

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

**Dimensionnement de la station de surpression du complexe hydraulique Baraki-Champ (w. Alger).**

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0037-16

APA Citation (توثيق APA):

**Ziad, Affafe (2016). Dimensionnement de la station de surpression du complexe hydraulique Baraki-Champ (w. Alger)[Mem Ing, ENSH].**

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

Digital Repository of ENSH is built on the open software platform and is managed by the Library of the National Higher School for Hydraulics.

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE  
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'HYDRAULIQUE- ARBAOUI Abdellah -

DEPARTEMENT HYDRAULIQUE URBAINE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

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

**Option : Alimentation en Eau Potable**

**THEME :**

**DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE  
SURPRESSION DU COMPLEXE HYDRAULIQUE  
BERAKI-CHAMPS(W.ALGER)**

**Présenté par :**  
M<sup>lle</sup> ZIAD Affafe

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

<b>Nom et prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
M <sup>r</sup> B.SALAH	professeur	Président
M <sup>me</sup> W.MOKRANE	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> N.CHENITI	M.A.A	Examinatrice
M <sup>me</sup> H.BOUCAMA	M.A.A	Examinatrice
M <sup>r</sup> O.KHODJET KESBA	M.C.A	Promoteur

**SEPTEMBRE-2016**

# *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire en priorité à mes parents :*

*Ma mère **BOUKHALFA Nacera**, Mon père **Said**.*

*Mes parents qui m'ont toujours guidés et orientés sans jamais se lasser et en particulier pour leurs encouragements durant tout mon cursus universitaire.*

*A ma deuxième maman LILA qui m'a toujours soutenu ;*

*Je tiens également à dédier ce mémoire à mes sœurs Nesrine et yasmine et à mes frères : Badreddine, Zakaria, Azeddine et Fadlallah*

*Je n'oublie pas mes petits neveux Meriem, Ahmed ,Amir et et Fateh*

*Je dédie également ce mémoire à mes Grands-parents, mes tantes ainsi a mes chères cousines Aicha ,Sabrina Imene .et Ahlem*

*A mes meilleures amies Chahrazed, Rym, Imene DJili , Nadia ,amina, , asma, romaissa, meriem, K.asma, K.imene D.imene , wissem manel, Lynda et Naima , merci de m'être fidèles et d'être toujours là pour moi*

*A tous mes amis de la promotion .*

*Merci à tous ceux qui m'ont soutenue au cours de la réalisation de ce mémoire*

*afaf*

# Remerciements

A mon promoteur, Monsieur **KHODET KESBA omar**, qui m'a chaleureusement accueillie au sein de son service. Je lui suis reconnaissante pour m'avoir témoigné sa confiance, ses encouragements et sa disponibilité pour la réalisation de ce mémoire

A Monsieur **douaibia rochdi**, qui m'a encadré tout le long de mon stage. Son soutien et ses encouragements ont été de précieux atouts pour la concrétisation de ce mémoire a co-encadré ce travail, vos conseils judicieux, votre disponibilité, votre soutien et vos encouragements tout au long de la réalisation de ce travail auront été de très précieux atouts.

A Monsieur **SALAH BOUALEM**, qui me fait l'honneur de présider notre jury. je le remercie également de nous avoir transmis son savoir au cours de notre cursus universitaire.

A Madame **MOKRAN**, madame **cheniti** et madame **Bouchama**, qui m'ont fait l'honneur d'examiner mon travail. Je les remercie également de m'avoir enseignées durant notre cursus universitaire.

بعد تقديم المنطقة التي نحن بصدد دراستها و تقدير حاجياتها من الماء قمنا بدراسة ووضع الكيفية المناسبة لتزويد مدينة بن طلحة(ولاية الجزائر) بالماء الصالح للشرب من أجل تغطية حاجيات المستهلك المستقبلية وأهم ما قمنا به: وضع محطة لضخ المياه , ربط المضخة بأنابيب نقل المياه .  
بعد ذلك درسنا وسيلة من وسائل حماية أنابيب الدفع من ظاهرة انتقالية تدعى المطرقة المائية. و أخيرا تطرقنا إلى طريقة انجاز المشروع ومختلف الإمكانيات المسخرة لإنهائه .

### **Résumé:**

Après avoir présenté la région objet de notre étude et évalué ses besoins en eau potable, nous avons étudié et développé un système approprié pour l'alimentation de la ville de Ben Talha (W.Alger) en eau potable afin de couvrir ses futurs besoins. Notre étude est effectuée selon les étapes suivantes : D'abord dimensionner une station de surpression et puis relier la station de surpression au réseau , Ensuite, nous avons étudié les moyens pour la protection des tuyaux contre le phénomène transitoire appelé "coup de bélier".Enfin, nous adressons à l'achèvement du projet les différentes mesures prises pour bien le finaliser .

### **Abstract:**

After presenting the region that we will study and evaluate its needs of potable water. We studied and developed an appropriate system for supplying Ben Talha city (W.Algiers) with potable water which will cover its future needs. Our study is executed as follows:

- To put in service a station of surpression.
- To link the surpression station to the pipes.

Then we studied and explored ways to protect pipes from transient phenomenon called water hammer. Finally, in the completion phase of the project we presented different measures that would be taken to carry out properly our project.

## **CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA VILLE**

Introduction :	1
I.1. Situation géographique :	1
I.2. situation Climatique:	2
I.2.1 :Température :	2
I.2.2. Pluviométrie :	2
I.2.3.Vents :	2
I.3.Aperçu Hydrogéologique :	3
I.4.situation Géologique et séismicité :	3
I.4.1. Géologie :	3
I.4.2. Séismicité :	3
I.5.Situation hydraulique :	5
Conclusion :	6

## **CHAPITRE II:EVALUATION DES BESOINS**

Introduction :	7
II.1.Estimation de la population :	7
II.1.1 Estimation de la population des différents programmes de logements :	7
II.1.2.Estimation de la population de la localité de Bentalha :...	8
II.2.Consommation moyenne journalière :	9
II.2.1. Besoins domestiques :	9
II.2.1.1.Besoins domestiques des programmes de logements :	10
II.2.1.2.Besoins domestiques de la localité de Bentalha :.....	10
II.2.2.Evaluation des besoins administratifs de la localité de bentalha .....	11

II.2.3. Besoins scolaires .....	12
II.2.4 Besoins sanitaires :.....	12
II.2.5. Besoins socioculturels :.....	13
II.2.6. Besoins commerciaux :.....	13
II.2.7. Besoins d'arrosage :.....	14
Conclusion :.....	15

### **CHAPITRE III: VARIATION DE LA CONSOMMATION**

Introduction :.....	16
III.1. Etude de la variation de la consommation de la ville :.....	16
III.1.1. Variation de la consommation journalière :.....	16
III.1.1.1. Consommation maximale journalière :.....	16
III.1.1.2. Consommation minimale journalière :.....	17
III.1.2. Variation de la consommation horaire :.....	17
III.1.2.1. Consommation maximale horaire :.....	18
III.1.2.1.1. DEBIT MOYEN HORAIRE :.....	18
III.1.2.1.2. Consommation minimale horaire :.....	19
III.2. Etude détaillée de la variation de consommation des programmes de logement.....	23
III.2.1. Variation de la consommation journalière :.....	23
III.2.1.1. Consommation maximale et minimale journalière :.....	23
III.2.2. Variation de la consommation horaire :.....	23
III.2.2.1. Consommation maximale horaire :.....	24
III.2.2.2 : Consommation minimale horaire :.....	24
III.2.3. Calcul du débit de pointe :.....	25
Conclusion :.....	27

### **CHAPITRE IV DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES**

Introduction :	28
IV.1. généralités sur les réseaux de distribution :	28
IV.1. 1 définition :	28
IV.1. 2 Les différents types de réseaux :	28
IV.1.2.1. Le réseau ramifié :	28
IV.1.2.2. Le Réseau étage :	28
IV.1.2.3. Le réseau maillé :	29
IV.1. 3. Caractéristiques du réseau :	30
IV.2. Dimensionnement des conduites projetées :	31
IV.2.1. Détermination des diamètres :	32
IV.2.2. Choix Du Matériau Des Conduites :	32
Conclusion :	33

## **CHAPITRE V : dimensionnement de la station de surpression**

INTRODUCTION :	34
V.1. Définition :	34
V.1.1. présentation de la station de surpression :	34
V.1.2. fonction des différents organes :	34
V.1.3. principe de fonctionnement de la régulation :	35
V.2. Dimensionnement de la station de surpression :	35
V.2.1. détermination de la hauteur manométrique totale :	35
V.2.1.1. le logiciel EPANET :	35
V.2.2 détermination de la HMT :	36
V.3 Choix du type de Pompe:	38
V.4. Couplage des pompes :	39
V.5. Choix du nombre de pompes :	39
V.5 Choix de la pompe :	40
V.6. Courbes caractéristiques de la pompe :	41
V.7. fonctionnement de la station de surpression :	42
V.8. Choix du moteur :	47

V.9.dimensionnement du ballon de surpression :	48
V.9.1.ballon du volume de surpression :	50
V.10. Dimensionnement des bâtiments des stations :	54
CONCLUSION:	55

## **CHAPITRE VI : COUP DE BÉ LIER**

INTRODUCTION :	56
VI-1. Notions générales :	56
VI-2. Les risques dus aux coups de bélier :	57
VI-2.1. Risque de forte pression :	57
VI-2.2 Pression négative :	57
VI-2.3 Fatigues des conduites :	57
VI-3.Moyens de protection contre le coup de bélier :	57
VI.3.1.dimensionnement de réservoir anti-bélier:	60
VI.3.1.1Calcul des réservoirs d'air :	60
VI.4.calcul du volume du réservoir :	63
VI.4.1.Définition du logiciel :	63
VI.4.2.étapes à suivre :	63
CONCLUSION:	67

## **CHAPITRE VII : POSE DE CANALISATION**

INTRODUCTION:	68
VII.1. Principe de pose des canalisations:	68
VII.1.1. Pose selon la nature de terrain :	68
VII.1.2.Pose selon la nature des conduites :	69
VII.1.3.Traversées des routes :	69
VII.2. Exécution des travaux de pose des canalisations :	69
VII.2.1. Travaux préliminaires :	69
VII.2.2. Excavation des tranchées :	70
VII.2.4.1. la profondeur de tranchée (Htr) :	70
VII.2.4.2. la largeur tranchée (b) :	70

VII.2.2.3. Section tranchée ( $S_{tr}$ ) :.....	71
VII.2. 3.Aménagement du lit de sable :.....	71
VII.2.4. Mise en place des canalisations :.....	72
VII.2.5. Assemblage des conduites en PEHD:.....	72
VII.2.6. Essai générale du réseau :.....	73
VII.2.7. Enrobage de la canalisation :.....	73
VII.2.8. Remblaiement de la tranchée :.....	73
VII.2.9. Contrôle du compactage des tranchées :.....	74
VII.2.10. Mise en ser8vice du réseau:.....	74
VII.3. Prescription spéciale concernant le PEHD:.....	74
VII.4.Choix des engins du chantier:.....	75
CONCLUSION:.....	75

## LISTE DES TABLEAUX

### CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA VILLE

Tableau N°I.1:Température. (Source ANRH).....	2
Tableau N°I.2 : Précipitation. (Source ANRH).....	2

### CHAPITRE II: EVALUATION DES BESOINS

Tableau II.1 : population par district (2008).....	7
Tableaux II.2 : nombre d'habitants des différents logements.....	8
Tableau II.3 : estimation de la population de la localité de Bentalha.....	9
Tableau II.4 : consommation moyenne journalière des programmes de logement.....	10
Tableau II.5 : consommation moyenne journalière de la localité de Bentalha.....	10
Tableau II.6: évaluation des besoins administratifs.....	11
Tableau II.7 : évaluation des besoins scolaires.....	12
Tableau II.8: évaluation des besoins sanitaires.....	12
Tableau II.9: évaluation des besoins socioculturels.....	13
Tableau II.10 : évaluation des besoins commerciaux.....	13
Tableau II.11 : évaluation des besoins d'arrosage.....	14
Tableau II.12 : récapitulatif des différents besoins de consommation.....	15

### CHAPITRE III: VARIATION DE LA CONSOMMATION

Tableau III.1: Variation du coefficient $\beta_{\max}$ en fonction du nombre d'habitant.....	18
Tableau III.2: Variation du coefficient $\beta_{\min}$ en fonction du nombre d'habitant.....	19
Tableau III.3 : récapitulatif des résultats .....	19
Tableau III.4 :Répartition horaire du débit maximum journalier.....	20

<b>Tableau III.5</b> : détermination du débit maximum horaire.....	21
<b>Tableau III.6</b> : consommation maximale et minimale journalières .....	23
<b>Tableau III.7</b> : Débit moyen horaire .....	23
<b>Tableau III.8</b> : détermination de $K_{max,h}$ .....	24
<b>Tableau III.9</b> : calcul Du débit maximum horaire .....	24
<b>Tableau III.10</b> : détermination de $K_{min,h}$ .....	24
<b>Tableau III.11</b> : calcul du débit minimum horaire.....	24
<b>Tableau III.12</b> : détermination du débit maximum horaire pour H.mihoub1....	25
<b>Tableau III.13</b> : détermination du débit maximum horaire pour H.mihoub2....	26

## **CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES**

<b>Tableau IV.1</b> : caractéristiques du réseau existant.....	30
<b>Tableau IV.2</b> : débit de dimensionnement de chaque conduite.....	32
<b>Tableau IV.3</b> : détermination des diamètres.....	32
<b>Tableau IV.4</b> : diamètres choisis.....	33

## **CHAPITRE V :DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE SURPRESSION**

<b>Tableau.1</b> : valeurs obtenues à partir du logiciel EPANET.....	42
<b>Tableau V.3</b> : résultat de la 2eme variante .....	44
<b>Tableau V.2</b> : valeurs de la première variante.....	46

## **CHAPITRE VI : COUP DE BÉ LIER**

<b>Tableau VI.1</b> : les avantages et les inconvénients des moyens de protection contre le coup de bélier.....	59
<i>Tableau VI.2 : Les caractéristiques de la conduite de refoulement.....</i>	<i>61</i>
<i>Tableau VI.3 : Coefficient dépendant de la nature de conduite.....</i>	<i>61</i>

## CHAPITRE VII : POSE DE CANALISATION

<b>Tableau VII.1</b> : les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.....	
.....	75

## LISTES DES FIGURES

### CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA VILLE

<b>Figure I.1:</b> localisation géographique de la zone d'étude (source:google map) ...	1
<b>Figure I.2 :</b> coupe hydrogéologique de la wilaya d'ALGER.....	3
<b>Figure I.3 :</b> plan de situation de l'étage Beraki.....	4
<b>Figure I.4 :</b> schéma récapitulatif.....	5

### CHAPITRE III: VARIATION DE LA CONSOMMATION

<b>Figure III.1 :</b> variation de la consommation de l'agglomération.....	22
<b>Figure III.2 :</b> variation de la consommation de l'industrie.....	22
<b>Figure III.3 :</b> la courbe intégrale de la consommation.....	23

### CHAPITRE IV : DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES

<b>Figure IV.1 :</b> le réseau de distribution de la zone d'étude.....	29
<b>Figure IV.2:</b> schéma explicatif.....	31

### CHAPITRE V : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION DE SURPRESSION

<b>Figure V.1 :</b> Le tracé du réseau sur EPANET.....	37
<b>Figure V.2 :</b> la pression au point de control vérifiée.....	38
<b>Figure V.3:</b> Couplage de deux pompes en série.....	39
<b>Figure V.4:</b> Couplage de deux pompes en parallèle.....	39
<b>Figure V.5 :</b> pompe centrifuge basse pression Etabloc.....	40
<b>Figure V.6 :</b> courbes caractéristiques de la pompe choisie.....	42
<b>Figure V.7 :</b> courbe de la HMT souhaitée du reseau.....	43
<b>Figure V.8:</b> courbe de la premièrevariante.....	45
<b>Figure V.9:</b> Courbe de la deuxième variante.....	47
<b>Figure V.10 :</b> Photo du moteur triphasé asynchrone.....	48

<b>Figure V.11</b> : Ballonde surpression.....	49
<b>Figure V.12</b> : réservoir à coussin.....	49
<b>Figure V.13</b> : réservoir a vessie.....	50
<b>Figure V.14</b> : Schéma de fonctionnement d'un ballon de surpression.....	51
<b>Figure V.15</b> : courbescaractéristiques de la pompe.....	52
<b>Figure V.16</b> : courbe de la pompe a vitesse variable.....	53

## **CHAPITRE VI : COUP DE BÉ LIER**

<b>Figure VI.1</b> : graphe de la methode de PUECH et MUNIER.....	62
<b>Figures (VI.2,VI.3,VI.4,VI.5 etVI.6)</b> : étapes du logiciel Winram.....	63,64,65
<b>Figure VI.7</b> : courbe résultat.....	66

## **LISTE DES PLANCHES**

**Planche n° 01** : profil en long de la conduite projetée DN500.

**Planche n° 02** : Vue en plan de la station de surpression.

**Planche n° 03**: Détails de la station de surpression .

## ***INTRODUCTION GENERALE***

Le manque d'eau potable est devenu la préoccupation quotidienne des Algériens, c'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude qui consiste à l'alimentation en eau potable et le réglage de pression de la ville de Bentalha et des deux sites de logement H.Miouhb 1 et 2 à partir d'une station de surpression pour répondre confortablement à la demande projetée à l'horizon **2030**, ce projet est de moyenne ampleur, mais il s'inscrit tout de même dans le cadre de la valorisation de la ressource hydrique et d'approvisionnement des populations lancé par le gouvernement Algérien

La zone à desservir a besoin d'une quantité importante d'eau, il s'avère que le débit assuré par le château d'eau existant n'est pas en mesure de satisfaire les besoins en eau de la région à cause de la projection de deux nouveaux sites de logement sur l'axe reliant le château d'eau à la ville de Bentalha.

Dans cette présente étude qui interprète l'alimentation en eau potable de notre zone d'étude, nous allons être guidés par des impératifs techniques, auxquels doivent répondre les divers ouvrages tout en prenant en considération les conditions économiques du projet.

L'estimation des besoins en eau pour l'horizon **2030** en deuxième chapitre après la présentation de la zone d'étude, nous conduira à déterminer le débit maximum journalier à fournir à partir des pompes, ensuite dans le prochain chapitre nous projetant une nouvelle conduite qui emmène l'eau au réseau existant à partir de la station de surpression. Le dimensionnement de cette dernière fera l'objet du cinquième chapitre. L'étude du phénomène transitoire et la pose de canalisation sont traités dans les chapitres six et sept. En fin, nous terminons avec une conclusion générale

# Chapitre 1 :

## Présentation de la ville

## **INTRODUCTION :**

L'objectif de ce chapitre c'est de connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique, hydrogéologique .Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres qui prévalent au niveau de la ville de BERAKI wilaya d'ALGER. Ces caractéristiques nous seront utiles pour l'établissement de notre projet.

### **I.1. Situation géographique :**

La ville de baraki est une daïra qui fait partie de la wilaya d'Alger, elle est située dans la banlieue sud-est d'Alger, à 35 km au nord-est de Blida.

Cette commune est limitée :

- Au Nord par la commune de Bourouba ;
- A l'Est par la commune des Eucalyptus;
- A l'Ouest par la commune de Gue de Constantine;
- Au Sud par la commune de sidi moussa ;
- Les coordonnées de notre site sont les suivantes :

36° 39' 58" Nord et 3° 05' 30" Est .



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

(source :google map )

## **I.2. situation Climatique :**

### **I.2.1/Température :**

La température moyenne du mois le plus froid est de 17°C et celle du mois le plus chaud est de 30°C. Elles correspondent respectivement au mois de janvier et d'août.

**Tableau N°I.1:Température. (source ANRH)**

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
$T_{min}$ (°c)	18	16,5	12	6,9	6,1	5,3	5,8	8,4	11,9	14,1	18,1	18,8
$T_{max}$ (°c)	29	25	23	19	18,7	17,6	19	21,9	24,9	27,2	32,1	34
$T_{mov}$ (°c)	23,5	20,7	17,5	13	<b>12,4</b>	11,5	12,4	15,1	18,4	20,7	25,1	<b>26,4</b>

### **I.2.2. Pluviométrie :**

Cette ville est située dans une zone où la pluviométrie annuelle est comprise entre 600 et 800 mm (733,5 mm en 2012) . La répartition des précipitations est très irrégulière sur l'échelle annuelle.

Le tableau n°I-2 montre un maximum très accusé entre les mois de Février-Mai, par contre on a un minimum en Juin Juillet Août, et Septembre.  
(Source A.N.R.H 2012).

Les valeurs des précipitations maximales journalières pour chaque mois de l'année 2012 sont représentées dans le tableau suivant :

**Tableau N°I.2 : Précipitation. (source ANRH)**

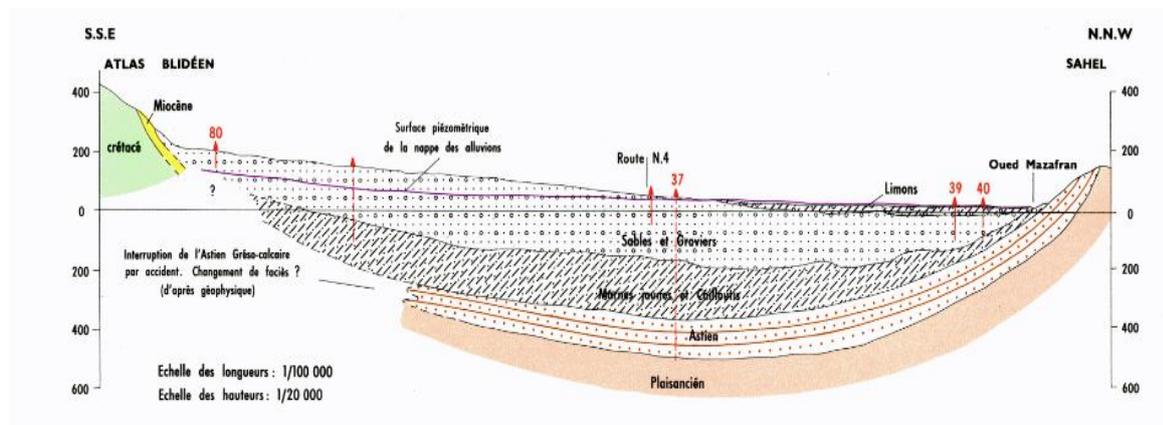
Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P <sub>max,j</sub> (mm)	2,2	81,8	39,8	9,6	14,5	27,5	18,2	36,4	51,1	6,2	0,6	1,4

### I.2.3.Vents :

Les vents soufflants dans notre région sont généralement de direction Nord et de l'Ouest vers l'Est, de vitesse moyenne de 2 à 3 m/s.

### I.3.Aperçu Hydrogéologique :

Notre zone d'étude se trouve au niveau de la Mitidja, nous notons la présence de deux ensembles aquifères, ce sont deux nappes l'une superficielle nommée nappe quaternaire, la deuxième profonde, nommée sous le nom de nappe des grés astien.



**Figure I.2 : coupe hydrogéologique de la wilaya d'ALGER.**

## **I.4.situation Géologique et sismicité :**

### **I.4.1. Géologie :**

Comme précédemment dit, Notre ville fait partie de la Mitidja qui est un grand bassin alluvionnaire constitué des graviers, de galets avec des argiles en quantités variables.

### **I.4.2. Séismicité :**

L'Algérie est découpée en quatre zones sismiques. D'après le découpage du Règlement Sismique Algérien (RPA) version 2003 la wilaya d'Alger se trouve dans la zone (2) c'est-à-dire une zone à moyenne séismicité .

## **I.5.Situation hydraulique :**

notre ville est actuellement alimentée par l'étage de Baraki . Ce dernier appartient à la zone de distribution d'Alger-est.



figure I.4 : plan de situation de l'étage Baraki

L'étage Baraki, est mis en charge par un château d'eau de capacité 1500 m<sup>3</sup>, CTP =52 mNGA, CR=47,8 mNGA.

Celui-ci est alimenté par une station de pompage localisée sur le même site et constituée de trois groupes électropompes identiques aux caractéristiques suivantes :

$$Q = 490 \text{ m}^3/\text{h} ; \text{HMT} = 35 \text{ m CE.}$$

Cette station est alimentée par un réservoir au sol de 3 000 m<sup>3</sup> (CTP = 26,2 mNGA, CR =21,4 mNGA) situé à proximité.

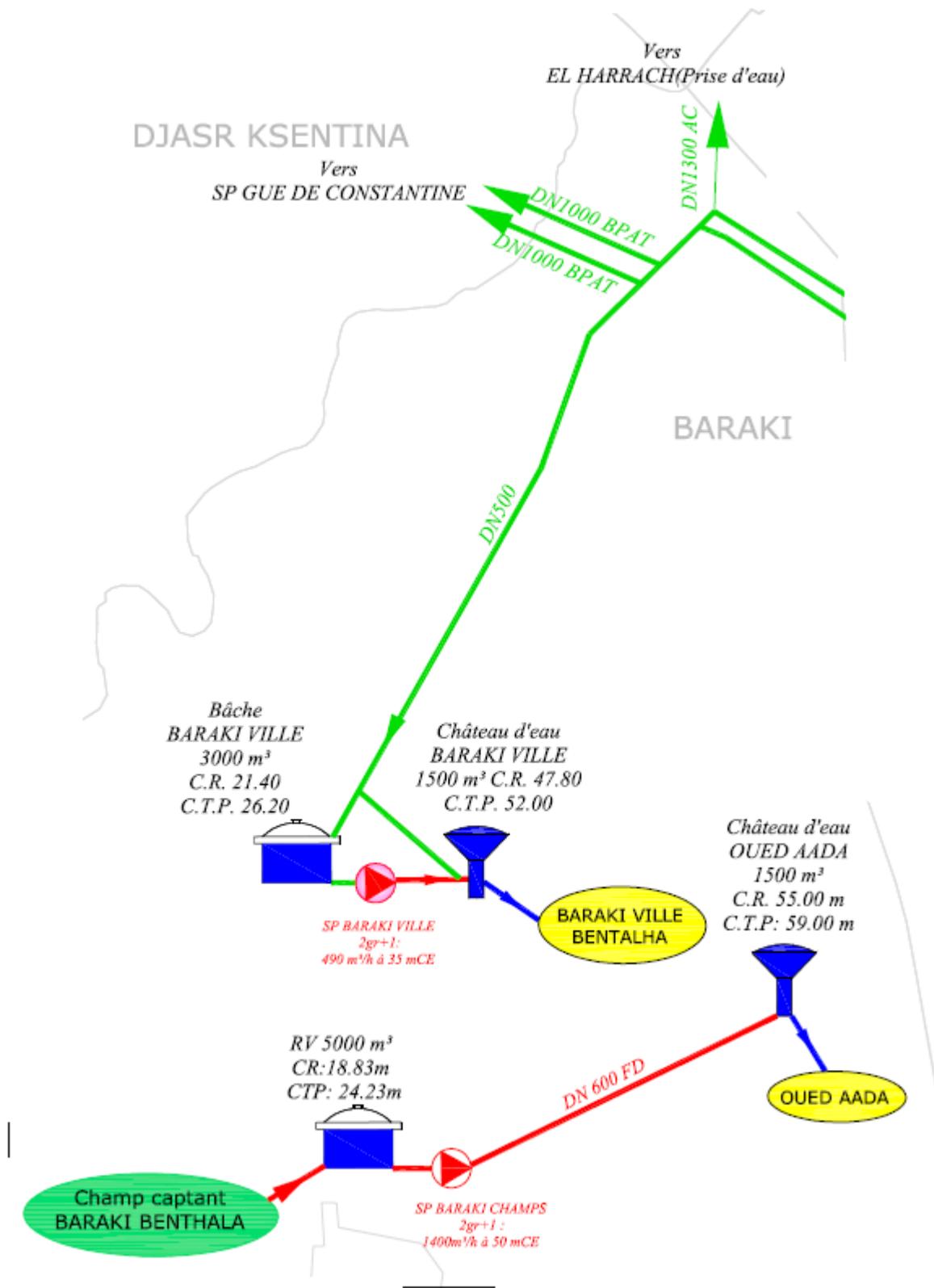


Figure I.5 : schéma récapitulatif

**Conclusion :**

La ville de Beraki a un bon climat (Méditerranéen), une bonne topographie (reliefs pratiquement plats), mais cette région connaît une extension actuelle : deux nouveaux programmes de logement se situant sur la ligne reliant le château d'eau avec Bentelha . Cette extension engendrera un manque de pression sur tout le réseau existant.

Pour remédier à ça, une station de surpression va être projetée.

# Chapitre 2

## Evaluation des besoins

## **Introduction :**

Les réseaux de distribution doivent satisfaire aux différents besoins d'une agglomération : besoins domestiques, industriels, agricoles...etc.

L'estimation de ces besoins se fait à partir d'une norme fixée pour chaque catégorie de consommation. Cette norme unitaire (dotation) est définie comme un rapport entre le débit journalier et l'unité de consommateur (agent, élève, lit,...).

### **II.1.Estimation de la population :**

Notre étude va porter sur l'alimentation en Eau Potable de ces différents sites :

- Programme de logement :
  - Haouch Mihoub I (4350 logements)
  - Haouch Mihoub II (2500 logements) ,
- Programme de logement de Bentalha (2068 logements)
- Localité de Bentalha : dont le nombre d'habitants est donné dans le tableau suivant, depuis le recensement de l'APC en 2008

**Tableau II.1 : population par district (2008)**

Districts	Population ( hab)
14_45	207
14_46	785
14_47	1010
14_48	1014
14_70	149
14_71	1066
14_78	644

#### **II.1.1 Estimation de la population des différents programmes de logements :**

On estime un nombre de 6 habitants par logement.

**Tableaux II.2** : nombre d'habitants des différents logements.

Le programme de logement	Nombre de logements (logt)	Nombre d'habitant (hab)
Mihoub 1	4350	<b>26100</b>
Mihoub 2	2500	<b>15000</b>
Bentalha	2068	<b>12408</b>
		Total : 53508

### **II.1.2. Estimation de la population de la localité de Bentalha :**

D'après le recensement de l'APC en 2008 la population de la localité de Bentalha est estimée à 12700 habitants. Etant donné que la ville est en pleine extension, nous travaillons pour un 2030 ; pour l'estimation de la population future, nous adopterons :

- De 2008 à 2009 le taux d'accroissement est  $t=1.9\%$ .
- De 2009 à 2030 le taux d'accroissement est  $t=0.5\%$

Ce taux dépend de plusieurs facteurs :

- Du niveau de vie de la population ;
- Du développement socioculturel ;

En Algérie, il a été constaté que l'évolution démographique suit la loi des accroissements géométriques qui est donnée par la formule suivante :

$$P_n = P_0 \cdot (1+T)^n \quad \dots\dots \text{II.1}$$

Avec :

- $P_n$  : population située à l'horizon prévu ;
- $P_0$  : population de base ou de l'année de référence (2008) ;
- $n$  : nombre d'année séparant l'horizon de calcul de l'année de référence ;
- $T$  : le taux d'accroissement annuel de la population en (%)

D'où on aura :

**Tableau II.3** : estimation de la population de la localité de Bentalha.

district	Population (2008)	Population (2009)	Population (2016)	Population (2030)
14_45	207	211	219	235
14_46	785	800	829	887
14_47	1010	1030	1067	1142
14_48	1014	1033	1070	1145
14_70	149	152	157	168
14_71	1066	1087	1126	1205
14_78	644	657	681	729
				Total : <b>5511</b> hab

## II.2. Consommation moyenne journalière :

### II.2.1. Besoins domestiques :

La consommation moyenne journalière pour les besoins domestiques est calculée par la formule suivante :

$$Q_{moydo} = \frac{q \cdot N}{1000} \quad (m^3 / j) \quad \dots\dots\dots \text{II.2}$$

- q : Consommation moyenne journalière 150 (l/j/hab.)
- N : Nombre d'habitants

### II.2.1.1. Besoins domestiques des programmes de logements :

**Tableau II.4** : consommation moyenne journalière des programmes de logement :

Programme de logement	Nombre d'habitant	Consommation moyenne journalière (M3/j)
Mihoub I	26100	3915
Mihoub II	15000	2250
Bentalha	12408	1861,2
Total	53508	8026,2

### II.2.1.2. Besoins domestiques de la localité de Bentalha :

**Tableau II.5 :** consommation moyenne journalière de la localité de Bentalha :

District	Nombre d'habitant (2030)	Consommation moyenne journalière (M3/j)
14_45	235	35,25
14_46	887	133,055
14_47	1142	171,3
14_48	1145	171,75
14_70	168	25,2
14_71	1205	180,75
14_78	729	109,35
		Total : 826,655 M3/j

Le total des besoins domestiques :

$$Q_{\text{tot}} = 8852,855 \text{ M3/j}$$

### II.2.2. Evaluation des besoins administratifs de la localité de bentalha :

**Tableau II.6:** évaluation des besoins administratifs.

<b>Equipements</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
<b>Siège daïra</b>	employé	62	15	0,93
<b>Siège A.P.C</b>	employé	120	15	1,8
<b>Annex A.P.C</b>	employé	40	15	0,60
<b>P.T.T</b>	employé	40	15	0,60
<b>Sonalgaz</b>	employé	20	15	0,30
<b>Service agricole</b>	employé	20	15	0,30
<b>Contribution des impôts</b>	employé	20	15	0,30
<b>Sûreté nationale</b>	agent	80	25	2
<b>Gendarmerie</b>	agent	40	25	1
<b>Protection civil</b>	unité	1	12500	12,5
<b>Casernes</b>	unité	2	15000	30
<b>Total</b>				50,33

**II.2.3. Besoins scolaires :** Les besoins scolaires seront calculés en prenant la dotation égale à 15 l/j/unité.

**Tableau II.7 :** évaluation des besoins scolaires

<b>Equipements</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
<b>Ecole primaire</b>	élève	5000	15	75
<b>C.E.M</b>	élève	4500	15	67,5

<b>Lycée</b>	élève	3000	15	45
<b>Crèche</b>	enfant	300	15	4,5
<b>Total</b>				192

#### II.2.4 Besoins sanitaires :

**Tableau II.8:** évaluation des besoins sanitaires

<b>Equipement</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
<b>Centre de santé</b>	Patient	50	20	1
<b>Polyclinique</b>	Patient	100	20	2
<b>Maternité</b>	lit	100	250	25
<b>totale</b>				28

#### II.2.5. Besoins socioculturels :

**Tableau II.9:** évaluation des besoins socioculturels

<b>Equipements</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
<b>Mosquée</b>	fidèle	6000	20	120
<b>Centre culturel</b>	adhérent	1000	15	15
<b>Bibliothèque</b>	lecteur	800	15	12
<b>Salle omnisport</b>	m2	3000	5	15
<b>Stade</b>	vistière	2	10000	20
<b>Total</b>				182

#### II.2.6. Besoins commerciaux :

**Tableau II.10 : évaluation des besoins commerciaux**

<b>Equipement</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
Marché	m <sup>2</sup>	2000	5	10
Restaurant	repas	8500	30	255
Cafés	client	3600	10	36
Boutique	m <sup>2</sup>	3890	3	11,67
Hôtel	lit	150	150	45
Boulangerie	unité	11	500	5,5
Boucherie	unité	10	50	0,5
Douche publique	unité	1	28000	28
Station service	unité	1	6000	6
Bain maure	unité	1	19000	19
Totale				416,67

**II.2.7. Besoins d'arrosage :**

La dotation pour l'arrosage des jardins publics et des rues est fixée de 5 ( l/m<sup>2</sup> )

**Tableau II.11 : évaluation des besoins d'arrosage**

<b>Equipement</b>	<b>Unité</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dotation (l/j/unité)</b>	<b>Qmoy,j (m3/j)</b>
Jardin publique et espace vert	m <sup>2</sup>	8265	5	41,325

**Tableau II.12 : récapitulatif des différents besoins de consommation**

<b>Categorie des besoins</b>	<b>Q<sub>moy,j</sub> (m<sup>3</sup>/j)</b>
Domestiques	8852,855
Administratifs	50,33
Scolaires	192
Sanitaires	28
Commerciaux	416,67
Culturels	182
Arrosage	41,325
<b>Total</b>	<b>9763,18</b>

**Conclusion :**

Dans ce chapitre on a pu évaluer la consommation moyenne journalière de l'agglomération qui est de **9763,18 m<sup>3</sup>/j**.

Cette valeur nous permettra de déterminer les caractéristiques de la consommation en eau qui sera l'objet du prochain chapitre.

# Chapitre 3

## Caractéristiques de la consommation

## **Introduction :**

Avant tout projet, il est nécessaire de connaître le régime de consommation de l'agglomération qui nous donnera un aperçu, \sur le régime de travail de tous les éléments du système d'alimentation en eau potable et également sur leurs dimensionnements.

### **III.1.Etude de la variation de la consommation de la ville :**

#### **III.1.1.Variation de la consommation journalière :**

Au cours de l'année, la consommation d'eau connaît des fluctuations autour de la consommation moyenne journalière, il existe une journée où la consommation d'eau est maximale; de même il existe une journée où elle est minimale.

##### **III.1.1.1.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:

$$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j} \dots \text{III.1}$$

$Q_{max,j}$  : Consommation maximale journalière ( $m^3/j$ );

$K_{max,j}$  : Coefficient d'irrégularité journalière maximum , $K_{max,j} = (1,1-1,3)$ .

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

On prend:  $K_{max,j} = 1, 2$ ;

$$Q_{max,j} = 9763,18 * 1,2$$

$$Q_{max,j} = 11715,825 \text{ m}^3/j$$

### III.1.1.2. 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:

$$Q_{\min,j} = K_{\min,j} * Q_{\text{moy } j} \quad \dots \text{ III.2}$$

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

$K_{\min,j}$  : Coefficient d'irrégularité journalière minimum,  $K_{\min,j} = (0,7-0,9)$ .

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

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

$$Q_{\min,j} = 9763,18 * 0,9$$

$$Q_{\min,j} = 8786,86 \text{ m}^3/\text{j}$$

L'intégration des coefficients d'irrégularité journalière maximum et minimum dans l'estimation des besoins en eau, garantit la satisfaction intégrale des besoins en eau à chaque moment de l'année et permet le dimensionnement du réseau d'eau potable en fonction du débit maximum journalier calculé.

### III.1.2. Variation de la consommation horaire :

Au cours de la journée, le volume d'eau affluant du réservoir vers les consommateurs est variable d'une heure à une autre. Néanmoins, la somme de ces volumes d'eau horaires nous informe de la consommation maximale journalière ; Les débits horaires sont donnés en pourcentage du débit maximum journalier.

Les consommations maximale et minimale horaire sont respectivement caractérisés par les coefficients maximum et minimum horaire ( $K_{\max,h}$  ,  $K_{\min,h}$ ) qui tiennent compte explicitement de l'aménagement des bâtiments, du niveau de développement d'équipement sanitaire, du régime du travail et d'autres conditions locales.

### III.1.2.1. Consommation maximale horaire

#### III.1.2.1.1. DEBIT MOYEN HORAIRE :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad \dots \text{III.3}$$

Avec :

$Q_{moy,h}$  : débit moyen horaire en **m<sup>3</sup>/h**.

$Q_{max,j}$  : débit maximum journalier en **m<sup>3</sup>/j**.

$$Q_{moy,h} = \mathbf{406,8m^3/h}$$

Le débit maximum horaire qui correspond au coefficient maximum horaire peut être déterminé graphiquement ou analytiquement.

Ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération à savoir :

- Un coefficient  $\alpha_{max}$  tenant compte du régime de travail des entreprises et industries, du degré de confort des habitants et de leurs habitudes. Il varie de 1,2 à 1,5.
- Un coefficient  $\beta_{max}$  étroitement lié à l'accroissement de la population.

On peut donc écrire :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} * \beta_{max}$$

**Tableau III.1:** Variation du coefficient  $\beta_{max}$  en fonction du nombre d'habitant

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000	300000
$\beta_{max}$	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03

Pour notre cas on prend :

$$\alpha_{max} = 1,5 \quad \text{et} \quad \beta_{max} = 1,14$$

Alors :

$$K_{max,h} = 1,2 * 1,14 \Rightarrow \mathbf{K_{max,h} = 1,37}$$

$$\mathbf{Q_{max,h} = 557,316 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### III.1.2.1.2. Consommation minimale horaire

Le débit minimum horaire qui correspond au coefficient minimum horaire peut être également déterminé graphiquement ou analytiquement.

Ce coefficient peut être décomposé à son tour, en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération à savoir :

- Un coefficient  $\alpha_{\min}$  tenant compte du régime de travail des entreprises et industries, du degré de confort des habitants et de leurs habitudes. Il varie de 0,4 à 0,6.
- Un coefficient  $\beta_{\min}$  étroitement lié à l'accroissement de la population.

On peut donc écrire :

$$K_{\min,h} = \alpha_{\min} * \beta_{\min}$$

**Tableau III.2:** Variation du coefficient  $\beta_{\min}$  en fonction du nombre d'habitant

Population	1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	100000	300000
$\beta_{\min}$	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83

Pour notre cas on prend :

$$\alpha_{\min} = 0,4 \quad \text{et} \quad \beta_{\min} = 0,65$$

Alors :

$$K_{\min,h} = 0,4 * 0,65 \Rightarrow K_{\min,h} = 0,26$$

$$Q_{\min,h} = 105,77 \text{ m}^3/\text{h}$$

**Tableau III.3 :** récapitulatif des résultats

Qmoy journalier (m <sup>3</sup> /j)	<b>9763,18</b>
Qmax journalier (m <sup>3</sup> /j)	<b>11715,825</b>
Qmin journalier (m <sup>3</sup> /j)	<b>8786,86</b>
Qmoy horaire (m <sup>3</sup> /h)	<b>406,8</b>
Qmax,h (m <sup>3</sup> /h)	<b>557,316</b>
Qmin,h (m <sup>3</sup> /h)	<b>105,77</b>

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 se basant sur le tableau

**Tableau III.4** : Répartition horaire du débit maximum journalier

Heures	Nombre d'habitants				
	< 10000	10000 à 50000	50000 à 100000	> 100000	Aggl.de type rural
<b>0-1</b>	01	1.5	03	3.35	0.75
<b>1-2</b>	01	1.5	3.2	3.25	0.75
<b>2-3</b>	01	1.5	2.5	3.3	01
<b>3-4</b>	01	1.5	2.6	3.2	01
<b>4-5</b>	02	2.5	3.5	3.25	03
<b>5-6</b>	03	3.5	4.1	3.4	5.5
<b>6-7</b>	05	4.5	4.5	3.85	5.5
<b>7-8</b>	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
<b>8-9</b>	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
<b>9-10</b>	5.5	6.25	5.6	5.05	3.5
<b>10-11</b>	4.5	6.25	4.8	4.85	06
<b>11-12</b>	5.5	6.25	4.7	4.6	8.5
<b>12-13</b>	07	05	4.4	4.6	8.5
<b>13-14</b>	07	05	4.1	4.55	06
<b>14-15</b>	5.5	5.5	4.2	4.75	05
<b>15-16</b>	4.5	06	4.4	4.7	05
<b>16-17</b>	05	06	4.3	4.65	3.5
<b>17-18</b>	6.5	5.5	4.1	4.35	3.5
<b>18-19</b>	6.5	05	4.5	4.4	06
<b>19-20</b>	5.0	4.5	4.5	4.3	06
<b>20-21</b>	4.5	04	4.5	4.3	06
<b>21-22</b>	03	03	4.8	3.75	03
<b>22-23</b>	02	02	4.6	3.75	02
<b>23-24</b>	01	1.5	3.3	3.7	01
<b>Total</b>	100%	100%	100%	100%	100%

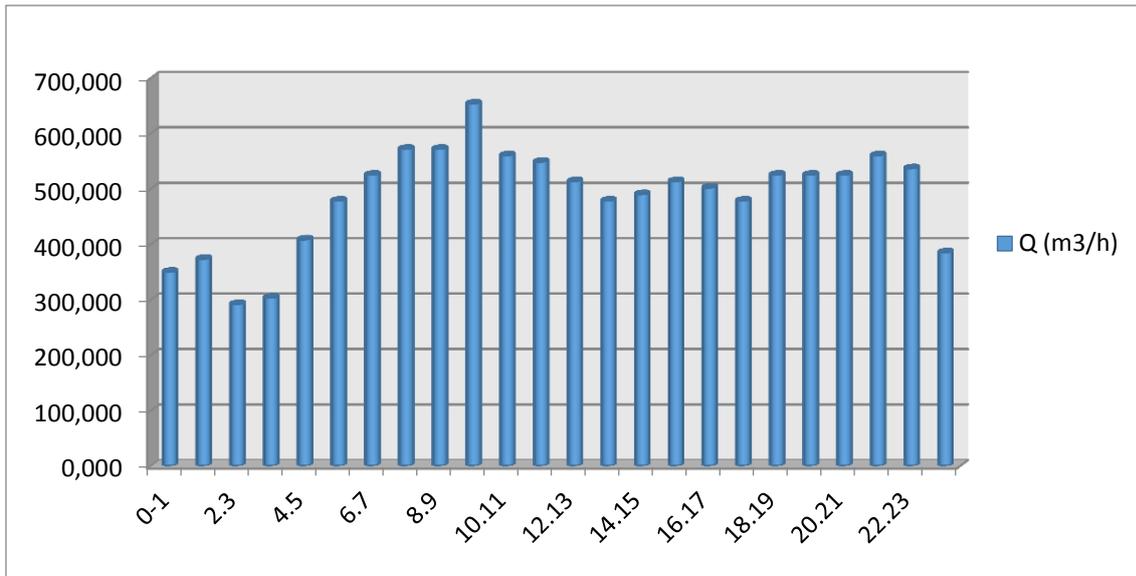
Dans chaque agglomération, la variation du débit horaire est exprimée en pourcentage du débit maximum journalier.

**Tableau III.5 : détermination du débit maximum horaire**

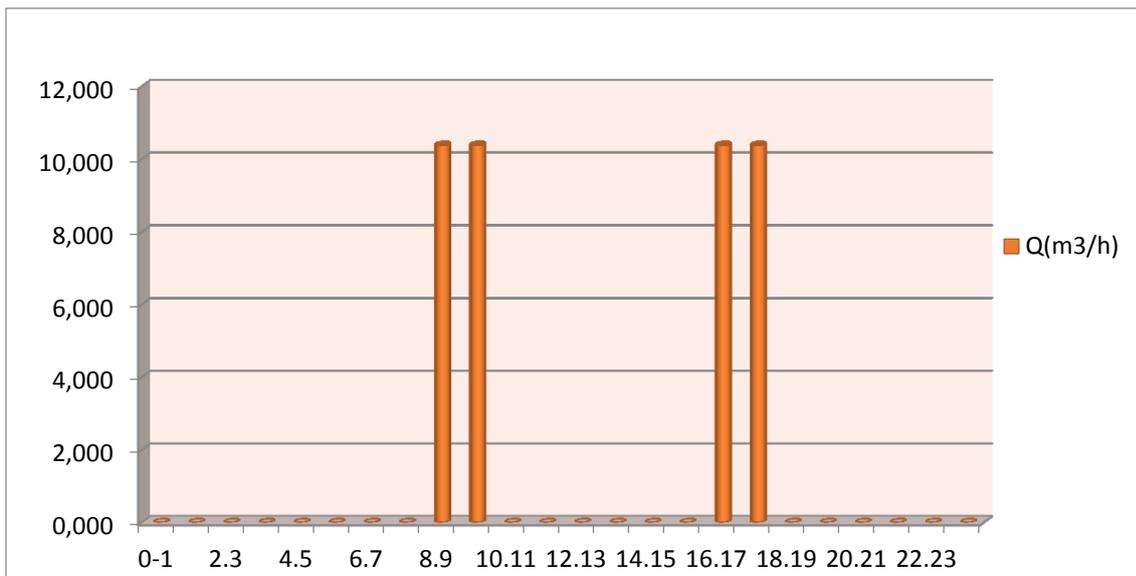
Heures	Agglomération		arrosage		Total		cumul	
	C	Q (m3/h)	C	Q(m3/h)	C	Q(m3/h)	C	Q(m3/h)
0-1	3	350,235	0,000	0,000	2,715	318,085	2,715	318,085
1.2	3,2	373,584	0,000	0,000	2,896	339,290	5,611	657,375
2.3	2,5	291,863	0,000	0,000	2,263	265,071	7,874	922,445
3.4	2,6	303,537	0,000	0,000	2,353	275,673	10,227	1198,119
4.5	3,5	408,608	0,000	0,000	3,168	371,099	13,394	1569,218
5.6	4,1	478,655	0,000	0,000	3,711	434,716	17,105	2003,933
6.7	4,5	525,353	0,000	0,000	4,073	477,127	21,177	2481,060
7.8	4,9	572,051	0,000	0,000	4,435	519,538	25,612	3000,599
8.9	4,9	572,051	25,000	10,375	6,810	797,789	32,421	3798,388
9.10	5,6	653,772	25,000	10,375	7,443	<b>872,009</b>	39,864	4670,396
10.11	4,8	560,376	0,000	0,000	4,344	508,935	44,208	5179,332
11.12	4,7	548,702	0,000	0,000	4,254	498,333	48,462	5677,665
12.13	4,4	513,678	0,000	0,000	3,982	466,524	52,444	6144,189
13.14	4,1	478,655	0,000	0,000	3,711	434,716	56,154	6578,904
14.15	4,2	490,329	0,000	0,000	3,801	445,319	59,955	7024,223
15.16	4,4	513,678	0,000	0,000	3,982	466,524	63,937	7490,747
16.17	4,3	502,004	25,000	10,375	6,267	734,172	70,204	8224,919
17.18	4,1	478,655	25,000	10,375	6,086	712,967	76,289	8937,886
18.19	4,5	525,353	0,000	0,000	4,073	477,127	80,362	9415,013
19.20	4,5	525,353	0,000	0,000	4,073	477,127	84,434	9892,140
20.21	4,5	525,353	0,000	0,000	4,073	477,127	88,507	10369,267
21.22	4,8	560,376	0,000	0,000	4,344	508,935	92,851	10878,202
22.23	4,6	537,027	0,000	0,000	4,163	487,730	97,014	11365,932
23.24	3,3	385,259	0,000	0,000	2,987	349,893	100,000	11715,825
Heures	100,000	11674,500	100,000	6,000	100,000	11715,825		0,000

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de :

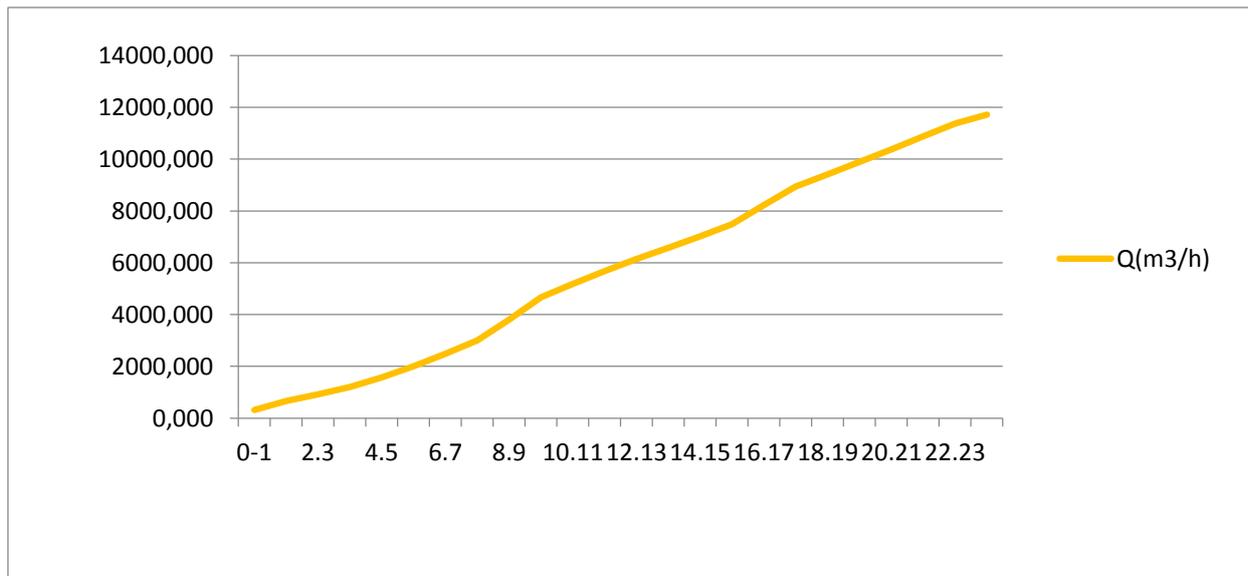
la consommation totale et de la courbe intégrale



**Figure III.1** : variation de la consommation de l'agglomération



**Figure III.2** : variation de la consommation de l'arrosage.



**Figure III.3** : la courbe intégrale de la consommation.

### III.2. Etude détaillée de la variation de consommation des programmes de logement :

#### III.2.1. Variation de la consommation journalière :

##### III.2.1.1. Consommation maximale et minimale journalière :

on prend :  $K_{max,j} = 1,2$

$K_{min,j} = 0,9$

**Tableau III.6** : consommation min et max journalieres

Programmes de logements	$Q_{moyj}$ ( m <sup>3</sup> /j)	$Q_{max j}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{minj}$ (m <sup>3</sup> /)
Haouch mihoub 1	3915	4698	3523,5
Haouch mihoub 2	2250	2700	2025

#### III.2.2. Variation de la consommation horaire :

**Tableau III.7** : Débit moyen horaire :

Programmes de logement	$Q_{maxj}$ (m <sup>3</sup> /j)	$Q_{moy h}$ ( m <sup>3</sup> /h)
Haouche mihoub1	4698	195,75
Haouch mihoub2	2700	112,5

### III.2.2.1. Consommation maximale horaire :

**Tableau III.8** : détermination de  $K_{max,h}$

Programme de logement	Nombre d'habitant	Coefficient $\alpha_{max}$	Coefficient $\beta_{max}$	$K_{max,h}$
Haouche mihoub 1	26100	1,3	1,18	1,54
Houch mihoub 2	15000	1,3	1,25	1,63

**Tableau III.9** : calcul Du débit maximum horaire

	$Q_{moyh}$	$K_{max,h}$	$Q_{max,h}$ ( m <sup>3</sup> /h)
Haouche mihoub 1	195,75	1,54	301,455
Haouch mihoub 2	112,5	1,63	183,38

### III.2.2.2 : Consommation minimale horaire :

**Tableau III.10** : détermination de  $K_{min,h}$

Programme de logement	Nombre d'habitant	Coefficient $\alpha_{min}$	Coefficient $\beta_{min}$	$K_{min,h}$
Haouche mihoub 1	26100	0,4	0,55	0,22
Houch mihoub 2	15000	0,4	0,45	0,18

**Tableau III.11** : calcul du débit minimum horaire

Programme de lgt	$Q_{moyh}$ (m <sup>3</sup> /h)	$K_{min,h}$	$Q_{min,h}$ ( m <sup>3</sup> /h)
Haouche mihoub 1	195,75	0,22	43,065
Haouch mihoub 2	112,5	0,18	20,25

### III.2.3.Calcul du débit de pointe :

Comme précédemment fait, à partir du tableau III.4 On tire les coefficients de variation de consommation journalière durant la journée ;

Pour les deux programmes de logement, la variation se trouve sur la 3eme colonne du tableau :

➤ Site Haouch Mihoub 1 :

**Tableau III.12:** détermination du débit maximum horaire pour H.mihoub 1

Heures	agglomération	
	C	Q (m3/h)
0-1	1,500	70,470
1-2	1,500	70,470
2-3	1,500	220,470
3-4	1,500	70,470
4-5	2,500	117,450
5-6	3,500	164,430
6-7	4,500	211,410
7-8	5,500	258,390
8-9	6,250	293,625
9-10	6,250	293,625
10-11	6,250	293,625
11-12	6,250	293,625
12-13	5,000	234,900
13-14	5,000	234,900
14-15	5,500	258,390
15-16	6,000	281,880
16-17	6,000	281,880
17-18	5,500	258,390
18-19	5,000	234,900
19-20	4,500	211,410
20-21	4,000	187,920
21-22	3,000	140,940
22-23	2,000	93,960
23-24	1,500	70,470

Le débit de pointe est donc : **293,625 m3/h**

➤ site de Haouch Mihoub 2 :

**Tableau III.13** : détermination du débit maximum horaire pour H.mihoub 2

Heures	agglomeration	
	C	Q (m <sup>3</sup> /h)
0-1	1,500	70,470
1-2	1,500	40,500
2-3	1,500	40,500
3-4	1,500	40,500
4-5	2,500	67,500
5-6	3,500	94,500
6-7	4,500	121,500
7-8	5,500	148,500
8-9	6,250	168,750
9-10	6,250	168,750
10-11	6,250	168,750
11-12	6,250	168,750
12-13	5,000	135,000
13-14	5,000	135,000
14-15	5,500	148,500
15-16	6,000	162,000
16-17	6,000	162,000
17-18	5,500	148,500
18-19	5,000	135,000
19-20	4,500	121,500
20-21	4,000	108,000
21-22	3,000	81,000
22-23	2,000	54,000
23-24	1,500	40,500

Le débit de pointe est donc : **168,75 m<sup>3</sup>/h**

**Conclusion :**

Ce présent chapitre nous a permis de calculer les différentes caractéristiques de la consommation de notre agglomération, le débit de pointe de l'ensemble de l'agglomération ainsi celui des différents sites .ce qui va nous être utile pour le prochain chapitre

# Chapitre 4

## Dimensionnement des conduites

## **Introduction :**

Après avoir calculer le débit de pointe qui doit être refoulé à partir de notre station de surpression vers le réseau de distribution, la conduite principale doit être redimensionné, ainsi que des conduites transportant l'eau vers les programmes de logement.

## **IV.1. généralités sur les réseaux de distribution :**

### **IV.1. 1 définition :**

L'eau potable est distribuée à l'aide des canalisations sur lesquelles des branchements seront piqués en vue de satisfaire les consommateurs. Ces différentes canalisations forment ce qu'on appelle un réseau de distribution.

### **IV.1. 2 Les différents types de réseaux :**

On distingue trois types de réseaux :

- Réseau ramifié ;
- Réseau étagé ;
- Réseau maillé.

#### **IV.1.2.1. Le réseau ramifié :**

Le réseau ramifié est constitué par une conduite principale et des conduites secondaires (branches) branchées tout le long de la conduite principale : c'est un réseau arborescent ; C'est un réseau qui n'assure aucune distribution du retour, il suffit qu'une panne se produise sur la conduite principale et que toute la population à l'aval sera privée d'eau.

#### **IV.1.2.2. Le Réseau étage :**

Le réseau étagé est caractérisé par des différences de niveau très importantes, ce qui fait que la distribution de l'eau par le réservoir donne des fortes pressions aux points les plus bas (normes de pressions ne sont pas respectées)

En effet, ce système nécessite l'installation d'un réservoir intermédiaire, alimenté par le premier qui permet de régulariser la pression dans le réseau.

#### **IV.1.2.3. Le réseau maillé :**

Un réseau maillé est constitué d'une série des tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs boucles fermées en

suivant son tracé. Contrairement aux réseaux ramifiés ; le réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon.

Ils sont utilisés généralement dans les zones urbanisées et tendent à se généraliser dans les agglomérations rurales, sous forme associées à des réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications).

**NB :** le réseau de notre étude est un réseau ramifié (voir planche 1)



**Figure IV.1 :** le réseau de distribution de la zone d'étude.

#### **IV.1. 3. caractéristiques du réseau :**

Le réseau étant très ramifié, on peut négliger les petites ramifications. Sur le tableau suivant, les différentes caractéristiques de chaque tronçon sont mentionnées.

**Tableau IV.1 :** caractéristiques du réseau existant.

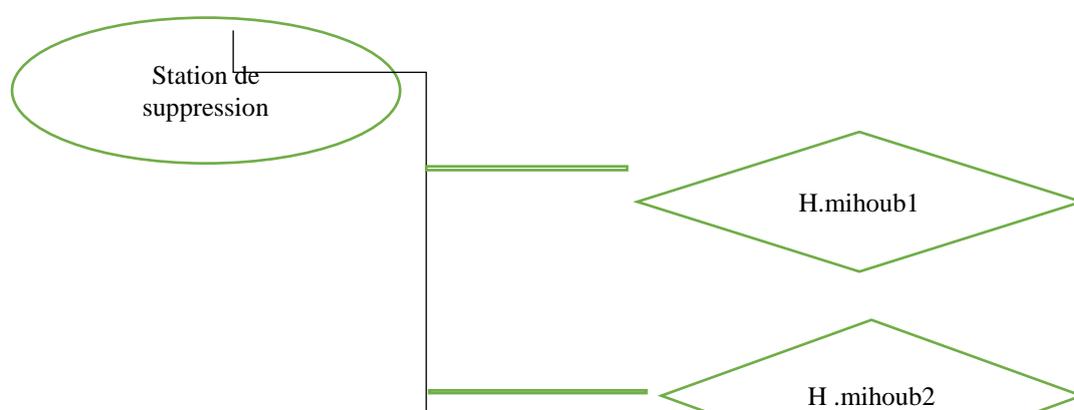
Le tronçon	Type de materiau	rugosité	Longueur (mm)	Diamètre (mm)
1-2	PEHD	0,01	100	150
2-3	PEHD	0,01	60	150
3-4	PEHD	0,01	100	150
4-5	PEHD	0,01	72	150
5-6	PEHD	0,01	100	150
6-7	PEHD	0,01	4	150

7-8	PEHD	0,01	20	150
8-9	PEHD	0,01	100	150
9-10	PEHD	0,01	126	150
10-11	PEHD	0,01	105	150
11-12	PEHD	0,01	85	150
12-13	PEHD	0,01	97	150
13-14	PEHD	0,01	95	150
1-15	PEHD	0,01	610	150
2-16	PEHD	0,01	205	100
3-17	PEHD	0,01	189	100
4-18	PEHD	0,01	100	200
5-19	PEHD	0,01	179	200
5-20	PEHD	0,01	173	60
6-21	PEHD	0,01	77	100
7-22	PEHD	0,01	78	100
8-23	PEHD	0,01	350	60
8-24	PEHD	0,01	160	100
9-25	PEHD	0,01	230	100
10-26	PEHD	0,01	330	100
10-27	PEHD	0,01	150	100
11-28	PEHD	0,01	105	50
12-29	PEHD	0,01	230	30
13-30	PEHD	0,01	140	100
14-31	PEHD	0,01	130	150
14-32	PEHD	0,01	600	150

#### IV.2.Dimensionnement des conduites projetées :

Les conduites en question sont 3 conduites :

- Conduite (1) : transportant l'eau de la station de pompage vers la localité de Bentalha .
- Conduite (2) : transportant l'eau à partir d'un piquage de la conduite (1) vers le programme de logement Haouch Mihoub 1.
- Conduite (3) : transportant l'eau a partir d'un deuxième piquage de la conduite (1) vers le programme de logement Haouch Mihoub 2 .



**Figure IV.2:** schéma explicatif.

**IV.2.1.Détermination des diamètres :**

**Tableau IV.2 :** débit de dimensionnement de chaque conduite

CONDUITE	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /h)
Conduite (1)	872
Conduite (2)	293,625
Conduite (3)	168,75

Les conduites

en question sont des conduites assurant un service d'extrémité, le dimensionnement se fait en utilisant l'équation de continuité:

$$Q = v \cdot s \dots\dots IV.1$$

Q : le débit passant dans la conduite en (m<sup>3</sup>/s).

v : la vitesse en m/s, une vitesse qui avoisine 1,5 m/s

Les diamètres sont donc :

**Tableau IV.3 :** détermination des diamètres

Conduite	Débit de pointe (m <sup>3</sup> /s)	Diamètre calculé(m)
Conduite (1)	0,24	0,45
Conduite (2)	0,082	0,263
Conduite (3)	0,047	0,199

**IV.2.2.Choix Du Matériau Des Conduites :**

Le choix du matériau utilisé est en fonction de la pression supportée, de l'agressivité du sol et de l'ordre économique (coût et disponibilité sur le marché) ainsi que la bonne jonction de la conduite avec les équipements auxiliaires (joints, coudes, vannes,... etc.).

Parmi les matériaux utilisés on peut citer : l'acier, la fonte, le PVC et le PE (polyéthylène) à Haute densité PEHD ou basse densité PEBD.

Dans ce présent projet, notre étude se contentera sur l'utilisation d'une seule variante de matériaux qui est le PEHD vu les avantages qu'elle présente :

- Bonne résistance à la corrosion.
- Disponibilité sur le marché.
- Une pose de canalisation facile.
- Une surface lisse arrondie pour une meilleure performance hydraulique

Les diamètres obtenus sont des diamètres calculés qui peuvent ne pas exister sur le marché.

Le matériau choisi étant le PEHD, et en se basant sur le catalogue (voir annexe 1), les diamètres choisis sont donc les suivant :

**Tableau IV.4** : diamètres choisis

Conduite	Diamètres calculé (mm)	Diamètre choisi (mm)
Conduite (1)	450	500
Conduite (2)	263	315
Conduite (3)	199	200

### **Conclusion :**

Dans ce chapitre, on a pu calculer les diamètres des différentes conduites projetées : la conduite principale qui emmène l'eau de la station au réseau de Bentelha, ainsi que deux conduites ayant pour rôle l'alimentation des sites de logement.

# Chapitre 5

## Dimensionnement de la station de surpression

## **Introduction :**

Le but de ce chapitre est d'abord la détermination de la hauteur manométrique, ensuite l'étude et le choix du système de pompage idéal adapté à l'usage de notre projet ; Cette étude comprendra donc le dimensionnement des pompes et le choix des moteurs qui vont avec.

### **V.1. Définition :**

Une pompe est un dispositif permettant d'aspirer et de refouler un fluide, ce sont des machines permettant l'élévation de l'eau d'un point bas vers un point plus haut et ceci grâce à la transformation de l'énergie électrique en énergie hydraulique, elles sont construites pour assurer un débit  $Q$  à élever à une hauteur  $H$ .

Elles transmettent au courant liquide qui les traverse une puissance. L'énergie reçue par le liquide lui permet de s'élever d'une zone de basse pression vers une zone de haute pression.

#### **V.1.1.présentation de la station de surpression :**

La station didactique de surpression est un ensemble de pompes équipées des composants électromécaniques peuvent fonctionner d'une façon automatique et autonome.

La station doit répondre à trois principales contraintes :

- Etre représentatif d'une réalité industrielle ;
- Permettre de couvrir un vaste champ de connaissance ;
- Etre fonctionnelle et modulaire.

Cette dernière contrainte est très intéressante pour l'utilisateur car elle permet d'ajouter certaines fonctions métier.

#### **V.1.2.fonction des différents organes :**

La station de surpression comprend :

- 1- Groupe électropompe : comprend une pompe et un seul moteur.
- 2- Pressostats : ce sont des contacts électriques fonctionnant à l'aide de la pression de l'eau. Alors la pompe s'arrête dans le cas où :  
 $(P \leq P_{\min})$  et fonctionne si  $P \geq P_{\max}$
- 3- Armoire électrique : comprend les équipements électriques nécessaires à l'automatisation.
- 4- Ballon de surpression : assure la pression nécessaire dans le réseau lorsque les pompes sont arrêtées, on l'emploie dans la côte de refoulement.
- 5- Une poire de niveau: pour la protection de surpresseur dans le cas où il n'y a pas d'eau.

### **V.1.3.principe de fonctionnement de la régulation :**

Un groupe de surpression est nécessaire pour avoir de l'eau à pression constante. Un tel système est généralement composé de plusieurs pompes fonctionnant en permutation. La régulation de pression se fait par variation de vitesse (pompe à vitesse variable). Le système inclut le groupe de surpression et son armoire électrique (automate).

Le système fonctionne grâce au transmetteur (capteur de pression) .en effet, celui –ci informe l'automate sur la valeur de la pression qui varie entre 0 et 05 bars. L'automate converti ensuite ce signal en signal tension afin de venir commander le variateur qui alimente le moteur de la pompe à vitesse variable. Cette conversion est réalisée à l'aide de deux modules analogiques. Pour la stabilité de la pression par rapport a la consigne, on utilise un algorithme numérique à structure « proportionnelle et intégrale » L'automate commande également la mise en route et l'arrêt des autres pompes à vitesse fixe et assure leur permutation automatique. Lorsqu'une pompe est indisponible ou en défaut l'automate en tient compte et commande la pompe suivante. L'automate est configuré de façon à minimiser le nombre de démarrage des pompes.

### **V.2.Dimensionnement de la station de surpression :**

#### **V.2.1. détermination de la hauteur manométrique totale :**

Contrairement au cas de refoulement simple, la détermination de la Hmt pour ce cas là se fait par le logiciel EPANET

##### **V.2.1.1. le logiciel EPANET :**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de la qualité de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Il calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes:

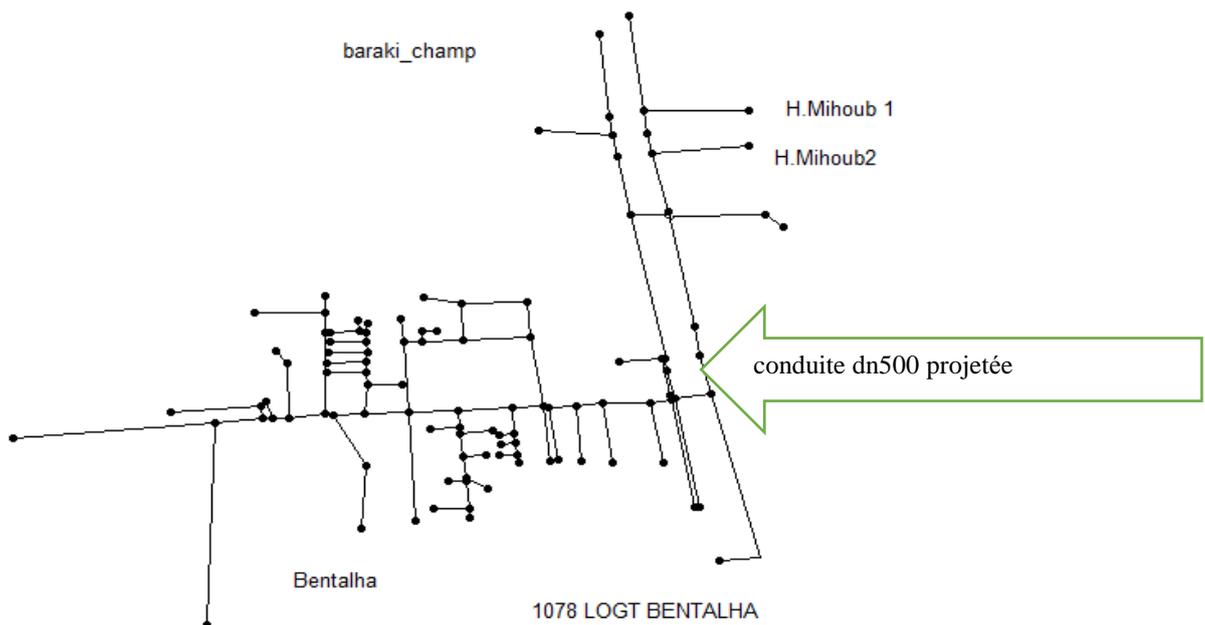
- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning .
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).

- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une modulation propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

### V.2.2 détermination de la HMT :

On trace le réseau sur EPANET en introduisant toutes les longueurs et les débits dans chaque nœud

**NB** : la répartition des débits au nœuds se fait en se basant sur la densité des habitants au niveau de chaque nœud ( en se référant sur le reseau tracé sur google earth, voir planche 1).

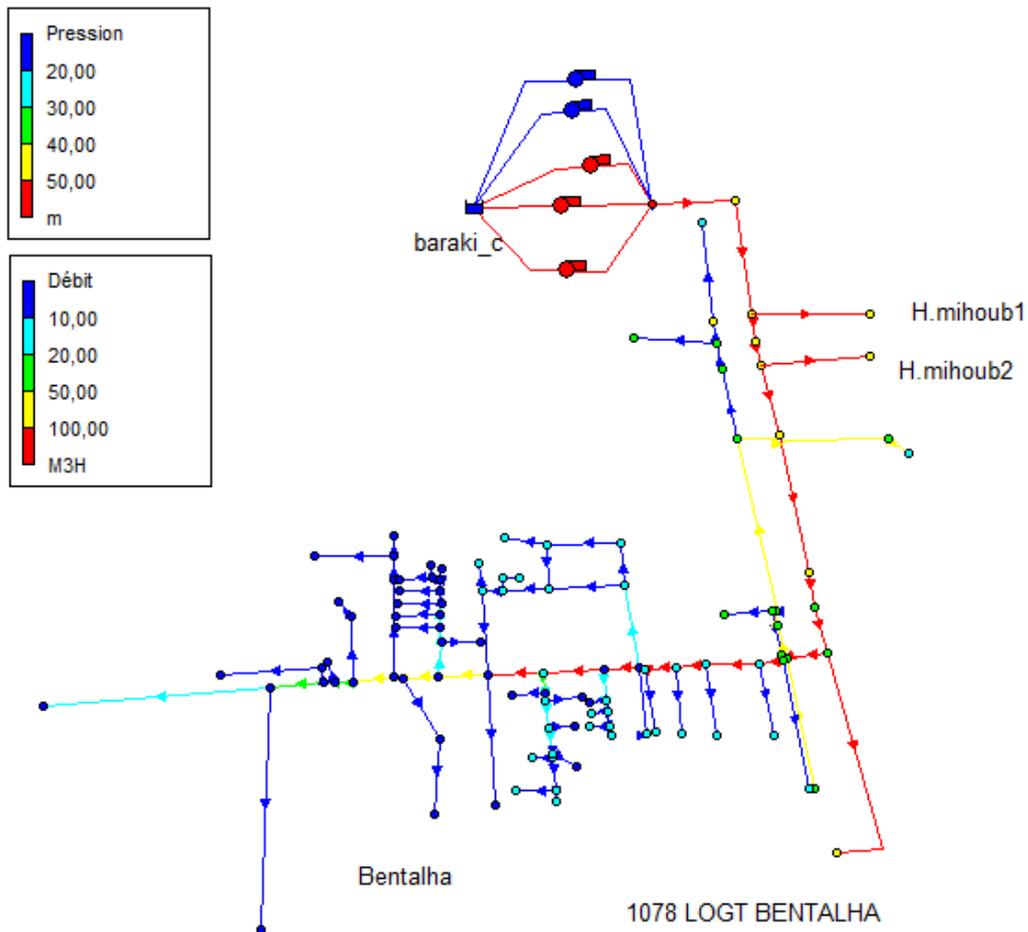


**Figure V.1** : Le tracé du réseau sur EPANET

La détermination de la HMT se fait en suivant les étapes suivantes :

- Pour un débit obtenu, choisir le nombre et l'installation des pompes et les projeter sur Epanet.
- On cherche le point du réseau ayant l'altitude la plus haute, le point de control.
- Faire varier la HMT dans la courbe caractéristique de la pompe jusqu'à l'obtention d'une pression minimale de 25 mètre.

Le débit total est de 872 m<sup>3</sup>/h, on choisit donc 3 pompes de 300m<sup>3</sup>/h chacune plus deux pompes de secours de 150 m<sup>3</sup>/h chacune et on fait varier la HMT



**Figure V.2** : la pression au point de control vérifiée.

Après avoir fait plusieurs essais, la Hmt est estimée à 50m.

### V.3 Choix du type de Pompe:

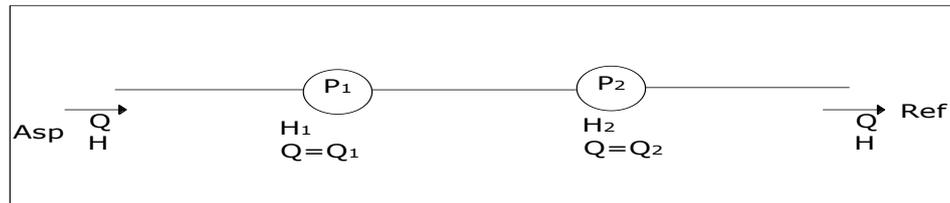
Les critères de choix du type de pompe sont :

- Assurer le débit appelé  $Q_{app}$  et la hauteur  $HMT$ .
- 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.
- Doit répondre à la construction du Bâtiment la plus économique.

### V.4. Couplage des pompes :

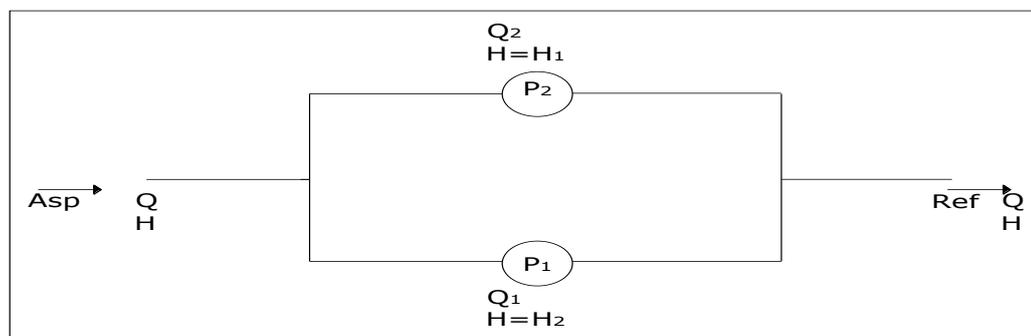
On distingue deux types de couplage des pompes :

- Le couplage en série : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation de la hauteur d'élévation des pompes.



**Figure V.3:** Couplage de deux pompes en série.

- Le couplage en parallèle : ce type de couplage est utilisé en vue de l'augmentation du débit refoulé par les pompes.



**Figure V.4:** Couplage de deux pompes en parallèle.

Pour notre cas, l'installation des pompes est en parallèle

### 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 ( $NPSH$ )<sub>r</sub> minimale ;
- Nombre d'étage minimal ;
- Puissance absorbée minimale.

### V.5 Choix de la pompe :

D'après les données recueillies : le débit appelé est de 900 m<sup>3</sup>/h et la Hauteur manométrique totale nécessaire est de 50 m.

Le choix de la pompe s'est porté sur les pompes du constructeur Allemand KSB de référence (**ETB 125-100-250**) à l'aide du logiciel KSB EasySelect.

C'est une Pompe centrifuge basse pression Etabloc, avec roue radiale à double flux, Applications : stations de relevage, distribution d'eau, construction navale, transport d'eaux propres, brutes, industrielles et d'eau de mer.



Figure V.5 : pompe centrifuge basse pression Etabloc

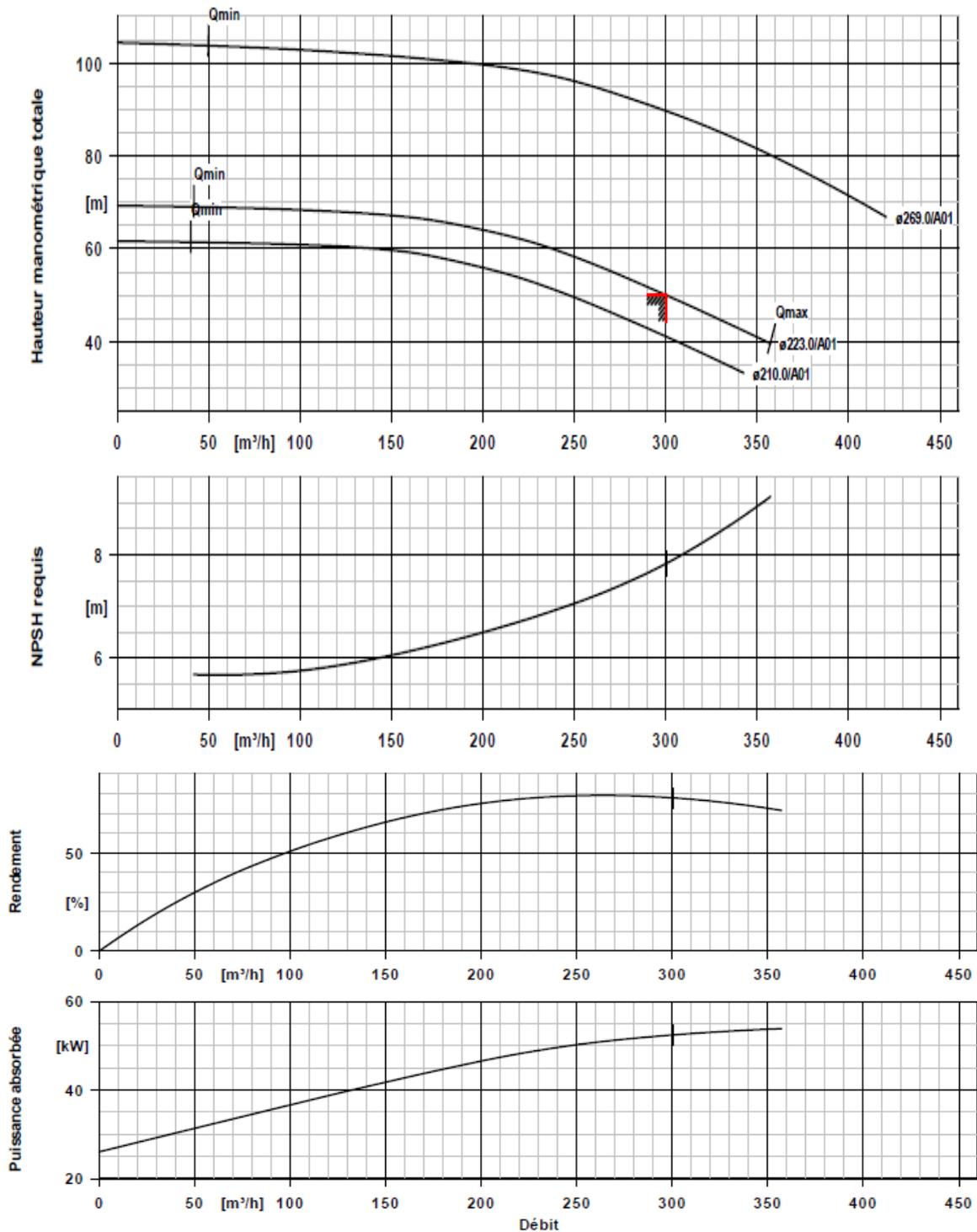
- Débit 300,07 m<sup>3</sup>/h
- Hauteur manométrique tot. 50,02 m
- Rendement 77,9 %
- Puissance absorbée 52,41 kW
- Vitesse de rotation pompe 2962 rpm
- NPSH requis 7,83 m
- Pression de service Admissible 16,00 bar.

V.6. Courbes caractéristiques de la pompe :

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

[H-Q], [Pabs - Q], [ $\eta$  - Q] et [(NPSH)<sub>r</sub> - Q] .

Les courbes caractéristiques sont obtenues à partir du catalogue fourni par le constructeur KSB.



**Figure V.6 :** courbes caractéristiques de la pompe choisie.

V.7.fonctionnement de la station de surpression :

Le fonctionnement des pompes est manipulé par le logiciel EPANET. Pour choisir le mode de fonctionnement des pompes, on étudie deux variantes :

Variante 1 : ***pompes à vitesses constantes*** :

Le principe de fonctionnement :

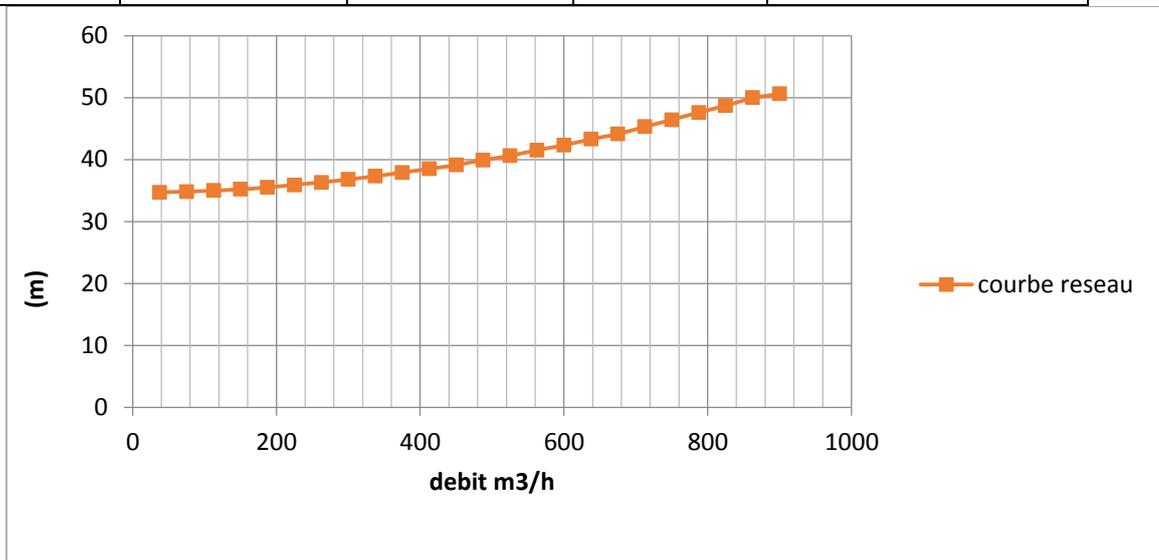
- Déterminer la HMT souhaitée du réseau : cette étape consiste à définir le point le plus haut (le point de control) , ensuite de maintenir une pression de 25 mètre à ce dernier et cela en faisant varier la cote de la bêche . ensuite, on trace la courbe de la HMT

souhaitée du réseau qui est la variation de la pression à la sortie de la pompe en fonction du débit.

**Tableau.1** : valeurs obtenues à partir du logiciel EPANET

Coefficient	débit (m <sup>3</sup> /h)	Cote .bâche(m)	pression p.c	HMT souhaité
0,042	37,5	54,1	25	34,7
0,084	75	54,2	25	34,8
0,126	112,5	54,4	25	35
0,168	150	54,6	25	35,2
0,21	187,5	54,9	25	35,5
0,252	225	55,3	25	35,9
0,294	262,5	55,7	25	36,3
0,336	300	56,2	25	36,8
0,378	337,5	56,7	25	37,3
0,42	375	57,3	25	37,9
0,462	412,5	57,9	25	38,5
0,504	450	58,5	25	39,1
0,546	487,5	59,3	25	39,9
0,588	525	60	25	40,6
0,63	562,5	60,9	25	41,5
0,672	600	61,7	25	42,3
0,714	637,5	62,7	25	43,3
0,756	675	63,5	25	44,1
0,798	712,5	64,7	25	45,3
0,84	750	65,8	25	46,4
0,882	787,5	67	25	47,6
0,924	825	68,1	25	48,7

0,966	862,5	69,4	25	50
1	900	70	25	50,6



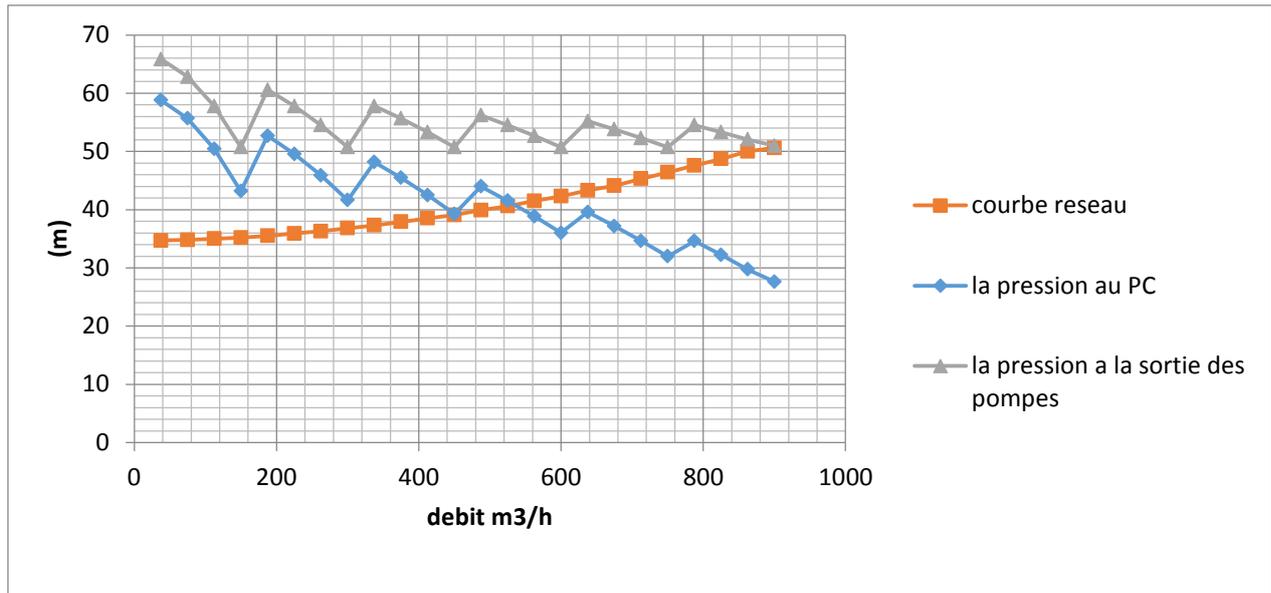
**Figure V.7** : courbe de la HMT souhaitée du reseau

- La deuxième étape est : pour chaque débit, on fait marcher la pompe correspondante a ce débit, puis on tire les valeurs de la pression au point de control et celles a la sortie de la pompe, comme le montre le tableau suivant :

**Tableau V.2** : valeurs de la première variante

coefficients	débit (m³/h)	pompe en marche	la pression au pc	la pression a la sortie des pompes (testée)
0,042	37,5	1x150	58,81	65,86
0,084	75	1x150	55,67	62,84

0,126	112,5	1x150	50,45	57,8
0,168	150	1x150	43,16	50,74
0,21	187,5	1x300	52,68	60,57
0,252	225	1x300	49,56	57,8
0,294	262,5	1x300	45,88	54,52
0,336	300	1x300	41,63	50,74
0,378	337,5	1x300+1x150	48,17	57,8
0,42	375	1x300+1x150	45,48	55,67
0,462	412,5	1x300+1x150	42,5	53,32
0,504	450	1x300+1x150	39,25	50,74
0,546	487,5	2x300	44	56,22
0,588	525	2x300	41,52	54,52
0,63	562,5	2x300	38,86	52,69
0,672	600	2x300	36,03	50,74
0,714	637,5	2x300+1x150	39,57	55,22
0,756	675	2x300+1x150	37,17	53,81
0,798	712,5	2x300+1x150	34,64	52,31
0,84	750	2x300+1x150	31,99	50,74
0,882	787,5	3x300	34,63	54,52
0,924	825	3x300	32,23	53,32
0,966	862,5	3x300	29,74	52,06
1	900	3x300	27,63	51



**Figure V.8:** courbe de la première variante.

**Remarque :** on remarque que pour cette variante, la pression au point le plus haut est très élevée et est supérieure à la demande. Aussi la HMT (pression à la sortie de la pompe) est supérieure à la demande

**Variante 2 : pompes à vitesses variables :**

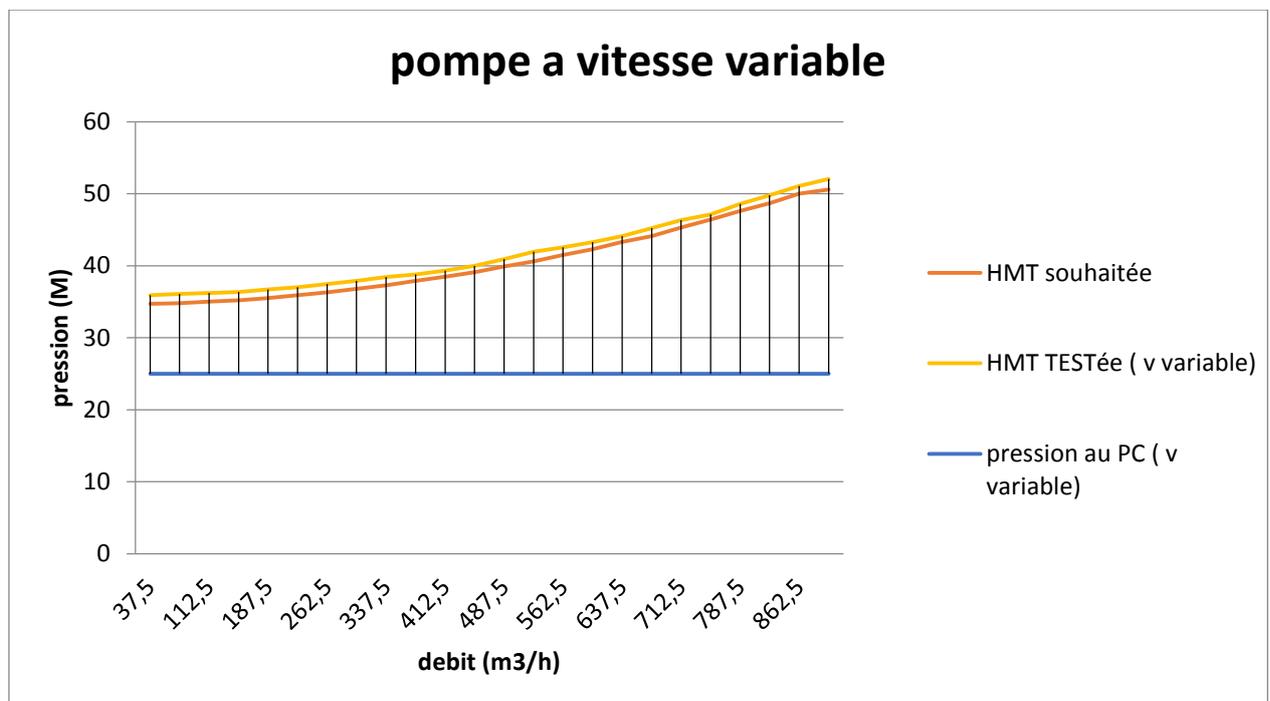
Le Principe de fonctionnement:

- Faire varier la vitesse rotative de chaque pompe d'une façon à avoir une pression de 25 mètres au point de contrôle. la variation est comprise entre 75 % et 100%
- Tirer la valeur de la pression à la sortie de la pompe à partir du logiciel EPANET. on obtient le tableau et la courbe suivants :

**Tableau V.3 :** résultat de la 2eme variante

Coefficient	débit (m3/h)	Vitesse	la pression au pc(m)	La pression à la sortie de la pompe (m)
0,042	37,5	0,75	25	35,9
0,084	75	0,76	25	36,1
0,126	112,5	0,78	25	36,23

0,168	150	0,8	25	36,37
0,21	187,5	0,8	25	36,7
0,252	225	0,82	25	37,02
0,294	262,5	0,84	25	37,46
0,336	300	0,85	25	37,91
0,378	337,5	0,84	25	38,42
0,42	375	0,85	25	38,81
0,462	412,5	0,86	25	39,33
0,504	450	0,87	25	39,99
0,546	487,5	0,85	25	40,9
0,588	525	0,87	25	41,92
0,63	562,5	0,91	25	42,54
0,672	600	0,93	25	43,27
0,714	637,5	0,9	25	44,13
0,756	675	0,91	25	45,22
0,798	712,5	0,93	25	46,35
0,84	750	0,95	25	47,13
0,882	787,5	0,91	25	48,6
0,924	825	0,95	25	49,79
0,966	862,5	0,97	25	51,07
1	900	1	25	52,06



**Figure V.9:** Courbe de la deuxième variante.

**Remarque :** on remarque que la HMT est légèrement supérieure à la HMT voulue.

**Conclusion :** on conclue que la meilleure variante est la 2eme variante pour des raisons d'économie

#### **V.8. Choix du moteur :**

D'après les calculs on a trouvé que la puissance absorbée par le groupe est de 52,41 KW et que la vitesse de rotation  $N = 2962$  tr/min., et puisqu'on a trois pompes accouplées en parallèle, et deux de secours, on aura donc besoin de cinq moteurs.

Les types de moteur électrique étant assez nombreux, pour notre installation le moteur qui convient est le moteur électrique asynchrone triphasé à refroidissement liquide de la marque (**VA-TECH-ELIN-EBG-Motoren**) du Groupe : **SIEMENS**.

En effet ce moteur a une gamme basse tension de 37 kilowatts à 6000 kilowatts et une vitesse de rotation de 1200 tr/min, donc le choix se porte sur ce moteur avec une fréquence de 50Hz



**Figure**  
du moteur  
asynchrone.

**V.10 :** Photo  
triphase

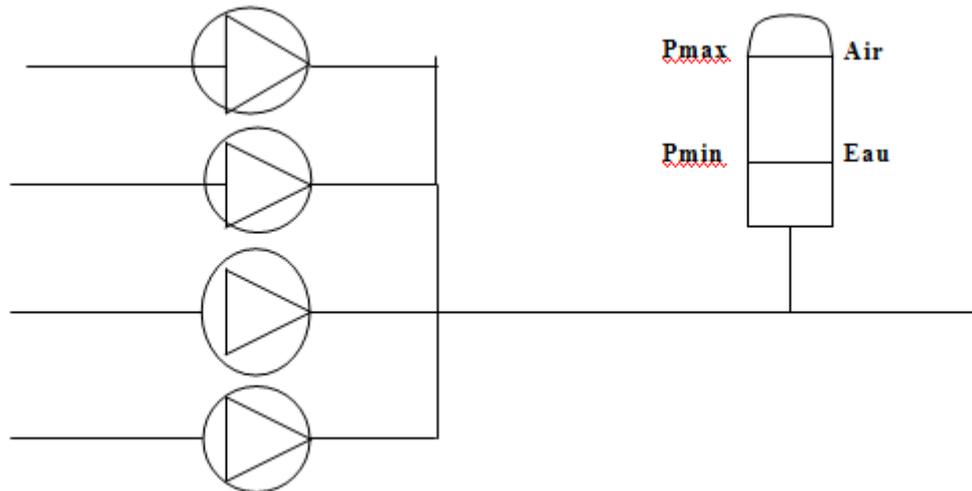
#### **V.9. dimensionnement du ballon de surpression :**

C'est un réservoir occupé à l'air comprimé dans leur partie supérieure, le dimensionnement de cette capacité de stockage est demandée dans le régime permanent pour la fourniture des petits débits et a fin d'éviter le démarrage trop fréquent des pompes.

Il est placé au refoulement des pompes, il contient de l'eau et de l'air (pouvant se comprimer, se détendre), souvent séparés par une vessie en Caoutchouc. Ce réservoir s'appelle aussi « ballon de régulation », il joue le rôle de réserve (limite donc Le nombre de démarrage des pompes) et assure le maintien de la pression dans le réseau lorsque les pompes sont arrêtées (Donc le réservoir occupé à l'air comprimer dans leur partie supérieure).

Le ballon a un rôle important :

- Assurer la pression lorsque la pompe est à l'arrêt ;
- Eviter le démarrage et l'arrêt incessant ;
- Joue un rôle important dans la régulation, il fournit le petit débit.

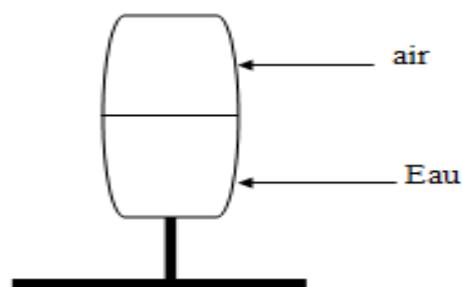


**Figure V.11** : Ballon de surpression.

Les réservoirs d'air sont de deux types :

- **Réservoir a coussin d'air :**

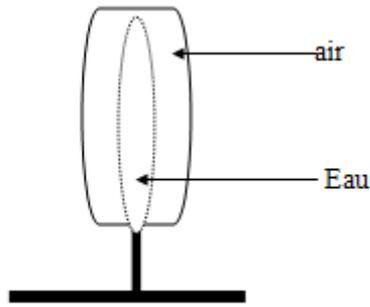
Il est fabriqué en acier galvanisé dans le quel le coussin d'air pousse directement sur le volume d'eau :



**Figure V.12** : réservoir à coussin

- **réservoir a vessie :**

L'eau se trouve a l'intérieure d'une vessie en caoutchouc, l'air se trouve entre la vessie et la paroi du réservoir il est plus coûteux qu'un réservoir sans vessie.



**Figure V.13** : réservoir à vessie

**V.9.1. ballon du volume de surpression :**

Partant de toutes ces considérations, le volume d'un ballon est déterminé par la relation suivante :

$$V_{ballon} = 16.5 * Q_m * \frac{(p_a+1)*(p_d+1)}{n_d*n_p*(p_a-p_d)*(p_g+1)} \dots V.1$$

$V_{ballon}$  : Volume du ballon en litre.

$Q_m$  : Débit moyen de la pompe en litres/secondes.

$p_a$  : Pression d'arrêt des pompes en bar.

$p_d$  : Pression de démarrage des pompes en bar.

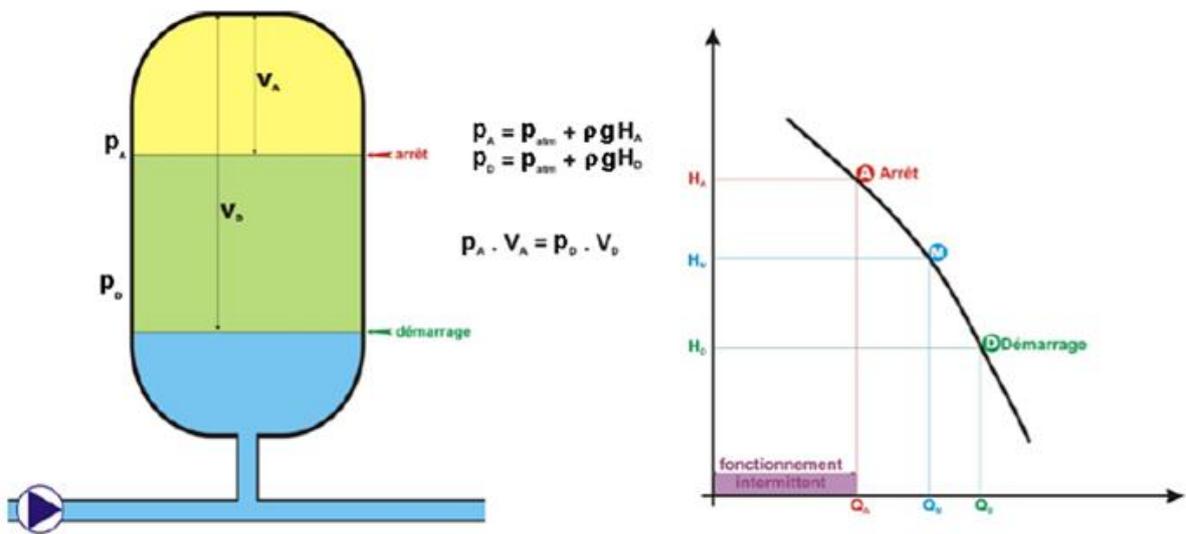
$p_g$  : Pression de pré-gonflage en bar .

$n_d$  : Le nombre de démarrage par heure,

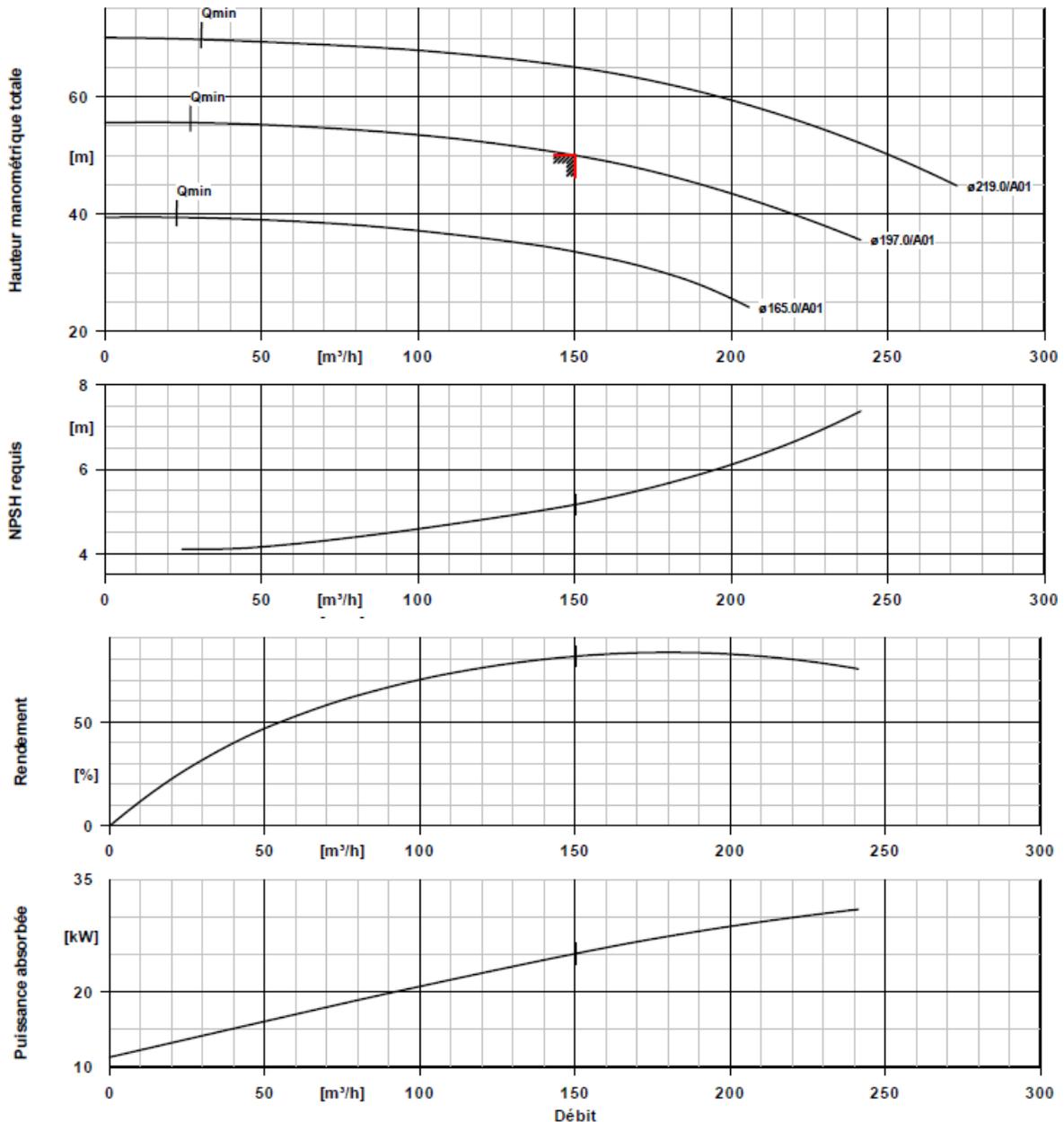
$n_p$  : Nombre de pompes.

On pourra retenir pour la valeur du débit moyen de la pompe :

$$Q_m = (Q_{Démarrage} + Q_{arrêt}) * \frac{1}{2} \dots V.2$$



**Figure V.14:** Schéma de fonctionnement d'un ballon de surpression.  
 Pour notre cas, on utilise la courbe de la pompe de secours de 150 m<sup>3</sup>/h .a partir du logiciel KSB easy select, on obtient les courbes suivantes :



**Figure V.15 :** courbes caractéristiques de la pompe

A partir de de ces graphes on a pu tirer les différents paramètres permettant de calculer le volume du ballon :

$$Q_{\min} = Q_{\text{arret}} = 28 \text{ m}^3/\text{h} = 7.78 \text{ l/s} ;$$

$$Q_{\max} = Q_{\text{dem}} = 200 \text{ m}^3/\text{h} = 55.56 \text{ l/s} ;$$

Les pressions d'arrêt et de démarrage correspondent aux HMT tirées en projetant le Q<sub>min</sub> et le Q<sub>max</sub> sur l'axe des ordonnées :

$$HMT_{\min} = P_{\text{arret}} = 5,5 \text{ bar} ;$$

$$HMT_{\max} = P_{\text{dem}} = 4,3 \text{ bar} ;$$

$P_g = 1 \text{ bar}$  ;  $n_d = 10$

**Résultat** : Le volume du ballon est donc **375 l**

**Remarque** : c'est le volume du ballon qu'on doit installer si on avait choisi la première variante.

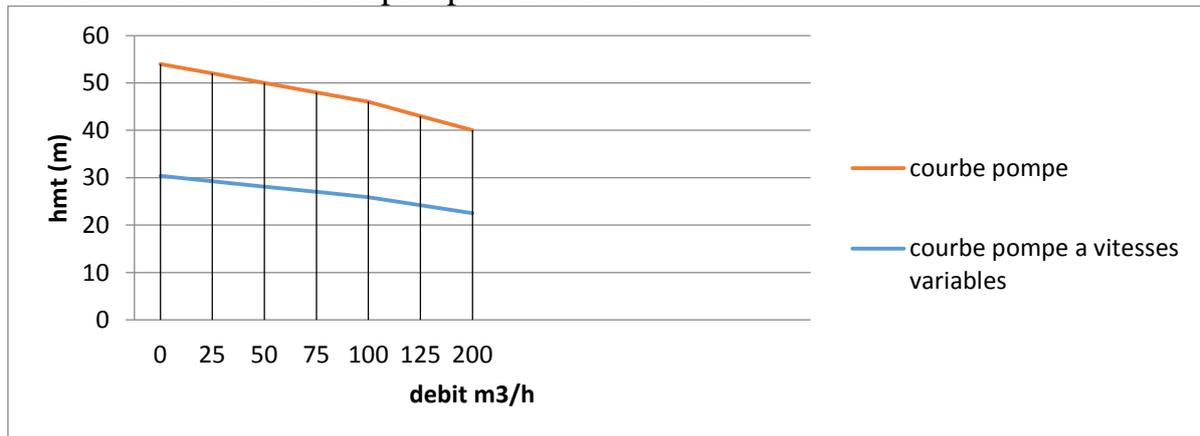
➤ Calcul du ballon de surpression pour la 2ème variante :

Les vitesses sont multipliées par des coefficients compris entre 0,75 et 1, alors en utilisant la lois de similitude :

Série "courbe pompe" Point "75"  
Valeur: 48

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 * \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 \dots \text{V.4}$$

on trace la courbe de la pompe à vitesse variable



**Figure V.16** : courbe de la pompe à vitesse variable.

On obtiendra donc un volume de **250 litres**

**Résultat final** : le volume du ballon est de **250 litres**

## **CONCLUSION:**

Dans ce chapitre nous avons dimensionné l'intégralité d'une station de surpression, et vu le grand débit et la Hmt appelés notre choix s'est porté sur trois pompes en parallèle de la marque KSB de type ETB **125-100-250** qui seront entraînées par des moteurs de marque SIEMENS, asynchrones triphasés.

## Chapitre 6

### Le coup de belier

## **INTRODUCTION :**

Lors de la conception d'un réseau, les risques éventuels de coups de béliers doivent être étudiés et quantifiés, afin de mettre en œuvre les protections qui s'imposent, notamment dans le cas de canalisation de refoulement.

### **VI-1. Notions générales**

Le coup de bélier étant un cas particulier du régime transitoire, est un phénomène oscillatoire qui se manifeste dans les conduites en charge à écoulement gravitaire ou par refoulement.

On entend aussi sous le terme « coup de bélier » un écoulement non permanent du liquide accompagné des variations pratiquement sensibles de la pression qui peuvent engendrer d'énormes dommages matériels et quelques fois des pertes de vie humaines.

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

L'ouverture ou la fermeture 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.

Modification de la vitesse d'une pompe.

Variation d'un plan d'eau.

La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage qui est la cause la plus répandue du coup de bélier.

Le coup de bélier, dont la brutalité est susceptible d'entraîner des ruptures de tuyaux, peut atteindre des valeurs très élevées pouvant être égale à plusieurs fois la pression de service sur les réseaux à basse pression.

Il est important d'étudier des moyens propres pour limiter ses effets puisqu'il en résultera une économie dans la construction des tuyaux, lesquels sont calculés notamment, dans le but de résister à une pression intérieure donnée.

## **VI-2. Les risques dus aux coups de bélier :**

En pratique les risques dus au coup de bélier sont importants.

### **VI-2.1. Risque de forte pression :**

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

### **VI-2.2 Pression négative :**

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe si cette pression relative devient inférieure à 0, c'est qui provoque une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être créés dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

### **VI-2.3 Fatigues des conduites :**

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

## **VI-3.Moyens de protection contre le coup de bélier**

Les appareils anti- bélier devront avoir pour effet :

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

Les appareils les plus utilisés sont les suivants :

**a) Réservoirs d'air :**

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station immédiatement à l'aval du clapet. Cette capacité contient de l'eau et de l'air.

Ce dispositif est le plus simple car il protégera les installations aussi bien contre les surpressions et les dépressions.

**b) Cheminée d'équilibre :**

A la station de pompage, nous avons remplacé le réservoir d'air sous pression, par un réservoir à l'air libre appelé aussi cheminée d'équilibre. Cette cheminée jouera le même rôle que le premier réservoir, y compris dans le cas de moyenne et importantes hauteur de refoulement.

**c) Soupape de décharge :**

Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement, qui, par sa compression, obture, en exploitation normale, un orifice placé sur la conduite au point à protéger, c'est-à-dire où la surpression à craindre est maximale et libre, le cas échéant, le débit de retour de conduite correspondant à la valeur de la surpression admissible. Il y a lieu de prévoir l'évacuation vers l'extérieur, de l'eau ainsi libérée.

**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

**Tableau VI-1: les avantages et les inconvénients des moyens de protection contre le coup de bélier**

Appareils	Avantages	Inconvénients	Observation
Soupape de Décharge	Coût limité ; Entretien et réglage facile ; Ne consomme pas d'énergie ; Indépendant d'une installation électrique ;	Nécessite un entretien et un contrôle attentif (ressort) ; Perte considérables d'eau pendant le fonctionnement.	Utilisé comme protection contre la surpression
Cheminée d'équilibre	Bon fonctionnement (ne comporte pas d'organes mécaniques susceptibles de fonctionnement défectueux) ; durée de vie importante ; Indépendante d'une installation électrique ; Pas de pertes d'eau ;	Possibilités d'installation limitées ; Ouvrage coûteux (hauteur généralement très développée).	Utilisé comme protection et pour la dépression et pour la surpression
Réservoir d'air	Bon fonctionnement ; Bonne sécurité ; Pas de pertes d'eau.	Entretien et réglage compliqué qui exige du personnel qualifié ; Coût élevé.	Utilisé comme Protection contre la dépression et la surpression
Volant d'inertie	Dispositif économique Intéressant sur les installations qui ne s'arrêtent pas trop souvent.	Consommation d'énergie supplémentaire ; Protection limitée par la puissance du moteur et les caractéristiques de Démarrage ; Inapproprié dans les stations à forte fréquence de démarrage ;	Utilisé comme Protection contre les dépressions

### **VI.3.1. dimensionnement de réservoir anti-bélier:**

#### **VI.3.1.1 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 :

- **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.

- **Méthode de BERGERON**

La méthode de BERGERON est la plus répandue, elle donne de bons résultats que ce soit pour les petites ou pour les grandes installations.

- **Méthode de PUECH et MEUNIER**

La méthode de PUECH et MEUNIER est une excellente méthode de dimensionnement des anti-béliers car elle met en évidence les enveloppes de dépressions qui permettent de protéger les zones vulnérables.

**Remarque:**

l'adduction(sp1-R3000m<sup>3</sup>) on travaille avec la méthode de PUECH et MEUNIER. (l>1000m).

l'adduction(sp2-R1000m<sup>3</sup>) on travaille avec la méthode de VIBERT (l<1000m).

- **METHODE DE PUECH ET MEUNIER**

*A. Cas dépression :*

Nous allons étudier le dimensionnement du ballon anti-bélier afin que la conduite soit protégée dans son ensemble dans le cas le plus grave d'arrêt brusque et total de la station.

Pour protéger la conduite contre la dépression, nous calculerons à l'aide de la méthode de PUECH et MEUNIER le volume  $U_0$  afin que le coussin d'air soit suffisant pour propulser l'eau dans la conduite.

**Tableau VI.1 : Les caractéristiques de la conduite de refoulement.**

Station de pompage	Type de matériau	D (mm)	S (m <sup>2</sup> )	V (m/s)	L (m)	HMT (m)
SP « 1 »	PEHD	630	0.242	1.27	1113.12	34.82

Calcul de la célérité des ondes avec la loi d'Alleivei (A. Morel, 1994)

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3+k\frac{D}{E}}} \quad (\text{VI-I})$$

Avec :

**k** : Coefficient dépendant de la nature de conduite voir le tableau :

**ρ** : Masse volumique de l'eau ;  $\rho = 1000 \text{ kg / m}^3$

**e<sub>m</sub>** : Epaisseur de la conduite (m).  $e_m = 37.4\text{mm}$

**D** : Diamètre de la conduite.

**Tableau VI.2 : Coefficient dépendant de la nature de conduite.**

Matériau	k	Matériau	K
Fer	0,5	Béton	5
Acier	0,5	Amiante ciment	4
Fonte grise	1	PEHD	83
Fonte ductile	0,59	PEBD	500
PVC	33		

(A. Morel, 1994)

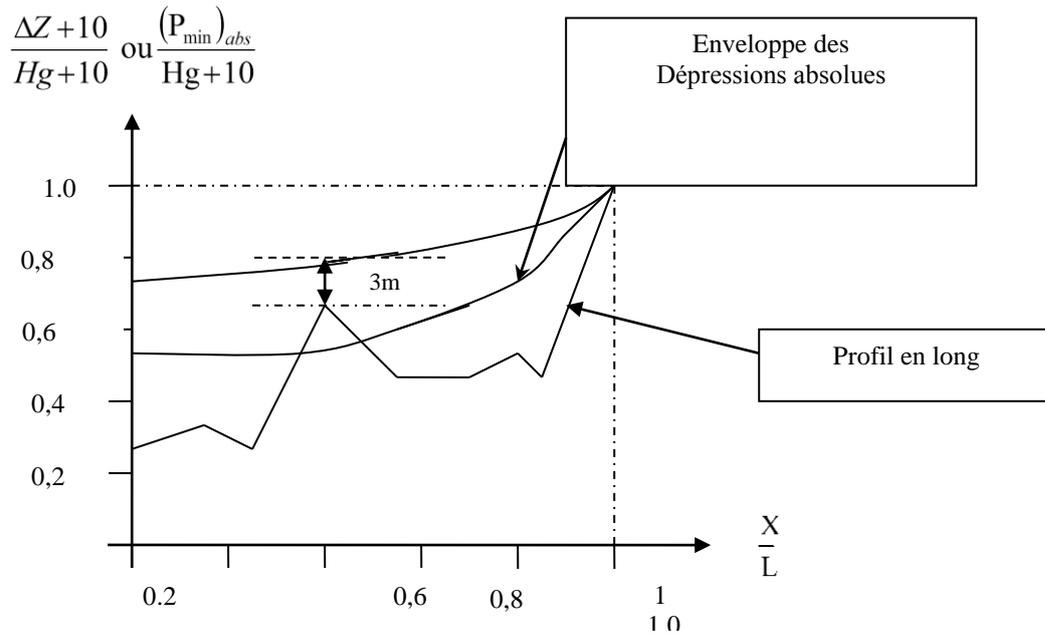
La méthode PUECH et MEUNIER utilise trois nombre adimensionnels

**K** : coefficient qui caractérise les pertes de charge  $K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0}$  (VI-2)

**A** : coefficient qui caractérise la conduite de refoulement  $A = \frac{aV}{gH_0}$  (IV-3)

**B** : coefficient qui caractérise le volume d'air du réservoir anti-bélier.

Ayant calculé K et A, nous superposerons la famille de courbes B au profil en long absolu de la conduite, et nous choisirons la courbe qui laisse au moins une sécurité de 3 m de pression absolue au-dessus du point le plus défavorable du profil. La valeur de B permet de calculer  $U_0$  qui sera ainsi déterminé.



**Figure VI.1** : graphe de la methode de PUECH et MUNIER

## VI.4.calcul du volume du réservoir :

Pour le cas d'une station de surpression, le calcul se fait par le logiciel WINRAM .

### VI.4.1.Définition du logiciel :

Le logiciel winram est un outil qui sert à calculer le volume du ballon anti bélier en se basant sur la méthode de PEUCH et Meunier. Le principe est, après avoir suivi les étapes et remplir les données nécessaires, de faire des suppositions successives du volume du ballon jusqu'à l'obtention des résultats fiables

### VI.4.2.étapes à suivre :

- Trouver le point le plus haut du réseau (le point de control, celui se trouvant le premier par rapport à la station de surpression dans le cas où il y a plusieurs points hauts. On choisit le point haut car, après celui-ci, le vidange de la conduite se fait gravitairement et donc l'effet de coup de bélier n'est plus important.
  
- Saisir les différentes données demandées :
  - le débit de la station de pompage



The image shows a software window titled "Données" (Data). It contains the following elements:

- A text input field labeled "Référence de l'affaire :" with the value "sp\_kouifia".
- A section labeled "Type de réseau" with two radio button options: "Eaux propres" (selected) and "Eaux usées".
- A text input field labeled "Débit [ m3/h ]:" with the value "900.00".
- A vertical sidebar on the right with three buttons: ">>", "<<", and "Annuler".

Figure VI.2

- choisir le type de protection :

Eaux propres : protection envisagée

Type de protection

Nourrice obligatoirement prismatique verticale  
(à section constante sur toute la hauteur)

Ballon hydropneumatique toujours sous pression positive sans vessie

Ballon hydropneumatique toujours sous pression positive avec vessie

Disposition

Verticale  Horizontale

Ok

Annuler

Aide

Figure VI.3

- le nombre de tronçons ayant le même diamètre
- la longueur de chaque tronçon
- le diamètre de chaque tronçon
- la célérité calculée par la formule (VI-I)
- la rugosité selon le type de matériau
- la vitesse (se calcule automatiquement)



La conduite comporte 2 tronçon(s)

Numéro tronçon	Longueur [m]	Diamètre [mm]	Célérité [m/s]	Rugosité [mm]	Vitesse [m/s]
1	2258.58	409.2	500.00	0.01	1.9
2	710.00	300.0	500.00	0.01	3.5

Conduite

>>

<<

Annuler

Nouvelle

Insérer

Supprimer

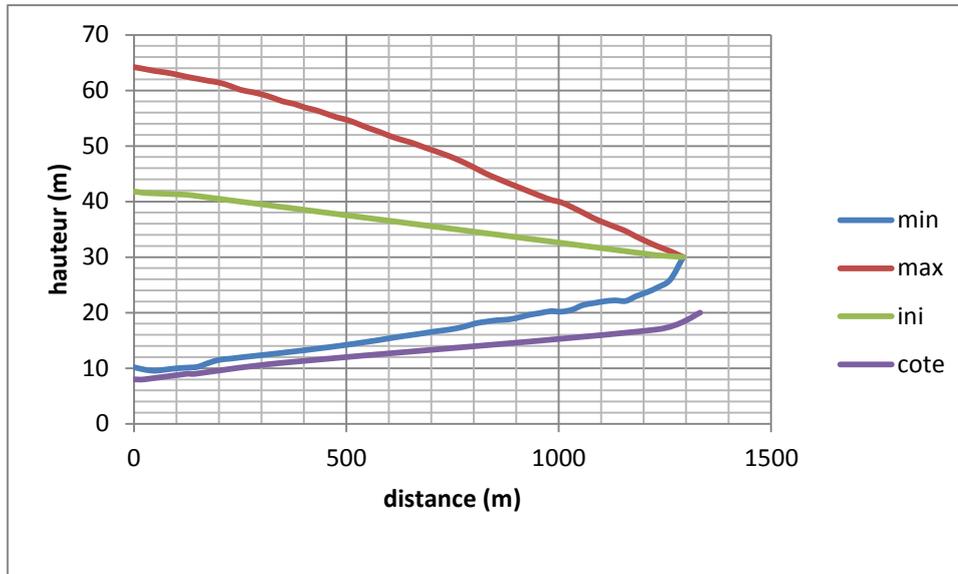
Découpage

2258.58 409.2 500.00 0.01

Figure VI.4



➤ Le résultat est sous forme de courbes :



**Figure VI.7:** courbe résultat

Interprétation de la courbe :

- min : la courbe correspondant à la dépression .
- max : la courbe correspondant à la surpression.
- ini : la courbe de la pression qui doit régner dans la conduite .
- cote : la courbe du profil en long de la conduite .

La courbe de dépression doit se situer en dessous de la courbe du profil en long, elle ne doit pas la croiser non plus .

Si les deux courbes se croisent , on resaisie une valeur du volume d'air du ballon qui est supérieure à la précédente , jusqu'à ce que la courbe de dépression soit située en dessous de celle du profil en long .

Conclusion :

- le volume d'air dans le ballon est de 1000 l
- le diamètre de la virole est de 1000 mm
- le diamètre de la conduite de raccordement est de 200mm

## CONCLUSION:

À travers ce chapitre nous avons vu comment évoluer un régime transitoire pour une station de surpression, après une rupture des pompes ainsi que la description physique du phénomène du coup de bélier et enfin nous avons vu comment calculer la surpression, la dépression et comment faire le dimensionnement du réservoir d'air à l'aide du logiciel WINRAM.

## Chapitre 7

### La pose de canalisation

## **INTRODUCTION:**

La pose de canalisation est une opération délicate influée directement sur la durée de vie, les conditions et les coûts d'entretien du réseau d'A.E.P dont un élément mal posé peut entraîner un mauvais fonctionnement du système dans son ensemble.

Il importe donc que la pose soit conduite avec méthode, en respectant les règles qui garantissent un service sans défaillance, quelles que soient les conditions initiales d'environnement et du marché de réseau.

### **VII.1. Principe de pose des canalisations:**

Le principe de pose de la canalisation est pratiquement le même pour toutes les conduites. Par contre le mode de pose varie d'un terrain à l'autre, ceci dans le but de diminuer l'effet des différentes contraintes agissant sur la canalisation.

posée avec une légère pente afin de créer des points bas pour la vidange, et des points hauts pour l'évacuation de l'air entraîné soit lors du remplissage de la conduite L'épaisseur du remblai au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite est variable suivant les régions du fait du gel. En général, elle est de 01 m. Une conduite doit être toujours soit pendant le fonctionnement. On adopte en conséquence un tracé en dent de scie avec des pentes de quelques millimètres par mètre et des changements de pente tous les 200 à 400 m.

#### **VII.1.1. Pose selon la nature de terrain :**

Dans notre projet, la pose de canalisation est ordinaire vu que le sol de l'agglomération ne présente pas d'anomalie (absence de galerie et de marécage). Dans un terrain ordinaire, la canalisation est posée dans une tranchée ayant une largeur minimale de 60 cm et une profondeur de telle façon à recevoir le lit de pose (Sable), la conduite et l'épaisseur du remblai (80 cm minimum). Le fond de tranchée est garni d'un lit du sable de 10 à 20 cm d'épaisseur au minimum, destiné à constituer un matelas élastique au-dessous du tuyau. Avant la mise en fouille, on procède à un triage de conduites de façon à écarter celles qui ont subi de chocs, fissuration,... etc. Après cela, on pratique la descente en lit soit manuellement soit mécaniquement d'une façon plus lente. Le remblaiement doit être fait par couche de 20 à 30 cm exempts de pierres et bien pilonné, et sera par la suite achevé avec des engins.

### **VII.1.2.Pose selon la nature des conduites :**

Dans notre projet, comme les canalisations sont en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogations expresses. Si le cintrage a lieu suivant une courbure de diamètre compris entre 06 à 16 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit s'effectuer à chaud ; de plus fortes courbures sont à proscrire. En cas de pose pendant les journées chaudes, le serrage de jonctions extrêmes des canalisations et le remblaiement ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence dans la matinée.

### **VII.1.3.Traversées des routes :**

Nous avons dans notre projet la traversée de plusieurs routes. En raison des charges supportées, qui peuvent amener des ruptures et par conséquent des infiltrations nuisibles au niveau des conduites et des routes, les traversées de routes doivent être limitées dans la mesure du possible. Dans le cas où on n'a pas d'autres alternatives, on doit faire la pose des conduites dans une gaine (buse de diamètre supérieur dans laquelle la conduite est introduite), dans le double but de protéger la canalisation des chocs et vibration, et d'évacuer les fuites éventuelles hors de la chaussée. D'autre part, la profondeur d'enfouissement doit être au minimum d'un mètre sous la chaussée (0,70 m sous accotement). Enfin, le remblaiement et la reconstitution de la chaussée doivent être exécutés avec soin.

## **VII.2. Exécution des travaux de pose des canalisations :**

### **VII.2.1. Travaux préliminaires :**

Avant de commencer le chantier de pose, on doit procéder aux opérations de piquetage et de jalonnement qui permettent :

De matérialiser sur le terrain le tracé et le profil en long de canalisation.

De reporter la position de tous les ouvrages enterrés (réseaux d'assainissement, câbles électriques et PTT, canalisation de gaz). Pour un repérage précis, il faut exécuter des sondages de reconnaissance perpendiculairement aux lieux des canalisations indiquées sur les plans du projet.

La vérification et la manutention des canalisations (Les quantités, L'aspect et le contrôle de l'intégrité, Le marquage en cas de défaut) sont des étapes nécessaires avant la mise en pose des conduites.

## VII.2.2. Excavation des tranchées :

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

Garder la fraîcheur de l'eau pendant les grandes chaleurs.

Ne pas gêner le travail de la terre (exploitation).

Protéger la canalisation contre le gel.

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

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

L'opération de décapage des terres végétales peut ne pas avoir lieu car on a procédé à un changement du réseau existant au sein de la ville de HassiBahbah.

L'excavation nécessite la détermination de plusieurs paramètres tels que :

### VII.2.2.1. la profondeur de tranchée ( $H_{tr}$ ) :

Les tranchées sont établies en chaque point à la profondeur indiquée au profil en long, en générale la profondeur est donnée par la relation suivante :

$$H_{tr} = D+h+e \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII-1)}$$

**D** : diamètre de la conduite (m) ;

**h** : hauteur de la génératrice supérieure de conduite à la surface du sol, elle est variée entre 80 et 120cm. Dans notre projet on prend :  $h=1\text{m}$

**e** : épaisseur du lit de pose ( $e = 0,2 \text{ m}$ ).  $\Rightarrow H_{tr} = D+1,2 \text{ (m)}$ .

### VII.2.2.2. la largeur de tranchée (**b**) :

La largeur de la tranchée est évidemment en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose. La tranchée devra présenter

en son fond une largeur au moins égale au diamètre extérieur du tuyau avec 30 cm d'espacement sur chaque côté de la conduite.

$$\text{Avec : } \mathbf{b = D+0,6 \text{ (m) ..... (VII-2)}}$$

**b** : largeur de la tranchée (m).

**D** : diamètre de la conduite (m).

### **VII.2.2.3. Section tranchée ( $S_{tr}$ ) :**

Les sections des tranchées sont en forme rectangulaire dont l'aire est donnée par la formule :

$$\mathbf{S_{tr} = H_{tr} \times b \text{ ..... (VII-3)}}$$

**H<sub>tr</sub>** : profondeur total de la tranchée (m).

**b** : largeur du fond de la tranchée (m).

### **VII.2. 3.Aménagement du lit de sable :**

Le lit de pose a pour fonction première d'assurer une répartition uniforme des charges sur la zone d'appui, il y a donc lieu de poser les tuyaux de manière à ce qu'il n'y ait ni appui linéaire, ni appui ponctuel. Avant la pose des conduites on procède aux opérations suivantes :

Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.

Respecter les côtes du profil en long.

Niveler soigneusement le fond de la tranchée.

Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

### **VII.2.4. 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.

Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.

Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol.

Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

### **VII.2.5. Assemblage des conduites en PEHD:**

Les conduites en polyéthylène haute densité (PEHD) peuvent être livrées en barres de 6 à 12 m ou en couronnes par longueurs de 50 à 100 m. Pour le raccordement de ces conduites, deux procédés sont employés :

1- Jusqu'au diamètre 63, le raccordement est mécanique à emboîtement.

2- Raccordelectrosoudables :

les raccords electrosoudables en PEHD à emboîtement femelle sont munis sur leur diamètre intérieur d'une résistance chauffante. Les deux extrémités de cette résistance sont reliées à des plots situés à l'entrée de chaque emboîtement.

Le temps de soudage est de l'ordre d'une minute et celui du refroidissement est d'environ une heure. Pendant les cycles de chauffage et de refroidissement, le serrage, l'alignement et le maintien des tuyaux et accessoires en polyéthylène doivent être assurés par des positionneurs.

Ce procédé d'assemblage des tuyaux présente l'avantage d'éviter la mise en place des butées, d'où une économie d'exécution, à laquelle s'ajoute celle d'encombrement du sous-sol.

### **VII.2.6. Essai générale du réseau :**

Avant la réception provisoire des travaux, Il est procédé par l'entreprise en présence du maitre d'œuvre, à une mise en pression générale du réseau, par l'intermédiaire des pompes. Les robinets et vannes de branchement et de raccordement étant fermés.

Il est impératif de remplir les conduites lentement. Avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux prévus, cette opération est indispensable pour donner à l'air le temps de s'acheminer et de s'accumuler aux points hauts et enfin de s'échapper par les ventouses. On utilisera les robinets vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau. Dans un premier temps, ces robinets vannes sont ouverts, ensuite ils sont refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau. L'opération de remplissage étant terminée, le réseau est mis

sous pression pendant 48 heures. Après cette période en mesure la perte par rapport à la capacité du réseau, celle-ci ne doit pas dépasser les 2%.

#### **VII.2.7. Enrobage de la canalisation :**

L'enrobage est une opération très délicate pour la stabilité du tuyau, elle assure son calage et la transmission régulière de l'effet latéral des terres. L'enrobage de la canalisation jusqu'à environ de 30 cm au-dessus de sa génératrice supérieure est à distinguer du remblaiement qui a lieu au-delà de cette zone.

Le choix des matériaux d'enrobage et leur mise en œuvre ont une grande influence sur la durabilité du réseau ainsi. Il convient donc d'insister sur l'importance de la zone d'enrobage.

Après l'enrobage, Il est vivement conseillé de repérer les tuyaux par un grillage plastique avertisseur en bleu posé dans la tranchée au-dessus de la couche d'enrobage.

#### **VII.2.8. Remblaiement de la tranchée :**

Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges sur la canalisation et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui mis en œuvre pour l'enrobage du tuyau.

Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de damage ( $<0,3m$ ), en tenant compte de la nature du remblai, afin de garantir une compacité optimale et régulière durant cette opération les tuyaux ne devront subir aucun dommage.

Pour cette raison, l'utilisation d'engins de compactage moyens ou lourds n'est admissible qu'à partir d'une hauteur de couverture de 1m. Par ailleurs dans le cas de faible couverture des tuyaux, la circulation des véhicules ainsi que le stockage des déblais des tranchées sont interdits sur le tracé de la canalisation

#### **VII.2.9. Contrôle du compactage des tranchées :**

Le compactage de la zone d'enrobage et de remblaiement influe directement sur la répartition des charges à la périphérie du tuyau donc sur la stabilité de celui-ci. Il est nécessaire de vérifier a posteriori la qualité de réalisation de cette opération.

Le contrôle peut utilement être réalisable à l'aide d'un outil peu coûteux, pratique et très rapide à mettre en œuvre que l'on appelle « Sonde battus ». Cet appareil permet :

- Une approche relativement faible de la densité du sol.
- De détecter rapidement les défauts de compactage d'une tranchée.

#### **VII.2.10. Mise en service du réseau:**

Malgré toutes les précautions prises, la propreté de la canalisation est insuffisante, elle contient toujours de la terre ou des pierres qui en se déposant dans les appareils de robinetterie ou de fontainerie peuvent gêner leur manœuvre, détériorer les sièges et les clapets de fermeture. Avant la mise en service définitive du réseau d'eau potable, comme après toute réparation sur une canalisation d'eau, il y a lieu de procéder à la désinfection du réseau avant la distribution d'eau aux consommateurs.

La désinfection peut s'effectuer soit au chlore soit au permanganate de potassium. Il est impératif de respecter un temps de contact minimum pour l'opération de désinfection. Après cette opération, on doit procéder un rinçage du réseau à l'eau claire.

#### **VII.3. Prescription spéciale concernant le PEHD:**

Il est déconseillé de poser les canalisations en polyéthylène :

- À proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels où la température dépasse 25°C. Lorsque l'éloignement n'est possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant.
- À proximité d'une zone imprégnée d'hydrocarbure, auquel cas la conduite doit être placée dans un barreau afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.

Comme pour le PVC, les conduites en polyéthylène doivent être stockées à l'abri du soleil, elles ne doivent pas être posées lorsqu'ils sont portés (au soleil par exemple) à une température élevée.

La mise en place des tuyaux doit être réalisée en larges ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation (le polyéthylène a une dilatation linéaire qui peut atteindre 8 mm/m pour une différence de température de 40 °C).

Un soin particulier est à apporter lors de la manipulation des conduites du fait de la sensibilité de polyéthylène aux blessures tranchantes

#### **VII.4.Choix des engins du chantier:**

Il est important de choisir pour chaque type de travail, l'engin et le matériel le mieux adapté, de manière à obtenir un meilleur rendement.

Pour notre cas on a envisagé de choisir les engins classiques de chantier qui sont présentés dans le tableau VII.1.

**Tableau VII.1 : les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles.**

<b>Nom de l'engin</b>	<b>Rôle de l'engin</b>
Un Dozer équipé en rétro	Enlever les roches et les racines des arbres.
Un camion-citerne	Arroser le remblai avant le compactage.
Un chargeur	Charger les déblais excédentaires dans les camions
Une pelle mécanique	Extraire les déblais, et les charger directement si c'est possible dans le camion, poser le lit de sable et le remblai.
Un compacteur à rouleau lisse	Compacter la couche de sable de 20 cm.
Un camion	Évacuer les déblais.
Appareil de soudure	Assurer l'assemblage des conduites.
Sonde battu	Contrôle le compactage des tranchées.
Une dame sauteuse	Le compactage du remblai au tour de la conduite et avoir un bon support.

#### **CONCLUSION:**

Dans ce chapitre on a défini les étapes nécessaires de pose des canalisations d'A.E.P et déterminé les engins nécessaires pour faciliter l'opération de pose. Une pose bien faite influe positivement sur la canalisation qui va devenir un excellent outil de transport, sûr, économique et durable.

.

# Chapitre 8

Les accessoires

## Introduction

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.

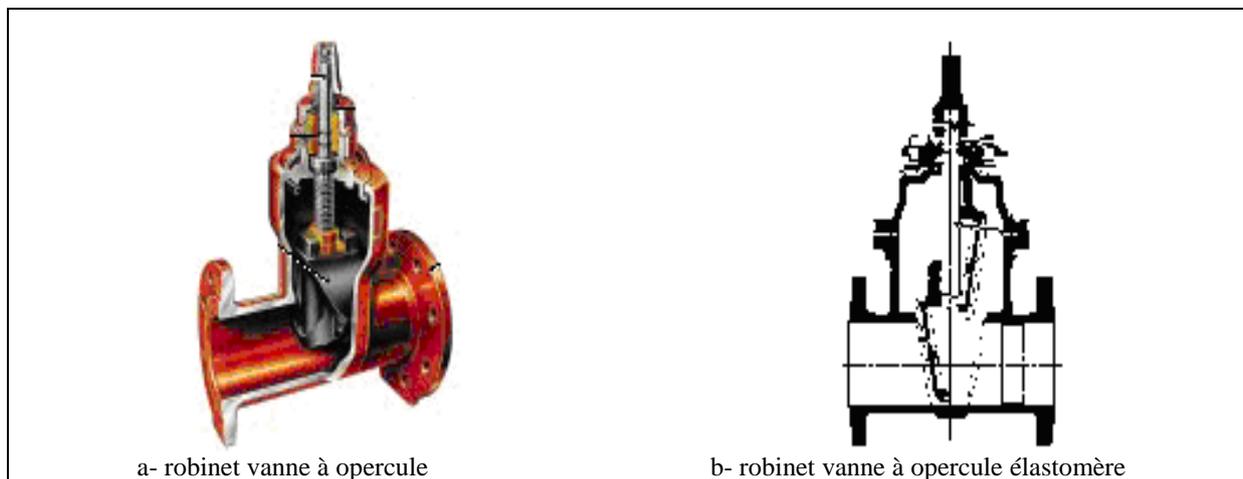
### VIII. 1.1. Robinets vannes

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 à coin (à opercule) et les robinets vannes papillon :

#### a) Robinet vanne à coin (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.



**Figure VI.2.a :** Robinets vanne à opercule (D'après document Pont-à-Mousson)

#### b) Vannes papillons [5]

Les vannes papillon peuvent aussi bien servir pour le sectionnement que pour le réglage des débits. Ils sont d'un encombrement réduit, légers, le couple de manoeuvre est faible. Elle occasionne une faible perte de charge.



**Figure VI.2.b :** Robinets vanne papillon (D'après document Pont-à-Mousson)

Remarque :

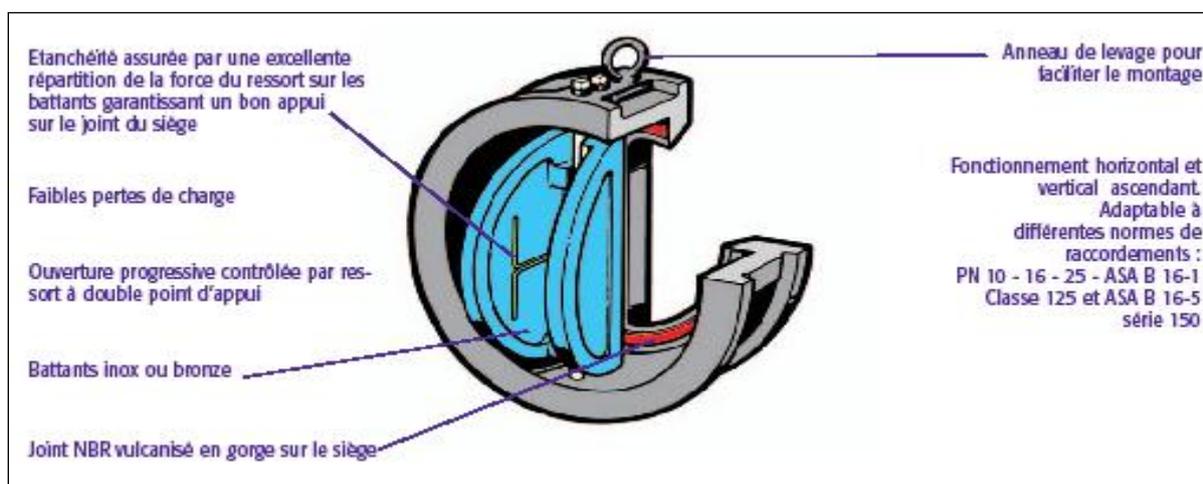
Dans notre cas, on prévoit l'installation:

- 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.
- Des robinets vanne papillon sur chaque conduite de départ du réservoir.

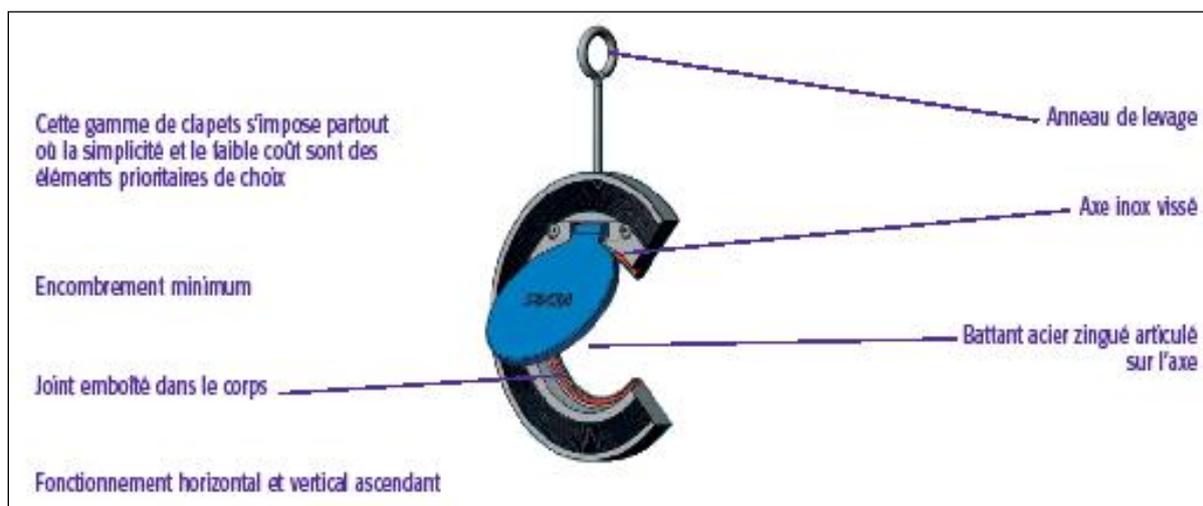
**VIII.2.2. Clapets anti retour [4] [14]**

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.

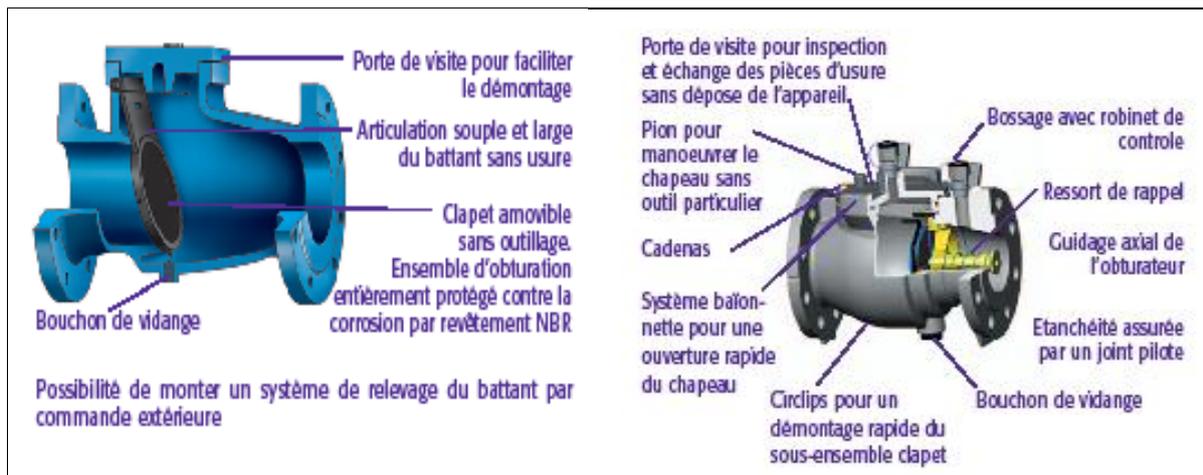
Dans la réalité, le clapet doit s'adapter à de nombreux fluides, à des installations très variées présentant à chaque fois des contraintes mécaniques, hydrauliques, physiques ou chimiques différentes.



**Figure VIII.3.a :** Clapet à double battant (D'après document Danfoss Socla)



**Figure VIII.3.b :** Clapet à simple battant (D'après document Danfoss Socla)



**Figure VIII.3.c :** Clapet à simple battant (à brides) (D'après document Danfoss Socla)

**Remarque :**

Dans notre cas, on prévoit l'installation d'un clapet anti retour à la sortie de chaque pompe.

**VIII.2.3. Ventouses**

Une accumulation d'air peut se faire aux points hauts d'une conduite. La poche d'air provoque des perturbations qu'il s'agit d'éviter : diminution de la section, arrêt complet des débits diminution de la pression, coups de bélier.

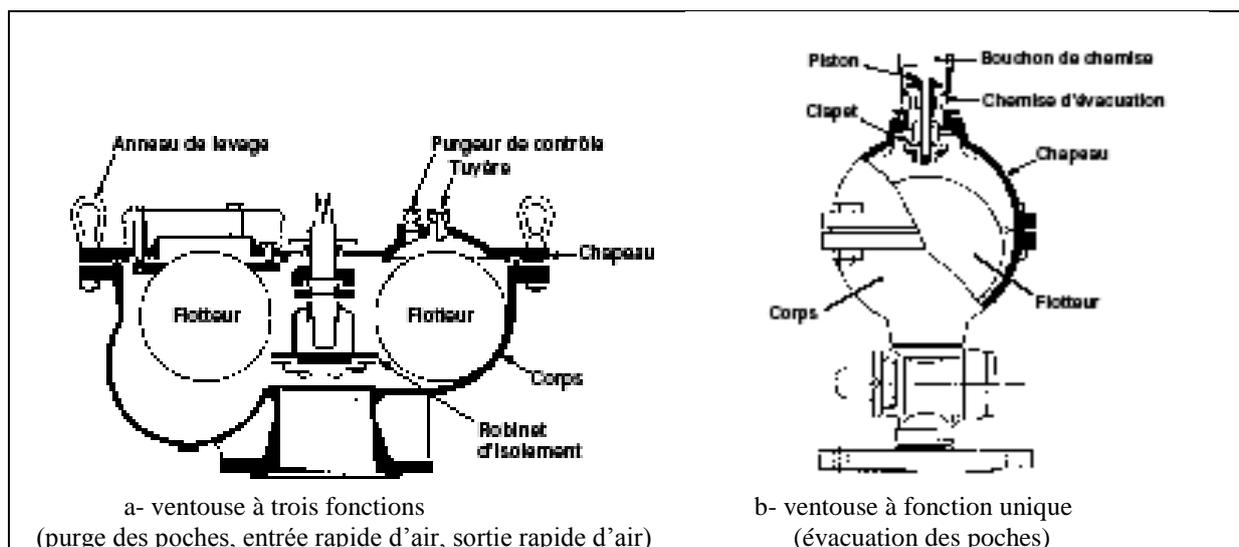
L'évacuation de l'air se fait par l'intermédiaire d'une ventouse qui peut être manuelle ou automatique

Une ventouse manuelle est un simple robinet que l'on manoeuvre périodiquement.

Les ventouses automatiques sont des pièces évacuant l'air dès qu'il se forme une poche notable (figure VIII.4).

Toutes ces ventouses sont disposées dans des regards visitables et leur bon fonctionnement doit être vérifié périodiquement.

Ces ventouses automatiques, en dehors de la suppression des poches d'air en fonctionnement normal, permettent également l'évacuation de l'air lors de la mise en eau de la canalisation et, réciproquement, l'admission de l'air lors de la vidange provoquée de la canalisation, ce qui permet d'éviter la mise en dépression de cette dernière.



**Figure VIII.4 :** Ventouse (D'après document Pont-à-Mousson)

#### **VIII.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 une fosse ou en plein air (cas d'une conduite compagne). Ce robinet sera posé dans un regard en maçonnerie facilement accessible.

#### **VIII.2.5. Moyens anti-bélier**

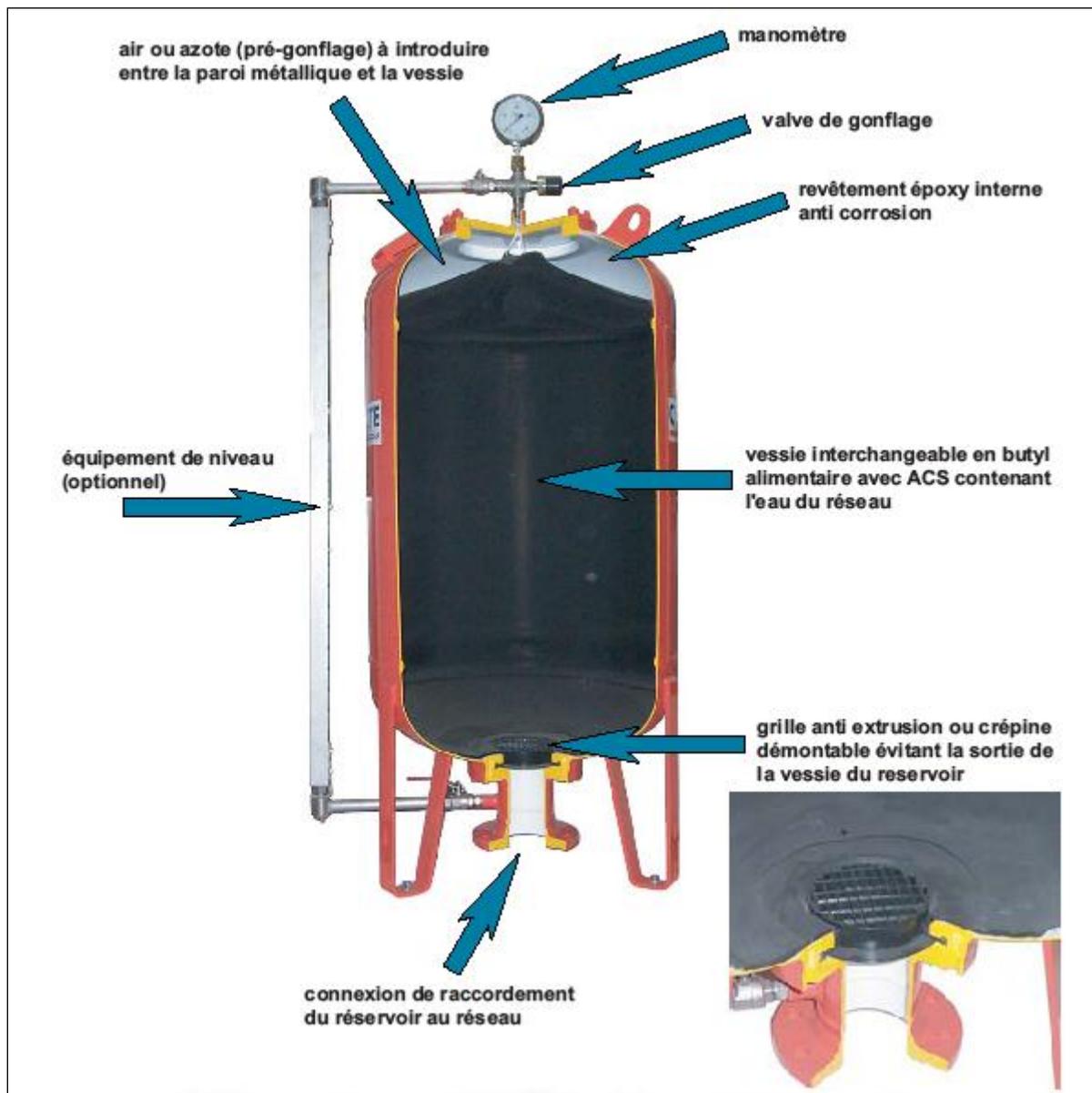
Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier :

**e) Cheminée d'équilibre :** elle protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, elle ne peut l'établir économiquement que si la hauteur géométrique est faible. A cause de son encombrement, elle est déconseillée en AEP.

**f) Volant d'inertie :** couplé au moteur, il constitue un moyen permettant d'allonger le temps d'arrêt du moteur et cela protège les installations contre les dépressions.

**g) Soupape de décharge :** Elle ne lutte que contre les surpressions, elle est munie d'un ressort qui avec le temps devient raide et n'accomplit pas son rôle. La protection des installations contre les surpressions est accompagnée de perte d'eau par éjection en cas de gonflement.

**h) Réservoirs d'air :** il protège les installations aussi bien contre les surpressions que contre les dépressions, il est le meilleur remède contre le coup de bélier (figure VI.5).



**Figure VIII.5 :** Réservoir anti bélier à vessie butyle (d'après document CHARLATTE)

### VIII.2.6. By-pass

Le by pass est utilisé pour :

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

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.

### VIII.2.7. 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.

Dans notre cas, on prévoit l'installation de deux poteaux d'incendie au niveau de chaque station de pompage.

### **VIII.2.8. Crépines**

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

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

#### Remarque :

Dans notre cas, les crépines seront installées sur chaque conduite de départ (collecteur d'aspiration) à l'intérieur des réservoirs.

### **VI.2.10. Joints de raccordement [**

Les longueurs de tuyaux sont assemblées par des joints non verrouillés, verrouillés ou à brides. Les joints verrouillés permettent une autobutée des canalisations, évitant des massifs en béton lourds, encombrants et longs à réaliser. Les joints les plus couramment utilisés sont (figure VI.6.a) :

- ✓ 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.

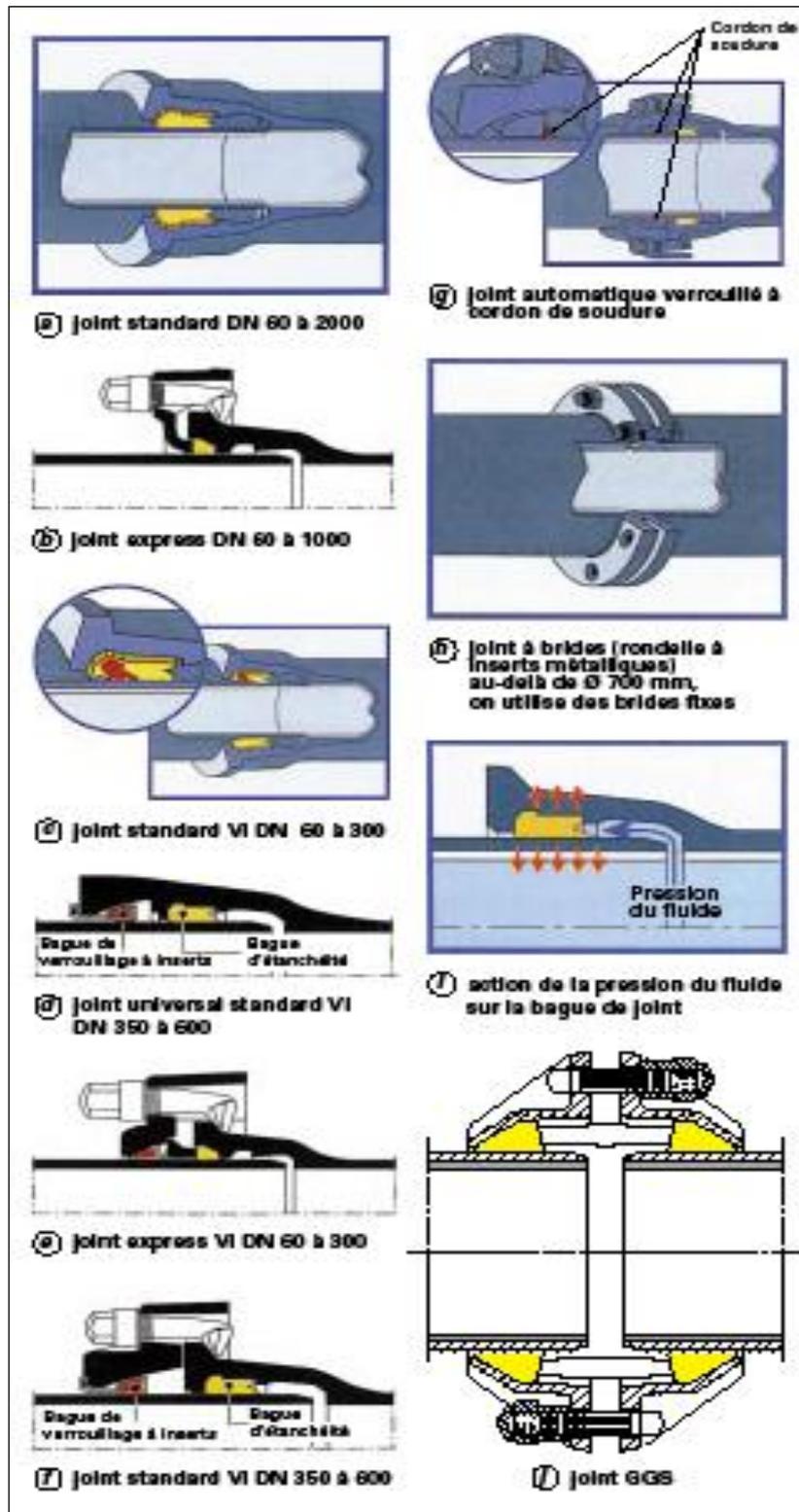


Figure VI.6.a : joints pour canalisations

## CONCLUSION GENERALE

Au cours de ce présent travail, nous estimons avoir cerné les différentes phases de réalisation d'un projet de l'alimentation en eau potable, ceci dans le but d'atteindre certains objectifs

à savoir:

- satisfaire les besoins en eau de la population de la ville de Bantalha et aussi les deux sites H.Mihoub 1 et 2 de la wilaya d'Alger
- La répartition rationnelle de l'eau et son acheminement vers les localités concernées.

Cette étude d'alimentation en eau potable est faite pour l'horizon **2030**, dont la L'importance des besoins en eau estimés pour les deux localités concernées par l'étude, par rapport aux sources existantes, a donné la nécessité de changer la source du château d'eau a une station de surpression de **900 m<sup>3</sup>/h** et une HMT de 50 m

Le mode de fonctionnement est par permutation de pompes et avec des vitesses variables .

La protection des conduites contre le coup de bélier et une bonne maîtrise de la pose des canalisations one été traitées.

Au terme de ce modeste travail, il est à retenir que la bonne gestion des pompes et est tout aussi importante que le dimensionnement proprement dit, et ce, dans l'optique d'assurer la longévité et la pérennité de ce système.

## **References bibliographiques :**

**-SALAH Boualem (E.N.S.H 1994) :** Cours d'alimentation en eau potable.

**- A.Dupont:** Hydraulique urbaine, ouvrages de transport, élévation et distribution des eaux

Tome II, édition Eyrolles, Paris 1977.

**-F.VALIRON** « Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement»,

Tome I, 2003.

**-Bonnin J (1986) :** Hydraulique urbaine appliquée aux agglomérations de petites et moyennes

importances. Edition Eyrolles, Paris..

**DUPONT, A.** Hydraulique urbaine, Tome II, 4<sup>eme</sup> édition, Eyrolles.Paris.France.1977.484p.

**GODART, H.** Technique de l'ingénieur, édition T.I.2000.43p.

**LENCASTRE, A.** Hydraulique générale, 1<sup>ere</sup> édition, Eyrolles . Paris .France, 1999.633p.

## Annexe 1

- **Désignation** : Tubes en PEHD destinés aux réseaux de distribution d'eau potable.
- **Norme de référence** : EN 12201-2.
- **Pression Nominale** : PN 6 - PN 10 - PN 16 - PN 20.
- **Conditionnement** : En couronne de 100 m jusqu'au Ø 110, et en barre de 12 m à partir du Ø 125.
- **Marquage sur tube** : Norme - Fabricant - Matière -  $d_n \times e_n$  - Fluide - PN - Date fabrication - N°lot-Equipé - Ligne - Code matière.

Epaisseur nominale en mm:

PE 80			
Ø	PN 6 SDR 21	PN 10 SDR 13.6	PN 16 SDR 9
20	2.0	2.0	2.3
25	2.0	2.0	3.0
32	2.0	2.4	3.6
40	2.0	3.0	4.5
50	2.4	3.7	5.6
63	3.0	4.7	7.1
75	3.6	5.6	8.4

PE 100				
Ø	PN 6 SDR 26	PN 10 SDR 17	PN 16 SDR 11	PN 20 SDR 9
90	3.5	5.4	8.2	10.1
110	4.2	6.6	10.0	12.3
125	4.8	7.4	11.4	14.0
160	6.2	9.5	14.6	17.9
200	7.7	11.9	18.2	22.4
250	9.6	14.8	22.7	27.9
315	12.1	18.7	28.6	35.2
400	15.3	23.7	36.3	44.7
500	19.1	29.7	45.4	55.8
630	24.1	37.4	57.2	---