

Higher National School of Hydraulic

The Library

Digital Repository of ENSH



المدرسة الوطنية العليا للري

المكتبة

المستودع الرقمي للمدرسة العليا للري



The title (العنوان):

Reamenagement du systeme d'alimentation en eau potable de la ville de Hassi Bahbah (w. Djelfa).

The paper document Shelf mark (الشفرة) : 1-0044-13

APA Citation ( APA توثيق ):

Omrani, Abdenacer (2013). Reamenagement du systeme d'alimentation en eau potable de la ville de Hassi Bahbah (w. Djelfa)[Mem Ing, ENSH].

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

Digital Repository of ENSH aims to limit scientific production, whether published or unpublished (theses, pedagogical publications, periodical articles, books...)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

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

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

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

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

كل الحقوق محفوظة للمدرسة الوطنية العليا للري.

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

**DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

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

**Option : Conception Des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable**

**THEME :**

**REAMENAGEMENT DU SYSTEME D'ALIMENTATION  
EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE HASSI BAHBAH  
(W.DJELFA)**

**Présenté par :**  
**M<sup>r</sup> OMRANI Abdenacer**

**DEVANT LES MEMBRES DU JURY**

| <b>Nom et prénom</b>                 | <b>Grade</b> | <b>Qualité</b>      |
|--------------------------------------|--------------|---------------------|
| <b>M<sup>r</sup> O.KHODJET-KESBA</b> | <b>M.C.A</b> | <b>Président</b>    |
| <b>M<sup>r</sup> Y.DERNOUNI</b>      | <b>M.A.A</b> | <b>Examinateur</b>  |
| <b>M<sup>me</sup> L.TAFAT</b>        | <b>M.A.A</b> | <b>Examinatrice</b> |
| <b>M<sup>r</sup> R.KERID</b>         | <b>M.A.A</b> | <b>Examinateur</b>  |
| <b>M<sup>r</sup> M.BELALI</b>        | <b>M.A.B</b> | <b>Examinateur</b>  |
| <b>M<sup>me</sup> M.KAHLERRAS</b>    | <b>M.A.A</b> | <b>Promotrice</b>   |

**Septembre-2013**

# Dédicace

*A ma très chère mère Hlima*

*A mon très chère père Brahim.*

*A mes très chers frères :*

*Talal, Fathi, Lakhdar*

*A ma très chère sœur :*

*Latifa*

*A mes belles sœurs :*

*Fatima*

*A ma nièce:*

*Chahed Houda Allah*

*A ma tante Zohra et ma cousine Malika*

*A mes copains : Oussama Bellah, Abd arazak Beskri, Abd arazak Bourahla, Sadam Hussein, Hicham, Yacine, Yahia, Abd Errahman.*

*Je ne serai terminer sans citer mes ami(e)s :*

*Faycal, Djamel, Youssef, Mokhtar, Hicham, Mouhamed, Habibou, Amine*

*Selma MAZOUZI, Khadidja MESTOUR*

*Enfin je le dédie à tous mes amis que je n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent.*

**OMRANI ABD ENACER**

# Remerciement

*Avant tout, je remercie le bon **Dieu** qui a illuminé mon chemin et qui m'a armé de courage et de bonne volonté pendant tout mon cursus universitaire.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à **Mme KAHLERRAS MALIKA** (ma promotrice) pour avoir contribué à l'élaboration de cette présente thèse et à ma formation durant les années de spécialité.*

*Je remercie infiniment tous ceux qui m'ont aidé à réaliser ce travail, particulièrement : **Mr SALAH BOUALEM, Mme DERNOUNI, Mr BOUKHLIFA**, mes frères **TALAL, FATHI, LAKHDER***

*Je remercie mes très chers **parents***

*Je remercie aussi mes très chers amis : **BELLAH OUSSAMA, ABD ARAZAK BESKRI, ABD ARAZAK BOURAHLA, MAZIGHI HICHAM, HAMLAOUI MEROINE, SADAM HUSSEIN MOKHTARI, MEZRAG YACINE***

*Mes remerciements vont également à Mes enseignants et tout le personnel de **l'E.N.S.H** pour leurs contributions à ma formation d'ingénieur d'état en hydraulique.*

*Enfin, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.*

**OMRANI ABD ENACER**

## ملخص :

بعد تقديم المنطقة التي نحن بصدد دراستها و تقدير حاجياتها من الماء قمنا بدراسة ووضع الكيفية المناسبة لتزويد مدينة حاسي بحبح(ولاية الجلفة) بالماء الصالح للشرب من أجل تغطية حاجيات المستهلك المستقبلية وأهم ما قمنا به: - استبدال الشبكة القديمة الفرعية بشبكة حلقيه من أجل تلبية الحاجة بدون توقف ,وبأحسن خدمة. - دراسة وتقدير حجم الأنابيب المختلطة لنقل المياه, من الناحية التقنية و الاقتصادية, فهذان الجانبين مرتبطان بينهما. بعد ذلك ندرس وسيلة من وسائل حماية أنابيب الدفع من ظاهرة انتقالية تدعى المطرقة المائية. و أخيرا نتطرق إلى طريقة انجاز المشروع ومختلف الإمكانيات المسخرة لإنهائه .

## Résumé:

Après avoir présenté la région objet de notre étude et évalué ses besoins en eau potable, nous avons étudié et développé un système approprié pour l'alimentation de la ville de Hassi Bahbah (W.Djelfa) en eau potable afin de couvrir ses futurs besoins. Notre étude est effectuée selon les étapes suivantes :

- Remplacez les anciennes branches du réseau existant par un réseau maillé afin d'avoir l'accès à l'eau d'une façon continue et avec un meilleur service.
- Etude et dimensionnement des adductions à refoulement pour transporter l'eau, tenant compte des facteurs technique et économique vue que ces deux paramètres sont reliés.

Ensuite, nous avons étudié les moyens pour la protection des tuyaux contre le phénomène transitoire appelé "coup de bélier".

Enfin, nous adressons à l'achèvement du projet les différentes mesures prises pour bien mener notre projet.

## Abstract:

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

- Replacement of the existing network branches with a mesh net in order to have access to water in a continuous manner and with better service.
- Study and design a mixed supply pumping system for water transfer considering technical and economical parameters as they are linked.

Then we studied and explored ways to protect pipes from transient phenomenon called water hammer.

Finally, in the completion phase of the project we presented different measures that would be taken to carry out properly our project.

## CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA VILLE

|   |   |
|---|---|
| Introducon:.....                                    | 1 |
| I.1présentation De La Commune De Hassi Bahbah:..... | 1 |
| I.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE: .....                | 1 |
| I.1.2. RELIEF : .....                               | 2 |
| I.1.3. CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES:.....       | 2 |
| I.1.3.1. La Précipitation:.....                     | 2 |
| I.1.3.2.La Temperature.....                         | 2 |
| I.1.4. SITUATION GEOLOGIQUES : .....                | 3 |
| I.1.5. APERCU HYDROLOGIQUE: .....                   | 3 |
| I.1.6. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE: .....                 | 3 |
| I.1.7. PRESENTATION HYDRAULIQUE :.....              | 5 |
| I.1.7.1. Ressources: .....                          | 5 |
| I.1.7.2. Ouvrages De Stockages: .....               | 6 |
| Conclusion :.....                                   | 6 |

## CHAPITRE II: EVALUATION DES BESOINS EN EAU

|   |    |
|---|----|
| Introduction : .....  | 7  |
| II.1.Estimation Des Besoins En Eau :.....   | 7  |
| II.1.1. Evolution De Population Et Perspective De Developpement :.....                      | 7  |
| II.1.2. Evaluation Des Besoins En Eau Potable A L'etat Actuel (2013) : .....                | 9  |
| II.1.2.1. Consommation Moyenne Journalière :.....   | 9  |
| II.2.1.2. Consommation Maximale Journalière : .....   | 13 |
| II.2.1.2.1. Coefficient D'irrégularite Maximum Journalier (Kmax, J) :.....                  | 13 |
| II.2.1.2.2. Coefficient D'irrégularite Minimum Journalier (Kmin,J): .....                   | 14 |
| II.2.1.2.3. Debit Maximum Journalier: .....   | 14 |
| II.2.1.3. Détermination Des Consommations Horaires :.....                                   | 14 |
| II.2.1.3.1. Débit Moyen Horaire :.....  | 14 |
| II.2.1.3.2. Détermination Du Débit Maximum Horaire : .....                                  | 14 |
| II.2.1.4. Evaluation De La Consommation Horaire En Fonction Du Nombre<br>D'habitant : ..... | 15 |
| II.1.3.Estimation Des Besoins En Eau Potable A L'horizon 2035 :.....                        | 19 |
| II.1.3.1. Calcul Des Besoins Moyens Journaliers : .....                                     | 19 |
| II.1.3.2. Determination Des Debits De Consommation :.....                                   | 21 |
| II.1.3.3. Evaluation De La Consommation Horaire En Fonction Du Nombre<br>D'habitant : ..... | 22 |
| Conclusion .....  | 25 |

## **CHAPITRE III: CALCUL DES RESERVOIRS**

|   |    |
|---|----|
| Introduction :                                      | 26 |
| III.1. Fonctions et Remplacements Des Réservoirs :  | 26 |
| III.1.1. FONCTIONS TECHNIQUES DES RESERVOIRS :      | 26 |
| III.1.2. FONCTIONS ECONOMIQUES :                    | 26 |
| III.1.3. CLASSIFICATION DES RESERVOIRS :            | 26 |
| III.1.4. EMLACEMENT DES RESERVOIRS :                | 27 |
| III.1.5. DETERMINATION DE LA CAPACITE DU STOCKAGE : | 27 |
| III.1.6. BILAN DU STOCKAGE :                        | 30 |
| Conclusion:   | 30 |

## **CHAPITRE IV: RESEAU DE DISTRIBUTION**

|  |    |
|--|----|
| Introduction:  | 31 |
| IV.1. Choix Du Matériau Des Conduites :  | 31 |
| IV.2. Calcul De Réseau De Distribution :   | 31 |
| IV.2.1. CONFIGURATION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION PROJETE POUR<br>HASSI BAHBAH: | 31 |
| IV.2.1.1. Détermination Des Débits Du Reseau :   | 31 |
| IV.2.1.1.1. Débit Spécifique :   | 31 |
| IV.2.1.1.2. Débit En Route :   | 32 |
| IV.2.1.1.3. Débit Aux Nœuds :  | 32 |
| IV.2.1.2. Répartition Arbitraire Des Débits :  | 42 |
| IV.2.1.3. Détermination Des Diamètres Et Des Vitesses.....                                       | 45 |
| IV.2.1.4. Simulation Par Le Logiciel Epanet:   | 48 |
| IV.3. Les Accessoires D'un Systeme D'alimentation En Eau Potable :                               | 58 |
| IV.3.1. TYPE DE CANALISATION :   | 58 |
| IV.3.2. APPAREILS ET ACCESSOIRES DU RESEAU :   | 58 |
| IV.3.2.1. Robinets Vannes :  | 58 |
| IV.3.2.2. Bouches Ou Poteau D'incendie :   | 58 |
| IV.3.2.3. Clapets :  | 58 |
| IV.3.2.4. Ventouses :  | 58 |
| IV.3.2.5. Robinets De Vidange :  | 58 |
| IV.3.2.6. Bouche D'arrosage :  | 58 |
| IV.3.2.7. Reducteur De Pression :  | 59 |
| IV.3.2.8. Pièces Speciales De Raccord :  | 59 |
| Conclusion :   | 59 |

## CHAPITRE V: ETUDE DE L'ADDITION

|  |    |
|--|----|
| Introduction :   | 60 |
| V.1. Quelques Notions Simples Sur L'adduction :                                | 60 |
| V.1.1. CHOIX DU TRACE :  | 60 |
| V.1.2. CHOIX DE TYPE DE TUYAU :  | 60 |
| V.1.3. PROFIL D'UNE ADDUCTION :  | 61 |
| V.1.4. LA LIGNE PIEZOMETRIQUE :  | 61 |
| V.1.5. L'AIR DANS LA TUYAUTERIE:   | 61 |
| V.2. Etude Technico-Economique De L'adduction :                                | 62 |
| V.2.1. LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE.....                                     | 62 |
| V .2.1.1. Pertes De Charges Lineaires .....                                    | 63 |
| V .2.1.2 Pertes De Charges Singulières.....                                    | 63 |
| V .2.1.3. Pertes De Charges Totales .....                                      | 63 |
| V.2.2. PUISSANCE DE POMPAGE :  | 64 |
| V.2.3. ENERGIE CONSOMMEE PAR LE POMPAGE :                                      | 64 |
| V.2.4. AMORTISSEMENT ANNUEL :  | 64 |
| V.2.5. CALCUL DE LA CONDUITE D'ADDITION: .....                                 | 65 |
| V.2.5.1.Calcul De La Hauteur Manometrique Totale.....                          | 66 |
| V.2.5.2. Calcul Des Frais D'exploitation :                                     | 66 |
| V.2.5.3. Calcul Des Frais D'investissement :                                   | 67 |
| V.2.5.4. Bilan Des Coûts (Exploitation - Investissement) :                     | 67 |
| V.3. Etude De Pompage: .....   | 67 |
| V.3.1. CHOIX DES POMPES: .....   | 67 |
| V.3.2. CRITERE CHOIX DU TYPE DE POMPE.....                                     | 68 |
| V.3.3. COUPLAGE DES POMPES .....   | 68 |
| V.3.4. CHOIX DU NOMBRE DE POMPES .....   | 68 |
| V.3.5. ETUDE DE REFOULEMENT : STATION DE POMPAGE « 1 » – RESERVOIR R3000M3.... | 68 |
| V.3.5.1. Les Caracteristiques De La Conduite De Refoulement (Sp 1-R1) .....    | 68 |
| V.3.5.2. Courbes Caracteristiques De Pompe .....                               | 69 |
| V.3.6. ETUDE DE REFOULEMENT : STATION DE POMPAGE « 2 » – RESERVOIR R1000M3.... | 70 |
| V.3.6.1. Les Caracteristiques De La Conduite De Refoulement (Sp 2-R2) .....    | 70 |
| V.3.6.2. Courbes Caracteristiques De Pompe .....                               | 71 |
| Conclusion .....   | 72 |

## **CHAPITRE VI: PROTECTION DES CONDUITES CONTRE COUP DE BELIER**

|   |    |
|---|----|
| Introduction :  | 73 |
| VI.1. Protection Des Conduites Contre Le Coup De Belier :                   | 73 |
| VI.1.1. CAUSES DU COUP DE BELIER :  | 73 |
| VI.1.2. LES RISQUES DUS AUX COUPS DE BELIER :                               | 73 |
| VI.1.2.1. Risque De Forte Pression :  | 73 |
| VI.1.2.2. Pression Negative :   | 73 |
| VI.1.2.3. Fatigues Des Conduites :  | 74 |
| VI.1.3. DESCRIPTION DES PHENOMENES PHYSIQUES :                              | 74 |
| VI.1.4. PROTECTION DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT CONTRE LE COUP DE BELIER : | 75 |
| VI.1.5. DIMENSIONNEMENT DE RESERVOIR ANTI BELIER DE L'ADD :                 | 76 |
| VI.1.5.1 calcul Des Réservoirs D'air  | 76 |
| VI.1.5.1.1. Methode De Puech Et Meunier                                     | 77 |
| A. Cas Depression :   | 77 |
| B. Cas Surpression :  | 80 |
| VI-1-5-1-2 Methode De Vibert:   | 80 |
| A. La Surpression :   | 80 |
| B. La Depression:   | 81 |
| C. Determination De La Celerité :   | 81 |
| Conclusion:   | 82 |

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

|   |    |
|---|----|
| Introduction:   | 83 |
| VII.1. Principe De Pose Des Canalisations:                | 83 |
| VII.1.1. POSE SELON LA NATURE DE TERRAIN :                | 83 |
| VII.1.2. POSE SELON LA NATURE DES CONDUITES :             | 83 |
| VII.1.3. TRAVERSEES DES ROUTES :                          | 84 |
| VII.2. Execution Des Travaux De Pose Des Canalisations :  | 84 |
| VII.2.1. TRAVAUX PRELIMINAIRES :                          | 84 |
| VII.2.2. EXCAVATION DES TRANCHEES :                       | 84 |
| VII.2.2.1. La Profondeur De Tranchée (H <sub>tr</sub> ) : | 85 |
| VII.2.2.2. La Largeur De Tranchée (B) :                   | 85 |
| VII.2.2.3. Section Tranchee (S <sub>tr</sub> ) :          | 85 |
| VII.2.3. AMENAGEMENT DU LIT DE SABLE :                    | 85 |
| VII.2.4. MISE EN PLACE DES CANALISATIONS :                | 86 |
| VII.2.5. ASSEMBLAGE DES CONDUITES EN PEHD:                | 86 |
| VII.2.6. ESSAI GENERALE DU RESEAU :                       | 86 |
| VII.2.7. ENROBAGE DE LA CANALISATION :                    | 87 |
| VII.2.8. REMBLAIEMENT DE LA TRANCHEE :                    | 87 |

---

|  |    |
|--|----|
| VII.2.9. CONTROLE DU COMPACTAGE DES TRANCHEES :      | 87 |
| VII.2.10. MISE EN SERVICE DU RESEAU:                 | 88 |
| VII.3. Prescription Speciale Concernant Le Pehd:     | 88 |
| VII.4.Choix Des Engins Du Chantier:                  | 88 |
| VII.5.Calcul Des Volumes De Terrassement:            | 90 |
| VII.5.1. Volume Des Deblais ( $V_d$ ):               | 90 |
| VII.5.2. Volume Des Deblais Foisonne S ( $V_{df}$ ): | 90 |
| VII.5.3. Volume Du Lit De Sable ( $V_s$ ):           | 90 |
| VII.5.4. Volume De La Conduite ( $V_c$ ):            | 90 |
| VII.5. 5. Volume Des Remblais ( $V_r$ ) :            | 90 |
| VII.5.6. Volume Excedentaire ( $V_{exc}$ ) :         | 91 |
| Conclusion :   | 92 |

---

## LISTE DES TABLEAUX

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

|   |   |
|---|---|
| <b>Tableau I.1:</b> Précipitation mensuelle .....         | 2 |
| <b>Tableau I.2:</b> La Température mensuelle .....        | 2 |
| <b>Tableau I.3 :</b> Caractéristique des forages .....    | 5 |
| <b>Tableau I.4:</b> Caractéristiques des réservoirs ..... | 6 |

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

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau II.1:</b> Estimation de l'évolution de la population .....  | 7  |
| <b>Tableau II.2:</b> Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneA) .....                   | 10 |
| <b>Tableau II.2:</b> Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneA) (suite du Tableau)..... | 11 |
| <b>Tableau II.3:</b> Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneB) .....                   | 11 |
| <b>Tableau II.3:</b> Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneB) (Suite de tableau)..... | 12 |
| <b>Tableau II.4:</b> Besoins en eau potables de la (zoneA) de Hassi Bahbah à l'horizon actuel (2013).....  | 13 |
| <b>Tableau II.5:</b> $\beta$ max en fonction du nombre d'habitants.....  | 15 |
| <b>Tableau II.6:</b> Résultats de calculs des différents débits.....   | 15 |
| <b>Tableau II.7 :</b> Détermination du débit maximum horaire (ZoneA).....  | 16 |
| <b>Tableau II.8 :</b> Détermination du débit maximum horaire (ZoneB).....  | 17 |
| <b>Tableau II.9 :</b> Calcul du débit moyen des équipements projetés (zoneA) (2035).....   | 19 |
| <b>Tableau II.10 :</b> Calcul du débit moyen des équipements projetés (zoneB) (2035).....  | 20 |
| <b>Tableau II.11:</b> Récapitulation des besoins en eau potables de la ville de Hassi Bahbah à l'horizon d'étude (2035).....                       | 21 |
| <b>Tableau II.12:</b> Résultats de calculs des différents débits pour l'horizon (2035).....  | 21 |
| <b>Tableau II.13:</b> Variation des débits horaires (zone A) pour l'horizon (2035).....  | 22 |
| <b>Tableau II.14:</b> Variation des débits horaires (zone B) pour l'horizon (2035).....  | 23 |

### CHAPITRE III: CALCUL DES RESERVOIRS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau III.1:</b> Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel (2013).....        | 28 |
| <b>Tableau III.2:</b> Résultat du calcul du volume total du stockage à l'état actuel (2013). .... | 29 |
| <b>Tableau III.3:</b> Détermination de la capacité du réservoir à l'horizon (2035).....           | 29 |
| <b>Tableau III.4:</b> Calcul du volume total du stockage à l'horizon (2035). ....                 | 30 |
| <b>Tableau III.5:</b> Bilan du stockage.....  | 30 |

### CHAPITRE IV: RESEAU DE DISTRIBUTION

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux(ZoneA) : .....   | 32 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite de tableau) :.....  | 33 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite de tableau) :.....  | 34 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite de tableau) :.....  | 35 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneB) (suite de tableau) :.....  | 36 |
| <b>Tableau IV.1 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneB) (suite de tableau) :.....  | 37 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux(ZoneA) :.....  | 37 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite tableau) :.....   | 38 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite tableau) :.....   | 39 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite de tableau) :.....  | 40 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneB) (suite de tableau) :.....  | 41 |
| <b>Tableau IV.2 :</b> Calcul des débits nodaux (ZoneA) (suite de tableau) :.....  | 42 |
| <b>Tableau IV.3 :</b> Calcul des diamètres et des vitesses .....  | 45 |
| <b>Tableau IV.3 :</b> Calcul des diamètres et des vitesses (Suite de tableau):.....   | 46 |
| <b>Tableau IV.3 :</b> Calcul des diamètres et des vitesses (Suite de tableau):.....   | 47 |
| <b>Tableau IV.4 :</b> Résultat des différents tronçons avec leurs Caractéristiques hydrauliques et géométriques. ....                     | 49 |
| <b>Tableau IV.4 :</b> Résultat des différents tronçons avec leurs Caractéristiques hydrauliques et géométriques (suite de tableau): ..... | 50 |
| <b>Tableau IV.4 :</b> Résultat des différents tronçons avec leurs Caractéristiques hydrauliques et géométriques (suite de tableau): ..... | 51 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau IV.5</b> : Résultat au niveau des nœuds.....                     | 52 |
| <b>Tableau IV.5</b> : Résultat au niveau des nœuds (Suite de tableau):..... | 53 |

### **CHAPITRE V: ETUDE DE L'ADDITION**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau V.1</b> Calcul de la hauteur manométrique.....                        | 66 |
| <b>Tableau V.2</b> : Variation des dépenses annuelles d'exploitation.....        | 66 |
| <b>Tableau V.3</b> : Variation des frais d'investissement.....                   | 67 |
| <b>Tableau V.4</b> : Bilan des frais d'investissement et d'exploitation.....     | 67 |
| <b>Tableau V.5</b> : Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre..... | 69 |
| <b>Tableau V.6</b> : Caractéristiques des pompes en fonction de leur nombre..... | 70 |

### **CHAPITRE VI: PROTECTION DES CONDUITES CONTRE COUP DE BLIER**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau VI.1</b> : Les caractéristiques de la conduite de refoulement ..... | 77 |
| <b>Tableau VI.2</b> : Coefficient dépendant de la nature de conduite .....     | 78 |
| <b>Tableau VI.3</b> : Tableau du profil en long absolu .....                   | 79 |

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

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau VII.1</b> : Les engins utilisés pour la mise en place des conduites et leurs rôles :..... | 89 |
| <b>Tableau VII.2</b> : Récapitulatif des différents volumes de terrassement.....                     | 91 |
| <b>Tableau VII.2</b> : Récapitulatif des différents volumes de terrassement (Suite de tableau):..... | 92 |

## **LISTES DES FIGURES**

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

|  |   |
|--|---|
| <b>Figure I.1:</b> Situation De La Ville De Hassi Bahbah ..... | 1 |
|--|---|

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

|   |   |
|---|---|
| <b>Figure II.1 :</b> Evolution De La Population Du Hassi Bahbah (ZoneA) 2008-2035 ..... | 8 |
|---|---|

|   |   |
|---|---|
| <b>Figure II.2 :</b> Evolution De La Population Du Hassi Bahbah (ZoneB) 2008-2035 ..... | 8 |
|---|---|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure II.3 :</b> L'histogramme De Consommation Actuelle (ZoneA-2013) ..... | 18 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure II.4 :</b> L'histogramme De Consommation Actuelle (ZoneA-2013) ..... | 18 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure II.5 :</b> La Courbe Intégrale De La Consommation Actuelle (2013) ..... | 19 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure II.6 :</b> L'histogramme De Consommation (Zone A) Pour L'horizon 2035 ..... | 24 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure II.7 :</b> L'histogramme De Consommation (Zone B) Pour L'horizon 2035 ..... | 24 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure II.8:</b> La Courbe Intégrale De La Consommation Actuelle (2013) ..... | 25 |
|--|----|

### **CHAPITRE IV: CALCUL DES RESERVOIRS**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure IV.1:</b> Répartition Arbitraire Des Débits (Cas De Pointe) ..... | 43 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure IV.2:</b> Répartition Arbitraire Des Débits (Cas De Pointe+Inc)..... | 44 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure IV.3:</b> Débit Et Pression Pour Le Cas De (Pointe) ..... | 54 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure IV.4:</b> Vitesse Et Pression Pour Le Cas De (Pointe) ..... | 55 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure IV.5:</b> Débit Et Pression Pour Le Cas De (Pointe+Incendie)..... | 56 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure IV.6:</b> Vitesse Et Pression Pour Le Cas De (Pointe+Incendie) ..... | 57 |
|--|----|

### **CHAPITRE V: ETUDE DE L'ADDITION**

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure V.1 :</b> L'emplacement préférable des ventouses..... | 61 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure V.2:</b> Courbes caractéristiques de la pompe MEC-A3/125A (CAPRARI, 2008) ..... | 69 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure V.3:</b> Dimension de la pompe MEC-A3/125A (CAPRARI, 2008) ..... | 70 |
|--|----|

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure V.4:</b> Courbes caractéristiques de la pompe PML 150 (CAPRARI, 2008) ..... | 71 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure V.5:</b> Dimension de la pompe PML 150 (CAPRARI, 2008) ..... | 72 |
|--|----|

---

## **CHAPITRE VI: PROTECTION DES CONDUITES CONTRE COUP DE BLIER**

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure VI.1</b> : Réservoir D'air.....                                      | 75 |
| <b>Figure VI.2</b> : Cheminée D'équilibre Sur Une Conduite De Refoulement..... | 76 |
| <b>Figure VI.3</b> : Profil En Long Absolu D'une Conduite.....                 | 78 |

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

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure VII.1</b> :Photo D'un Dozer..... | 89 |
| <b>Figure VII.2</b> : Pelle Mécanique..... | 89 |

---

## Listes des planches

- 1-Planche N°1:** Plan de masse avec le réseau projeté de la ville de Hassi Bahbah (w.Djelfa).
- 2-Planche N°2:** Profil en long du réseau de distribution (zoneA) de la ville de Hassi Bahbah (w.Djelfa).
- 3-Planche N°3:** Profil en long du réseau de distribution (zoneB) de la ville de Hassi Bahbah (w.Djelfa).
- 4-Planche N°4:** Détails des nœuds et les accessoires du réseau de distribution de la ville de Hassi Bahbah (w.Djelfa);
- 5-Planche N°5:** Profil en long de la conduite de refoulement reliant le réservoir 3000m<sup>3</sup> et Sp1.
- 6-Planche N°6:** Profil en long de la conduite de refoulement reliant le réservoir 1000m<sup>3</sup> et Sp2.
- 7-Planche N°7:** Les accessoires dans un système d'AEP.

## **Introduction générale**

L'existence de la vie est tributaire de la disponibilité des ressources en eau, c'est pourquoi on disait que "L'eau, c'est la vie".

L'importance de l'eau dans l'économie humaine ne cesse de croître et l'approvisionnement en eau douce devient ainsi de plus en plus difficile, en tant raison de l'accroissement de la population et de son niveau de vie accéléré et des techniques industrielles modernes.

Devant de telles situations il est impératif de concevoir un réseau d'eau potable de standard international en utilisant des outils de travail puissant tel que Epanet, Autocad, Covadis...etc, pour avoir un système judicieux d'AEP, de stockage et de distribution afin de satisfaire la demande et de pallier aux pertes et aux gaspillages.

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon mémoire de fin d'étude "Réaménagement du système d'AEP de la ville de HASSI BAHBAH (W.Djelfa) ”.

Dans un premier temps (chapitre I), il est nécessaire de savoir la situation de la ville de HASSI BAHBAH tel que la situation géographique, topographique, hydraulique, Géologique, hydrogéologique ...etc.

Le Chapitre II Décrit précisément les besoins en eau de l'agglomération ainsi la consommation moyenne journalière de l'agglomération.

Le Chapitre III que nous avons fait une comparaison entre le volume des réservoirs existants et la consommation.

Le chapitre IV Nous avons fait une étude préliminaire doit être faite afin d'attribuer des diamètres adéquats pour le dimensionnement de réseau de distribution.

Le chapitre V Etude consiste à déterminer le diamètre optimal de l'adduction, en se basant sur les frais d'exploitation et les frais d'amortissement de la conduite.

Le chapitre VI détermination du volume d'air d'un anti bélier.

Le chapitre VII pose de canalisation.

---

**PRESENTATION**  
**DE**  
**LA VILLE**

---

## INTRODUCTON:

L'objectif de ce chapitre, c'est de connaître la situation de la zone d'étude du point de vue géographique, topographique, géologique, climatique, hydrogéologique .Il convient de faire ressortir les caractéristiques propres qui prévalent au niveau de la ville de HASSI BAHBAH wilaya de DJELFA. Ces caractéristiques vont nous guider pour la mise en place du schéma d'alimentation de la ville.

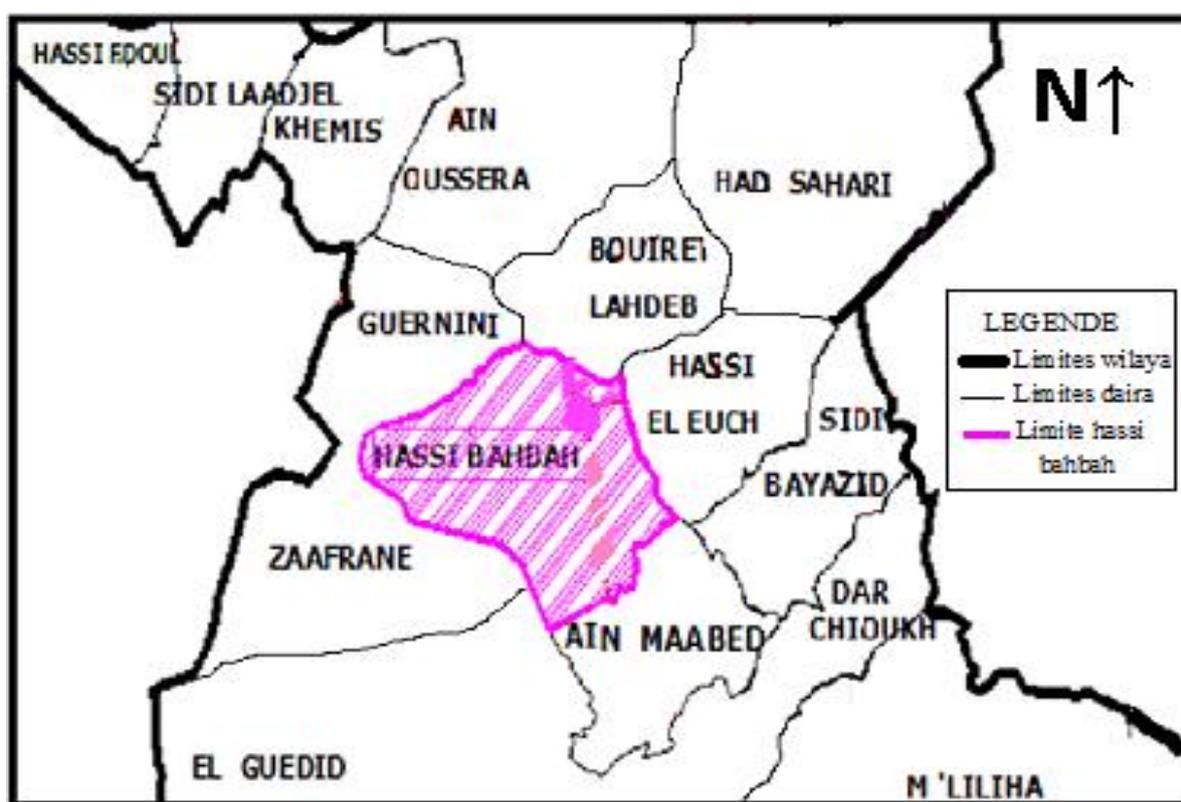
## I.1PRESENTATION DE LA COMMUNE DE HASSI BAHBAH:

### I.1.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE:

La ville de Hassi Bahbah se situe au Nord du chef-lieu de la wilaya, couvre une superficie de 673,74 Km<sup>2</sup>

Ses limites sont :

- N : Ain Ouessera
- N-O : Commune de Guernini
- S-O : Zaâfrane
- S: Ain Maâbed
- E: Hassi El Euch



(Source: APC Djelfa)

Figure I.1: Situation De La Ville De Hassi Bahbah.

Hassi Bahbah est comprise entre : 36° 36' et 36° 42' Latitude Nord et 3° et 3° 12' longitude Est. Cette ville est située au Sud Est du plateau du Sersou, dans les hauts plateaux steppiques. Elle est située dans une position centrale par rapport à l'ensemble de la wilaya et du pays. La route nationale RN01 et le chemin de wilaya CW166 lui permettent d'être en contact, pratiquement avec toutes les régions du pays.

### I.1.2. RELIEF :

Le relief du territoire communal de la ville de HASSI BAHBAH se caractérise par des pentes faibles, et par un territoire moyennement plat.

Les pentes sont entre 1% et 3%

Les dépressions forment des petits chotts, et des Dhayates.

Les pentes de la partie Nord-Ouest de la commune peuvent atteindre + 8%.

### I.1.3. CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES:

#### I.1.3.1. LA PRECIPITATION:

Tableau I.1: Précipitation mensuelle.

| Mois   | Jan   | Fév.  | Mar   | Avr   | Mai   | Juin  | M.A   |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Précipitations mensuelle moyenne (mm)</b> | 23,08 | 25,03 | 22,01 | 26,95 | 26,68 | 11,29 | 23.92 |
| Mois   | Juill | Août  | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   |       |
| <b>Précipitations mensuelle moyenne (mm)</b> | 7,94  | 25,42 | 37,88 | 30,55 | 22,06 | 28,07 |       |

Source : ANRH- Période :( 1998-2012).

#### I.1.3.2.LA TEMPERATURE

Tableau I.2:La Température mensuelle.

| Mois             | Jan  | Fev   | Mar   | Avr   | Mai   | Juin  | Juill | Aout  | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   | M.A   |
|------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Tmax (°C)</b> | 8,52 | 12,03 | 15,47 | 12,56 | 24,36 | 30,34 | 31,5  | 33,11 | 26,8  | 21,47 | 14,33 | 10,15 | 20,05 |
| <b>Tmin (°C)</b> | 0,08 | 0,69  | 3,38  | 6,2   | 10,9  | 15,65 | 17,27 | 18,49 | 13,89 | 9,85  | 4,45  | 1,82  | 8,56  |
| <b>Tmoy (°C)</b> | 4,39 | 6,37  | 9,39  | 12,49 | 17,87 | 23,46 | 24,81 | 26,04 | 20,39 | 15,47 | 9,17  | 5,68  | 14,63 |

Source : ANRH- Période :( 1998-2012).

On remarque que la température diminue pendant les trois mois d'Hiver (Décembre, Janvier, Février) et atteint le minimum de 4,39°C en Janvier, elle augmente pendant les trois mois d'été (Juin, Juillet, Août) et atteint le maximum de 26,04 °C en Aout. La moyenne annuelle est de 14,63°C.

Le climat de la zone d'étude est de type SEMI ARIDE

#### **I.1.4. SITUATION GEOLOGIQUES :**

La région de HASSI BAHBAH est une vaste cuvette orientée Sud-Ouest/Nord-Est. Dans cette zone sont répondues les formations du crétacé et du plio-quatenaire. Au Nord de HASSI BAHBAH, le crétacé inférieur comprend les grès Barrémien, calcaire et marne de l'Aptien ; grès, marnes et calcaires de l'Albien. Il faut noter que dans cette zone, il y a un affleurement de l'Albien. Autour de HASSI BAHBAH le crétacé est représenté par le cénonanien et le turonien. Au Sud de HASSI BAHBAH, il y a une couverture du plioquatenaire sur le crétacé.

#### **Sismicité:**

La commune de HASSI BAHBAH est incluse dans la **Zone sismique élevée**.

#### **I.1.5. APERCU HYDROLOGIQUE:**

Le réseau hydrographique de la commune de HASSI BAHBAH est constitué par deux principaux oueds à savoir :

- Oued Ben Arbia ; qui se déverse dans l'oued Boudechicha.
- Oued Boudechicha ; collecteur principal des eaux superficielles de la Commune.

#### **I.1.6. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE:**

Dans la région des Zehrez (Bahbah, Hassi euche...) les eaux souterraines se présentent sous forme de nappes semi captives et libres, la plus grande partie étant sous forme libre. Dans le cas des nappes libres, les niveaux d'eau étant liés à la pression atmosphérique remontent librement en réponse à une réalimentation et baissent de même en réponse à une exploitation. Le niveau statique suit globalement la configuration topographique du terrain, cependant, le niveau piézométrique est plus profond dans les zones surélevées des bordures du bassin que dans celles des plaines.

La profondeur de la nappe d'eau dans les dépressions inter dunaires est faible, de 50 à 100 centimètres. Pendant les périodes pluvieuses, lorsque l'eau arrive à la surface du sol, l'on peut observer de véritables lacs qui ne subsistent que durant une courte période. La nappe d'eau prend une importance plus grande dans la zone centrale où la teneur en sels devient plus grande. Le pourtour du Chott est jalonné par des sources jaillissantes (Cornet, 1952).

Seul le turonien est intéressant dans cette région. En ce qui concerne l'hydrogéologie, cet horizon est formé de calcaire et de calcaire dolomitiques en bacs épais de 0,5 à 1 m intercalés de marnes verticales dans des fissures plus ou moins grandes.

Les marnes imperméables doivent retenir localement une certaine quantité d'eau à la base de chaque bac calcaire. D'où l'existence d'une nappe aquifère dans le turonien et non d'une série de nappes superposées retenues dans les bancs calcaires par les niveaux marneux. Cette série turonienne, qui affleure avec un pendage Sud à HASSI BAHBAH se retrouve largement répartie aux environs de HASSI BAHBAH. L'impluvium de cette nappe du Turonien est donc

considérable et explique la multiplicité des puits dans cette région. Cet horizon Turonien est presque uniforme recouvert par les dépôts du quaternaires, ce dernier étant représenté par des alluvions fluviales.

Les aquifères principaux sont :

- Les calcaires dolomitiques fissurés du turonien inférieur
- Le conglomérat de base du pliocène
- Les niveaux sableux et gréseux du remplissage plio-quaternaire

Les eaux sont un peu chargées en sulfates et en chlorures mais la présence de ces sels n'altère en rien la potabilité. La concentration en sel dissous n'a pas évolué depuis le prélèvement du 7/5/1952.

### **Conditions Hydrogéologiques:**

Le synclinal de Zahrez se présente comme un bassin artésien à circuit fermé caractérisé par une minéralisation élevée de l'eau dans les horizons profonds de la partie centrale du synclinale (jusqu'à 43 g/l) et par la température (48°).

La plaine de Zahrez sert d'accumulateur et de vaporisateur des eaux superficielles s'écoulant par nombreux Oueds des montagnes environnantes vers les chotts de Gharbi et Chergui.

D'après les conditions d'alimentation, la précision, la minéralisation et stratigraphie on peut distinguer quelques complexes aquifères :

Les eaux de sol : des dépôts quaternaires micro pliocènes et crétacés sont liés à la zone supérieure perméable, leur régime d'alimentation et la minéralisation dépendent des précipitations atmosphériques. Le niveau des eaux de sol, s'abaisse dans la direction des chotts et de l'axe du synclinal, avec la profondeur variant de 25 à 30 m à 0-3 m.

Les eaux comme règle, sont faiblement salées, rarement douces et elles sont révélées par les puits au débit inconsidérable.

Les eaux d'inter couche (imperméable) dans des dépôts miocènes-oligocènes sont liées au passage de sables et de galets, à l'épaisseur jusqu'à 12 m couvert d'argiles et de marnes.

Les eaux artésiennes : sont rapportées de prédominance, au Turonien, Cénomaniens, Albien et Barrémien dans les dépôts crétacés.

#### **• Horizon Aquifère Albien:**

Se trouvant dans les grès à l'intervalle de 582 à 715 m. son niveau statique étant de 54-55 m. La minéralisation est de 3,4 à 3,8 g/l et son débit spécifique de 0,51 à 1,41 l/sec/an.

#### **• Horizon Aquifère Barrémien :**

Se rapportant dans l'intervalle de 865 à 941 m, son niveau prenant position à 60,25 m (cote absolue de 840 m) sa minéralisation étant de 3,4 g/l, son débit spécifique est de 0,04 l/s.

Les eaux artésiennes sont fortement minéralisées dans la partie centrale du synclinal et les recherches des eaux douces dans ces dépôts doivent être portées plus proches aux zones de bordure servant de régimes d'alimentation.

**I.1.7. PRESENTATION HYDRAULIQUE :****I.1.7.1. RESSOURCES:**

L'alimentation en eau potable de Hassi Bahbah se fait par les eaux souterraines exploitées qui se composent de (11) forages.

**Tableau I.3 :** Caractéristique des forages.

| <b>Forage</b>  | <b>Prof(m)</b> | <b>Débit de forage<br/>l/s</b> | <b>Débit exploité<br/>l/s</b> | <b>Année mise en<br/>service</b> |
|----------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| <b>HB1</b>     | 200            | 73                             | 59                            | 1969                             |
| <b>HB2</b>     | 400            | 56                             | 49                            | 1983                             |
| <b>HB3 bis</b> | 230            | 53                             | 48                            | 1996                             |
| <b>HB4</b>     | 200            | 60                             | 46                            | 1992                             |
| <b>HB5</b>     | 400            | 76                             | 64                            | 1990                             |
| <b>HB6</b>     | 220            | 34                             | 32                            | 1982                             |
| <b>HB7</b>     | 220            | 39                             | 36                            | 1989                             |
| <b>HB8</b>     | 400            | 55                             | 47                            | 1993                             |
| <b>HB9</b>     | 250            | 40                             | 33                            | 1995                             |
| <b>HB10</b>    | 220            | 37                             | 34                            | 2004                             |
| <b>HB11</b>    | 250            | 38                             | 36                            | 2009                             |

(Source : DHW. Djelfa)

**I.1.7.2. OUVRAGES DE STOCKAGES:**

HASSI BAHBAH est dotée de deux (02) réservoirs, dont les caractéristiques sont données par le Tableau I.4.

**Tableau I.4:** Caractéristiques des réservoirs.

| Réservoirs | Capacité       | C.T.R | C.T.P  |
|------------|----------------|-------|--------|
|            | m <sup>3</sup> | M     | m      |
| <b>R1</b>  | 3000           | 940,2 | 945,16 |
| <b>R2</b>  | 1000           | 930,1 | 937,1  |

(Source : DHW. Djelfa)

**CONCLUSION :**

Après ce résumé de la présentation de la ville, on a fait ressortir quelques points nécessaires, basés essentiellement sur la situation topographique qui va nous aider à garantir une meilleure projection du système d'adduction pour l'alimentation en eau potable de la commune de HASSI BAHBAH Wilaya Djelfa, de telle façon à assurer l'alimentation convenable de la ville.

---

**EVALUATION  
DES  
BESOINS EN EAU**

**INTRODUCTION :**

En Algérie, la conjugaison de la croissance démographique, le développement des secteurs industriel et agricole, a entraîné un accroissement spectaculaire des besoins en eau ; accroissement nettement plus important par rapport aux quantités mobilisées, au point où le déficit entre l’offre et la demande en eau risque de constituer, à long terme, un handicap insurmontable au développement et un impact négatif sur le plan socio-économique.

Compte tenu de ce déficit en eau, l’estimation des besoins en eau domestique, devient de plus en plus problématique particulièrement dans les études de projets d’alimentation en eau potable. En effet, pour les agglomérations urbaines, une valeur moyenne de la dotation unitaire de 200 litres par habitant par jour est souvent adoptée, une valeur qui répond bien aux normes étrangères, mais qui s’avère inadaptée au niveau national, en vue de l’insuffisance de nos ressources hydriques.

**II.1.ESTIMATION DES BESOINS EN EAU :**

**II.1.1. EVOLUTION DE POPULATION ET PERSPECTIVE DE DEVELOPPEMENT :**

Selon nos informations recueillies au niveau de l’APC de Hassi Bahbah et les données du PDAU, la population de la commune est estimée à 58918 habitants. L’objectif de notre étude est de satisfaire les besoins en eau potable à l’horizon **2035** ; pour L’estimation de la population future, nous adopterons :

De 2008 à 2015 le taux d’accroissement est  $t=3.4\%$ .

De 2015 à 2040 le taux d’accroissement est  $t=2.1\%$

(Source : APC de Hassi Bahbah),

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

$$\text{Avec : } P_n = P_0 [1 + \tau]^n \dots\dots\dots \text{(II-1)}$$

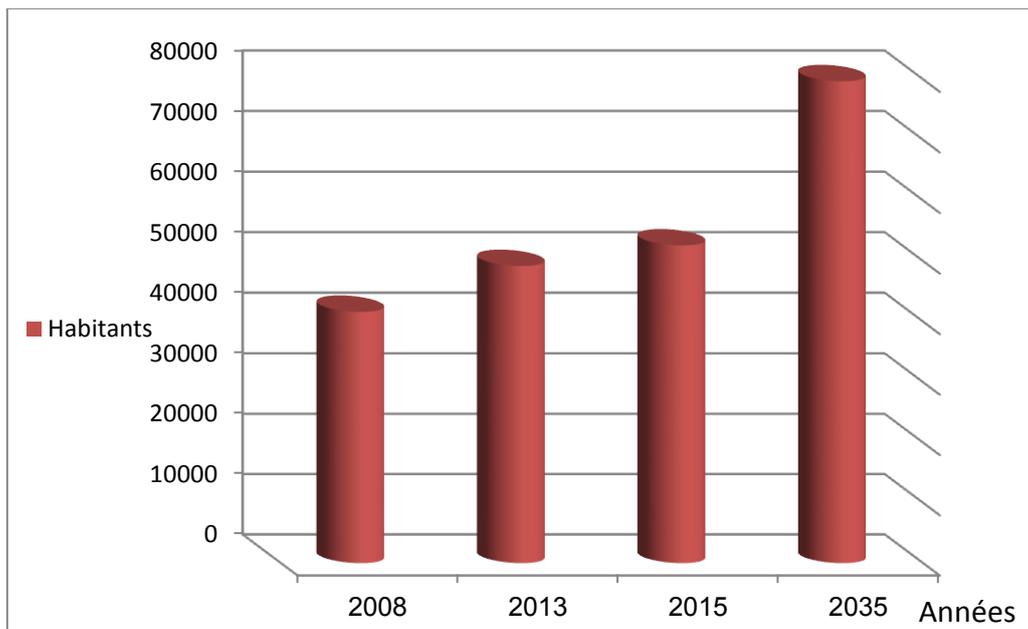
- $P_n$  : population future prise à l’horizon quelconque (hab.).
- $P_0$  : population de l’année de référence (hab.).
- $\tau$  : taux d’accroissement annuel de la population.
- $n$  : nombres d’années séparant l’année de référence à l’horizon considéré.

L’évolution de la population est donnée dans le tableau II.1.

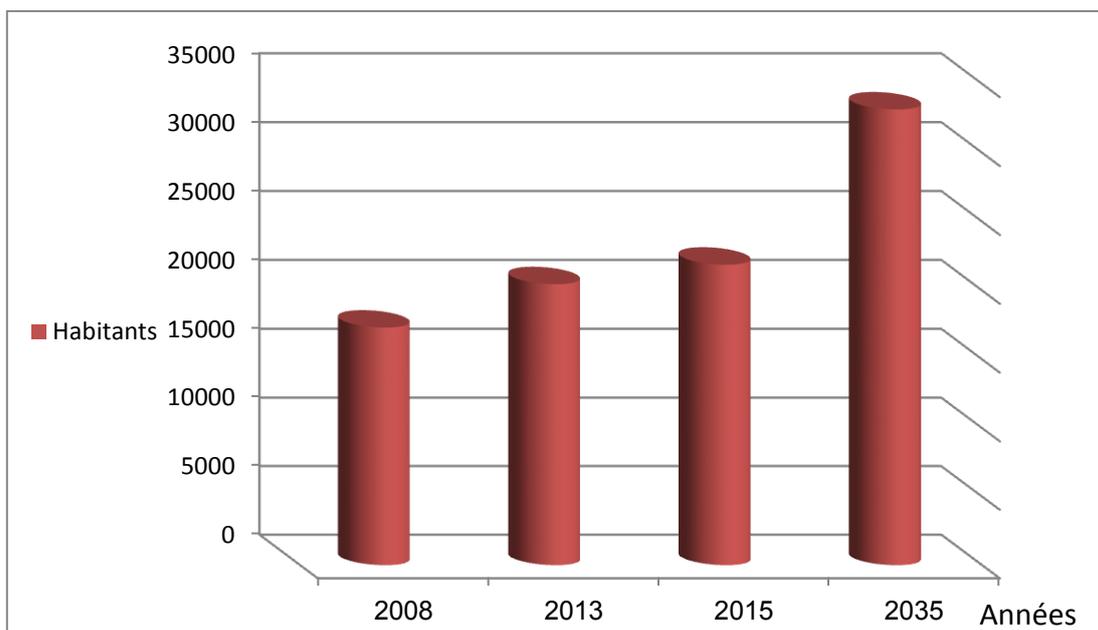
**Tableau II.1:** estimation de l’évolution de la population.

| <b>Horizons</b>               | <b>2008</b> | <b>2013</b> | <b>2015</b> | <b>2035</b> |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Taux d'accroissement %</b> | 3.4         | 3.4         | 2,1         | 2,1         |
| <b>Population (zone A)</b>    | 41608       | 49179       | 52580       | 79677       |
| <b>Population (zone B)</b>    | 17310       | 20460       | 21874       | 33146       |

(Source : A.P.C. Djelfa).



**Figure II.1 :** Evolution de la population de Hassi Bahbah (ZoneA) 2008-2035.



**Figure II.2 :** Evolution de la population de Hassi Bahbah (ZoneB) 2008-2035.

## II.1.2. EVALUATION DES BESOINS EN EAU POTABLE A L'ETAT ACTUEL (2013) :

L'évaluation de la quantité d'eau ne peut se faire avec grande certitude, chaque catégorie de besoins dépend de nombreux paramètres, dont l'évolution dans le temps est variable et change d'une agglomération à l'autre. Les besoins en eau nécessaire dépendent aussi du climat, des habitudes de la population, du type de l'agglomération, du degré d'équipement et de la catégorie du consommateur.

### II.1.2.1. CONSOMMATION MOYENNE JOURNALIERE :

La consommation moyenne journalière est exprimée en mètre cube par jour et donnée par la relation suivante :

$$\text{Avec : } Q_{moyj} = \frac{(Q_i \times N_i)}{1000} \text{ en } [m^3/j] \dots\dots\dots \text{(II-2)}$$

- $Q_{moy,j}$  : consommation moyenne journalière en  $m^3/j$ .
- $Q_i$  : dotation moyenne journalière en l/j/hab.
- $N_i$  : nombre de consommateurs.

Vu l'urbanisation, le niveau de vie et le confort de la ville de Hassi Bahbah, il est préférable de se pencher sur les différentes catégories des besoins tels que :

**1/Besoins Domestiques :** En se basant sur les tendances et les recommandations internationales,

La dotation moyenne par habitant et par jour se situe comme suit :

- Ville de moins de 20000 hab. : 150 à 200 l/j/hab.
- Ville de 20000 à 100000 hab. : 200 à 300 l/j/hab.
- Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab.

Pour le cas de notre projet, le calcul des besoins domestiques à l'état actuel se fera à la base d'une dotation de **200 l/j/h**.

**2/Besoins Des Equipements Publics :** Ils englobent les différents services suivants (Scolaires, Administratifs, Sanitaires, Culturels, et Services publics.....) et le choix de la dotation varié selon la catégorie.

**3/Besoins D'arrosages :** La dotation pour l'arrosage des jardins publics et des rues est fixée de 05 l/m<sup>2</sup> sur une durée de 04 heures.

**Tableau II.2:** Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneA).

| catégories de consommateurs | Type de Besoins       | Equipements          | Unité de Base | Nombre | dotation    |  |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|---------------|--------|-------------|--|
|                             |                       |                      |               |        | (l/j/unité) | Q <sub>moy,i</sub> (m <sup>3</sup> /j) |
| <b>Domestique</b>           | <b>Domestique</b>     |                      | Hab.          | 49179  | 200         | 9835.8                                 |
| <b>équipement publics</b>   | <b>Scolaire</b>       | 11 écoles primaires  | Elève         | 5500   | 10          | 55                                     |
|                             |                       | 06 C.E.M             | Elève         | 3100   | 10          | 31                                     |
|                             |                       | 03 LYCEE             | Elève         | 2100   | 10          | 21                                     |
|                             |                       | 01 C.F.P.A           | stagiaire     | 400    | 30          | 12,00                                  |
|                             | <b>Administratif</b>  | APC                  | employé       | 45     | 15          | 0,68                                   |
|                             |                       | 1 P.T.T              | employé       | 12     | 15          | 0,18                                   |
|                             |                       | sub. hydraulique     | employé       | 11     | 15          | 0,17                                   |
|                             |                       | S.T.P                | employé       | 15     | 15          | 0,23                                   |
|                             |                       | 2Bureau Main d'œuvre | employé       | 30     | 15          | 0,45                                   |
|                             |                       | O.P.G.I              | employé       | 17     | 15          | 0,26                                   |
|                             |                       | Police               | Agent         | 90     | 40          | 3,60                                   |
|                             |                       | Palais de justice    | employé       | 20     | 15          | 0,30                                   |
|                             | <b>Sanitaires</b>     | Hôpital              | Lit           | 240    | 300         | 72,00                                  |
|                             |                       | 02 Centre de santé   | Patient       | 60     | 20          | 1.2                                    |
|                             | <b>Socioculturels</b> | Maison de jeune.     | Personnes     | 150    | 15          | 2,25                                   |
|                             |                       | 06 Mosquée.          | Fidèles       | 6000   | 20          | 120.00                                 |
|                             |                       | Complexe sportive    | Personnes     | 200    | 60          | 12,00                                  |
|                             |                       | Hôtel                | Lit           | 25     | 200         | 3,75                                   |

**Tableau II.2:** Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneA) (suite du Tableau).

| Categories de consommateurs | Type de Besoins   | Equipements       | Unité de Base  | nombre | Dotation    | Q <sub>moy,j</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|----------------|--------|-------------|---|
|                             |                   |                   |                |        | (l/j/unité) |   |
| équipement publics          | Commerciaux       | Restaurant        | Repas          | 340    | 35          | 11,9                                      |
|                             |                   | Boulangerie       | Unité          | 7      | 400         | 2,80                                      |
|                             |                   | Douche publique   | Unité          | 10     | 5000        | 50,00                                     |
|                             |                   | Abattoir          | Unité          | 1      | 4500        | 4,50                                      |
|                             |                   | Station d'essence | Unité          | 3      | 1000        | 3,00                                      |
|                             |                   | Cafés             | Clients        | 3600   | 10          | 3,6                                       |
| Arrosages                   | Rues              |                   | m <sup>2</sup> | 3500   | 5           | 17,50                                     |
|                             | Jardins publiques |                   | m <sup>2</sup> | 1400   | 5           | 7,00                                      |

(Source : A.P.C.)

**Tableau II.3:** Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneB).

| catégories de consommateurs | Type de Besoins | Equipements          | Unité de Base | nombre | dotation    | Q <sub>moy,j</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) |
|-----------------------------|-----------------|----------------------|---------------|--------|-------------|---|
|                             |                 |                      |               |        | (l/j/unité) |   |
| Domestique                  | Domestique      |                      | Hab.          | 20460  | 200         | 4092                                      |
| équipement publics          | Scolaire        | 05 écoles primaires  | Elève         | 2500   | 10          | 25  |
|                             |                 | 03 C.E.M             | Elève         | 1800   | 10          | 18,00                                     |
|                             |                 | 02 LYCEE             | Elève         | 1200   | 10          | 12  |
|                             | Administratifs  | Daïra                | employé       | 28     | 15          | 0,42                                      |
|                             |                 | 2P.T.T               | employé       | 24     | 15          | 0,36                                      |
|                             |                 | 1Bureau Main d'œuvre | employé       | 11     | 15          | 0,17                                      |
|                             |                 | Pompier              | Unité         | 1      | 25000       | 25,00                                     |
|                             |                 | Gendarmerie          | personnes     | 50     | 150         | 7,50                                      |

**Tableau II.3:** Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2013) pour les différentes catégories (zoneB) (Suite de tableau).

| catégories de consommateurs | Type de Besoins | Equipements        | Unité de base | Nombre         | dotation    | Q <sub>mov,i</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) |      |
|-----------------------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------|-------------|---|------|
|                             |                 |                    |               |                | (l/j/unité) |   |      |
| équipement publics          | Sanitaires      | 02 Centre de santé | Patient       | 100            | 20          | 2   |      |
|                             |                 | 01 Polyclinique    | Patient       | 40             | 50          | 2,00                                      |      |
|                             | Socioculturels  | 4 Mosquée.         | Fidèles       | 4000           | 20          | 80,00                                     |      |
|                             |                 | stade communale    | Vestiaire     | 1              | 5000        | 5,00                                      |      |
|                             |                 | Hôtel              | Lit           | 25             | 200         | 5,00                                      |      |
|                             | Commerciaux     | Restaurant         | Repas         | 210            | 35          | 7,35                                      |      |
|                             |                 | Boulangerie        | Unité         | 5              | 400         | 2,00                                      |      |
|                             |                 | Douche publique    | Unité         | 5              | 5000        | 25,00                                     |      |
|                             |                 | Abattoir           | Unité         | 1              | 4500        | 4,50                                      |      |
|                             |                 | Station d'essence  | Unité         | 3              | 1000        | 3,00                                      |      |
|                             |                 | Cafés              | Clients       | 300            | 10          | 3,00                                      |      |
|                             | Arrosages       | Rues               |               | m <sup>2</sup> | 1800        | 5   | 9,00 |
|                             |                 | Jardins publiques  |               | m <sup>2</sup> | 900         | 5   | 4,50 |

(Source : A.P.C).

Après une étude détaillée des différents besoins en eau, nous dressons un tableau récapitulatif des différentes catégories de consommations afin qu'on puisse calculer la consommation moyenne journalière.

**Tableau II.4:** Besoins en eau potables de la (zoneA) de Hassi Bahbahà l'horizon actuel (2013).

| Catégorie des besoins   | Qmoy.j (m3/j)   |               |
|-------------------------|-----------------|---------------|
|                         | zone(A)         | zone(B)       |
| <b>Domestique</b>       | 9835.8          | 4092          |
| <b>Administratifs</b>   | 5,87            | 33,45         |
| <b>Scolaires</b>        | 119,00          | 55,00         |
| <b>Sanitaires</b>       | 73,20           | 04,00         |
| <b>Commerciaux</b>      | 75,8            | 44,85         |
| <b>Socio -culturels</b> | 138,00          | 90,00         |
| <b>Arrosage</b>         | 24.5            | 13,50         |
| <b>Total</b>            | <b>10272,17</b> | <b>4332,8</b> |

### II.2.1.2. CONSOMMATION MAXIMALE JOURNALIERE :

#### II.2.1.2.1. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MAXIMUM JOURNALIER (KMAX, J) :

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation horaire au cours de la journée, on doit tenir compte de cette variation en déterminant le rapport (II-3).

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

Ce coefficient nous permet de savoir combien de fois le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier. Il varie entre 1,1 et 1,3. et consiste à prévenir les fuites et les gaspillages au niveau du réseau en majorant la consommation moyenne de 10% à 30%.

Dans notre projet on prend :  $K_{\max, j}=1,2$  pour l'agglomération et  $K_{\max, j}=01$  pour l'arrosage.

**II.2.1.2.2. COEFFICIENT D'IRREGULARITE MINIMUM JOURNALIER (K<sub>MIN,J</sub>):**

Il est défini comme étant le rapport de la consommation moyenne journalière, donné par

la relation suivante : 
$$K_{\max j} = \frac{Q_{\min j}}{Q_{moyj}} \dots\dots\dots \text{(II-4)}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier envisageant une sous consommation avec  $K_{\min, j}$  varie entre 0,7 et 0,9.

**II.2.1.2.3. DEBIT MAXIMUM JOURNALIER:**

Ce débit relatif au jour de la plus grande consommation pendant l'année et il est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction, il nous permet de dimensionner toute la chaîne de distribution. Il est donné par :

$$Q_{\max, j} = K_{\max, j} \times Q_{moy, j} \quad (\text{m}^3/\text{j}) \dots\dots\dots \text{(II-5)}$$

- $Q_{\max, j}$  : débit maximum journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$ .
- $Q_{moy, j}$  : débit moyen journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$ .
- $K_{\max, j}$  : coefficient d'irrégularité maximale journalière.

Le calcul de débit maximum journalier est représenté dans le tableau II.6

**II.2.1.3. DETERMINATION DES CONSOMMATIONS HORAIRES :**

Généralement, on détermine les débits horaires en fonction du développement, des habitudes de la population et du régime de consommation probable.

**II.2.1.3.1. DEBIT MOYEN HORAIRE :**

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{moy, h} = \frac{Q_{\max j}}{24} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \dots\dots\dots \text{(II-6)}$$

- $Q_{moy, h}$  : débit moyen horaire en  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- $Q_{\max, j}$  : débit maximum journalier en  $\text{m}^3/\text{j}$ .

**II.2.1.3.2. DETERMINATION DU DEBIT MAXIMUM HORAIRE :**

Ce débit joue un rôle très important dans les différents calculs du réseau de distribution, il est déterminé par la relation suivante :

$$Q_{\max, h} = K_{\max, h} \times Q_{moy, h} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \dots\dots\dots \text{(II-7)}$$

- $Q_{moy, h}$  : débit moyen horaire en  $\text{m}^3/\text{h}$ .
- $K_{\max, h}$  : Coefficient d'irrégularité maximale horaire. Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire pour la journée, il est déterminé par la formule suivante :  $K_{\max, h} = \alpha_{\max} \times \beta_{\max} \dots\dots\dots \text{(II-8)}$

- $\alpha_{max}$  : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime du travail, varie de 1,2 à 1,5 et dépend du niveau de développement local. Pour notre cas on prend :  $\alpha_{max} = 1,30$
- $\beta_{max}$  : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau II-5 donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

**Tableau II.5:**  $\beta_{max}$  en fonction du nombre d'habitants.

| Habitant      | <1000 | 1500 | 2500 | 4000 | 6000 | 10000 | 20000 | 30000 | 50000 | 100000 |
|---------------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
| $\beta_{max}$ | 2     | 1,8  | 1,6  | 1,5  | 1,4  | 1,3   | 1,2   | 1,15  | 1,13  | 1,10   |

Puisque on a un nombre d'habitants égale à 49179 habitants alors :  $\beta_{max,A} = 1,13$

et pour 20460 habitants  $\beta_{max,B} = 1,198$

D'où la valeur de  $K_{max,h}$  sera :  $K_{max,h} = 1,3 \times 1,13 \Rightarrow K_{max,h(A)} = 1,469$

$K_{max,h(B)} = 1,556$

Le tableau présenté ci-après nous donne la récapitulation de calcul des différents débits.

**Tableau II.6:** Résultats de calculs des différents débits.

| Paramètres      | $Q_{moy,j}$<br>( $m^3/j$ ) | $K_{max,j}$ | $Q_{max,j}$<br>( $m^3/j$ ) | $Q_{max,j,T}$<br>( $m^3/j$ ) | $Q_{moy,h}$<br>( $m^3/h$ ) | $K_{max,h}$ | $Q_{max,h}$<br>( $m^3/h$ ) | $Q_{max,h}$<br>(l/s) |
|-----------------|----------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Zone A</b>   | 10247,67                   | 1,2         | 12297,20                   | 12321,7                      | 513,40                     | 1,469       | 754,19                     | 209,50               |
| <b>Arrosage</b> | 24,5                       | 1           | 24,5                       |                              |                            |             |                            |                      |
| <b>Zone B</b>   | 4319,8                     | 1,2         | 5183,16                    | 5196,66                      | 216,53                     | 1,556       | 336,92                     | 93,59                |
| <b>Arrosage</b> | 13,5                       | 1           | 13,5                       |                              |                            |             |                            |                      |

**II.2.1.4. EVALUATION DE LA CONSOMMATION HORAIRE EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT :**

La consommation en eau potable d'une agglomération subit de grande variation, elle dépend tout d'abord de la vocation et de l'étendue de l'agglomération et dans une même agglomération la consommation d'eau varie durant la journée, elle est faible à certaines heures et très importante à d'autres.

Dans la présente étude, pour la détermination du débit de pointe, on a opté pour la méthode donnant la variation horaire de la consommation totale dans divers centres d'agglomération en se basant sur le tableau (voir Annexe II.1) qui donne les variations horaires de la consommation totale dans divers centres d'agglomération.

Pour notre cas on a choisi la répartition variant entre **10001** et **50000** hab, la durée d'arrosage pendant la journée est prévue pour quatre (04) heures

Tableau II.7 : Détermination du débit maximum horaire (ZoneA).

| Heures       | Agglomérations |                       | Arrosage  |                       | Qmax journalier |                        | Courbe intégrale |
|--------------|----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
|              | %              | Q (m <sup>3</sup> /h) | %         | Q (m <sup>3</sup> /h) | %               | Qt (m <sup>3</sup> /h) |                  |
| 0--1         | 1.5            | 184.46                |           |                       | 1.50            | 184.46                 | 1.5              |
| 1--2         | 1.5            | 184.46                |           |                       | 1.50            | 184.46                 | 3.00             |
| 2--3         | 1.5            | 184.46                |           |                       | 1.50            | 184.46                 | 4.49             |
| 3--4         | 1.5            | 184.46                |           |                       | 1.50            | 184.46                 | 5.99             |
| 4--5         | 2.5            | 307.43                |           |                       | 2.50            | 307.43                 | 8.49             |
| 5--6         | 3.5            | 430.40                |           |                       | 3.49            | 430.40                 | 11.98            |
| 6--7         | 4.5            | 553.37                |           |                       | 4.49            | 553.37                 | 16.47            |
| 7--8         | 5.5            | 676.35                |           |                       | 5.49            | 676.35                 | 21.96            |
| 8--9         | <b>6.25</b>    | <b>768.58</b>         | <b>25</b> | <b>6.125</b>          | <b>6.29</b>     | <b>774.70</b>          | <b>28.25</b>     |
| 9--10        | 6.25           | 768.58                | 25        | 6.125                 | 6.29            | 774.70                 | 34.53            |
| 10--11       | 6.25           | 768.58                |           |                       | 6.24            | 768.58                 | 40.77            |
| 11--12       | 6.25           | 768.58                |           |                       | 6.24            | 768.58                 | 47.01            |
| 12--13       | 5              | 614.86                |           |                       | 4.99            | 614.86                 | 52.00            |
| 13--14       | 5              | 614.86                |           |                       | 4.99            | 614.86                 | 56.99            |
| 14--15       | 5.5            | 676.35                |           |                       | 5.49            | 676.35                 | 62.48            |
| 15--16       | 6              | 737.83                |           |                       | 5.99            | 737.83                 | 68.47            |
| 16--17       | 6              | 737.83                | 25        | 6.125                 | 6.04            | 743.96                 | 74.50            |
| 17--18       | 5.5            | 676.35                | 25        | 6.125                 | 5.54            | 682.47                 | 80.04            |
| 18--19       | 5              | 614.86                |           |                       | 4.99            | 614.86                 | 85.03            |
| 19--20       | 4.5            | 553.37                |           |                       | 4.49            | 553.37                 | 89.52            |
| 20--21       | 4              | 491.89                |           |                       | 3.99            | 491.89                 | 93.52            |
| 21--22       | 3              | 368.92                |           |                       | 2.99            | 368.92                 | 96.51            |
| 22--23       | 2              | 245.94                |           |                       | 2.00            | 245.94                 | 98.51            |
| 23--24       | 1.5            | 184.46                |           |                       | 1.50            | 184.46                 | 100.00           |
| <b>Total</b> | 100            | 12297.2               | 100       | 24.5                  | 100.00          | 12321.70               | /                |

Tableau II.8 : Détermination du débit maximum horaire (ZoneB).

| heures | Agglomérations |                       | Arrosage  |                       | Qmax journalier |                        | Courbe intégrale |
|--------|----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
|        | %              | Q (m <sup>3</sup> /h) | %         | Q (m <sup>3</sup> /h) | %               | Qt (m <sup>3</sup> /h) |                  |
| 0--1   | 1.5            | 77.75                 |           |                       | 1.50            | 77.75                  | 1.50             |
| 1--2   | 1.5            | 77.75                 |           |                       | 1.50            | 77.75                  | 3.00             |
| 2--3   | 1.5            | 77.75                 |           |                       | 1.50            | 77.75                  | 4.49             |
| 3--4   | 1.5            | 77.75                 |           |                       | 1.50            | 77.75                  | 5.99             |
| 4--5   | 2.5            | 129.58                |           |                       | 2.49            | 129.58                 | 8.48             |
| 5--6   | 3.5            | 181.41                |           |                       | 3.49            | 181.41                 | 11.97            |
| 6--7   | 4.5            | 233.24                |           |                       | 4.49            | 233.24                 | 16.46            |
| 7--8   | 5.5            | 285.07                |           |                       | 5.49            | 285.07                 | 21.95            |
| 8--9   | <b>6.25</b>    | <b>323.95</b>         | <b>25</b> | <b>3.375</b>          | <b>6.30</b>     | <b>327.32</b>          | <b>28.25</b>     |
| 9--10  | 6.25           | 323.95                | 25        | 3.375                 | 6.30            | 327.32                 | 34.54            |
| 10--11 | 6.25           | 323.95                |           |                       | 6.23            | 323.95                 | 40.78            |
| 11--12 | 6.25           | 323.95                |           |                       | 6.23            | 323.95                 | 47.01            |
| 12--13 | 5              | 259.16                |           |                       | 4.99            | 259.16                 | 52.00            |
| 13--14 | 5              | 259.16                |           |                       | 4.99            | 259.16                 | 56.99            |
| 14--15 | 5.5            | 285.07                |           |                       | 5.49            | 285.07                 | 62.47            |
| 15--16 | 6              | 310.99                |           |                       | 5.98            | 310.99                 | 68.46            |
| 16--17 | 6              | 310.99                | 25        | 3.375                 | 6.05            | 314.36                 | 74.51            |
| 17--18 | 5.5            | 285.07                | 25        | 3.375                 | 5.55            | 288.45                 | 80.06            |
| 18--19 | 5              | 259.16                |           |                       | 4.99            | 259.16                 | 85.04            |
| 19--20 | 4.5            | 233.24                |           |                       | 4.49            | 233.24                 | 89.53            |
| 20--21 | 4              | 207.33                |           |                       | 3.99            | 207.33                 | 93.52            |
| 21--22 | 3              | 155.49                |           |                       | 2.99            | 155.49                 | 96.51            |
| 22--23 | 2              | 103.66                |           |                       | 1.99            | 103.66                 | 98.51            |
| 23--24 | 1.5            | 77.75                 |           |                       | 1.50            | 77.75                  | 100.00           |
| total  | 100            | 5183.16               | 100       | 55                    | 100.00          | 5196.66                |                  |

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de la consommation totale et de la courbe intégrale (voir Figures II.3 et II.4).

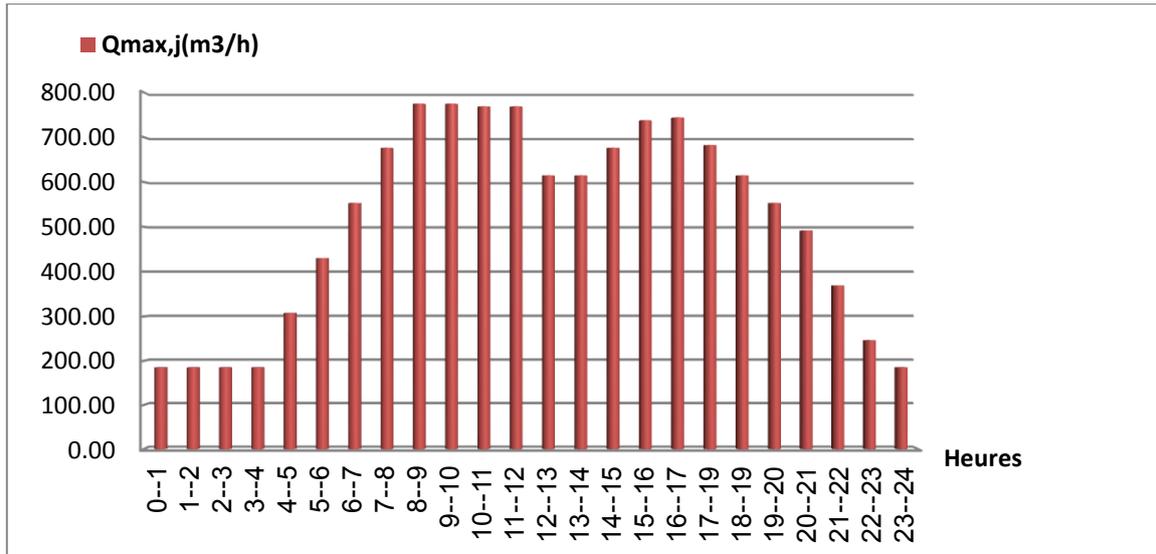


Figure II.3 : L'histogramme de consommation actuelle (ZoneA-2013).

À partir du tableau et de graphique de consommation on a trouvé que la période de pointe s'étale entre 08h et 09h avec un débit horaire de pointe égale à :

$$Q_{\max, h} = 774,7 \text{ m}^3/\text{h} = 215,19 \text{ l/s}$$

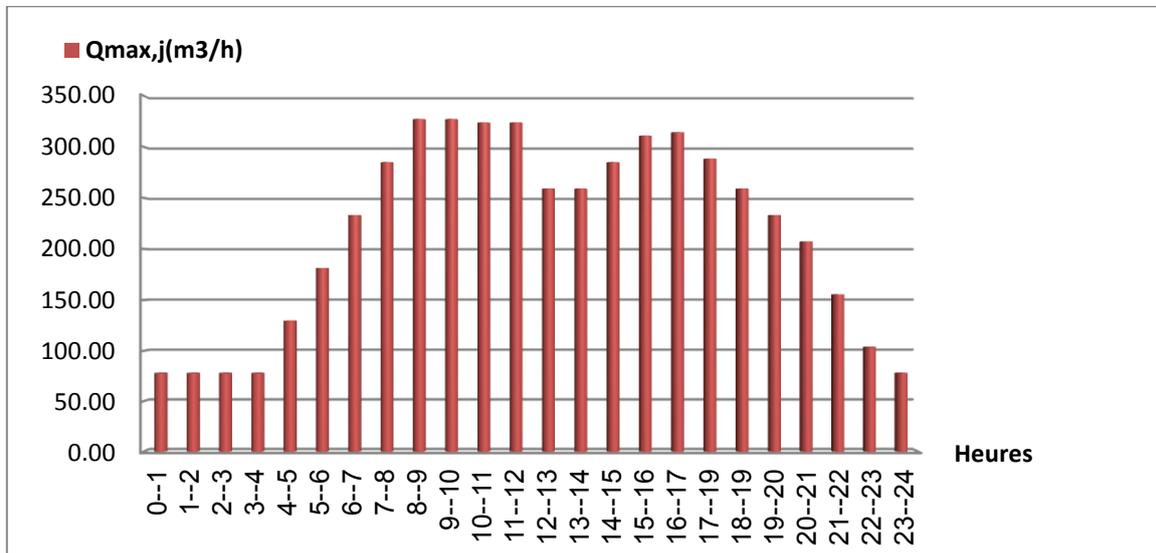


Figure II.4 : L'histogramme de consommation actuelle (ZoneB-2013).

À partir du tableau et de graphique de consommation on a trouvé que la période de pointe s'étale entre 08h et 09h avec un débit horaire de pointe égale à :

$$Q_{\max, h} = 327,15 \text{ m}^3/\text{h} = 90,88 \text{ l/s}$$

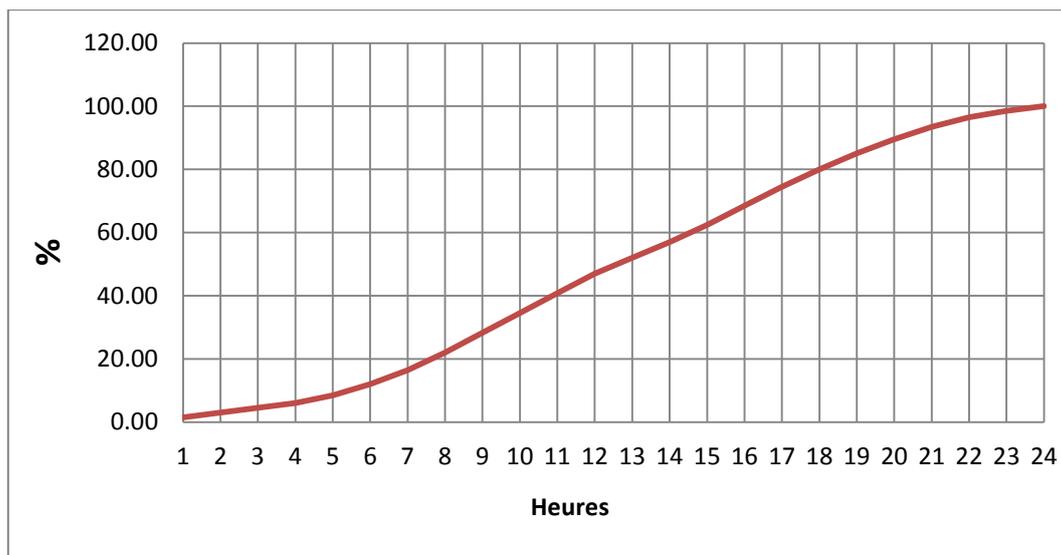


Figure II.5 : La courbe intégrale de la consommation actuelle (2013).

### II.1.3. ESTIMATION DES BESOINS EN EAU POTABLE A L'HORIZON 2035 :

#### II.1.3.1. CALCUL DES BESOINS MOYENS JOURNALIERS :

Pour répondre aux besoins de la population future, nous prévoyons la réalisation d'un programme d'équipement qui sera mis au point ultérieurement. En appliquant les mêmes formules pour le calcul des débits, nous aboutissons aux valeurs théoriques du Tableau II-9 qui donne une image de projection possible pour l'horizon (2035).

Tableau II.9 : Calcul du débit moyen des équipements projetés (zoneA) (2035).

| catégories de Consommateurs | Besoins                    | Equipements          | unité de Base | nombre | dotation (l/j/unité) | $Q_{moy, j}$ ( $m^3/j$ ) |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------|--------------------------|
| Domestique                  | Domestique                 |                      | Hab.          | 30498  | 200                  | 6099.6                   |
| équipements publics         | Scolaires                  | 1 école primaire     | Elève         | 500    | 10                   | 5                        |
|                             |                            | 01 C.E.M             | Elève         | 700    | 10                   | 7                        |
|                             |                            | 01 Crèches           | Enfant        | 100    | 10                   | 01                       |
|                             | Administratifs             | B.N.A                | Employé       | 16     | 15                   | 0.24                     |
|                             | Socioculturels et sportifs | 01 Salle polyvalente | Personne      | 200    | 20                   | 4.00                     |
|                             |                            | 01 Bibliothèques     | Lecteur       | 60     | 15                   | 0.90                     |

(Source : A.P.C Djelfa).

**Tableau II.10** : Calcul du débit moyen des équipements projetés (zoneB) (2035).

| catégories de consommateurs | Besoins                           | Equipements          | unité de Base | nombre | dotation (l/j/unité) | Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j) |
|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|---------------|--------|----------------------|--|
| <b>Domestique</b>           | Domestique                        |                      | Hab.          | 12686  | 200                  | 2537.2                                 |
| <b>équipements publics</b>  | <b>Scolaires</b>                  | 2 écoles primaires   | Elève         | 800    | 10                   | 8                                      |
|                             |                                   | 01 C.E.M             | Elève         | 700    | 10                   | 7                                      |
|                             |                                   | 01 LYCEE             | Elève         | 800    | 10                   | 08                                     |
|                             |                                   | 01 Crèches           | Enfant        | 100    | 10                   | 01                                     |
|                             | <b>Administratifs</b>             | Prison               | Prisonnier    | 400    | 200                  | 80                                     |
|                             |                                   | Trésor               | Employé       | 10     | 15                   | 0.15                                   |
|                             | <b>Sanitaires</b>                 | 01 Centre de santé   | Patient       | 50     | 20                   | 1.00                                   |
|                             | <b>Socioculturels et sportifs</b> | 01 Salle polyvalente | Personne      | 200    | 20                   | 4.00                                   |
|                             |                                   | 02 Mosquées.         | Fidèles       | 600    | 20                   | 12                                     |
|                             |                                   | 01 Bibliothèques     | Lecteur       | 120    | 15                   | 0.90                                   |
|                             | <b>Commerciaux</b>                | SNTV                 | Unité         | 01     | 8000                 | 8                                      |
|                             |                                   | Centre commerciale   | Unité         | 01     | 1000                 | 1.00                                   |
|                             |                                   | Locaux commerciaux   | Unité         | 200    | 20                   | 4.00                                   |

(Source : A.P.C Djelfa).

**Tableau II.11:** Récapitulation des besoins en eau potables de la ville de Hassi Bahbah à l'horizon d'étude (2035).

| Catégorie des besoins   | Q <sub>moy,j</sub> (m <sup>3</sup> /j) |         |
|-------------------------|--|---------|
|                         | zone(A)                                | zone(B) |
| <b>Domestique</b>       | 15935,4                                | 6629,6  |
| <b>Administratifs</b>   | 5,9                                    | 113,6   |
| <b>Scolaires</b>        | 132,00                                 | 79,00   |
| <b>Sanitaires</b>       | 73,2                                   | 5,00    |
| <b>Commerciaux</b>      | 55,60                                  | 80,6    |
| <b>Socio –culturels</b> | 142,9                                  | 106,90  |
| <b>Arrosage</b>         | 24,50                                  | 13,50   |
| <b>Total</b>            | 16369,5                                | 7027,8  |

**II.1.3.2. DETERMINATION DES DEBITS DE CONSOMMATION :**

En appliquant les mêmes procédés et les mêmes formules présentées auparavant on a trouvé les résultats de calculs des débits présentés dans le tableau ci-après avec :

$$Q_{\max, j} = K_{\max, j} \times Q_{\text{moy}, j} \text{ (m}^3\text{/j)}. \Rightarrow \text{Le débit maximum journalier.}$$

$$Q_{\text{moy}, h} = \frac{Q_{\max, j}}{24} \text{ (m}^3\text{/h)}. \Rightarrow \text{Le débit moyen horaire.}$$

$$Q_{\max, h} = K_{\max, h} \times Q_{\text{moy}, h} \text{ (m}^3\text{/h)} \Rightarrow \text{Le débit maximal horaire.}$$

**Tableau II.12:** Résultats de calculs des différents débits pour l'horizon (2035).

| Paramètres      | Q <sub>moy, j</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) | K <sub>max, j</sub> | Q <sub>max j</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) | Q <sub>max j T</sub><br>(m <sup>3</sup> /j) |
|-----------------|--|---------------------|---|---|
| <b>Zone A</b>   | 16345                                      | 1,2                 | 19614                                     | <b>19638,5</b>                              |
| <b>Arrosage</b> | 24,50                                      | 1                   | 24,50                                     |   |
| <b>ZoneB</b>    | 7014,3                                     | 1,2                 | 8417,16                                   | <b>8430,66</b>                              |
| <b>Arrosage</b> | 13,5                                       | 1                   | 13,5                                      |   |

**II.1.3.3. EVALUATION DE LA CONSOMMATION HORAIRE EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANT :**

Comme mentionné plus haut, le nombre d'habitants de la ville de l'année 2035. D'après le tableau (voir annexe N°1) on a choisi pour notre cas la répartition de **50001 à 100000** habitants.

La durée d'arrosage pendant la journée est prévue pour quatre (04) heures. Avec deux heures le matin et deux heures le soir.

**Tableau II.13:** Variation des débits horaires (zone A) pour l'horizon (2035).

| Heures       | Agglomérations |                       | Arrosage  |                      | Qmax journalier |                        | courbe intégrale |
|--------------|----------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------------|------------------------|------------------|
|              | %              | Q (m <sup>3</sup> /h) | %         | Q(m <sup>3</sup> /h) | %               | Qt (m <sup>3</sup> /h) |                  |
| 0—1          | 3              | 588.42                |           |                      | 3.00            | 588.42                 | 3                |
| 1—2          | 3.2            | 627.65                |           |                      | 3.20            | 627.65                 | 6.20             |
| 2—3          | 2.5            | 490.35                |           |                      | 2.50            | 490.35                 | 8.69             |
| 3—4          | 2.6            | 509.96                |           |                      | 2.60            | 509.96                 | 11.29            |
| 4—5          | 3.5            | 686.49                |           |                      | 3.50            | 686.49                 | 14.79            |
| 5—6          | 4.1            | 804.17                |           |                      | 4.09            | 804.17                 | 18.88            |
| 6—7          | 4.5            | 882.63                |           |                      | 4.49            | 882.63                 | 23.37            |
| 7—8          | 4.9            | 961.09                |           |                      | 4.89            | 961.09                 | 28.27            |
| 8—9          | 4.9            | 961.09                | 25        | 6.125                | 4.93            | 967.21                 | 33.19            |
| 9—10         | <b>5.6</b>     | <b>1098.38</b>        | <b>25</b> | <b>6.125</b>         | <b>5.62</b>     | <b>1104.51</b>         | <b>38.82</b>     |
| 10—11        | 4.8            | 941.47                |           |                      | 4.79            | 941.47                 | 43.61            |
| 11—12        | 4.7            | 921.86                |           |                      | 4.69            | 921.86                 | 48.31            |
| 12—13        | 4.4            | 863.02                |           |                      | 4.39            | 863.02                 | 52.70            |
| 13—14        | 4.1            | 804.17                |           |                      | 4.09            | 804.17                 | 56.80            |
| 14—15        | 4.2            | 823.79                |           |                      | 4.19            | 823.79                 | 60.99            |
| 15—16        | 4.4            | 863.02                |           |                      | 4.39            | 863.02                 | 65.38            |
| 16—17        | 4.3            | 843.40                | 25        | 6.125                | 4.33            | 849.53                 | 69.71            |
| 17—19        | 4.1            | 804.17                | 25        | 6.125                | 4.13            | 810.30                 | 73.84            |
| 18—19        | 4.5            | 882.63                |           |                      | 4.49            | 882.63                 | 78.33            |
| 19—20        | 4.5            | 882.63                |           |                      | 4.49            | 882.63                 | 82.83            |
| 20—21        | 4.5            | 882.63                |           |                      | 4.49            | 882.63                 | 87.32            |
| 21—22        | 4.8            | 941.47                |           |                      | 4.79            | 941.47                 | 92.11            |
| 22—23        | 4.6            | 902.24                |           |                      | 4.59            | 902.24                 | 96.71            |
| 23--24       | 3.3            | 647.26                |           |                      | 3.30            | 647.26                 | 100.00           |
| <b>Total</b> | 100            | 19614                 | 100       | 24.5                 | 100.00          | 19638.5                | /                |

**Tableau II.14:** Variation des débits horaires (zone B) pour l'horizon (2035).

| heures        | Agglomérations |                       | Arrosage  |                       | Qmax journalier |                        | Courbe<br>intégrale |
|---------------|----------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|---------------------|
|               | %              | Q (m <sup>3</sup> /h) | %         | Q (m <sup>3</sup> /h) | %               | Qt (m <sup>3</sup> /h) |                     |
| <b>0--1</b>   | 1.5            | 126.26                |           |                       | 1.50            | 126.26                 | 3.00                |
| <b>1--2</b>   | 1.5            | 126.26                |           |                       | 1.50            | 126.26                 | 4.50                |
| <b>2--3</b>   | 1.5            | 126.26                |           |                       | 1.50            | 126.26                 | 6.00                |
| <b>3--4</b>   | 1.5            | 126.26                |           |                       | 1.50            | 126.26                 | 7.49                |
| <b>4--5</b>   | 2.5            | 210.43                |           |                       | 2.50            | 210.43                 | 9.99                |
| <b>5--6</b>   | 3.5            | 294.60                |           |                       | 3.49            | 294.60                 | 13.48               |
| <b>6--7</b>   | 4.5            | 378.77                |           |                       | 4.49            | 378.77                 | 17.98               |
| <b>7--8</b>   | 5.5            | 462.94                |           |                       | 5.49            | 462.94                 | 23.47               |
| <b>8--9</b>   | <b>6.25</b>    | <b>526.07</b>         | <b>25</b> | <b>3.375</b>          | <b>6.28</b>     | <b>529.45</b>          | <b>29.75</b>        |
| <b>9--10</b>  | 6.25           | 526.07                | 25        | 3.375                 | 6.28            | 529.45                 | 36.03               |
| <b>10--11</b> | 6.25           | 526.07                |           |                       | 6.24            | 526.07                 | 42.27               |
| <b>11--12</b> | 6.25           | 526.07                |           |                       | 6.24            | 526.07                 | 48.51               |
| <b>12--13</b> | 5              | 420.86                |           |                       | 4.99            | 420.86                 | 53.50               |
| <b>13--14</b> | 5              | 420.86                |           |                       | 4.99            | 420.86                 | 58.49               |
| <b>14--15</b> | 5.5            | 462.94                |           |                       | 5.49            | 462.94                 | 63.98               |
| <b>15--16</b> | 6              | 505.03                |           |                       | 5.99            | 505.03                 | 69.97               |
| <b>16--17</b> | 6              | 505.03                | 25        | 3.375                 | 6.03            | 508.40                 | 76.00               |
| <b>17--19</b> | 5.5            | 462.94                | 25        | 3.375                 | 5.53            | 466.32                 | 81.53               |
| <b>18--19</b> | 5              | 420.86                |           |                       | 4.99            | 420.86                 | 86.53               |
| <b>19--20</b> | 4.5            | 378.77                |           |                       | 4.49            | 378.77                 | 91.02               |
| <b>20--21</b> | 4              | 336.69                |           |                       | 3.99            | 336.69                 | 95.01               |
| <b>21--22</b> | 3              | 252.51                |           |                       | 3.00            | 252.51                 | 98.01               |
| <b>22--23</b> | 2              | 168.34                |           |                       | 2.00            | 168.34                 | 100.00              |
| <b>23--24</b> | 1.5            | 126.26                |           |                       | 1.50            | 126.26                 | 101.50              |
| <b>Total</b>  | 100            | 8417.16               | 100       | 13.5                  | 100.00          | 8430.66                | /                   |

Les résultats trouvés nous permettent de tracer les graphiques de la consommation totale et de la courbe intégrale (voir Fig.II.6 et II.7).

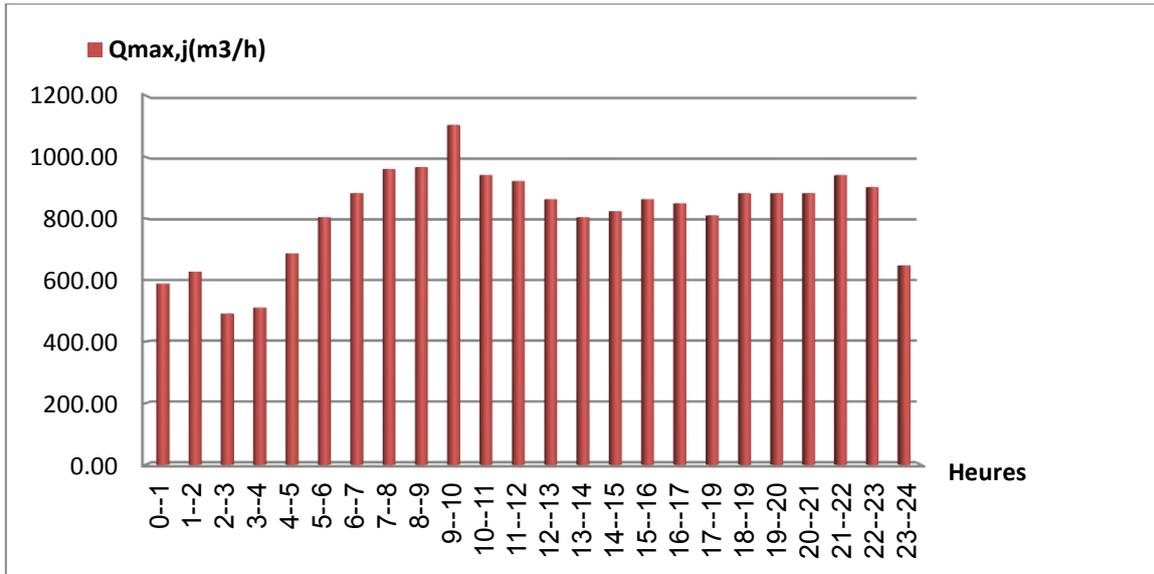


Figure II.6 : L’histogramme De Consommation (Zone A) Pour L’horizon 2035.

À partir du tableau et de graphe de la consommation on a trouvé que la période de pointe s’étale entre 09h et 10h avec un débit horaire de pointe égale à :

$$Q_{max, h} = 1104,51 \text{ m}^3/\text{h} = 306,81 \text{ l/s}$$

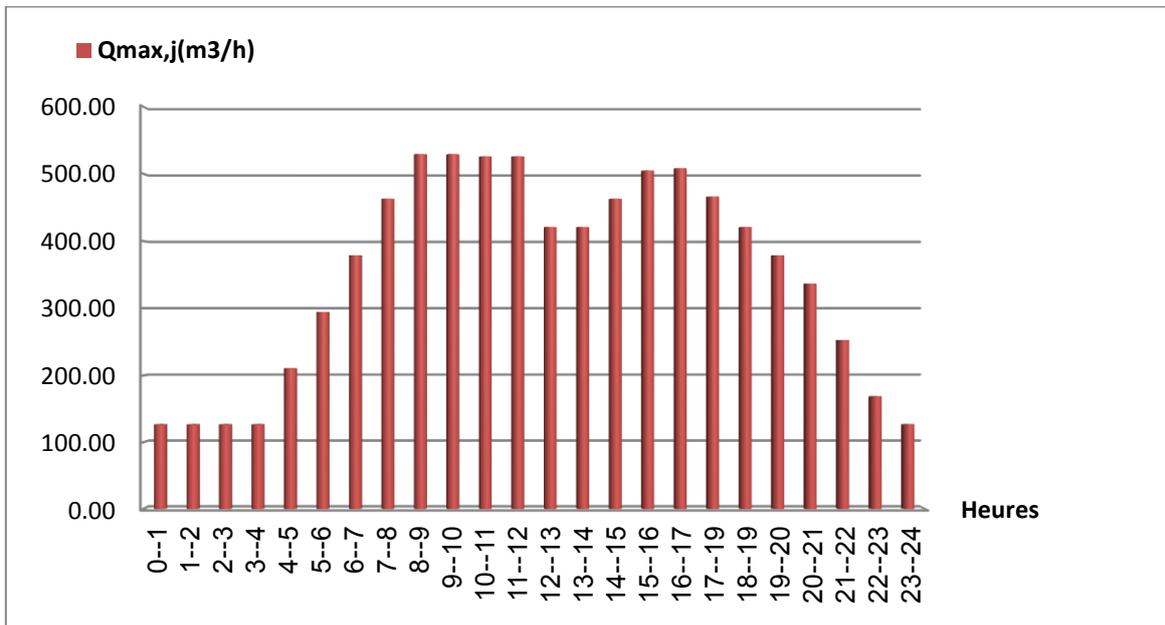
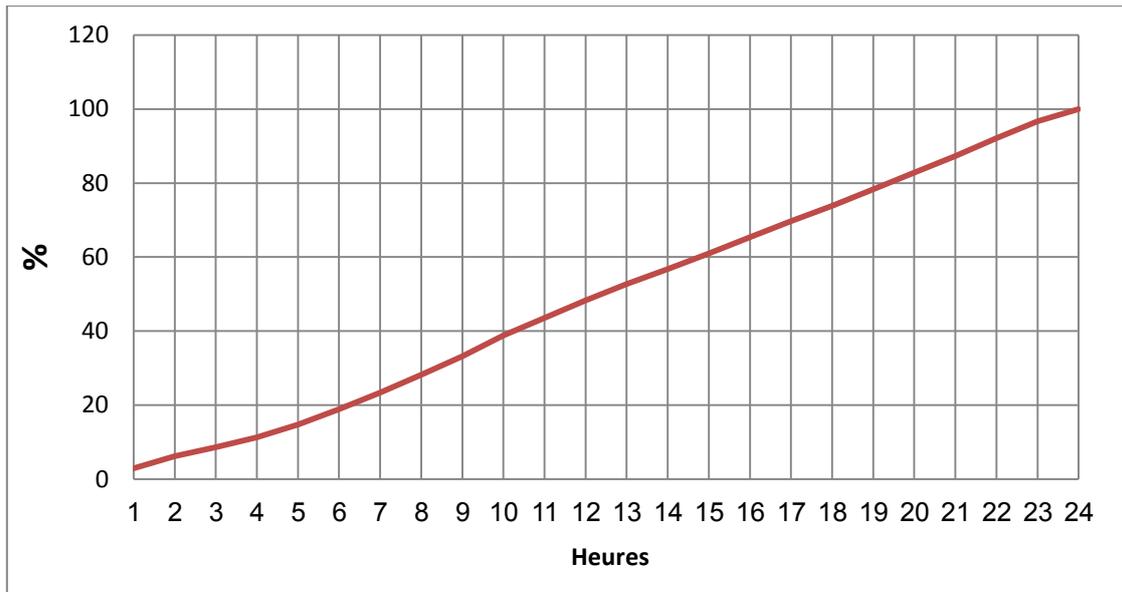


Figure II.7 : L’histogramme De Consommation (Zone B) Pour L’horizon 2035.

À partir du tableau et de graphe de la consommation on a trouvé que la période de pointe s’étale entre 09h et 10h avec un débit horaire de pointe égale à :

$$Q_{max, h} = 529,45 \text{ m}^3/\text{h} = 147,07 \text{ l/s}$$



**Figure II.8:** La courbe intégrale de la consommation pour l'horizon 2035.

## CONCLUSION

L'objectif de ce chapitre est de définir les besoins en eau potable à l'horizon 2035 pour la ville de HASSI BAHBAH.

Dans un premier temps un important travail de collecte de données sur les caractéristiques de la population, de l'activité industrielle et des ressources en eau exploitées, a été réalisé sur place avec l'aide des différentes administrations concernées.

Dans un second temps, une analyse approfondie des documents ainsi rassemblés a pu être faite. Cette analyse a permis de déterminer l'état actuel de l'approvisionnement en eau de la ville du projet, les besoins futurs jusqu'à l'horizon 2035.

---

# **CALCUL DES RESERVOIRS**

## **INTRODUCTION :**

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.

La commune de Hassi Bahbah va prendre en charge un développement futur, donc le but de ce chapitre est de déterminer le volume de stockage nécessaire et le projeté de telle façon à assurer le meilleur fonctionnement du réseau.

## **III.1. FONCTIONS ET REMPLACEMENTS DES RESERVOIRS :**

### **III.1.1. FONCTIONS TECHNIQUES DES RESERVOIRS :**

Les différentes fonctions d'un réservoir portant surtout sur la :

- régularisation de l'apport de la consommation d'eau pour permettre aux pompes un refoulement constant pour assurer la :
- sécurité d'approvisionnement.
- régulation de la pression.
- simplification de l'exploitation.

Ils doivent être :

- Etanches.
- Construits avec des matériaux qui ne soient pas susceptibles d'altérer l'eau.
- Bien protéger contre toute contamination d'eau susceptible.
- Etablir de façon à préserver l'eau contre les variations de la température.

### **III.1.2. FONCTIONS ECONOMIQUES :**

Les Réservoirs existants sont tous des réservoirs de tête, donc il y a réduction des dépenses d'énergie.

### **III.1.3. CLASSIFICATION DES RESERVOIRS :**

Parmi les classifications des réservoirs, nous distinguons les cuves :

- Enterrés ;
- Semi enterrés ;
- Surélevés ;
- D'après leurs formes, ils peuvent être :
- Circulaires ;
- Carrés ;

### III.1.4. EMPLACEMENT DES RESERVOIRS :

L'emplacement des réservoirs pose souvent un problème topographique :  
 La commune de Hassi Bahbah se trouve pratiquement sur un terrain de faible pente.  
 Aussi, On doit toujours tenir compte des considérations suivantes :  
 Pour des raisons économiques, il est préférable que le remplissage de tous les réservoirs se fait gravitairement ;  
 L'alimentation du réseau de distribution doit se faire par gravité.  
 Lorsque plusieurs réservoirs sont nécessaires, on doit les implanter de préférence soit en extrémité du réseau, soit à proximité du centre important de consommation.  
 La côte du radier doit être supérieure à la plus haute cote piézométrique exigée dans le réseau ; afin de satisfaire les abonnés en pressions suffisantes.

### III.1.5. DETERMINATION DE LA CAPACITE DU STOCKAGE :

Le réservoir est un ouvrage de stockage régulateur de débit qui permet d'adapter la production à la consommation.

La capacité du réservoir doit être estimée en tenant compte des variations des débits à l'entrée comme à la sortie ; c'est-à-dire d'une part du mode d'exploitation des ouvrages situés en amont et d'autre part de la variation de la demande. Le plus souvent, la capacité est calculée pour satisfaire aux variations journalières du débit de consommation en tenant compte bien entendu du jour de plus forte consommation et de la réserve d'eau destinée à l'incendie. Il est possible de réduire leur capacité en calculant le volume minimum pour assurer la continuité de la distribution. À la limite, le réservoir peut servir de simple régulateur de pression en fonction du rythme d'enclenchement de la pompe.

Pour estimer la capacité d'un réservoir, on recourt soit à la méthode analytique soit à la méthode graphique. Dans notre projet on a utilisé la méthode analytique qui exige deux régimes distincts :

- Le régime de consommation de notre agglomération caractérisée par la courbe de consommation (Voir les Fig.II-3 ; Fig.II-4; Fig.II-6 ; Fig.II-7).
- Le régime d'apport d'eau à partir de la source vers le réservoir que nous avons fixé à raison de 24 heures d'apport du fait d'un captage divers de la source souterraine.

En conséquence, la capacité sera déduite à partir des résidus entre le cumul d'apport et de départ d'eau pour chaque heure pendant 24 heures.

Le volume utile du réservoir est donné par la relation suivante :

$$Vu = \frac{a\% \times Q_{maj}}{100} \dots\dots\dots (III-1)$$

- $a$  % : représente le maximum des restes de  $Q_{max,j}$  en pourcentage.
- $Q_{max,j}$ : débit maximum journalier ( $m^3/j$ ).

La réserve d'incendie est par définition, la réserve minimale d'eau nécessaire pour l'extinction d'un sinistre moyen d'une durée de deux heures avec un débit moyen de  $60m^3/h$ , en conséquence cette réserve minimale à prévoir est de  $120 m^3$ .

Alors le volume total du réservoir serait le suivant :

$$V_t = V_u + V_{inc} \dots\dots\dots (III-2)$$

**Tableau III.1:** Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel (2013).

| Heures | Consommation de l'eau en % | Refoulement de l'eau en % | Arrivée d'eau au réservoir | Départ d'eau du réservoir | Reste d'eau dans le réservoir |
|--------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1--2   | 1.5                        | 0                         |                            | 1.5                       | 8.5                           |
| 2--3   | 1.5                        | 0                         |                            | 1.5                       | 7                             |
| 3--4   | 1.5                        | 0                         |                            | 1.5                       | 5.5                           |
| 3--4   | 1.5                        | 0                         |                            | 1.5                       | 4                             |
| 4--5   | 2.5                        | 5                         | 2.5                        |                           | 6.5                           |
| 5--6   | 3.5                        | 5                         | 1.5                        |                           | 8                             |
| 6--7   | 4.5                        | 5                         | 0.5                        |                           | 8.5                           |
| 7--8   | 5.5                        | 5                         |                            | 0.5                       | 8                             |
| 8--9   | 6.25                       | 5                         |                            | 1.25                      | 6.75                          |
| 9--10  | 6.25                       | 5                         |                            | 1.25                      | 5.5                           |
| 10--11 | 6.25                       | 5                         |                            | 1.25                      | 4.25                          |
| 11--12 | 6.25                       | 5                         |                            | 1.25                      | 3                             |
| 12--13 | 5                          | 5                         |                            | 0                         | 3                             |
| 13--14 | 5                          | 5                         |                            | 0                         | 3                             |
| 14--15 | 5.5                        | 5                         |                            | 0.5                       | 2.5                           |
| 15--16 | 6                          | 5                         |                            | 1                         | 1.5                           |
| 16--17 | 6                          | 5                         |                            | 1                         | 0.5                           |
| 17--19 | 5.5                        | 5                         |                            | 0.5                       | 0                             |
| 18--19 | 5                          | 5                         |                            | 0                         | 0                             |
| 19--20 | 4.5                        | 5                         | 0.5                        |                           | 0.5                           |
| 20--21 | 4                          | 5                         | 1                          |                           | 1.5                           |
| 21--22 | 3                          | 5                         | 2                          |                           | 3.5                           |
| 22--23 | 2                          | 5                         | 3                          |                           | 6.5                           |

|               |     |     |      |      |           |
|---------------|-----|-----|------|------|-----------|
| <b>23--24</b> | 1.5 | 5   | 3.5  | 0.87 | <b>10</b> |
| <b>Totaux</b> | 100 | 100 | 7.13 | 7.13 | /         |

Tableau III.2: Résultat du calcul du volume total du stockage à l'état actuel (2013).

| Paramètres    | $Q_{\max, j}$<br>( $m^3/j$ ) | a (%) | $V_u$ ( $m^3$ ) | $V_{inc}$ ( $m^3$ ) | $V_t$ ( $m^3$ ) |
|---------------|------------------------------|-------|-----------------|---------------------|-----------------|
| <b>Zone A</b> | 12321.7                      | 10    | 1232.17         | 120                 | <b>1352.17</b>  |
| <b>Zone B</b> | 5196.66                      | 10    | 519.67          | 120                 | <b>639.67</b>   |

Tableau III.3: Détermination de la capacité du réservoir à l'horizon (2035).

| heures        | Consommation<br>de l'eau en % | Refolement<br>de l'eau en<br>% | Arrivée<br>d'eau au<br>réservoir | Départ d'eau<br>du réservoir | Reste d'eau<br>dans le<br>réservoir |
|---------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>1--2</b>   | 3                             | 0                              |                                  | 3                            | 5.8                                 |
| <b>2--3</b>   | 3.2                           | 0                              |                                  | 3.2                          | 2.6                                 |
| <b>3--4</b>   | 2.5                           | 0                              |                                  | 2.5                          | 0.1                                 |
| <b>3--4</b>   | 2.6                           | 0                              |                                  | 2.6                          | -2.5                                |
| <b>4--5</b>   | 3.5                           | 5                              | 1.5                              |                              | 4.1                                 |
| <b>5--6</b>   | 4.1                           | 5                              | 0.9                              |                              | -0.1                                |
| <b>6--7</b>   | 4.5                           | 5                              | 0.5                              |                              | 0.4                                 |
| <b>7--8</b>   | 4.9                           | 5                              | 0.1                              |                              | 0.5                                 |
| <b>8--9</b>   | 4.9                           | 5                              | 0.1                              |                              | 0.6                                 |
| <b>9--10</b>  | 5.6                           | 5                              |                                  | 0.6                          | 0                                   |
| <b>10--11</b> | 4.8                           | 5                              | 0.2                              |                              | 0.2                                 |
| <b>11--12</b> | 4.7                           | 5                              | 0.3                              |                              | 0.5                                 |
| <b>12--13</b> | 4.4                           | 5                              | 0.6                              |                              | 1.1                                 |
| <b>13--14</b> | 4.1                           | 5                              | 0.9                              |                              | 2                                   |
| <b>14--15</b> | 4.2                           | 5                              | 0.8                              |                              | 2.8                                 |
| <b>15--16</b> | 4.4                           | 5                              | 0.6                              |                              | 3.4                                 |
| <b>16--17</b> | 4.3                           | 5                              | 0.7                              |                              | 4.1                                 |
| <b>17--19</b> | 4.1                           | 5                              | 0.9                              |                              | 5                                   |
| <b>18--19</b> | 4.5                           | 5                              | 0.5                              |                              | 5.5                                 |
| <b>19--20</b> | 4.5                           | 5                              | 0.5                              |                              | 6                                   |
| <b>20--21</b> | 4.5                           | 5                              | 0.5                              |                              | 6.5                                 |
| <b>21--22</b> | 4.8                           | 5                              | 0.2                              |                              | 6.7                                 |
| <b>22--23</b> | 4.6                           | 5                              | 0.4                              |                              | 7.1                                 |
| <b>23--24</b> | 3.3                           | 5                              | 1.7                              |                              | <b>8.8</b>                          |

|              |     |     |      |      |   |
|--------------|-----|-----|------|------|---|
| <b>Total</b> | 100 | 100 | 7.13 | 7.13 | / |
|--------------|-----|-----|------|------|---|

**Tableau III.4:** Calcul du volume total du stockage à l'horizon (2035).

| Paramètres    | Qmax, j<br>(m3/j) | a (%) | Vu (m3) | Vinc (m3) | Vt (m3) |
|---------------|-------------------|-------|---------|-----------|---------|
| <b>Zone A</b> | 19638.5           | 8.8   | 1728.19 | 120       | 1848.19 |
| <b>Zone B</b> | 8430.66           | 10    | 843.01  | 120       | 963.06  |

**III.1.6. BILAN DU STOCKAGE :**

On a établi un bilan entre la capacité du stockage en eau potable disponible dans la ville de Hassi Bahbah et celle du stockage nécessaire à court terme et à long terme, on a trouvé comme le montre le tableau III-5 que la capacité existante est largement suffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération à long terme.

**Tableau III.5:** Bilan du stockage.

| Année       | Stockage nécessaire (m <sup>3</sup> ) | Stockage disponible (m <sup>3</sup> ) | Déficit (m <sup>3</sup> ) | Surplus (m <sup>3</sup> ) |
|-------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>2013</b> | 2250                                  | 4000                                  | /                         | 1750                      |
| <b>2035</b> | 3000                                  |                                       | /                         | 1000                      |

**CONCLUSION:**

D'après la détermination de la capacité des réservoirs qui est inférieure à la capacité existante, donc la projection d'un autre réservoir n'est pas nécessaire.

---

**RESEAU  
DE  
DISTRIBUTION**

---

## **INTRODUCTION:**

Après avoir présenté les problèmes faisant obstacle à l'alimentation en eau potable de la ville de Hassi Bahbah, il s'avère nécessaire d'améliorer les conditions de distribution qui consistent au réaménagement du système d'alimentation.

### **IV.1. CHOIX DU MATERIAU DES CONDUITES :**

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

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

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

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

### **IV.2. CALCUL DE RESEAU DE DISTRIBUTION :**

#### **IV.2.1. CONFIGURATION ET DIMENSIONNEMENT DU RESEAU DE DISTRIBUTION PROJETE POUR HASSI BAHBAH:**

Le réseau de distribution projeté pour Hassi Bahbah sera de type maillé, ceci est en tenant compte de la répartition spatiale des constructions existantes et pour contenir les extensions prévues dans le plan d'aménagement et ce jusqu'au long terme (2035).

##### **IV.2.1.1. DETERMINATION DES DEBITS DU RESEAU :**

Le système existant dans la ville de Hassi Bahbah est le système de distribution avec des réservoirs de tête, donc la simulation de fonctionnement du réseau de distribution considère les deux cas de fonctionnement les plus usuels, à savoir :

- Cas de fonctionnement en débit de pointe ( $Q_p$ ) ;
- Cas de fonctionnement en débit de pointe plus incendie ( $Q_p+Q_{inc}$ ).

##### **IV.2.1.1.1. DEBIT SPECIFIQUE :**

Pour le calcul on admet l'hypothèse selon laquelle les besoins sont répartis régulièrement sur la longueur des réseaux de distribution, pour cette raison on a calculé le débit spécifique ( $Q_{spi}$ ).

Qui est égal à :

$$Q_{spi} = Q_r / \sum Li \quad (l/s/ml)$$

Avec :  $Q_r$  : débit en route.

$\sum Li$  : Somme des longueurs des tronçons=15690.92m (ZoneA)

=9211.8m (ZoneB)

#### IV.2.1.1.2. DEBIT EN ROUTE :

Le débit en route de chaque tronçon est le débit uniformément réparti sur son parcours, il est donné par la formule suivante :

$$Q_r = Q_{cons} - \sum Q_{conc} \quad (l/s) \quad \text{Avec:}$$

- $Q_r$  : débit en route ;
- $Q_{cons}$  : débit consommé ;
- $Q_{conc}$  : Débit concentré.

#### IV.2.1.1.3. DEBIT AUX NŒUDS :

Les débits nodaux sont des débits concentrés en chaque nœud pour alimenter la population répartie autour de la moitié du tronçon de la conduite ayant en commun les nœuds considérés, il sont déterminés par la relation suivante :

$$Q_{ni} = 0,5 \sum q_{ri} + \sum Q_{conc} \quad (l/s)$$

Avec  $Q_{ni}$  : débit au nœud,

$\sum Q_{conc}$ : somme des débits concentrés au niveau du nœud considéré.

$\sum q_{ri}$ : somme des débits en route des tronçons reliant deux nœuds.

Les débits nodaux du réseau de distribution de Hassi Bahbah sont donnés dans les tableaux suivants :

#### 1-Cas De Pointe:

**Tableau IV.1** : Calcul Des Débits Nodaux(ZoneA).

| Nœuds | Tronçons | Longueur (m) | $Q_{sp}$ (l/s) | $Q_r$ (l/s) | $0,5 \sum Q_r$ (l/s) | $Q_{conc}$ (l/s) | $Q_n$ (l/s) |
|-------|----------|--------------|----------------|-------------|----------------------|------------------|-------------|
| 1     | 1-2      | 422.45       | 0.019553       | 8.26        | 14.45                | 0                | 14.45       |
|       | 1-3      | 659.8        | 0.019553       | 12.90       |                      |                  |             |
|       | 1-4      | 395.45       | 0.019553       | 7.73        |                      |                  |             |
| 2     | 2-1      | 422.45       | 0.019553       | 8.26        | 12.44                | 0                | 12.44       |
|       | 2-5      | 244.35       | 0.019553       | 4.78        |                      |                  |             |
|       | 2-6      | 605.8        | 0.019553       | 11.85       |                      |                  |             |
| 3     | 3-1      | 659.8        | 0.019553       | 12.90       | 11.77                | 0                | 11.77       |
|       | 3-4      | 354.25       | 0.019553       | 6.93        |                      |                  |             |
|       | 3-7      | 189.75       | 0.019553       | 3.71        |                      |                  |             |

Tableau IV.1 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite De Tableau).

| Nœuds     | Tronçons | Longueur (m) | $Q_{sp}$ (l/s) | $Q_r$ (l/s) | $0,5\sum Q_r$ (l/s) | $Q_{conc}$ (l/s) | $Q_n$ (l/s) |
|-----------|----------|--------------|----------------|-------------|---------------------|------------------|-------------|
| <b>4</b>  | 4-1      | 395.45       | 0.019553       | 7.73        | 12.33               | 0                | 12.33       |
|           | 4-3      | 354.25       | 0.019553       | 6.93        |                     |                  |             |
|           | 4-5      | 245.05       | 0.019553       | 4.79        |                     |                  |             |
|           | 4-9      | 266          | 0.019553       | 5.20        |                     |                  |             |
| <b>5</b>  | 5-2      | 244.35       | 0.019553       | 4.78        | 6.60                | 0                | 6.60        |
|           | 5-4      | 245.05       | 0.019553       | 4.79        |                     |                  |             |
|           | 5-6      | 185.5        | 0.019553       | 3.63        |                     |                  |             |
| <b>6</b>  | 6-2      | 605.8        | 0.019553       | 11.85       | 9.66                | 0                | 9.66        |
|           | 6-5      | 185.5        | 0.019553       | 3.63        |                     |                  |             |
|           | 6-10     | 196.55       | 0.019553       | 3.84        |                     |                  |             |
| <b>7</b>  | 7-3      | 189.75       | 0.019553       | 3.71        | 10.30               | 0                | 10.30       |
|           | 7-8      | 497.65       | 0.019553       | 9.73        |                     |                  |             |
|           | 7-19     | 366.45       | 0.019553       | 7.17        |                     |                  |             |
| <b>8</b>  | 8-7      | 497.65       | 0.019553       | 9.73        | 8.88                | 0                | 8.88        |
|           | 8-9      | 271          | 0.019553       | 5.30        |                     |                  |             |
|           | 8-13     | 139.5        | 0.019553       | 2.73        |                     |                  |             |
| <b>9</b>  | 9-4      | 266          | 0.019553       | 5.20        | 10.88               | 0                | 10.88       |
|           | 9-8      | 271          | 0.019553       | 5.30        |                     |                  |             |
|           | 9-10     | 225          | 0.019553       | 4.40        |                     |                  |             |
|           | 9-12     | 351.2        | 0.019553       | 6.87        |                     |                  |             |
| <b>10</b> | 10-6     | 196.55       | 0.019553       | 3.84        | 8.30                | 0                | 8.30        |
|           | 10-9     | 225          | 0.019553       | 4.40        |                     |                  |             |
|           | 10-11    | 427.15       | 0.019553       | 8.35        |                     |                  |             |

Tableau IV.1 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite De Tableau).

| Nœuds | Tronçons | longueur<br>(m) | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |
|-------|----------|-----------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|
| 11    | 11-10    | 427.15          | 0.019553          | 8.35           | 14.87                  | 0                   | 14.87          |
|       | 11-12    | 296.65          | 0.019553          | 5.80           |                        |                     |                |
|       | 11-14    | 797.29          | 0.019553          | 15.59          |                        |                     |                |
| 12    | 12-9     | 351.2           | 0.019553          | 6.87           | 9.90                   | 0                   | 9.90           |
|       | 12-11    | 296.65          | 0.019553          | 5.80           |                        |                     |                |
|       | 12-14    | 365             | 0.019553          | 7.14           |                        |                     |                |
| 13    | 13-8     | 139.5           | 0.019553          | 2.73           | 6.61                   | 0                   | 6.61           |
|       | 13-16    | 281.8           | 0.019553          | 5.51           |                        |                     |                |
|       | 13-17    | 254.65          | 0.019553          | 4.98           |                        |                     |                |
| 14    | 14-11    | 797.29          | 0.019553          | 15.59          | 13.46                  | 0                   | 13.46          |
|       | 14-12    | 365             | 0.019553          | 7.14           |                        |                     |                |
|       | 14-15    | 214.65          | 0.019553          | 4.20           |                        |                     |                |
| 15    | 15-14    | 214.65          | 0.019553          | 4.20           | 12.00                  | 0                   | 12.00          |
|       | 15-16    | 716.25          | 0.019553          | 14.01          |                        |                     |                |
|       | 15-27    | 296.25          | 0.019553          | 5.79           |                        |                     |                |
| 16    | 16-13    | 281.8           | 0.019553          | 5.51           | 13.42                  | 0                   | 13.42          |
|       | 16-15    | 716.25          | 0.019553          | 14.01          |                        |                     |                |
|       | 16-23    | 374.15          | 0.019553          | 7.32           |                        |                     |                |
| 17    | 17-13    | 254.65          | 0.019553          | 4.98           | 7.59                   | 0                   | 7.59           |
|       | 17-18    | 145.9           | 0.019553          | 2.85           |                        |                     |                |
|       | 17-22    | 376.23          | 0.019553          | 7.36           |                        |                     |                |
| 18    | 18-17    | 145.9           | 0.019553          | 2.85           | 10.13                  | 0                   | 10.13          |
|       | 18-19    | 395.6           | 0.019553          | 7.74           |                        |                     |                |
|       | 18-21    | 495.1           | 0.019553          | 9.68           |                        |                     |                |
| 19    | 19-7     | 366.45          | 0.019553          | 7.17           | 10.02                  | 0                   | 10.02          |
|       | 19-18    | 395.6           | 0.019553          | 7.74           |                        |                     |                |
|       | 19-20    | 263             | 0.019553          | 5.14           |                        |                     |                |

Tableau IV.1 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite De Tableau).

| Nœuds | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |
|-------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|
| 20    | 20-19    | 263           | 0.019553          | 5.14           | 13.94                  | 0                   | 13.94          |
|       | 20-21    | 489.55        | 0.019553          | 9.57           |                        |                     |                |
|       | 20-24    | 673.5         | 0.019553          | 13.17          |                        |                     |                |
| 21    | 21-18    | 495.1         | 0.019553          | 9.68           | 11.80                  | 0                   | 11.80          |
|       | 21-20    | 489.55        | 0.019553          | 9.57           |                        |                     |                |
|       | 21-24    | 221.85        | 0.019553          | 4.34           |                        |                     |                |
| 22    | 22-17    | 376.23        | 0.019553          | 7.36           | 11.65                  | 0                   | 11.65          |
|       | 22-23    | 525.2         | 0.019553          | 10.27          |                        |                     |                |
|       | 22-25    | 290.3         | 0.019553          | 5.68           |                        |                     |                |
| 23    | 23-16    | 374.15        | 0.019553          | 7.32           | 10.57                  | 0                   | 10.57          |
|       | 23-22    | 525.2         | 0.019553          | 10.27          |                        |                     |                |
|       | 23-26    | 182           | 0.019553          | 3.56           |                        |                     |                |
| 24    | 24-20    | 673.5         | 0.019553          | 13.17          | 14.78                  | 0                   | 14.78          |
|       | 24-21    | 221.85        | 0.019553          | 4.34           |                        |                     |                |
|       | 24-25    | 616.25        | 0.019553          | 12.05          |                        |                     |                |
| 25    | 25-22    | 290.3         | 0.019553          | 5.68           | 16.50                  | 0                   | 16.50          |
|       | 25-24    | 616.25        | 0.019553          | 12.05          |                        |                     |                |
|       | 25-26    | 781.35        | 0.019553          | 15.28          |                        |                     |                |
| 26    | 26-23    | 182           | 0.019553          | 3.56           | 15.24                  | 0                   | 15.24          |
|       | 26-25    | 781.35        | 0.019553          | 15.28          |                        |                     |                |
|       | 26-27    | 595.5         | 0.019553          | 11.64          |                        |                     |                |
| 27    | 27-15    | 296.25        | 0.019553          | 5.79           | 8.72                   | 0                   | 8.72           |
|       | 27-26    | 595.5         | 0.019553          | 11.64          |                        |                     |                |

Tableau IV.1 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneB) (Suite De Tableau).

| Nœuds | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|-------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|----|-------|-------|----------|-------|-------|---|-------|-------|-------|----------|------|-------|-------|----------|-------|----|-------|-------|----------|------|-------|---|-------|-------|-------|----------|-------|-------|--------|----------|------|----|-------|-------|----------|-------|-------|---|-------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|-------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|-------|---|-------|-------|-------|----------|------|-------|--------|----------|-------|----|-------|-------|----------|------|------|---|------|-------|-------|----------|------|
| 28    | 28-29    | 725.3         | 0.015965          | 11.58          | 11.83                  | 0                   | 11.83          |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 28-39    | 756.75        | 0.015965          | 12.08          |                        |                     |                | 29 | 29-28 | 725.3 | 0.015965 | 11.58 | 13.72 | 0 | 13.72 | 29-30 | 352.8 | 0.015965 | 5.63 | 29-38 | 640.9 | 0.015965 | 10.23 | 30 | 30-29 | 352.8 | 0.015965 | 5.63 | 10.66 | 0 | 10.66 | 30-31 | 680.3 | 0.015965 | 10.86 | 30-32 | 302.45 | 0.015965 | 4.83 | 31 | 31-30 | 680.3 | 0.015965 | 10.86 | 10.08 | 0 | 10.08 | 31-32 | 167.25 | 0.015965 | 2.67 | 31-34 | 415.55 | 0.015965 | 6.63 | 32 | 32-30 | 302.45 | 0.015965 | 4.83 | 4.98 | 0 | 4.98 | 32-31 | 167.25 | 0.015965 | 2.67 | 32-33 | 153.65 | 0.015965 | 2.45 | 33 | 33-32 | 153.65 | 0.015965 | 2.45 | 5.51 | 0 | 5.51 | 33-34 | 246.95 | 0.015965 | 3.94 | 33-37 | 289.9 | 0.015965 | 4.63 | 34 | 34-31 | 415.55 | 0.015965 | 6.63 | 9.14 | 0 | 9.14 | 34-33 | 246.95 | 0.015965 | 3.94 | 34-35 | 482.25 | 0.015965 | 7.70 | 35 | 35-34 | 482.25 | 0.015965 | 7.70 | 11.42 | 0 | 11.42 | 35-36 | 309.3 | 0.015965 | 4.94 | 35-41 | 639.55 | 0.015965 | 10.21 | 36 | 36-35 | 309.3 | 0.015965 | 4.94 | 9.35 | 0 | 9.35 | 36-37 | 306.6 | 0.015965 | 4.89 |
| 29    | 29-28    | 725.3         | 0.015965          | 11.58          | 13.72                  | 0                   | 13.72          |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 29-30    | 352.8         | 0.015965          | 5.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 29-38    | 640.9         | 0.015965          | 10.23          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 30    | 30-29    | 352.8         | 0.015965          | 5.63           | 10.66                  | 0                   | 10.66          |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 30-31    | 680.3         | 0.015965          | 10.86          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 30-32    | 302.45        | 0.015965          | 4.83           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 31    | 31-30    | 680.3         | 0.015965          | 10.86          | 10.08                  | 0                   | 10.08          |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 31-32    | 167.25        | 0.015965          | 2.67           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 31-34    | 415.55        | 0.015965          | 6.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 32    | 32-30    | 302.45        | 0.015965          | 4.83           | 4.98                   | 0                   | 4.98           |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 32-31    | 167.25        | 0.015965          | 2.67           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 32-33    | 153.65        | 0.015965          | 2.45           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 33    | 33-32    | 153.65        | 0.015965          | 2.45           | 5.51                   | 0                   | 5.51           |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 33-34    | 246.95        | 0.015965          | 3.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 33-37    | 289.9         | 0.015965          | 4.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 34    | 34-31    | 415.55        | 0.015965          | 6.63           | 9.14                   | 0                   | 9.14           |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 34-33    | 246.95        | 0.015965          | 3.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 34-35    | 482.25        | 0.015965          | 7.70           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 35    | 35-34    | 482.25        | 0.015965          | 7.70           | 11.42                  | 0                   | 11.42          |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 35-36    | 309.3         | 0.015965          | 4.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 35-41    | 639.55        | 0.015965          | 10.21          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 36    | 36-35    | 309.3         | 0.015965          | 4.94           | 9.35                   | 0                   | 9.35           |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 36-37    | 306.6         | 0.015965          | 4.89           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 36-41    | 555.85        | 0.015965          | 8.87           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |   |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |

**Tableau IV.1 :** Calcul Des Débits Nodaux (ZoneB) (Suite De Tableau).

| Nœuds     | Tronçons | Longueur<br>m | Q <sub>sp</sub><br>(l/s) | Q <sub>r</sub><br>(l/s) | 0,5∑Q <sub>r</sub><br>(l/s) | Q <sub>conc</sub><br>(l/s) | Q <sub>n</sub><br>(l/s) |
|-----------|----------|---------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>37</b> | 37-33    | 289.9         | 0.015965                 | 4.63                    | 11.71                       | 0                          | 11.71                   |
|           | 37-36    | 306.6         | 0.015965                 | 4.89                    |                             |                            |                         |
|           | 37-38    | 309.2         | 0.015965                 | 4.94                    |                             |                            |                         |
|           | 37-40    | 561.55        | 0.015965                 | 8.97                    |                             |                            |                         |
| <b>38</b> | 38-29    | 640.9         | 0.015965                 | 10.23                   | 10.15                       | 0                          | 10.15                   |
|           | 38-37    | 309.2         | 0.015965                 | 4.94                    |                             |                            |                         |
|           | 38-39    | 322           | 0.015965                 | 5.14                    |                             |                            |                         |
| <b>39</b> | 39-28    | 756.75        | 0.015965                 | 12.08                   | 11.81                       | 0                          | 11.81                   |
|           | 39-38    | 322           | 0.015965                 | 5.14                    |                             |                            |                         |
|           | 39-40    | 401.05        | 0.015965                 | 6.40                    |                             |                            |                         |
| <b>40</b> | 40-37    | 561.55        | 0.015965                 | 8.97                    | 12.42                       | 0                          | 12.42                   |
|           | 40-39    | 401.05        | 0.015965                 | 6.40                    |                             |                            |                         |
|           | 40-41    | 592.65        | 0.015965                 | 9.46                    |                             |                            |                         |
| <b>41</b> | 41-36    | 555.85        | 0.015965                 | 8.87                    | 14.27                       | 0                          | 14.27                   |
|           | 41-40    | 592.65        | 0.015965                 | 9.46                    |                             |                            |                         |
|           | 41-35    | 639.55        | 0.015965                 | 10.21                   |                             |                            |                         |

**2-Cas De Pointe+Incendie:**

Dans ce cas le calcul se fait de la même manière que le cas précédent mais seulement on doit s'assurer que le débit d'incendie donné par le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable pour la zoneA le nœud N°24 et la zoneB le nœud N°29.

**Tableau IV.2 :** Calcul Des Débits Nodaux(ZoneA).

| Nœuds    | Tronçons | Longueur<br>m | Q <sub>sp</sub><br>(l/s) | Q <sub>r</sub><br>(l/s) | 0,5∑Q <sub>r</sub><br>(l/s) | Q <sub>conc</sub><br>(l/s) | Q <sub>n</sub><br>(l/s) |
|----------|----------|---------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>1</b> | 1-2      | 422.45        | 0.019553                 | 8.26                    | 14.45                       | 0                          | 14.45                   |
|          | 1-3      | 659.8         | 0.019553                 | 12.90                   |                             |                            |                         |
|          | 1-4      | 395.45        | 0.019553                 | 7.73                    |                             |                            |                         |
| <b>2</b> | 2-1      | 422.45        | 0.019553                 | 8.26                    | 12.44                       | 0                          | 12.44                   |
|          | 2-5      | 244.35        | 0.019553                 | 4.78                    |                             |                            |                         |
|          | 2-6      | 605.8         | 0.019553                 | 11.85                   |                             |                            |                         |
| <b>3</b> | 3-1      | 659.8         | 0.019553                 | 12.90                   | 11.77                       | 0                          | 11.77                   |
|          | 3-4      | 354.25        | 0.019553                 | 6.93                    |                             |                            |                         |
|          | 3-7      | 189.75        | 0.019553                 | 3.71                    |                             |                            |                         |

Tableau IV.2 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite Tableau).

| Nœuds     | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$ (l/s) |
|-----------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|-------------|
| <b>4</b>  | 4-1      | 395.45        | 0.019553          | 7.73           | 12.33                  | 0                   | 12.33       |
|           | 4-3      | 354.25        | 0.019553          | 6.93           |                        |                     |             |
|           | 4-5      | 245.05        | 0.019553          | 4.79           |                        |                     |             |
|           | 4-9      | 266           | 0.019553          | 5.20           |                        |                     |             |
| <b>5</b>  | 5-2      | 244.35        | 0.019553          | 4.78           | 6.60                   | 0                   | 6.60        |
|           | 5-4      | 245.05        | 0.019553          | 4.79           |                        |                     |             |
|           | 5-6      | 185.5         | 0.019553          | 3.63           |                        |                     |             |
| <b>6</b>  | 6-2      | 605.8         | 0.019553          | 11.85          | 9.66                   | 0                   | 9.66        |
|           | 6-5      | 185.5         | 0.019553          | 3.63           |                        |                     |             |
|           | 6-10     | 196.55        | 0.019553          | 3.84           |                        |                     |             |
| <b>7</b>  | 7-3      | 189.75        | 0.019553          | 3.71           | 10.30                  | 0                   | 10.30       |
|           | 7-8      | 497.65        | 0.019553          | 9.73           |                        |                     |             |
|           | 7-19     | 366.45        | 0.019553          | 7.17           |                        |                     |             |
| <b>8</b>  | 8-7      | 497.65        | 0.019553          | 9.73           | 8.88                   | 0                   | 8.88        |
|           | 8-9      | 271           | 0.019553          | 5.30           |                        |                     |             |
|           | 8-13     | 139.5         | 0.019553          | 2.73           |                        |                     |             |
| <b>9</b>  | 9-4      | 266           | 0.019553          | 5.20           | 10.88                  | 0                   | 10.88       |
|           | 9-8      | 271           | 0.019553          | 5.30           |                        |                     |             |
|           | 9-10     | 225           | 0.019553          | 4.40           |                        |                     |             |
|           | 9-12     | 351.2         | 0.019553          | 6.87           |                        |                     |             |
| <b>10</b> | 10-6     | 196.55        | 0.019553          | 3.84           | 8.30                   | 0                   | 8.30        |
|           | 10-9     | 225           | 0.019553          | 4.40           |                        |                     |             |
|           | 10-11    | 427.15        | 0.019553          | 8.35           |                        |                     |             |

Tableau IV.2 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite Tableau).

| Nœuds | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |
|-------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|
| 11    | 11-10    | 427.15        | 0.019553          | 8.35           | 14.87                  | 0                   | 14.87          |
|       | 11-12    | 296.65        | 0.019553          | 5.80           |                        |                     |                |
|       | 11-14    | 797.29        | 0.019553          | 15.59          |                        |                     |                |
| 12    | 12-9     | 351.2         | 0.019553          | 6.87           | 9.90                   | 0                   | 9.90           |
|       | 12-11    | 296.65        | 0.019553          | 5.80           |                        |                     |                |
|       | 12-14    | 365           | 0.019553          | 7.14           |                        |                     |                |
| 13    | 13-8     | 139.5         | 0.019553          | 2.73           | 6.61                   | 0                   | 6.61           |
|       | 13-16    | 281.8         | 0.019553          | 5.51           |                        |                     |                |
|       | 13-17    | 254.65        | 0.019553          | 4.98           |                        |                     |                |
| 14    | 14-11    | 797.29        | 0.019553          | 15.59          | 13.46                  | 0                   | 13.46          |
|       | 14-12    | 365           | 0.019553          | 7.14           |                        |                     |                |
|       | 14-15    | 214.65        | 0.019553          | 4.20           |                        |                     |                |
| 15    | 15-14    | 214.65        | 0.019553          | 4.20           | 12.00                  | 0                   | 12.00          |
|       | 15-16    | 716.25        | 0.019553          | 14.01          |                        |                     |                |
|       | 15-27    | 296.25        | 0.019553          | 5.79           |                        |                     |                |
| 16    | 16-13    | 281.8         | 0.019553          | 5.51           | 13.42                  | 0                   | 13.42          |
|       | 16-15    | 716.25        | 0.019553          | 14.01          |                        |                     |                |
|       | 16-23    | 374.15        | 0.019553          | 7.32           |                        |                     |                |
| 17    | 17-13    | 254.65        | 0.019553          | 4.98           | 7.59                   | 0                   | 7.59           |
|       | 17-18    | 145.9         | 0.019553          | 2.85           |                        |                     |                |
|       | 17-22    | 376.23        | 0.019553          | 7.36           |                        |                     |                |
| 18    | 18-17    | 145.9         | 0.019553          | 2.85           | 10.13                  | 0                   | 10.13          |
|       | 18-19    | 395.6         | 0.019553          | 7.74           |                        |                     |                |
|       | 18-21    | 495.1         | 0.019553          | 9.68           |                        |                     |                |
| 19    | 19-7     | 366.45        | 0.019553          | 7.17           | 10.02                  | 0                   | 10.02          |
|       | 19-18    | 395.6         | 0.019553          | 7.74           |                        |                     |                |
|       | 19-20    | 263           | 0.019553          | 5.14           |                        |                     |                |

Tableau IV.2 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneA) (Suite De Tableau).

| Nœuds | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |
|-------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|
| 20    | 20-19    | 263           | 0.019553          | 5.14           | 13.94                  | 0                   | 13.94          |
|       | 20-21    | 489.55        | 0.019553          | 9.57           |                        |                     |                |
|       | 20-24    | 673.5         | 0.019553          | 13.17          |                        |                     |                |
| 21    | 21-18    | 495.1         | 0.019553          | 9.68           | 11.80                  | 0                   | 11.80          |
|       | 21-20    | 489.55        | 0.019553          | 9.57           |                        |                     |                |
|       | 21-24    | 221.85        | 0.019553          | 4.34           |                        |                     |                |
| 22    | 22-17    | 376.23        | 0.019553          | 7.36           | 11.65                  | 0                   | 11.65          |
|       | 22-23    | 525.2         | 0.019553          | 10.27          |                        |                     |                |
|       | 22-25    | 290.3         | 0.019553          | 5.68           |                        |                     |                |
| 23    | 23-16    | 374.15        | 0.019553          | 7.32           | 10.57                  | 0                   | 10.57          |
|       | 23-22    | 525.2         | 0.019553          | 10.27          |                        |                     |                |
|       | 23-26    | 182           | 0.019553          | 3.56           |                        |                     |                |
| 24    | 24-20    | 673.5         | 0.019553          | 13.17          | 14.78                  | 17                  | 31.78          |
|       | 24-21    | 221.85        | 0.019553          | 4.34           |                        |                     |                |
|       | 24-25    | 616.25        | 0.019553          | 12.05          |                        |                     |                |
| 25    | 25-22    | 290.3         | 0.019553          | 5.68           | 16.50                  | 0                   | 16.50          |
|       | 25-24    | 616.25        | 0.019553          | 12.05          |                        |                     |                |
|       | 25-26    | 781.35        | 0.019553          | 15.28          |                        |                     |                |
| 26    | 26-23    | 182           | 0.019553          | 3.56           | 15.24                  | 0                   | 15.24          |
|       | 26-25    | 781.35        | 0.019553          | 15.28          |                        |                     |                |
|       | 26-27    | 595.5         | 0.019553          | 11.64          |                        |                     |                |
| 27    | 27-15    | 296.25        | 0.019553          | 5.79           | 8.72                   | 0                   | 8.72           |
|       | 27-26    | 595.5         | 0.019553          | 11.64          |                        |                     |                |

Tableau IV.2 : Calcul Des Débits Nodaux (ZoneB) (Suite De Tableau).

| Nœuds | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|-------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|----|-------|-------|----------|-------|-------|----|-------|-------|-------|----------|------|-------|-------|----------|-------|----|-------|-------|----------|------|-------|---|-------|-------|-------|----------|-------|-------|--------|----------|------|----|-------|-------|----------|-------|-------|---|-------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|-------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|------|---|------|-------|--------|----------|------|-------|--------|----------|------|----|-------|--------|----------|------|-------|---|-------|-------|-------|----------|------|-------|--------|----------|-------|----|-------|-------|----------|------|------|---|------|-------|-------|----------|------|
| 28    | 28-29    | 725.3         | 0.015965          | 11.58          | 11.83                  | 0                   | 11.83          |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 28-39    | 756.75        | 0.015965          | 12.08          |                        |                     |                | 29 | 29-28 | 725.3 | 0.015965 | 11.58 | 13.72 | 17 | 30.72 | 29-30 | 352.8 | 0.015965 | 5.63 | 29-38 | 640.9 | 0.015965 | 10.23 | 30 | 30-29 | 352.8 | 0.015965 | 5.63 | 10.66 | 0 | 10.66 | 30-31 | 680.3 | 0.015965 | 10.86 | 30-32 | 302.45 | 0.015965 | 4.83 | 31 | 31-30 | 680.3 | 0.015965 | 10.86 | 10.08 | 0 | 10.08 | 31-32 | 167.25 | 0.015965 | 2.67 | 31-34 | 415.55 | 0.015965 | 6.63 | 32 | 32-30 | 302.45 | 0.015965 | 4.83 | 4.98 | 0 | 4.98 | 32-31 | 167.25 | 0.015965 | 2.67 | 32-33 | 153.65 | 0.015965 | 2.45 | 33 | 33-32 | 153.65 | 0.015965 | 2.45 | 5.51 | 0 | 5.51 | 33-34 | 246.95 | 0.015965 | 3.94 | 33-37 | 289.9 | 0.015965 | 4.63 | 34 | 34-31 | 415.55 | 0.015965 | 6.63 | 9.14 | 0 | 9.14 | 34-33 | 246.95 | 0.015965 | 3.94 | 34-35 | 482.25 | 0.015965 | 7.70 | 35 | 35-34 | 482.25 | 0.015965 | 7.70 | 11.42 | 0 | 11.42 | 35-36 | 309.3 | 0.015965 | 4.94 | 35-41 | 639.55 | 0.015965 | 10.21 | 36 | 36-35 | 309.3 | 0.015965 | 4.94 | 9.35 | 0 | 9.35 | 36-37 | 306.6 | 0.015965 | 4.89 |
| 29    | 29-28    | 725.3         | 0.015965          | 11.58          | 13.72                  | 17                  | 30.72          |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 29-30    | 352.8         | 0.015965          | 5.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 29-38    | 640.9         | 0.015965          | 10.23          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 30    | 30-29    | 352.8         | 0.015965          | 5.63           | 10.66                  | 0                   | 10.66          |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 30-31    | 680.3         | 0.015965          | 10.86          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 30-32    | 302.45        | 0.015965          | 4.83           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 31    | 31-30    | 680.3         | 0.015965          | 10.86          | 10.08                  | 0                   | 10.08          |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 31-32    | 167.25        | 0.015965          | 2.67           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 31-34    | 415.55        | 0.015965          | 6.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 32    | 32-30    | 302.45        | 0.015965          | 4.83           | 4.98                   | 0                   | 4.98           |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 32-31    | 167.25        | 0.015965          | 2.67           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 32-33    | 153.65        | 0.015965          | 2.45           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 33    | 33-32    | 153.65        | 0.015965          | 2.45           | 5.51                   | 0                   | 5.51           |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 33-34    | 246.95        | 0.015965          | 3.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 33-37    | 289.9         | 0.015965          | 4.63           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 34    | 34-31    | 415.55        | 0.015965          | 6.63           | 9.14                   | 0                   | 9.14           |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 34-33    | 246.95        | 0.015965          | 3.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 34-35    | 482.25        | 0.015965          | 7.70           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 35    | 35-34    | 482.25        | 0.015965          | 7.70           | 11.42                  | 0                   | 11.42          |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 35-36    | 309.3         | 0.015965          | 4.94           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 35-41    | 639.55        | 0.015965          | 10.21          |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
| 36    | 36-35    | 309.3         | 0.015965          | 4.94           | 9.35                   | 0                   | 9.35           |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 36-37    | 306.6         | 0.015965          | 4.89           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |
|       | 36-41    | 555.85        | 0.015965          | 8.87           |                        |                     |                |    |       |       |          |       |       |    |       |       |       |          |      |       |       |          |       |    |       |       |          |      |       |   |       |       |       |          |       |       |        |          |      |    |       |       |          |       |       |   |       |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |       |          |      |    |       |        |          |      |      |   |      |       |        |          |      |       |        |          |      |    |       |        |          |      |       |   |       |       |       |          |      |       |        |          |       |    |       |       |          |      |      |   |      |       |       |          |      |

**Tableau IV.2 :** Calcul Des Débits Nodaux (ZoneB) (Suite De Tableau).

| Nœuds     | Tronçons | Longueur<br>m | $Q_{sp}$<br>(l/s) | $Q_r$<br>(l/s) | $0,5\sum Q_r$<br>(l/s) | $Q_{conc}$<br>(l/s) | $Q_n$<br>(l/s) |
|-----------|----------|---------------|-------------------|----------------|------------------------|---------------------|----------------|
| <b>37</b> | 37-33    | 289.9         | 0.015965          | 4.63           | 11.71                  | 0                   | 11.71          |
|           | 37-36    | 306.6         | 0.015965          | 4.89           |                        |                     |                |
|           | 37-38    | 309.2         | 0.015965          | 4.94           |                        |                     |                |
|           | 37-40    | 561.55        | 0.015965          | 8.97           |                        |                     |                |
| <b>38</b> | 38-29    | 640.9         | 0.015965          | 10.23          | 10.15                  | 0                   | 10.15          |
|           | 38-37    | 309.2         | 0.015965          | 4.94           |                        |                     |                |
|           | 38-39    | 322           | 0.015965          | 5.14           |                        |                     |                |
| <b>39</b> | 39-28    | 756.75        | 0.015965          | 12.08          | 11.81                  | 0                   | 11.81          |
|           | 39-38    | 322           | 0.015965          | 5.14           |                        |                     |                |
|           | 39-40    | 401.05        | 0.015965          | 6.40           |                        |                     |                |
| <b>40</b> | 40-37    | 561.55        | 0.015965          | 8.97           | 12.42                  | 0                   | 12.42          |
|           | 40-39    | 401.05        | 0.015965          | 6.40           |                        |                     |                |
|           | 40-41    | 592.65        | 0.015965          | 9.46           |                        |                     |                |
| <b>41</b> | 41-36    | 555.85        | 0.015965          | 8.87           | 14.27                  | 0                   | 14.27          |
|           | 41-40    | 592.65        | 0.015965          | 9.46           |                        |                     |                |
|           | 41-35    | 639.55        | 0.015965          | 10.21          |                        |                     |                |

**IV.2.1.2. REPARTITION ARBITRAIRE DES DEBITS :**

Après le calcul des débits aux nœuds, nous pouvons donc faire la repartition arbitraire des débits pour pouvoir déterminer les diamètres dans chaque tronçon.

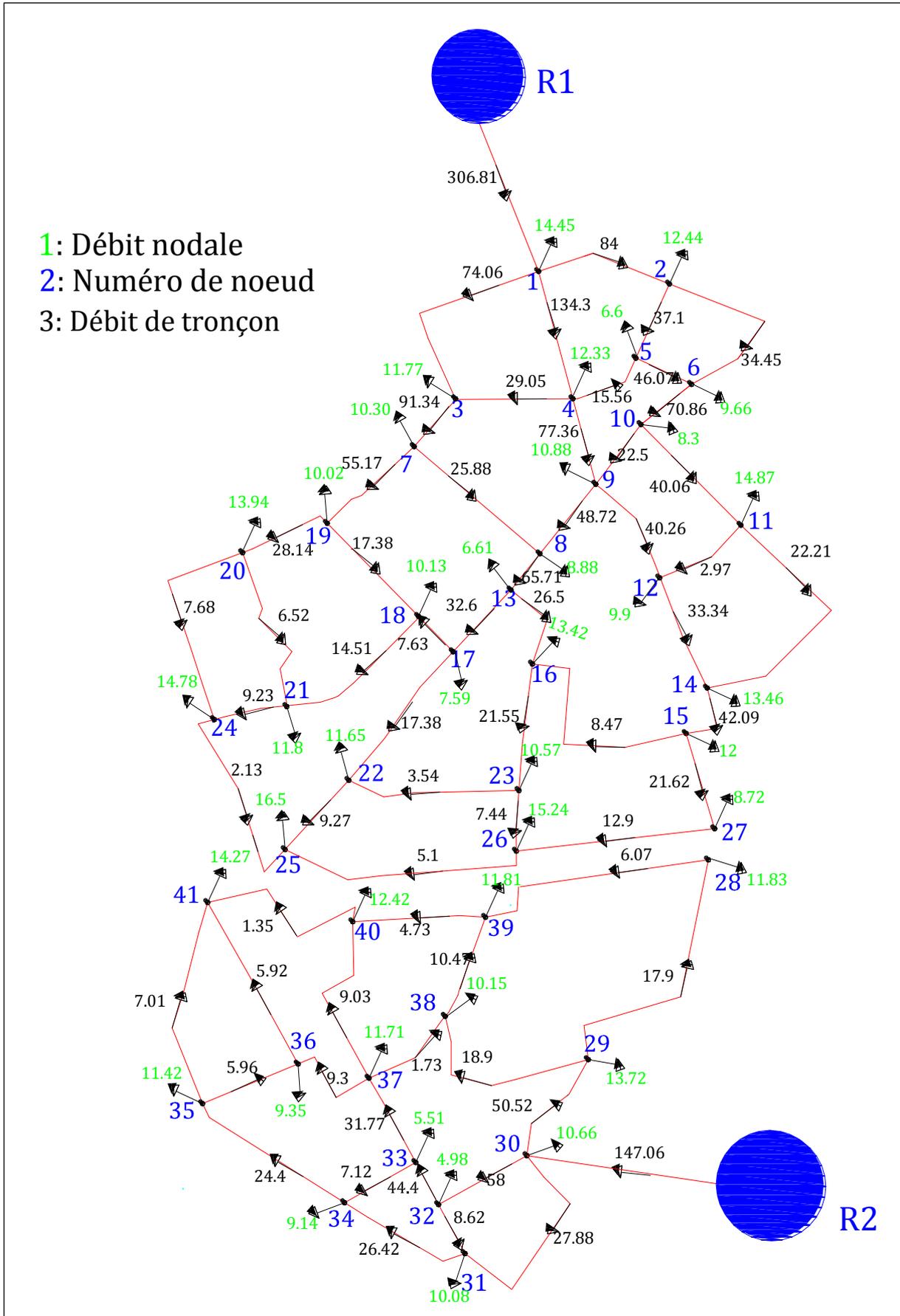


Figure IV.1: Répartition arbitraire des débits (Cas de pointe).

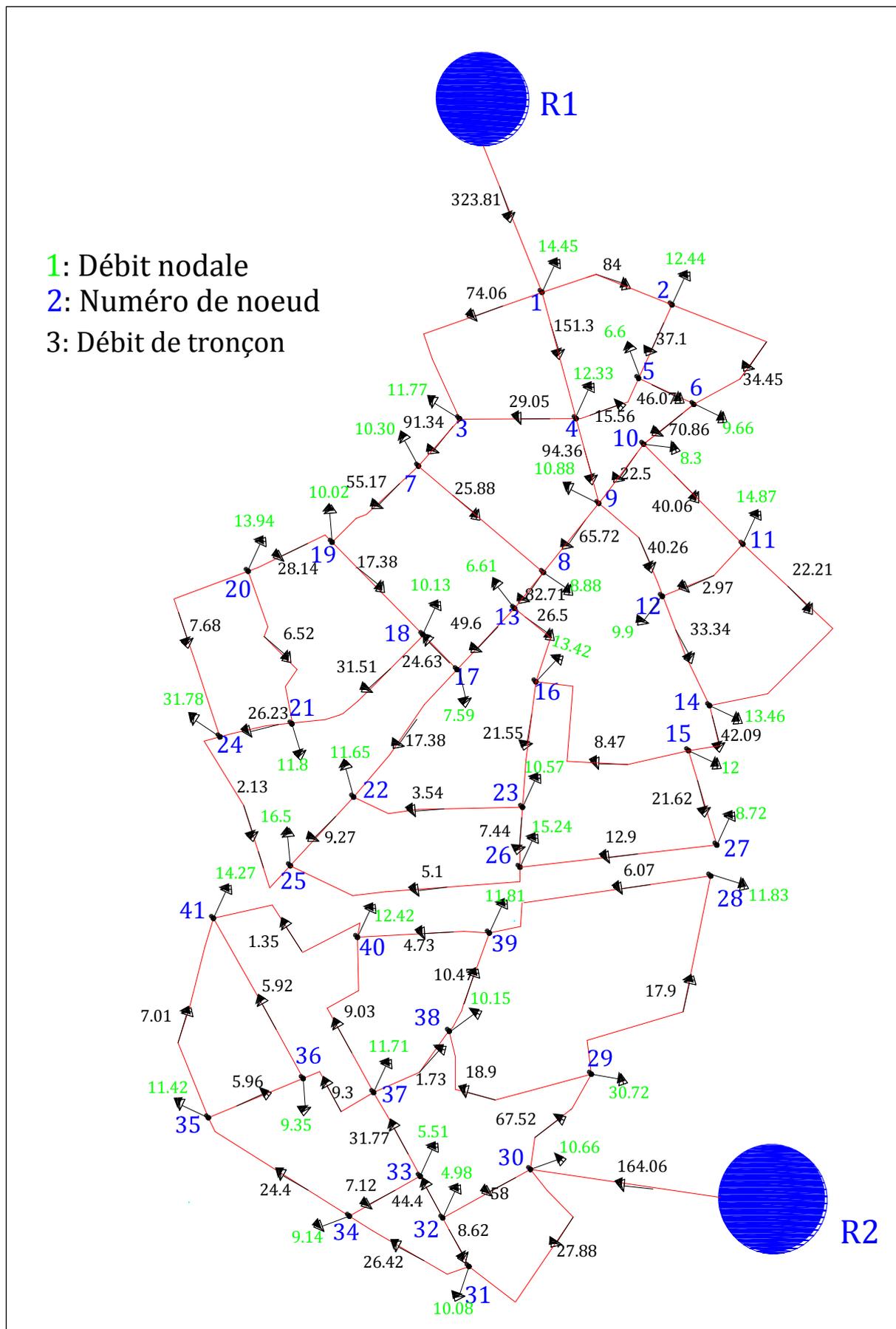


Figure IV.2: Répartition arbitraire des débits (cas de pointe+inc).

**IV.2.1.3.DETERMINATION DES DIAMETRES ET DES VITESSES:**

Connaissant le débit arbitraire nous pourrions déterminer les diamètres avantageux pour chaque tronçon du réseau à travers l'abaque (voir annexe N°2) et avec la formule de

$$\text{continuité nous déterminons la vitesse: } V_0 = \frac{Q}{S} = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Le calcul est récapitulé dans le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.3 :** Calcul Des Diamètres Et Des Vitesses.

| Tronçons     | cas de<br>(pointe) | cas de<br>(pointe+inc) | Qmax       | Diamètre<br>INT (mm) | Diamètre<br>EXT<br>(mm) | Vitesse<br>(m/s) |
|--------------|--------------------|------------------------|------------|----------------------|-------------------------|------------------|
|              | Débit(l/s)         | Débit(l/s)             | Débit(l/s) |                      |                         |                  |
| <b>1-2</b>   | 84                 | 84                     | 84         | 277.6                | 315                     | 1.39             |
| <b>1-3</b>   | 74.06              | 74.06                  | 74.06      | 277.6                | 315                     | 1.22             |
| <b>1-4</b>   | 134.3              | 151.3                  | 151.3      | 352.6                | 400                     | 1.55             |
| <b>2-5</b>   | 37.1               | 37.1                   | 37.1       | 176.2                | 200                     | 1.52             |
| <b>2-6</b>   | 34.45              | 34.45                  | 34.45      | 176.2                | 200                     | 1.41             |
| <b>3-4</b>   | 29.05              | 29.05                  | 29.05      | 176.2                | 200                     | 1.19             |
| <b>3-7</b>   | 91.34              | 91.34                  | 91.34      | 277.6                | 315                     | 1.51             |
| <b>4-5</b>   | 15.56              | 15.56                  | 15.56      | 141                  | 160                     | 1.00             |
| <b>4-9</b>   | 77.36              | 94.36                  | 94.36      | 277.6                | 315                     | 1.56             |
| <b>5-6</b>   | 46.07              | 46.07                  | 46.07      | 220.4                | 250                     | 1.21             |
| <b>6-10</b>  | 70.86              | 70.86                  | 70.86      | 220.4                | 250                     | 1.86             |
| <b>7-8</b>   | 25.88              | 25.88                  | 25.88      | 176.2                | 200                     | 1.06             |
| <b>7-19</b>  | 55.17              | 55.17                  | 55.17      | 220.4                | 250                     | 1.45             |
| <b>8-9</b>   | 48.72              | 65.72                  | 65.72      | 220.4                | 250                     | 1.72             |
| <b>8-13</b>  | 65.71              | 82.71                  | 82.71      | 277.6                | 315                     | 1.37             |
| <b>9-10</b>  | 22.5               | 22.5                   | 22.5       | 141                  | 160                     | 1.44             |
| <b>9-12</b>  | 40.26              | 40.26                  | 40.26      | 176.2                | 200                     | 1.65             |
| <b>10-11</b> | 40.06              | 40.06                  | 40.06      | 176.2                | 200                     | 1.64             |
| <b>11-12</b> | 2.97               | 2.97                   | 2.97       | 63.8                 | 75                      | 0.93             |
| <b>11-14</b> | 22.21              | 22.21                  | 22.21      | 141                  | 160                     | 1.42             |
| <b>12-14</b> | 33.34              | 33.34                  | 33.34      | 176.2                | 200                     | 1.37             |
| <b>13-16</b> | 26.5               | 26.5                   | 26.5       | 176.2                | 200                     | 1.09             |
| <b>13-17</b> | 32.6               | 49.6                   | 49.6       | 220.4                | 250                     | 1.30             |

Tableau IV.3 : Calcul Des Diamètres Et Des Vitesses (Suite De Tableau).

| Tronçons     | cas de<br>(pointe) | cas de<br>(pointe+inc) | Qmax       | Diamètre<br>INT (mm) | Diamètre<br>EXT<br>(mm) | Vitesse<br>(m/s) |
|--------------|--------------------|------------------------|------------|----------------------|-------------------------|------------------|
|              | Débit(l/s)         | Débit(l/s)             | Débit(l/s) |                      |                         |                  |
| <b>14-15</b> | 42.09              | 42.09                  | 42.09      | 176.2                | 200                     | 1.73             |
| <b>15-16</b> | 8.47               | 8.47                   | 8.47       | 96.8                 | 110                     | 1.15             |
| <b>15-27</b> | 21.62              | 21.62                  | 21.62      | 141                  | 160                     | 1.39             |
| <b>16-23</b> | 21.55              | 21.55                  | 21.55      | 141                  | 160                     | 1.38             |
| <b>17-18</b> | 7.63               | 24.63                  | 24.63      | 176.2                | 200                     | 1.01             |
| <b>17-22</b> | 17.38              | 17.38                  | 17.38      | 141                  | 160                     | 1.11             |
| <b>18-19</b> | 17.01              | 17.01                  | 17.01      | 141                  | 160                     | 1.09             |
| <b>18-21</b> | 14.51              | 31.51                  | 31.51      | 176.2                | 200                     | 1.29             |
| <b>19-20</b> | 28.14              | 28.14                  | 28.14      | 176.2                | 200                     | 1.15             |
| <b>20-21</b> | 6.52               | 6.52                   | 6.52       | 96.8                 | 110                     | 0.89             |
| <b>20-24</b> | 7.68               | 7.68                   | 7.68       | 96.8                 | 110                     | 1.04             |
| <b>21-24</b> | 9.23               | 26.23                  | 26.23      | 176.2                | 200                     | 1.08             |
| <b>22-23</b> | 3.54               | 3.54                   | 3.54       | 63.8                 | 75                      | 1.11             |
| <b>22-25</b> | 9.27               | 9.27                   | 9.27       | 115.6                | 125                     | 0.88             |
| <b>23-26</b> | 7.44               | 7.44                   | 7.44       | 96.8                 | 110                     | 1.01             |
| <b>24-25</b> | 2.13               | 2.13                   | 2.13       | 53.6                 | 63                      | 0.94             |
| <b>25-26</b> | 5.1                | 5.1                    | 5.1        | 63.8                 | 75                      | 1.60             |
| <b>26-27</b> | 12.9               | 12.9                   | 12.9       | 115.6                | 125                     | 1.23             |
| <b>R1-1</b>  | 306.81             | 323.81                 | 323.81     | 555.2                | 630                     | 1.34             |

Tableau IV.3 : Calcul Des Diamètres Et Des Vitesses (Suite De Tableau).

| Tronçons     | cas de<br>(pointe) | cas de<br>(pointe+inc) | Qmax       | Diamètre<br>INT (mm) | Diamètre<br>EXT<br>(mm) | Vitesse<br>(m/s) |
|--------------|--------------------|------------------------|------------|----------------------|-------------------------|------------------|
|              | Débit(l/s)         | Débit(l/s)             | Débit(l/s) |                      |                         |                  |
| <b>28-29</b> | 17.9               | 17.9                   | 17.9       | 141                  | 150                     | 1.15             |
| <b>28-39</b> | 6.07               | 6.07                   | 6.07       | 96.8                 | 110                     | 0.83             |
| <b>29-30</b> | 50.52              | 67.52                  | 67.52      | 220.4                | 250                     | 1.77             |
| <b>29-38</b> | 18.9               | 18.9                   | 18.9       | 141                  | 160                     | 1.21             |
| <b>30-31</b> | 27.88              | 27.88                  | 27.88      | 176.2                | 200                     | 1.14             |
| <b>30-32</b> | 58                 | 58                     | 58         | 220.4                | 250                     | 1.52             |
| <b>31-32</b> | 8.62               | 8.62                   | 8.62       | 96.8                 | 110                     | 1.17             |
| <b>31-34</b> | 26.42              | 26.42                  | 26.42      | 176.2                | 200                     | 1.08             |
| <b>32-33</b> | 44.4               | 44.4                   | 44.4       | 220.4                | 250                     | 1.16             |
| <b>33-34</b> | 7.12               | 7.12                   | 7.12       | 96.8                 | 110                     | 0.97             |
| <b>33-37</b> | 31.77              | 31.77                  | 31.77      | 176.2                | 200                     | 1.30             |
| <b>34-35</b> | 24.4               | 24.4                   | 24.4       | 176.2                | 200                     | 1.00             |
| <b>35-36</b> | 5.96               | 5.96                   | 5.96       | 96.8                 | 110                     | 0.81             |
| <b>35-41</b> | 7.01               | 7.01                   | 7.01       | 96.8                 | 110                     | 0.95             |
| <b>36-37</b> | 9.3                | 9.3                    | 9.3        | 115.6                | 125                     | 0.89             |
| <b>36-41</b> | 5.92               | 5.92                   | 5.92       | 96.8                 | 110                     | 0.80             |
| <b>37-38</b> | 1.73               | 1.73                   | 1.73       | 53.6                 | 63                      | 0.77             |
| <b>37-40</b> | 9.03               | 9.03                   | 9.03       | 96.8                 | 110                     | 1.23             |
| <b>38-39</b> | 10.47              | 10.47                  | 10.47      | 115.6                | 125                     | 1.00             |
| <b>39-40</b> | 4.73               | 4.73                   | 4.73       | 63.8                 | 75                      | 1.48             |
| <b>40-41</b> | 1.35               | 1.35                   | 1.35       | 53.6                 | 63                      | 0.60             |
| <b>R2-30</b> | 147.06             | 164.06                 | 164.06     | 352.6                | 400                     | 1.68             |

**NB :** le tableau ci-dessus montre les diamètres avantageux déterminés à partir des abaques de (Débits en fonctions des diamètres de PEHD) (annexe IV.1;IV.2) et les vitesses calculées par la formule de continuité, les diamètres utilisés varient entre 63mm et 630 mm.

**IV.2.1.4. SIMULATION PAR LE LOGICIEL EPANET:**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique et de la qualité de l'eau sur de longues durées dans les réseaux sous pression. Il calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes.

Une modélisation hydraulique scrupuleuse et complète est la première condition pour pouvoir modéliser la qualité de l'eau de manière efficace. EPANET contient un moteur de calcul hydraulique moderne ayant les caractéristiques suivantes:

- La taille du réseau étudié est illimitée.
- Pour calculer les pertes de charge dues à la friction, il dispose des formules de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, et Chezy-Manning.
- Il inclut les pertes de charge singulières aux coudes, aux tés, etc.
- Il peut modéliser des pompes à vitesse fixe ou variable.
- Il peut calculer l'énergie consommée par une pompe et son coût.
- Il peut modéliser différents types de vannes, comme des clapets anti-retour, des vannes de contrôle de pression ou débit, des vannes d'arrêt, etc.
- Les réservoirs peuvent avoir des formes variées (le diamètre peut varier avec la hauteur).
- Il peut y avoir différentes catégories de demandes aux nœuds, chacune avec une modulation propre.
- Il peut modéliser des consommations dépendantes de la pression (buses par exemple).
- Le fonctionnement de station de pompage peut être piloté par des commandes simples, (heures de marche/arrêt en fonction du niveau d'un réservoir) ou des commandes élaborées plus complexes.

**NB :** pour le calcul de perte de charge, nous avons utilisé la formule de Darcy-Weisbach.

Après plusieurs essais de simulation pour pouvoir respecter les normes des pressions et des vitesses, voici les résultats de la répartition définitive des débits et des pressions ainsi que les autres paramètres, dans le tableau suivant:

**Tableau IV.4:** Résultat Des Différents Tronçons Avec Leurs Caractéristiques Hydrauliques Et Géométriques.

| <b>Tronçons</b> | <b>Longueur (m)</b> | <b>Diamètre (mm)</b> | <b>Débit (l/s)</b> | <b>Vitesse (m/s)</b> | <b>Perte de charge (m/km)</b> |
|-----------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>1-2</b>      | 422.45              | 277.6                | 62.54              | 1.03                 | 3.44                          |
| <b>1-3</b>      | 659.8               | 277.6                | 71.04              | 1.17                 | 4.39                          |
| <b>1-4</b>      | 395.45              | 352.6                | 158.78             | 1.63                 | 6.16                          |
| <b>2-5</b>      | 244.35              | 141                  | 20.71              | 1.33                 | 12.77                         |
| <b>2-6</b>      | 605.8               | 176.2                | 29.39              | 1.21                 | 8.07                          |
| <b>3-4</b>      | 354.25              | 115.6                | 3.67               | 0.35                 | 1.31                          |
| <b>3-7</b>      | 189.75              | 277.6                | 62.94              | 1.04                 | 3.48                          |
| <b>4-5</b>      | 245.05              | 79.2                 | 3.67               | 0.74                 | 8.74                          |
| <b>4-9</b>      | 266                 | 352.6                | 139.12             | 1.42                 | 4.77                          |
| <b>5-6</b>      | 185.5               | 141                  | 17.78              | 1.14                 | 9.53                          |
| <b>6-10</b>     | 196.55              | 176.2                | 37.51              | 1.54                 | 12.91                         |
| <b>7-8</b>      | 497.65              | 115.6                | 6.93               | 0.66                 | 4.34                          |
| <b>7-19</b>     | 366.45              | 220.4                | 45.7               | 1.2                  | 6.06                          |
| <b>8-9</b>      | 271                 | 277.6                | 93.39              | 1.54                 | 7.44                          |
| <b>8-13</b>     | 139.5               | 277.6                | 91.44              | 1.51                 | 7.14                          |
| <b>9-10</b>     | 225                 | 63.8                 | 4.12               | 1.12                 | 23.01                         |
| <b>9-12</b>     | 351.2               | 141                  | 30.72              | 1.97                 | 27.35                         |
| <b>10-11</b>    | 427.15              | 220.4                | 33.33              | 0.87                 | 3.31                          |
| <b>11-12</b>    | 296.65              | 79.2                 | 3.97               | 0.81                 | 10.15                         |
| <b>11-14</b>    | 797.29              | 141                  | 14.49              | 0.93                 | 6.45                          |
| <b>12-14</b>    | 365                 | 176.2                | 24.8               | 1.02                 | 5.83                          |
| <b>13-16</b>    | 281.8               | 176.2                | 30.63              | 1.26                 | 8.74                          |

**Tableau IV.4:** Résultat Des Différents Tronçons Avec Leurs Caractéristiques Hydrauliques Et Géométriques (Suite De Tableau).

| <b>Tronçons</b> | <b>Longueur<br/>(m)</b> | <b>Diamètre<br/>(mm)</b> | <b>Débit (l/s)</b> | <b>Vitesse<br/>(m/s)</b> | <b>Perte de<br/>charge<br/>(m/km)</b> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <b>13-17</b>    | 254.65                  | 277.6                    | 54.2               | 0.9                      | 2.62                                  |
| <b>14-15</b>    | 214.65                  | 220.4                    | 25.82              | 0.68                     | 2.04                                  |
| <b>15-16</b>    | 716.25                  | 79.2                     | 3.8                | 0.77                     | 9.35                                  |
| <b>15-27</b>    | 296.25                  | 141                      | 17.62              | 1.13                     | 9.37                                  |
| <b>16-23</b>    | 374.15                  | 115.6                    | 13.41              | 1.28                     | 15.21                                 |
| <b>17-18</b>    | 145.9                   | 176.2                    | 15.85              | 0.65                     | 2.49                                  |
| <b>17-22</b>    | 376.23                  | 176.2                    | 30.77              | 1.26                     | 8.81                                  |
| <b>18-19</b>    | 395.6                   | 141                      | 12.63              | 0.81                     | 4.97                                  |
| <b>18-21</b>    | 495.1                   | 176.2                    | 18.34              | 0.75                     | 3.29                                  |
| <b>19-20</b>    | 263                     | 176.2                    | 23.06              | 0.95                     | 5.08                                  |
| <b>20-21</b>    | 489.55                  | 63.8                     | 1.46               | 0.46                     | 4.61                                  |
| <b>20-24</b>    | 673.5                   | 115.6                    | 7.65               | 0.73                     | 5.23                                  |
| <b>21-24</b>    | 221.85                  | 115.6                    | 8.01               | 0.76                     | 5.69                                  |
| <b>22-23</b>    | 525.2                   | 63.8                     | 1.96               | 0.61                     | 7.94                                  |
| <b>22-25</b>    | 290.3                   | 141                      | 17.16              | 1.1                      | 8.91                                  |
| <b>23-26</b>    | 182                     | 63.8                     | 4.79               | 1.5                      | 43.57                                 |
| <b>24-25</b>    | 616.25                  | 53.6                     | 0.88               | 0.39                     | 4.3                                   |
| <b>25-26</b>    | 781.35                  | 53.6                     | 1.54               | 0.68                     | 12.18                                 |
| <b>26-27</b>    | 595.5                   | 115.6                    | 8.9                | 0.85                     | 6.96                                  |
| <b>R1-1</b>     | 747.25                  | 555.2                    | 306.81             | 1.27                     | 2.2                                   |

**Tableau IV.4:** résultat des différents tronçons avec leurs Caractéristiques hydrauliques et géométriques (suite de tableau).

| <b>Tronçons</b> | <b>Longueur<br/>(m)</b> | <b>Diamètre<br/>(mm)</b> | <b>Débit (l/s)</b> | <b>Vitesse<br/>(m/s)</b> | <b>Perte de<br/>charge<br/>(m/km)</b> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <b>28-29</b>    | 725.3                   | 141                      | 14.93              | 0.96                     | 6.83                                  |
| <b>28-39</b>    | 756.75                  | 79.2                     | 3.1                | 0.63                     | 6.37                                  |
| <b>29-30</b>    | 352.8                   | 220.4                    | 50.2               | 1.32                     | 7.26                                  |
| <b>29-38</b>    | 640.9                   | 176.2                    | 21.54              | 0.88                     | 4.46                                  |
| <b>30-31</b>    | 680.3                   | 141                      | 19.91              | 1.28                     | 11.84                                 |
| <b>30-32</b>    | 302.45                  | 220.4                    | 66.29              | 1.74                     | 12.41                                 |
| <b>31-32</b>    | 167.25                  | 96.8                     | 11.02              | 1.5                      | 25.73                                 |
| <b>31-34</b>    | 415.55                  | 220.4                    | 20.85              | 0.55                     | 1.37                                  |
| <b>32-33</b>    | 153.65                  | 220.4                    | 50.3               | 1.32                     | 7.28                                  |
| <b>33-34</b>    | 246.95                  | 96.8                     | 8.37               | 1.14                     | 15.19                                 |
| <b>33-37</b>    | 289.9                   | 176.2                    | 36.42              | 1.49                     | 12.19                                 |
| <b>34-35</b>    | 482.25                  | 176.2                    | 20.08              | 0.82                     | 3.9                                   |
| <b>35-36</b>    | 309.3                   | 115.6                    | 6.26               | 0.6                      | 3.58                                  |
| <b>35-41</b>    | 639.55                  | 176.2                    | 14.91              | 0.61                     | 2.23                                  |
| <b>36-37</b>    | 306.6                   | 176.2                    | 18.2               | 0.75                     | 3.24                                  |
| <b>36-41</b>    | 555.85                  | 79.2                     | 2.59               | 0.53                     | 4.55                                  |
| <b>37-38</b>    | 309.2                   | 53.6                     | 1.36               | 0.6                      | 9.66                                  |
| <b>37-40</b>    | 561.55                  | 96.8                     | 7.87               | 1.07                     | 13.51                                 |
| <b>38-39</b>    | 322                     | 96.8                     | 10.03              | 1.36                     | 21.48                                 |
| <b>39-40</b>    | 401.05                  | 53.6                     | 1.32               | 0.59                     | 9.12                                  |
| <b>40-41</b>    | 592.65                  | 79.2                     | 3.23               | 0.65                     | 6.86                                  |
| <b>R2-30</b>    | 151                     | 352.6                    | 147.06             | 1.51                     | 5.31                                  |

Tableau IV.5: résultat au niveau des nœuds.

| <b>Nœuds</b>    | <b>Altitude<br/>(m)</b> | <b>Demande<br/>(l/s)</b> | <b>Charge<br/>(m)</b> | <b>Pression<br/>(m)</b> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>Noeud 1</b>  | 895.53                  | 14.45                    | 940.56                | 45.03                   |
| <b>Noeud 2</b>  | 893.94                  | 12.44                    | 939.1                 | 45.16                   |
| <b>Noeud 3</b>  | 895.6                   | 11.77                    | 937.66                | 42.06                   |
| <b>Noeud 4</b>  | 894.3                   | 12.33                    | 938.12                | 43.82                   |
| <b>Noeud 5</b>  | 894.75                  | 6.6                      | 935.98                | 41.23                   |
| <b>Noeud 6</b>  | 893.46                  | 9.66                     | 934.21                | 40.75                   |
| <b>Noeud 7</b>  | 894.17                  | 10.3                     | 937                   | 42.83                   |
| <b>Noeud 8</b>  | 892.3                   | 8.88                     | 934.84                | 42.54                   |
| <b>Noeud 9</b>  | 893.38                  | 10.88                    | 936.85                | 43.47                   |
| <b>Noeud 10</b> | 894.22                  | 8.3                      | 931.68                | 37.46                   |
| <b>Noeud 11</b> | 892.07                  | 14.87                    | 930.26                | 38.19                   |
| <b>Noeud 12</b> | 892.2                   | 9.9                      | 927.25                | 35.05                   |
| <b>Noeud 13</b> | 891.83                  | 6.61                     | 933.84                | 42.01                   |
| <b>Noeud 14</b> | 890.46                  | 13.46                    | 925.12                | 34.66                   |
| <b>Noeud 15</b> | 887.92                  | 12                       | 924.68                | 36.76                   |
| <b>Noeud 16</b> | 892.2                   | 13.42                    | 931.38                | 39.18                   |
| <b>Noeud 17</b> | 890.43                  | 7.59                     | 933.17                | 42.74                   |
| <b>Noeud 18</b> | 891.7                   | 10.13                    | 932.81                | 41.11                   |
| <b>Noeud 19</b> | 894.23                  | 10.02                    | 934.78                | 40.55                   |
| <b>Noeud 20</b> | 894.13                  | 13.94                    | 933.44                | 39.31                   |
| <b>Noeud 21</b> | 890.7                   | 11.8                     | 931.18                | 40.48                   |
| <b>Noeud 22</b> | 889.5                   | 11.65                    | 929.86                | 40.36                   |
| <b>Noeud 23</b> | 889                     | 10.57                    | 925.69                | 36.69                   |
| <b>Noeud 24</b> | 890.8                   | 14.78                    | 929.92                | 39.12                   |
| <b>Noeud 25</b> | 887.9                   | 16.5                     | 927.27                | 39.37                   |
| <b>Noeud 26</b> | 885.6                   | 15.24                    | 917.76                | 32.16                   |
| <b>Noeud 27</b> | 886                     | 8.72                     | 921.9                 | 35.9                    |
| <b>R1</b>       | 940.2                   | 306.81                   | 942.2                 | 2                       |

**Tableau IV.5:** Résultat Au Niveau Des Nœuds (Suite De Tableau).

| <b>Nœuds</b>    | <b>Altitude<br/>(m)</b> | <b>Demande<br/>(l/s)</b> | <b>Charge<br/>(m)</b> | <b>Pression<br/>(m)</b> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>Noeud 28</b> | 885.6                   | 11.83                    | 923.78                | 38.18                   |
| <b>Noeud 29</b> | 905.7                   | 13.72                    | 928.74                | 23.04                   |
| <b>Noeud 30</b> | 907.9                   | 10.66                    | 931.3                 | 23.4                    |
| <b>Noeud 31</b> | 897.9                   | 10.08                    | 923.24                | 25.34                   |
| <b>Noeud 32</b> | 897                     | 4.98                     | 927.55                | 30.55                   |
| <b>Noeud 33</b> | 897.8                   | 5.51                     | 926.43                | 28.63                   |
| <b>Noeud 34</b> | 897.1                   | 9.14                     | 922.67                | 25.57                   |
| <b>Noeud 35</b> | 895.1                   | 11.42                    | 920.79                | 25.69                   |
| <b>Noeud 36</b> | 895.5                   | 9.35                     | 921.9                 | 26.4                    |
| <b>Noeud 37</b> | 896.7                   | 11.71                    | 922.89                | 26.19                   |
| <b>Noeud 38</b> | 897.8                   | 10.15                    | 925.88                | 28.08                   |
| <b>Noeud 39</b> | 889.7                   | 11.81                    | 918.96                | 29.26                   |
| <b>Noeud 40</b> | 889.7                   | 12.42                    | 915.3                 | 25.6                    |
| <b>Noeud 41</b> | 892.3                   | 14.28                    | 919.37                | 27.07                   |
| <b>R2</b>       | 930.1                   | 147.06                   | 932.1                 | 2                       |

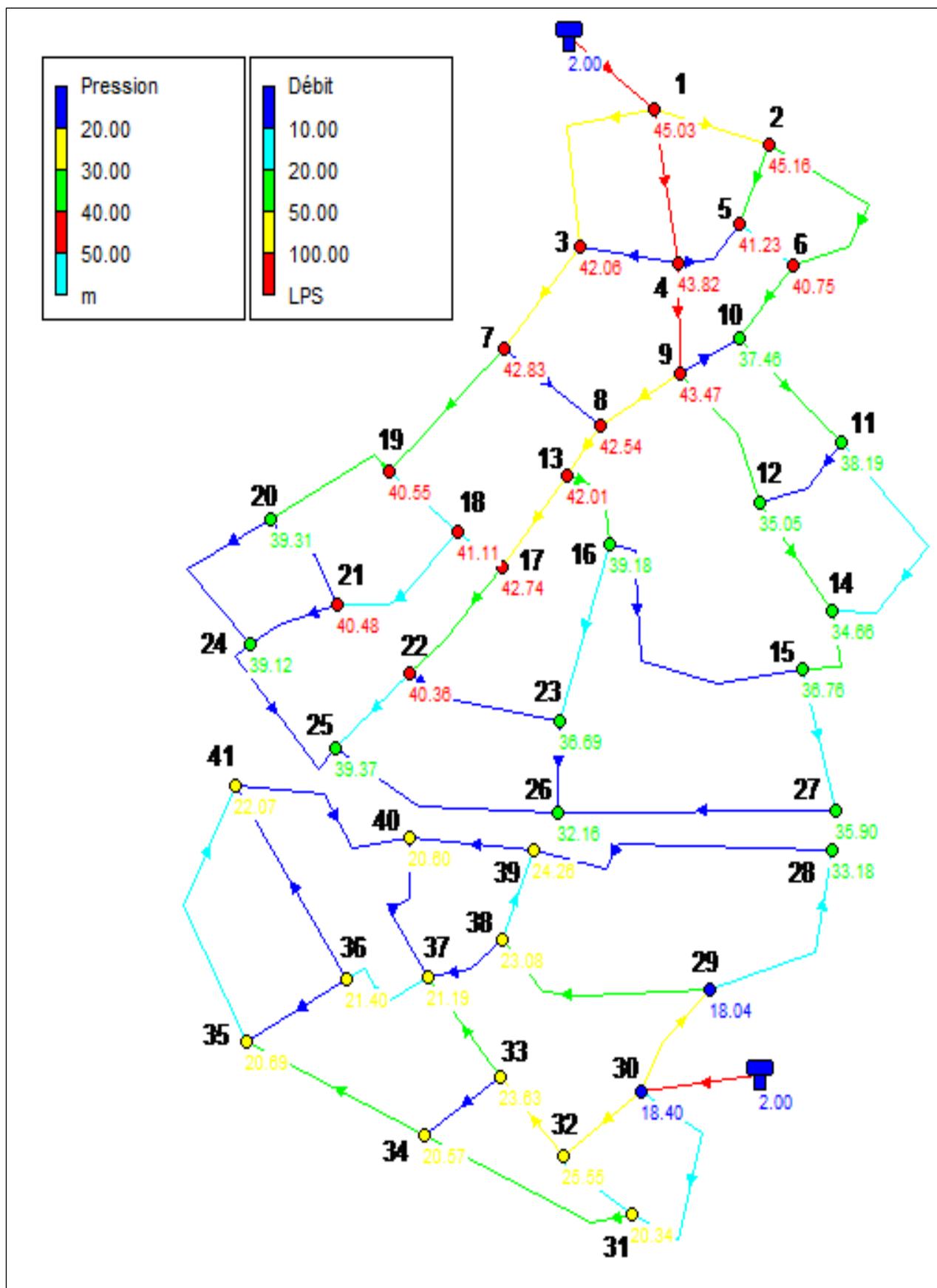


Figure IV.3: Débit et pression pour le cas de (pointe).

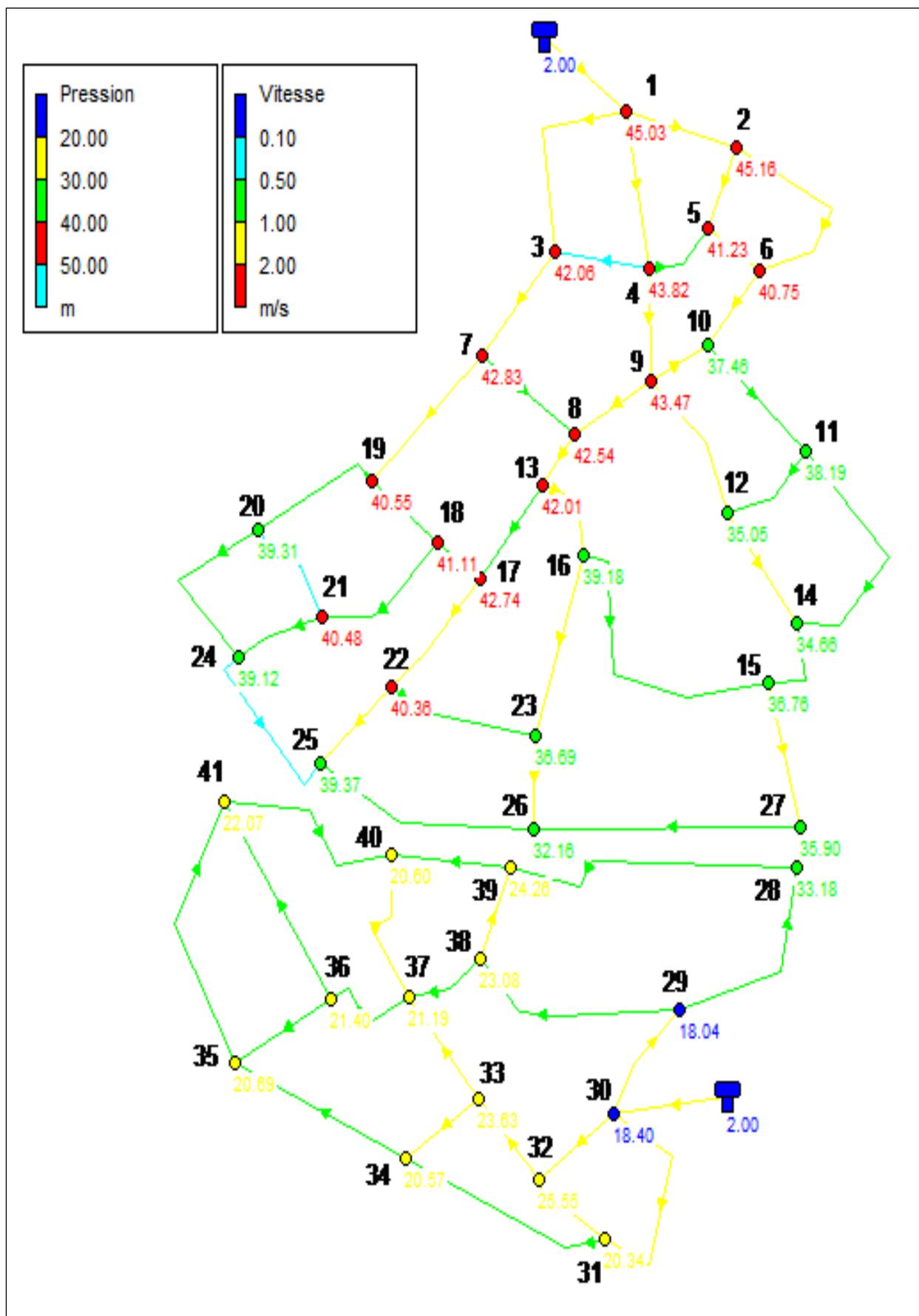


Figure IV.4: vitesse et pression pour le cas de (pointe).

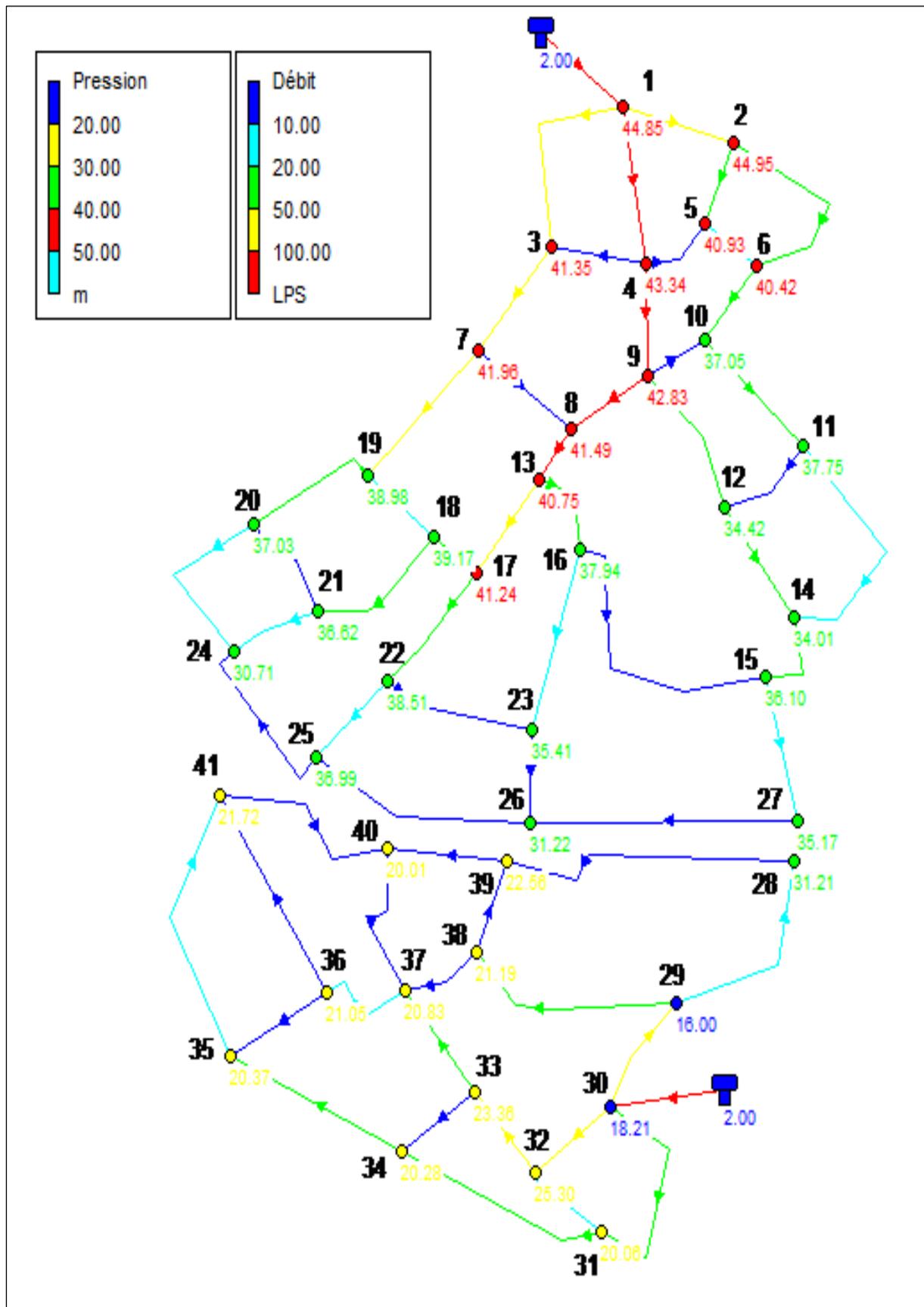


Figure IV.5: Débit et pression pour le cas de (pointe+incendie).

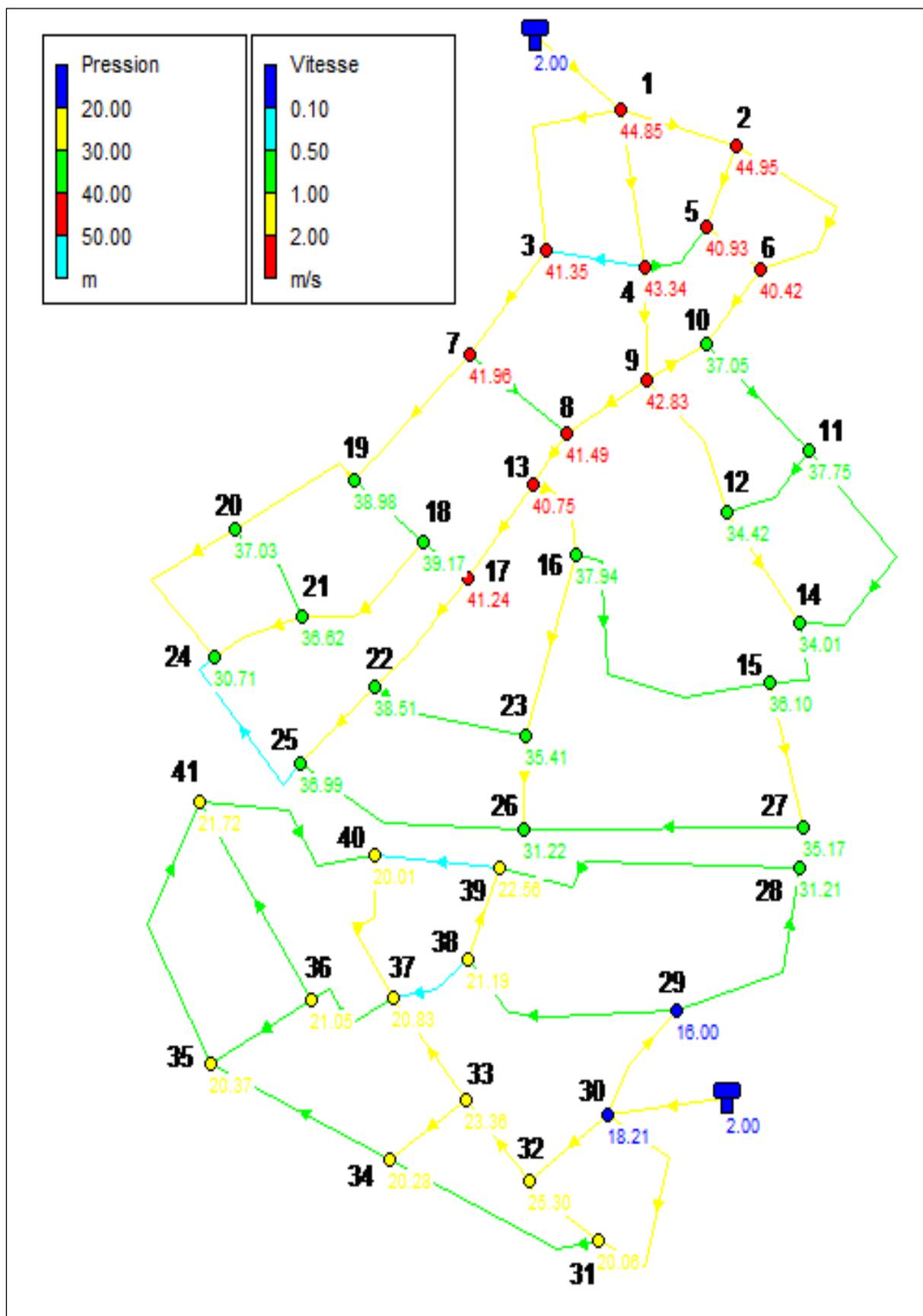


Figure IV.6: Vitesse et pression pour le cas de (pointe+incendie).

### **IV.3.LES ACCESSOIRES D'UN SYSTEME D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE :**

#### **IV.3.1. TYPE DE CANALISATION :**

Le réseau de distribution sera constitué d'un assemblage de tuyaux en PEHD qui résiste à une pression PN=10bar, les diamètres utilisés varient entre 63mm et 630 mm.

#### **IV.3.2. APPAREILS ET ACCESSOIRES DU RESEAU :**

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

##### **IV.3.2.1. ROBINETS VANNES :**

Ils sont placés au niveau de chaque nœud, et permettent l'isolement des différents tronçons du réseau lors d'une réparation sur l'un d'entre eux.

Ils permettent aussi le réglage des débits, leur manœuvre s'effectue à partir du sol au moyen d'une clé dite « béquille »

Celle-ci est introduite dans une bouche à clé placée sur le trottoir (facilement accessible).

##### **IV.3.2.2. BOUCHES OU POTEAU D'INCENDIE :**

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés sur les conduites capables d'assurer un débit minimum 17(l/s) avec une pression de 10 m (1 bar).

Ces derniers seront installés en bordure des trottoirs espacés de 50 à 200 m et répartis suivant l'importance des risques imprévus.

##### **IV.3.2.3. CLAPETS :**

Les clapets ont un rôle d'empêcher l'eau en sens contraire de l'écoulement prévu.

##### **IV.3.2.4. VENTOUSES :**

Les ventouses sont des organes qui sont placés aux points les plus hauts du réseau pour réduire la formation du vide dans les installations hydraulique. Elles permettent de chasser et pénétrer l'air dans la conduite ainsi que la limitation de la dépression.

##### **IV.3.2.5. ROBINETS DE VIDANGE :**

Ce sont des robinets placés aux points les plus bas du réseau de distribution pour permettre la vidange de la conduite. Ces robinets seront posés à l'intérieur d'un regard en maçonnerie.

##### **IV.3.2.6. BOUCHE D'ARROSAGE :**

Ce sont des bouches situées aux alentours des jardins.

**IV.3.2.7. REDUCTEUR DE PRESSION :**

Ils sont utilisés pour réduire et stabilisé la pression

**IV.3.2.8. PIECES SPECIALES DE RACCORD :**

- a) **Les Tés** : ils sont utilisés au niveau d'un réseau pour soutirer ou ajouter un débit.
- b) **Les Coudes** : ils sont utilisés pour le changement de direction.
- c) **Les Cônes**: ils sont utilisés pour raccorder deux conduites de diamètres différents.
- d) **Les Croix De Jonction**: ils sont utilisés au niveau des nœuds pour le croisement des deux conduites perpendiculaires.
- e) **Les Manchons** : ce sont des morceaux de 25 à 50 cm, qui sont utilisés pour le raccordement des accessoires et appareillages.
- f) **Les Compteurs** :

Le réseau de distribution nécessite l'emplacement des compteurs qui seront installés dans points adéquats, et servent à l'évaluation du rendement du réseau de distribution et le contrôle de la consommation.

**CONCLUSION :**

À travers ce chapitre nous avons pu faire le dimensionnement de notre réseau avec le logiciel EPANET qui donne un résultat très clair.

Il faut savoir que les diamètres utilisés pour notre réseau varient entre 63 mm et 630 mm et les pressions varient entre 16m et 45 m.

---

**ETUDE  
DE  
L'ADDUCTION**

---

## **INTRODUCTION :**

L'adduction étant définie comme le transport des eaux de zone de captage aux zones d'utilisation.

Mais les conduites d'amenée (ou conduites d'adduction) peuvent être classées comme suit :

- L'adduction à écoulement gravitaire
- L'adduction à écoulement par refoulement
- L'adduction mixte

Il faut savoir que les adductions de notre réseau sont des adductions par refoulement. Mais pour faire le dimensionnement de ces conduites d'adduction, nous prenons en considération deux aspects, l'un économique et l'autre technique.

## **V.1. QUELQUES NOTIONS SIMPLES SUR L'ADDUCTION :**

### **V.1.1. CHOIX DU TRACE :**

Le choix du tracé est une procédure délicate, car il faudra prendre certaines précautions et respecter certaines conditions, qui sont les suivantes :

- Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible, pour éliminer les contre-pentes.
- En raison d'économie, le tracé doit être le plus court possible.
- Éviter les traversées d'Oueds, les zones marécageuses, les routes, les voies ferrées autant que possible.

Pour notre cas, nous étudions le tracé des conduites d'adduction qui s'étant , et que nous devons bien entendu respecter toutes les conditions citées précédemment y compris la prise en compte du système de protection contre la corrosion et le phénomène de cavitation qui peut endommager la conduite (coup de bélier).

### **V.1.2. CHOIX DE TYPE DE TUYAU :**

Les conduites les plus utilisées sont celles qui peuvent supporter des pressions importantes lors du transport d'eau.

Le choix du type de tuyaux est basé sur des critères d'ordre technique à savoir le diamètre ; la pression, la condition de pose et de critères d'ordre économique qui reposent sur le prix de fourniture et de transport.

Dans notre étude nous avons choisi des conduites en PEHD qui sont plus économiques que celle en fonte et en acier, et vu les avantages qu'elles présentent :

- Ils sont disponibles sur le marché.
- Peuvent supporter des pressions importantes.
- Économique sur le transport.

- Leur continuité et leur souplesse permettent d'opérer la mise en force de fouille de tronçon de grande longueur préalablement assemblée au-dessous du sol dans les meilleures conditions d'exécution et de contrôle.
- Par leur élasticité s'adaptent aux reliefs plus au moins accidentés.

### V.1.3. PROFIL D'UNE ADDUCTION :

Le profil de l'adduction est une donnée indispensable pour visualiser le fonctionnement de cette dernière. Il peut être établi à partir d'un relevé de terrain. On y reporte en x les distances, en y les altitudes. Il est indispensable de choisir une échelle différente pour chacun des axes de façon à bien visualiser les reliefs le long du tracé.

### V.1.4. LA LIGNE PIEZOMETRIQUE :

La ligne piézométrique permet de visualiser la pression exercée par l'eau en chaque point du tracé. Elle correspond au niveau qu'atteindra l'eau dans un tuyau vertical connecté sur l'adduction.

### V.1.5. L'AIR DANS LA TUYAUTERIE:

Au remplissage ou à la mise en service d'une adduction, le phénomène est particulièrement sensible. Il est illustré par la figure ci-dessous, profil d'une adduction présentant plusieurs points hauts et bas.

Dans de nombreux cas de figure de véritables bouchons d'air se produisent dans les points hauts. D'où la nécessité :

- d'éviter les fonctionnements mixtes, à surface libre et sous pression,
  - de localiser les points hauts,
  - d'y installer un organe de dégazage : ventouse, brise charge, citerne, vanne.
- d'accentuer les points hauts dans le cas d'un tronçon de pente très uniforme.

Il est recommandé d'éviter des tracés, où les points hauts et les points bas n'apparaissent pas clairement, car il sera impossible de placer l'organe de dégazage de façon optimale. D'autre part, pour les tronçons très plats, on accentuera la pente située en aval de la ventouse (Figure V-1).

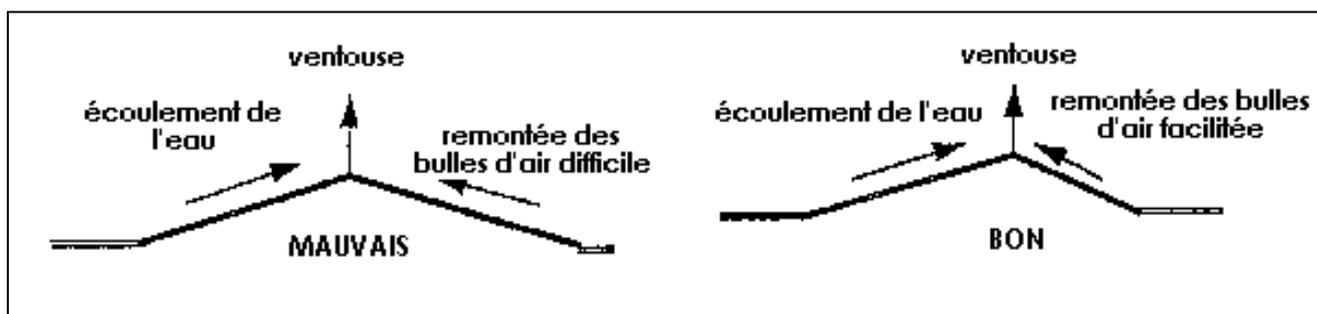


Figure V.1 : L'emplacement préférable des ventouses.

Pour le choix de l'organe de dégazage il est indispensable de tenir compte de l'effet de l'ouvrage sur le fonctionnement de l'adduction sachant que :

- La vanne de purge n'a pas d'effet sur le fonctionnement, et qu'elle sera actionnée manuellement,
- La ventouse fonctionne automatiquement, et ne casse la pression que si elle est négative,
- Le brise charge ou la citerne casse la pression, qu'elle soit positive ou négative.

## V.2. ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE DE L'ADDUCTION :

Dans la pratique le diamètre optimal est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter ; ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de BONIN et BRESSE à savoir :

$$\text{La formule de BONIN : } D = \sqrt{Q} \quad (\text{V.1})$$

$$\text{La formule de BRESSE : } D = 1,5\sqrt{Q} \quad (\text{V.2})$$

Avec :

- D : Diamètre de la conduite en mètre;
- Q : Débit véhiculé en m<sup>3</sup>/s;

•**Remarque**\_: La formule de Bress n'est valable que pour les petits projets (longueur de conduite  $\leq 1$  Km)

### V.2.1. LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE:

La hauteur manométrique totale est égale à la somme, de la hauteur géométrique ( $H_g$ ), des pertes de charges totales ( $H_T$ ) et des pertes de charges due à l'aspiration ( $\Delta H_{asp}$ ). Elle est donnée par :

$$H_{MT} = H_g + \Delta H_T + \Delta H_{asp} \quad (\text{V.3})$$

Avec :

**H<sub>g</sub>** : égale à la différence entre la cote du trop-plein du réservoir et le niveau dynamique du forage ou de la bache dans notre cas le niveau dynamique de réservoir

$$H_g = T_p - ND$$

**T<sub>p</sub>** : trop plein du réservoir

**ND** : niveau dans le réservoir d'aspiration

**H<sub>asp</sub>** : pertes de charges à l'aspiration estimées à 0.50 m

Nous avons des pertes de charges linéaires et des pertes de charges singulières. Le gradient de pertes de charges est calculé par la formule de

DARCY – WEIBACH.

$$J = \frac{16\lambda Q^2}{2g\pi^2 D^5} \quad (\text{V.4})$$

Avec :

- J : gradient de pertes de charges
- Q : le débit véhiculé (m<sup>3</sup>/s)
- g : accélération de la pesanteur  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
- D : diamètre (m)
- $\lambda$  : Coefficient de frottement.

Le calcul du coefficient de frottement dépend du régime de l'écoulement

En régime turbulent rugueux nous utilisons la formule de NIKURADZE :

$$\lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\varepsilon}{D})^{-2} \quad (\text{V.5})$$

En régime transitoire nous utilisons la formule de COLEBROOK :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{\varepsilon}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right) \quad (\text{V.6})$$

Avec :

$\varepsilon$ : Rugosité en (mm)

**Re**: Nombre de Reynolds donné par la formule suivante  $Re = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \gamma}$  (V.7)

$\lambda$ : Coefficient de frottement.

#### **V.2.1.1. PERTES DE CHARGES LINEAIRES:**

Elles sont déterminées par la formule suivante :

$$\Delta H = J \cdot L \quad (\text{V.8})$$

Avec :

**J** : gradient de pertes de charge

**L** : longueur de la conduite.

#### **V.2.1.2 PERTES DE CHARGES SINGULIERES :**

Elles sont dues au changement de direction de la conduite et aux accessoires.

Nous estimons ces pertes de charges singulières à 15% de pertes de charges linéaires.

$$\Delta H_s = 15\% \Delta H_L \quad (\text{V.9})$$

#### **V.2.1.3. PERTES DE CHARGES TOTALES:**

La perte de charge totale est donc :

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S \quad \text{Avec :}$$

$\Delta H_T$  : pertes de charges totales.

$\Delta H_L$  : pertes de charges linéaires.

$\Delta H_S$  : pertes de charges singulières.

Donc :  $\Delta H_T = \Delta H_L + 0.15 \Delta H_L = 1.15 \Delta H_L$

$$\Delta H_T = 1.15 \cdot \frac{8\lambda Q^2}{g * 3,14^2 * D^5} \cdot L \quad (V.10)$$

### V.2.2. PUISSANCE DE POMPAGE :

$$P = \frac{\rho g * H_{mt} * Q}{\eta} \quad (V.11)$$

- P : puissance absorbée par la pompe (KW) ;
- g : Accélération de la pesanteur ( $m/s^2$ ) ;
- H<sub>mt</sub> : Hauteur manométrique totale (m) ;
- Q : Débit à refouler ( $m^3/s$ ) ;
- $\eta$  : rendement de la station de pompage (65÷90)%

### V.2.3. ENERGIE CONSOMMEE PAR LE POMPAGE :

L'énergie consommée par la station de pompage le long d'une année est le produit de la puissance de pompage et du temps (heures) de pompage par année.

$$E = P * t * 365 \quad (V.12)$$

- E : énergie consommée pendant une année (KWh) ;
- P : puissance de pompage (KW) ;
- t : temps de pompage par jour (h).

### V.2.4. AMORTISSEMENT ANNUEL :

Les frais d'amortissement sont en fonction de la durée d'amortissement de la conduite et du taux d'annuité. Il est déterminé par la relation suivante :

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i \quad (V.13)$$

A : Frais d'amortissement (%) ;

i : Taux d'annuité ; i = 8 % ;

n : Durée de l'amortissement de la conduite, n = 30 ans.

$$A.N : A = \frac{0,08}{(1+0,08)^{30} - 1} + 0,08 \Rightarrow A = \mathbf{0,0888}$$

**V.2.5. CALCUL DE LA CONDUITE D'ADDUCTION:****Données de base :**

- **Q** : débit refoulé ( $Q_{d1} = 0,307 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{d2} = 0,147 \text{ m}^3/\text{s}$ )
- **L**: Longueur de la conduite ( $L_1 = 1113.12 \text{ m}$  ;  $L_2 = 626.25 \text{ m}$ )
- **Ctp**: Cote de trop plein  $C_{tp1} = 945.36 \text{ m}$  ;  $C_{tp2} = 932.1 \text{ m}$
- **ND**: niveau minimum dans le Bâche ( $ND_1 = 913.5 \text{ m}$ ;  $ND_2 = 888.4$ )
- **Hg**: Hauteur géométrique ( $H_{g1} = 31.86 \text{ m}$  ;  $H_{g2} = 48.9 \text{ m}$ )

Pour la détermination du diamètre de la conduite de notre adduction nous utilisons les formules économiques suivantes :

La formule de BONIN :  $D = \sqrt{Q}$  et La formule de BRESSE :  $D = 1,5 \sqrt{Q}$

Avec : D : diamètre de la conduite de refoulement

Q : débit refoulé

**Application :****Adduction N°1:**

La formule de BONIN :  $D = \sqrt{Q} = \sqrt{0,307} = 0,554 \text{ m} \rightarrow D = 500 \text{ ou } 630 \text{ mm}$

La formule de BRESSE :  $D = 1,5 * \sqrt{Q} = 1,5 * \sqrt{0,307} = 0,830 \text{ m} \rightarrow D = 800 \text{ mm}$

**Adduction N°2:**

La formule de BONIN :  $D = \sqrt{Q} = \sqrt{0,147} = 0,383 \text{ m} \rightarrow D = 400 \text{ mm}$

La formule de BRESSE :  $D = 1,5 * \sqrt{Q} = 1,5 * \sqrt{0,147} = 0,575 \text{ m} \rightarrow D = 630 \text{ mm}$

**Vérification de la vitesse :****Adduction N°1:**

$$\text{Avec } D = 500 \text{ mm} \rightarrow V = \left[ \frac{4 * q}{3.14 * D^2} \right] = \frac{4 * 0,307}{3.14 * 0,441^2} = 2,02 \text{ m/s}$$

$$\text{Avec } D = 630 \text{ mm} \rightarrow V = \left[ \frac{4 * q}{3.14 * D^2} \right] = \frac{4 * 0,307}{3.14 * 0,5552^2} = 1,27 \text{ m/s}$$

**Adduction N°2:**

$$\text{Avec } D = 400 \text{ mm} \rightarrow V = \left[ \frac{4 * q}{3.14 * D^2} \right] = \frac{4 * 0,147}{3.14 * 0,353^2} = 1,51 \text{ m/s}$$

$$\text{Avec } D = 630 \text{ mm} \rightarrow V = \left[ \frac{4 * q}{3.14 * D^2} \right] = \frac{4 * 0,147}{3.14 * 0,5552^2} = 0,61 \text{ m/s}$$

La vitesse dans la conduite de refoulement :

-si  $D$  (300 à 800) mm  $\rightarrow v = (1 \text{ à } 2) \text{ m/s}$

-si  $D > 800 \text{ mm} \rightarrow v = (1,8 \text{ à } 3) \text{ m/s}$

**V.2.5.1. CALCUL DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE TOTALE:**

Elle est donnée par la formule suivante :  $H_{MT} = H_g + \Delta H_T + \Delta H_{asp}$

Avec :

$$\Delta H_{asp} = 0,5m$$

Le calcul de la hauteur est récapitulé dans le tableau ci-dessous.

**Tableau V.1:** Calcul de la hauteur manométrique.

| Adduction | Diamètre (mm) | Longueur (m) | Vitesse (m/s) | $\lambda$ | $\Delta H_{lin}$ (m) | $\Delta H_{TOT}$ (m) | $H_g$ (m) | $H_{asp}$ (m) | HMT (m) |
|-----------|---------------|--------------|---------------|-----------|----------------------|----------------------|-----------|---------------|---------|
| N°1       | 400           | 1113.12      | 3.15          | 0.0146    | 23.26                | 26.75                | 31.86     | 0.5           | 59.11   |
|           | 500           | 1113.12      | 2.01          | 0.0140    | 7.29                 | 8.39                 | 31.86     | 0.5           | 40.75   |
|           | 630           | 1113.12      | 1.27          | 0.0133    | 2.19                 | 2.52                 | 31.86     | 0.5           | 34.88   |
| N°2       | 315           | 626.25       | 2.43          | 0.0154    | 10.43                | 12.00                | 48.90     | 0.5           | 61.40   |
|           | 400           | 626.25       | 1.51          | 0.0146    | 3.00                 | 3.45                 | 48.90     | 0.5           | 52.85   |
|           | 500           | 626.25       | 0.96          | 0.0140    | 0.94                 | 1.08                 | 48.90     | 0.5           | 50.48   |

**V.2.5.2. CALCUL DES FRAIS D'EXPLOITATION :**

Les frais d'exploitation sont calculés sur la base de l'énergie électrique consommée lors du pompage et ce pour la gamme de diamètres obtenue. Il est entendu que la hauteur manométrique totale varie selon le diamètre.

Moyennant les formules (V.11), (V.12) et (V.13), on calcule les hauteurs manométriques totales correspondant aux différents diamètres et sont présentées dans le tableau V.2

**Tableau V.2:** Variation des dépenses annuelles d'exploitation.

| Adduction | Diamètre (mm) | Débit (l/s) | HMT(m) | Puissance (KW) | Consommation (kwh) | Dépenses annuelles (DA) |
|-----------|---------------|-------------|--------|----------------|--------------------|-------------------------|
| N°1       | 400           | 0.307       | 59.11  | 222.532        | 1624480.23         | 6384207.31              |
|           | 500           | 0.307       | 40.75  | 153.397        | 1119797.34         | 4400803.53              |
|           | 630           | 0.307       | 34.88  | 131.310        | 958560.62          | 3767143.22              |
| N°2       | 315           | 0.147       | 61.40  | 110.674        | 969499.96          | 3810134.86              |
|           | 400           | 0.147       | 52.85  | 95.268         | 834548.96          | 3279777.43              |
|           | 500           | 0.147       | 50.48  | 90.998         | 797142.86          | 3132771.45              |

**V.2.5.3. CALCUL DES FRAIS D'INVESTISSEMENT :**

Les dépenses d'investissement correspondant aux différents diamètres sont présentées dans le tableau V.3

**Tableau V.3:** Variation des frais d'investissement.

| Adduction | Diamètre (mm) | Prix du ml (DA) | Longueur (m) | Prix total (DA) | Annuité | Investissement (DA) |
|-----------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|---------|---------------------|
| N°1       | 400           | 6038.74         | 1113.12      | 6721842.269     | 0.0888  | 596899.593          |
|           | 500           | 10152.51        | 1113.12      | 11300961.93     | 0.0888  | 1003525.42          |
|           | 630           | 15738.79        | 1113.12      | 17519161.92     | 0.0888  | 1555701.58          |
| N°2       | 315           | 4093.57         | 626.25       | 2563598.213     | 0.0888  | 227647.521          |
|           | 400           | 6038.74         | 626.25       | 3781760.925     | 0.0888  | 335820.37           |
|           | 500           | 10152.51        | 626.25       | 6358009.388     | 0.0888  | 564591.234          |

**NB:** pour le prix du ml (voir l'annexe V.1).

**V.2.5.4. BILAN DES COÛTS (EXPLOITATION - INVESTISSEMENT) :**

Le bilan des coûts de l'exploitation et de l'investissement figure dans le tableau V.4

**Tableau V.4:** Bilan des frais d'investissement et d'exploitation

| Adduction | Diamètre (mm) | Investissement (DA) | Exploitation (DA) | Total (DA)        |
|-----------|---------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| N°1       | 400           | 596899.593          | 6384207.31        | 6981106.91        |
|           | 500           | 1003525.42          | 4400803.53        | 5404328.95        |
|           | <b>630</b>    | <b>1555701.58</b>   | <b>3767143.22</b> | <b>5322844.80</b> |
| N°2       | 315           | 227647.521          | 3810134.86        | 4037782.38        |
|           | <b>400</b>    | <b>335820.37</b>    | <b>3279777.43</b> | <b>3615597.80</b> |
|           | 500           | 564591.234          | 3132771.45        | 3697362.68        |

**V.3. ETUDE DE POMPAGE:****V.3.1. CHOIX DES POMPES:**

On opte pour les pompes Italienne (pompes à hautes pressions) de marque CAPRARI , ce type de pompe nous assure le débit et la hauteur manométrique totale appelés avec des vitesses de rotation

### V.3.2. CRITERE CHOIX DU TYPE DE POMPE:

Dans notre étude les critères de choix du type de pompe sont :

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

### V.3.3. COUPLAGE DES POMPES:

On distingue deux types de couplage des pompes :

- En série
- En parallèle

On opte pour

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

### V.3.4. CHOIX DU NOMBRE DE POMPES:

Les critères de notre choix du nombre de pompes sont :

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

### V.3.5. ETUDE DE REFOULEMENT : STATION DE POMPAGE « 1 » – RESERVOIR R3000M3

#### *V.3.5.1. LES CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT (SP 1-R1)*

- $Q = 306.81$  l/s
- $L = 1113.12$  m
- $H_{mt} = 34.88$  m
- $D = 630$  mm

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

| Nombre des pompes | Q disp. (l/s) | HMT (m)      | type              | $\eta$ (%)  | Vitesse (tr/mn) | $P_{abs}$ (Kw) | (NPSHr) (m) |
|-------------------|---------------|--------------|-------------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|
| 1                 | 306.81        | 34.88        | -                 | -           | -               | -              | -           |
| 2                 | 306.81        | 34.88        | -                 | -           | -               | -              | -           |
| 3                 | 306.81        | 34.88        | MEC-A1/125        | 70          | 2920            | 146            | 4.96        |
| <b>4</b>          | <b>306.81</b> | <b>34.88</b> | <b>MEC-A3/125</b> | <b>80.9</b> | <b>1460</b>     | <b>115</b>     | <b>3.73</b> |
| 5                 | 306.81        | 34.88        | MEC-A3/125        | 80.9        | 1460            | 130            | 3           |

**Résultat :**

On déduit que la variante choisit est la 4<sup>ème</sup> pompe listée dans le tableau V.5, et deux pompe de secours, vue qu'elle représente le meilleure rendement et le moins d'encombrement et elle assure la pression et le débit demandé.

**NB:** Nous avons choisis une pompe à axe horizontale monocellulaire.

**V.3.5.2. COURBES CARACTERISTIQUES DE POMPE:**

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

- \* [H-Q] \* [Pabs - Q] \* [ $\eta$  - Q] \* [(NPSH)r - Q]

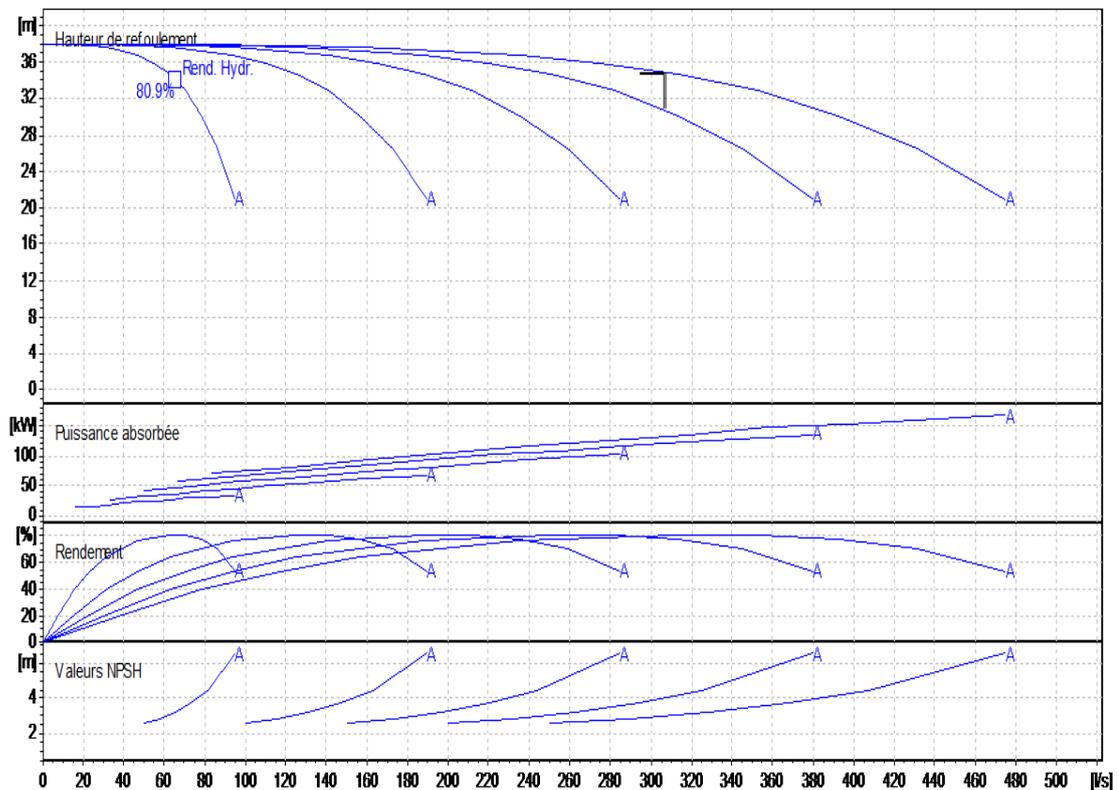


Figure V.2: Courbes caractéristiques de la pompe MEC-A3/125A (CAPRARI, 2008).

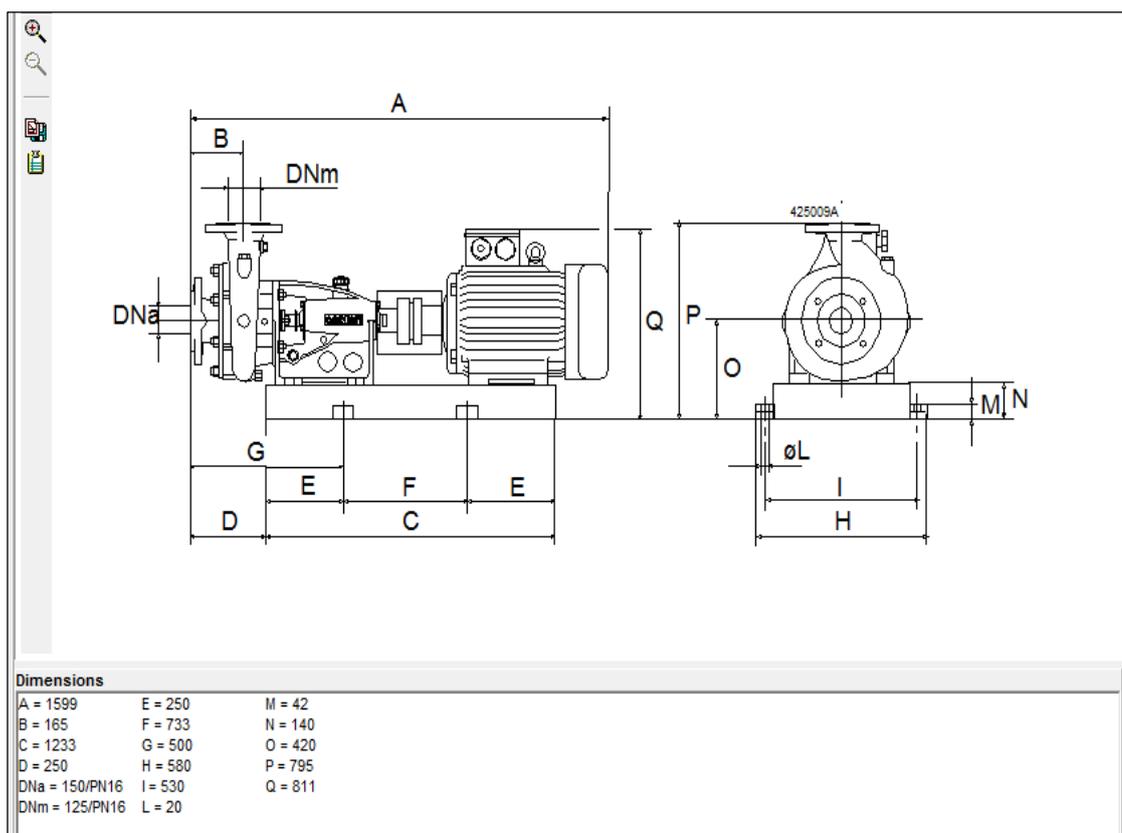


Figure V.3: Dimension de la pompe MEC-A3/125A (CAPRARI, 2008).

### V.3.6. ETUDE DE REFOULEMENT : STATION DE POMPAGE « 2 » – RESERVOIR R1000M3

#### V.3.6.1. LES CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT (SP 2-R2)

- $Q = 147.06 \text{ l/s}$
- $L = 626.25 \text{ m}$
- $H_{mt} = 52.85 \text{ m}$
- $D = 400 \text{ mm}$

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

| Nombre pompe | Q disp. (l/s) | HMT (m)      | type           | $\eta$ (%)  | Vitesse (tr/mn) | $P_{abs}$ (Kw) | (NPSHr (m)) |
|--------------|---------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|----------------|-------------|
| 1            | 147.06        | 52.85        | -              | -           | -               | -              | -           |
| 2            | 147.06        | 52.85        | PM 150         | 79.6        | 1450            | 103            | 2.68        |
| 3            | <b>147.06</b> | <b>52.85</b> | <b>PML 150</b> | <b>76.8</b> | <b>1450</b>     | <b>100</b>     | <b>1.58</b> |
| 4            | 147.06        | 52.85        | MEC-MR100/2    | 75.9        | 1450            | 115            | 2.1         |

**Résultat :**

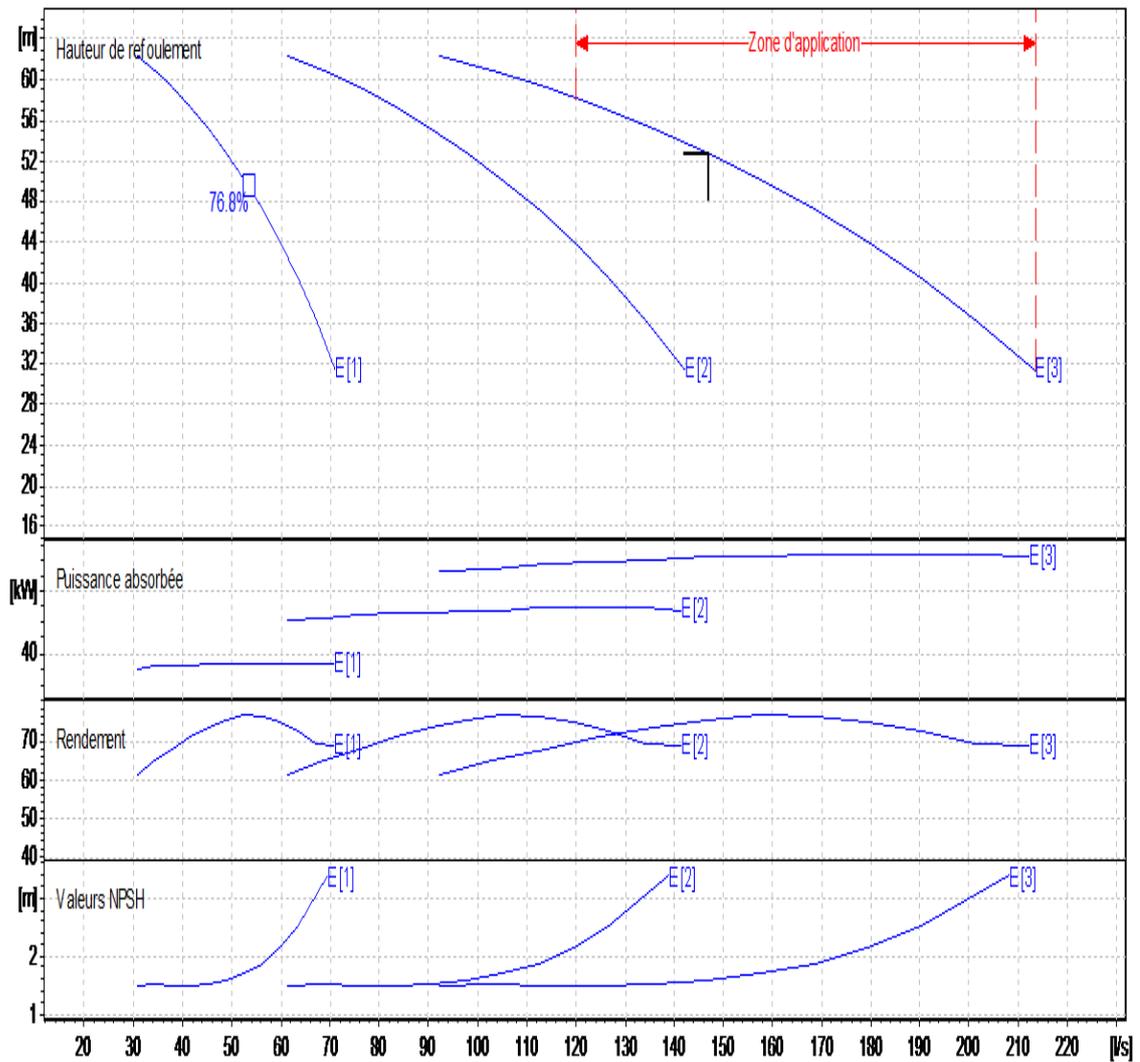
On déduit que la variante choisit est la 3<sup>ème</sup> pompe listée dans le tableau V.6, et un pompe de secours, vue qu'elle représente le meilleure rendement et le moins d'encombrement et elle assure la pression et le débit demandé.

**NB:** Nous avons choisis une pompe à axe horizontale multicellulaire.

**V.3.6.2. COURBES CARACTERISTIQUES DE POMPE:**

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

- \* [H-Q]
- \* [Pabs - Q]
- \* [ $\eta$  - Q]
- \* [(NPSH) r - Q]



**Figure V.4:** Courbes caractéristiques de la pompe PML 150 (CAPRARI, 2008).

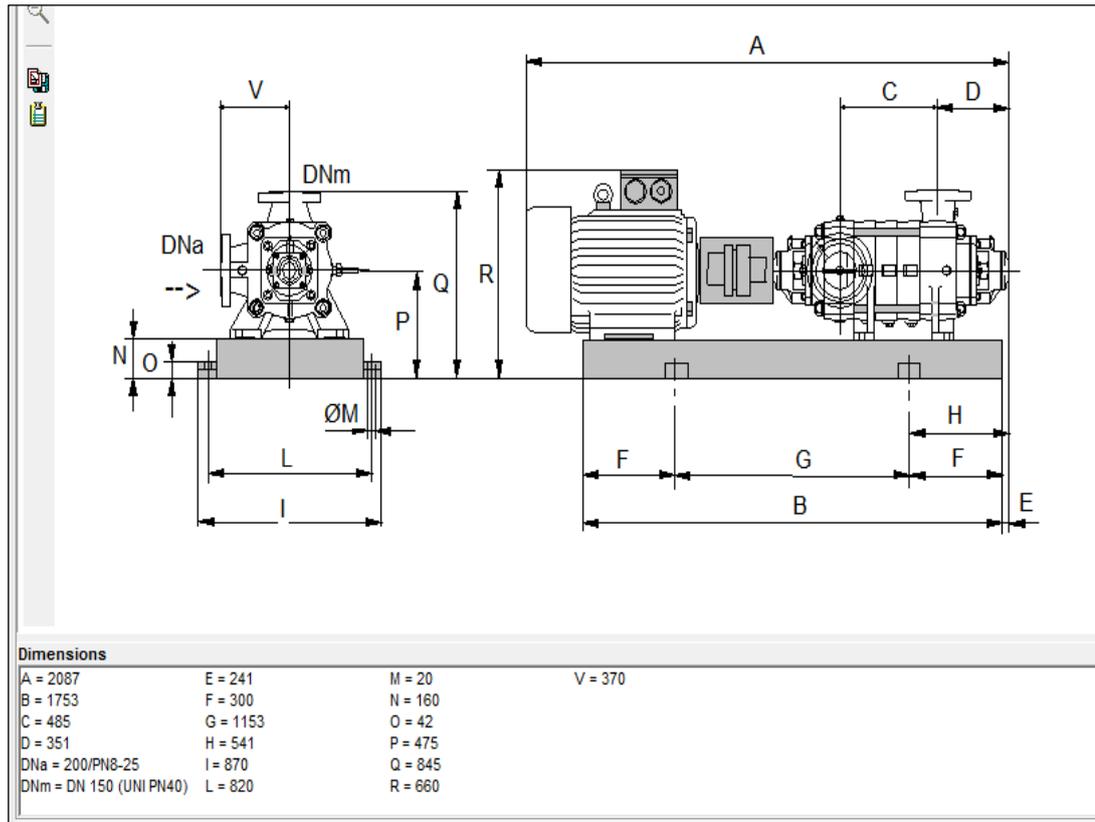


Figure V.5: Dimension de la pompe PML 150 (CAPRARI, 2008).

**CONCLUSION:**

Dans ce chapitre le paramètre le plus important est le diamètre des conduites qui doit être choisi de telle façon que les vitesses doivent se situées dans une gamme acceptable, et Pour ce faire nous avons toujours recours à l'aspect technico-économique. En fin le choix du matériau des conduites est fait selon les mêmes critères technico-économique notamment en tenant compte de la nature du sol, la topographie et le coût.

---

# **COUP DE BELIER**

## **INTRODUCTION :**

Les conduites, en général sont posées en terre, ou en galeries, d'adduction gravitaire ou par refoulement, aussi bien que celle de distribution d'ailleurs, sont menacées de dégradation ou de destruction par des causes diverses naturelles ou artificielles.

Leur bonne conservation dépend, en premier lieu, de la qualité du matériau dont elles sont constituées et surtout de son adaptation aux caractéristiques physico-chimiques des terrains dans lesquels elles sont posées et ceci est vrai pour les différentes natures de matériaux, mais principalement pour les conduites métalliques : fonte, acier, etc. Ainsi que pour celles, telles que les conduites en béton armé, dans la constitution desquelles entre des matériaux ferreux.

## **VI.1. PROTECTION DES CONDUITES CONTRE LE COUP DE BELIER :**

### **VI.1.1. CAUSES DU COUP DE BELIER :**

Les différentes causes de coup de bélier sont :

- L'ouverture ou la fermeture brusque des vannes dans les conduites en charge à écoulement gravitaire.
- La mise en marche ou l'arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement.
- Le remplissage ou la vidange d'un système d'AEP.
- La modification de la vitesse d'une pompe.
- La disparition de l'alimentation électrique dans une station de pompage est cependant la cause la plus répandue du coup de bélier.
- La mise en marche ou la modification de l'opération d'une turbine

### **VI.1.2. LES RISQUES DUS AUX COUPS DE BELIER :**

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

#### **VI.1.2.1. RISQUE DE FORTE PRESSION :**

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

#### **VI.1.2.2. PRESSION NEGATIVE :**

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par l'apparition d'une pression relative négative, à la suite d'un arrêt brusque d'une pompe ou d'une ouverture instantanée d'une vanne de sectionnement. Si cette pression devient inférieure à 10mce, il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être criées dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne.

**VI.1.2.3. FATIGUES DES CONDUITES :**

En régime transitoire les alternances des surpressions et dépressions qui sont une conséquence inévitable du phénomène provoquent la fatigue du matériau de la canalisation même si leur amplitude est faible.

**VI.1.3. DESCRIPTION DES PHENOMENES PHYSIQUES :**

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

**Phase 01 :**

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

Si la distance entre la pompe et le réservoir est :  $L$  le temps mis par cette onde pour atteindre le réservoir est  $\frac{L}{a}$ . Au bout de ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.

**Phase 02 :**

Par suite de son élasticité la conduite reprend son diamètre primitif et cela de proche en proche. L'eau revient alors dans la conduite et au bout d'un nouveau temps  $\frac{L}{a}$  c'est-à-dire à

$\frac{2L}{a}$  depuis l'origine du phénomène toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe qui entre temps s'est fermé.

**Phase 03 :**

En raison de cet arrêt la première tranche en contact avec le clapet va se trouver comprimée entraînant une dilatation de la conduite. Au bout d'un nouveau temps  $\frac{L}{a}$  c'est-à-dire à  $\frac{3L}{a}$  depuis l'origine toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

**Phase 04:**

Grâce à l'élasticité de la conduite celle-ci agissant à la manière d'un ressort reprend de proche en proche à partir du réservoir et en allant vers la pompe, son diamètre primitif.

Les tranches d'eau successives reprenant leurs dimensions premières au bout d'un nouveau temps  $\frac{L}{a}$  c'est-à-dire à  $\frac{4L}{a}$  depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe.

La période du mouvement est donc  $\frac{4L}{a}$

### VI.1.4. PROTECTION DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT CONTRE LE COUP DE BELIER :

Pour la protection de la conduite de refoulement contre le coup de bélier, il existe plusieurs méthodes.

#### a) Réservoir D'air :

Les réservoirs d'Air sont des réservoirs dans lesquels le volume d'eau est équilibré par la pression de fonctionnement en régime permanent. Cette réserve d'eau permet de réduire les dépressions en fournissant une quantité d'eau demandée par la dépression sous forme d'un débit contrôlé par un orifice, une tuyère ou un clapet percé (fig. VI-1). Il est en effet essentiel d'introduire dans le système un amortissement faute de quoi, les oscillations dureraient sur une longue période. L'expérience a démontré qu'il est préférable d'avoir une plus grande perte de charge au retour qu'à l'aller, dans le sens du réservoir vers la conduite.

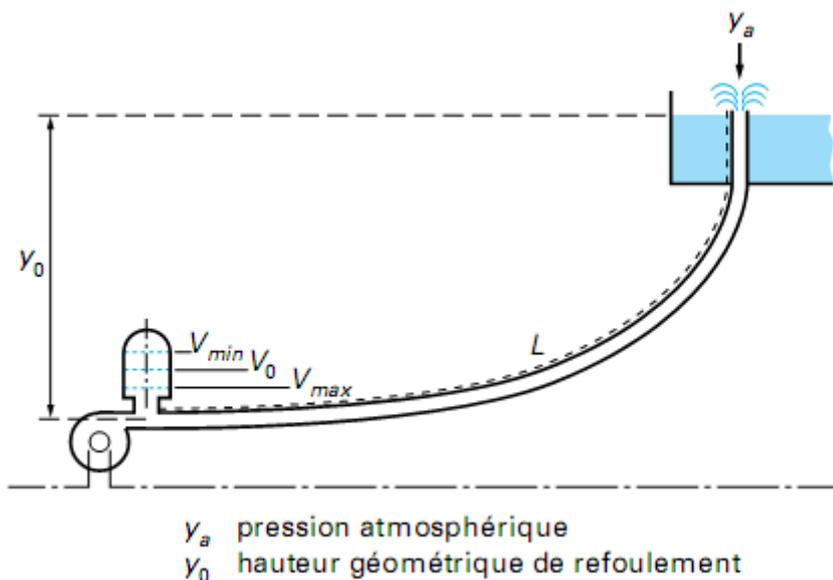


Figure VI.1 : Réservoir D'air

#### b) Cheminée D'équilibre :

Les cheminées d'équilibre sont des dispositifs assez simples qui permettent de transformer les surpressions et les dépressions en variation de hauteur de colonne d'eau. Dans les cas de refoulement sur des dénivellations importantes, l'utilisation de cheminées d'équilibre devient impraticable puisque leurs hauteurs seraient trop grandes. Sur une conduite de refoulement, cependant, une cheminée peut être placée en cours de parcours pour contrer les effets de la cavitation. La hauteur de la cheminée sera alors réduite et son emplacement, son niveau d'entretien étant réduit, ne pose pas de problème.

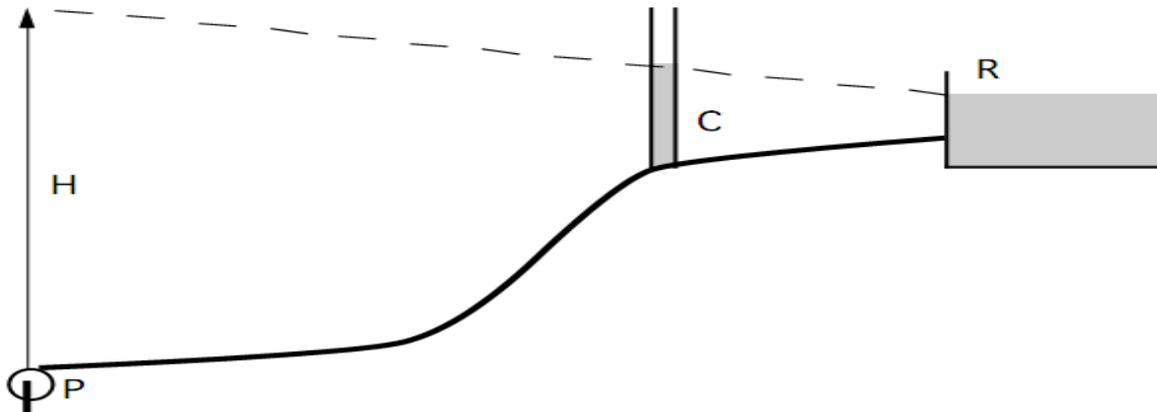


Figure VI.2 : Cheminée D'équilibre Sur Une Conduite De Refoulement

### c) Soupape de décharge :

Les soupapes de décharges sont des équipements mécaniques qui s'ouvrent pour réduire la surpression à une valeur acceptable. Ces dispositifs sont généralement constitués d'une soupape maintenue par un ressort dont la pression est ajustée à une valeur légèrement supérieure (5%) à la pression maximale d'opération. L'ouverture de la soupape laisse passer un débit qui doit être évacué vers l'extérieur.

Ce dispositif est inefficace pour protéger les conduites contre les dépressions et les cavitations.

### d) Volant d'inertie :

calé sur l'arbre du groupe, il constitue un moyen assurant l'alimentation de veine liquide, Malgré l'arrêt du moteur actionnant la pompe grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale. Le volant la restitue au moment de la disjonction et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier. Au démarrage, le groupe électropompe, avec le volant d'inertie, consomme plus d'énergie.

### Remarque :

Dans ce projet, on propose comme moyen de protection des installations, le réservoir d'air

## VI.1.5.DIMENSIONNEMENT DE RESERVOIR ANTI BELIER DE L'ADD :

### VI.1.5.1 CALCUL DES RESERVOIRS D'AIR

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air.

Comme méthode de calcul, on distingue :

- **Méthode de VIBERT**

La méthode de VIBERT donne de bons résultats pour les petites installations et risque de donner des volumes de réservoirs d'air important dans le cas de grandes installations.

• **Méthode de BERGERON**

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

• **Méthode de PUECH et MEUNIER**

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

**Remarque:**

l'adduction(sp1-R3000m3) on travaille avec la méthode de PUECH et MEUNIER. ( $l > 1000m$ ).

l'adduction(sp2-R1000m3) on travaille avec la méthode de VIBERT ( $l < 1000m$ ).

**VI.1.5.1.1.METHODE DE PUECH ET MEUNIER**

**A. Cas dépression :**

Nous allons étudier le dimensionnement du ballon anti-bélier afin que la conduite soit protégée dans son ensemble dans le cas le plus grave d'arrêt brusque et total de la station. Pour protéger la conduite contre la dépression, nous calculerons à l'aide de la méthode de PUECH et MEUNIER le volume  $U_0$  afin que le coussin d'air soit suffisant pour propulser l'eau dans la conduite.

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

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

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

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

Avec :

**k :** Coefficient dépendant de la nature de conduite voir le tableau Tableau VI.2 :

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

**$e_m$  :** Epaisseur de la conduite (m).  $e_m = 37.4\text{mm}$

**D :** Diamètre de la conduite.

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

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

(A. Morel,1994)

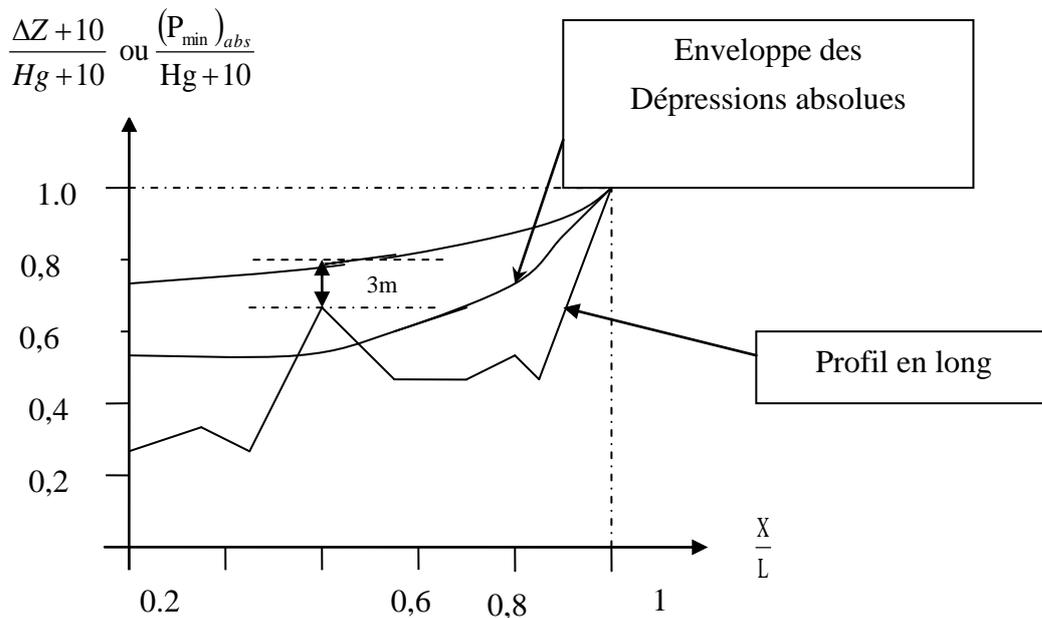
La méthode PUECH et MEUNIER utilise trois nombre adimensionnels

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

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

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

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



**Figure VI.3 :** profil en long absolu d'une conduite.

AN:

**Adduction N°1**

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3+83 \times \frac{0,63}{0,0374}}} = 260,31 \text{ m/s}$$

On a:

**HMT** = 34,82 m

**Hg** = 31,86 m

Tq: la hauteur de refoulement absolu  $H_{abs} = HMT + 10$

**H<sub>abs</sub>** = 44.82 m

H<sub>0</sub> : pression minimal,  $H_0 = Hg + 10 = 41,86 \text{ m}$

A.N

**K**=0,1

**A**=0.8

Nous devrions considérer la famille de courbe B pour A=0.8 et K=0,1 mais comme nous ne disposons pas de ces abaques, nous allons superposer le profil en long « absolu » aux familles des courbes (K=0,1 A=0.5) et (K=0,1 A=1)

Complétons d’abord le tableau du profil en long

**Tableau VI.3** : Tableau du profil en long absolu.

|                                      |       |        |        |        |        |         |
|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Côte z(m)</b>                     | 913.5 | 928.35 | 931.9  | 934.7  | 937.9  | 945.36  |
| <b>Longueur</b>                      | 0     | 278.28 | 556.56 | 834.84 | 1001.8 | 1113.12 |
| $x = \frac{\Delta z + 10}{H_g + 10}$ | 0.239 | 0.6    | 0.687  | 0.754  | 0.824  | 1       |
| <b>x/L</b>                           | 0     | 0.25   | 0.5    | 0.75   | 0.9    | 1       |

Après la superposition avec des abaques en annexe VI.1 et annexe VI.2, nous optons pour deux valeurs de B=0,4 et B =0.2 on prend une valeur intermédiaire B= 0,3,

On a le point le plus défavorable à 0.9L nous avons une pression absolue p telle que:

$$\frac{P}{H_0} = 0.1 \Rightarrow P = 0.1 * 41.86 = 4.2 \text{ m d'eau} > 3 \text{ m}$$

Le plus grand volume d’air sera pour la plus faible pression et nous lisons sur le graphique.

$$\frac{P_{min}}{H_0} = 0,63$$

Cette valeur nous permet de calculer le volume d’air comprimé U<sub>0</sub> en régime permanent :

$$U_0 = \frac{V^2}{gH_{abs}} \frac{LS}{B} \tag{IV-4}$$

A.N

$U_0 = 3,29 \text{ m}^3$

L’évolution du volume d’air est intermédiaire entre les lois isotherme et adiabatique, nous avons :

$$P_{\min} U_{\max}^{1,2} = H_{\text{abs}} U_0^{1,2} \quad (\text{VI-5})$$

$$U_{\max} = U_0 \left( \frac{H_{\text{abs}}}{P_{\min}} \right)^{\frac{1}{1,2}}$$

$$U_{\max} = 5,12 \text{ m}^3$$

Le volume de réservoir sera majoré de 20 pour cent et normalisé  $V = 6,14 \text{ m}^3$

### B. Cas surpression :

Nous nous servons de l'abaque du DUBIN et GUENEAU (Annexe VI.3)

$$\begin{cases} A = 0.8 \\ B = 0.3 \end{cases} \quad \text{Nous lisons} \quad \begin{cases} \alpha \frac{v_0^2}{H_0} = 1.5 \\ \frac{P_{\max}}{H_0} = 1,09 \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{1}{2 \times g} \left[ \frac{D^2}{0,6d^2} - 1 \right]^2$$

$$\Rightarrow d = 151,98 \text{ mm}$$

$$d = 152 \text{ mm}$$

La valeur de la surpression :  $\frac{P_{\max}}{H_0} = 1,09 \Rightarrow P_{\max} = H_0 * 1,09$

$$P_{\max} = 45,08 \text{ m.}$$

Donc la conduite de refoulement peut résister à cette surpression.

### VI-1-5-1-2 METHODE DE VIBERT:

En faisant abstraction des pertes de charges dans la conduite de refoulement et en considérant le phénomène comme une oscillation en masse, on arrive à un calcul simplifié.

En plus il est supposé que le dispositif, ne comporte pas d'organe d'étranglement, VIBERT arrive à une expression qui donne le volume d'air ( $U_0$ ) contenu dans le réservoir sous un régime de marche à la vitesse ( $v_0$ ).

La valeur maximale de la surpression et de la dépression est donnée par les relations suivantes :

$$\Delta H_{\max} = \pm \frac{Cv_0}{g} \quad (\text{VI-6})$$

### A. La surpression :

$$H_s = H_g + \Delta H_{\max} \quad (\text{VI-7})$$

**B. La dépression:**

$$H_d = H_g - \Delta H_{\max} \tag{VI-8}$$

- **V<sub>0</sub>** : Vitesse d'écoulement en régime normal (m/s).
- **g** : accélération de la pesanteur (9,81 m2/s)
- **c**: Célérité d'onde en (m/s).
- **H<sub>g</sub>** : Hauteur géométrique (m).
- **H<sub>s</sub>** : Hauteur de surpression.
- **H<sub>d</sub>** : Hauteur de dépression.

**C. Détermination de la célérité :**

On choisit de faire l'étude du coup de bélier avec du sol pour l'hypothèse de sa raideur, c'est-à-dire que la conduite ne se déforme pas librement sous l'effet des contraintes engendrées par le coup de bélier. Pour ce faire on calculera la célérité de propagation d'onde pour une conduite mince à caractéristiques unique par la formule donnée par M. SALAH. B Donc pour notre cas, on fait l'étude pour la partie refoulement.

Le type de matériau et la fonte, la célérité est calculée par la formule (V-1) (SALAH. B) :

$$c = \frac{(K / \rho)^{1/2}}{\left(1 + \frac{K 2a(1 - \nu_m^2)(1 - \nu_s)}{(1 - \nu_m^2)aE_s + E_m e_m (1 - \nu_s)}\right)^{1/2}} \dots\dots\dots \tag{VI-9}$$

Avec :

**K** : Coefficient d'élasticité de l'eau ; k = 2.07\*10<sup>9</sup> Pascal.

**ρ** : Masse volumique de l'eau ; ρ = 1000kg / m<sup>3</sup>

**E<sub>m</sub>** : module de Young du matériau de la conduite ; E<sub>m</sub> = 1.2\*10<sup>9</sup> pascal pour Le PEHD.( l'Annexe VI.4)

**E<sub>s</sub>** : module de Young du sol ; E<sub>s</sub> = 2\*10<sup>8</sup> Pascal.

**ν<sub>m</sub>** : coefficient de poisson du matériau. ν<sub>m</sub>=0.46( Annexe VI.4)

**ν<sub>s</sub>** : coefficient de poisson du sol entourant la conduite. ν<sub>s</sub>=0.33

**e<sub>m</sub>** : Epaisseur de la conduite (m), dans notre cas e<sub>m</sub>=23.7 mm

**a** : rayon intérieur de la conduite (m).

**.Adduction N°2**

**Application**

$$c = \frac{(2.07 \times 10^9 / 1000)^{1/2}}{\left(1 + \frac{2.07 \times 10^9 \times 2 \times 0.1763 * (1 - 0.46^2)(1 - 0.33)}{(1 - 0.46^2) \times 0.1763 \times 2 \times 10^8 + 1.2 \times 10^9 \times 0.0237 \times (1 - 0.33)}\right)^{1/2}} = 463.6m / s$$

On calcul la vitesse en régime permanent V<sub>0</sub>= Q/S tel que Q=147.06 l/s ; et S=0.098 m<sup>2</sup>

Donc V<sub>0</sub>=1.32 m/s et H<sub>g</sub>=48.9m

Donc la charge tenant compte du coup de bélier :

$$H_s = H_g + H_{\max} = 48.9 + (463.6 * 1.32 / 9.81) = \mathbf{104.26 \text{ m}}$$

Donc ; La charge statique absolue :

$$Z_0 = H_g + 10 = 48.9 + 10 = \mathbf{58.9 \text{ m}}$$

La charge maximale absolue :

$$Z_{\max} = H_s + 10 = 111.26 + 10 = \mathbf{114.26 \text{ m}}$$

$$\frac{Z_{\max}}{Z_0} = \frac{114.26}{58.9} = 1.93$$

$$h_0 = \frac{V^2}{2g} = \frac{1.32^2}{2 * 9.81} = 0.088 \Rightarrow \frac{h_0}{Z_0} = \frac{0.088}{58.9} = 1.5 \times 10^{-3}$$

D'après l'abaque de M. VIBERT (calcul des réservoirs d'air) voir (Annexe VI.5)

$$\frac{Z_{\max}}{Z_0} = 1.5 \cdot 10^{-3}, \frac{h_0}{Z_0} = 1.5 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{U_0}{LS} = 9.25 \times 10^{-3} \text{ et } \frac{Z_{\min}}{Z_0} = 0.58$$

$$U_0 = LS * 9.25 \times 10^{-3} = 1113.12 * 0.098 * 9.25 \times 10^{-3} = 1009.04 \text{ litre d'air}$$

$$U_0 Z_0 = U_{\max} Z_{\min} \Rightarrow U_{\max} = \frac{1009.04}{0.58} = 1739.72 \text{ litre d'air}$$

En tenant compte de la sécurité on major cette valeur par 20% :

$$\text{Donc : } U_{\max} = \mathbf{2087.664 \text{ litres}}$$

## CONCLUSION:

À travers ce chapitre nous avons vu comment évoluer un régime transitoire après une rupture d'une pompe ainsi que la description physique du phénomène du coup de bélier et enfin nous avons vu comment calculer la surpression, la dépression et comment faire le dimensionnement du réservoir d'air.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>TABLEAU VI.1 : LES CARACTERISTIQUES DE LA CONDUITE DE REFOULEMENT .....</b> | <b>77</b> |
| <b>TABLEAU VI.2 : COEFFICIENT DEPENDANT DE LA NATURE DE CONDUITE .....</b>     | <b>78</b> |
| <b>TABLEAU VI.3 : TABLEAU DU PROFIL EN LONG ABSOLU .....</b>                   | <b>79</b> |

---

# **POSE DE CANALISATION**

## **INTRODUCTION:**

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

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

### **VII.1. PRINCIPE DE POSE DES CANALISATIONS:**

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

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

#### **VII.1.1. POSE SELON LA NATURE DE TERRAIN :**

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

#### **VII.1.2. POSE SELON LA NATURE DES CONDUITES :**

Dans notre projet, comme les canalisations sont en polyéthylène haute densité (PEHD), l'enfouissement à la charrue est interdit, sauf dérogations expresses. Si le cintrage a lieu suivant une courbure de diamètre compris entre 06 à 16 fois le diamètre extérieur du tuyau, il doit s'effectuer à chaud ; de plus fortes courbures sont à proscrire. En cas de pose pendant les

jours chauds, le serrage de jonctions extrêmes des canalisations et le remblaiement ne doivent avoir lieu qu'aux heures fraîches, de préférence dans la matinée.

### **VII.1.3. TRAVERSEES DES ROUTES :**

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

## **VII.2. EXECUTION DES TRAVAUX DE POSE DES CANALISATIONS :**

### **VII.2.1. TRAVAUX PRELIMINAIRES :**

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

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

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

### **VII.2.2. EXCAVATION DES TRANCHEES :**

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

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

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

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

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

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

#### **VII.2.2.1. LA PROFONDEUR DE TRANCHEE (H<sub>TR</sub>) :**

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

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

- **D** : diamètre de la conduite (m) ;
- **h** : hauteur de la génératrice supérieure de conduite à la surface du sol, elle est variée entre 80 et 120cm. Dans notre projet on prend : h=1m
- **e** : épaisseur du lit de pose (e = 0,2 m).  $\Rightarrow$  **H<sub>tr</sub> = D+1,2 (m)**.

#### **VII.2.2.2. LA LARGEUR DE TRANCHEE (B) :**

La largeur de la tranchée est évidemment en fonction du diamètre de la conduite. Elle varie aussi selon la nature du sol, le matériau constituant la conduite, le type de joint et les conditions de pose. La tranchée devra présenter en son fond une largeur au moins égale au diamètre extérieur du tuyau avec 30 cm d'espacement sur chaque côté de la conduite.

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

- **b** : largeur de la tranchée (m).
- **D** : diamètre de la conduite (m).

#### **VII.2.2.3. SECTION TRANCHEE (S<sub>TR</sub>) :**

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

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

- **H<sub>tr</sub>** : profondeur total de la tranchée (m).
- **b** : largeur du fond de la tranchée (m).

### **VII.2. 3.AMENAGEMENT DU LIT DE SABLE :**

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

- Eliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Respecter les côtes du profil en long.
- Nivelier soigneusement le fond de la tranchée.
- Etablir une suite le fond de la fouille en confectionnant un lit de pose (Sable).

#### **VII.2.4. MISE EN PLACE DES CANALISATIONS :**

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont.
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé.
- Réaliser un fond de fouille bien rectiligne pour que les tuyaux y reposent sur toute leur longueur et éliminer les grosses pierres sur les talus de la tranchée.
- Creuser le fond de fouille à côté de l'emboîtement de façon à éviter que celui-ci ne se pose pas sur le sol.
- Réaliser si possible un appui de manière à ce que le tuyau repose sur un arc égal au moins au quart de sa circonférence extérieure.

#### **VII.2.5. ASSEMBLAGE DES CONDUITES EN PEHD:**

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

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

2-Raccordelectrosoudables :

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

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

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

#### **VII.2.6. ESSAI GENERALE DU RESEAU :**

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

Il est impératif de remplir les conduites lentement. Avec un débit de l'ordre de 1/20 à 1/15 de leurs débits normaux prévus, cette opération est indispensable pour donner à l'air le temps de s'acheminer et de s'accumuler aux points hauts et enfin de s'échapper par les ventouses.

On utilisera les robinets vannes de vidange pour vérifier l'arrivée progressive de l'eau. Dans un premier temps, ces robinets vannes sont ouverts, ensuite ils sont refermés au fur et à mesure de l'arrivée de l'eau. L'opération de remplissage étant terminée, le réseau est mis sous pression pendant 48 heures. Après cette période en mesure la perte par rapport à la capacité du réseau, celle-ci ne doit pas dépasser les 2%.

### **VII.2.7. ENROBAGE DE LA CANALISATION :**

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

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

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

### **VII.2.8. REMBLAIEMENT DE LA TRANCHEE :**

Un remblayage de qualité est nécessaire pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges sur la canalisation et d'autre part sa protection contre tout dégât lors de l'exécution des remblais supérieurs. Le matériau utilisé est généralement similaire à celui mis en œuvre pour l'enrobage du tuyau. Le remblaiement est réalisé par couches successives dont l'épaisseur est déterminée en fonction de l'engin de damage ( $<0,3m$ ), en tenant compte de la nature du remblai, afin de garantir une compacité optimale et régulière durant cette opération les tuyaux ne devront subir aucun dommage.

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

### **VII.2.9. CONTROLE DU COMPACTAGE DES TRANCHEES :**

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

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

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

### **VII.2.10. MISE EN SERVICE DU RESEAU:**

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

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

### **VII.3. PRESCRIPTION SPECIALE CONCERNANT LE PEHD:**

Il est déconseillé de poser les canalisations en polyéthylène :

- À proximité de réseaux de chauffage urbain et d'égouts industriels où la température dépasse 25°C. Lorsque l'éloignement n'est possible, il convient de protéger la canalisation par un matériau isolant.
- À proximité d'une zone imprégnée d'hydrocarbure, auquel cas la conduite doit être placée dans un barreau afin d'éviter tout risque de pollution des eaux.
- Comme pour le PVC, les conduites en polyéthylène doivent être stockées à l'abri du soleil, elles ne doivent pas être posées lorsqu'ils sont portés (au soleil par exemple) à une température élevée.
- La mise en place des tuyaux doit être réalisée en larges ondulations destinées à compenser le retrait et la dilatation (le polyéthylène a une dilatation linéaire qui peut atteindre 8 mm/m pour une différence de température de 40 °C).
- Un soin particulier est à apporter lors de la manipulation des conduites du fait de la sensibilité de polyéthylène aux blessures tranchantes.

### **VII.4. CHOIX DES ENGINS DU CHANTIER:**

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

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

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

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

**Figure VII.1:**photo d'un dozer**Figure VII.2:** pelle mécanique

## VII.5.CALCUL DES VOLUMES DE TERRASSEMENT:

### VII.5.1. VOLUME DES DEBLAIS ( $V_d$ ):

Le volume d'excavation est donné par la relation suivante :

$$V_d = L_{tr} \times S_{tr} = L_{tr} \times b_{tr} \times H_{tr} \dots\dots\dots (VII-4).$$

- $L_{tr}$  : Longueur de la tranchée en (m).
- $S_{tr}$  : Section de la tranchée en (m<sup>2</sup>).
- $H_{tr}$  : Profondeur de la tranchée en (m).

### VI.5.2. VOLUME DES DEBLAIS FOISONNES ( $V_{df}$ ):

Il est donné par la relation suivante :

$$V_{df} = K_j \times V_d \dots\dots\dots (VII-5).$$

- $V_{df}$  : Volume du sol foisonné.
- $K_j$  : coefficient de foisonnement déterminé selon la nature du sol.

Puisque le sol de notre région est considéré Limoneux argileux:  $K_j = (1,14 \div 1,28)$

Donc on prend :  $K_j = 1,20$  Alors :  $V_{df} = 1,2 \times V_d$

### VII.5.3. VOLUME DU LIT DE SABLE ( $V_s$ ):

Ce lit correspond à une couche de sable de 20 cm sur le fond de la tranchée. On calcule ce volume en utilisant la formule suivante :

$$V_s = S_s \times L_{tr} = b_{tr} \times e \times L_{tr} \dots\dots\dots (VII-6).$$

- $S_s$  : Surface du lit du sable en (m<sup>2</sup>).
- $b_{tr}$  : largeur de la tranchée en (m).
- $e$  : épaisseur du lit de sable avec :  $e = 20$  cm

### VII.5.4. VOLUME DE LA CONDUITE ( $V_c$ ):

Le volume d'une conduite est donné comme suit :

$$V_c = S_c \times L_c = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L_{tr} \dots\dots\dots (VII-7).$$

- $S_c$  : Section du lit de sable en (m<sup>2</sup>).
- $D$  : diamètre des conduites à poser en (m).

### VII.5.5. VOLUME DES REMBLAIS ( $V_R$ ) :

Le volume des remblais c'est le volume des déblais réduit du volume occupé par la conduite et du volume du lit de sable, il est calculé comme suit :

$$V_R = V_d - V_c - V_s \dots\dots\dots (VII-8).$$

- $V_d$ : volume total des déblais ( $m^3$ ).
- $V_c$ : volume total occupé par les conduites ( $m^3$ ).
- $V_s$ : volume total de sable pour le lit de pose des conduites ( $m^3$ ).

#### VII.5.6. VOLUME EXCEDENTAIRE ( $V_{Exc}$ ) :

Il est calculé comme suit :  $V_{Exc} = V_d - V_R$  ..... (VII-9).

- $V_d$  : Volume des déblais en ( $m^3$ ).
- $V_R$  : Volume des remblais en ( $m^3$ ).

Les résultats de calcul des volumes de terrassement sont récapitulés dans le tableau suivant.

**Tableau VII.2 :** Récapitulatif des différents volumes de terrassement

| <b>Diamètres<br/>(mm)</b>  | <b>63</b> | <b>75</b> | <b>90</b> | <b>110</b> | <b>125</b> | <b>160</b> |
|--|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| <b>Largeur de tranchée <math>L_{tr}</math><br/>(m)</b>                         | 0.66      | 0.68      | 0.69      | 0.71       | 0.73       | 0.76       |
| <b>hauteur de tranchée <math>H_{tr}</math><br/>(m)</b>                         | 1.26      | 1.28      | 1.29      | 1.31       | 1.33       | 1.36       |
| <b>Section de tranchée <math>S_{tr}</math><br/>(<math>m^2</math>)</b>          | 0.84      | 0.86      | 0.89      | 0.93       | 0.96       | 1.03       |
| <b>hauteur du lit du sable <math>e</math><br/>(m)</b>                          | 0.20      | 0.20      | 0.20      | 0.20       | 0.20       | 0.20       |
| <b>Section du lit du sable <math>S_s</math><br/>(<math>m^2</math>)</b>         | 0.13      | 0.14      | 0.14      | 0.14       | 0.15       | 0.15       |
| <b>Section de conduite <math>S_c</math><br/>(<math>m^2</math>)</b>             | 0.003     | 0.00      | 0.01      | 0.01       | 0.01       | 0.02       |
| <b>Longueur de tranchée <math>L_{tr}</math><br/>(m)</b>                        | 2107.85   | 1421.75   | 3163.20   | 1297.75    | 3026.20    | 3966.09    |
| <b>Volume des déblais <math>V_d</math><br/>(<math>m^3</math>)</b>              | 1765.05   | 1223.59   | 2815.56   | 1207.04    | 2907.04    | 4099.35    |
| <b>Volume de conduite <math>V_c</math><br/>(<math>m^3</math>)</b>              | 6.57      | 6.28      | 20.11     | 12.33      | 37.12      | 79.70      |
| <b>Volume de Sable <math>V_s</math><br/>(<math>m^3</math>)</b>                 | 279.50    | 191.94    | 436.52    | 184.28     | 438.80     | 602.85     |
| <b>Volume des déblais<br/>foisonnés <math>V_{df}</math> (<math>m^3</math>)</b> | 2118.06   | 1468.31   | 3378.68   | 1448.44    | 3488.45    | 4919.22    |
| <b>Volume de remblais <math>V_R</math><br/>(<math>m^3</math>)</b>              | 1478.98   | 1025.38   | 2358.93   | 1010.43    | 2431.13    | 3416.80    |
| <b>Volume Excédentaire <math>V_{Exc}</math><br/>(<math>m^3</math>)</b>         | 639.08    | 442.93    | 1019.75   | 438.01     | 1057.33    | 1502.42    |

**Tableau VII.2 : Récapitulatif des différents volumes de terrassement(Suite de tableau).**

| Diamètres<br>(mm)                                  | 200     | 250     | 315     | 400     | 630     |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Largeur de tranchée $L_{tr}$<br>(m)                | 0.80    | 0.85    | 0.92    | 1.00    | 1.23    |
| hauteur de tranchée $H_{tr}$<br>(m)                | 1.40    | 1.45    | 1.52    | 1.60    | 1.83    |
| Section de tranchée $S_{tr}$<br>( $m^2$ )          | 1.12    | 1.23    | 1.39    | 1.60    | 2.25    |
| hauteur du lit du sable $e$<br>(m)                 | 0.20    | 0.20    | 0.20    | 0.20    | 0.20    |
| Section du lit du sable $S_s$<br>( $m^2$ )         | 0.16    | 0.17    | 0.18    | 0.20    | 0.25    |
| Section de conduite $S_c$<br>( $m^2$ )             | 0.03    | 0.05    | 0.08    | 0.13    | 0.31    |
| Longueur de tranchée $L_{tr}$<br>(m)               | 5087.88 | 2232.70 | 1937.15 | 1539.19 | 1378.25 |
| Volume des déblais $V_d$<br>( $m^3$ )              | 5698.43 | 2751.80 | 2685.33 | 2462.70 | 3102.30 |
| Volume de conduite $V_c$<br>( $m^3$ )              | 159.76  | 109.54  | 150.89  | 193.32  | 429.42  |
| Volume de Sable $V_s$<br>( $m^3$ )                 | 814.06  | 379.56  | 354.50  | 307.84  | 339.05  |
| Volume des déblais foisonnés $V_{df}$<br>( $m^3$ ) | 6838.11 | 3302.16 | 3222.39 | 2955.24 | 3722.76 |
| Volume de remblais $V_R$<br>( $m^3$ )              | 4724.61 | 2262.70 | 2179.94 | 1961.54 | 2333.84 |
| Volume Excédentaire $V_{Exc}$<br>( $m^3$ )         | 2113.51 | 1039.46 | 1042.45 | 993.70  | 1388.93 |

Alors :

- Le volume total des déblais = **26618,85  $m^3$**
- Le volume total de sable = **3726,04  $m^3$**
- Le volume total des déblais foisonnés = **31942,62  $m^3$**
- Le volume total des remblais = **21767,47  $m^3$**
- Le volume total excédentaire = **10175,14  $m^3$**

## CONCLUSION :

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

---

## **CONCLUSION GENERALE**

Arrivé au terme de notre travail, nous disons tout simplement que le problème de l'alimentation en eau potable de Hassi Bahbah réside dans la mauvaise gestion du réseau, le sous dimensionnement de conduites, qui ont entraîné par la suite une forte perte de charge dans le réseau de distribution et l'état de vétusté avancé dans lequel se trouve le réseau. Pour y remédier, nous avons conçu un nouveau réseau de distributions de type maillé composé de conduites non corrosives en polyéthylène haute densité qui répondent à la norme de potabilité et aux besoins de la population.

Par ailleurs, on a constaté également que la consommation considérablement augmenter à l'horizon d'étude, et Pour répondre à ce besoin galopant, nous avons calculé la capacité du réservoir et nous l'avons trouvé suffisant à l'horizon d'étude. A travers ses besoins on a dimensionné notre réseau et nous avons trouvé une répartition ordinaire des pressions varient entre 16m et 45m.

---

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:**

**ABRAMOV.** Ouvrage d'AEP, 1982.

**A.MOREL, M.** Exercices de mécanique des fluides tome 2, 1<sup>ère</sup> édition, CHIHAB Eyrolles.Batna.Algérie.1994.382p.

**CARLIER, M.** Hydraulique générale et appliquée, 1<sup>ère</sup> édition, Eyrolles, Paris .France, 1998.582p.

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

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

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

## ANNEXE II.1:

Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants :

| Heures | Nombre d'habitants |               |                |                |                              |
|--------|--------------------|---------------|----------------|----------------|------------------------------|
|        | Moins de 10000     | 10001 à 50000 | 50001 à 100000 | Plus de 100000 | Agglomération de type rurale |
| 0-1    | 1                  | 1.5           | 3              | 3.35           | 0.75                         |
| 01-02  | 1                  | 1.5           | 3.2            | 3.25           | 0.75                         |
| 02-03  | 1                  | 1.5           | 2.5            | 3.3            | 1                            |
| 03-04  | 1                  | 1.5           | 2.6            | 3.2            | 1                            |
| 04-05  | 2                  | 2.5           | 3.5            | 3.25           | 3                            |
| 05-06  | 3                  | 3.5           | 4.1            | 3.4            | 5.5                          |
| 06-07  | 5                  | 4.5           | 4.5            | 3.85           | 5.5                          |
| 07-08  | 6.5                | 5.5           | 4.9            | 4.45           | 5.5                          |
| 08-09  | 6.5                | 6.25          | 4.9            | 5.2            | 3.5                          |
| 09-10  | 5.5                | 6.25          | 4.6            | 5.05           | 3.5                          |
| 10-11  | 4.5                | 6.25          | 4.8            | 4.85           | 6                            |
| 11-12  | 5.5                | 6.25          | 4.7            | 4.6            | 8.5                          |
| 12-13  | 7                  | 5             | 4.4            | 4.6            | 8.5                          |
| 13-14  | 7                  | 5             | 4.1            | 4.55           | 6                            |
| 14-15  | 5.5                | 5.5           | 4.2            | 4.75           | 5                            |
| 15-16  | 4.5                | 6             | 4.4            | 4.7            | 5                            |
| 16-17  | 5                  | 6             | 4.3            | 4.65           | 3.5                          |
| 17-18  | 6.5                | 5.5           | 4.1            | 4.35           | 3.5                          |
| 18-19  | 6.5                | 5             | 4.5            | 4.4            | 6                            |
| 19-20  | 5.0                | 4.5           | 4.5            | 4.3            | 6                            |
| 20-21  | 4.5                | 4             | 4.5            | 4.3            | 6                            |
| 21-22  | 3                  | 3             | 4.8            | 3.75           | 3                            |
| 22-23  | 2                  | 2             | 4.6            | 3.75           | 2                            |
| 23-24  | 1                  | 1.5           | 3.3            | 3.7            | 1                            |

Extrait de l'ouvrage d'A.E.P d'Abramov (édition 1982).

## ANNEXE IV.1:

Débit en fonction des diamètres et gradient de perte de charge et la vitesse.

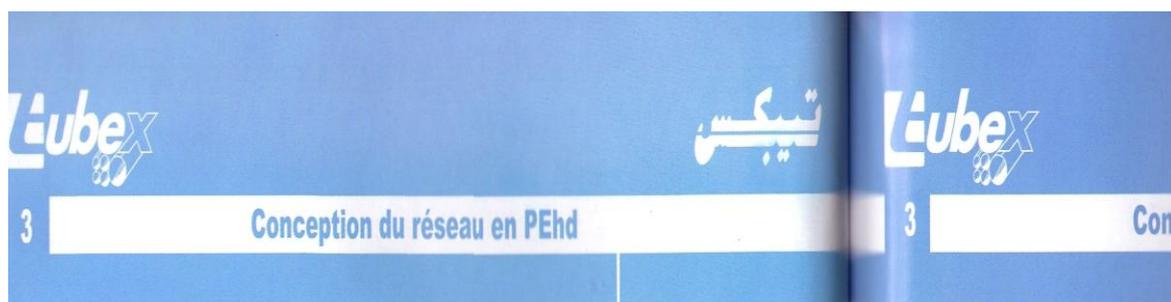


Tableau de pertes de charge K=0,015 mm pour les tubes PE100, PN10 selon la formule Colebrook-white.

| D = 75 mm<br>s = 4,5 mm<br>Di = 66 mm |              |            | D = 90 mm<br>s = 5,4 mm<br>Di = 79,2 mm |              |            | D = 110 mm<br>s = 6,6 mm<br>Di = 96,8 mm |              |            | D = 125 mm<br>s = 7,4 mm<br>Di = 110,2 mm |              |            |
|---------------------------------------|--------------|------------|---|--------------|------------|--|--------------|------------|---|--------------|------------|
| Vitesse(m/s)                          | Débit(l/sec) | J(m/1000m) | Vitesse(m/s)                            | Débit(l/sec) | J(m/1000m) | Vitesse(m/s)                             | Débit(l/sec) | J(m/1000m) | Vitesse(m/s)                              | Débit(l/sec) | J(m/1000m) |
| 0,20                                  | 0,68         | 0,92       | 0,20                                    | 0,98         | 0,73       | 0,20                                     | 1,47         | 0,58       | 0,20                                      | 1,91         | 0,47       |
| 0,30                                  | 1,03         | 1,75       | 0,30                                    | 1,48         | 1,5        | 0,30                                     | 2,21         | 1,13       | 0,30                                      | 2,86         | 0,93       |
| 0,40                                  | 1,37         | 3,19       | 0,40                                    | 1,97         | 2,51       | 0,40                                     | 2,94         | 1,97       | 0,40                                      | 3,81         | 1,61       |
| 0,50                                  | 1,71         | 4,51       | 0,50                                    | 2,46         | 3,47       | 0,50                                     | 3,68         | 2,87       | 0,50                                      | 4,77         | 2,45       |
| 0,60                                  | 2,05         | 6,03       | 0,60                                    | 2,95         | 4,87       | 0,60                                     | 4,41         | 3,92       | 0,60                                      | 5,72         | 3,34       |
| 0,70                                  | 2,39         | 8,37       | 0,70                                    | 3,45         | 6,49       | 0,70                                     | 5,15         | 5,30       | 0,70                                      | 6,67         | 4,35       |
| 0,80                                  | 2,74         | 10,35      | 0,80                                    | 3,94         | 8,32       | 0,80                                     | 5,88         | 6,66       | 0,80                                      | 7,63         | 5,62       |
| 0,90                                  | 3,08         | 13,28      | 0,90                                    | 4,43         | 10,35      | 0,90                                     | 6,62         | 8,39       | 0,90                                      | 8,58         | 7,04       |
| 1,00                                  | 3,42         | 15,71      | 1,00                                    | 4,92         | 12,80      | 1,00                                     | 7,36         | 10,05      | 1,00                                      | 9,53         | 8,44       |
| 1,10                                  | 3,76         | 18,32      | 1,10                                    | 5,42         | 15,02      | 1,10                                     | 8,09         | 11,85      | 1,10                                      | 10,49        | 10,13      |
| 1,20                                  | 4,10         | 22,08      | 1,20                                    | 5,91         | 17,65      | 1,20                                     | 8,83         | 14,08      | 1,20                                      | 11,44        | 11,77      |
| 1,30                                  | 4,45         | 25,12      | 1,30                                    | 6,40         | 20,48      | 1,30                                     | 9,56         | 16,17      | 1,30                                      | 12,39        | 13,53      |
| 1,40                                  | 4,79         | 29,46      | 1,40                                    | 6,89         | 23,51      | 1,40                                     | 10,30        | 18,73      | 1,40                                      | 13,35        | 15,62      |
| 1,50                                  | 5,13         | 32,92      | 1,50                                    | 7,39         | 26,07      | 1,50                                     | 11,03        | 21,11      | 1,50                                      | 14,30        | 17,62      |
| 1,60                                  | 5,47         | 36,56      | 1,60                                    | 7,88         | 29,45      | 1,60                                     | 11,77        | 23,62      | 1,60                                      | 15,25        | 19,97      |
| 1,70                                  | 5,81         | 41,69      | 1,70                                    | 8,37         | 33,02      | 1,70                                     | 12,50        | 26,62      | 1,70                                      | 16,21        | 22,20      |
| 1,80                                  | 6,16         | 45,75      | 1,80                                    | 8,86         | 36,78      | 1,80                                     | 13,24        | 29,46      | 1,80                                      | 17,16        | 24,82      |
| 1,90                                  | 6,50         | 51,44      | 1,90                                    | 9,36         | 40,73      | 1,90                                     | 13,98        | 32,82      | 1,90                                      | 18,11        | 27,29      |
| 2,00                                  | 6,84         | 55,91      | 2,00                                    | 9,85         | 44,87      | 2,00                                     | 14,71        | 35,91      | 2,00                                      | 19,07        | 30,17      |
| 2,10                                  | 7,18         | 60,56      | 2,10                                    | 10,34        | 49,20      | 2,10                                     | 15,45        | 39,12      | 2,10                                      | 20,02        | 32,87      |
| 2,20                                  | 7,52         | 67,03      | 2,20                                    | 10,83        | 53,00      | 2,20                                     | 16,18        | 42,95      | 2,20                                      | 20,97        | 36,00      |
| 2,30                                  | 7,86         | 72,09      | 2,30                                    | 11,33        | 57,20      | 2,30                                     | 16,92        | 46,44      | 2,30                                      | 21,93        | 38,94      |
| 2,40                                  | 8,21         | 79,10      | 2,40                                    | 11,82        | 58,43      | 2,40                                     | 17,65        | 50,59      | 2,40                                      | 22,88        | 42,33      |
| 2,50                                  | 8,55         | 84,56      | 2,50                                    | 12,31        | 63,32      | 2,50                                     | 18,39        | 54,36      | 2,50                                      | 23,83        | 45,85      |
| 2,60                                  | 8,89         | 90,20      | 2,60                                    | 12,80        | 67,37      | 2,60                                     | 19,12        | 58,25      | 2,60                                      | 24,79        | 49,14      |
| 2,70                                  | 9,23         | 97,98      | 2,70                                    | 13,29        | 72,60      | 2,70                                     | 19,86        | 62,86      | 2,70                                      | 25,74        | 52,92      |
| 2,80                                  | 9,57         | 104,03     | 2,80                                    | 13,79        | 78,02      | 2,80                                     | 20,60        | 67,04      | 2,80                                      | 26,69        | 56,44      |
| 2,90                                  | 9,92         | 112,36     | 2,90                                    | 14,28        | 83,63      | 2,90                                     | 21,33        | 71,96      | 2,90                                      | 27,65        | 60,06      |
| 3,00                                  | 10,26        | 118,78     | 3,00                                    | 14,77        | 89,42      | 3,00                                     | 22,07        | 76,41      | 3,00                                      | 28,60        | 64,21      |

Tableau de pertes de charge K=0,015

| D = 160 mm<br>s = 9,5 mm<br>Di = 141 mm |              |            | D = 180 mm<br>s = 11,4 mm<br>Di = 158,4 mm |              |            |
|---|--------------|------------|--|--------------|------------|
| Vitesse(m/s)                            | Débit(l/sec) | J(m/1000m) | Vitesse(m/s)                               | Débit(l/sec) | J(m/1000m) |
| 0,20                                    | 3,12         | 0,34       | 0,20                                       | 4,38         | 0,27       |
| 0,30                                    | 4,68         | 0,72       | 0,30                                       | 6,57         | 0,60       |
| 0,40                                    | 6,24         | 1,18       | 0,40                                       | 8,76         | 1,07       |
| 0,50                                    | 7,80         | 1,79       | 0,50                                       | 10,95        | 1,61       |
| 0,60                                    | 9,36         | 2,51       | 0,60                                       | 13,14        | 2,21       |
| 0,70                                    | 10,92        | 3,28       | 0,70                                       | 15,33        | 2,87       |
| 0,80                                    | 12,49        | 4,20       | 0,80                                       | 17,52        | 3,59       |
| 0,90                                    | 14,05        | 5,16       | 0,90                                       | 19,71        | 4,37       |
| 1,00                                    | 15,61        | 6,29       | 1,00                                       | 21,90        | 5,20       |
| 1,10                                    | 17,17        | 7,52       | 1,10                                       | 24,09        | 6,08       |
| 1,20                                    | 18,73        | 8,77       | 1,20                                       | 26,28        | 7,01       |
| 1,30                                    | 20,29        | 10,19      | 1,30                                       | 28,47        | 8,00       |
| 1,40                                    | 21,85        | 11,62      | 1,40                                       | 30,66        | 9,04       |
| 1,50                                    | 23,41        | 13,24      | 1,50                                       | 32,85        | 10,13      |
| 1,60                                    | 24,97        | 14,96      | 1,60                                       | 35,04        | 11,27      |
| 1,70                                    | 26,53        | 16,66      | 1,70                                       | 37,23        | 12,46      |
| 1,80                                    | 28,09        | 18,57      | 1,80                                       | 39,42        | 13,70      |
| 1,90                                    | 29,65        | 20,45      | 1,90                                       | 41,61        | 15,00      |
| 2,00                                    | 31,21        | 22,55      | 2,00                                       | 43,80        | 16,35      |
| 2,10                                    | 32,77        | 24,74      | 2,10                                       | 46,00        | 17,75      |
| 2,20                                    | 34,33        | 26,89      | 2,20                                       | 48,19        | 19,20      |
| 2,30                                    | 35,90        | 29,27      | 2,30                                       | 50,38        | 20,70      |
| 2,40                                    | 37,46        | 31,59      | 2,40                                       | 52,57        | 22,25      |
| 2,50                                    | 39,02        | 34,16      | 2,50                                       | 54,76        | 23,85      |
| 2,60                                    | 40,58        | 36,82      | 2,60                                       | 56,95        | 25,50      |
| 2,70                                    | 42,14        | 39,40      | 2,70                                       | 59,14        | 27,20      |
| 2,80                                    | 43,70        | 42,25      | 2,80                                       | 61,33        | 28,95      |
| 2,90                                    | 45,26        | 45,01      | 2,90                                       | 63,52        | 30,75      |
| 3,00                                    | 46,82        | 48,04      | 3,00                                       | 65,71        | 32,60      |

## ANNEXE IV.2

Débit en fonction des diamètres et gradient de perte de charge et la vitesse.

تیبکس
Lubex
تیبکس

PEhd
3 Conception du réseau en PEhd

**10 selon la formule Colebrook-white.**

| D<br>mm. | s<br>mm | D = 125 mm<br>s = 7,4 mm.<br>Dj = 110,2 mm |      | D = 200 mm<br>s = 11,9 mm.<br>Dj = 176,2 mm |      | D = 250 mm<br>s = 14,8 mm.<br>Dj = 220,4 mm |      | D = 315 mm<br>s = 18,7 mm.<br>Dj = 277,6 mm |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|---------|--|------|---|------|---|------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,20     | 0,30    | 0,40                                       | 0,50 | 0,60  | 0,70 | 0,80  | 0,90 | 1,00  | 1,10  | 1,20  | 1,30  | 1,40  | 1,50  | 1,60  | 1,70  | 1,80  | 1,90  | 2,00  | 2,10  | 2,20  | 2,30  | 2,40  | 2,50  | 2,60  | 2,70  | 2,80  | 2,90  | 3,00  |
| 0,58     | 1,13    | 1,97                                       | 2,87 | 3,92  | 5,30 | 6,66  | 8,39 | 10,05                                       | 11,85 | 14,08 | 16,17 | 18,73 | 21,11 | 23,62 | 26,62 | 29,46 | 32,82 | 35,91 | 39,12 | 42,95 | 46,44 | 50,59 | 54,36 | 58,25 | 62,86 | 67,04 | 71,96 | 76,41 |
| 0,20     | 0,30    | 0,40                                       | 0,50 | 0,60  | 0,70 | 0,80  | 0,90 | 1,00  | 1,10  | 1,20  | 1,30  | 1,40  | 1,50  | 1,60  | 1,70  | 1,80  | 1,90  | 2,00  | 2,10  | 2,20  | 2,30  | 2,40  | 2,50  | 2,60  | 2,70  | 2,80  | 2,90  | 3,00  |
| 0,20     | 0,30    | 0,40                                       | 0,50 | 0,60  | 0,70 | 0,80  | 0,90 | 1,00  | 1,10  | 1,20  | 1,30  | 1,40  | 1,50  | 1,60  | 1,70  | 1,80  | 1,90  | 2,00  | 2,10  | 2,20  | 2,30  | 2,40  | 2,50  | 2,60  | 2,70  | 2,80  | 2,90  | 3,00  |
| 1,91     | 2,86    | 3,81                                       | 4,77 | 5,72  | 6,67 | 7,63  | 8,58 | 9,53  | 10,49 | 11,44 | 12,39 | 13,35 | 14,30 | 15,25 | 16,21 | 17,16 | 18,11 | 19,07 | 20,02 | 20,97 | 21,93 | 22,88 | 23,83 | 24,79 | 25,74 | 26,69 | 27,65 | 28,60 |
| 0,47     | 0,93    | 1,61                                       | 2,45 | 3,34  | 4,35 | 5,62  | 7,04 | 8,44  | 10,13 | 11,77 | 13,53 | 15,62 | 17,62 | 19,97 | 22,20 | 24,82 | 27,29 | 30,17 | 32,87 | 36,00 | 38,94 | 42,33 | 45,85 | 49,14 | 52,92 | 56,44 | 60,06 | 64,21 |

**Tableau de pertes de charge K=0,015 mm pour les tubes PE100, PN10 selon la formule Colebrook-white.**

| Vitesse(m/s) | Débit(l/sec) | J(m/1000m) |
|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|
| 0,20         | 3,12         | 0,34       | 0,20         | 4,87         | 0,27       | 0,20         | 7,63         | 0,20       | 0,20         | 12,10        | 0,15       |
| 0,30         | 4,68         | 0,72       | 0,30         | 7,31         | 0,54       | 0,30         | 11,44        | 0,42       | 0,30         | 18,15        | 0,31       |
| 0,40         | 6,24         | 1,18       | 0,40         | 9,75         | 0,92       | 0,40         | 15,25        | 0,70       | 0,40         | 24,20        | 0,53       |
| 0,50         | 7,80         | 1,79       | 0,50         | 12,19        | 1,37       | 0,50         | 19,07        | 1,04       | 0,50         | 30,25        | 0,78       |
| 0,60         | 9,36         | 2,51       | 0,60         | 14,62        | 1,89       | 0,60         | 22,88        | 1,45       | 0,60         | 36,30        | 1,10       |
| 0,70         | 10,92        | 3,28       | 0,70         | 17,06        | 2,52       | 0,70         | 26,69        | 1,92       | 0,70         | 42,35        | 1,45       |
| 0,80         | 12,49        | 4,20       | 0,80         | 19,50        | 3,20       | 0,80         | 30,51        | 2,46       | 0,80         | 48,39        | 1,85       |
| 0,90         | 14,05        | 5,16       | 0,90         | 21,93        | 3,99       | 0,90         | 34,32        | 3,04       | 0,90         | 54,44        | 2,30       |
| 1,00         | 15,61        | 6,29       | 1,00         | 24,37        | 4,82       | 1,00         | 38,13        | 3,69       | 1,00         | 60,49        | 2,79       |
| 1,10         | 17,17        | 7,52       | 1,10         | 26,81        | 5,73       | 1,10         | 41,95        | 4,39       | 1,10         | 66,54        | 3,32       |
| 1,20         | 18,73        | 8,77       | 1,20         | 29,25        | 6,71       | 1,20         | 45,76        | 5,15       | 1,20         | 72,59        | 3,90       |
| 1,30         | 20,29        | 10,19      | 1,30         | 31,68        | 7,80       | 1,30         | 49,57        | 5,98       | 1,30         | 78,64        | 4,52       |
| 1,40         | 21,85        | 11,62      | 1,40         | 34,12        | 8,97       | 1,40         | 53,39        | 6,85       | 1,40         | 84,69        | 5,18       |
| 1,50         | 23,41        | 13,24      | 1,50         | 36,56        | 10,16      | 1,50         | 57,20        | 7,78       | 1,50         | 90,74        | 5,89       |
| 1,60         | 24,97        | 14,96      | 1,60         | 38,99        | 11,42      | 1,60         | 61,01        | 8,76       | 1,60         | 96,79        | 6,63       |
| 1,70         | 26,53        | 16,66      | 1,70         | 41,43        | 12,82      | 1,70         | 64,82        | 9,80       | 1,70         | 102,84       | 7,42       |
| 1,80         | 28,09        | 18,57      | 1,80         | 43,87        | 14,22      | 1,80         | 68,64        | 10,92      | 1,80         | 108,89       | 8,26       |
| 1,90         | 29,65        | 20,45      | 1,90         | 46,31        | 15,76      | 1,90         | 72,45        | 12,06      | 1,90         | 114,94       | 9,12       |
| 2,00         | 31,21        | 22,55      | 2,00         | 48,74        | 17,31      | 2,00         | 76,26        | 13,26      | 2,00         | 120,99       | 10,04      |
| 2,10         | 32,77        | 24,74      | 2,10         | 51,18        | 18,93      | 2,10         | 80,08        | 14,52      | 2,10         | 127,04       | 10,99      |
| 2,20         | 34,33        | 26,89      | 2,20         | 53,62        | 20,68      | 2,20         | 83,89        | 15,82      | 2,20         | 133,09       | 12,00      |
| 2,30         | 35,90        | 29,27      | 2,30         | 56,05        | 22,44      | 2,30         | 87,70        | 17,22      | 2,30         | 139,14       | 13,03      |
| 2,40         | 37,46        | 31,59      | 2,40         | 58,49        | 24,34      | 2,40         | 91,52        | 18,64      | 2,40         | 145,18       | 14,11      |
| 2,50         | 39,02        | 34,16      | 2,50         | 60,93        | 26,23      | 2,50         | 95,33        | 20,11      | 2,50         | 151,23       | 15,23      |
| 2,60         | 40,58        | 36,82      | 2,60         | 63,37        | 28,20      | 2,60         | 99,14        | 21,63      | 2,60         | 157,28       | 16,40      |
| 2,70         | 42,14        | 39,40      | 2,70         | 65,80        | 30,31      | 2,70         | 102,96       | 23,21      | 2,70         | 163,33       | 17,59      |
| 2,80         | 43,70        | 42,25      | 2,80         | 68,24        | 32,41      | 2,80         | 106,77       | 24,88      | 2,80         | 169,38       | 18,84      |
| 2,90         | 45,26        | 45,01      | 2,90         | 70,68        | 34,67      | 2,90         | 110,58       | 26,56      | 2,90         | 175,43       | 20,11      |
| 3,00         | 46,82        | 48,04      | 3,00         | 73,11        | 36,91      | 3,00         | 114,40       | 28,30      | 3,00         | 181,48       | 21,45      |

ANNEXE V.1: prix et épaisseurs des conduites.

UNITE TUBE

GAMME DE PRIX  
TUBES PEHD EAU (PE80 & PE100)

(Prix Valable à compter du : 01 AVRIL 2010)

Selon la Norme ISO 4427

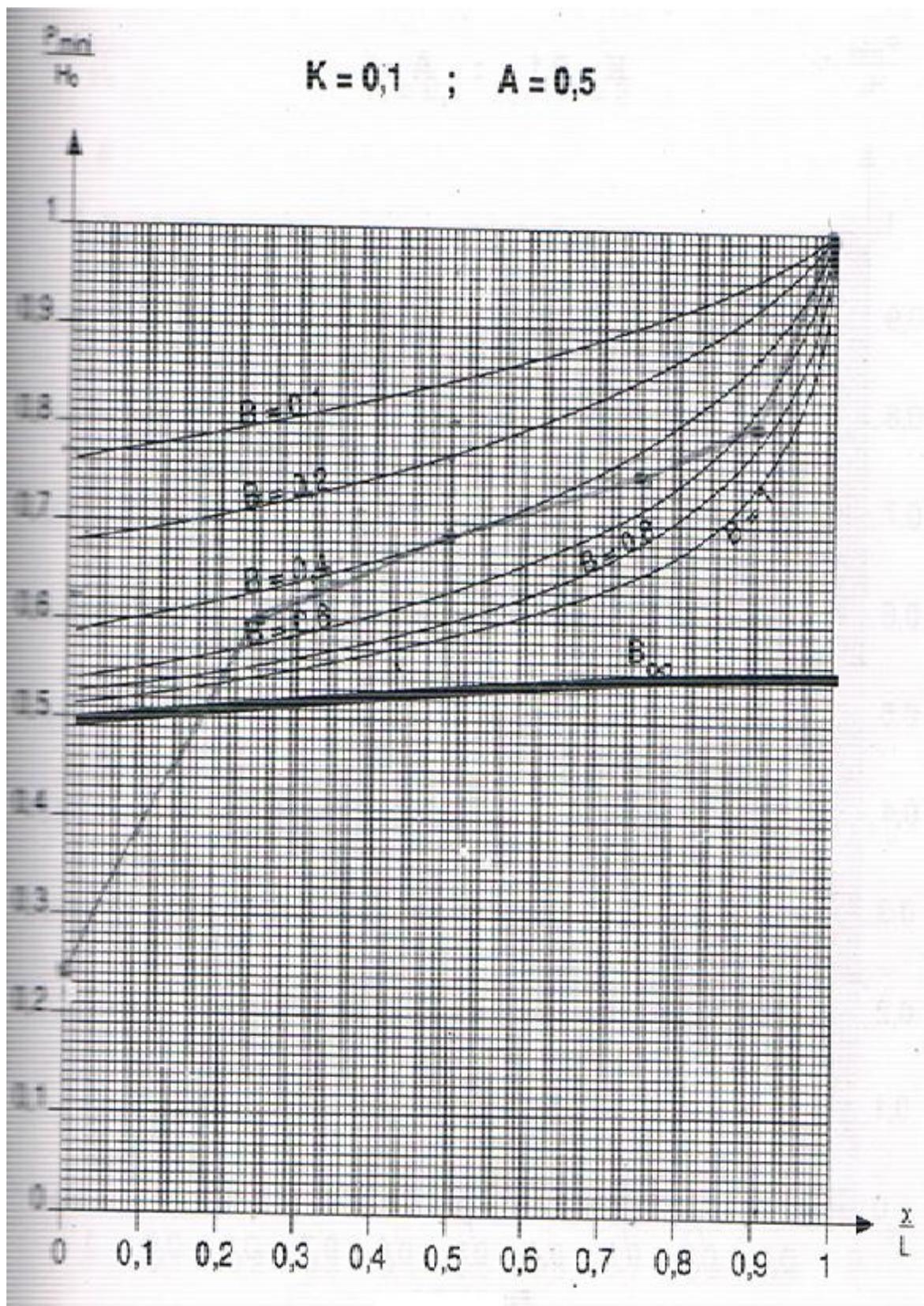
| TUBES PEHD : PN 06 |           |        |                |                |       |
|--------------------|-----------|--------|----------------|----------------|-------|
| Code               | Diam. Ext | EP. mm | Prix H.T DA/ML | Prix TTC DA/ML | PE80  |
|                    | Ø20       | -      |                |                | PE80  |
| 13002              | Ø25       | -      | 38,28          | 42,46          | PE80  |
| 13006              | Ø32       | -      | 48,38          | 56,57          | PE80  |
| 13010              | Ø40       | 2.0    | 64,6           | 78,89          | PE80  |
| 13012              | Ø50       | 2.4    | 98,28          | 114,86         | PE80  |
| 13016              | Ø63       | 3.0    | 180,25         | 197,49         | PE80  |
| 13018              | Ø75       | 3.6    | 226,21         | 253,49         | PE80  |
| 13022              | Ø90       | 4.3    | 296,03         | 346,36         | PE80  |
| 13025              | Ø110      | 4.0    | 357,88         | 418,70         | PE100 |
| 13040              | Ø125      | -      | 473,08         | 553,50         | PE100 |
| 13030              | Ø160      | 5.8    | 770,95         | 901,89         | PE100 |
| 13044              | Ø200      | 7.2    | 1 163,39       | 1 361,17       | PE100 |
| 13050              | Ø250      | 9.1    | 1 850,00       | 2 281,5        | PE100 |
| 13042              | Ø315      | 11.4   | 3 680,00       | 3 603,6        | PE100 |
| 13039              | Ø400      | 14.5   | 5 134,24       | 5 007,06       | PE100 |
| 13041              | Ø500      | 19.1   | 8 938,13       | 8 117,61       | PE100 |
| 13042              | Ø630      | 24.1   | 12 682,50      | 14 658,65      | PE100 |

| TUBES PEHD : PN 10 |           |        |                |                |       |
|--------------------|-----------|--------|----------------|----------------|-------|
| Code               | Diam. Ext | EP. mm | Prix H.T DA/ML | Prix TTC DA/ML | PE80  |
| P3513000           | Ø20       |        | 28,07          | 34,81          | PE80  |
| P3513004           | Ø25       | 2.5    | 38,28          | 44,79          | PE80  |
| P3513007           | Ø32       | 2.5    | 65,48          | 84,81          | PE80  |
| P3513010           | Ø40       | 3.0    | 84,10          | 99,40          | PE80  |
| P3513013           | Ø50       | 3.7    | 136,26         | 158,25         | PE80  |
| P3513016           | Ø63       | 4.7    | 209,88         | 245,34         | PE80  |
| P3513019           | Ø75       | 5.6    | 300,80         | 351,89         | PE80  |
| P3513023           | Ø90       | 5.4    | 359,88         | 420,14         | PE100 |
| P3513026           | Ø110      | 6.6    | 540,88         | 632,39         | PE100 |
| P3513028           | Ø125      | 7.4    | 680,13         | 772,36         | PE100 |
| P3513031           | Ø160      | 9.5    | 1 142,26       | 1 338,43       | PE100 |
| P3513033           | Ø200      | 11.9   | 1 650,84       | 1 931,48       | PE100 |
| P3513035           | Ø250      | 14.6   | 2 896,00       | 3 036,15       | PE100 |
| P3513041           | Ø315      | 18.7   | 4 093,57       | 4 789,47       | PE100 |
| P3513038           | Ø400      | 23.7   | 6 098,74       | 7 037,53       | PE100 |
| P3513040           | Ø500      | 29.7   | 10 152,51      | 11 878,44      | PE100 |
| P3513048           | Ø630      | 37.4   | 15 738,79      | 18 444,38      | PE100 |

| TUBES PEHD : PN 16 |           |        |                |                |       |
|--------------------|-----------|--------|----------------|----------------|-------|
| Code               | Diam. Ext | EP. mm | Prix H.T DA/ML | Prix TTC DA/ML | PE80  |
| 01                 | Ø20       | 2.3    | 32,18          | 37,68          | PE80  |
| 03                 | Ø25       | 2.8    | 59,85          | 68,49          | PE80  |
| 08                 | Ø32       | 3.6    | 78,81          | 91,88          | PE80  |
| 11                 | Ø40       | 4.5    | 120,85         | 141,51         | PE80  |
| 14                 | Ø50       | 5.6    | 188,28         | 220,29         | PE80  |
| 17                 | Ø63       | 7.1    | 297,95         | 348,80         | PE80  |
| 20                 | Ø75       | 8.4    | 407,8          | 477,13         | PE80  |
| 24                 | Ø90       | 8.2    | 610,71         | 697,63         | PE100 |
| 27                 | Ø110      | 10.0   | 767,19         | 888,91         | PE100 |
| 3                  | Ø125      | 11.4   | 967,88         | 1 132,44       | PE100 |
| 2                  | Ø160      | 14.6   | 1 690,00       | 1 828,30       | PE100 |
| 4                  | Ø200      | 18.2   | 2 472,00       | 2 892,94       | PE100 |
| 5                  | Ø250      | 22.7   | 3 815,00       | 4 483,85       | PE100 |
| 1                  | Ø315      | 28.6   | 5 850,00       | 6 844,50       | PE100 |
| 1                  | Ø400      | 36.3   | 9 320,00       | 10 904,40      | PE100 |
| 1                  | Ø500      | 45.4   | 14 811,00      | 17 445,87      | PE100 |
| 1                  | Ø630      | 57.2   | 23 123,80      | 27 054,50      | PE100 |

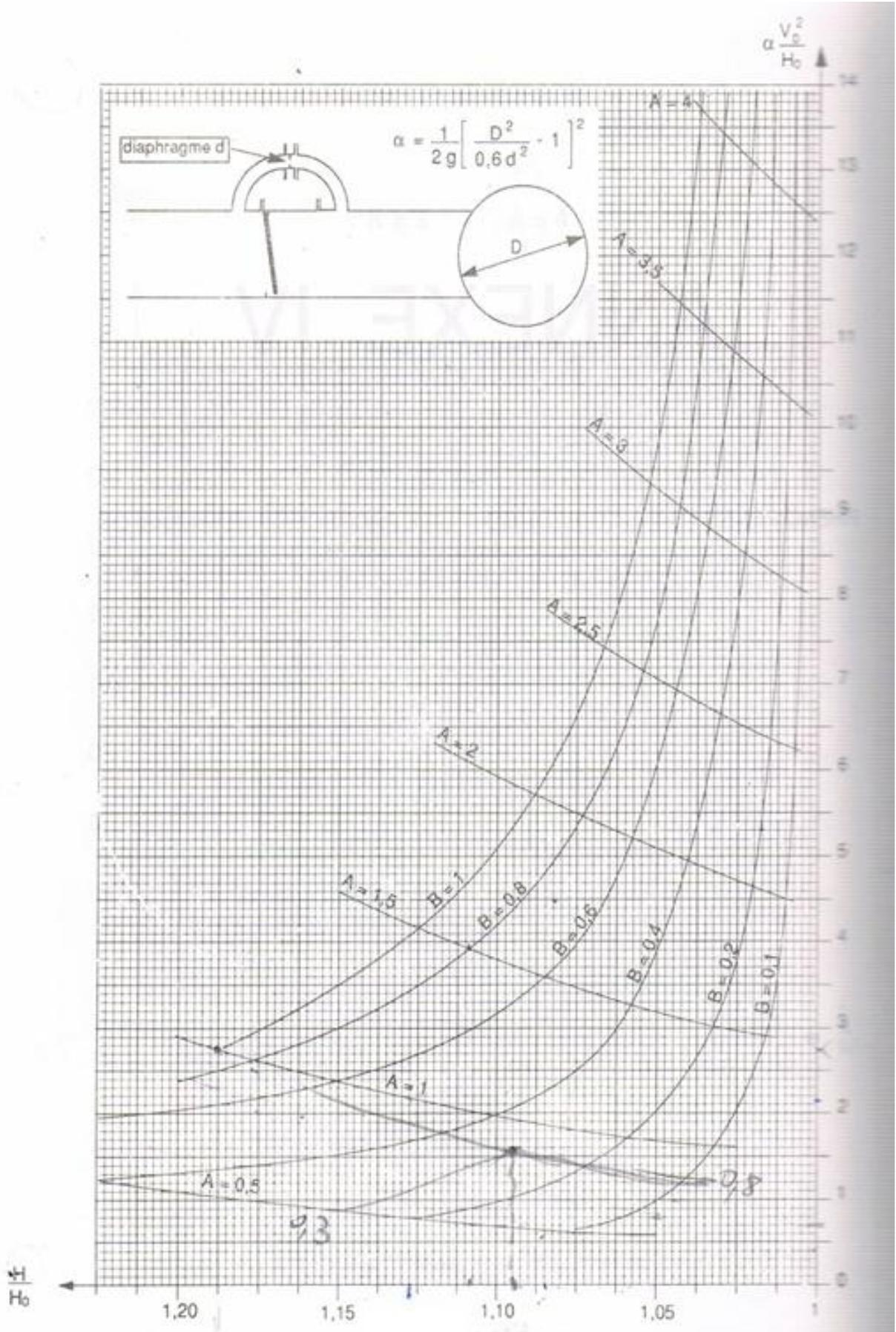
| TUBES PEHD : PN 20 |           |        |                |                |       |
|--------------------|-----------|--------|----------------|----------------|-------|
| Code               | Diam. Ext | EP. mm | Prix H.T DA/ML | Prix TTC DA/ML | PE80  |
| P3513101           | Ø20       | 2.3    | 38,01          | 44,47          | PE80  |
| P3513102           | Ø25       | 3.0    | 53,29          | 62,35          | PE100 |
| P3513103           | Ø32       | 3.6    | 82,22          | 96,20          | PE100 |
| P3513104           | Ø40       | 4.5    | 128,18         | 149,94         | PE100 |
| P3513105           | Ø50       | 5.6    | 200,7          | 234,82         | PE100 |
| P3513106           | Ø63       | 7.1    | 338,73         | 398,31         | PE100 |
| P3513107           | Ø75       | 8.4    | 447,25         | 523,40         | PE100 |
| P3513108           | Ø90       | 10.1   | 627,09         | 733,76         | PE100 |
| P3513109           | Ø110      | 12.3   | 948,86         | 1 110,17       | PE100 |
| P3513110           | Ø125      | 14.0   | 1 292,75       | 1 487,22       | PE100 |
| P3513111           | Ø160      | 17.9   | 1 947,88       | 2 278,08       | PE100 |
| P3513112           | Ø200      | 22.4   | 3 121,70       | 3 682,39       | PE100 |
| P3513113           | Ø250      | 27.9   | 4 848,33       | 5 679,21       | PE100 |
| P3513114           | Ø315      | 35.2   | 7 588,88       | 8 875,48       | PE100 |
| P3513115           | Ø400      | 44.7   | 12 110,03      | 14 168,74      | PE100 |
| P3513116           | Ø500      | 55.8   | 19 063,81      | 22 304,68      | PE100 |
|                    | Ø630      |        |                |                | PE100 |

ANNEXE VI.1: Abaque de PUECH et MEUNIER.





**ANNEXE VI.3:** Abaque de DUBIN et GUENEAU.



ANNEXE VI.4: Abaque de VIBERT

ABAQUE

DE M. VIBERT

POUR LE CALCUL SIMPLIFIÉ  
DES RÉSERVOIRS D'AIR

