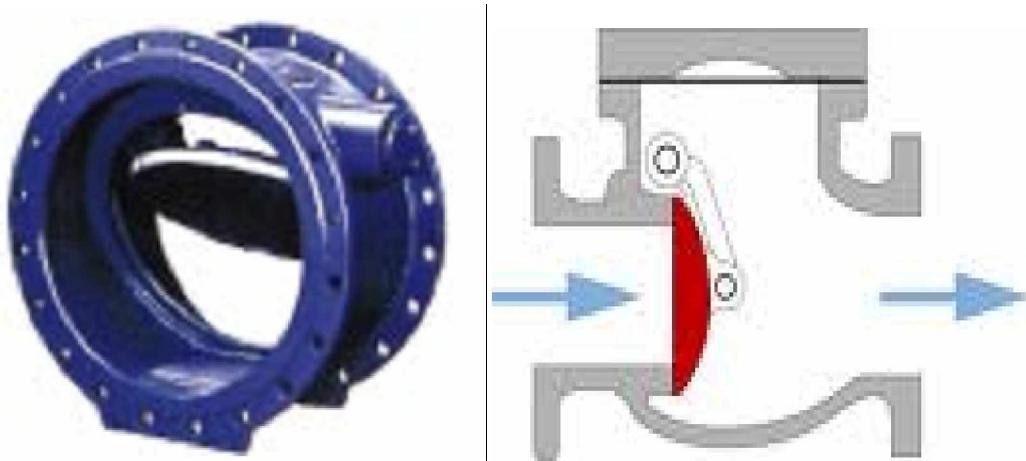


Figure VII-9 : Clapet anti retour

Remarque :

Dans notre cas, on prévoit l'installation d'un clapet anti retour à la sortie de chaque pompe.

VII-2-3- Venteuses :

Appareils mis en place aux points hauts de la canalisation et servant à l'évacuation de l'air occlus.

L'air, compressible, est le pire ennemi des installations. Les bouchons d'air se compriment et décompressent créant des pressions qui varient sans cesse.

Les sous-pressions sont souvent plus dévastatrices que les surpressions. Si l'on ne prévoit pas d'entrée d'air lorsque l'on vide les tuyaux, cela engendre le phénomène de vacuum qui engendre des déformations et dégradations importantes des tuyaux. On injecte donc de l'air par les ventouses.

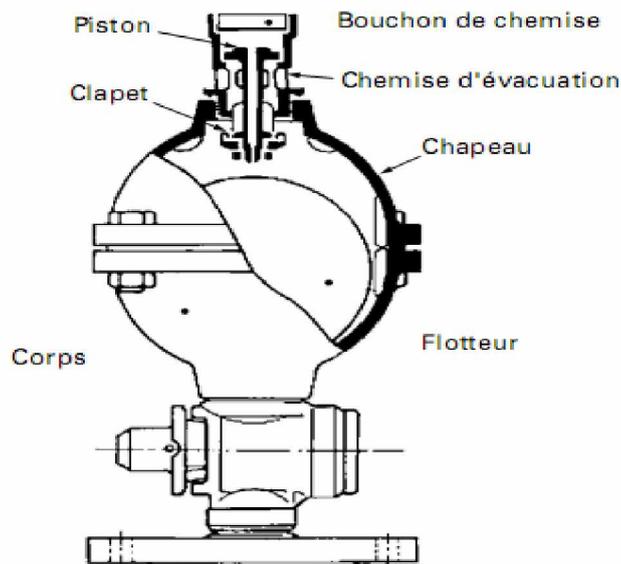


Figure VII-10 : Venteuse à fonction unique

Remarque :

Dans notre projet, on opte pour les ventouses à trois fonctions car l'adduction mixte est de diamètre variant de 2000 à 150 mm.

VII-2-4- Vannes de décharge :

C'est un robinet disposé au point bas du tracé en vue de la vidange de la conduite. La vidange se fait soit dans un égout (cas d'un réseau urbain), soit dans un fossé ou en plein air (cas d'une conduite compagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible

VII-2-5- Conduite by-pass :

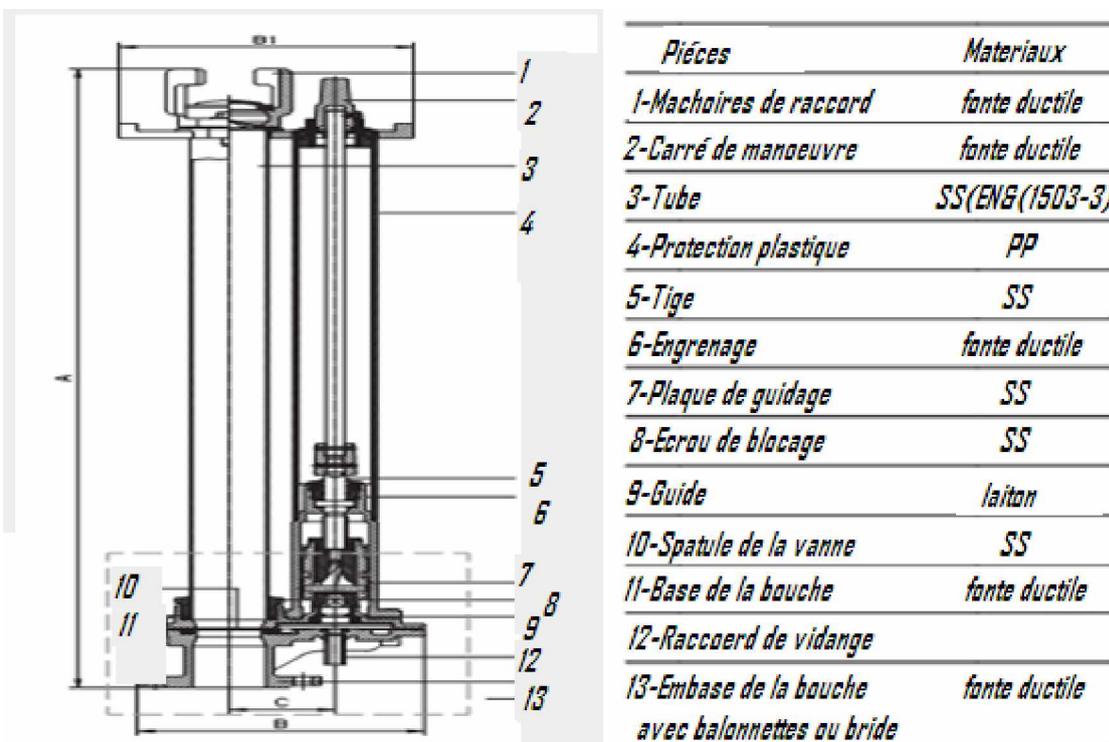
Le by-pass est utilisé pour :

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

Dans notre cas, les by-pass sont placés parallèlement aux vannes de sectionnement se trouvant le long de la conduite gravitaire et de refoulement pour remplir les deux premiers rôles, et à l'intérieur de chambre de vannes pour remplir le troisième rôle.

VII-2-6- Poteaux d'incendie :

Les poteaux d'incendie sont plus nombreux et rapprochés lorsque les débits d'incendie sont plus élevés. Les poteaux d'incendie doivent comporter au moins deux prises latérales de 65mm de diamètre auxquelles on ajoute une prise frontale de 100 mm si le débit d'incendie dépasse 500 l/min ou si la pression de l'eau est faible. Les poteaux d'incendie doivent être reliés aux conduites de réseau par des conduites de raccordement d'au moins 150 mm de diamètres dotées d'une vanne d'isolement. La distance qui sépare deux poteaux d'incendie est de 100m à 200m



Figure

VII-11 : Bouche d'incendie

Remarque :

Dans notre cas, on prévoit l'installation de deux poteaux d'incendie au niveau de chaque station de pompage.

VII-2-7- Crépines :

Ce sont des appareils en forme de panier percé de trous, placés à l'extrémité des canalisations d'aspiration, afin d'empêcher l'introduction de corps étrangers dans celle-ci.

Remarque :

Dans notre cas, les crépines seront installées sur chaque conduite de départ (collecteur d'aspiration) à l'intérieur des réservoirs.

VII-2-8- Réducteurs de pression et débit :

Les réducteurs de pression sont utilisés pour permettre l'alimentation d'une partie basse de pression à partir d'un étage à pression sensiblement plus élevé.

Un réducteur de pression comporte toujours un clapet mobile et un ou plusieurs ressorts de compression, réglables, agissant sur le clapet dans le sens de l'ouverture.

Si la pression tombe à l'aval au-dessous de la valeur désirée, le clapet s'ouvre sous l'action des ressorts.

Au contraire, dès que la pression aval atteint la valeur fixée, le clapet se referme.

Il est recommandé de placer un tel réducteur entre deux robinets-vannes et d'installer un by-pass avec vanne normalement fermée.

Ce dispositif permet de mettre l'appareil hors circuit, soit pour une réparation éventuelle, soit en cas d'incendie, pour maintenir une haute pression dans le réseau.

VII-2-9- Joints de raccordements :

Les conduites reçoivent un revêtement interne au mortier de ciment appliqué par simple turbinage, ou mieux par centrifugation. La centrifugation permet actuellement d'obtenir une épaisseur plus constante et une surface plus lisse. On diminue donc les pertes de charges et on limite les dépôts. Le revêtement au mortier de ciment n'agit pas que comme une simple barrière physique, il protège la fonte par mécanisme de passivation. Les divers types de gonflement du ciment par l'eau permettent également une autoréparation des éventuelles petites fissures dues au transport. Dans certains cas d'eaux très agressives, on peut employer un mortier de ciment alumineux. Les raccords et pièces spéciales sont revêtus de peinture bitumineuse ou époxy. Extérieurement, les conduites en fonte doivent être protégées par une fine couche de zinc.

Le principe de protection est de type actif, par action galvanique du couple fer-zinc. Une protection passive, contre les chocs..., est ensuite obtenue grâce à un enrobage par peinture bitumineuse.

Les longueurs de tuyaux sont assemblées par des joints non verrouillés, verrouillés ou à brides. Les joints verrouillés permettent une auto butée des canalisations, évitant des massifs en béton lourds, encombrants et longs à réaliser. Les joints les plus couramment utilisés sont :

- le joint express (verrouillé ou non) ;
- le joint standard (verrouillé ou non) ;
- les joints automatiques verrouillés ;

— le joint à brides (fixe ou orientable).

Les joints modernes sont verrouillés grâce à des bagues de joint en élastomère comportant des inserts métalliques. De même, le joint proprement dit, qui se place entre les brides, est actuellement en élastomère garni d'inserts métalliques pour éviter le fluage à la compression lors du serrage.

Selon les diamètres et les types de joints, une certaine déviation est admise à la pose variant de 1 à 5°.

Les diamètres courants vont de 60 à 1 200 mm, la gamme de 80 à 600 mm étant la plus utilisée pour les réseaux d'eau potable. Cependant des diamètres allant jusqu'à 2000 mm peuvent être fournis. Les pièces spéciales comprennent les coudes, tés, cônes, manchons droits, bouts d'extrémité, plaques pleines.

Voici quelques joints de raccordement pour la canalisation en fonte ;

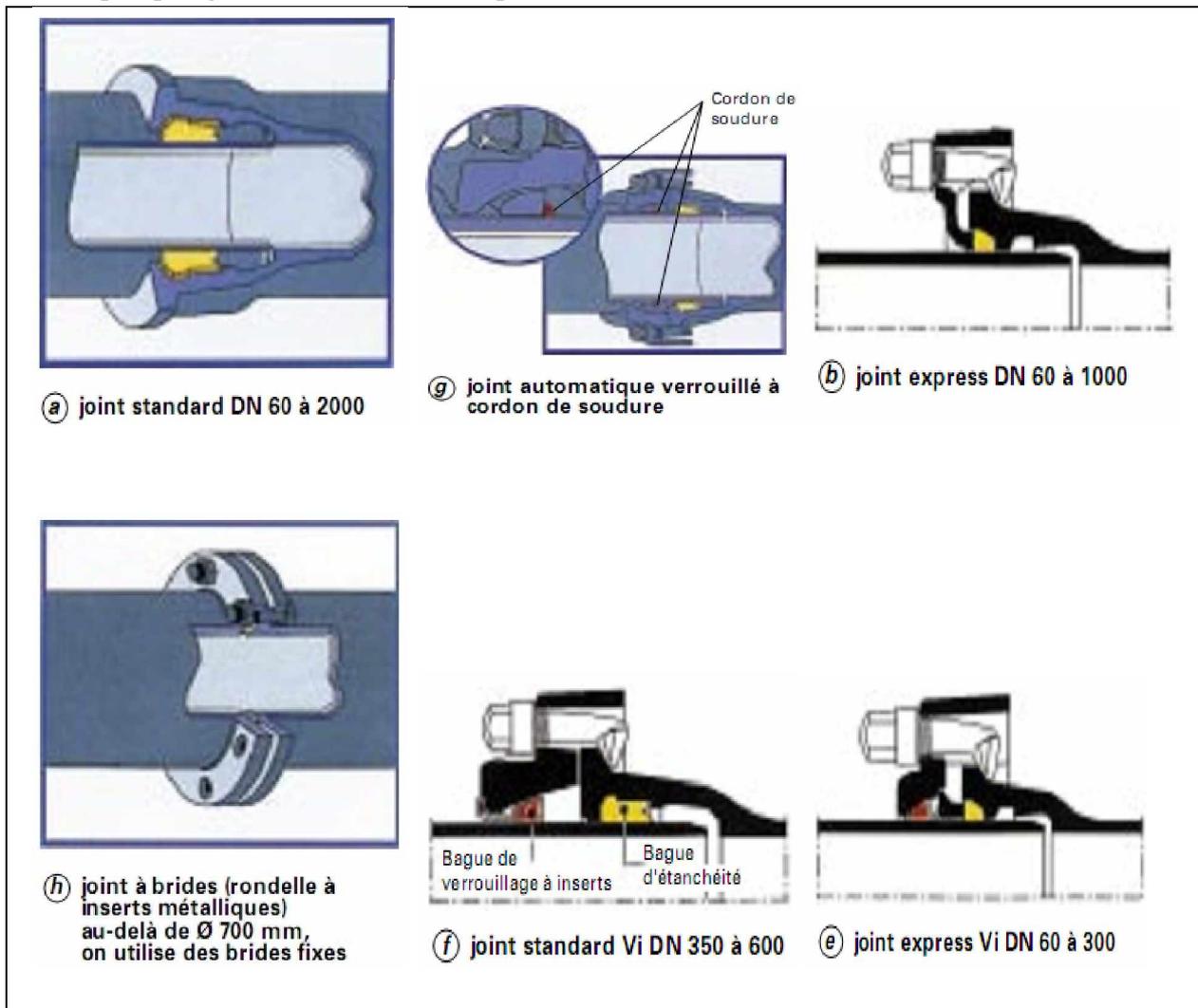


Figure VII-12-Joints pour canalisations en fonte

VII-3-Organes de mesure :

VII-3-1 : Les débitmètres :

Pour mesurer un débit à partir d'une différence de pression, on doit étrangler la conduite pour provoquer une chute de pression. Le fluide devant s'écouler par un passage plus étroit, la pression en amont du rétrécissement sera plus élevée qu'en aval. Cette baisse de pression augmente la vitesse du fluide puisque une même quantité de matière s'écoule en aval et en amont de l'étranglement. Or, la vitesse varie avec en fonction du débit, donc un débit plus élevé amènera une plus grande différence de pression en amont et en aval de l'étranglement. Ainsi, nous pouvons en mesurant une différence de pression (ou pression différentielle) de part et d'autre de l'étranglement, on peut déterminer le débit.

a) Le diaphragme débit métrique :

Le diaphragme est le l'organe déprimogène débit métrique le plus répandu. Il 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. La figure VIII-13 montre un diaphragme typique.

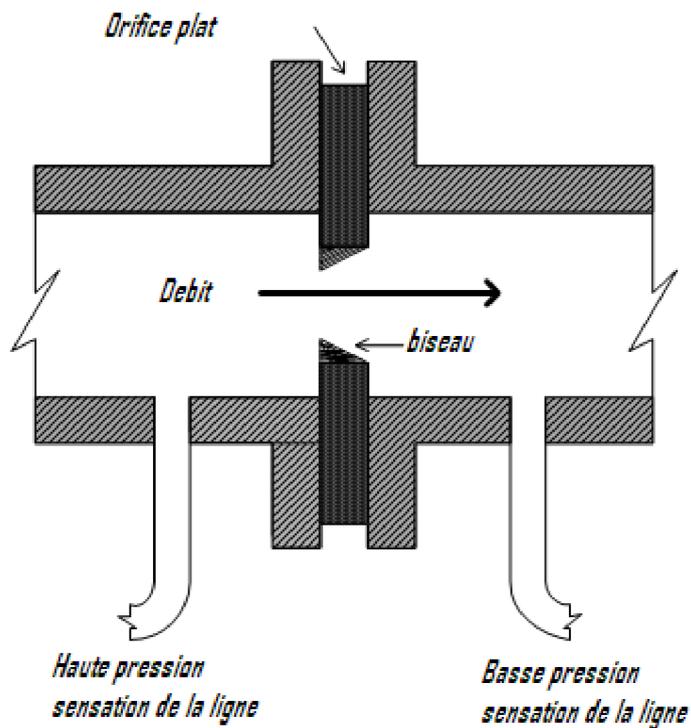


Figure VIII-13 : Diaphragme débit métrique

b) Les venturis :

S'il est essentiel de maintenir la pression du liquide, on peut utiliser un « tube de Venturi » (un venturi) (figure VIII-14). Sa configuration - 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.

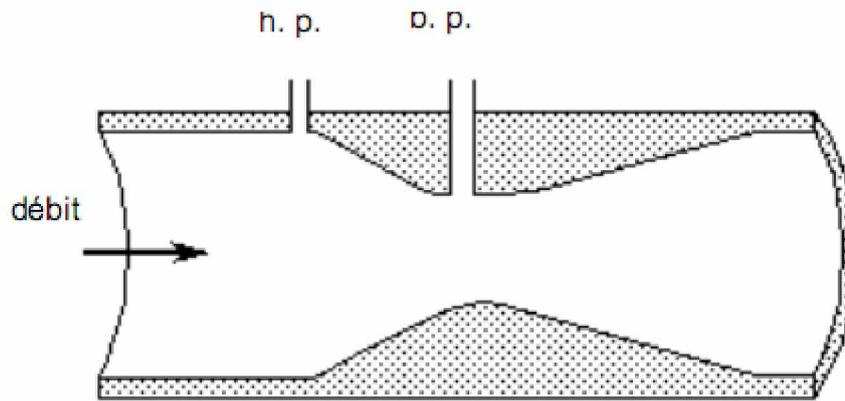


Figure VII-14 : Venturi

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.

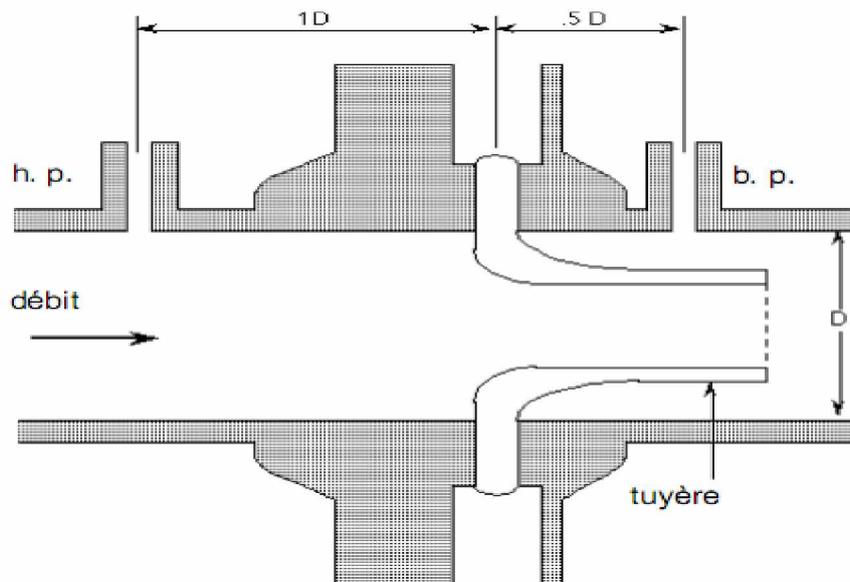


Figure VII-15 : Tuyère

VII-3-2-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 usure rapide de la denture surtout si le manomètre subit des vibrations (figure VIII-16).



Figure VII-16 : 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 (voir figure VII-17). 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.

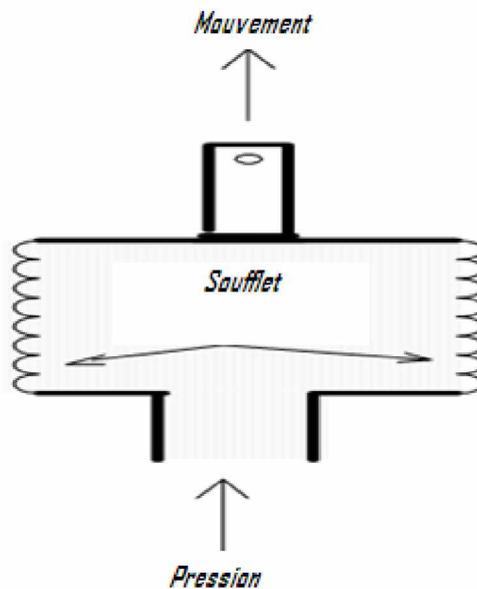


Figure VII-17 : Manomètre à soufflet

Remarque :

Dans notre cas, où les quatre installations sont en charge, on prévoit un manomètre à l'entrée et un autre à la sortie de chaque pompe.

VII-4- Organes de raccordement :

Les organes de raccordement sont nécessaires pour :

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

VII-4-1- 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, convenablement dimensionnés.

On y distingue des coudes à deux emboîtements ou bien à emboîtements et à bout lisse ; les deux types de coude se présentent avec un angle α de : $\frac{1}{4}$ (90°), $\frac{1}{8}$ (45°), $\frac{1}{16}$ ($22^\circ 30'$), $\frac{1}{32}$ ($11^\circ 15'$).

VII-4-2- Cônes

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

- Û Les cônes à deux emboîtements ;
- Û Les cônes à deux brides ;
- Û Les cônes a emboîtement et bride.

VII-4-3- 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.

Les tés se présentent soit à trois emboîtements, soit à deux emboîtements et brides.

VII-4-4- Joints de démontage

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...) et au niveau de certains joints.

Conclusion :

D'après les profils effectués pour chaque tronçon d'adduction, les accessoires à utilisés seront :

- Û Les réservoirs anti-bélier à la sortie de chaque station de pompage.
- Û Les ventouses sur les points hauts pour faire évacuer et laisser pénétrer l'air dans les conduites;
- Û Les vannes de décharge pour vidanger, nettoyer et réparer les conduites;
- Û Les robinets vannes pour isoler le tronçon à entretenir;
- Û Les vannes papillons à la sortie des réservoirs pour interrompre l'écoulement dans le cas ou les conduites éclatent.
- Û Les clapets anti-retour ;
- Û Les manchons pour le montage et le démontage des différents accessoires.



CONCLUSION GENERALE



Conclusion Générale

Au cours de ce présent travail, nous pensons avoir cerné les différentes phases de réalisation d'un projet d'adduction d'eau potable, ceci dans le but d'atteindre certains objectifs à savoir:

- P L'alimentation en eau potable répondant aux besoins de la population.
- P La répartition rationnelle de l'eau et son acheminement vers les localités concernées.

Cette étude d'approvisionnement en eau potable est faite pour l'horizon 2025, dont la population de toute la zone d'étude atteindra 725964 habitants.

L'importance des besoins en eau estimés pour les localités concernées par l'étude, par rapport aux sources existantes, a donné la nécessité de prévoir un transfert de 101432, 98 m³/j des eaux du barrage Koudiat Acerdoune

Les ouvrages de stockage sont dimensionnés selon les besoins en eau estimés afin d'assurer la continuité de stockage

La grande différence d'altitude qui est de 396m entre la station de traitement et le réservoir tampon D'Ain Echeriki a exigé l'implantation de deux stations de pompage pour élever l'eau jusqu'à ce dernier.

L'emplacement des deux réservoirs tampon de Feid Elouz et Col de dirah de tel sort à assurer une alimentation gravitaire de la grande partie des localités situées à l'aval.

Afin de protéger les conduites de la partie gravitaire contre les pressions importantes dues aux différences d'altitudes, nous avons projeté des régulateurs de pression

Au long du réseau d'adduction, on place des ventouses à chaque point haut pour évacuer les bulles d'air qui peuvent survenir à l'intérieur de la conduite, et des vidanges au niveau des points bas.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] **A. LENCASTRE** « Hydraulique générale », édition Eyrolles, Paris 1983, p.349.
- [2] **B.SALAH**« Cours d’Alimentation en Eau Potable», cinquième année, p11,27,78a
- [3] **H. GODART** « Technique de l’ingénieur (technologie de l’eau) », édition T.I., p.C5195 – 10, 16, 18, 25.
- [4] **M. CARLIER** « Hydraulique générale et appliquée », édition Eyrolles, Paris 1972, p.289.
- [5]**M.BOUSLIMI** « Alimentation en eau potable »,p 72, 73, 74
- [6] **Technique de l’ingenieur** « Adduction et distribution d’eau »,p, C5 195-26,C5 195-27

Liste des catalogues :

- [9] **KSB** « pompes multicellulaires à haute pression ».
- [10] **LEROY SOMER** « Moteurs asynchrones triphasés »



ANNEXES



ANNEXE II

Annexe II-6: Répartition horaire des pourcentages du débit maximum journalier

Nombre d'habitants

Heures	Nombre d'habitants				Aggl.de type rural
	f 10000	10000 à 50000	50000 à 100000	w 100000	
0-1	01	1.5	03	3.35	0.75
1-2	01	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	01	1.5	2.5	3.3	01
3-4	01	1.5	2.6	3.2	01
4-5	02	2.5	3.5	3.25	03
5-6	03	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	05	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	4.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	06
11-12	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
12-13	07	05	4.4	4.6	8.5
13-14	07	05	4.1	4.55	06
14-15	5.5	5.5	4.2	4.75	05
15-16	4.5	06	4.4	4.7	05
16-17	05	06	4.3	4.65	3.5
17-18	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
18-19	6.5	05	4.5	4.4	06
19-20	5.0	4.5	4.5	4.3	06
20-21	4.5	04	4.5	4.3	06
21-22	03	03	4.8	3.75	03
22-23	02	02	4.6	3.75	02
23-24	01	1.5	3.3	3.7	01



Total 100% 100% 100% 100% 100%

Annexe II-7 : Variation du débit horaire pour la commune de Djebahia :

Heures (h)	Consommation totale $Q_{max,j}=1892,28m^3/j$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m^3/h	%	m^3/h
0--1	01	18,92	01	18,92
1--2	01	18,92	02	37,85
2--3	01	18,92	03	56,77
3--4	01	18,92	04	75,69
4--5	02	37,85	06	113,54
5--6	03	56,77	09	170,31
6--7	05	94,61	14	264,92
7--8	6.5	123,00	20,5	387,92
8--9	6.5	123,00	27	510,92
9--10	5.5	104,08	32,5	614,99
10--11	4.5	85,15	37	700,14
11--12	5.5	104,08	42,5	804,22
12--13	07	132,46	49,5	936,68
13--14	07	132,46	56,5	1069,14
14--15	5.5	104,08	62	1173,21
15--16	4.5	85,15	66,5	1258,37
16--17	05	94,61	71,5	1352,98
17--18	6.5	123,00	78	1475,98
18--19	6.5	123,00	84,5	1598,98
19--20	5.0	94,61	89,5	1693,59
20--21	4.5	85,15	94	1778,74
21--22	03	56,77	97	1835,51
22--23	02	37,85	99	1873,36
23--24	01	18,92	100,00	1892,28
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Djebahia est de **132,46m³/h** et survient entre midi et 14h.

Annexe II-8 : Variation du débit horaire pour la commune de Souk El Khemis :

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=1529,39\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	01	15,29	01	15,29
1--2	01	15,29	02	30,58
2--3	01	15,29	03	45,88
3--4	01	15,29	04	61,17
4--5	02	30,59	06	91,76
5--6	03	45,88	09	137,64
6--7	05	76,47	14	214,11
7--8	6.5	99,41	20,5	313,52
8--9	6.5	99,41	27	412,93
9--10	5.5	84,12	32,5	497,05
10--11	4.5	68,82	37	565,87
11--12	5.5	84,12	42,5	649,99
12--13	07	107,06	49,5	757,04
13--14	07	107,06	56,5	864,10
14--15	5.5	84,12	62	948,22
15--16	4.5	68,82	66,5	1017,04
16--17	05	76,47	71,5	1093,51
17--18	6.5	99,41	78	1192,92
18--19	6.5	99,41	84,5	1292,33
19--20	5.0	76,47	89,5	1368,80
20--21	4.5	68,82	94	1437,62
21--22	03	45,88	97	1483,50
22--23	02	30,59	99	1514,09
23--24	01	15,29	100,00	1529,39
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Souk El Khemis est de **107,06m³/h** et survient entre midi et 14h.

Annexe II-9 : Variation du débit horaire pour la commune d'Abdelaziz:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=377,33\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	01	3,77	01	3,77
1--2	01	3,77	02	7,55
2--3	01	3,77	03	11,32
3--4	01	3,77	04	15,09
4--5	02	7,55	06	22,64
5--6	03	11,32	09	33,96
6--7	05	18,87	14	52,83
7--8	6.5	24,53	20,5	77,35
8--9	6.5	24,53	27	101,88
9--10	5.5	20,75	32,5	122,63
10--11	4.5	16,98	37	139,61
11--12	5.5	20,75	42,5	160,37
12--13	07	26,41	49,5	186,78
13--14	07	26,41	56,5	213,19
14--15	5.5	20,75	62	233,94
15--16	4.5	16,98	66,5	250,92
16--17	05	18,87	71,5	269,79
17--18	6.5	24,53	78	294,32
18--19	6.5	24,53	84,5	318,84
19--20	5.0	18,87	89,5	337,71
20--21	4.5	16,98	94	354,69
21--22	03	11,32	97	366,01
22--23	02	7,55	99	373,56
23--24	01	3,77	100,00	377,33
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Abdeaziz est de **26,41m³/h** et survient entre midi et 14h.

Annexe II-10 : Variation du débit horaire pour la commune d'Ain Bessem:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=7460,12\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	1.5	111,90	1,5	111,90
1--2	1.5	111,90	3	223,80
2--3	1.5	111,90	4,5	335,71
3--4	1.5	111,90	6	447,61
4--5	2.5	186,50	8,5	634,11
5--6	3.5	261,10	12	895,21
6--7	4.5	335,71	16,5	1230,92
7--8	5.5	410,31	22	1641,23
8--9	6.25	466,26	28,25	2107,48
9--10	6.25	466,26	34,5	2573,74
10--11	6.25	466,26	40,75	3040,00
11--12	6.25	466,26	47	3506,26
12--13	05	373,01	52	3879,26
13--14	05	373,01	57	4252,27
14--15	5.5	410,31	62,5	4662,58
15--16	06	447,61	68,5	5110,18
16--17	06	447,61	74,5	5557,79
17--18	5.5	410,31	80	5968,10
18--19	05	373,01	85	6341,10
19--20	4.5	335,71	89,5	6676,81
20--21	04	298,40	93,5	6975,21
21--22	03	223,80	96,5	7199,02
22--23	02	149,20	98,5	7348,22
23--24	1.5	111,90	100	7460,12
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Ain Bessem est de **466,26m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-11: Variation du débit horaire pour la commune d'El Hachimia:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=4271,28\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	1.5	64,07	1,5	64,07
1--2	1.5	64,07	3	128,14
2--3	1.5	64,07	4,5	192,21
3--4	1.5	64,07	6	256,28
4--5	2.5	106,78	8,5	363,06
5--6	3.5	149,49	12	512,55
6--7	4.5	192,21	16,5	704,76
7--8	5.5	234,92	22	939,68
8--9	6.25	266,96	28,25	1206,64
9--10	6.25	266,96	34,5	1473,59
10--11	6.25	266,96	40,75	1740,55
11--12	6.25	266,96	47	2007,50
12--13	05	213,56	52	2221,07
13--14	05	213,56	57	2434,63
14--15	5.5	234,92	62,5	2669,55
15--16	06	256,28	68,5	2925,83
16--17	06	256,28	74,5	3182,10
17--18	5.5	234,92	80	3417,02
18--19	05	213,56	85	3630,59
19--20	4.5	192,21	89,5	3822,80
20--21	04	170,85	93,5	3993,65
21--22	03	128,14	96,5	4121,79
22--23	02	85,43	98,5	4207,21
23--24	1.5	64,07	100	4271,28
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'El Hachimia est de **266,96m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-12 : Variation du débit horaire pour la commune de Dirah:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=2757,69\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	1.5	41,37	1,5	41,37
1--2	1.5	41,37	3	82,73
2--3	1.5	41,37	4,5	124,10
3--4	1.5	41,37	6	165,46
4--5	2.5	68,94	8,5	234,40
5--6	3.5	96,52	12	330,92
6--7	4.5	124,10	16,5	455,02
7--8	5.5	151,67	22	606,69
8--9	6.25	172,36	28,25	779,05
9--10	6.25	172,36	34,5	951,40
10--11	6.25	172,36	40,75	1123,76
11--12	6.25	172,36	47	1296,11
12--13	05	137,88	52	1434,00
13--14	05	137,88	57	1571,88
14--15	5.5	151,67	62,5	1723,56
15--16	06	165,46	68,5	1889,02
16--17	06	165,46	74,5	2054,48
17--18	5.5	151,67	80	2206,15
18--19	05	137,88	85	2344,04
19--20	4.5	124,10	89,5	2468,13
20--21	04	110,31	93,5	2578,44
21--22	03	82,73	96,5	2661,17
22--23	02	55,15	98,5	2716,32
23--24	1.5	41,37	100	2757,69



Total 100,00

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Dirah est de **172,36m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-13 : Variation du débit horaire pour la commune de Bouti Sayeh:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=8204,63\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m^3/h	%	m^3/h
0--1	1.5	123,07	1,5	123,07
1--2	1.5	123,07	3	246,14
2--3	1.5	123,07	4,5	369,21
3--4	1.5	123,07	6	492,28
4--5	2.5	205,12	8,5	697,39
5--6	3.5	287,16	12	984,56
6--7	4.5	369,21	16,5	1353,76
7--8	5.5	451,25	22	1805,02
8--9	6.25	512,79	28,25	2317,81
9--10	6.25	512,79	34,5	2830,60
10--11	6.25	512,79	40,75	3343,39
11--12	6.25	512,79	47	3856,18
12--13	05	410,23	52	4266,41
13--14	05	410,23	57	4676,64
14--15	5.5	451,25	62,5	5127,89
15--16	06	492,28	68,5	5620,17
16--17	06	492,28	74,5	6112,45
17--18	5.5	451,25	80	6563,70
18--19	05	410,23	85	6973,94
19--20	4.5	369,21	89,5	7343,14
20--21	04	328,19	93,5	7671,33
21--22	03	246,14	96,5	7917,47
22--23	02	164,09	98,5	8081,56
23--24	1.5	123,07	100	8204,63
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Bouti Sayeh est de **512,79m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-14 : Variation du débit horaire pour la commune de Si Hadjeres:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=1986,66\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m^3/h	%	m^3/h
0--1	1.5	29,80	1,5	29,80
1--2	1.5	29,80	3	59,60
2--3	1.5	29,80	4,5	89,40
3--4	1.5	29,80	6	119,20
4--5	2.5	49,67	8,5	168,87
5--6	3.5	69,53	12	238,40
6--7	4.5	89,40	16,5	327,80
7--8	5.5	109,27	22	437,07
8--9	6.25	124,17	28,25	561,23
9--10	6.25	124,17	34,5	685,40
10--11	6.25	124,17	40,75	809,56
11--12	6.25	124,17	47	933,73
12--13	05	99,33	52	1033,06
13--14	05	99,33	57	1132,40
14--15	5.5	109,27	62,5	1241,66
15--16	06	119,20	68,5	1360,86
16--17	06	119,20	74,5	1480,06
17--18	5.5	109,27	80	1589,33
18--19	05	99,33	85	1688,66
19--20	4.5	89,40	89,5	1778,06
20--21	04	79,47	93,5	1857,53
21--22	03	59,60	96,5	1917,13
22--23	02	39,73	98,5	1956,86
23--24	1.5	29,80	100	1986,66
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Si Hadjeres est de **124,17m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-15 : Variation du débit horaire pour la commune d'Ain El Hadjel :

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=9285,12\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	1.5	139,28	1,5	139,28
1--2	1.5	139,28	3	278,55
2--3	1.5	139,28	4,5	417,83
3--4	1.5	139,28	6	557,11
4--5	2.5	232,13	8,5	789,24
5--6	3.5	324,98	12	1114,21
6--7	4.5	417,83	16,5	1532,04
7--8	5.5	510,68	22	2042,73
8--9	6.25	580,32	28,25	2623,05
9--10	6.25	580,32	34,5	3203,37
10--11	6.25	580,32	40,75	3783,69
11--12	6.25	580,32	47	4364,01
12--13	05	464,26	52	4828,26
13--14	05	464,26	57	5292,52
14--15	5.5	510,68	62,5	5803,20
15--16	06	557,11	68,5	6360,31
16--17	06	557,11	74,5	6917,41
17--18	5.5	510,68	80	7428,10
18--19	05	464,26	85	7892,35
19--20	4.5	417,83	89,5	8310,18
20--21	04	371,40	93,5	8681,59
21--22	03	278,55	96,5	8960,14
22--23	02	185,70	98,5	9145,84
23--24	1.5	139,28	100	9285,12
Total	100,00			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune d'Ain El Hadjel est de **580,32m³/h** et survient entre 8h à midi.

Annexe II-16: Variation du débit horaire pour la commune de Sour El Ghozlane:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=12717,12\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	03	381,51	3	381,51
1--2	3.2	406,95	6,2	788,46
2--3	2.5	317,93	8,7	1106,39
3--4	2.6	330,65	11,3	1437,03
4--5	3.5	445,10	14,8	1882,13
5--6	4.1	521,40	18,9	2403,54
6--7	4.5	572,27	23,4	2975,81
7--8	4.9	623,14	28,3	3598,94
8--9	4.9	623,14	33,2	4222,08
9--10	5.6	712,16	38,8	4934,24
10--11	4.8	610,42	43,6	5544,66
11--12	4.7	597,70	48,3	6142,37
12--13	4.4	559,55	52,7	6701,92
13--14	4.1	521,40	56,8	7223,32
14--15	4.2	534,12	61	7757,44
15--16	4.4	559,55	65,4	8317,00
16--17	4.3	546,84	69,7	8863,83
17--18	4.1	521,40	73,8	9385,23
18--19	4.5	572,27	78,3	9957,50
19--20	4.5	572,27	82,8	10529,78
20--21	4.5	572,27	87,3	11102,05
21--22	4.8	610,42	92,1	11712,47
22--23	4.6	584,99	96,7	12297,46
23--24	3.3	419,66	100	12717,12
Total	100%			



Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Sour El Ghozlane est de **712,16m³/h** et survient entre 9h et 10h.

Annexe II-17 : Variation du débit horaire pour la commune de Sidi Aissa:

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=15694,58\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	03	470,84	3	470,84
1--2	3.2	502,23	6,2	973,06
2--3	2.5	392,36	8,7	1365,43
3--4	2.6	408,06	11,3	1773,49
4--5	3.5	549,31	14,8	2322,80
5--6	4.1	643,48	18,9	2966,28
6--7	4.5	706,26	23,4	3672,53
7--8	4.9	769,03	28,3	4441,57
8--9	4.9	769,03	33,2	5210,60
9--10	5.6	878,90	38,8	6089,50
10--11	4.8	753,34	43,6	6842,84
11--12	4.7	737,65	48,3	7580,48
12--13	4.4	690,56	52,7	8271,04
13--14	4.1	643,48	56,8	8914,52
14--15	4.2	659,17	61	9573,69
15--16	4.4	690,56	65,4	10264,26
16--17	4.3	674,87	69,7	10939,12
17--18	4.1	643,48	73,8	11582,60
18--19	4.5	706,26	78,3	12288,86
19--20	4.5	706,26	82,8	12995,11
20--21	4.5	706,26	87,3	13701,37
21--22	4.8	753,34	92,1	14454,71
22--23	4.6	721,95	96,7	15176,66
23--24	3.3	470,84	100	15694,58
Total	100%			

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour la commune de Sidi Aissa est de **878,90m³/h** et survient entre 9h et 10h.

Annexe II-18 : Variation du débit horaire pour le flan ouest de Bouira et wilaya de Médéa :

Heures (h)	Consommation totale $Q_{\max,j}=75386,81\text{m}^3/\text{j}$		Courbe de la consommation cumulée (intégrale)	
	%	m ³ /h	%	m ³ /h
0--1	03	2261,60	3	2261,60
1--2	3.2	2412,38	6,2	4673,98
2--3	2.5	1884,67	8,7	6558,65
3--4	2.6	1960,06	11,3	8518,71
4--5	3.5	2638,54	14,8	11157,25
5--6	4.1	3090,86	18,9	14248,11
6--7	4.5	3392,41	23,4	17640,51
7--8	4.9	3693,95	28,3	21334,47
8--9	4.9	3693,95	33,2	25028,42
9--10	5.6	4221,66	38,8	29250,08
10--11	4.8	3618,57	43,6	32868,65
11--12	4.7	3543,18	48,3	36411,83
12--13	4.4	3317,02	52,7	39728,85
13--14	4.1	3090,86	56,8	42819,71
14--15	4.2	3166,25	61	45985,95
15--16	4.4	3317,02	65,4	49302,97
16--17	4.3	3241,63	69,7	52544,61
17--18	4.1	3090,86	73,8	55635,47
18--19	4.5	3392,41	78,3	59027,87
19--20	4.5	3392,41	82,8	62420,28
20--21	4.5	3392,41	87,3	65812,69
21--22	4.8	3618,57	92,1	69431,25
22--23	4.6	3467,79	96,7	72899,05
23--24	3.3	2487,76	100	75386,81
Total	100%			

Le débit de pointe $Q_{\max,h}$ pour le flan ouest de Bouira et la wilaya de Médéa est de **4221,66m³/h** et survient entre 9h et 10h.



ANNEXE III

Tableau III -01: Détermination de la capacité du réservoir DJEBAHIA;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	01	3,17	-	9,66
01 - 02	4,17	01	3,17	-	12,83
02 - 03	4,17	01	3,17	-	16,00
03 - 04	4,17	01	3,17	-	19,17
04 - 05	4,17	02	2,16	-	21,33
05 - 06	4,17	03	1,16	-	22,49
06 - 07	4,17	05	-	0,83	21,66
07 - 08	4,17	6.5	-	2,34	19,32



08 - 09	4,17	6.5	-	2,34	16,98
09 - 10	4,17	5.5	-	1,33	15,65
10 - 11	4,17	4.5	-	0,33	15,32
11 - 12	4,17	5.5	-	1,33	13,99
12 - 13	4,17	07	-	2,83	11,16
13 - 14	4,17	07	-	2,83	8,33
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	7,00
15 - 16	4,17	4.5	-	0,33	6,67
16 - 17	4,17	05	-	0,83	5,84
17 - 18	4,17	6.5	-	2,34	3,50
18 - 19	4,17	6.5	-	2,34	1,16
19 - 20	4,17	5.0	-	0,83	0,33
20 - 21	4,17	4.5	-	0,33	0,00
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,16
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,32
23 - 00	4,17	01	3,17	-	6,49
Total	100 %	100 %	22,49%	22,49 %	-

Tableau III -02: Détermination de la capacité du réservoir SOUK EL KHEMIS ;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	01	3,17	-	9,66
01 - 02	4,17	01	3,17	-	12,83
02 - 03	4,17	01	3,17	-	16,00
03 - 04	4,17	01	3,17	-	19,17
04 - 05	4,17	02	2,16	-	21,33
05 - 06	4,17	03	1,16	-	22,49
06 - 07	4,17	05	-	0,83	21,66
07 - 08	4,17	6.5	-	2,34	19,32



08 - 09	4,17	6.5	-	2,34	16,98
09 - 10	4,17	5.5	-	1,33	15,65
10 - 11	4,17	4.5	-	0,33	15,32
11 - 12	4,17	5.5	-	1,33	13,99
12 - 13	4,17	07	-	2,83	11,16
13 - 14	4,17	07	-	2,83	8,33
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	7,00
15 - 16	4,17	4.5	-	0,33	6,67
16 - 17	4,17	05	-	0,83	5,84
17 - 18	4,17	6.5	-	2,34	3,50
18 - 19	4,17	6.5	-	2,34	1,16
19 - 20	4,17	5.0	-	0,83	0,33
20 - 21	4,17	4.5	-	0,33	0,00
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,16
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,32
23 - 00	4,17	01	3,17	-	6,49
Total	100 %	100 %	22,49%	22,49 %	-

Tableau III -03: Détermination de la capacité du réservoir d'AIN BESSEM ;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50



08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-

Tableau III -04: Détermination de la capacité du réservoir d'EL HACHIMIA;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50



08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-

Tableau III -05: Détermination de la capacité du réservoir d'ABDELAZIZ;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	01	3,17	-	9,66
01 - 02	4,17	01	3,17	-	12,83
02 - 03	4,17	01	3,17	-	16,00
03 - 04	4,17	01	3,17	-	19,17
04 - 05	4,17	02	2,16	-	21,33
05 - 06	4,17	03	1,16	-	22,49
06 - 07	4,17	05	-	0,83	21,66
07 - 08	4,17	6.5	-	2,34	19,32



08 - 09	4,17	6.5	-	2,34	16,98
09 - 10	4,17	5.5	-	1,33	15,65
10 - 11	4,17	4.5	-	0,33	15,32
11 - 12	4,17	5.5	-	1,33	13,99
12 - 13	4,17	07	-	2,83	11,16
13 - 14	4,17	07	-	2,83	8,33
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	7,00
15 - 16	4,17	4.5	-	0,33	6,67
16 - 17	4,17	05	-	0,83	5,84
17 - 18	4,17	6.5	-	2,34	3,50
18 - 19	4,17	6.5	-	2,34	1,16
19 - 20	4,17	5.0	-	0,83	0,33
20 - 21	4,17	4.5	-	0,33	0,00
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,16
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,32
23 - 00	4,17	01	3,17	-	6,49
Total	100 %	100 %	22,49%	22,49 %	-

Tableau III -06: Détermination de la capacité du réservoir de SOUR EL GHOZLANE;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	03	1,16	-	2,03
01 - 02	4,17	3.2	0,96	-	2,99
02 - 03	4,17	3	1,17	-	4,16
03 - 04	4,17	3,1	1,06	-	5,22
04 - 05	4,17	3.5	0,66	-	5,88
05 - 06	4,17	4.1	0,07	-	5,95
06 - 07	4,17	4.5	-	0,34	5,61
07 - 08	4,17	4.9	-	0,73	4,88



08 - 09	4,17	4.9	-	0,73	4,15
09 - 10	4,17	4.6	-	0,43	3,72
10 - 11	4,17	4.8	-	0,63	3,09
11 - 12	4,17	4.7	-	0,53	2,56
12 - 13	4,17	4.4	-	0,23	2,33
13 - 14	4,17	4.1	0,07	-	2,40
14 - 15	4,17	4.2	-	0,03	2,37
15 - 16	4,17	4.4	-	0,23	2,14
16 - 17	4,17	4.3	-	0,13	2,01
17 - 18	4,17	4.1	0,07	-	2,08
18 - 19	4,17	4.5	-	0,34	1,74
19 - 20	4,17	4.5	-	0,34	1,40
20 - 21	4,17	4.5	-	0,34	1,06
21 - 22	4,17	4.8	-	0,63	0,43
22 - 23	4,17	4.6	-	0,43	0,00
23 - 00	4,17	3.3	0,87	-	0,87
Total	100 %	100 %	5,95%	5,95 %	-

Tableau III -07: Détermination de la capacité du réservoir de DIRAH;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50



08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-

Tableau III -08: Détermination de la capacité du réservoir de SIDI AISSA;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	03	1,16	-	2,03
01 - 02	4,17	3.2	0,96	-	2,99
02 - 03	4,17	3	1,17	-	4,16
03 - 04	4,17	3,1	1,06	-	5,22
04 - 05	4,17	3.5	0,66	-	5,88
05 - 06	4,17	4.1	0,07	-	5,95
06 - 07	4,17	4.5	-	0,34	5,61
07 - 08	4,17	4.9	-	0,73	4,88



08 - 09	4,17	4.9	-	0,73	4,15
09 - 10	4,17	4.6	-	0,43	3,72
10 - 11	4,17	4.8	-	0,63	3,09
11 - 12	4,17	4.7	-	0,53	2,56
12 - 13	4,17	4.4	-	0,23	2,33
13 - 14	4,17	4.1	0,07	-	2,40
14 - 15	4,17	4.2	-	0,03	2,37
15 - 16	4,17	4.4	-	0,23	2,14
16 - 17	4,17	4.3	-	0,13	2,01
17 - 18	4,17	4.1	0,07	-	2,08
18 - 19	4,17	4.5	-	0,34	1,74
19 - 20	4,17	4.5	-	0,34	1,40
20 - 21	4,17	4.5	-	0,34	1,06
21 - 22	4,17	4.8	-	0,63	0,43
22 - 23	4,17	4.6	-	0,43	0,00
23 - 00	4,17	3.3	0,87	-	0,87
Total	100 %	100 %	5,95%	5,95 %	-

Tableau III -09: Détermination de la capacité du réservoir de BOUTI SAYEH;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50



08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-

Tableau III -10: Détermination de la capacité du réservoir de SI HADJERES;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50



08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-

Tableau III -11: Détermination de la capacité du réservoir d'AIN EL HADJEL;

Heures	Apports	Distribution (%)	Surplus	Déficit (%)	Résidu (%)
00 - 01	4,17	1.5	2,67	-	8,82
01 - 02	4,17	1.5	2,67	-	11,49
02 - 03	4,17	1.5	2,67	-	14,16
03 - 04	4,17	1.5	2,67	-	16,83
04 - 05	4,17	2.5	1,66	-	18,49
05 - 06	4,17	3.5	0,67	-	19,16
06 - 07	4,17	4.5	-	0,33	18,83
07 - 08	4,17	5.5	-	1,33	17,50

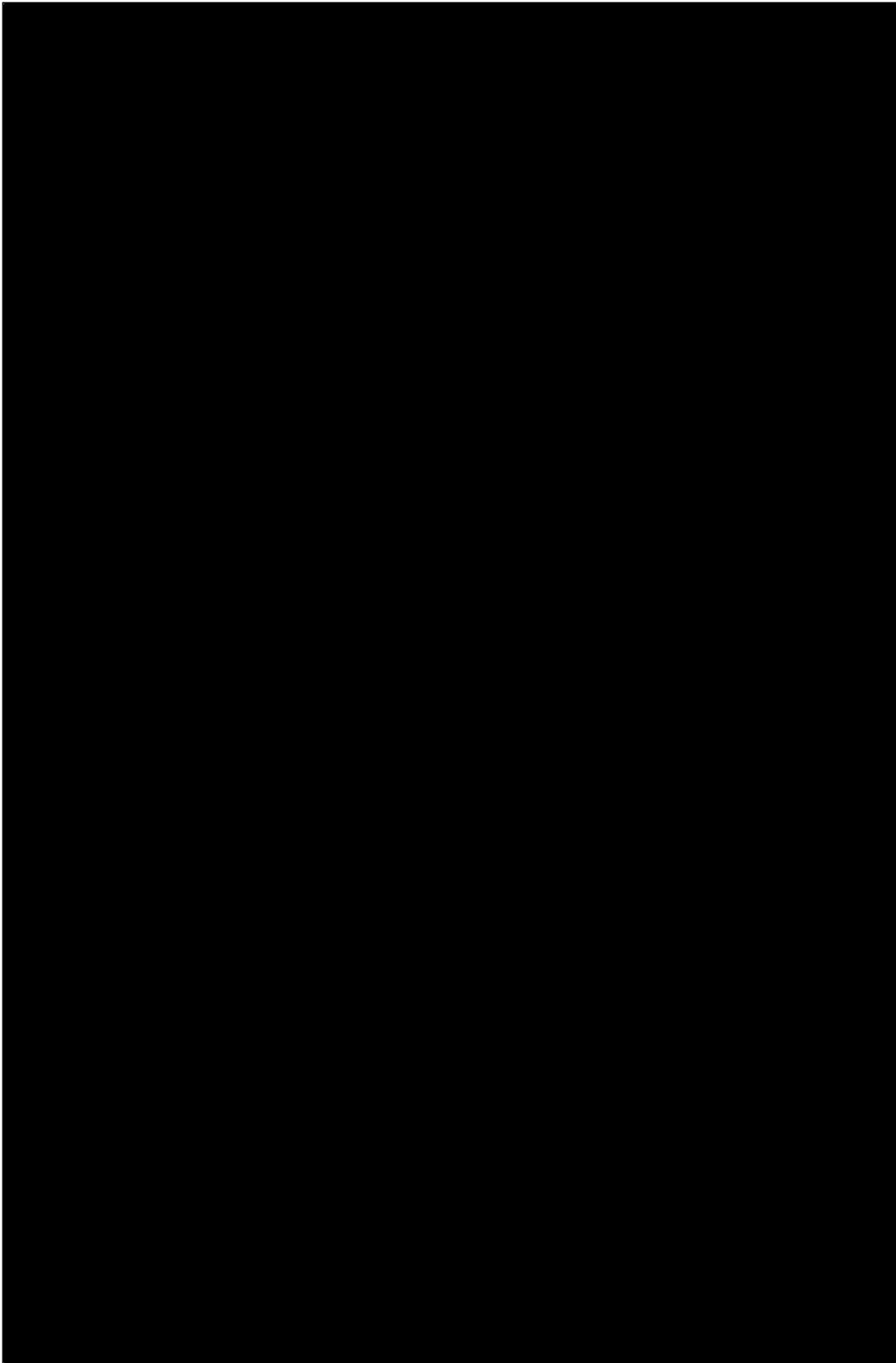


08 - 09	4,17	6.25	-	2,09	15,41
09 - 10	4,17	6.25	-	2,09	13,32
10 - 11	4,17	6.25	-	2,09	11,23
11 - 12	4,17	6.25	-	2,09	9,14
12 - 13	4,17	05	-	0,83	8,31
13 - 14	4,17	05	-	0,83	7,48
14 - 15	4,17	5.5	-	1,33	6,15
15 - 16	4,17	06	-	1,83	4,32
16 - 17	4,17	06	-	1,83	2,49
17 - 18	4,17	5.5	-	1,33	1,16
18 - 19	4,17	05	-	0,83	0,33
19 - 20	4,17	4.5	-	0,33	0,00
20 - 21	4,17	04	0,16	-	0,16
21 - 22	4,17	03	1,16	-	1,32
22 - 23	4,17	02	2,16	-	3,48
23 - 00	4,17	1.5	2,67	-	6,15
Total	100 %	100 %	19,16%	19,16 %	-



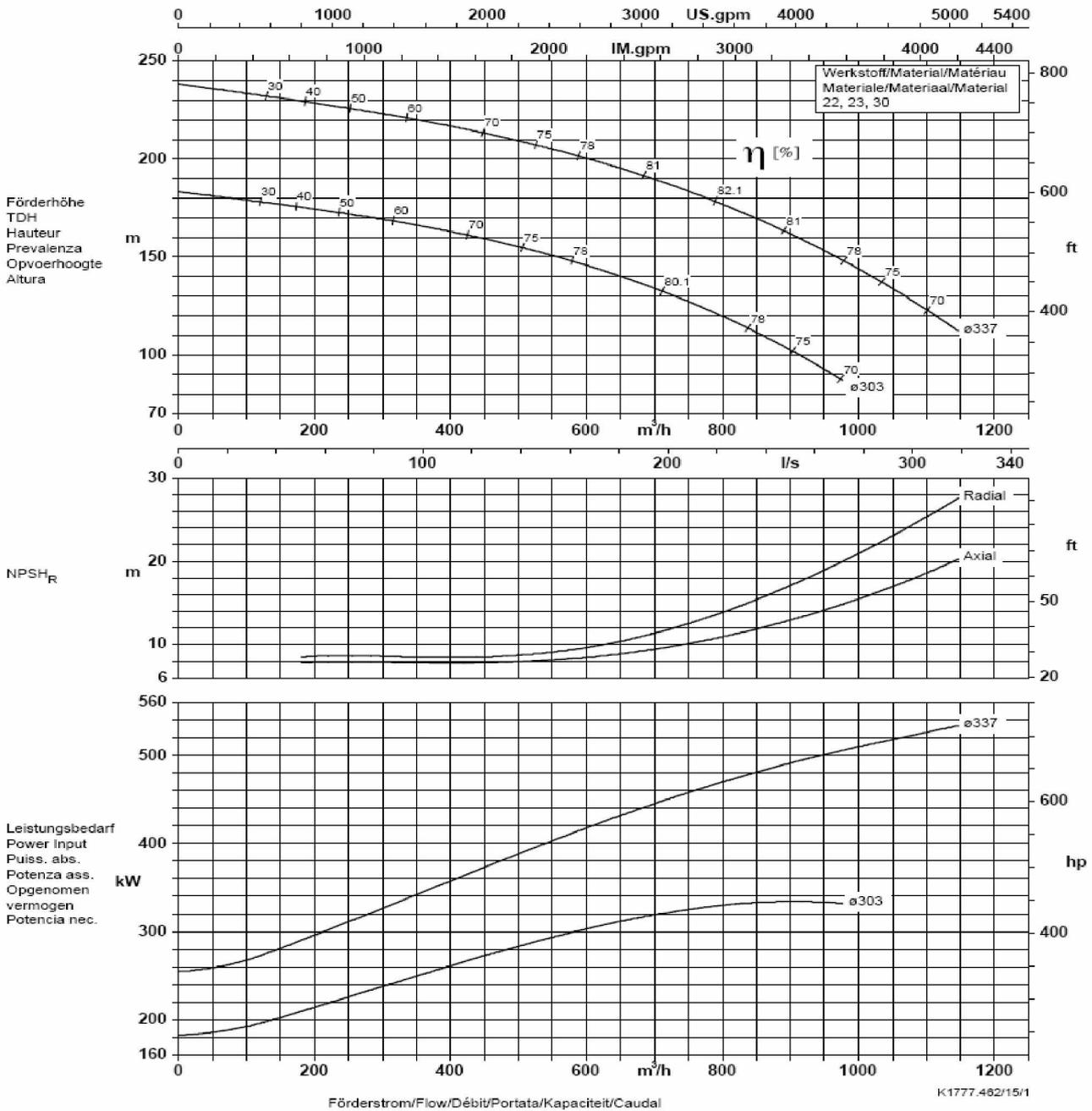
ANNEXE V

Figure V-1 : Réseau des types de pompes KSB Multitec



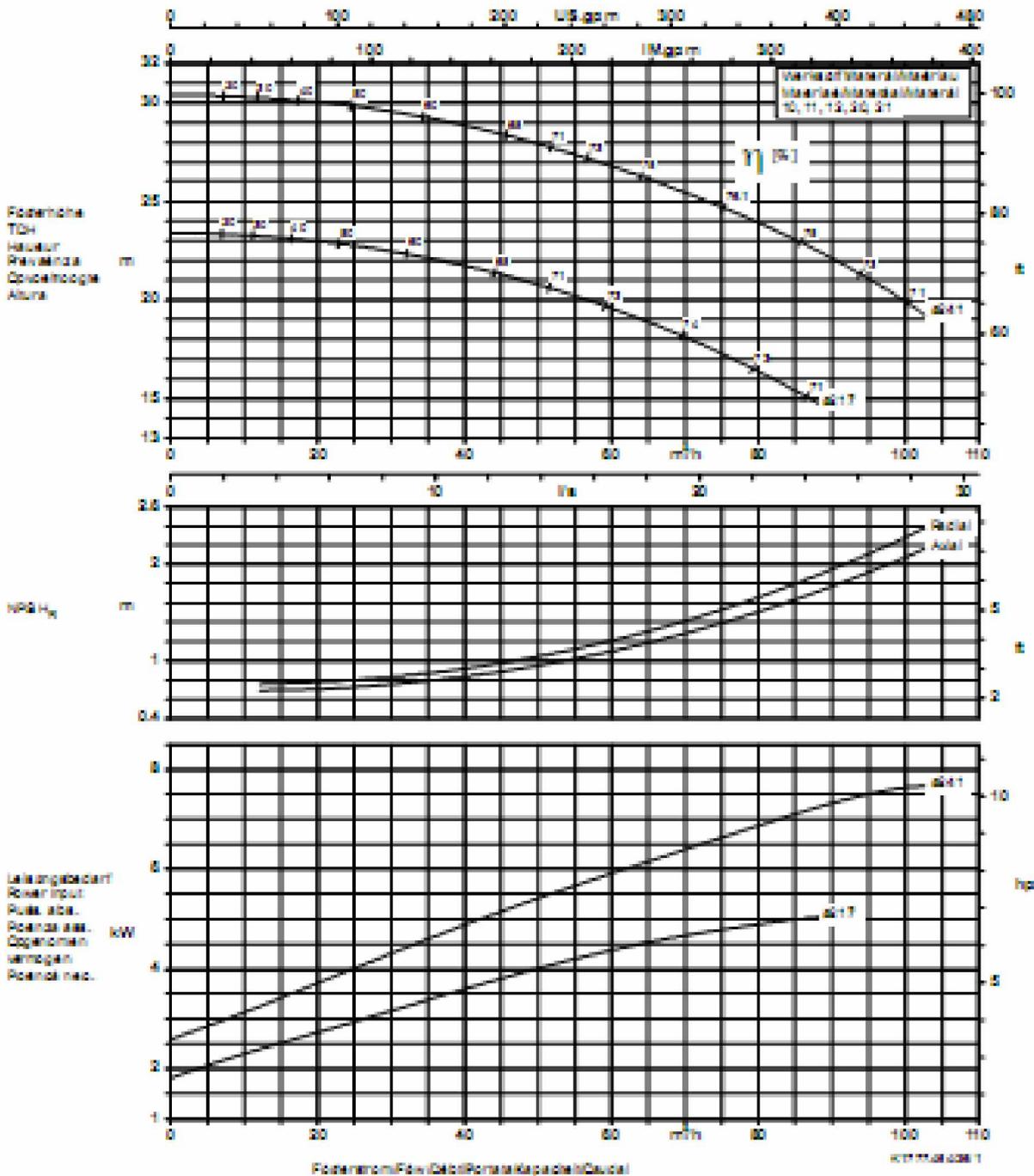
Annexe V-2: Courbe individuelle de la pompe de type Multitec 150 12,2.

Baureihe-Größe Type-Size Modèle Multitec 150 12.2 1.4408	Tipo Serie Tipo	Neendrehzahl Nom. speed Vitesse nom. 3500 1/min	Velocità di rotazione nom. Nominaal toerental Revoluciones nom.	Laufrad-ø Impeller Dia. Diamètre de roue	ø Girante ø Waaler ø Rodete	<p>Division Pompes Industrie et Eau KSB S. A. Allée de Sagan - B.P. 199 36004 Châteauroux</p>
Projekt Project Projet	Progetto Projekt Proyecto	Angebots-Nr. Project No. No. de l'offre	Offerta-No. Offertenr. Offerta-No.	Pos.-Nr. Item No. No. de pos.	Pos.-Nr. Positiennr. Pos.-Nr.	



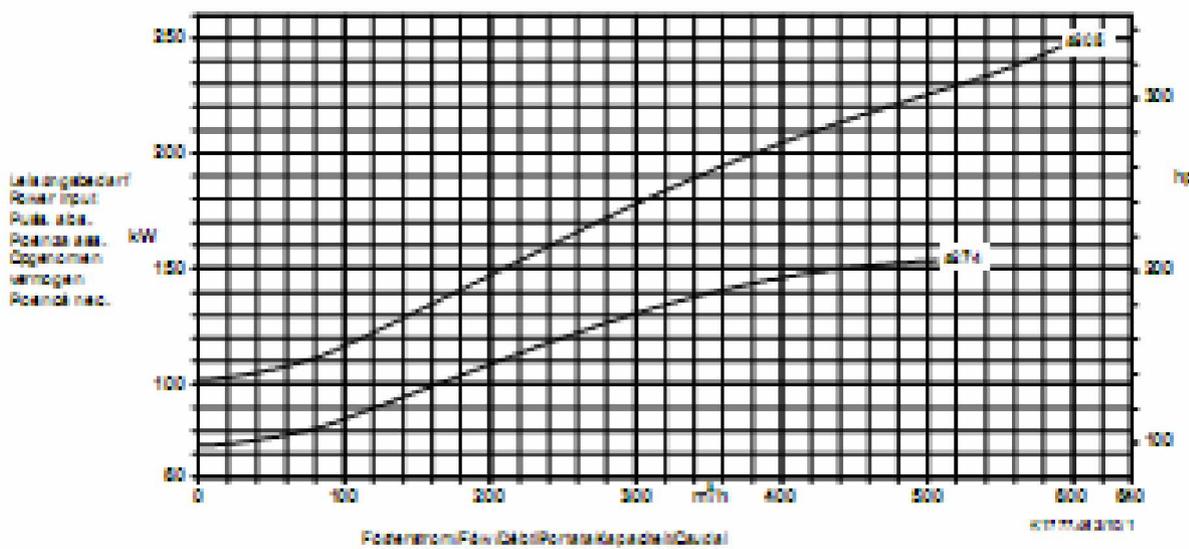
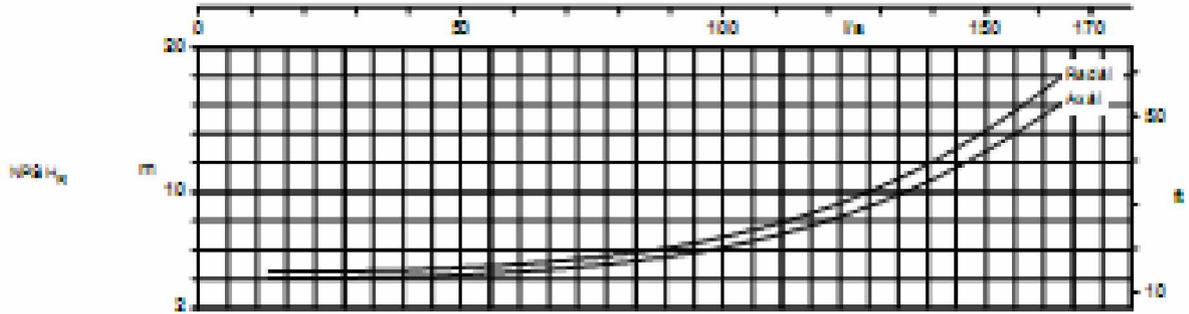
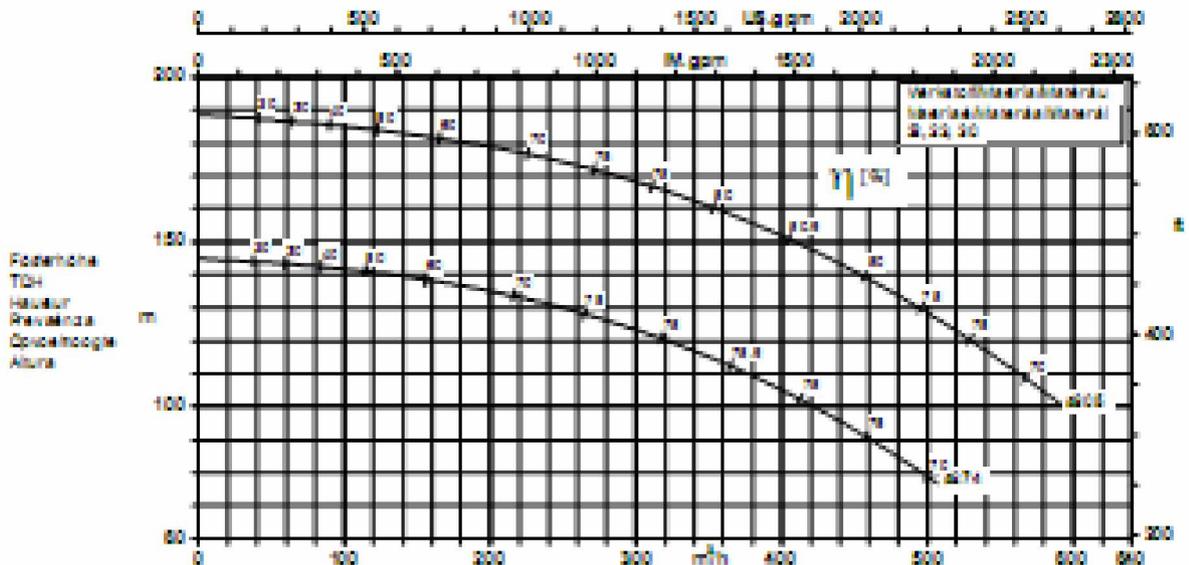
Annexe V-3: Courbe individuelle de la pompe de type Multitec 100 7.1 :

Eau (litre) / Gallon Type / Size Modèle / Model Multitec 100 7.1 JL 1040/CC480 K-GS	Type Série Type Proj. no. Proj. no. Proj. no.	Débit nominal / Flow rate (l/min) Débit nominal / Flow rate (gpm) 1750 l/min	Vitesse de rotation / Speed (rpm) Vitesse de rotation / Speed (rpm) Press. adin. I am. dia. No. de pas.	Longueur / Length (mm) Longueur / Length (in.) No. de pas. No. de pas.	Matière / Material Matière / Material KSB
---	--	---	---	---	--



Annexe V-4: Courbe individuelle de la pompe de type Multitec 125 10.1 :

Bauform / Code Type / Size Modèle Multitec 125 10.1 1.4.408	Typ / Serie Typ	Nennleistung / Nom. power Vitesse nom. 3500 1/min	Maximale Drehmoment / Max. torque Max. Drehmoment / Max. torque	Leistung / Power Impeller Dia. Dia. rotor de roue	Stromaufnahme / Power Impeller Dia. Power Power	 KSB b. Christian Pompaas Industriell Maschinenbau 82031 München, Germany Phone: +49 89 30901-100 Fax: +49 89 30901-100
Projekt Proj. No. Proj. No.	Proj. No. Proj. No. Proj. No.	Umsatzpreis / Proj. No. Proj. No.	Druckhöhe / Druckhöhe Druckhöhe	Flussrate / Flussrate Flussrate	Flussrate / Flussrate Flussrate	



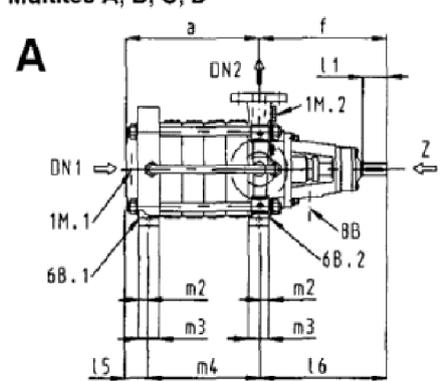
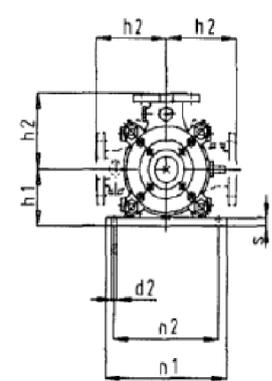
Förderstrom / Flow (Gallons / Portada / Capacity / Caudal)

KIT 11/2012/011

Annexe V-5: Encombrement des pompes de type Multitec A




Multitec A, B, C, D

Anschlüsse / Connections / Raccords / Attacchi / Aansluitingen / Conexiones

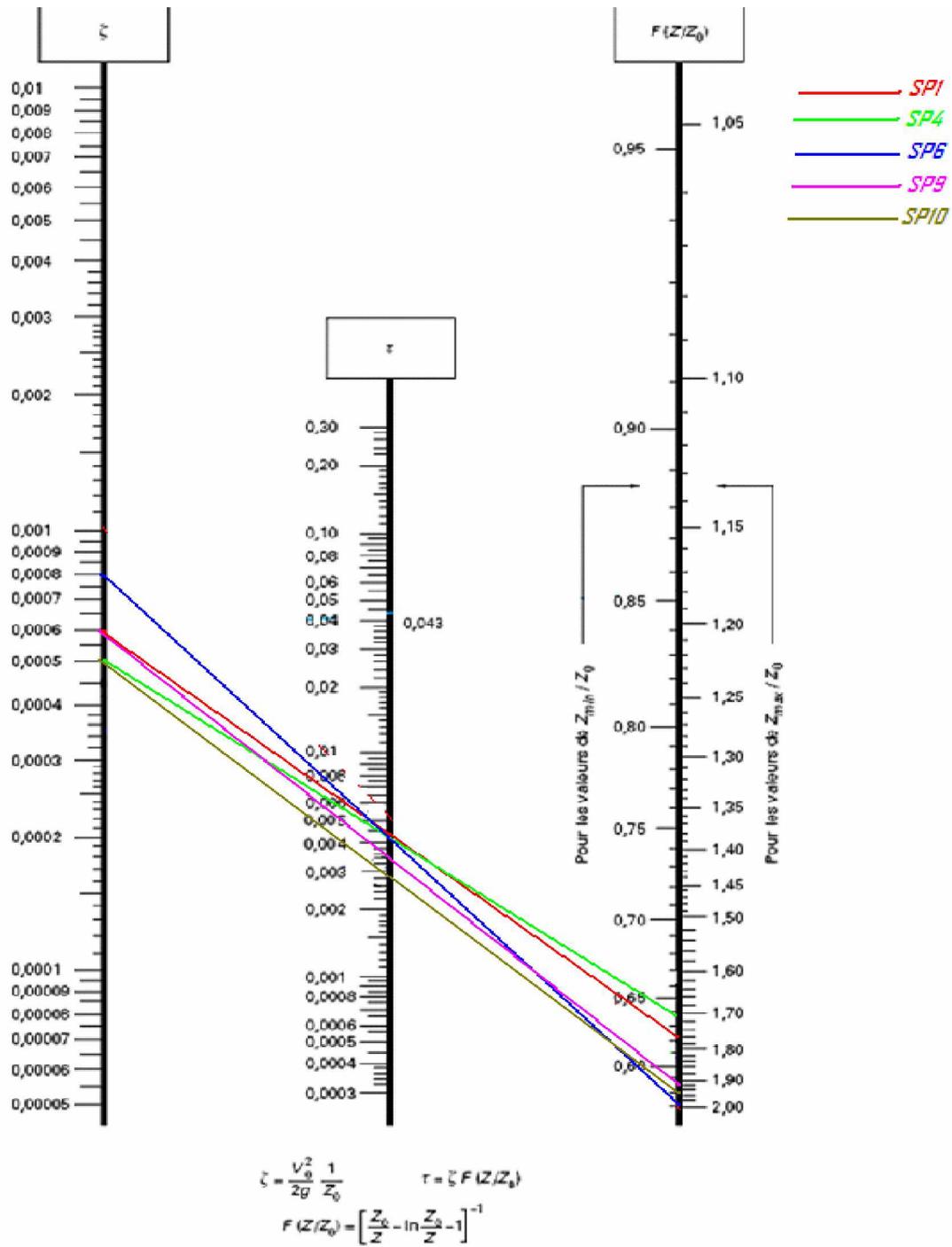
	G = ISO 228/1 Rp = ISO 7/1	Multitec A						Multitec B, C, D					
		32	50	65	100	125	150	32	50	65	100	125	150
1M.1	G	-	-	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
1M.2	G	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
6B.1	G	-	-	1/4	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/2	1/2	1	1
6B.2	G	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2
8B	Rp	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8

Multitec A,B,C,D	1)	2)	DN ₁		DN ₂	a	d ₁ k7	d ₂	e	f	f ₁	h ₁	h ₂	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅	l ₆	m ₂	m ₃	m ₄	n ₁	n ₂	s																										
			axial	radial																																																
125	2	10	200	150	125	393	50	26	292	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	306	320	250	30																										
																											200	150	125	617	50	26	516	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	530	320	250	30		
			4	12	200	150	125	729	50	26	628	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	642	320	250	30																								
																													200	150	125	841	50	26	740	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	754	320	250	30
			6	13	200	150	125	953	50	26	852	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	866	320	250	30																								
																													200	150	125	1065	50	26	964	488	478	300	325	10	110	355	345	488	111	464	22	94	978	320	250	30
			3	20	200	150	125	393	50	30	292	488	478	300	325	38	110	355	345	512	136	490	45	90	255	605	561	50																								
																													200	150	125	617	50	30	404	488	478	300	325	38	110	355	345	512	136	490	45	90	367	605	561	50
	4	21																											200	150	125	617	50	30	516	488	478	300	325	38	110	355	345	512	136	490	45	90	479	605	561	50
	6	23																											200	150	125	841	50	30	740	488	478	300	325	38	110	355	345	512	136	490	45	90	703	605	561	50
	8	26																											200	150	125	1065	50	30	964	488	478	300	325	38	110	355	345	512	136	490	45	90	927	605	561	50
	150	2	10	250	200	150	452	60	34	338	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	342	350	265	30																									
																												250	200	150	584	60	34	470	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	474	350	265	30	
4				12	250	200	150	716	60	34	602	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	606	350	265	30																								
																													250	200	150	848	60	34	734	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	738	350	265	30
6				13	250	200	150	980	60	34	866	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	870	350	265	30																								
																													250	200	150	1172	60	34	1054	594	578	350	400	22	140	426	411	600	137	567	30	104	1002	350	265	30
3				20	250	200	150	452	60	36	338	594	578	350	400	46	140	426	411	624	161	591	50	100	294	735	679	50																								
																													250	200	150	584	60	36	470	594	578	350	400	46	140	426	411	624	161	591	50	100	426	735	679	50
		4	21																										250	200	150	716	60	36	602	594	578	350	400	46	140	426	411	624	161	591	50	100	558	735	679	50
		6	23																										250	200	150	980	60	36	866	594	578	350	400	46	140	426	411	624	161	591	50	100	822	735	679	50

1) Nombre d'étages
 2) Code de matériaux
 *) Pour exécution avec brides ANSI il faudra toujours ajouter 15 mm aux cotes "a" et "l₅" pour les variantes de matériau 20/21/22/23/25/26/30.



ANNEXE VI



Annexe VI-1: Abaque de VIBERT pour le calcul simplifié des réservoirs d'air