

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane MIRA de Bejaia



Faculté de Technologie  
Département d'Hydraulique

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

**RAHAL ABDELALI**

En vue de l'obtention du diplôme de **MASTER en Hydraulique**

Option : **Hydraulique Urbaine**

**INTITULE :**

### **ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA NOUVELLE VILLE D'OUED ZENATI (WILAYA DE GUELMA)**

Soutenu le **18 /11/2020**. devant le jury composé de :

- Président : **Mr IKNI.T**
- Promoteur (s) : **Mr HAMMOUCHE.A**
- Examineur (s) : **Mr BEDJOU.A-H**

## *Remerciements*

Je remercie le bon dieu de m'avoir accordé la volonte, le courage et la patience pour l'achèvement de ce travail.

Je remercie mon promoteur de m'avoir encadré, guidé et accompagné dans ce travail ainsi que sa compréhension et ses précieux conseils qui m'ont aidée dans l'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

Sans oublier tous les enseignants du département d'Hydraulique qui ont participé à ma formation pendant cette courte période en Master II pour l'année (2019- 2020).

Je remercie aussi les membres de jury de m'avoir fait l'honneur d'examiner mon travail.

## Dédicace

---

### Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous, ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

- ❖ A ma grande famille : ma mère, mes sœurs
- ❖ A tous les étudiants de la promotion 2019 Master II en Hydraulique sans exception.

# Sommaire

---

## SOMMAIRE

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

### **Chapitre 1: Présentation du projet**

<b>I-1- Présentation de la commune d'Oued Zenati .....</b>	<b>02</b>
I-1-1-Situation Géographique.....	02
I-1-2-Les paramètres climatiques .....	02
I-1-3- géomorphologie et topographie .....	03
I-1-4- Situation démographique .....	04
<b>I-2- Présentation de la région d'étude .....</b>	<b>05</b>
I-2-1-situation géographique .....	05
I-2-2-Nature Juridique.....	05
I-2-3-La pente.....	06
I-2-4-Les contraintes et les servitudes.....	06
I-2-5-L'accessibilité .....	06
I-2-6-Morphologie et topographie.....	06
I-2-7-Géologie régionale .....	06
I-2-8-Climat.....	07
I-2-9- Couvert végétal et forestier .....	07
I-2-10- hydrographie .....	07

### **Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits**

<b>II-1-Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>II-2- Estimation des besoins en eau .....</b>	<b>11</b>
II-2-1- Usage domestique.....	11
II-2-2- Usage public .....	11
<b>II-3- Estimation de la population future .....</b>	<b>11</b>
II-3-1- consommation moyenne journalière.....	13
II-3-2- Consommation domestique .....	13
<b>II-4- Consommation par équipements.....</b>	<b>14</b>
<b>II-5- Variation du débit.....</b>	<b>16</b>
II-5-1- Débit maximal journalier.....	16

## Sommaire

II-5-2- débit moyen horaire .....	17
II-5-3- débit maximal horaire .....	18
<b>II-6- conclusion .....</b>	<b>19</b>

### Chapitre 3 : Réservoir de stockage

<b>III-1-Introduction .....</b>	<b>21</b>
<b>III-2-Utilité des réservoirs .....</b>	<b>21</b>
<b>III-3-Classification des réservoirs .....</b>	<b>21</b>
<b>III-4-Equipement du réservoir .....</b>	<b>22</b>
III.4.1. Conduite d'arrivée (adduction) .....	23
III.4.2. Conduite de départ (distribution) .....	23
III.4.3. Conduite de vidange .....	23
III.4.4. Conduite de trop plein .....	24
III.4.5. Conduite by-pass .....	24
III.4.6. Une chambre de visite .....	24
III.4.7- Système de matérialisation de la réserve d'incendie .....	24
<b>III.5. Emplacement de réservoir .....</b>	<b>27</b>
<b>III.6. Le choix du type de réservoir .....</b>	<b>27</b>
<b>III.7. Capacité du réservoir .....</b>	<b>28</b>
III.7.1- La méthode analytique .....	28
III.7.1-2- Détermination de la valeur de P .....	28
III.7.2- Méthode graphique .....	29
<b>III.8. Détermination de la capacité des réservoirs .....</b>	<b>30</b>
III.8-1- Dimensionnement de la station de la reprise .....	30
III.8-2- Dimensionnement du réservoir principal .....	30
<b>III-9-Dimensionnement du réservoir .....</b>	<b>32</b>
III-9-1- détermination du diamètre du réservoir .....	32
III-9-2- détermination de la hauteur d'incendie .....	32
<b>III-10-Conclusion .....</b>	<b>32</b>

### Chapitre 4 : Adduction

<b>IV-1-Introduction .....</b>	<b>35</b>
<b>IV-2-Choix du tracé .....</b>	<b>35</b>

## Sommaire

<b>IV-3-Choix du type des conduites</b> .....	35
<b>IV-4-Description du schéma du tracé</b> .....	36
<b>IV-5-Les équipements du système d'adduction</b> .....	36
<b>IV-6-Etude technico-économique</b> .....	36
IV-6-1-Calculdu diamètre économique.....	36
IV-6-2-Calculde la vitesse.....	37
IV-6-3-Calculdes pertes de charge .....	37
IV-6-3-1-Pertes de charge linéaires.....	37
IV-6-3-2-Pertes de charge singulières.....	37
IV-6-3-3-Pertes de charge totales.....	38
IV-6-4-Déterminationde la puissance absorbée par la pompe.....	38
IV-6-5-Détermination de la hauteur manométrique .....	38
IV-6-6-Energie consommée par la pompe .....	38
IV-6-7-Détermination des Frais d'exploitation .....	38
IV-6-8-Détermination des frais d'amortissement.....	39
<b>IV-7-calculs hydrauliques</b> .....	39
IV-7-1-calcul de la conduite par refoulement .....	39
<b>IV-8-conclusion</b> .....	42

## Chapitre 5: Station de pompage

<b>V-1-Introduction</b> .....	44
<b>V.2. Eléments constitutifs d'une station de pompage</b> .....	44
<b>V.3.Classification des pompes</b> .....	44
V.3.1.Les turbopompes .....	44
V.3.2. Les pompes volumétriques.....	45
<b>V.4. Choix des pompes</b> .....	45
<b>V.5. Caractéristiques hydrauliques des pompes centrifuges</b> .....	46
V.5.1. Hauteur manométrique .....	46
V.5.2. La vitesse de rotation.....	46
V.5.3. La puissance .....	46
V.5.3.1. La puissance absorbée par la pompe .....	46
V.5.3.2. la puissance utile .....	47
V.5.4. Le rendement.....	47
V.5.5. Le débit de pompage (Q).....	47
<b>V.6.Les courbes caractéristiques</b> .....	47
V.6.1. Les courbes caractéristiques des pompes centrifuges .....	47

## Sommaire

V.6. 1.1. La courbe débit-hauteur [ $H= f(Q)$ ]	47
V.6.1.2. La courbe puissance-débit [ $P= f(Q)$ ]	48
V.6.1.3 La courbe rendement-débit [ $\eta= f(Q)$ ]	48
V.6.2. Courbes caractéristiques de la conduite	49
<b>V.7.Le point de fonctionnement de la pompe</b>	50
V.7.1. Première variante : "Réduction ou augmentation du temps de pompage"	51
V.7.2. Deuxième variante : "Régulation par étouffement (Le vannage)"	51
V.7.3. Troisième variante : "Rognage de la roue "	51
V.7.4. Quatrième variante : Variation de la vitesse de rotation	52
<b>V.8. Modes de couplage des pompes</b>	53
V.8.1. Couplage en série	53
V.8.2. Couplage en parallèle	53
<b>V.9. Etude de la cavitation</b>	53
<b>V-10- Calculs hydrauliques</b>	54
V-10-1- Détermination du point de fonctionnement	54
V-10-2- Choix des pompes	55
V-10-3- Point de fonctionnement	56
<b>V-11-Conclusion</b>	57

## Chapitre 6: Coup de bélier

<b>VI.1- Protection contre le coup de bélier</b>	59
VI.1-1- Introduction	59
VI.1-2- Cause du phénomène	59
VI.1-3- Conséquences du phénomène	59
<b>VI.1-4- Moyens de protection contre le coup de bélier</b>	59
VI.1-4-1- volant d'inertie	60
VI.1-4-2- Soupapes de décharge	61
VI.1-4-3- Les ventouses	61
VI.1-4-4- Cheminée d'équilibre	62
VI.1-4-5- Le réservoir d'air	63
VI.1-4-6- Tableau récapitulatif des différents équipements anti-bélier	64
<b>VI-2- Calculs hydrauliques</b>	65
VI-2-1-Données de basse	65
VI-2-2- calcul de la dépression et la surpression	66
<b>VI-3-Conclusion</b>	67
<b>Conclusion générale</b>	68

## Sommaire

---

Résumé .....	69
Référence bibliographique.....	70

# Liste des tableaux

---

## Liste des tableaux :

**Tableau I-1** : la surface correspondante à chaque catégorie de pente

**Tableau I-2** : la précipitation pour l'année 2010

**Tableau I-3** : les températures moyennes pour l'année 2010

**Tableau II-1** : le nombre global des logements et des habitants.

**Tableau II-2** : les consommations moyennes journalières actuelles et futures de la nouvelle ville d'Oued Zenati

**Tableau II-3** : les consommations moyennes par équipement

**Tableau II-4** : les résultats de calcul des besoins en eau globaux

**Tableau II-5** : les valeurs de  $\beta_{\max}$  en fonction du nombre de population

**Tableau II-6** : les valeurs de  $\beta_{\min}$  en fonction du nombre de population

**Tableau III-1**: Répartition théorique des débits de distribution du réseau principal.

**Tableau IV-1**: Annuités pour les différents diamètres

**Tableau IV-2** : pertes de charge et hauteur manométrique totale pour les différents diamètres.

**Tableau IV-3** : puissance et prix d'énergie

**Tableau IV-4** : le bilan des frais d'amortissement et d'exploitation

**Tableau V-1** : Résultats de calcul pour la courbe caractéristique de la conduite de refoulement.

**Tableau VI-1** : Valeurs des caractéristiques des conduites de refoulement.

**Tableau VI-2** : les différentes valeurs de K en fonction du matériau.

## Listes des figures et des graphes

---

### Listes des figures :

**Figure I-1** : présentation géographique de la région d'Oued Zenati.

**Figure I-2** : présentation géographique de la région d'étude.

**Figure III-1**: diagramme de remplissage du réservoir.

**Figure III-2** : schéma de la conduite d'adduction ou d'arrivée.

**Figure III-3** : schéma de la Conduite de distribution

**Figure III-4** : schéma de la Conduite de trop-plein.

**Figure III-5** : Schéma trop- plein et vidange

**Figure III-6** : schéma de la Conduite de by-pass.

**Figure III-7** : schéma de la Matérialisation de la réserve d'incendie.

**Figure IV-1** : schéma du tracé

**Figure IV-2** : profil piézométrique de l'adduction par refoulement

**Figure-V-1** : courbe caractéristique de la pompe (ME 300-500).

**Figure VI-1** : Soupape de sureté, anti-bélier

**Figure VI-2** : Principe de la d'un réservoir d'air

## Listes des figures et des graphes

---

### Listes des graphes

Courbe de précipitation

Courbe de température

Courbe des points de fonctionnement

## Liste des symboles

---

### Liste des symboles

- A : amortissement annuel.
- a : célérité de l'onde (m/s).
- B : La valeur du coup de bélier(m).
- CR : côte radier (m)
- CTN : côte terrain naturel (m)
- D : diamètre de la conduite (m)
- $D_{\text{BONNIN}}$  ,  $D_{\text{BRESS}}$  : diamètre de la conduite (m).
- $D_e$  : Le diamètre extérieur des tuyaux (m).
- $D_i$  : Le diamètre intérieur des tuyaux en PEHD(m).
- e : épaisseur de la conduite (mm)
- F : énergie consommée par la pompe (kWh)
- Fam : frais d'amortissement (Da).
- Fexp : frais d'exploitation (Da).
- g : accélération de la pesanteur ( $\text{m/s}^2$ ).
- h : la perte de charge créer par le vannage (m).
- $H_{\text{MT}}$  : hauteur manométrique total (m).
- $H_g$  : hauteur géométrique (m).
- $H_{\text{inc}}$  : hauteur d'incendie.
- $H_l$  : perte de charge linéaire (m)
- $H_p$  : la courbe caractéristique de la pompe.
- $H_s$  : perte de charge singulière (m).
- $H_{\text{sur}}$  : la surpression maximale (m).
- $H_T$  : les pertes de charge totale (m).
- i : taux d'intérêt annuel (annuité).
- J : perte de charge en mètre par mètre de conduite.
- L : longueur de la conduite (m)
- Ni: Nombre de consommateurs.
- n : nombre d'année d'amortissement.
- $Q_c$  : débit concentré dans la conduite (l/s)

## Liste des symboles

---

- $Q_{\max,j}$  : Débit de consommation maximale du jour le plus chargé de l'année ( $m^3/j$ ).
- $Q_{\min,j}$  : Débit de consommation minimale du jour le moins chargé de l'année ( $m^3/j$ ).
- $Q_{\text{moy},h}$  : consommation moyenne horaire ( $m^3/j$ ).
- $Q_{\text{moy},j}$  : Débit de consommation moyenne journalière ( $m^3/j$ ).
- $Q_p$  : Le débit de pointe ( $m^3/j$ ).
- $Q_r$  : débit de route (l/s)
- $Q_s$  : débit spécifique (l/s)
- $p$  : prix d'un Kwh (Da).
- $Q_i$  : Dotation moyenne journalière en l/j.habitant.
- $\alpha$  : Taux d'accroissement.
- $V$  : vitesse d'écoulement (m/s).
- $V_{\text{inc}}$  : Volume de la réserve d'incendie
- $V_R$  : volume total du réservoir ( $m^3$ )
- $\alpha_{\max}$  : coefficient qui dépendu niveau de vie de la population
- $\beta_{\max}$  : coefficient qui dépend de nombre d'habitants.
- $\eta$  : rendement de la pompe (%).
- $\theta$  : angle d'inclinaison
- $\lambda$  : le coefficient de perte de charge.
- $\xi$  : coefficient d'ouverture de la vanne.
- $\rho$  : masse volumique de l'eau.
- $\nu$  : viscosité cinématique de l'eau.

### Introduction générale:

« L'eau n'est pas nécessaire à la vie, l'eau est la vie » Saint-Exupéry. L'eau est indispensable à l'existence, au développement et à la vie de l'homme. De sa conception à la réalisation de ses activités comme l'industrie ou l'agriculture, l'homme a besoin de l'eau. Elle est une ressource si vitale qu'elle semble banale, mais sans elle, l'homme disparaîtrait.

On l'appelle aujourd'hui « l'or bleu », c'est un besoin fondamental, irremplaçable et chaque être humain a le droit à l'eau salubre. Mais pour près d'un milliard de personnes, cette promesse n'est pas encore tenue, ils vivent sans eau potable, la terre connaît une véritable crise d'eau. Parmi les pays qui sont touchés par cette problématique, l'Algérie, ses ressources conventionnelles en eau étaient insuffisantes pour subvenir aux besoins de la population, ce qui a incité les autorités à chercher d'autres ressources pour garantir l'alimentation en eau potable de la population.

La nouvelle ville de la commune d'Oued Zenati a connu ces dernières années un accroissement démographique important. Cette situation a provoqué un manque accru en termes d'eau potable, et c'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude, qui consiste à l'alimentation en eau La nouvelle ville de la commune d'Oued Zenati de la wilaya de Guelma.

L'objet de notre étude est de dimensionner un nouveau réseau d'AEP en raison de satisfaire les besoins en eau potable de la commune de Oued Zenati à partir d'un piquage sur la conduite principale venant du barrage Bouhamdane.

Mon travail se portera sur 6 chapitres :

- Je débiterai mon travail par une présentation globale du site qui fera l'objectif du premier chapitre.
- Le deuxième chapitre consistera essentiellement à l'estimation des besoins en eau et aux variations du débit pour la population future (à long terme).
- le troisième chapitre sera consacré à la détermination de la capacité du réservoir de stockage projetée pour alimenter cette nouvelle ville.
- dans le quatrième chapitre, nous passerons au réseau d'adduction reliant la station de pompage au réservoir projeté de la nouvelle ville 2500 m<sup>3</sup>.
- par la suite, le cinquième chapitre englobera la station de pompage.
- le sixième chapitre consistera à la Protection contre le coup de bélier

# Chapitre 1: Présentation du projet

## I-1- Présentation de la commune d'Oued Zenati

### I-1-1-Situation Géographique :

Oued Zenati est une daïra rattachée à la wilaya de Guelma en 1978.

Anciennement appelée oued edhab (River d'or)

Elle est limitée par les communes suivantes :

Au nord : la commune de RAS EL AGBA.

Au sud : la commune de TAMLOUKA.

A l'EST : les communes de SALA OUA ANNOUNA et AIN MAKHLOUF.

A l'OUEST : la commune d'AIN REGGADA.



*Figure I-1 : présentation géographique de la région d'Oued Zenati*

### I-1-2- Les paramètres climatiques:

Le climat de la Oued zenati est méditerranéen avec des températures à fortes amplitudes.

La moyenne pluviométrique varie de 500 mm à 700 mm par an. Il y fait froid l'hiver jusqu'à - 6 C° enregistrés et très chaud l'été avec des pics de chaleurs allant jusqu'à 47 C°.

Le climat de la région est caractérisé par le chevauchement sur deux étages bioclimatiques différents, le Subhumide au Nord et le Semi-aride au Sud.

Les températures. ' La région passe par deux périodes, une froide et humide s'étendant de l'automne à l'hiver et la 2eme sèche et chaude s'étendant du printemps à l'été, expliquant le climat tempéré qui la caractérise

Les précipitations

La période de sécheresse s'étale sur trois (03) mois durant la saison estivale qui est caractérisée par des pluies orageuses peu bénéfiques pour les cultures. La période pluvieuse s'étale sur 9 mois allant de septembre jusqu'à mai dont le mois le plus arrosé est le mois de décembre

-L'humidité

Pour la saison humide, quant à elle commence brutalement au mois d'Octobre, les températures s'abaissent et les précipitations sont considérables permettant une culture sans recours à l'irrigation.

-Les vents dominants

Pour ce qui est des vents dominants dans la région sont ceux du Nord-Ouest, ils sont à l'origine de la pluviométrie durant l'hiver, puis viennent ceux du Nord-Est qui sont des vents plus au moins secs

# Chapitre 1: Présentation du projet

---

## I-1-3- géomorphologie et topographie :

OUED ZENATI se situe à une altitude de 645 mètres et le relief y est très accidenté puisque traversé par la chaîne de montagne de l'Atlas tellien.

Elle s'étend sur de grande plaine

La région d'Oued Zénati possède un relief montagneux constitués de vallées, de plaines et de collines

-La vallée d'Oued Zénati : Les terrasses en fragments discontinus, se situant tout au long de l'Oued Zénati, constituent une vallée d'une forme serrée et allongée où l'on trouve un dépôt d'alluvions présentant des matériaux limoneux-sableux-graveleux.

-Les collines : Éparpillé un peu partout dans la zone sur une altitude de (500 à 700 m), au Nord comme au Sud, les collines constituées essentiellement de marnes et d'argiles, sont les plus exposées à l'érosion et aux glissements de terrains. Les montagnes : Au Nord de notre la région, au milieu des monts de Ksar El Azeb, Ras agba (djebel anouna), Ain Makhlouf et d'El Hoffra, se prolonge un lacs de vallées très étroites qui fractionne les différentes parties de la montagne.

Le versant Sud qui se situe à l'Ouest de l'Oued Zénati et au Nord de l'Oued Bou sekhoune, n'offre aucune potentialité agricole à l'exception de quelques étroites vallées exploitées en céréaliculture intensives. Le plus haut sommet se trouve à "Djebel Ancel" au Sud-Est d'Oued Zénati, à 1.100 m d'altitude, constituant une barrière aux alias climatiques. La plaine de Sellaoua : Sur une pente douce (de 0 à 10 %), considérée comme une zone de transit entre le Tell et les hautes plaines, situé au Sud de la commune d'Oued Zénati, dans l'axe Nord-Ouest, Sud-Ouest, constituant le prolongement de la plaine de Tamlouka qui fait partie de la région des hautes plaines dont l'altitude moyenne est supérieure à 800 mètres avec cependant des pentes faibles.

Le réseau hydrographique fait partie des déterminants de l'étude géomorphologique, il est lié à la nature géologique de la roche et à la disposition des reliefs. Dans notre zone d'étude, il est marqué par la présence d'un Oued d'où la commune tire son nom "l'Oued Zénati", ainsi que "Oued Sabath", "Oued Bou sekoune" et "Oued M'Guesba" dans la plaine de Tamlouka.

L'Oued Zénati traverse la région sur un axe orienté WSW-NE, avec 20 km de longueur, il se croise avec les deux oueds sur la rive Est et rejoignent l'oued Bouhamdane pour se jeter tous dans la Seybouse.

L'Oued Sabath de moindre importance, est alimenté par un réseau très dense à l'Ouest se jette dans l'Oued Zénati. Les cours d'eau temporaires prennent naissance au niveau des hauts reliefs et se déverse dans les Oueds, surtout "Ain Safsafa et Ain Sandal"

# Chapitre 1: Présentation du projet

---

## **- Pentés et déclivités :**

Selon la carte topographique, le centre et le sud de la commune présente de faibles pentes (3%) surtout aux abords d'OUED ZENATI et le besoin de TAMLOUKA pour atteindre le taux de (25%) au sud-est et au nord-est.

Les zones de forte déclivité dépassent les 25% constituent au total (4%) de la superficie de territoire communal ce qui est relativement négligeable

## **I-1-4- Situation démographique :**

En 1966, la ville d'Oued Zénati comptait 14 479 habitants dont 10 743 habitants se trouvent dans la commune principale représentant 74.19 % du nombre global et qui peut être considéré comme une agglomération semi urbaine.

Bordj Sabath et Ain Régada représentaient toutes les deux respectivement 2 145 et 1 591 habitants. En 1977, la région comptait 17 725 habitants, avec un taux de croissance de (2,01%).

Ce nombre a doublé en 1987 arrivant à 28 339 habitants, soit un taux de croissance de (4,61%). En 1998 la population avait atteint 46 970 habitants avec une croissance de (4,95%), elle atteint 53 415 habitants en 2008, avec un taux de croissance de (1,28%) et elle arrive à 56 025 habitants en 2011

Les estimations de 2011, montrent un nombre de 34 476 habitants pour la commune d'Oued Zénati, étalés sur une superficie de 135 km<sup>2</sup>, dont 28 782 personnes résident dans le Chef-lieu soit (83.48 %) du total. La population rurale est groupée dans 04 agglomérations secondaires qui sont :

Ain Trab, Sidi Abid, Kifan Laassal et Polycarb, avec un nombre de 4 440 habitants, soit (12.88 %) du total.

La population de la zone éparsée est répartie sur cinq hameaux et vingt-neuf lieux dits, avec 1 254 habitants, soit (03,64 %) du total.

# Chapitre 1: Présentation du projet

---

## I-2- Présentation de la région d'étude

### I-2-1-situation géographique :

La région d'étude se situe dans la partie Nord-Est de la commune à 3 km d'Oued Zenati, sur la route nationale N°=81 qui mène vers Ain Makhoulf et qui s'étend sur une surface de 128 ha.

Elle est une partie de la zone d'extension de la ville d'Oued Zenati dans sa partie Nord-Est. Le plan d'occupation du sol Djebel el Ancel est un site vierge dans sa totalité.

On remarque quelques habitats individuels éparpillés de type rural.

Djebel el Ancel est un site rocheux avec quelques terrains agricoles.



*Figure I-2 : présentation géographique de la région d'étude*

### I-2-2-Nature Juridique :

Les terrains sont des terrains non cadastrés (sous le cadastre d'Oued Zenati)

# Chapitre 1: Présentation du projet

---

## **I-2-3-La pente :**

Le terrain d'étude est un terrain accidenté d'une pente qui varie entre 0-25%.

## **I-2-4-Les contraintes et les servitudes :**

L'aire d'étude est un terrain vierge qui contient plusieurs obstacles :

- une décharge publique.
- plusieurs chàabats.

## **I-2-5-L'accessibilité :**

Djebel el Ancel est accessible par la route nationale N°=81 qui traverse le terrain d'étude au milieu.

## **I-2-6-Morphologie et topographie :**

Afin de mieux connaître la topographie du groupement de l'aire d'étude, on a établi trois classes :

- La classe de (8-16%) : couvre presque la totalité de la superficie du site dans le Nord Nord- Est, Nord-ouest, Sud-Ouest.
- La classe de (18-25%) : les pentes moyennes, assez bien représentées dans la zone d'étude, situées au sud, Sud-Est.
- La classe plus de 25% : pentes abruptes, peu représentées se trouvent aux terrains rocheux. [1]

Le tableau suivant nous donne la surface correspondante à chaque catégorie de pente :

Pente (%)	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
8-16	107.55	84
18-25	14.3	11.17
Plus de 25	6.1	4.76

*Tableau I-1 : la surface correspondante à chaque catégorie de pente.*

## **I-2-7-Géologie régionale**

D'après la carte géographique 1/50000 de Guelma, la commune d'Oued Zenati est située dans la cadre des formations géologiques homogènes récentes dans les roches sédimentaires.

Les formations géologiques existantes sont :

# Chapitre 1: Présentation du projet

- ❖ Alluvions récentes des fonds des vallées.
- ❖ Quaternaires.

## I-2-8-Climat :

Le climat est divisé en deux cadres climatiques.

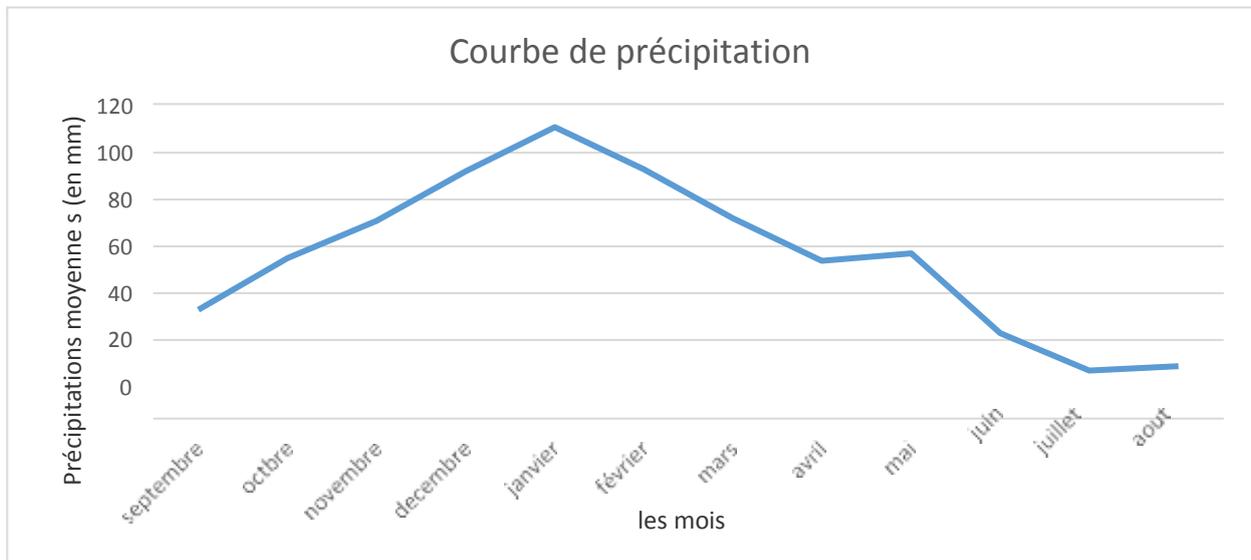
-Climat de l'Atlas tellien qui caractérise la partie Nord, un climat humide froid et hiverns pluvieux et été sec.

-Le deuxième est le cadre des hautes plaines, est caractérisé par hiver froid pluvieux et été chaud sec.

La quantité de pluie est estimée à 450 mm/an, et la température moyenne est estimée à 16.2°C (station de Guelma) et dans la région subhumide la précipitation dépasse 500 mm/an. [1]

Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	aout	Année
1/mm	33	55	71	92	111	93	72	54	57	23	07	09	677

*Tableau I-2 : la précipitation pour l'année 2012.*



D'après le tableau ci-dessus et la courbe de précipitation, on remarque que la période des pluies s'étend de la mi-novembre à début de mai, parmi les 677mm qui précipitent dans la région, 550mm précipitent au cours de cette période.

- ❖ Période froide :

# Chapitre 1: Présentation du projet

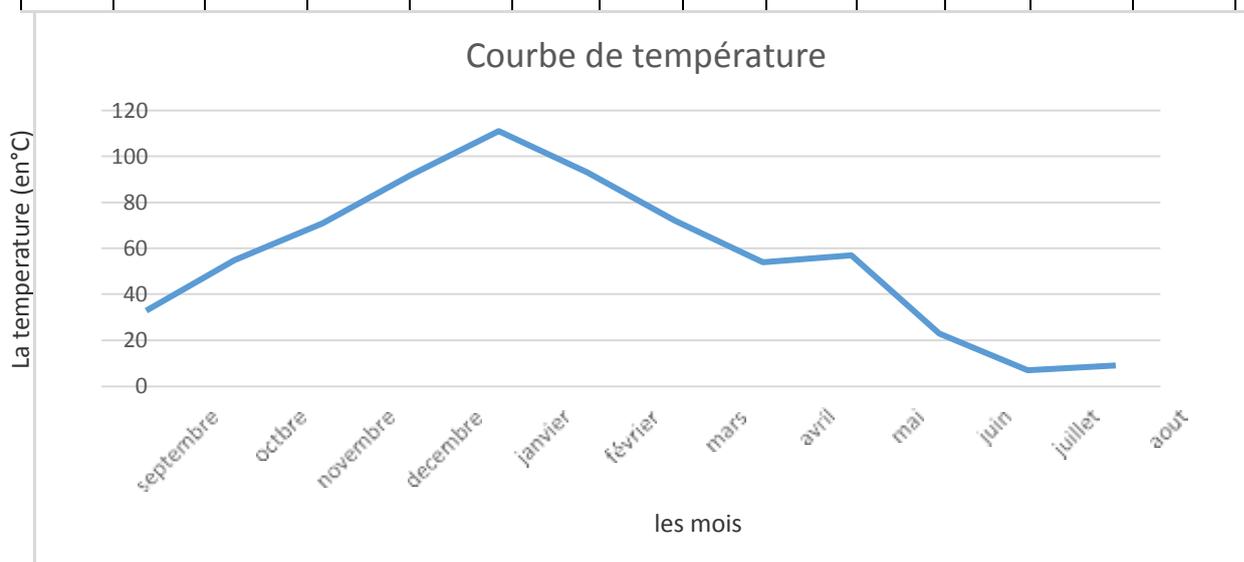
Et s'étend de la mi-novembre à mi-avril, où la température atteint une moyenne mensuelle minimum en janvier de 9.3°C et parfois jusqu'à 4 degrés, il est également ponctué.

❖ Période chaude :

Et s'étend de la mi-mai à la mi-septembre, où la température maximale au mois d'aout à 26.6°C, la moyenne de mois pourrait atteindre plus de 35°C, et c'est toujours au mois d'aout.

**Tableau I-3 : les températures moyennes pour l'année 2012**

mois	jan	fev	mar	avr	mai	jui	jll	aou	Sep	oct	nov	Dec
°c	9.30	10.10	12.20	14.40	18	24	25	26.6	24	19	14.40	10.60



❖ Humidité :

Le degré de l'humidité dans l'hiver est 60%, et ensuite commencer à diminuer jusqu'à ce qu'il atteigne l'été à 46% dans le mois d'Aout.

❖ Le vent :

La région d'Oued Zenati est exposée à l'effet du vent, en particulier le Nord-Ouest, où la fréquence annuelle et une fréquence maximale pendant mois d'avril de 28.40%.

## I-2-9- Couvert végétal et forestier :

La végétation forestière est faible dans la commune d'Oued Zenati, selon la nature agricole des terrains, où il n'existe que des petits espaces au niveau de Djebel Ansel (forêt préservé) qui constituée des arbres de pins et d'eucalyptus.

## I-2-10- hydrographie :

Les conditions climatiques, et la nature géologique et morphologique de la commune permettent d'apparence des eaux superficielles,

# Chapitre 1: Présentation du projet

---

le bassin d'Oued Zenati ce dernier est un gouffre, il est permanent au niveau de la commune et la traverse de l'Ouest-Nord.

-Le terrain de l'aire d'étude est également traversé par plusieurs chaabats (des cours d'eaux à sec temporairement).

# Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

---

### II-1-Introduction :

Dans ce chapitre, nous examinerons les besoins en eau des communes d'ici 25 ans donc à l'horizon 2045, pour cela on doit tenir compte de l'accroissement de la consommation due essentiellement à :

- L'amélioration du cadre de vie ;
- L'industrialisation ;
- L'accroissement de la population ;
- La consommation de l'eau varie en fonction des types de consommateurs.

Avant tout projet d'alimentation en eau potable, il est nécessaire de procéder au recensement de toutes les catégories de consommateurs existants au niveau de l'agglomération.

### II-2- Estimation des besoins en eau :

L'estimation des besoins en eau d'une agglomération dépend de plusieurs facteurs (évolution de la population, des équipements sanitaires, du niveau de vie de la population, entreprises, commerce et utilisation publique, etc.). Elle diffère aussi d'une période à une autre et d'une agglomération à une autre.

#### II-2-1- Usage domestique :

Il s'agit de l'eau utilisée pour les besoins personnels d'alimentation et d'hygiène. [2]

#### II-2-2- Usage public :

Cet usage concerne un certain nombre d'activités telles que :

Les équipements collectifs notamment les écoles, les centres administratifs, Les équipements commerciaux etc. [2]

### II-3- Estimation de la population future :

L'évolution démographique en Algérie, suit la loi des accroissements géométriques donnée par la relation des intérêts composés qui tient compte des naissances, du taux d'immigration et du taux de mortalité, à savoir :

$$P = P_0(1+T)^n \quad (\text{II-1})$$

P : population future à l'horizon considéré.

Avec :

$P_0$  : Population de l'année de référence.

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

---

T : Taux d'accroissement considéré en %.

N : nombre d'année séparent l'horizon considéré de l'année de référence.

- ❖ Le taux d'accroissement de l'aire d'étude est de **2.8%**.

L'aire d'étude s'étale sur une superficie 130 ha, cette surface peut accueillir un nombre total de type d'habitats individuels et collectifs avec un taux d'occupation de **5** per/logements.

Elle est divisée en 3 zones :

Z1 : zone d'habitat individuel : nombre d'habitat projeté est 900 logements.

Z2 : zone d'habitat collectif 01 : nombre d'habitat projeté est 4680 logements.

Z3 : zone d'habitat collectif 02 : nombre d'habitat projeté est 5117 logements. [1]

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

Tableau II-1 : le nombre global des logements et des habitants.

	nombre de logements	Nombre d'habitat
Zone I	900	4500
Zone II	4680	23400
Zone III	5117	25585
Total	10697	53485

### II-3-1- consommation moyenne journalière :

Afin d'estimer la consommation moyenne journalière d'une agglomération, il est nécessaire de calculer les besoins en eau potable des différents secteurs existants et projetés : domestiques, sanitaires, socioculturelles, scolaires...

La consommation moyenne se détermine par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{Q_i \times N_i}{1000} \quad (II-2)$$

Avec :

- $Q_{moyj}$  : la consommation moyenne journalière [ $m^3/j$ ].

- $Q_i$  : dotation journalière [ $l/j/h$ ].

- $N_i$  : nombre d'habitants.

### II-3-2- Consommation domestique :

La consommation en eau par personne et par jour est différente, elle dépend du type de l'agglomération, du nombre d'habitants et du niveau de confort des habitants. Pour une agglomération urbaine (de 20000 à 100000), elle varie de 200 l/j.hab à 300 l/j.hab.

Pour notre étude, on opte pour une consommation moyenne journalière de **200** l/j.hab

Le tableau suivant nous donnera les consommations moyennes journalières actuelles et futures de la nouvelle ville d'Oued Zenati.

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

---

*Tableau II-2 : les consommations moyennes journalières actuelles et futures de la nouvelle ville d'Oued Zenati.*

horizon	Nombre d'habitant	dotation	Consommation moyenne journalière (m <sup>3</sup> /j)
2045	53485	200 L/J/Hab	10697.00

### **II-4- Consommation par équipements :**

Les consommations moyennes par équipements sont données dans le tableau suivant :

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

Tableau II-3 : les consommations moyennes par équipement.

Type d'équipement	Désignation	Unité	Quantité	Dotation [l/j]	Consommation moyenne journalière [m <sup>3</sup> /j]
<b>Administratifs</b>	APC	Employé	100	10	01
	Sûreté	Agent	45	10	0.45
	PTT	Employé	25	10	0.25
	Protection civile	Agent	15	10	0.15
	Gare routière	Agent	15	10	0.15
	Bloc administratif	Employé	40	10	0.40
<b>T o t a l a d m i n i s t r a t i f</b>					<b>2.40</b>
<b>Scolaires</b>	01 Crèche	Enfant	200	20	4
	03 écoles primaires	Elève	1200	20	24
	02 CEM	Elève	1500	20	30
	01 lycée	Elève	1000	20	20
	01 pôle universitaire	étudiant	5000	20	100
<b>T o t a l s c o l a i r e</b>					<b>178</b>
<b>Socioculturels</b>	01 mosquée + Ecole coranique	Fidèle	500	20	10
	01 Maison de jeunes	Jeune	200	10	2
	01 Stade+ piscine	Jeune	100	40	4
	01 Parc d'attraction	m <sup>2</sup>	50246.64	5	251.23
<b>T o t a l s o c i o c u l t u r e l</b>					<b>267.23</b>
<b>Commerciaux</b>	01Centre commercial	m <sup>2</sup>	10529.50	10	105.229
	01Station multiservice	m <sup>2</sup>	16731	10	167.310
<b>T o t a l c o m m e r c i a l</b>					<b>272.539</b>
<b>Consommation totale</b>					<b>720.169 m<sup>3</sup>/j</b>

Les résultats de calcul des besoins en eaux globaux (domestiques, publics) sont donnés dans le Tableau récapitulatif ci-dessous :

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

*Tableau II-4 : les résultats de calcul des besoins en eau globaux.*

Type de besoin	Consommation moyenne journalière [m <sup>3</sup> /j]
Besoins domestiques	10697
Besoins Administratifs	2.40
Besoins Scolaires	178
Besoins Socioculturels	267.23
Besoins Commerciaux	272.53
<b>Total</b>	<b>11417.16</b>

Nous remarquons que la Consommation moyenne journalière de la nouvelle ville pour l'horizon 2045 s'élève à **11417.16 m<sup>3</sup>/J** soit **132.14 l/s**.

### II-5- Variation du débit :

#### II-5-1- Débit maximal journalier :

Pour éviter l'insuffisance dans la consommation journalière, on prévoit une majoration de 20% des besoins totaux journaliers. Cela pour combler les fuites qui sont dues essentiellement:

- à la consommation non quantifiée (illégal).
- aux fuites dans le système de distribution qui sont en fonction du type de tuyau ; vieillissent du réseau, les différents équipements hydrauliques la nature du terrain et la qualité d'entretien
- aux fuites chez le consommateur (robinets).

La consommation maximale journalière est la majoration de la consommation moyenne journalière par un coefficient  $k_j$  défini ci-dessous.

-coefficient d'irrégularité journalière  $K_j$  :

$$K_{\max j} = \frac{Q_{\max j}}{Q_{\text{moy}j}} \quad (\text{II-3})$$

- $Q_{\max j}$  : consommation maximale journalière [m<sup>3</sup>/j]

- $Q_{\text{moy}j}$  : consommation moyenne journalière [m<sup>3</sup>/j]

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

---

$-K_j$  : coefficient d'irrégularité journalière compris entre (1,10 et 1,30)

Dans notre cas on prendra

$K_j = 1,2$ .

$$Q_{\max j} = Q_{\text{moy}j} \times K_j$$

$$= 11417.16 \times 1.2$$

$$Q_{\max j} = 13700.59 \text{ m}^3/\text{j}.$$

Soit :

$$Q_{\max j} = 158.57 \text{ l/s}.$$

### II-5-2- débit moyen horaire :

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy, h}} = Q_{\text{max, j}} / 24. \quad (\text{II-4})$$

$$= 11417.59 / 24 = 475.73 \text{ m}^3/\text{h}.$$

## Chapitre 2 : Estimation des besoins et variation des débits

### II-5-3- débit maximal horaire :

Le débit maximum horaire correspond au coefficient maximum horaire, ce dernier peut être décomposé en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération, à savoir  $\alpha_{\max}$  et  $\beta_{\max}$ .

❖ Coefficient d'irrégularité horaire  $K_h$  :

$$K_h = \frac{Q_{\max h}}{Q_{\text{moy}h}} \quad (\text{II-5})$$

- $Q_{\max h}$  : consommation maximale horaire [ $\text{m}^3/\text{h}$ ].

- $Q_{\text{moy}h}$  : consommation moyenne horaire [ $\text{m}^3/\text{h}$ ].

- $K_h$  : coefficient d'irrégularité horaire.

❖ La détermination de la consommation maximale horaire est exprimée par la formule :

$$Q_{\max,h} = K_{\max,h} \times Q_{\text{moy},h} \quad (\text{II-6})$$

$$K_{\max,h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \quad (\text{II-7})$$

Avec ;

- $\alpha_{\max}$  : coefficient dépendant du niveau de confort et des équipements sanitaires de la population.  $\alpha_{\max}$  varie entre (1,20 et 1,40). Dans notre cas on prendra

$\alpha_{\max} = 1,30$ .

- $\beta_{\max}$  est un coefficient qui dépend du nombre de population.

Nombre d'habitants *10 <sup>3</sup>	1	1.5	2.5	4	6	10	20	30	100	300	>1000
Les valeurs de $\beta_{\max}$	2	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.15	1.1	1.03	1

*Tableau II-5 : les valeurs de  $\beta_{\max}$  en fonction du nombre de population*

Notre population pour l'horizon 2045 est estimée à **53485** habitants, on prendra  $\beta_{\max} = 1,15$ .

D'où  $K_h = 1,30 \times 1,15 = 1,49 = 1.5 \rightarrow Q_{\max,h} = 475.73 \times 1.49 = 708.84 \text{ m}^3/\text{h}$ .

$Q_{\max,h} = 708.84 \text{ m}^3/\text{h}$ . Soit  $Q_{\max,h} = 196.9 \text{ l/s}$ .

❖ coefficient de pointe horaire  $K_p$  :

$$K_p = K_h \times K_j = 1.49 \times 1.26 = 1.87$$

Donc  $K_p = 1.87$

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

**Remarque :** avec le débit maximal journalier ( $13700.59 \text{ m}^3/\text{j}$  soit  $158.57 \text{ l/s}$ ) que sera dimensionnée la conduite d'adduction du réservoir ainsi qu'au choix des pompes, mais par contre le dimensionnement du réseau de distribution doit être fait avec le débit de pointe horaire ( $708.84 \text{ m}^3/\text{h}$  soit  $196.90 \text{ l/s}$ ); et ceci pour que l'installation puisse satisfaire le débit demandé à l'heure de pointe du jour de l'année où la consommation est maximale.

### **II-6- conclusion :**

Au terme de ce chapitre, on a pu déterminer la population future ainsi que ces besoins en eau, par la suite le débit max journalier correspondant qui servira comme donnée de base pour le reste du mémoire.

# Chapitre 3 : Réservoir de stockage

# Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

## III.1. Introduction :

Avant d'être distribuée l'eau est stockée dans des réservoirs aux châteaux d'eau. Ces derniers contribuent à améliorer les conditions de distribution de l'eau et à en sécuriser l'alimentation. Ce sont des ouvrages hydrotechniques très importants qui doivent présenter certains impératifs à savoir : la résistance, l'étanchéité et la durabilité. C'est aussi une réserve qui garantit l'autonomie en cas d'incendie sur le réseau d'eau potable.

Ce chapitre est consacré pour étudier cet ouvrage, et déterminer les volumes de stockage qui représentent nos réservoirs pour assurer le bon fonctionnement de réseau de distribution.

## III.2. Utilité des réservoirs :

Les réservoirs constituent les organes régulateurs de pression et de débit entre le régime de production et le régime de consommation, ils permettent :

- D'emmagasiner l'eau lorsque la consommation est inférieure à la production, et la restituer lorsque la consommation devient supérieure à la production.

- Une certaine souplesse pour faire face, sans gêne, pour les utilisateurs, aux incidents suivant :

- Panne électrique ;
- Remplacement d'une pompe ;
- Accident sur la conduite de refoulement.

- Une régularité de fonctionnement des groupes de pompage, de profiter au maximum du tarif de nuit en énergie électrique.

En résumé, les réservoirs constituent un volant qui permet d'assurer aux heures de pointe, les débits maximaux demandés. De plus, ils permettent de combattre efficacement les incendies.

## III.3. Classification des réservoirs :

Il existe plusieurs types de réservoirs, on peut les classer selon trois paramètres :

### *a. D'après la nature des matériaux :*

- Les réservoirs métalliques ;
- Les réservoirs en maçonnerie ;
- Les réservoirs en béton armé, ordinaire ou précontraint

### *b. D'après la situation des lieux, ils peuvent être :*

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

- Réservoir au sol ;
- Enterrés ;
- Semi-enterrés ;
- Surélevés, sur tour.

*c. D'après des considérations esthétiques, soit :*

- Affirmer les fonctions de l'ouvrage ;
- S'intégrer au paysage.

### III.4. Equipement du réservoir :

La figure (III.1) montre les différents équipements d'un réservoir:

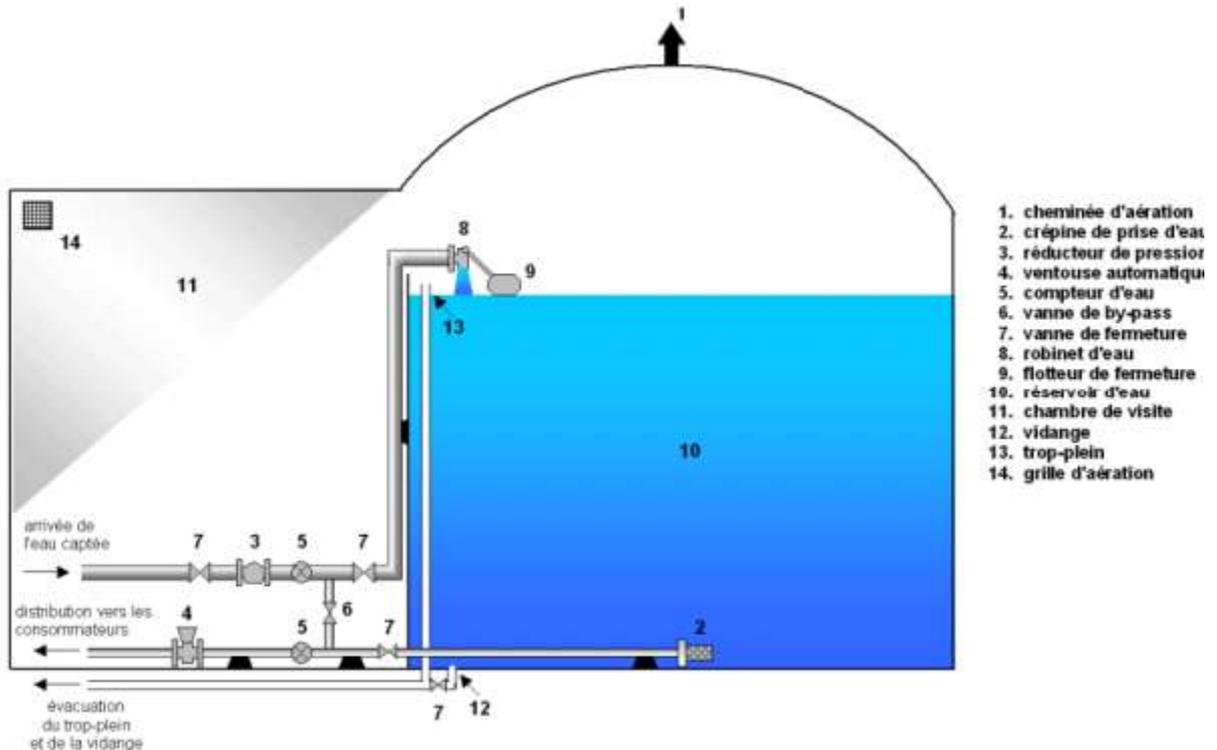
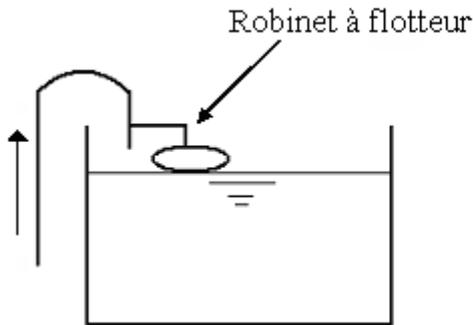


Figure III.1 : Schéma de fonctionnement d'un réservoir

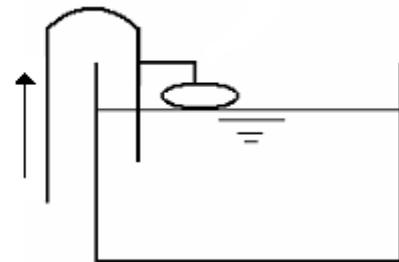
## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

### III.4.1. Conduite d'arrivée (adduction) :

L'eau arrive au réservoir par averse, soit à chute libre, provoquant une oxygénation de l'eau ce qui peut être favorable aux eaux souterraines, ordinairement pauvres en oxygène dissous, soit en prolongeant la conduite de façon à ce que l'extrémité soit toujours noyée. Les figures(III.2), (III.3) nous représentent une conduite d'arrivée.



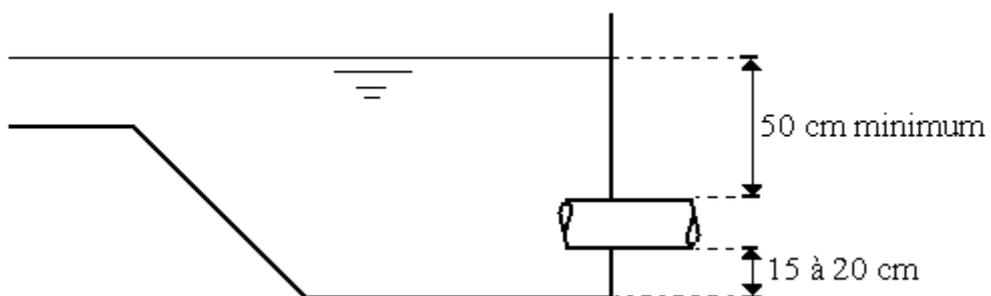
*Figure III.2 : Conduite avec chute libre*



*Figure III.3 : Adduction noyée*

### III.4.2. Conduite de départ (distribution) :

contrairement à la conduite d'arrivée qui monte au sommet de la réserve, la conduite de départ d'eau part du fond de la réserve (0,15 à 0,20m au-dessus du radier), elle doit être opposée à la conduite d'amenée et munie d'une crépine en vue d'éviter l'introduction dans la distribution, des boues ou des sables qui peuvent se déposer dans la cuve. La figure (III.4) nous représente une conduite de départ.



*Figure III.4 : conduite de départ*

### III.4.3. Conduite de vidange :

Elle permet de vidanger le réservoir en vue de nettoyage ou de réparation. Cette conduite partira au point bas du réservoir ou son sol est fait de telle manière que l'eau s'écoule

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

naturellement vers cette vidange. Elle sera munie d'un robinet vanne et sera raccordée à la conduite de trop plein.

### III.4.4. Conduite de trop plein :

Pour éviter le débordement de réservoir lorsque ce dernier reçoit plus d'eau qu'il n'en distribue ou en cas de défaillance du système d'arrêt de pompage, l'ouvrage est muni d'un trop plein, lorsque l'eau monte trop haut dans l'ouvrage elle tombe par surverse dans cette conduite, ensuite dégagée par le puisard de la chambre de visite et évacuée en dehors du captage.

### III.4.5. Conduite by-pass :

Ce tronçon de conduite relie les conduites d'alimentation (arrivée) et de distribution (départ), il fait circuler l'eau sans la faire passer au réservoir, permettant d'isoler le réservoir en cas de besoin (nettoyage de la cuve ou réparation du château).

### III.4.6. Une chambre de visite :

Appelée également chambre sèche ou chambre de vanne, c'est la partie du réservoir où les agents peuvent venir faire des prélèvements d'eau, contrôler les compteurs généraux ou inspecter le niveau du réservoir. Cette chambre contient tous les appareils hydrauliques nécessaires au bon fonctionnement du réservoir, c'est aussi dans la chambre de visite qu'arrivent et partent les conduites d'arrivée et de départ d'eau.

### III.4.7- Système de matérialisation de la réserve d'incendie :

Pour conserver sûrement une réserve permettant de lutter contre un incendie, il faut en interdire matériellement son utilisation en service normal, et la rendre accessible par la manœuvre d'une vanne spéciale en cas de nécessité, à cet effet on utilise deux solutions, en l'occurrence.

#### ❖ *Le système à deux prises :*

Il consiste à distribuer l'eau en régime normal à partir d'une prise située au-dessus du volume réservé et commandée par la vanne 2. La prise située au voisinage du fond est condamnée par la vanne 1 (vanne d'incendie), qui peut avantageusement être télécommandée en cas de sinistre. L'inconvénient de cette solution est que, sauf en cas d'alimentation du réservoir par le fond, il subsiste entre les prises 1 et 2 une zone

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

mal renouvelée, ou risque de développement de micro-organismes qui peuvent contaminer toute l'eau du réservoir et risquant de surcroît de lui donner un goût désagréable.

En temps normal, 1 est fermée et 2 est ouverte.

En cas d'incendie, 1 est ouverte

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

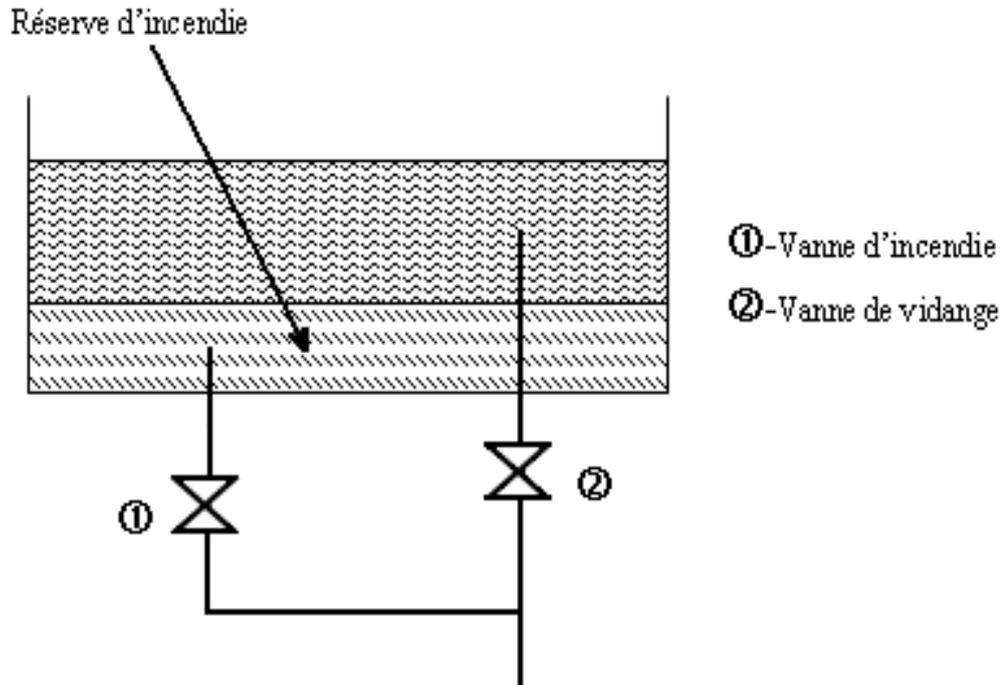


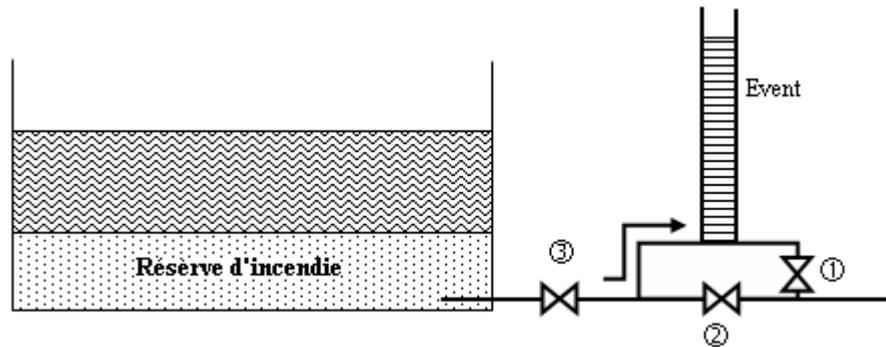
Figure (III-5) : Système à deux prises

### *Le système à siphon :*

Le système à siphon consiste à prélever, dans tous les cas l'eau au voisinage du fond du réservoir mais on la faisant transiter au service normal par un siphon situé à la coté supérieure de la réserve d'incendie et muni d'un évent qui la désamorce dès que l'eau atteint ce niveau. En cas de sinistre, la vanne 2 (vanne d'incendie) court-circuit le siphon et assure la mise en service de la réserve d'incendie, cette solution présente l'avantage d'éviter la stagnation de l'eau au voisinage du fond du réservoir.

En temps normal, 1 et 3 sont ouvertes et 2 fermée.

En cas d'incendie, 2 est ouverte et 1 est fermée.



*Figure (III-6) : Système à siphon*

### III.5. Emplacement de réservoir :

Pour le bon fonctionnement du réseau, il faut choisir convenablement l'emplacement du réservoir donc il faut tenir compte des points suivants :

- ❖ L'emplacement de réservoir doit être aussi bien choisi afin de donner aux abonnés une pression suffisante au moment de la pointe.
- ❖ L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur à la plus haute cote piézométrique exigée sur le réseau pour effectuer une alimentation gravitaire de réseau de distribution.
- ❖ Il faut évaluer la perte de charge entre le réservoir et le point de plus haute cote piézométrique à desservir pour avoir en première approximation, l'altitude du radier.
- ❖ Il faut tenir compte de la topographie et la géologie des lieux. Il ne faut pas oublier les extensions futures de l'agglomération.

### III.6. Le choix du type de réservoir :

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

En règle générale, les réservoirs sont rectangulaires ou polygonaux (si l'ouvrage doit être adapté à la forme de la parcelle ou aux conditions du terrain).

Mais Il est préférable de réaliser des réservoirs circulaires qui représentent les avantages suivants :

- Des frais de construction économique.
- Conservation de l'eau à une température constante.
- Une étude architecturale simplifiée.
- Une bonne étanchéité facile a réalisée

### III.7. Capacité du réservoir :

Pour satisfaire au rôle qu'il doit jouer, le réservoir doit avoir une capacité de stockage suffisante. Elle est définie comme étant la capacité correspondante à une journée de consommation, augmentée de la réserve d'incendie. Elle doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée et à la sortie, c'est-à-dire, du régime d'approvisionnement et de distribution, le calcul de la capacité se fait par deux méthodes :

- Méthode analytique.
- Méthode graphique.

#### III.7.1- La méthode analytique :

Le volume maximal de stockage du réservoir, pour la consommation, est déterminé

par la formule suivante 
$$V_{\max} =: P_{\max}(\%) \times \frac{Q_{\max j}}{100} \quad (\text{III.1})$$

Avec :

- $V_{\max}$  = Volume maximal de stockage pour la consommation (m<sup>3</sup>).
- $Q_{\max j}$  = consommation maximale journalière (m<sup>3</sup>/j)
- $P_{\max j}$  = résidu maximal dans le réservoir (%).

#### III.7-1-2- Détermination de la valeur de P :

Connaissant les valeurs de  $\alpha_{\max}$  et  $\beta_{\max}$  on détermine la valeur du coefficient de

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

variation horaire K max par la relation suivante :

$$K_{\max} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \quad (\text{III.2})$$

❖ la répartition de la consommation maximale journalière sur les 24 heures se détermine à l'aide du tableau de distribution du débit journalier sur 24 heures (voir annexe I)

❖ on répartit ensuite le débit de pompage tout au long de la journée

❖ la différence entre l'apport et la distribution pour chaque heure de la journée, sera

reportée dans la colonne des surplus ou des déficits selon son signe.

❖ on détermine ensuite le résidu dans le réservoir pour chaque heure. La valeur maximale trouvée ( $P_{\max}$ ) sera le pourcentage du volume de stockage.

$$P_{\max} = |R^{+\max}| + |R^{-\max}| \quad (\text{III.3})$$

Avec :

$R^{+\max}$  : résidu maximum positif (%).

$R^{-\max}$  : résidu minimum négatif (%).

### III.7-2- Méthode graphique :

C'est une méthode rapprochée à la méthode analytique. Elle tient compte de la courbe de consommation totale déduite à partir de coefficients de variations horaires de la consommation et de la courbe d'apport du débit pompé en fonction de la durée de pompage. La capacité est déduite à partir des extremums des cumuls de la consommation vis-à-vis de celle des apports. On trace, sur un même graphique, les courbes cumulées des débits d'apports et de consommation en fonction du temps. Le volume maximal de stockage est obtenu en sommant en valeur absolue les écarts des deux extremums par rapport à la courbe d'apport.

$$P_{\max} = |\Delta V_{+}| + |\Delta V_{-}| \quad (\text{III.4})$$

Remarque :

Le volume maximal sera déterminé de la même façon que la méthode analytique.

Le volume total du réservoir est de :

$$V_T = V_{\max} + V_{\text{inc}} \quad (\text{III.5})$$

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

---

- $V_T$  : volume total du réservoir.
- $V_{max}$  : volume maximal de stockage.
- $V_{inc}$  : volume d'incendie ( $120m^3$ ).

### III.8. Détermination de la capacité des réservoirs :

#### III.8-1- Dimensionnement de la station de la reprise :

La station de reprise est un ouvrage composée d'un réservoir et d'une station de pompage ;

❖ le dimensionnement de la station de reprise est déterminé d'après le temps nécessaire pour maintenir la crépine en charge et pour que la pompe ne se désamorce pas, dans notre cas on prend un temps de stockage de 1/4heure ;

$$VS.R = \frac{Q_{maxj} * t}{T} \quad (III.6)$$

Avec :

VS.R. : volume de la station de reprise.

$Q_{max j}$  : débit entrant à la station.

T : temps de pompage (20h)

t : temps de fermeture des vanne (1/4 h).

$$Q_{max j} = 13700.59 \text{ m}^3/\text{j}$$

$$VS.R. = (13700.59 \times 0.25) / 24$$

$$VS.R = 171.25 \text{ m}^3.$$

On prend une station de capacité standard de 200 m<sup>3</sup>.

#### III.8-2- Dimensionnement du réservoir principal (Rp) :

Le dimensionnement du réservoir sera comme suit :

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

*Tableau (III.1) : dimensionnement du réservoir principal(Rp). Donc on prend Kmax = 1.8*

Horaire	Apport (%)	Adduction (%)	Surplus (%)	Déficit (%)	Résidu (%)
0 – 1	5.00	4.16	0.84		0.84
1 – 2	5.00	4.16	0.84		1.68
2 – 3	5.00	4.16	0.84		2.52
3 – 4	5.00	4.16	0.84		3.36
4 – 5	5.00	4.16	0.84		4.2
5 – 6	5.00	4.16	0.84		5.04
6 – 7	5.00	4.16	0.84		5.88
7 – 8	5.00	4.16	0.84		6.72
8 – 9	5.00	4.17	0.83		7.55
9 – 10	5.00	4.17	0.83		8.38
10 – 11	5.00	4.17	0.83		9.21
11 – 12	5.00	4.17	0.83		10.04
12 – 13	5.00	4.17	0.83		10.87
13 – 14	5.00	4.17	0.83		11.7
14 – 15	5.00	4.17	0.83		12.53
15 – 16	5.00	4.17	0.83		13.36
16 – 17	5.00	4.17	0.83		14.19
17 – 18	5.00	4.17	0.83		15.02
18 – 19	0.00	4.17		4.17	10.85
19 – 20	0.00	4.17		4.17	6.68
20 – 21	0.00	4.17		4.17	2.51
21 – 22	0.00	4.17		4.17	-1.66
22 – 23	5.00	4.17	0.83		-0.83
23 – 24	5.00	4.17	0.83		00
$\Sigma$	100.00	100	16.68	16.68	

## Chapitre 3 : Réservoir de stockage

Résidu maximum est égal :

$$P_{\max} = |R_{+\max}| + |R_{-\max}| = 16.68 \%$$

$$V_T = V_u + V_{\text{inc}} = (16.68 \times 13700.59 / 100) + 120 = 2405.25 \text{ m}^3$$

Avec

$$V_{\text{inc}} = 120 \text{ m}^3$$

Une capacité totale de **2500 m<sup>3</sup>**.

### III-9-Dimensionnement du réservoir :

#### III-9-1- détermination du diamètre du réservoir :

$$S = \pi D^2 / 4 \rightarrow D = \sqrt{4S / \pi}$$

On a :

$$V_R = S \times H_e \rightarrow S = V_R / H_e$$

Donc :

$$D = \sqrt{\frac{4V_R}{\pi \cdot H_e}}$$

On prend :

$$H_e = 5.00 \text{ m} \rightarrow D = \sqrt{4 \times 2500 / \pi \times 5.00} = 25.23 \text{ m}$$

$$D \approx 26 \text{ m}$$

#### III-9-2- détermination de la hauteur d'incendie :

$$V_{\text{inc}} = S \times H_{\text{inc}} \rightarrow H_{\text{inc}} = \frac{V_{\text{inc}}}{S} = \frac{4 \times V_{\text{inc}}}{\pi D^2}$$

$$H_{\text{inc}} = 22.61 \text{ cm.}$$

### III-10-Conclusion :

Cette partie de l'étude nous a permis de titrer les dimensions des ouvrages de Stockage (réservoir) et de transits (station de reprise).

Dans ce chapitre, notre étude nous a amené à projeter un réservoir 2500 m<sup>3</sup> pour le long terme.

## **Chapitre 3 : Réservoir de stockage**

---

Après avoir fait le dimensionnement final du réservoir, nous allons nous intéresser au dimensionnement de la conduite d'adduction qui véhicule l'eau de la station de pompage vers le réservoir de notre étude.

# Chapitre 4 : Adduction

## Chapitre 4 : Adduction

---

### IV-1-Introduction :

L'adduction des eaux consiste à étudier les voies et les moyens, tant sur le plan technique qu'économique, en vue d'acheminer les eaux prélevées soit de la source vers les réservoirs soit entre les réservoirs, suivant la nature du relief de la région. Il existe trois types d'adduction :

-Adduction gravitaire : On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée, elle s'effectue soit par un aqueduc grâce à la pente soit par une conduite forcée où l'écoulement se fait sous pression.

-Adduction par refoulement : dans l'adduction par refoulement, le captage se situe à un niveau inférieur à celui du réservoir d'accumulation, ce qui nécessite de fournir au fluide une énergie qui est assurée par les pompes. [3]

-Adduction mixte : c'est une combinaison des deux adductions (gravitaire et refoulement) selon la nature du terrain.

### IV-2-Choix du tracé :

Le choix de tracé du profil de la conduite se fait toujours en tenant compte de certains impératifs d'ordre technique et économique:

-Le profil doit être le plus régulier et le plus court possible afin de réduire les frais d'investissement ;

-Eviter les contres pentes, qui peuvent donner lieu en exploitation à des cantonnements d'air plus au moins difficile à évacuer ;

-Pour les conduites de longueur importante, il sera bon de prévoir quelques robinets ou vannes de sectionnement en vue de faciliter la réparation éventuelle ;

-Le tracé se fera de préférence le long des routes ou des voies publiques pour faciliter la pose de canalisation et leur exploitation et permettre un accès rapide pour l'entretien et la réparation, il doit aussi éviter de traverser les propriétés privées. [3]

### IV-3-Choix du type des conduites :

Le choix du type de canalisation destinée à l'adduction d'eau des différentes agglomérations de la présente étude est porté sur le PEHD PN 20, pour les raisons suivantes :

- ❖ Une longue vie ;
- ❖ Très grandes charges mécaniques admissibles ;
- ❖ Possibilité de pose très profonde ou avec un faible recouvrement ;
- ❖ Déviation angulaire des tubes ;
- ❖ Montage simple. [3]

## Chapitre 4 : Adduction

### IV-4-Description du schéma du tracé :



Figure IV-1

### IV-5-Les équipements du système d'adduction :

Les accessoires qui devront être utilisés pour l'équipement du réseau d'adduction sont les suivants:

- ❖ Les vannes de sectionnement ;
- ❖ Les robinets vannes à opercule ;
- ❖ Les vannes à papillon ;
- ❖ La vidange ;
- ❖ Les ventouses ;
- ❖ Les clapets anti-retour ;
- ❖ Crépine.

### IV-6-Etude technico-économique :

Le dimensionnement de la conduite d'adduction (refoulement) s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de fonctionnement et celles d'inversement, en effet plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever plus les pertes de charge seront plus importantes.

#### IV-6-1-Calcul du diamètre économique :

Pratiquement, pour faire un bon choix de diamètre optimal on doit trouver une gamme des diamètres correspondante à une vitesse d'écoulement comprise entre 0,5 m /s et 1,5 m/s mais dans certain cas la vitesse peut aller jusqu'à 2m/s, cette gamme est déterminée par les deux formules suivantes :

La formule de BONNIN :

$$D_1 = \sqrt{Q} \quad (IV-1)$$

## Chapitre 4 : Adduction

La formule de BRESS :

$$D_2 = 1.2 \sqrt{Q} \quad (\text{IV-2})$$

- $D_2$  : Diamètre de la conduite en m ;

- $Q$  : Débit véhiculé en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

### IV-6-2-Calcul de la vitesse :

Elle est donnée par la formule suivante:

$$V = 4 \times Q / \pi \times D_n^2 \quad (\text{IV-3})$$

Avec :

- ❖  $V$  : vitesse d'écoulement en (m/s)
- ❖  $Q$  : débit transitant dans la conduite en ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- ❖  $D_n$  : diamètre normalisé de la conduite en (m).

### IV-6-3-Calcul des pertes de charge :

Elles se présentent sous deux formes :

- ❖ Les pertes de charge linéaires ;
- ❖ Les pertes de charge singulières.

#### IV-6-3-1-Pertes de charge linéaire :

Elles sont déterminées par la formule de DARCY-WEISBBACH :

$$H_L = J \times L = \lambda \times L \times V^2 / 2 \times g \times D_n \quad (\text{IV-4})$$

Avec :

- $J$  : perte de charge linéaire (m/ml) ;

- $L$  : longueur de la conduite (ml) ;

- ❖  $\lambda$  : coefficient de frottement de DARCY, il caractérise l'écoulement ainsi que la nature de rugosité de la canalisation. Il est donné par deux formules.

#### IV-6-3-2-Pertes de charge singulière :

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, les vannes, les clapets, etc.

Elles sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires :

$$H_s = 0.1 \times H_L$$

## Chapitre 4 : Adduction

### IV-6-3-3-Pertes de charges totales :

Elles représentent la somme des pertes de charge linéaires et singulières pour chaque conduite de longueur L, donc on aura:

$$H_t = 1.10 \cdot H_1 = 1.1 \cdot J \cdot L \quad (\text{IV-6})$$

### IV-6-4-Détermination de la puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance mécanique absorbée au niveau de l'arbre de la pompe, elle est déterminée d'après la formule suivante :

$$P_a = \frac{g \times H_{mt} \times Q}{\eta} \quad (\text{IV-7})$$

Avec :

- ❖  $P_a$  : Puissance absorbée par la pompe (KW) ;
- ❖  $\eta$  : Rendement de la pompe (%) ;
- ❖  $H_{mt}$  : Hauteur manométrique de la pompe (m).

### IV-6-5-Détermination de la hauteur manométrique :

Elle représente une hauteur d'élévation fictive qui résulte de la somme de la hauteur géométrique et les pertes de charge résultantes de l'aspiration et du refoulement

$$H_{mt} = H_g + H_t \quad (\text{IV-8})$$

### IV-6-6-Energie consommée par la pompe :

Elle est fixée par la formule suivante:

$$E = p \times t_p \times 365 \quad (\text{IV-9})$$

Avec:

- $t_p$  : Nombre d'heures de pompage (24 h pour les forages, 20 h pour la station pompage) ;
- $P$  : Puissance de pompage en (KW, h).
- $E$  : énergie consommée (kW/an).

### IV-6-7-Détermination des Frais d'exploitation :

D'après les tarifs obtenus auprès de SONELGAZ-GUELMA, le cout du KWh est de 4.2

DA. D'où le cout de l'énergie consommé par la pompe sera :

$$F_{\text{exp}} = E \times e' \quad (\text{IV-10})$$

Avec:

## Chapitre 4 : Adduction

- ❖ E : Energie consommée par la pompe (KWh) ;
- ❖ e' : Prix de l'unité de l'énergie.

### IV-6-8-Détermination des frais d'amortissement :

Le prix de la conduite sera amorti sur 25 ans avec un taux de 8% soit :  $i=8\%$  et  $n=25$  ans.  
L'annuité d'amortissement est déterminée par :

$$A = \frac{i}{(i+1)^n - 1} + i \quad (\text{IV-11})$$

$$A = 0.0937$$

### IV-7- calculs hydrauliques :

#### IV-7-1- calcul de la conduite par refoulement :

Station de pompage → réservoir projeté

- Station de pompage d'Oued Zenati :

-cote de terrain naturel 709 m.

-cote de radier 708 m.

- Réservoir projeté :

-cote du terrain naturel 871 m.

-cote de radier 870 m.

- Débit à canaliser :  $Q_{\max j} : 13700.59 \text{ m}^3/j = 158.57 \text{ l/s} = 0.158 \text{ m}^3/s.$
- Longueur de la conduite :  $L=4578\text{m}$
- La hauteur géométrique :  $H_g=167.20$
- Le rendement de la pompe :  $\eta=$

La valeur approchée du diamètre économique est donnée par :

$$D = K\sqrt{Q}$$

On prend  $K=1.2$

$$D = 1.2\sqrt{0.158} = 0.476 \text{ m}$$

Les diamètres normalisés **400 ,500 ,630**

Les frais d'amortissement :

## Chapitre 4 : Adduction

*Tableau IV-1: Frais D'amortissement pour les différents diamètres*

<b>D (m)</b>	<b>Prix ml (Da)</b>	<b>L (m)</b>	<b>Frais amort (Da)</b>
0.40	15 300.00	4578	6561580.193
0.50	23 500.00	4578	10078244.09
0.63	31 000.00	4578	13294704.97

**-Les frais d'exploitation :**

Pour trouver les frais d'exploitation, il faut d'abord chercher les pertes de charge (les tables de COOLEBROOK) afin de calculer la hauteur manométrique totale (HMT) pour les différents diamètres.

*Tableau IV-2 : pertes de charge et hauteur manométrique totale pour les différents diamètres.*

<b>Re</b>	<b>D<sub>interieur</sub> (m)</b>	<b>V (m/s)</b>	<b>j (m/m)</b>	<b>L (m)</b>	<b>ΔH (m)</b>	<b>Hmt (m)</b>	<b>λ</b>	<b>f</b>
566968.6911	0.355	1.597094905	0.004866851	4578	25.62251297	192.822513	0.013289664	0.000280862
453319.5616	0.444	1.020990004	0.00163871	4578	8.627317453	175.8273175	0.013694341	0.000459109
359417.6524	0.560	0.641817236	0.000531896	4578	2.800272511	170.0002725	0.014187012	0.000619312

## Chapitre 4 : Adduction

*Tableau IV-3 : puissance et prix d'énergie*

D (m)	P (Kw)	E (Kwh)	Fexp (Da)
0.355	398.4947182	2909011.443	12217848.06
0.444	363.3717673	2652613.902	11140978.39
0.560	351.3293632	2564704.351	10771758.28

*Tableau IV-4 : le bilan des frais d'amortissement et d'exploitation*

$D_{EXT}$ (m)	<b>0.400</b>	<b>0.500</b>	<b>0.630</b>
<b>Frais exp (Da)</b>	12217848.06	11140978.39	10771758.28
<b>Frais amts (Da)</b>	6561580.193	10078244.09	13294704.97
<b>Bilan (Da)</b>	<b>18779428.25</b>	21219222.47	24066463.24

## Chapitre 4 : Adduction

---

### IV-8- conclusion :

On constate d'après les résultats ci-dessus que le diamètre économique de l'adduction par refoulement est le DN = 400 mm

Du fait qu'il présente le plus petit bilan, tout en étant le siège d'une vitesse raisonnable

De 1.53 m/s, par conséquent, c'est ce diamètre qui sera adopté pour le projet, vu la

Hmt de 192.82m.

Dans le prochain chapitre, on choisira le type de pompe qui répond aux différentes conditions de refoulement.

# Chapitre 5: Station de pompage

### V.1.Définition:

La pompe est une machine hydraulique, son fonctionnement consiste à transformer l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique ; c'est-à-dire qu'elle transmet au courant liquide qui la traverse une certaine puissance.

L'énergie reçue par le liquide lui permet de s'élever de la zone à basse pression vers une autre à plus haute pression.

### V.2. Eléments constitutifs d'une station de pompage :

Chaque station de pompage est généralement constituée des éléments suivants :

-Une bache de reprise, divisée en deux compartiments afin de pouvoir mettre un des deux hors service lors des travaux de maintenance (principalement le nettoyage) ou d'éventuelles réparations. dans le but de pouvoir mettre hors service l'un des compartiments, il est prévu d'installer des vannes de sectionnement dans la chambre des vannes, le débit d'alimentation des pompes doit être assuré par un seul compartiment.

-Une chambre des pompes et moteurs dont le radier est situé en contrebas de la bache de reprise.

-Une clôture permettant de délimiter le périmètre des installations.

### V.3.Classification des pompes : [6]

Les pompes peuvent être classées comme suit :

#### V.3.1.Les turbopompes :

Dans les turbopompes une roue, munie d'aubes ou d'ailettes, animée d'un mouvement de rotation, fournit au fluide de l'énergie cinétique dont une partie est transformée en pression, par réduction de vitesse dans un organe appelé récupérateur. On distingue dans la catégorie des turbopompes :

- Pompes centrifuges.
- Pompes hélices.
- Pompes hélico-centrifuges.

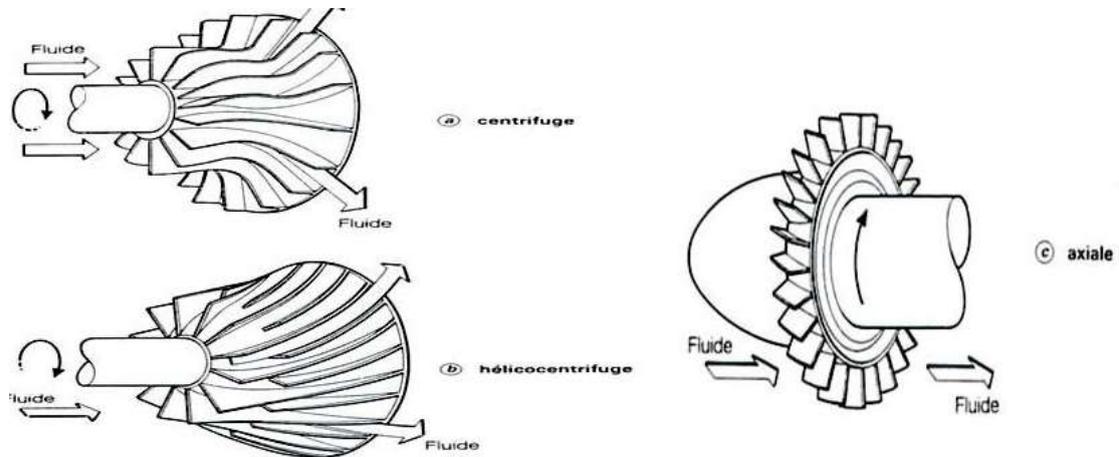


Figure (V-1) : Les trois essentiels des turbopompes

### V.3.2. Les pompes volumétriques :

Elles sont caractérisées par un déplacement du liquide du point de l'aspiration vers le point de refoulement qui se fait par un mouvement de :

- translation
- rotation
- ou mixte (translation et rotation)

### V.4. Choix des pompes :

Le choix des pompes à installer portera sur les critères suivants [4] :

- ❖ Le débit appelé à être refoulé ;
- ❖ La hauteur d'élévation à atteindre ;
- ❖ Le rendement de la pompe qui doit être élevé, de manière à avoir un coût minimum d'exploitation ;
- ❖ Le temps mis par la pompe pour élever un certain volume d'eau ;
- ❖ Fiabilité ;
  
- ❖ Vitesse de rotation la plus élevée ;
- ❖ Vérifier la condition de non cavitation ;

## Chapitre 5: Station de pompage

---

Les pompes les plus utilisées sont les pompes centrifuges, vu qu'elles permettent le refoulement des débits importants à des hauteurs considérables, et qu'elles constituent des groupes légers peu coûteux et présentent un bon rendement.

### V.5. Caractéristiques hydrauliques des pompes centrifuges :

#### V.5.1. Hauteur manométrique :

C'est la somme de la hauteur géométrique et les pertes de charge à l'aspiration ainsi qu'au refoulement [4] :

$$H_{mt} = H_g + H_{asp} + H_{ref}$$

Avec:

- $H_{mt}$  : Hauteur manométrique en (m).
- $H_g$  : Hauteur géométrique en (m).
- $H_{asp}$  : Pertes de charge à l'aspiration (m)
- $H_{ref}$  : Pertes de charge au refoulement en (m).

#### V.5.2. La vitesse de rotation :

La vitesse de rotation (N) représente le nombre de tours effectués par la pompe par unité de temps (tr/mn).

#### V.5.3. La puissance :

On distingue deux types de puissance :

##### V.5.3.1. La puissance absorbée par la pompe :

C'est la puissance disponible au niveau de l'ordre d'entraînement de la roue de la pompe notée par ( $P_a$ ), unité de mesure (Kw). Elle est traduite par la formule :

$$P_a = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{mt}}{\eta}$$

- $P_a$  : Puissance totale consommée (KW).
- $Q$  : Débit refoulé par la pompe ( $m^3/s$ ).
- $H_{mt}$  : Hauteur manométrique totale (m).
- $\eta$ : rendement total de l'installation.

## Chapitre 5: Station de pompage

---

### V.5.3.2. la puissance utile :

Elle traduit la puissance transmise au fluide par la pompe, notée

$P_u$  :

$$P_u = g \cdot H_{mt} \cdot Q$$

### V.5.4. Le rendement :

C'est le rapport entre la puissance utile  $P_u$  et la puissance absorbée par la pompe  $P_a$ , noté  $\eta$ .

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

### V.5.5. Le débit de pompage (Q) :

C'est le volume qu'une pompe peut ou doit fournir par unité de temps.

## V.6. Les courbes caractéristiques :

### V.6.1. Les courbes caractéristiques des pompes centrifuges :

Pour une vitesse de rotation donnée, les courbes qui caractérisent les pompes centrifuges et qui expriment leurs performances, sont les suivantes :

#### V.6. 1.1. La courbe débit-hauteur [ $H=f(Q)$ ] :

C'est une représentation graphique qui exprime les variations des différentes hauteurs d'élévation en fonction du débit  $H = f(Q)$ .

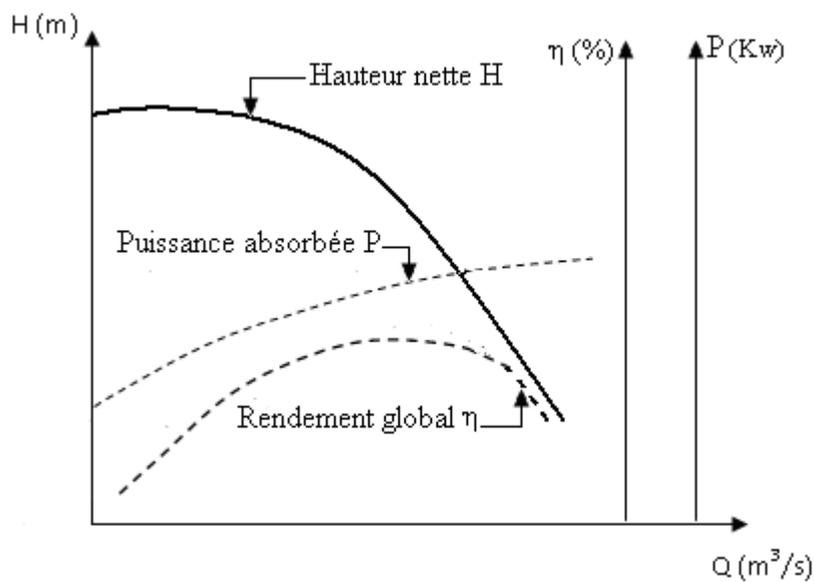
## Chapitre 5: Station de pompage

### V.6.1.2. La courbe puissance-débit [ $P=f(Q)$ ]:

Elle présente les variations de la puissance absorbée en fonction des débits, c'est une courbe en branche de parabole, dont la courbure est tournée vers la bas  $P = f(Q)$ .

### V.6. 1.3 La courbe rendement-débit [ $\eta=f(Q)$ ]:

Elle exprime les variations du rendement de la pompe en fonction du débit  $\eta = f(Q)$ . Le point d'intersection de la courbe  $H = f(Q)$  avec l'axe des ordonnées s'appelle le point de barbotage ou point à vanne fermée.



**Figure (V-2) :** La courbe caractéristique d'une pompe centrifuge.

### V.6.2. Courbes caractéristiques de la conduite :

Le réseau hydraulique sur lequel une pompe débite est lui aussi caractérisé par une hauteur et un débit (Figure V.2). La caractéristique de la conduite est déterminée par la formule suivante :

$$H_c = H_g + R Q^2$$

- $H_g$  : hauteur géométrique en (m) ;
- $RQ^2$  : valeur de la perte de charge au point considéré en (m) ;
- $Q$  : débit ( $m^3/j$ ) ;
- $H_c$  : charge totale en fonction du débit en (m) ;
- $R$  : coefficient qui caractérise la résistance de la conduite (m).

$$R = \frac{8 \cdot \lambda \cdot L}{g \cdot \pi \cdot D^5}$$

Avec :

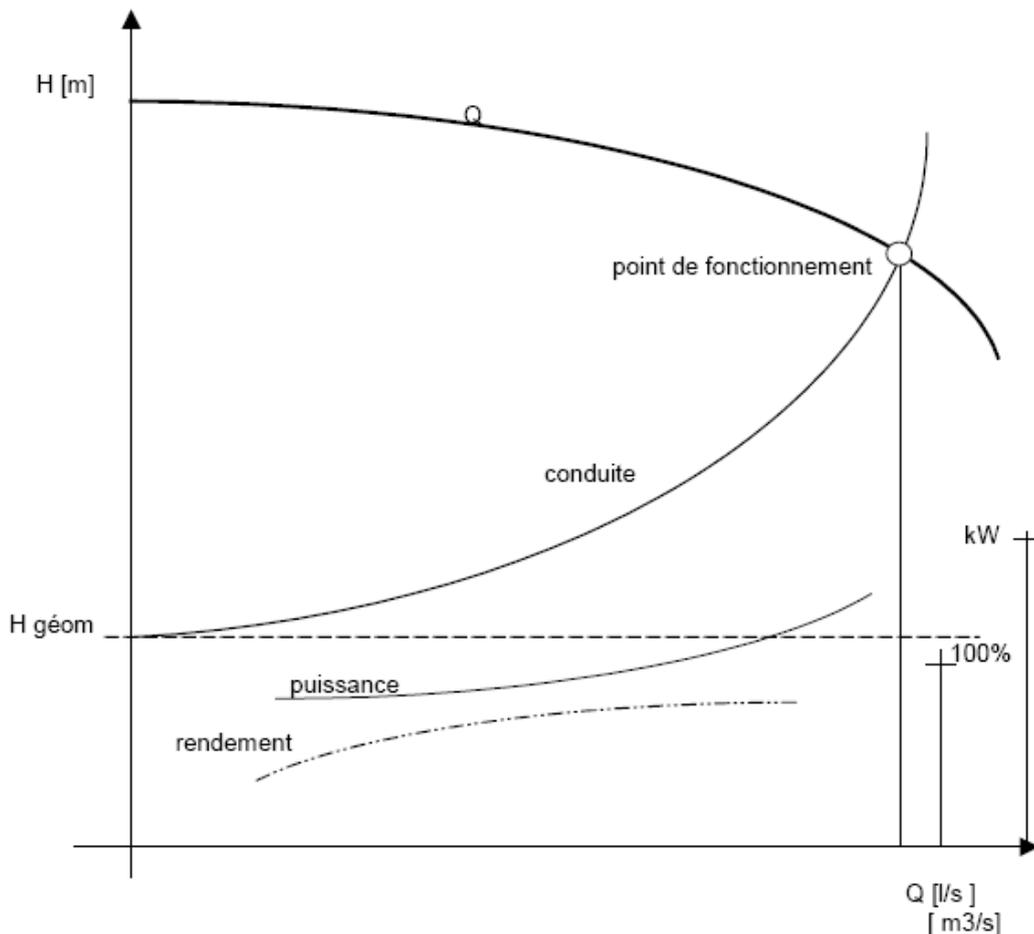
- $D$  : diamètre de la conduite en (m) ;
- $L$  : longueur de la conduite en (m) ;
- $g$  : accélération de la pesanteur ( $g = 9.81 \text{ m/s}$ ) ;
- $\lambda$  : coefficient de frottement, qui dépend de la rugosité relative et du nombre de Reynolds.

## Chapitre 5: Station de pompage

### V.7. Le point de fonctionnement de la pompe :

La conduite de refoulement ayant été déterminée par des conditions économiques (le diamètre et la longueur sont connues), on peut tracer sa courbe caractéristique.

En portant sur le même graphe la courbe caractéristique du réseau et celle de la pompe, le point d'intersection des deux courbes est le point de fonctionnement de l'ensemble (P). Ce point détermine donc un débit  $Q$  et une hauteur  $H$



**Figure (V-3) :** Point de fonctionnement d'une pompe.

Dans le cas où le point de fonctionnement ainsi obtenu, ne coïncide pas avec le point désiré, alors on procèdera à la modification de l'un des paramètres du fonctionnement de la pompe dans le but de ramener le point de fonctionnement au point désiré, et ça suivant quatre variantes :

## Chapitre 5: Station de pompage

---

### V.7.1. Première variante : "Réduction ou augmentation du temps de pompage" :

Dans le cas où le débit correspondant au point de fonctionnement obtenu est supérieur au débit appelé (désiré), on opte pour la diminution du temps de pompage en conservant le même volume à pomper, ce temps se calcule comme suit :

$$T'' = \frac{T' \cdot Q_{app}}{Q_{pf}}$$

Avec :

- T'' : Le nouveau temps de pompage (h) ;
- T' : Le temps de pompage prévu (h), pour notre cas, il est de 20 h ;
- Q<sub>app</sub> : Débit désiré à refouler en m<sup>3</sup>/s ;
- Q<sub>pf</sub> : Débit de point de fonctionnement de la pompe en m<sup>3</sup>/s.

### V.7.2. Deuxième variante : "Régulation par étouffement (Le vannage)" :

On accepte la caractéristique de la pompe  $H_{mt} = f(Q)$ , et on place une vanne sur la conduite de refoulement pour créer des pertes de charge de refoulement pour créer des pertes de charge de façon à obtenir le débit appelé (désiré). Dans ce cas la puissance absorbée sera :

$$P = \frac{g \cdot Q_{app} \cdot H'}{\eta}$$

Avec :

$$H' = H_1 + h$$

- h : Pertes de charge engendrées par le vannage (m) ;
- H<sub>1</sub> : La hauteur manométrique totale correspondant au débit appelé en m ;
- η : Le rendement en (%)
- H' : La distance qui sépare le point désiré et l'intersection de la verticale passant par le même point avec la caractéristique de la pompe en m.

### V.7.3. Troisième variante : "Rognage de la roue" :

Pour faire passer la courbe  $H = f(Q)$  de la pompe par le point désiré, la solution consiste à diminuer le diamètre de la roue pour la même vitesse de rotation. On aura alors [5,9]:

$$m = \left(\frac{Q_1}{Q_2}\right)^{0.5} = \left(\frac{H_1}{H_2}\right)^{0.5} = \frac{D_1}{D_2}$$

Avec :

- m : Coefficient de rognage ;

## Chapitre 5: Station de pompage

- D1 : Diamètre de la roue avant rognage (m) ;
  - D2 : Diamètre de la roue après rognage (m).
- Le pourcentage de rognage (r) sera :

$$r = (1 - m) \times 100 (\%)$$

La puissance absorbée par la pompe est donnée par la formule [5]:

$$P_a = \frac{g \cdot Q_1 \cdot H_1}{\eta} \text{ (KW)}$$

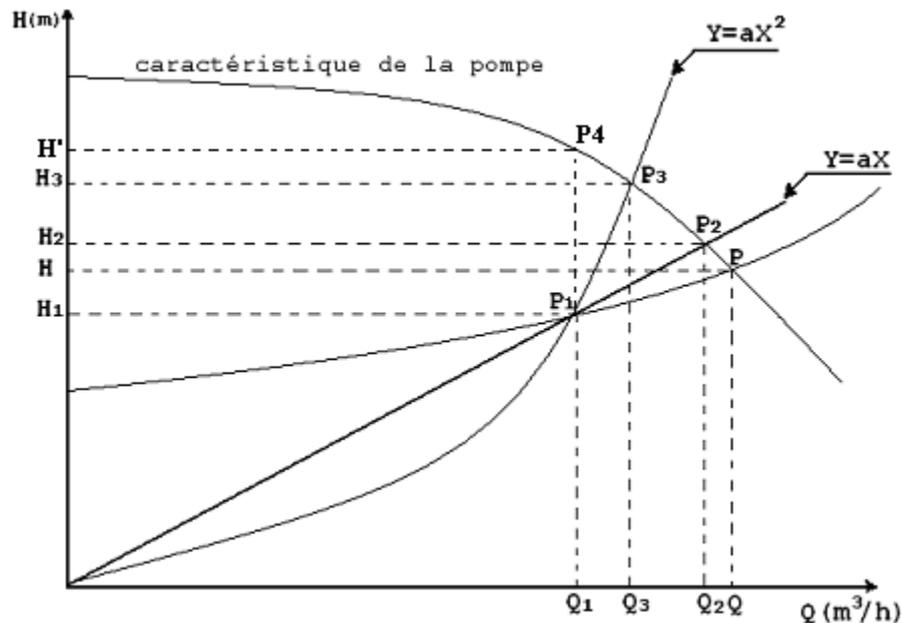
### V.7.4. Quatrième variante : Variation de la vitesse de rotation :

Dans ce cas, on fait varier la vitesse de rotation, sa diminution entrainera la diminution du débit et également la puissance absorbée. On trace la parabole d'équation  $y = ax^2$  (courbe d'iso-rendement) qui contient le point homologue qui passe par P1 dans la figure (V.11) et qui coupe la courbe caractéristique de la pompe au point P3 (Q3, H3), on aura alors La nouvelle vitesse de rotation N' donnée par :

$$N' = N * \frac{Q_1}{Q_3}$$

Et la puissance absorbée par la pompe sera :

$$P_a = \frac{g \cdot Q_1 \cdot H_1}{\eta} \text{ (KW)}$$



*Figure (V-4) : Recherche de la réalisation du point de fonctionnement désiré*

## Chapitre 5: Station de pompage

---

### V.8. Modes de couplage des pompes :

Dans certains cas, les besoins (Hmt -Q) ne peuvent être satisfaits que par une seule pompe, ou, pour des raisons de souplesse, on préfère utiliser plusieurs pompes.

Dans ce cas, on sera amené à utiliser un couplage de pompes. Les pompes peuvent être couplées en série ou en parallèle, selon le but recherché, soit d'augmenter la hauteur ou bien le débit.

Les couplages existants sont : les couplages en parallèle et les couplages en série

#### V.8.1. Couplage en série :

Ce montage s'emploie lorsqu'on veut augmenter la hauteur de refoulement, dans ce cas :

- Le refoulement de la première pompe débouche dans l'aspiration de la seconde ;
- Le même débit traverse les deux pompes et les hauteurs d'élévation produites par chaque groupe s'ajoutent ;
- Ce type de couplage est utilisé pour refouler un débit sensiblement constant à une hauteur importante.

#### IV.8.2. Couplage en parallèle :

Ce montage se rencontre lorsqu'on désire, pour une même hauteur de refoulement, augmenter le débit, dans ce cas on a :

- ❖ Chaque conduite de refoulement aboutit à un collecteur général commun ;
- ❖ Le débit du collecteur commun sera composé de la somme des débits de chaque pompe ;
- ❖ Ce type de couplage est utilisé pour refouler un débit variable à une hauteur constante.

### V.9. Etude de la cavitation :

Le phénomène de cavitation apparaît dans l'écoulement d'un liquide lorsqu'en un point quelconque de celui-ci la pression absolue devient égale à la pression de vapeur saturante pour la température du liquide transporté. Il se produit en ce point une bulle, cavité remplie de vapeur du liquide. Ces cavités remplies de vapeur du liquide s'écrasent dans

## Chapitre 5: Station de pompage

---

les zones où elles rencontrent des pressions absolues plus élevées produisant ainsi des bruits et des vibrations diverses [12]. Dans les pompes centrifuges monocellulaires les plus basses pressions s'observent sur la face arrière des aubes de la roue (extrados).

Dans les pompes centrifuges multicellulaires c'est toujours au niveau de la première roue que se manifeste le phénomène de cavitation [12].

Pour éviter ce phénomène, on doit assurer à l'aspiration une certaine pression dite : “ charge nette minimale disponible à l'aspiration” (NPSH)<sub>d</sub> (donnée par l'utilisateur), qui sera supérieure à la “ Charge nette minimale requise à l'aspiration” (NPSH)<sub>r</sub> (donnée par le constructeur) :  $NPSH_d > NPSH_r$

- **NPSH<sub>d</sub>** : La charge nette d'aspiration disponible, est simplement une mesure permettant de quantifier la hauteur manométrique d'aspiration disponible pour éviter la vaporisation au niveau le plus bas de la pression dans la pompe.
- **NPSH<sub>r</sub>** : La charge d'aspiration requise par le constructeur, est la hauteur minimale de liquide, supposée à sa température d'ébullition, nécessaire au-dessus de l'aspiration

pour empêcher la cavitation. Elle dépend :

- Du type de la pompe,
- Du point de fonctionnement.

### V-10- Calculs hydrauliques :

#### V-10-1- Détermination du point de fonctionnement :

Nous avons une station de pompage :

En premier lieu on tracera la courbe caractéristique de la conduite et puis celle de la pompe.

-Refoulement : Station de pompage-réservoir (nouvelle ville) Données de base :

$$L = 4578 \text{ m}$$

$$HMT = 192.82 \text{ m}$$

$$H_g = 167.20 \text{ m}$$

$$Q_{app} = 158.57 \text{ l/s} = 0.158 \text{ m}^3/\text{s}$$

# Chapitre 5: Station de pompage

## V-10-2- Choix des pompes :

Après avoir déterminé les caractéristiques de la conduite de refoulement, on utilise le catalogue des pompes **caprari**, afin de choisir le type et le nombre de pompes qu'il faut pour notre station de pompage.

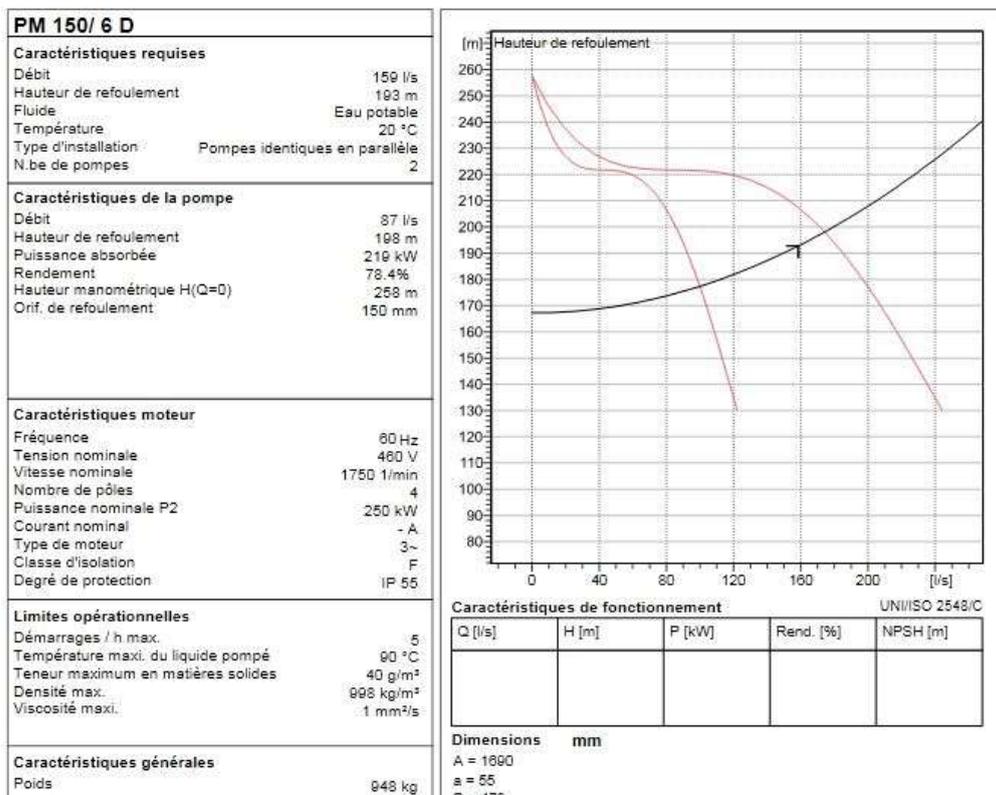
D'où on déterminera le point de fonctionnement résultant de l'intersection de la courbe caractéristique de la conduite avec la courbe caractéristique de la pompe.

Ainsi, on compare les débits et les HMT donnés et on décidera de retenir ou de charge de pompe.



Modena - Italy

COMPANY  
WITH QUALITY SYSTEM  
CERTIFIED BY DNV  
ISO 9001



Dans notre cas, il nous faut deux pompes en série et une en secours.

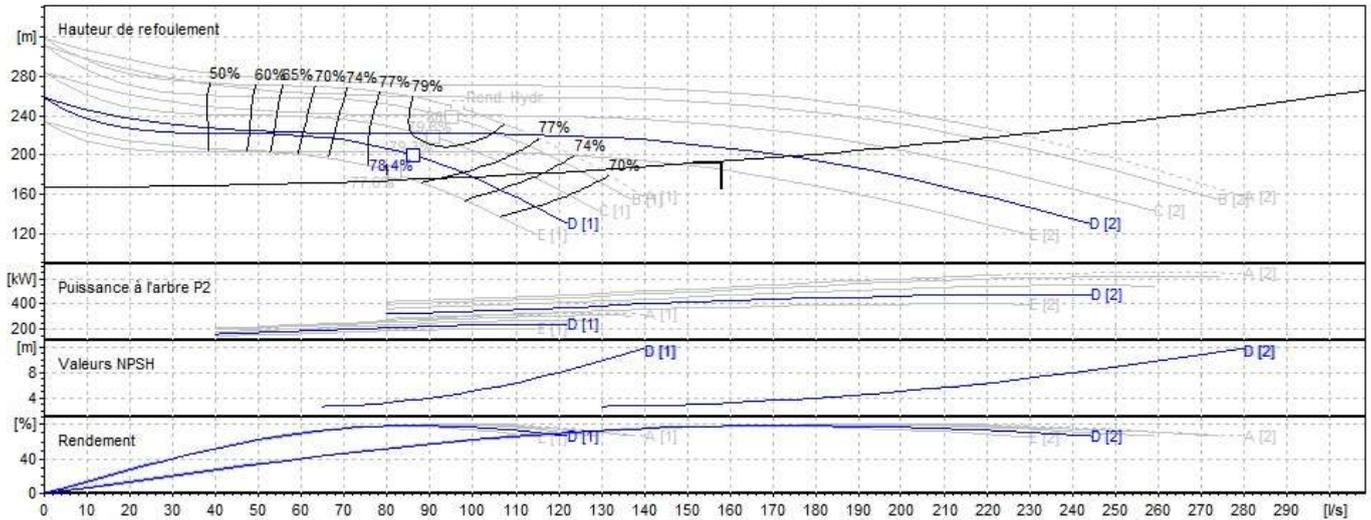
On choisit la courbe de pompe PM 150/ 6 D ayant les caractéristiques suivantes :

- vitesse de rotation : N= 1750 tr/mn
- rendement : 78.4%
- diamètre de la roue :  $\Phi=150$  mm
- puissance : P=219 KW
- le débit total à refouler est de : 159 l/s
- la hauteur de refoulement : 193 m

# Chapitre 5: Station de pompage

## V-10-3- Point de fonctionnement :

Le point de fonctionnement de l'installation de refoulement (station vers réservoir nouvelle ville)



### V-11- Conclusion :

Pour cette installation, on a choisi deux pompes en série dans le but d'avoir un fonctionnement optimal de réseau d'adduction et le point de fonctionnement nous a donné des valeurs du débit ( $Q_{\text{pnt}}=0.159 \text{ m}^3/\text{s}$ ) et de la hauteur ( $H_{\text{MT}}=168.2 \text{ m}$ ), ces valeurs étant très proches de nos valeurs désirées qu'on pourrait bien s'en passer de tout réglage éventuel.

# Chapitre 6: Coup de bélier

### VI.1- Protection contre le coup de bélier :

#### VI.1-1- Introduction [1]:

Le coup de bélier, en hydraulique est un phénomène résultant d'un écoulement non permanent (transitoire) qui apparaît dans une conduite lorsqu'on provoque une variation importante du débit à l'extrémité aval de celle-ci (la conduite). Autrement dit, les coups de bélier sont des ondes de suppression et de dépression liées à un changement brutal de l'écoulement dans la conduite, c'est-à-dire que chaque tranche d'eau de la conduite, subit des variations brusques de pression et de vitesse à des instants différents (propagation par onde). Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire.

#### VI.1-2- Cause du phénomène [6]:

Particulièrement, les générateurs des coups de bélier sont les suivants :

- ❖ Fermeture instantanée d'un robinet vanne placé au bout d'une conduite d'adduction ;
- ❖ Arrêt brutal par disjonction inopinée d'un ou des groupes de pompes alimentant une conduite de refoulement débitant dans un réservoir ;
- ❖ Démarrage d'un groupe électropompe à vanne ouverte ;
- ❖ Démarrage ou arrêt d'une pompe dépitant dans une conduite déjà alimentée.
- ❖ Modification de la vitesse d'une pompe ;
- ❖ La mise en marche des pompes dans les conduites en charge par refoulement.

#### VI.1-3- Conséquences du phénomène :

Dans les installations actuelles, le phénomène du coup de bélier est accentué par l'utilisation de plus en plus importante d'appareils à fermeture rapide. Ces derniers sont à l'origine d'une forte augmentation du nombre de coup de bélier qui se traduit par

- ❖ Déboitement ;
  - ❖ Détérioration des joints ;
  - ❖ Erosion des joints, rendant la conduite non étanche ;
  - ❖ Détérioration du revêtement intérieure ;
- Rupture de la conduite
  - Eclatement du à la surpression.
  - Ecrasement du à la dépression.

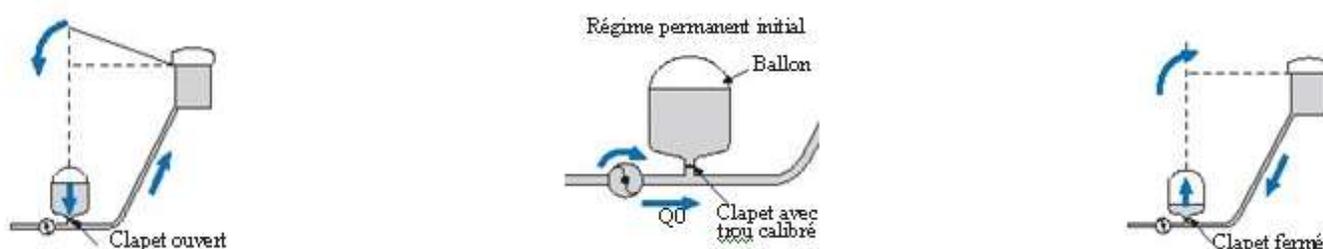
#### VI.1-4- Moyens de protection contre le coup de bélier [1]:

## Chapitre 6: Coup de bélier

Afin de limiter les variations de la pression dans les conduites, les appareils anti bélier devons avoir pour effet de limiter la dépression ainsi que la surpression.

Parmi ces moyens, on trouve :

- ❖ Volant d'inertie ;
- ❖ Soupape de décharges ;
- ❖ Les ventouses ;
- ❖ Clapet by-pass,
- ❖ Cheminée d'équilibre ;
- ❖ Les réservoirs d'air ;
- ❖ Vanne de fermeture lente.



*Figure (VI-4) : Cas d'arrêt brusque d'une pompe*

### VI.1-4-1- volant d'inertie :

C'est un moyen dont la spécificité est qu'il continue à assurer l'alimentation et ceux malgré l'arrêt du moteur.

Ce volant est une roue de masse assez importante qui est placé sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens. Grace à l'énergie cinétique qu'il accumule pendant la marche normale, le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi de prolonger le temps d'arrêt de l'ensemble du groupe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier.

Ce système est généralement peut ou non utilisable, car :

- ❖ Il n'intervient que pour limiter les dépressions seulement ;
- ❖ Si la conduite de refoulement est assez grande, on doit envisager des volants avec des poids vraiment considérables, par conséquent le système ne sera pas économique (très couteux) ;
- ❖ Plus le volant est lourd plus le moteur doit être très puissant pour pouvoir vaincre au démarrage l'inertie de ce volant, ce qui peut conduire à des appels d'intensité de courant inadmissible ;
- ❖ Ce dispositif est limité à la protection des conduites à longueurs de

## Chapitre 6: Coup de bélier

---

refoulement faible ou moyenne, qui n'accède pas quelques centaines de mètres.

### **VI.1-4-2- Soupapes de décharge [6]:**

Les soupapes de décharge sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression. 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, le cas échéant, le débit de retour de la conduite correspond à la valeur de la surpression admissible.

Cette soupape ne doit s'ouvrir que sous une pression déterminée, légèrement supérieure (5% environ) à la pression normale.

L'ouverture doit se faire très rapidement pour que l'opération soit efficace.



*Figure (VI-5) : soupape de décharge*

### **VI.1-4-3- Les ventouses :**

Appelés aussi reniflards, elles ont pour rôle principal l'évacuation de l'air continu dans la conduite et permettent aussi l'admission de l'air dans ces conduites lorsqu'on procède à leur vidange, ou généralement lorsqu'il y a apparition de la cavitation en un point haut.



*Figure (VI-6) : une ventouse.*

### **VI.1-4-4- Cheminée d'équilibre :**

Une cheminée d'équilibre est constituée d'un réservoir cylindrique à l'air libre et à axe verticale, elle joue le même rôle que les réservoirs d'air, mais on arrive à des ouvrages de dimensions assez considérables dans le cas des hauteurs de refoulement moyennes ou grandes

Une cheminée d'équilibre est généralement aménagée en dérivation à la jonction d'une galerie d'amenée en charge et d'une conduite forcée dans le but de réduire la valeur des surpressions produites par le coup de bélier, elle est utilisée sur le tracé de refoulement qui comporte des points hauts ou peut survenir une cavitation en régime transitoire.

Elle présente certains avantages, à savoir :

- ❖ Un fonctionnement qui ne nécessite aucun entretien,
- ❖ La protection idéale pour les points du parcours difficilement accessible.

## Chapitre 6: Coup de bélier

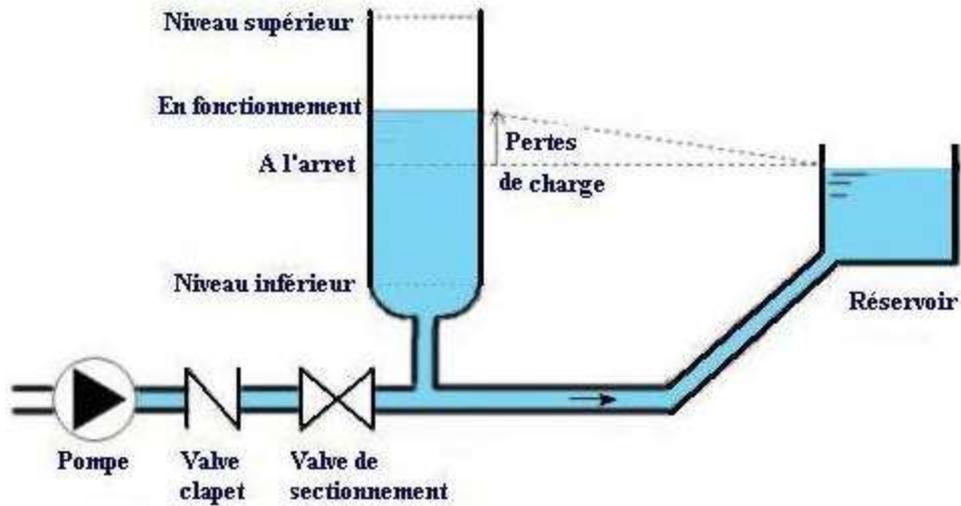


Figure (VI-7): cheminé d'équilibre.

### VI.1-4-5- Le réservoir d'air :

C'est une réserve d'eau accumulée sous pression dans une cuve métallique disposée dans la station de pompage et raccordée à l'aval du clapet de côté refoulement. A la disjonction on aura dépression, une partie de l'eau de la cloche est chassée dans la conduite, Après diminution progressive puis annulation du débit dans la conduite, l'eau revient en arrière et remonte dans la cloche.



Figure (VI-8): Réservoir d'air

## Chapitre 6: Coup de bélier

### VI.1-4-6- Tableau récapitulatif des différents équipements anti-bélier.

*Tableau (VI-1) : Avantage et inconvénients des appareils anti-bélier*

appareils	Avantages	Inconvénients	Observation
Soupape de décharge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cout limité.</li> <li>- Entretien et réglage facile</li> <li>- Ne consomme pas d'énergie.</li> <li>- Indépendant d'une installation électrique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nécessite un entretien et un contrôle attentif (ressort)</li> <li>- Pertes considérables d'eau pendant le fonctionnement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisé comme protection contre la surpression.</li> </ul>
Cheminée d'équilibre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon fonctionnement (ne comporte pas d'organes mécanique susceptible de fonctionnement défectueux).</li> <li>- Importante durée de vie.</li> <li>- Indépendante d'une installation électrique.</li> <li>- Pas de pertes d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilités d'installation limitées.</li> <li>- Ouvrage couteux (hauteur généralement très développée).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisé comme protection contre la dépression et la surpression.</li> </ul>
Réservoir d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bon fonctionnement.</li> <li>- Bonne sécurité.</li> <li>- Pas des pertes d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entretien et réglage compliqués qui exige du personnel qualifié.</li> <li>- Cout élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisé comme protection contre la dépression et la surpression.</li> </ul>
Volent d'inertie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispositif économique.</li> <li>- Intéressant sur les installations qui ne s'arrêtent par trop souvent.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consommation d'énergie protection limitée par la puissance du moteur et les caractéristiques de démarrage.</li> <li>- Inapproprié dans les stations à fortes fréquence de démarrage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisé comme protection contre la dépression.</li> </ul>

## Chapitre 6: Coup de bélier

---

### VI-2- Calculs hydrauliques :

#### VI-2-1-Données de basse :

Les caractéristiques de la conduite de refoulement pour chaque tronçon considéré sont données dans le tableau suivant :

*Tableau VI.1 : Valeurs des caractéristiques des conduites de refoulement.*

Caractéristiques de la conduite	
Longueur L [m]	<b>4578</b>
Débit Q [m <sup>3</sup> /s]	<b>0.158</b>
Hauteur géométrique : H <sub>g</sub> [m]	<b>167.20</b>
Vitesse d'écoulement : V [m/s]	<b>1.5</b>
Diamètre de la conduite : Φ [m]	<b>0.355</b>
Section de la conduite : S [m <sup>2</sup> ]	<b>0.292</b>
Epaisseur de la conduite : e [m]	<b>0.044</b>
Rugosité de la conduite : K [m]	D<200mm → K=10 <sup>-2</sup> =0.01mm D>200mm → K=5×10 <sup>-2</sup> =0.05mm

## Chapitre 6: Coup de bélier

---

### VI-2-2- calcul de la dépression et la surpression :

-La célérité des ondes a est donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \times \frac{D}{e}}}$$

Avec :

a : célérité de l'onde choc [m/s]

K : coefficient qui dépend du matériau.

D : Diamètre de la conduite [m]

e : Epaisseur de la conduite [m]

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 83 \times \frac{0,355}{0,044}}} = 369,47 \text{ m/s}$$

**Tableau VI-2 : les différentes valeurs de K en fonction du matériau.**

matériau	fer	acier	Fonte grise	Fonte ductile	Béton	Amiante de ciment	PVC	PHED	PEBD
K	0.5	0.5	1.0	0.59	5	4	33	83	5000

- L'intervalle de temps d'un aller – retour sera :

$$\Theta = \frac{2L}{a} = \frac{2 \times 4578}{396,43} = 24,78 \text{ s}$$

- La valeur maximale du coup de Bélier est donnée par :

## Chapitre 6: Coup de bélier

---

$$B = \frac{\alpha \times V}{g} = \frac{369.47 \times 0.98}{9.81} = 56.49 \text{ m}$$

La surpression maximale sera :

$$H_{\max} = H_g + B = 167.20 + 56.49$$

$$H_{\max} = 223.69 \text{ m} = 22.3 \text{ bars} < 25 \text{ bars.}$$

La dépression maximale sera :

$$H_d = H_g - B = 167.20 - 56.59$$

$$H_d = 111.6 \text{ m} = 11.16 \text{ bars} < 20 \text{ bars.}$$

### VI-3-Conclusion :

La surpression est de l'ordre de 22 bars, notre conduite en PEHD est à pression nominale PN20 bars, donc il n'y a pas de coup de bélier (inutile d'installer un anti-bélier).

## Référence bibliographique

---

### Conclusion générale:

L'alimentation en eau potable pour une agglomération en générale, repose sur une étude détaillée de la demande totale des besoins en eau, permettant le choix de toutes les composantes du réseau et le bon dimensionnement des ouvrages.

Pour ce qui est du projet de fin d'étude concernant l'AEP de la Nouvelle Ville d'Oued Zenati, il est réalisé à l'horizon 2045 où la population atteindra 53485 habitant.

Après estimation des besoins futurs, nous avons constaté que les besoins à long terme sont de 13700.59 m<sup>3</sup>/j soit 158 l/s.

Vu le nombre de la population, la consommation moyenne journalière :  $Q_{moyj} = 11417.16 \text{ m}^3/\text{j}$   
Soit 132.14 l/s

La consommation maximale journalière :  $Q_{maxj} = 13700.59 \text{ m}^3/\text{j}$  soit 158 l/s.

Le calcul nous a conduit à projeter un réservoir de 2500 m<sup>3</sup>.

Concernant le dimensionnement de la conduite d'adduction, on a choisi le diamètre le plus économique  $D = 400 \text{ mm}$  avec une vitesse acceptable.

La nature de la conduite est en PEHD PN20.

Le choix de la pompe adéquate a été fait à l'aide du logiciel CAPRARI

Dans le but de la protection de la conduite de refoulement du phénomène du coup de bélier, on a effectué une vérification à ce propos, les résultats de calcul ont montré que notre installation n'a pas besoin d'un anti-bélier.

Enfin, je souhaite que mon modeste travail atteigne son importance dans le domaine de l'AEP et servira de référence pour tout chercheur.

# Référence bibliographique

## RESUME

La nouvelle ville de la commune de Wadi Al-Zinati (W.GUELMA) a connu ces dernières années un accroissement démographique important, ce qui a provoqué un manque accru en eau potable. De plus, l'état dégradé du réseau nous a amené à dimensionner un nouveau réseau d'AEP, qui sera alimenté à partir d'un piquage sur la conduite. Afin d'aboutir aux objectifs du projet on a commencé par recueillir un maximum d'informations, qui portent un intérêt majeur pour établir un bilan des besoins à satisfaire à long terme. Pour mieux harmoniser l'offre et la demande en eau on a passé au dimensionnement des ouvrages de stockages, Par ailleurs, on a établi une étude technico-économique dans le but de dimensionner la chaîne d'adduction, Une fois les diamètres économiques sont adoptés, on a procédé au choix du type de pompe répondant aux exigences du projet, et a une vérification du risque d'apparition du phénomène du coup de bélier.

**Mots clés :** AEP ; Adduction ; Pompe ; Station de pompage ; Coup de bélier.

### ملخص

عرفت المدينة الجديدة لبلدية وادي الزناتي (ولاية قالمة) في السنوات الاخيرة نموا سكانيا هاما, مما تسبب في نقص ملحوظ للمياه الصالحة للشرب, اذ الى ذلك الحالة المتدهورة لشبكة مياه الشرب, دفعتنا الى تصميم شبكة جديدة, تزود مباشرة من القناة. من اجل تحقيق اهداف هذا المشروع جمعنا اقصى قدر من المعلومات بهدف تقييم الاحتياجات المائية على المدى البعيد, ولكي يتوافق العرض والاحتياج, حددنا ابعاد هياكل التخزين, علاوة عن ذلك انجزنا دراسة فنية اقتصادية من اجل تحديد ابعاد سلسلة الامداد, بعدها تقدمنا لتحديد نوع المضخة التي تلبي متطلبات المشروع. وكذا التحقق من خطر حدوث ظاهرة المطرقة المائية.

الكلمات المفتاحية: مياه الشرب, انابيب النقل, مضخة, المطرقة المائية.

### Abstract

The new city of the municipality of Wadi Al-Zinati (W.GUELMA) knew these last years an important demographic growth, what caused a chief lack in drinking water. Moreover, the degraded state of the network led us to dimension a new network of potable water supply, which will be fed starting from a pricking on the pipe. In order to lead to the objectives of the project we started by collecting a maximum of information, which carry a major interest for estimating water needs to satisfy in the long term. To harmonize better the supply and demand in water, we passed to dimensioning of storage structures. Moreover, a technical-economic study was established with the intention of sizing the chain of adduction. Once the economic diameters are adopted, we proceeded to select the type of pump that meets the requirements of the project, and a check of the risk of occurrence of the phenomenon of water hammer.

**Keywords:** Potable water supply, Adduction, Pumps, Pumping station, Water hammer.

## Référence bibliographique

---

### Référence bibliographique

- [1] : Données du recensement général de la population et de l'habitat de 2008 sur le site de l'[ONS](#).
- [2] : Djebrine Issa Barka « 2006 », mémoire de fin d'étude « Alimentation en eau potable de la ville de Bouchegouf à partir des forages d'Oued-el Maiz (Guelma)
- [3] : Goudjil Sarah – Sadelli Hayette « 2017 », mémoire de fin d'étude « Alimentation en eau potable des localités M'NAIR I, M'NAIR II, HEDDADA, DHAMNET EL FHEL, AIN BELKACEM ET KOUDIET EL ASSA (W. SOUK AHRAS) »
- [4] : Amel Assous «2009 », mémoire de fin d'étude « Alimentation en eau potable de la commune d'Oued Fragha.
- [5] : A. Dupont « 1974 » : hydraulique urbaine
- [6] : J. Bonnin « 1977 » : hydraulique urbaine
- [7] : Groupe Kplast setif : catalogue.
- [8] : BELAIDI Bilal, AZIZI Abdelkader « 2016 », mémoire de fin d'étude « ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA COMMUNE D'AFIR (W) DE BOUMERDES ».
- [9] : LAHDIRI, M.T. et MOUSSI, K. : « Diagnostique et renforcement du réseau d'AEP de la commune de Oued Ghir, Wilaya de BEJAIA», mémoire de fin d'étude, Université de BEJAIA. 2003.

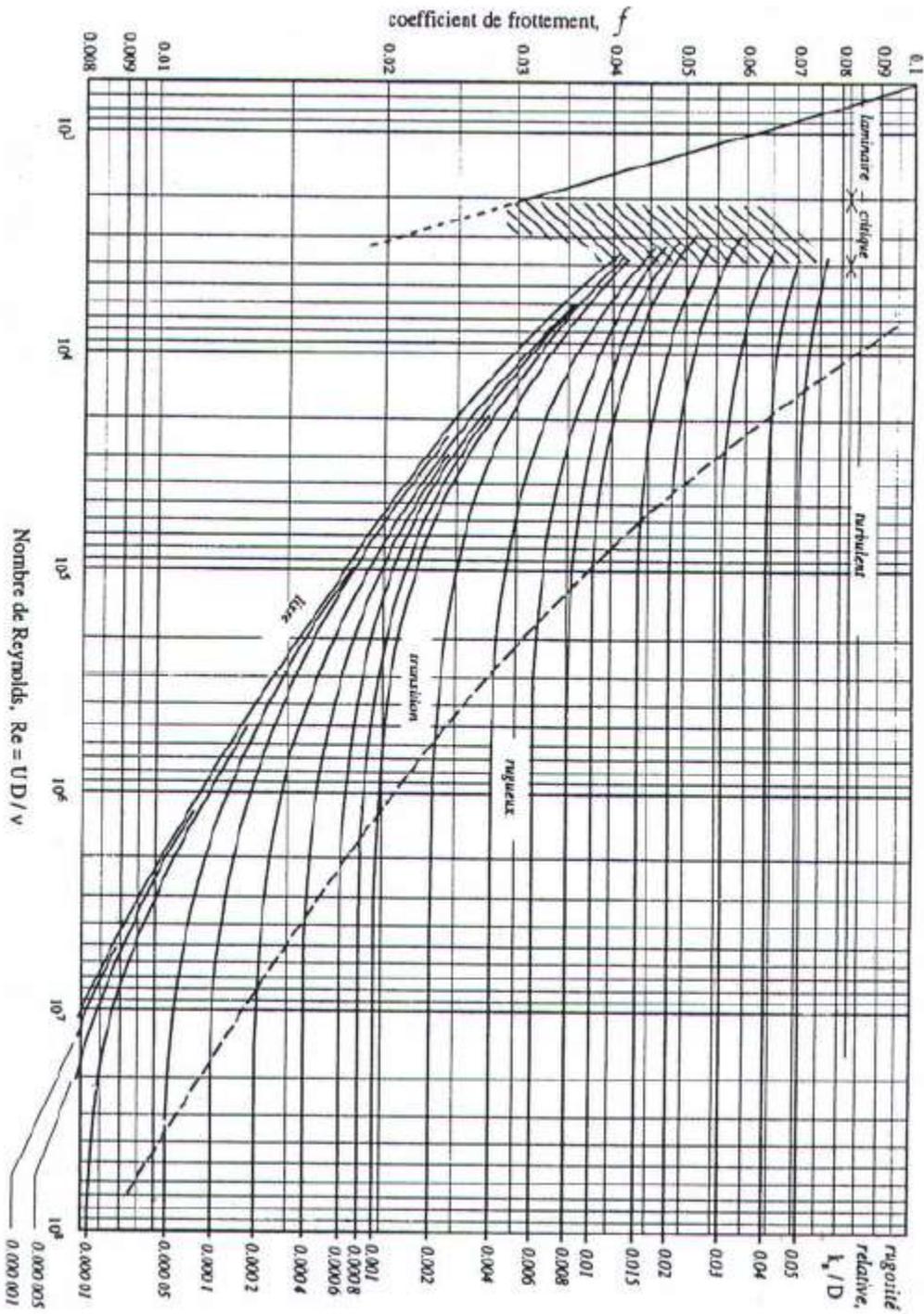
## Référence bibliographique

*Annexe (I): Régime de la consommation des agglomérations*

Régime de la consommation des agglomérations												
Heure du jour	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.70	1.80	1.90	2.00	2.50
0 - 1	3.50	3.35	3.20	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.90	0.85	0.75	0.60
1 - 2	3.45	3.25	3.25	3.20	2.65	2.10	1.50	1.00	0.90	0.85	0.75	0.60
2 - 3	3.45	3.30	2.90	2.50	2.20	1.85	1.50	1.00	0.90	0.85	1.00	1.20
3 - 4	3.40	3.20	2.90	2.60	2.25	1.90	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00
4 - 5	3.40	3.25	3.35	3.50	3.20	2.85	2.50	2.00	1.35	2.70	3.00	3.50
5 - 6	3.55	3.40	3.75	4.10	3.90	3.70	3.50	3.00	3.85	4.70	5.50	3.50
6 - 7	4.00	3.85	4.15	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.20	5.35	5.50	4.50
7 - 8	4.40	4.45	4.65	4.90	5.10	5.30	5.50	6.50	6.20	5.85	5.50	10.20
8 - 9	5.00	5.20	5.05	4.90	5.35	5.80	6.25	6.50	5.50	4.50	3.50	8.80
9 - 10	4.80	5.05	5.40	5.60	5.85	6.05	6.25	5.50	5.85	4.20	3.50	6.50
10 - 11	4.70	4.85	4.85	4.90	5.35	5.80	6.25	4.50	5.00	5.50	6.00	4.10
11 - 12	4.55	4.60	4.60	4.70	5.25	5.70	6.25	5.50	6.50	7.50	8.50	4.10
12-13	4.55	4.60	4.50	4.40	4.60	4.80	5.00	7.00	7.50	7.90	8.50	3.50
13-14	4.45	4.55	4.30	4.10	4.40	4.70	5.00	7.00	6.70	6.35	6.00	3.50
14-15	4.60	4.75	4.40	4.10	4.60	5.05	5.50	5.50	5.35	5.20	5.00	4.70
15-16	4.60	4.70	4.55	4.40	4.60	5.30	6.00	4.50	4.65	4.80	5.00	6.20
16-17	4.60	4.65	4.50	4.30	4.90	5.45	6.00	5.00	4.50	4.00	3.50	10.40
17-18	4.30	4.35	4.25	4.10	4.60	5.05	5.50	6.50	5.50	4.50	3.50	9.40
18-19	4.35	4.40	4.45	4.50	4.70	4.85	5.00	6.50	6.30	6.20	6.00	7.30
19-20	4.25	4.30	4.40	4.50	4.50	4.50	4.50	5.00	5.35	5.70	6.00	1.60
20-21	4.25	4.30	4.40	4.50	4.40	4.20	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	1.60
21-22	4.15	4.20	4.50	4.80	4.20	3.60	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00
22-23	3.90	3.75	4.20	4.60	3.70	2.85	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	0.60
23 - 24	3.80	3.70	3.50	3.30	2.70	2.10	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60

# Référence bibliographique

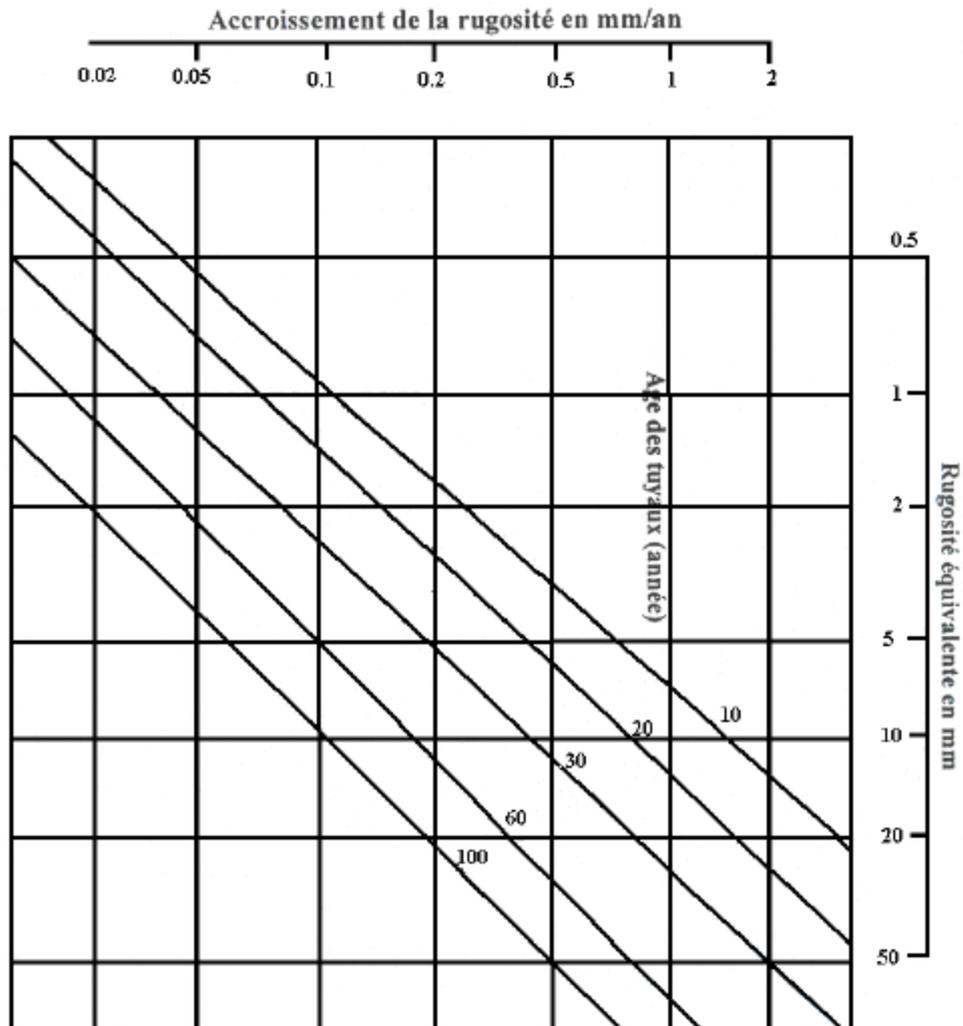
Annexe (2) : Diagramme de MOODY



# Référence bibliographique

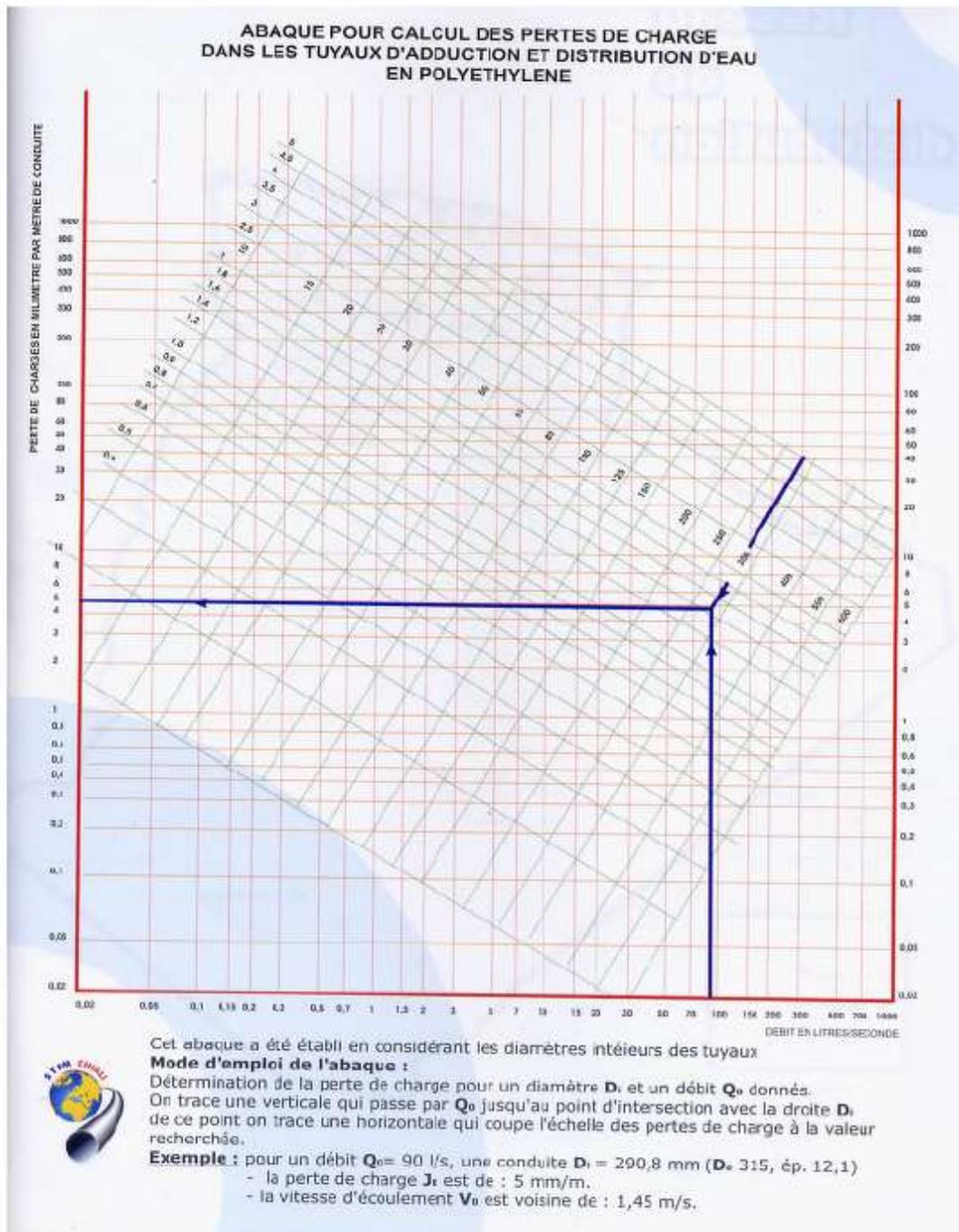
## Annexe (3) : Abaque de PETER LAMONT

"Donnant l'augmentation de la rugosité d'une conduite en fonction de son âge"



# Référence bibliographique

## Annexe (4) :Abaque des pertes de charge pour les conduites en PEHD



# Référence bibliographique



**TRANSFORMATION PLASTIQUES**  
 - Fabrication de Tubes en PVC & PEHD - Eau et Gaz  
 - Commercialisation Accessoires



Produits Gaz homologués par le CRUED sous le n° 1010294

## GAMME DE PRIX TUBE PEHD EAU (PE 100)

PRIX APPLICABLE A COMPTER DU 17 MARS 2019  
SELON LA NORME NA 7700

PEHD PN 06					PEHD PN 10					
CODE ARTICLE	DIAM. EXT	EP mm	PRIX HT DA/ML	PRIX TTC DA/ML (TVA19%)	CODE ARTICLE	DIAM. EXT	EP mm	PRIX HT DA/ML	PRIX TTC DA/ML (TVA19%)	
	Ø 20				PE100	P3513000	Ø 20	2	31,77	37,81
P3513003	Ø 25	2	39,70	47,24	PE100	P3513004	Ø 25	2	42,35	50,40
P3513006	Ø 32	2	52,93	62,99	PE100	P3513007	Ø 32	2,3	63,52	75,59
P3513009	Ø 40	2,3	79,41	94,50	PE100	P3513010	Ø 40	2,4	84,70	100,79
P3513012	Ø 50	2,9	129,70	154,34	PE100	P3513013	Ø 50	3	132,34	157,48
P3513015	Ø 63	3	166,74	198,42	PE100	P3513016	Ø 63	3,8	206,44	245,00
P3513018	Ø 75	3,6	264,68	314,97	PE100	P3513019	Ø 75	4,5	285,85	340,16
P3513022	Ø 90	3,5	296,44	352,76	PE100	P3513023	Ø 90	5,4	399,66	475,60
P3513025	Ø 110	4,2	449,95	535,44	PE100	P3513026	Ø 110	5,6	574,35	683,48
P3513040	Ø 125	4,8	457,90	544,90	PE100	P3513028	Ø 125	7,4	791,69	944,51
P3513030	Ø 160	6,2	854,91	1 017,34	PE100	P3513031	Ø 160	9,5	1 198,99	1 426,80
P3513044	Ø 200	7,7	1 236,05	1 470,90	PE100	P3513033	Ø 200	11,9	1 834,21	2 182,71
P3513050	Ø 250	9,6	1 741,57	2 072,47	PE100	P3513035	Ø 250	14,8	2 845,29	3 385,90
P3513042	Ø 315	12,1	2 977,62	3 543,37	PE100	P3513041	Ø 315	16,7	4 592,15	5 464,66
P3513039	Ø 400	15,3	4 785,37	5 694,59	PE100	P3513038	Ø 400	23,7	7 281,27	8 664,71
P3513051	Ø 500	19,1	6 881,62	8 189,13	PE100	P3513049	Ø 500	29,7	11 243,50	13 379,77
P3513052	Ø 630	24,1	14 451,40	17 197,17	PE100	P3513048	Ø 630	37,4	17 871,03	21 266,53

PEHD PN 16					PEHD PN 20					
CODE ARTICLE	DIAM. EXT	EP mm	PRIX HT DA/ML	PRIX TTC DA/ML (TVA19%)	CODE ARTICLE	DIAM. EXT	EP mm	PRIX HT DA/ML	PRIX TTC DA/ML (TVA19%)	
P3513001	Ø 20	2	31,77	37,81	PE100	P3513101	Ø 20	2,3	39,70	47,24
P3513005	Ø 25	2,3	47,64	56,89	PE100	P3513102	Ø 25	3	76,76	91,34
P3513008	Ø 32	3,4	87,35	103,95	PE100	P3513103	Ø 32	3,6	89,99	107,09
P3513011	Ø 40	3,7	113,81	135,43	PE100	P3513104	Ø 40	4,5	134,99	160,64
P3513014	Ø 50	4,6	185,28	220,48	PE100	P3513105	Ø 50	5,6	224,98	267,73
P3513017	Ø 63	5,8	285,85	340,16	PE100	P3513106	Ø 63	7,1	349,37	415,75
P3513020	Ø 75	6,8	394,37	469,30	PE100	P3513107	Ø 75	8,4	463,19	551,20
P3513024	Ø 90	8,2	561,12	667,73	PE100	P3513108	Ø 90	10,1	709,34	844,11
P3513027	Ø 110	10	833,73	992,14	PE100	P3513109	Ø 110	12,3	989,90	1 177,98
P3513029	Ø 125	11,4	1 095,77	1 303,97	PE100	P3513110	Ø 125	14	1 212,22	1 442,54
P3513032	Ø 160	14,6	1 733,63	2 063,02	PE100	P3513111	Ø 160	17,9	2 038,02	2 423,34
P3513034	Ø 200	18,2	2 702,36	3 215,81	PE100	P3513112	Ø 200	22,4	3 229,07	3 842,59
P3513036	Ø 250	22,7	4 208,37	5 007,96	PE100	P3513113	Ø 250	27,9	4 944,18	5 883,57
P3513043	Ø 315	28,6	6 648,70	7 911,95	PE100	P3513114	Ø 315	35,2	7 921,90	9 426,94
P3513045	Ø 400	36,3	10 595,05	12 608,11	PE100	P3513115	Ø 400	44,7	12 836,87	15 275,88
P3513053	Ø 500	45,4	16 494,70	19 628,69	PE100	P3513054	Ø 500	55,8	19 758,19	23 517,25
P3513047	Ø 630	57,2	26 012,52	30 954,90	PE100	Ø 630				

Adresse : K-PLAST unité tubes PVC & PEHD zone industrielle saïf  
 Téléphone : +213 38 62 80 68 , +213 38 62 50 89 , +213 550 98 02 29  
 Fax : +213 38 62 52 80  
 Site Web : www.groupekplast.com  
 Email : tube@groupekplast.com

*uf*

*Un K à rebouler*