



Faculté de Technologie
Département d'Hydraulique

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

KICHANE Zahi

AMROUNE Zakarya

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

Option : **HYDRAULIQUE URBAINE**

INTITULE :

***ELABORATION DU SYSTEME D'UN INFORMATION
GEOGRAPHIQUE***

Cas :

***DIAGNOSTIC ET CONCEPTION DU RESEAU D'ALIMENTATION
EN
EAU POTABLE DE LA VILLE DE BIR KASDALI
(W.BORDJ BOU ARRERIDJ)***

Soutenu le **24 /06 /2018** Devant le jury composé de :

- Président : **Mr YAKOUBI.M**
- Promoteur (s) : **Mr SAOU.A**

Mr BRAKENI.A

- Examineur : **Mr NASRI.K**

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier le bon dieu, le tout puissant miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Puis nous aimerions exprimer notre gratitude pour la patience, le soutien et l'aide qu'ont pu nous apporter nos promoteurs Mr : SAOU.A et BRAKENI.A. Et surtout on les remercie sur leur confiance durant tout le semestre.

Nous voudrions ici remercier aussi l'ensemble des enseignants du département qui ont assuré notre formation de base, pour l'appui et l'aide qui ont apporté tout le long de notre cursus.

Nous remercions très chaleureusement nos chères familles et tous nos amis sans oublier toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A la fin je tiens à remercier les membres de jury d'avoir accepté de juger et de critiquer notre travail.

Zahi et Zakaria

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Mes chers et tendres parents qui m'ont tout donné, encouragements, soutiens et surtout amour. Que dieu le toutpuissant les protègent.

A mes chers frères et mes adorables sœurs et toute ma grande famille qui m'ont soutenue et m'ont donné le courage pour accomplir ce travail.

A tous mes amis et mes collègues: Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie, sans oublier mon binôme Zahi

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Zakaria

Dédicace

Je dédie ce modeste travail en signe de respect et de reconnaissance à :

Mes chers et tendres parents qui m'ont tout donné, encouragements, soutiens et surtout amour. Que dieu le tout puissant les protègent.

A mes chers frères et ma adorable sœur et toute ma grande famille qui m'ont soutenue et m'ont donné le courage pour accomplir ce travail.

A tous mes amis et mes collègues: Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie, sans oublier mon binôme Zakaria

A toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Zahi

Liste des figures

- Figure I 1: Délimitation de la zone d'étude.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I 2: Histogramme de consommation journalière.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I 3: Graphique de consommation actuel (2018)**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I 4 : Histogramme de consommation pour l'horizon 2040 ...**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure I 5: Graphique de consommation pour l'horizon 2040.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 1:Arrivée par sur verse..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 2:Arrivée par su verse (Noyée).....29
- Figure II. 3:Arrivée par dessous **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 4:Arrivée par-dessous (par le bas).....29
- Figure II. 5: Conduite de départ**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 6: Conduite de vidange et de trop plein.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure II. 7: Conduite by-pass **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure III. 1: Etat du réseau existant après simulation (cas de points)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV. 1: Robinet vanne à opercule.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV. 2: Robinet vanne papillon.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure IV. 3: Ventouse à trois et à fonction unique.**Erreur ! Signet non défini.**
- .Figure IV. 4: Clapet anti retour.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 1: Les trois essentiels des turbopompes.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 2: Profile piézométrique d'une conduite de refoulement. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 3: Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 4: Courbe caractéristique de deux pompes couplée en série. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 5: Courbe caractéristique de deux pompes couplée en parallèle.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 6: Point de fonctionnement d'une pompe.**Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 7: Point de fonctionnement par modification de la vitesse de rotation. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 8: Réalisation du point de fonctionnement de la pompe par rognage. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 9: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de nouveau forage. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure V. 10: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher1. **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des figures

Figure V. 11: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage ain bidha. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure V. 12: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher2. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure V. 13: Recherche graphique du point homologue du point désiré de la pompe de forage djouahre 2. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure V. 14: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher3 **Erreur ! Signet non défini.**

Figure V. 15: Recherche graphique du point homologue du point désiré de forage djouaher3..
.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VI.1 : Etat du réseau de distribution après simulation.....101

Figure VII. 1 : Organigramme d'utilisation d'un SIG.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 2 : Interface de travaille MapInfo.**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 3 : photo de satellite obtenue à l'aide de Google earth de Bir kasdali..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 4 : Résultats de la vectorisation du réseau de distribution De Bir kasdali. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 5 : Résultats de la vectorisation du réseau de distribution de Bir kasdali.. **Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 6 : création d'une sélection SQL.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 7 : résultat d'une sélection SQL.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 8 : les étapes d'analyse thématique.....**Erreur ! Signet non défini.**

Figure VII. 9 : résultat d'analyse thématique.....**Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

- Tableau I. 1 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la station d'Ain Taghrout (année 2009). **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 2: Température moyenne mensuelle de la Station d'Ain Taghrout(année2009) .**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 3 :Variation de vent.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 4: Caractéristiques des forages.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 5: Caractéristiques des réservoirs.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 6: Estimation de l'évolution de la population.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 7: Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2018) pour les différentes catégories.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 8: Besoins en eau potables de la ville de BIR KASDALI actuel (2018)**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 9: β_{max} en fonction du nombre d'habitants.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 10:Résultats de calcul des différents débits**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 11: Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants [3].**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 12: Détermination du débit maximum horaire**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 13 : Calcul du débit moyen des équipements projetés (2040).**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 14: Récapitulation des besoins en eau potables de la ville de BIR KASDALI à l'horizon d'étude(2040).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 15: Résultats de calculs des différents débits pour l'horizon (2040).**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau I. 16: Variation des débits horaires pour l'horizon (2040).....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 1: Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel.... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 2: Résultat du calcul du volume total du stockage à l'état actuel (2018). .. **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 3: Détermination de la capacité du réservoir à l'horizon(2040).**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 4: Calcul du volume total du stockage à l'horizon (2040). **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 5: Bilan du stockage.**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 6: Tableau donnant les dimensions de réservoir projeté **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau II. 7: Bilan Ressources – Besoins.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III. 1: Calcul des débits nodaux (cas de pointe).**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III. 2: Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III. 3: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe).
.....**Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III. 4: Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe) ... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau III. 5: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe+incendie)**Erreur ! Signet non défini.**

Liste des tableaux

Tableau III. 6: Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe+incendie) (suite et fin).....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau IV. 1: Calcul de la hauteur manométrique total(HMT)**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau IV. 2: Calcul des Frais d'exploitation des conduites.....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau IV. 3: Calcul des Frais d'amortissement des conduites.....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau IV. 4: Bilan des frais des conduites.....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau V. 1: Tension de vapeur de l'eau pompée en fonction de la température..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau V. 2: Recherche des points homologues du point désiré de la pompe. **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau V. 3: Recherche des points homologues du point désiré de la pompe.....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau VI. 1: Détermination de débit spécifique**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau VI. 2: Calculs des débits routes et nodaux.....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau VI. 3: Calculs des débits routes et nodaux (suite).....**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau VI. 4: Résultats de la simulation sur les conduites**Erreur ! Signet non défini.**

Liste des symboles

Symbole

- P_n : Population future prise à l'horizon considéré.
 P_0 : Population de l'année de référence (hab).
 T : Taux d'accroissement annuel de la population.
 n : Nombres d'années séparant l'année de référence à l'horizon considéré.
 $Q_{\text{moy},j}$: Consommation moyenne journalière (m^3/j).
 N_i : Nombre de consommateurs par catégorie.
 q_i : Dotation moyenne journalière ($\text{l}/\text{hab.}/\text{j}$).
 i : Nombre de groupes ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).
 $Q_{\text{dom.act}}$: Débit domestique (m^3/j).
 $Q_{\text{equip.act}}$: Débit d'équipements (m^3/j).
 Q_{dom} : Débit domestique (m^3/j).
 Q_{equip} : Débit d'équipements (m^3/j).
 $Q_{\text{moy},j,\text{maj}}$: Débit moyen journalier majoré (m^3/j).
 K_f : Coefficient de fuite.
 $Q_{\text{max},j}$: Débit maximal journalier (m^3/j).
 $Q_{\text{min},j}$: Débit minimal journalier (m^3/j).
 $K_{\text{max},j}$: Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de la ville.
 $K_{\text{min},j}$: Coefficient d'irrégularité minimal.
 $K_{\text{max},h}$: Coefficient d'irrégularité maximal horaire.
 α_{max} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et de régime du travail.
 β_{max} : Coefficient dépend du nombre d'habitants.
 $K_{\text{min},h}$: Coefficient d'irrégularité minimal horaire.
 α_{min} : Coefficient qui tient compte du confort des équipements de l'agglomération et du régime de travail.
 Q_r : débit de route (l/s).
 Q_{conc} : débit concentré ou nœud (l/s).
 β_{min} : Coefficient dépend du nombre d'habitants.
 V_r : Volume utile en (m^3) (maximal de stockage pour la consommation).
 a : Fraction horaire du débit maximum journalier (%).
 V_{inc} : Volume pour incendie qui est égale à 60 m^3 par heure.
 V_t : Volume total du réservoir.
 T : Temps de fonctionnement de station de la pompe.
 R_{max} : Résidu maximal dans le réservoir en (%).
 D : Diamètre de la conduite en mètre ;
 V : Vitesse d'écoulement (m/s).
 J : Pertes de charge linéaires en mètre de colonne d'eau par mètre de tuyau (m/m);
 L : Longueur de la conduite.
 D_{int} : Diamètre intérieur de la conduite en (m).
 g : Accélération de la pesanteur ($g = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$).
 D : Diamètre du tuyau (en m).
 ε : Coefficient de rugosité équivalente de la paroi (pour le PEHD : $K = 0.01 \text{ mm}$, si $D \leq 200 \text{ mm}$; $K = 0.02 \text{ mm}$, si $D > 200 \text{ mm}$; et pour l'acier : $K = 0.05 \text{ mm}$).
 Re : Nombre de Reynolds.
 ν : Viscosité cinématique de l'eau.
 ΔH_s : Perte de charge singulière (m).
 ΔH_L : Perte de charge linéaire (m).
 ΔH_T : Perte de charge totale (m).
 HMT : Hauteur manométrique totale.
 H_g : Hauteur géométrique qui correspond à la différence de niveau.
 P : Puissance absorbée par la pompe (Kw).

Liste des symboles

η : Rendement de la pompe en %.

ρ : Masse volumique de l'eau = 1000kg/m³.

E: Energie totale dépensée par la pompe (kwh).

T: Temps de fonctionnement des pompes.

F_{exp}: Frais d'exploitation (DA).

P: Prix du kWh.

A: Amortissement annuel de la conduite.

i: Taux d'annuité (égale à 8 % en Algérie).

n: Durée d'exploitation de la conduite.

P_U: Prix unitaire de la conduite.

F_{amor}: Frais d'amortissement.

BL: Le bilan.

N: Vitesse de rotation.

H_a: Hauteur géométrique d'aspiration.

H_r: Hauteur géométrique de refoulement.

P_u: Puissance hydraulique ou utile.

H: Hauteur d'élévation en (m).

H_T: Charge totale en fonction du débit en (m).

D: Diamètre de la conduite (m).

L: Longueur de la conduite (m);

g: Accélération de la pesanteur (g= 9.81 m/s);

λ : Coefficient de frottement, qui dépend de la rugosité relative et du nombre de Reynolds.

ϖ/P_0 : Pression en mètre colonne d'eau au plan d'aspiration (m).

h_v: Tension de vapeur en m pour une température de 20° C.

Ja: Perte de charge à l'aspiration (m.c.e).

a: La célérité de l'onde (m/s).

$\sum L_i$: Somme des Longueurs des tronçons du réseau.

Q_r: Débit en route (l/s).

q_s: Débit spécifique (l/s).

L_{i-j}: Longueur du tronçon [i-j] (m).

Q_t: Débit transité par le tronçon (l/s).

p: Debit aval (l/s).

D_n: diamètre nominale.

AEP: alimentation en eau potable.

APC: Assemblée populaire communale.

DPAT: Direction de planification et aménagement territoire.

MNT: modèle numérique de terrain.

SIG: Système d'information géographique.

SQL: Structurel Query Langage.

UMT: Universel Transverse Mercator.

Liste des planches

1. Plans de masse et réseau d'AEP existant.
2. Plans de masse et réseau d'AEP projeté.
3. Profil en long de l'adduction par refoulement (forage –R. 500m³).

Sommaire

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I: Présentation du site et estimation des besoins

Introduction.....	2
I.1 Présentation du site.....	2
I.1.1 But de l'étude	2
I.1.2 Zone d'étude.....	2
I.1.3 Situation climatologique	4
I.1.3.1 Climat	Erreur ! Signet non défini.
I.1.3.2 Pluviométrie	Erreur ! Signet non défini.
I.1.3.3 Les températures	Erreur ! Signet non défini.
I.1.3.4 Vent	Erreur ! Signet non défini.
I.1.4 Situation topographique.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.5 Situation hydrologique	Erreur ! Signet non défini.
I.1.6 Ressource en eau	Erreur ! Signet non défini.
I.1.6.1 Eaux superficielles.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.6.2 Eaux souterraines.....	Erreur ! Signet non défini.
I.1.6.3 Réservoirs de stockage	Erreur ! Signet non défini.
I.2 Estimation des besoins en eau.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.1 Evolution de la population et perspective de développement.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2 Estimation des besoins en eau potable à l'état actuel (2018).....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2.1 Consommation moyenne journalière [1].....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2.2 Consommation maximale journalière [1]	Erreur ! Signet non défini.
I.2.2.3 Détermination des consommations horaires [1].....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4 Estimation des besoins en eau potable à l'horizon 2040.....	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.1 Calcul des besoins moyens journaliers	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.2 Détermination des débits de consommation	Erreur ! Signet non défini.
I.2.4.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants.....	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre II :Reservoir

II.1

Introduction.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.2 Fonctions des réservoirs

.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.2.1 Fonctions techniques des

réservoirs.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.2.2 Fonctions

économiques.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.3 Classification des

réservoirs.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.4 Emplacement des

réservoirs.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.5 Détermination de volume des

réservoirs.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.5.1 Méthode analytique

[1].....**Erreur ! Signet non défini.**

III.5.2 Méthode graphique

[1].....**Erreur ! Signet non défini.**

II.6 Détermination de la capacité du

stockage.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.7 Bilan du

stockage.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.8 Dimensionnement de réservoir (diamètre, hauteur et surface)

.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.9 Comparaison entre les ressources et les

besoins.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.10 Les équipements du réservoir

[1].....**Erreur ! Signet non défini.**

II.10.1 Conduite d'arrivée ou

d'alimentation.....**Erreur ! Signet non défini.**

II.10.1.1 Par dessous	Erreur ! Signet non défini.
II.10.2 Conduite de départ ou de distribution.....	Erreur ! Signet non défini.
II.10.3 Conduite de trop-plein.....	Erreur ! Signet non défini.
II.10. 4 Conduite de vidange.....	Erreur ! Signet non défini.
II.10.5 Conduite by-pass.....	Erreur ! Signet non défini.
II.10.6 Matérialisation de la réserve d'incendie.....	Erreur ! Signet non défini.
II.10. 7 Système automatisé.....	Erreur ! Signet non défini.
II.11 Traversée des conduites dans les parois de la cuve.....	Erreur ! Signet non défini.
II.12 Les joints d'étanchéité.....	Erreur ! Signet non défini.
II.13 Hygiène et sécurité [2].....	Erreur ! Signet non défini.
II.14 Conclusion.....	32

Chapitre III : Dimensionnement d' réseau de distribution existant

III.1 Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2 Description du logiciel EPANET.....	Erreur ! Signet non défini.
III.2.1 Fonction et application	Erreur ! Signet non défini.

III.3 Calcul hydraulique du réseau existant.....	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1 Détermination des débits (routes et nœuds)	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.1 Cas de pointe.....	Erreur ! Signet non défini.
III.3.1.2 Cas de pointe + incendie	Erreur ! Signet non défini.
III.4 Modélisation hydraulique du réseau de distribution existant.....	Erreur ! Signet non défini.
III .5 Fichiers des résultats de simulation.....	Erreur ! Signet non défini.
III .5 .1 Cas de Pointe	Erreur ! Signet non défini.
III .5 .2 Cas de pointe+ incendie	Erreur ! Signet non défini.
III.6 Constations et interprétations des résultats de simulation	Erreur ! Signet non défini.
III .6.1 Cas de pointe.....	Erreur ! Signet non défini.
Répartition des pressions	Erreur ! Signet non défini.
Répartition des vitesses	Erreur ! Signet non défini.
Matériau des conduites	Erreur ! Signet non défini.
III .6.2 Cas de pointe + incendie.....	Erreur ! Signet non défini.
III.7 Conclusion	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre IV: Adduction

IV.1 Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.2 Type d'adduction.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.2.1 Adduction gravitaire.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.2.2 Adduction par refoulement.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.2.3 Adduction mixte	Erreur ! Signet non défini.
IV.3 Choix de la trace des adductions.....	Erreur ! Signet non défini.

IV.4 Choix des matériaux.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.4.1 Schéma hydraulique	Erreur ! Signet non défini.
IV.5 Calcul hydraulique.....	Erreur !
	Signet non défini.
IV.5.1 Méthode de calcul	Erreur ! Signet non défini.
IV .5.1.1 Diamètre économique	Erreur ! Signet non défini.
Cas gravitaire.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.5.1.2 Pertes de charge	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.1.3 hauteur manométrique totale (Hmt).....	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.1.4 puissance absorbée par la pompe.....	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.1.5 énergie consommée par la pompe.....	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.1.6 frais d'exploitation.....	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.1.7 frais d'amortissement.....	Erreur ! Signet non défini.
VI .5.2 Calcul du diamètre économique	Erreur ! Signet non défini.
IV.6 Organes et accessoires de l'adduction.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.6.1 Organes de sectionnement.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.6.2 Organes de protection.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.6.3 Organes de régulation.....	Erreur ! Signet non défini.
IV.6.4 Organes de branchement.	Erreur ! Signet non défini.
V.7 Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.

Chapitre V: Pompes

V.1 Introduction.....	72
V.2 Classification des pompes.....	72
V.3 Choix du type de pompe.....	73
V.4 Caractéristique hydraulique d'une pompe centrifuge.....	73
V.4.1 Le débit pompé Q.....	73

V.4.2	Vitesse de rotation de la pompe N.....	73
V.4.3	La hauteur manométrique totale (HMT).....	73
V.4.3.1	La hauteur géométrique d'élévation H_g	73
V.4.3.2	Les pertes de charge totales J	74
V.4.4	Les puissances utiles et absorbées [12].....	74
V.4.4.1	Puissance absorbée par la pompe.....	74
V.4.4.2	Puissance hydraulique ou utile (P_u).....	74
V.4.5	Le rendement de la pompe.....	74
V.5	Les courbes caractéristiques.....	75
V.5.1	Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge [7].....	75
V.5.1.1	La courbe débit hauteur.....	75
V.5.1.2	La courbe de rendement débit.....	75
V.5.1.3	La courbe des puissances absorbées débit.....	75
V.5.2	Courbe caractéristique de la conduite.....	75
V.6	Couplage des pompes.....	76
V.6.1	Couplage en série	76
V.6.2	Couplage en parallèle	76
V.7	Point de fonctionnement.....	77
V.7.1	Recherche du point de fonctionnement.....	77
V.7.2	Réalisation du point de fonctionnement désiré.....	77
V.7.2.1	1 ^{er} Variante : « Réduction ou augmentation du temps de pompage »	77
V.7.1.2	2 ^{eme} Variante : « Régulation par refoulement (le vannage) ».....	78
V.7.1.3	3 ^{eme} Variante : « variation de la vitesse»	78
V.7.1.4	4 ^{eme} Variante : « rognage de la roue de la pompe»	79
V.8	Etude de la cavitation.....	80
V.9	Choix des pompes.....	80
V.9.1	Tronçon « nouveau forage-réservoir 500m ³ ».....	80
V.9.2	Tronçon « forage djouaher 1-réservoir 1000m ³ ».....	81
V.9.3	Tronçon « forage ain bidha-réservoir 1000m ³ ».....	82
V.9.4	Tronçon « forage djouaher 2-réservoir 1000m ³ ».....	82
V.9.5	Tronçon « forage djouaher 3-réservoir 1000m ³ ».....	84
V.10	Vérification de la cavitation.....	87
V.10.1	Nouveau forage.....	87
V.10.2	forage djouaher 1.....	87
V.10.3	forage Ain bidha.....	87
V.10.4	forage djouaher 2.....	88
V.10.5	forage djouaher 3.....	88
	Conclusion.....	88

Chapitre VI: Distribution

VI.1	Introduction	Erreur ! Signet non défini.
VI.2	Choix du schéma du réseau de distribution.....	Erreur ! Signet non défini.
VI.3	Choix du type de réseau [4].....	Erreur ! Signet non défini.

VI.4 Conception du réseau de distribution	Erreur ! Signet non défini.
VI.5 Principe de la trace du réseau	Erreur ! Signet non défini.
VI.6 Choix du matériau des conduites.....	Erreur ! Signet non défini.
VI.7 Comparaison entre les différents types des tuyaux	Erreur ! Signet non défini.
VI.8 Calcul hydraulique du réseau de distribution	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.1 Calcul des débits.....	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.1.1 Détermination du débit spécifique	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.1.2 Calcul des débits en route.....	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.1.3 Détermination des débits nodaux	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.2 Répartition arbitraire des débits	Erreur ! Signet non défini.
VI.8.3 Détermination des diamètres et des vitesses	Erreur ! Signet non défini.
VI.9 Résultat de la simulation	Erreur ! Signet non défini.
Cas de pointe	Erreur ! Signet non défini.
Cas de pointe+incendie	Erreur ! Signet non défini.
VI.10	
Conclusion.....	Erreur !
Signet non défini.	

Chapitre VII: Système information géographique

VII.1 Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
VII.2 Système d'information géographique	Erreur ! Signet non défini.
VII.2.1. Principales composantes d'un SIG [8]:.....	Erreur ! Signet non défini.
VII.2.2. Fonctionnalités d'un SIG [9]:	Erreur ! Signet non défini.
VII.2 .3. Avantages de SIG [8] :	Erreur ! Signet non défini.
VII.2 .4. Les principales contraintes des SIG [8]:	Erreur ! Signet non défini.
VII.3 Système d'information géographique pour le réseau D'AEP	Erreur ! Signet non défini.
VII.4. Présentation du logiciel MapInfo [12]:.....	Erreur ! Signet non défini.
VII.4.1. Définition :	Erreur ! Signet non défini.
VII.4.2. Interface de travail :	Erreur ! Signet non défini.
VII.5 Création du système d'information géographique du réseau d'AEP de la commune de Bir kasdali :	Erreur ! Signet non défini.
VII. 5.1 Préparation du fond de la carte :	Erreur ! Signet non défini.
VII.5.2. Création des tables :	Erreur ! Signet non défini.
VII.5.3 La vectorisation du réseau d'AEP sur MapInfo :.....	Erreur ! Signet non défini.

VII.6 La gestion du réseau d'alimentation en eau potable [10] :	Erreur ! Signet non défini.
VII.6.1. La gestion classique des réseaux d'AEP :	Erreur ! Signet non défini.
VII.6.2. Gestion informatisé des réseaux d'AEP :	Erreur ! Signet non défini.
VII.6.3. Gestion des réseaux d'AEP par SIG :	Erreur ! Signet non défini.
VII.6.3.1. <i>Requêtes SQL (Structural Query Langage)</i> :	Erreur ! Signet non défini.
VII.6.3.2 : <i>Analyse thématique</i>	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion.....	Err
	eur ! Signet non défini.
Conclusion générale.....	120

Introduction
Générale

Introduction générale

Introduction

L'eau est une source importante pour toute vie, et pour cela toutes les anciennes civilisations ont implanté leurs bâtisses auprès des rivières et des sources d'eau pour leurs différents usages et ils ont essayé avec le temps de développer les systèmes de transport pour pouvoir l'acheminer à d'autres lieux difficile à l'accès.

Les ressources en eau, leur disponibilité et leur gestion, la potabilité de l'eau et la pollution sont des questions qui se posent en permanence. Cette matière limitée, coûteuse à produire et à distribuer est toujours la priorité de l'être humain dans sa vie, son développement et son confort. Elle constitue à la fois un élément essentiel et un facteur stratégique à l'aménagement du territoire, à la répartition de la population, à l'urbanisation et aux activités économiques.

L'Algérie est classée avec les pays qui ont une faible et instable précipitation, et aussi avec les pays qui affrontent le risque de sécheresse dans l'horizon 2040, et pour cela l'état Algérien a pris, la protection et la restauration de la qualité des ressources en eau, comme une préoccupation majeure afin de parvenir à un bon état d'approvisionnement et lutter contre le problème de l'insuffisance de l'eau, dans le but de satisfaire sa demande croissante.

Dans ce mémoire de fin d'étude nous avons présenté l'étude d'alimentation en eau potable des la région Bir kasdali qui alimente un ensemble de réservoirs situés au niveau des agglomérations concernées, après l'adduction on a élaboré une étude détaillée du réseau de distribution.

Pour cela on a procédé de cheminer les taches comme suit:

- Dans le premier chapitre nous avons présenté le site de notre étude et l'estimation des besoins en eau de la zone concerné ;
- Le deuxième chapitre concerne le dimensionnement des réservoirs ;
- Dans le troisième chapitre nous avons procédé dans le diagnostic de réseau de distribution existant ;
- Le quatrième chapitre on a dimensionnement l'adduction de notre système;
- Dans le cinquième chapitre a trait au choisi des pompes adéquates à notre réseau ;
- Le sixième chapitre concerne dimensionnement du réseau de distribution de notre zone d'étude.
- Le septième chapitre concerne élaboration de système d'une information géographique

Chapitre I :
Présentation du site et
estimation des besoins

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

Introduction

Pour pouvoir réaliser les différentes démarches nécessaires à élaboration de réseau d'AEP de la ville de Bir kasdali, est nécessaires de déterminer les différentes caractéristiques sont représentées essentiellement par la situation topographique, géographique, géologique, hydrologique, climatologique et hydraulique.

La présente étude ; réalisée conformément à la demande de l'agglomération de Bir kasdali, a les objectifs suivants :

✓ Mettre en évidence les insuffisances du réseau ou des ouvrages pour répondre à la Demande en eau potable actuelle et future Par :

- Une analyse du système existant (réseau /adduction/ouvrages).
- faire un bilan de l'adéquation des besoins en eau de l'agglomération. -

Une simulation de fonctionnement du réseau.

- ✓ Définir les améliorations à apporter pour assurer la desserte quantitative et qualitative des abonnés en toute sécurité.

I.1 Présentation du site.

I.1.1 But de l'étude

I.1.2 Zone d'étude

L'exploitation principale étant la céréaliculture et les cultures maraîchères notamment à proximité du périmètre urbain.

Les contraintes au développement du chef lieu se résument à :

- ✓ Terres à haute valeur agricole à l'Est et à l'Ouest.
- ✓ Reboisement au Nord.
- ✓ Ligne électrique à l'Ouest.

La ville de Bir kasdali est le chef lieu de la Commune de Bir kasdali, elle est Située dans la Wilaya de Bordj Bou Arreridj à proximité de la route nationale N°05, éloignée du chef lieu de wilaya d'une distance avoisinante les 30 km sur un terrain favorable relativement plat.

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

La ville de Bir kasdali est limitée :

- ✓ Au Nord par la Commune de Khelil.
- ✓ Au Sud par la Commune d'Ain Tassera.
- ✓ A l'Est par la Commune Ain Taghrout.
- ✓ A l'Ouest par la Commune de Sidi embarek.

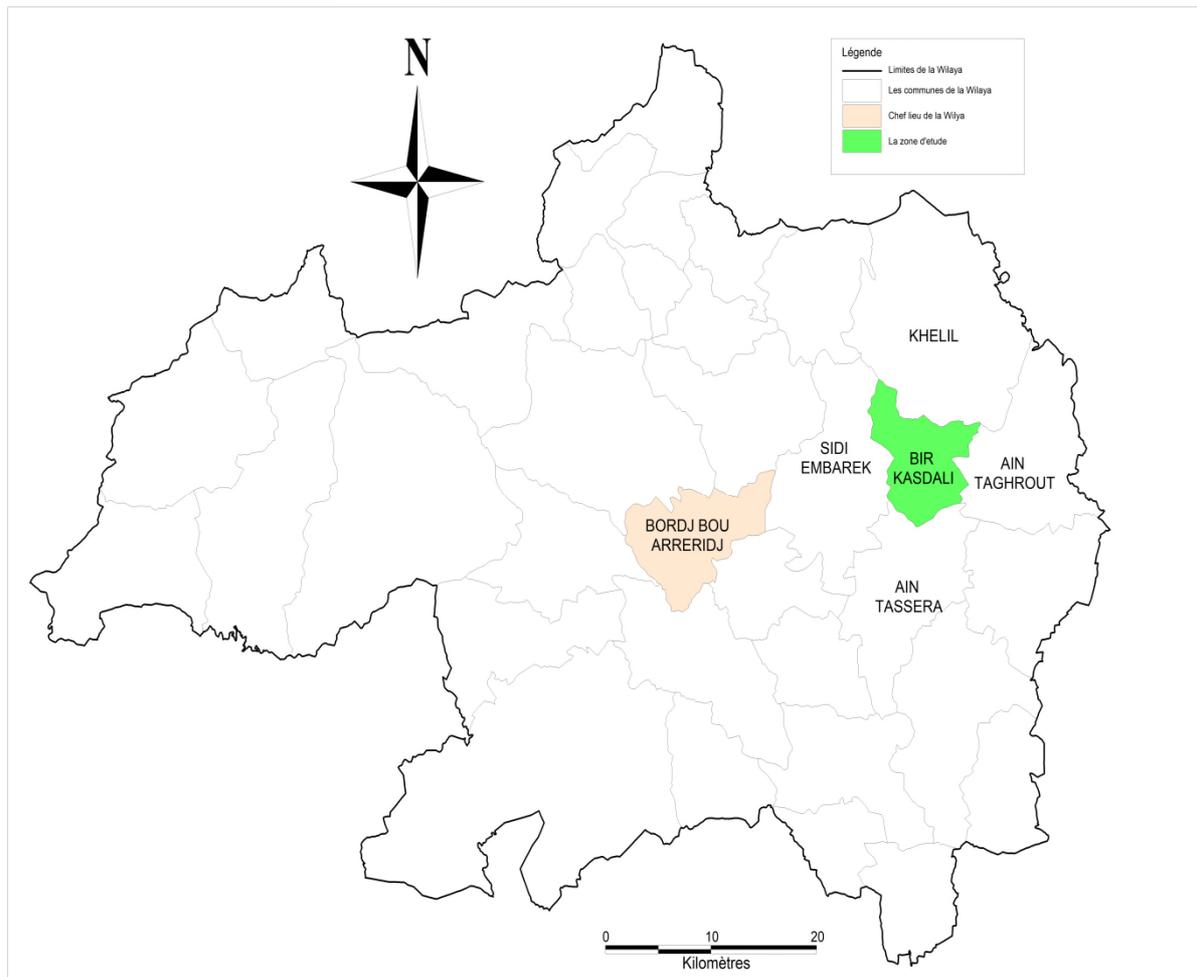


Figure I.1 : Situation géographique de la zone d'étude

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

I.1.3 Situation climatologique

I.1.3.1 Climat

Le climat de la région est de type méditerranéen, caractérisé par un hiver humide et doux et un été chaud et sec. La saison des pluies s'étend de Novembre jusqu'à Avril. La région connaît des périodes de neiges importantes.

I.1.3.2 Pluviométrie

Les moyennes mensuelles des précipitations en mm sont données dans le tableau I.1 :

Tableau I. 1 : Pluviométrie moyenne mensuelle de la station d'Ain Taghrout (année 2009).

mois	jan	fév.	mar.	Avr.	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.	Total annuel
P (mm)	29	34	31	40	33	10	3	13	13	34	30	42	318

Ce tableau fait ressortir une pluviométrie annuelle de 318 mm qui se répartie sur deux (02) périodes distinctes.

Une période concernant la saison estivale (Juin, Juillet et Aout) marquée par des faibles Pluies d'une moyenne de 9 mm.

Une deuxième période concernant les autres saisons de l'année, marquée par une relative abondance de pluies.

En effet les pluies débutent en Automne (Septembre, Octobre, Novembre) avec une moyenne de 26mm et s'accroissent en hiver (Décembre, Janvier, Février) avec une moyenne de 35mm.

I.1.3.3 Les températures

La région de Bir kasdali a une température moyenne de 15 C°.

Tableau I. 2: Température moyenne mensuelle de la Station d'Ain Taghrout (année2009).

mois	jan	fév.	mar.	Avr.	mai	juin	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.
Temp (°c)	8	9	11	13	16	21	25	25	20	16	13	9

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

L'analyse des températures mensuelles relève l'existence de deux saisons :

- Une saison froide qui s'établit du mois Octobre au mois Avril.
- Une saison chaude qui s'établit du mois Mars au mois Septembre.

I.1.3.4 Vent

Les variations moyennes mensuelles et annuelles sont données dans le tableau I.3 :

Tableau I. 3 : Variation de vent.

Mois	jan	fév.	mar.	Avr.	mai	Juin.	juil.	aout	sep	oct.	nov.	déc.	MOY
VIM	6	7,1	6,6	6,7	6,9	6,5	5,9	5,5	3,7	5,3	5,2	7	6,2
DIV	SN	SN	SN	SN	ESW	SN	SN	SN	SN	SN	ESW	SN	SN
Fréq%	39	32	33	30	27	27	29	38	38	37	45	38	51.1

VIM = Vitesse moyenne du vent (en m/s).

DIV = Direction de vent.

Fréq = Fréquence moyenne mensuelle en %.

I.1.4 Situation topographique

La ville de Bir kasdali s'inscrit dans la région des hautes plaines Setifiénne, son relief se caractérise par :

- Des collines au Nord et au Sud de la ville.
- Une cuvette à l'intérieur de la ville.

La ville de Bir kasdali s'étend sur une superficie de 64.48km², dont l'altitude maximale est de l'ordre de 970m et les pentes sont moyennement faibles.

I.1.5 Situation hydrologique

Le principal cours d'eau qui draine les eaux au niveau de la ville de BIR KASDALI est Oued El- Kef de Bir kasdali qui draine à son tour les eaux de surface vers Oued Ain Taghrout alimentant la retenue du barrage Ain Zada.

I.1.6 Ressource en eau

I.1.6.1 Eaux superficielles

L'agglomération de Bir kasdali appartient à la région des hauts plateaux où l'apport moyen annuel varie entre 500 et 600 mm/an.

Il n'existe aucun ouvrage de stockage des eaux superficielles destinées à l'alimentation en eau

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

potable de la ville de Bir kasdali.

1.1.6.2 Eaux souterraines

La mobilisation des ressources en eaux souterraines pour l'agglomération de Bir kasdali est assuré par Cinq forages (Fig I.2) ; à savoir : Djouaher(1), Meriouet, d'Ain El Bidha, Djouaher(2) et Djouaher(3)).

L'ensemble des forages Djouaher(1) et d'Ain El Bidha produisent actuellement un débit de (24 l/s), les forages djouaher (2) et (3) donnent un débit de (17 l/s), les caractéristiques de ces derniers sont données reportés dans le tableau I.4.

Tableau I. 4: Caractéristiques des forages

Nom du forage	cordonnées	Débit (l/s)	N.S(m)	Profondeur(m)	Temps de fonction (heure)
Djouaher (1)	X=570.85 Y=397.50	12	26.75	100	24
Ain bidha	X=705,400 Y=316,350	12	8	70	24
Djouaher (2)	X=709,150 Y=321.800	9	56	103	24
Djouaher (3)	X=709,200 Y=320.100	8	48.6	150	24
Meriouet	X=702,450 Y=365,500	/	/	/	/

N.S : Niveau Statique

1.1.6.3 Réservoirs de stockage

Le stockage dans la ville de Bir kasdali est assuré par deux réservoirs de Capacité 1000 m³ et 250 m³ qui se situent au Nord Est de ville Bir kasdali

Il existe également un ancien réservoir de capacité de 50 m³ à coté de celui de 250 m³ qui n'est pas en service actuellement.

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

- *Caractéristiques des réservoirs*

L'état physique des réservoirs est jugé bon alors ils seront maintenus pour les Horizons d'étude avec un éventuel renforcement par d'autres réservoirs si cela s'avère Nécessaire.

Tableau I. 5: Caractéristiques des réservoirs

Réservoirs Existants	Capacité (m ³)	Année mise en service	Cote terrain naturel(m)	Forme de réservoir	type	Etat de génie civil	Zone de distribution
1 ^{er}	1000	1990	548	circulaire	Semi-enterré	bon	Lots (416+259+129) +R250m ³
2 ^{eme}	250	1990	538.5	circulaire	Semi-enterré	bon	Centre de ville+douar+le reste de la ville
3 ^{eme}	50	1990	536	circulaire	Semi-enterré	bon	Hors service

- *Caractéristiques des chambres des vannes*

- **Réservoir 1000 m³**

La chambre des vannes du réservoir 1000 m³ est composée par une conduite d'amenée en amiante ciment de diamètre 150 mm à partir du forage Djouaher(1), une conduite de distribution en amiante ciment de diamètre 250 mm, une conduite de trop-Plein en Acier de diamètre 300 mm et une vidange en acier de diamètre 100 mm.

I.2 Estimation des besoins en eau.

En Algérie, la conjugaison de la croissance démographique, le développement des secteurs industriels et agricoles ont entraîné un accroissement spectaculaire des besoins en eau, 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 dans les études de projets d'alimentation en eau potable. En effet, pour les agglomérations urbaines, une valeur moyenne de la dotation unitaire de 150 litres par habitant par jour est souvent adoptée, une valeur qui répond bien aux normes sanitaires, mais qui s'avère insatisfaite au niveau national, en vu de l'insuffisance de nos ressources hydrique.

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

I.2.1 Evolution de population et perspective de développement

Selon l'information recueillies au niveau de l'APC (Assemblée populaire communale) de Bir kasdali et les données du DPAT (Direction de planification et aménagement territoire), la population de la commune en 1998 était de 10208 habitants.

L'objectif de notre étude est de satisfaire les besoins en eau potable à l'horizon **2040** ; pour l'estimation de la population future, nous adopterons un taux d'accroissement de **2,50 %**

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

$$p_n = p_0 (1 + \tau)^n \quad (I.1)$$

Avec :

P_n : Population future prise à l'horizon quelconque (hab.) ;

P_0 : Population de l'année de référence (hab.) ;

τ : Taux d'accroissement annuel de la population. D'après les informations

Recueillies au niveau d'APC de Bordj Bou Arreridj [$\tau = 2,50\%$] ;

n : Nombres d'années séparant l'année de référence a l'horizon considéré.

Le nombre d'habitants de la ville de Bir kasdali pour différents horizons est donné dans le tableau ci-dessous :

Tableau I. 6: Estimation de l'évolution de la population.

Horizons	1998	2008	2018	2030	2040
Taux d'accroissement %	/	2.5	2.5	2.5	2.5
Population	10208	13067	16727	22495	28796

(Source : A.P.C de Bir kasdali).

I.2.2 Estimation des besoins en eau potable à l'état actuel (2018)

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.

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

1.2.2.1 Consommation moyenne journalière [1]

La consommation moyenne journalière est donnée par la formule suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{N_i * q_i}{1000} \quad (I.2)$$

Avec :

- ✓ $Q_{moy.j}$: Consommation moyenne journalière [m³/j].
- ✓ N_i : Nombre de consommateurs par catégorie.
- ✓ q_i : Dotation moyenne journalière [l/hab/j].
- ✓ i : Nombre de groupes ($i = 1, 2, 3, \dots, n$).

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

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. [3]
- ✓ Ville de 20000 à 100000 hab. : 200 à 300 l/j/hab. [3]
- ✓ Ville de plus de 100000 hab. : 300 à 350 l/j/hab. [3]

Pour le cas de notre projet, le calcul des besoins domestiques à l'état actuel se fera à la Base d'une dotation de **150 l/j/hab.**

Besoins des équipements publics :

Ils englobent les différents services suivants (Scolaires, Administratifs, Sanitaires, Culturels, et Services publics.....) et le choix de la dotation est varié selon la catégorie.

Besoins d'arrosages :

La dotation pour l'arrosage des jardins publics et des rues est fixée de (5 l/m²) sur une durée de 04 heures.

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

Tableau I. 7: Estimation des besoins en eau potables à l'état actuel (2018) pour les différentes catégories.

Catégories de consommateurs domestiques	Type de besoins	équipements	Unité de base	nombre	Dotation	Q _{moy,j}
					(l/j/unité)	m ³ /j
	Domestique		Hab.	16727	150	2509 ,05
Equipements publiques	Scolaire	8 écoles primaires	élève	2012	10	20,12
		2 C.E.M	élève	1049	10	10,49
		1 LYCEE	Elève	1101	10	11,01
		01 C.F.P.A	Stagiaire	400	30	12,00
	administratif	APC	Employé	45	15	0,675
		Daira	Employé	28	15	0,42
		3 P.T.T	Employé	35	15	0,504
		Sonelgaz	Employé	13	15	0,20
		sub.hydraulique	Employé	11	15	0,17
		S.T.P	Employé	15	15	0,23
		S.U.C.H	Employé	8	15	0,12
		Parc d'APC	Employé	25	15	0,38
		Recette	Employé	7	15	0,11
		C.N.A.S	Employé	9	15	0,14
		O.P.G.I	Employé	17	15	0,26
		pompier	Unité	1	25000	25,00
		Police	Agent	90	40	3,60
		Palais de justice	Employé	50	15	0,75
Gendarmerie	Personnes	20	150	3		
Arrosages	Sanitaires	Hôpital	lit	200	300	60,00
	socioculturels	1 Centre de santé	patient	40	20	0,8
		01 Polyclinique	patient	40	50	2,00
		Maison de jeune.	personnes	150	15	2,25
	Socioculturels commerciaux	02 Mosquée.	fideles	1666	20	33,32
		Hôtel	lit	15	150	3,75
		Cinéma	personnes	600	1030	1,50
		Restaurant	repas	8	400	18,00
	Rues		m ²	8000	5	40
	Jardins publiques		m ²	5000	5	25,00

(Source : A.P.C de Bir kasdali)

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

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

consommation moyenne journalière.

Tableau I. 8: Besoins en eau potables de la ville de Bir kasdali actuel (2018)

Catégorie des besoins	Domestique	Administratif	scolaire	sanitaire	Socioculturels	Socioculturels commerciaux	Arrosages	totale
Q_m^3/j	2509,05	35,56	53,62	60	5,05	56,57	65,00	2784,85

I.2.2.2 Consommation maximale journalière [1]

- **Coefficient d'irrégularité maximum journalier ($K_{max, j}$)**

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 suivant :

$$K_{max,j} = Q_{max,j} / Q_{moy,j} \quad (I.3)$$

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 $K_{max,j} = 1,0$ pour l'arrosage.

- **Coefficient d'irrégularité minimum journalier ($K_{min, j}$)**

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

$$K_{min,j} = Q_{min,j} / Q_{moy,j} \quad (I.4)$$

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

- **Débit 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 :

$$Q_{max, j} = K_{max, j} \times Q_{moy,j} \quad (m^3/j) \quad (I.5)$$

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

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

I.2.2.3 Détermination des consommations horaires [1]

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

- **Débit moyen horaire**

Le débit moyen horaire est donné par la relation suivante :

$$Q_{\text{moy}, h} = Q_{\max, j} / 24 \quad (\text{I.6})$$

$Q_{\text{moy}, h}$: débit moyen horaire en m^3/h .

$Q_{\max, j}$: débit maximum journalier en m^3/j .

- **Détermination du débit maximum horaire**

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

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

$Q_{\text{moy}, h}$: Débit moyen horaire en m^3/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 :

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

α_{\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 $\alpha_{\max} = 1,30$

β_{\max} : Coefficient étroitement lié à l'accroissement de la population. Le tableau (II-4) donne sa variation en fonction du nombre d'habitants.

Tableau I. 9: β_{\max} en fonction du nombre d'habitants.

Habitant	<1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	30000	5000	100000
β_{\max}	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,13	1,15

Puisque on a un nombre d'habitants égale à 16727 habitants alors : $\beta_{\max} = 1,2$

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

D'où la valeur de $K_{\max,h}$ sera : $K_{\max,h} = 1,3 \times 1,2$ donc $K_{\max,h} = 1,56$

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

Tableau I. 10: Résultats de calcul des différents débits

Paramètres	$Q_{\text{moy},j}$ (m^3/j)	$K_{\text{max},j}$	$Q_{\text{max},j}$ (m^3/j)	$Q_{\text{max},J T}$ (m^3/j)	$Q_{\text{moy},h}$ (M^3/h)	$K_{\text{max},h}$	$Q_{\text{max},h}$ (m^3/h)	$Q_{\text{max},h}$ (l/s)
Agglomération	2719,85	1,2	3262,82	3328,82	138,70	1,56	216,37	60,10
Arrosage	65	1	65					

I.2.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants

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 centre d'agglomération en se basant sur le tableau (II.6) qui donne les variations horaires de la consommation totale dans divers centres d'agglomération.

Tableau I. 11: Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants [3].

Heures (h)	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000	Agglomération de type rural
0-1	1	1.5	3	3.35	0.75
1-2	1	1.5	3.2	3.25	0.75
2-3	1	1.5	2.5	3.3	1.0
3-4	1	1.5	2.6	3.2	1.0
4-5	2	2.5	3.5	3.25	3
5-6	3	3.5	4.1	3.4	5.5
6-7	5	4.5	4.5	3.85	5.5
7-8	6.5	5.5	4.9	4.45	5.5
8-9	6.5	6.25	4.9	5.2	3.5
9-10	5.5	6.25	5.6	5.05	3.5
10-11	4.5	6.25	4.8	4.85	6.0
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	6.0
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	6.0

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

19-20	5	4.5	4.5	4.3	6.0
20-21	4.5	4	4.5	4.3	6.0
21-22	3	3	4.8	4.2	3.0
22-23	2	2	4.6	3.75	2.0
23-24	1	1.5	3.3		1.0

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

Dans notre cas, la répartition variant entre 10001 à 50000 hab est adoptée. (Nombre d'habitants est de 16727).

Tableau I. 12: Détermination du débit maximum horaire

Heures	Agglomérations		Arrosage		Qmax journalier		courbe intégrale
	%	Q (m ³ /h)	%	Q (l/s)	%	Qt (m ³ /h)	
0-1	1,5	48,9423			1.5	48,9423	1.5
1-2	1,5	48,9423			1.5	48,9423	3
2-3	1,5	48,9423			1.5	48,9423	4.5
3-4	1,5	48,9423			1.5	48,9423	6
4-5	2,5	81,5705			2.5	81,5705	8.5
5-6	3,5	114,1987			3.5	114,1987	12
6-7	4,5	146,8269			4.5	146,8269	16.5
7-8	5,5	179,4551			5.5	179,4551	22
8-9	6,25	203,92625	25	16,25	6.25	220,1762	28.25
9-10	6,25	203,92625	25	16,25	6.25	220,1762	34.5
10-11	6,25	203,92625			6.25	203,92625	40.75
11-12	6,25	203,92625			6.25	203,92625	47
12-13	5	163,141			5	163,141	52
13-14	5	163,141			5	163,141	57
14-15	5,5	179,4551			5.5	179,4551	62.5
15-16	6	195,7692			6	195,7692	68.5
16-17	6	195,7692	25	16,25	6	212,0192	74.5
17-18	5,5	179,4551	25	16,25	5.5	195,7051	80
18-19	5	163,141			5	163,141	85
19-20	4,5	146,8269			4.5	146,8269	89.5
20-21	4	130,5128			4	130,5128	93.5
21-22	3	97,8846			3	97,8846	96.5
22-23	2	65,2564			2	65,2564	98.5
23-24	1,5	48,9423			1.5	48,9423	100
	100	3262,82	100	65	100	3328,82	

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

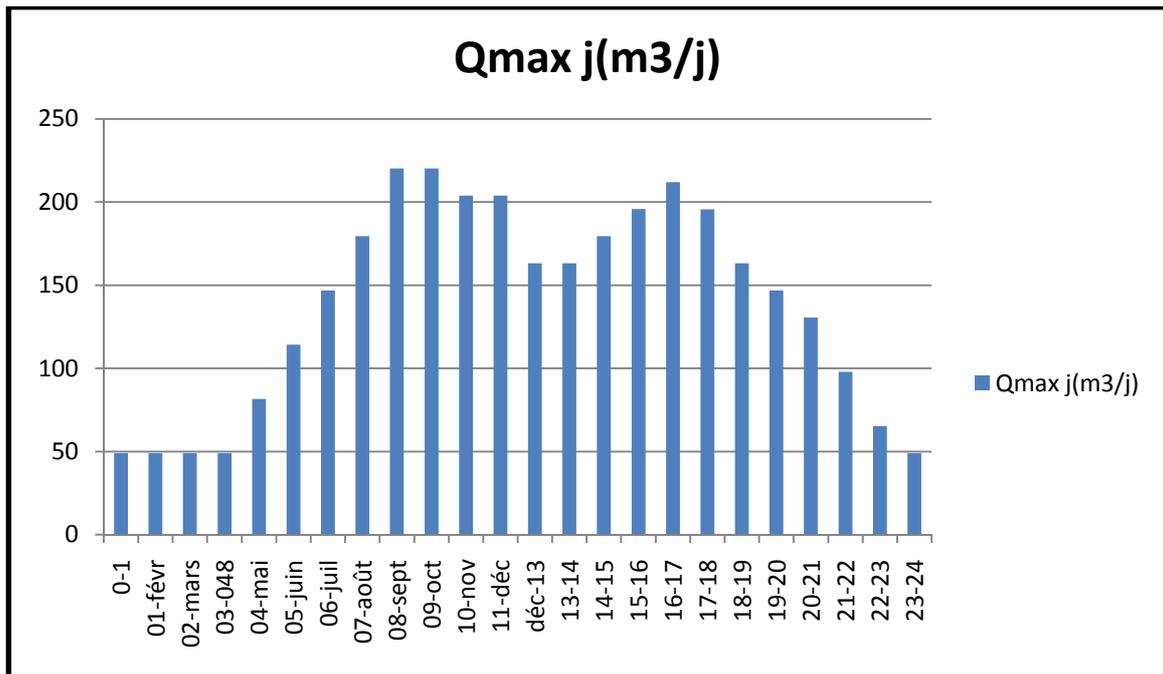


Figure I.2 : Histogramme de consommation journalière

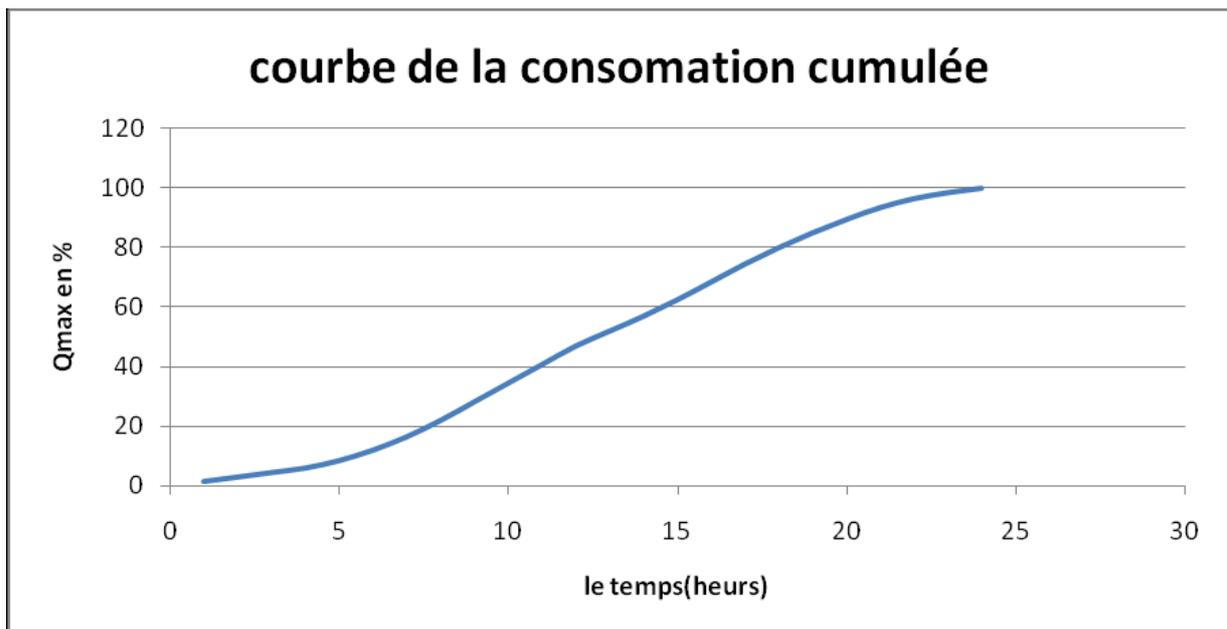


Figure I.3 : Graphique de consommation actuel (2018)

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

I.2.4 Estimation des besoins en eau potable à l'horizon 2040

I.2.4.1 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 (I.11)

Qui donne une image de projection possible pour l'horizon (2040).

Tableau I. 13 : Calcul du débit moyen des équipements projetés (2040).

Catégories de Consommateurs	Besoins	Equipements	Unité de base	Nombre	Dotation (l/j/unité)	Qmoy, j (m ³ /j)
Domestique	Domestique		Hab.	28796	200	5759.2
Equipements Publics	Scolaires	02 écoles primaires	élève	1250	10	12,5
		02 C.E.M	élève	1300	10	13
		01 LYCEE	élève	800	10	08
		02 Crèches	enfant	200	10	02
		Annexe d'APC	employé	10	15	0.15
	Administratifs	Prison	prisonnier	400	180	72
		Trésor	employé	10	15	0.15
		B.N.A	employé	16	15	0.24
	Sanitaires	01 Centre de santé	patient	50	20	1.00
		Centre	Psychopédagogique	patient	50	20
		01 Salle polyvalente	personne	200	20	4.00
	Socioculturel et sportifs	02 Mosquées.	fideles	1000	20	20
		02 Bibliothèques	lecteur	120	15	1.80
		SNTV	unité	01	10000	10
	Commercial	Centre commerciale	unité	01	1000	1.00
Locaux commerciaux		unité	200	20	4.00	

(Source : A.P.C de Bir kasdali)

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

Tableau I. 14: Récapitulation des besoins en eau potables de la ville de Bir kasdali à l'horizon d'étude(2040)

Catégorie des besoins	Domestique	Administratif	Scolaires	Sanitaires	Commerciaux	Socio - culturels	Arrosage	Total
$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	5759,2	72,39	35,65	25	5	31,8	65,00	5994,04

I.2.4.2 Détermination des débits de consommation

En appliquant les mêmes procédés et les mêmes formules présentées auparavant on a

Trouvé les résultats de calculs des débits présentées dans le tableau ci après avec :

- $Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j}$ (m^3/j). Le débit maximum journalier.
- $Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h}$ (m^3/h) Le débit maximal horaire.
- $Q_{moy,h} = Q_{max,j}/24$ (m^3/h) Le débit moyen horaire.

Tableau I. 15: Résultats de calculs des différents débits pour l'horizon (2040).

Paramètres	$Q_{moy,j}$ (m^3/j)	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$ (m^3/j)	$Q_{max,j,T}$ (m^3/j)	$Q_{moy,h}$ (m^3/h)
Agglomération	5929,04	1,2	7114,848	7179,848	299,16
Arrosage	65	1	65		

I.2.4.3 Evaluation de la consommation horaire en fonction du nombre d'habitants

Comme mentionné plus haut le nombre d'habitant de la ville de Bir kasdali de l'année

2040 sera de 28796 habitants. D'après le **tableau I.11** on a choisi pour notre cas la répartition

10001 à 50000 hab.

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

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

Tableau I. 16: Variation des débits horaires pour l'horizon (2040)

Heures	Agglomérations		Arrosage		Qmax journalier		courbe intégrale
	%	Q (m ³ /h)	%	Q (l/s)	%	Q _t (m ³ /h)	
0-1	1.5	106,72272			1.5	106,72272	1.5
1-2	1.5	106,72272			1.5	106,72272	3
2-3	1.5	177,8712			1.5	177,8712	4.5
3-4	1.5	249,01968			1.5	249,01968	6
4-5	2.5	320,16816			2.5	320,16816	8.5
5-6	3.5	391,31664			3.5	391,31664	12
6-7	4.5	444,678			4.5	444,678	16.5
7-8	5.5	444,678			5.5	444,678	22
8-9	6.25	444,678	25	16,25	6.25	460,928	28.25
9-10	6.25	444,678	25	16,25	6.25	460,928	34.5
10-11	6.25	355,7424			6.25	355,7424	40.75
11-12	6.25	355,7424			6.25	355,7424	47
12-13	5	391,31664			5	391,31664	52
13-14	5	426,89088			5	426,89088	57
14-15	5.5	426,89088			5.5	426,89088	62.5
15-16	6	391,31664			6	391,31664	68.5
16-17	6	355,7424	25	16,25	6	371,9924	74.5
17-18	5.5	320,16816	25	16,25	5.5	336,4181	80
18-19	5	284,59392			5	284,59392	85
19-20	4.5	213,44544			4.5	213,44544	89.5
20-21	4	142,29696			4	142,29696	93.5
21-22	3	106,72272			3	106,72272	96.5
22-23	2	106,72272			2	106,72272	98.5
23-24	1.5	106,72272			1.5	106,72272	100
Total	100	7114,848	100	65	100	7179,848	

Les résultats obtenus nous permettent de tracer les graphiques de la consommation totale et de la courbe cumulée (Figs. I.3 et I.4).

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

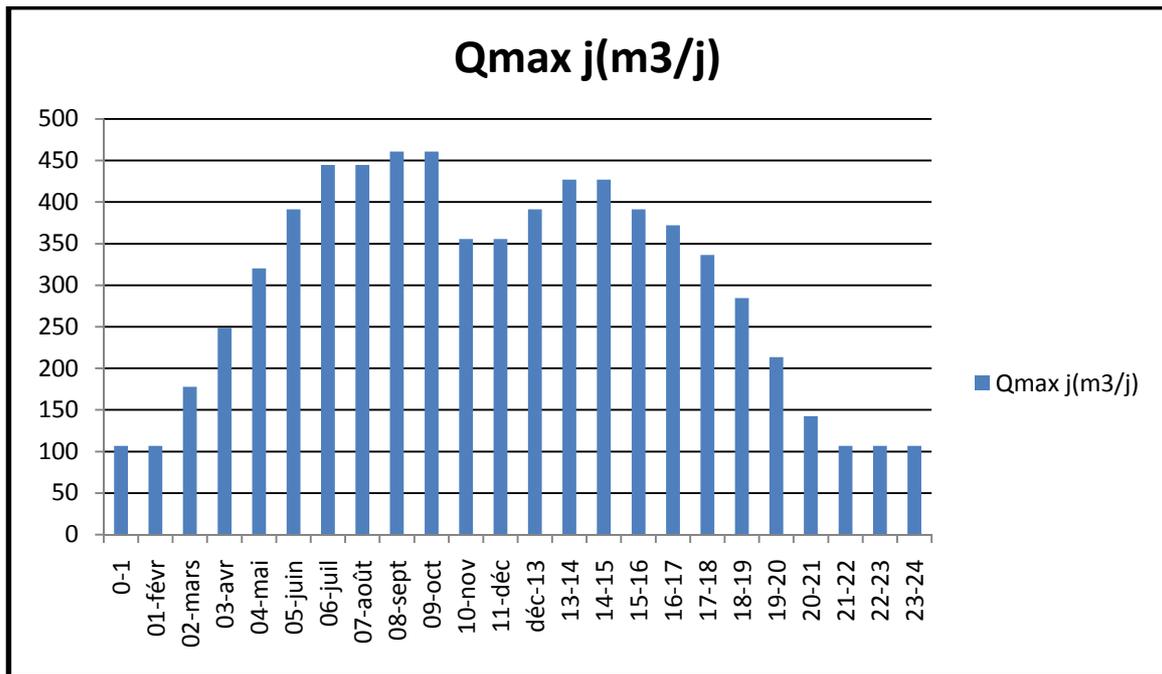


Figure I.4 : Histogramme de consommation pour l'horizon 2040

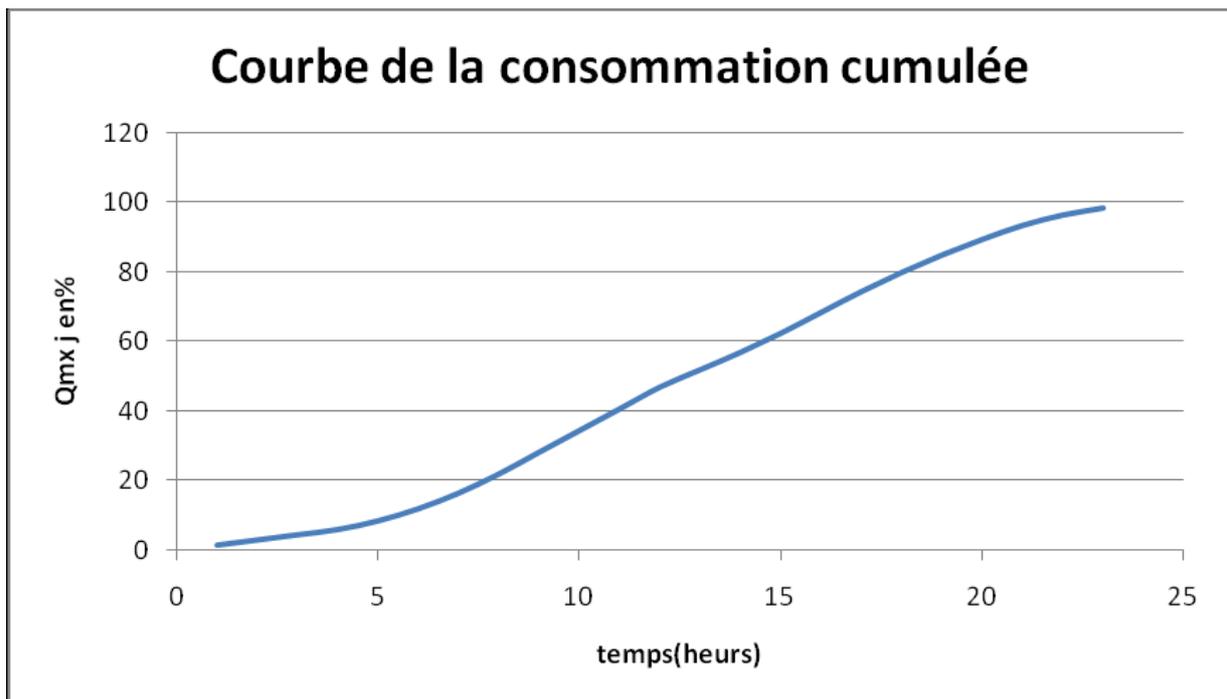


Figure I.5 : Graphique de consommation pour l'horizon 2040

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

$$Q_{\max,h} = 460,928 \text{ m}^3/\text{h} = 128.03 \text{ l/s}$$

Chapitre I : Présentation du site et estimation des besoins

Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté les différentes caractéristiques de notre zone d'étude et conditions hydrauliques disponibles et aussi on a abordé une analyse sur le développement démographique de la zone d'étude ou on a déterminé une population totale de 16727 habitants à l'horizon 2040.

L'étude de variation de la consommation indique un débit maximal journalier d'une valeur de 7179,848 m³/j pour le même horizon (2040).

Il en résulte de cette étude d'estimation des besoins en eau que les besoins futures (Horizon de l'étude) seront largement dépassés par rapport aux ressources mobilisées.

Chapitre II :
Réservoirs

Chapitre II : Réservoirs

II.1 Introduction

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

La commune de Bir kasdali va prendre en charge un développement futur, donc le but de ce chapitre est de déterminer le volume de stockage nécessaire actuellement et à l'horizon de telle façon a assuré le meilleur fonctionnement du réseau.

II.2 Fonctions des réservoirs

II.2.1 Fonctions techniques des réservoirs

Les différentes fonctions d'un réservoir partant 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 soit 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.

II.2.2 Fonctions économiques

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

II.3 Classification des réservoirs.

Parmi les classifications des réservoirs nous distinguons les cuves :

- ✓ Enterrés.
- ✓ Semi enterrés.
- ✓ Surélevés.

D'après leurs formes, ils peuvent être :

- ✓ Circulaires.
- ✓ Carrés.

D'après la topographie de notre agglomération tous les réservoirs existants sont de type semi-enterré

II.4 Emplacement des réservoirs.

L'emplacement des réservoirs pose souvent un problème topographique. Aussi, on doit Toujours tenir compte des considérations suivantes :

- ✓ Pour des raisons d'économie, il est préférable que le remplissage de tout les réservoirs se fasse par refoulement a partir d'un champ de captage vers la station

Chapitre II : Réservoirs

de pompage de Bir kasdali en passant par la station de reprise d'Ain Bidha vers un réservoir de 1000m³.

- ✓ 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.

II.5 Détermination de volume des réservoirs.

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

- ✓ Méthode analytique.
- ✓ Méthode graphique.

II.5.1 Méthode analytique [1]

La méthode analytique consiste à calculer pour chaque heure de la journée, le résidu dans le réservoir afin de déterminer son volume qui sera donné par la formule II-1 :

$$V_r = \frac{a \cdot Q_{max,j}}{100} \quad (\text{II-1})$$

V_r : capacité de régularité du réservoir (m³).

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

$Q_{max,j}$: La consommation maximale journalière (m³/j).

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

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

V_t : capacité totale du réservoir (m³).

V_{inc} : volume d'incendie estimé à 120 m³.

II.5.2 Méthode graphique [1]

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

Chapitre II : Réservoirs

$$R_{\max} = [V^+] + [V^-] (\%) \quad (\text{II-3})$$

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

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

Dont le volume total sera :

$$V_t = V_r + V_{inc} (m^3) \quad (\text{II-5})$$

II.6 Détermination de la capacité du stockage [3].

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. A 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 a utilisé la méthode analytique.

Chapitre II : Réservoirs

Tableau II. 1: Détermination de la capacité du stockage à l'état actuel

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
0-1	1.5	4.17	2.67		2.67
1-2	1.5	4.17	2.67		5.34
2-3	1.5	4.17	2.67		8.01
3-4	1.5	4.17	2.67		10.68
4-5	2.5	4.17	1.67		12.35
5-6	3.5	4.17	0.67		13.02
6-7	4.5	4.17		0.33	12.69
7-8	5.5	4.17		1.33	11.36
8-9	6.25	4.17		2.08	9.28
9-10	6.25	4.17		2.08	7.2
10-11	6.25	4.17		2.08	5.12
11-12	6.25	4.17		2.08	3.04
14-15	5	4.17		0.83	2.21
12-13	5	4.17		0.83	1.38
13-14	5.5	4.17		1.33	0.05
15-16	6	4.17		1.83	-1.78
16-17	6	4.17		1.83	-3.61
17-18	5.5	4.17		1.33	-4.94
18-19	5	4.17		0.83	-5.77
19-20	4.5	4.17		0.33	-6.1
20-21	4	4.15	0.15		-5.95
21-22	3	4.15	1.15		-4.8
22-23	2	4.15	2.15		-2.65
23-24	1.5	4.15	2.65		0
Totale	100	100	19.12	19.12	

Tableau II. 2: Résultat du calcul du volume total du stockage à l'état actuel (2018).

Paramètres	Qmax, j (m ³ /j)	a (%)	Vr (m ³)	Vinc (m ³)	Vt (m ³)
Résultats	3262,82	19,12	619,93	2*120	859,93

Après la normalisation du volume totale du réservoir on a trouvé que la capacité du stockage nécessaire actuellement est de 900 m³.

Chapitre II : Réservoirs

Tableau II. 3: Détermination de la capacité du réservoir à l'horizon(2040).

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
0-1	1.5	4.17	2.67		2.67
1-2	1.5	4.17	2.67		5.34
2-3	1.5	4.17	2.67		8.01
3-4	1.5	4.17	2.67		10.68
4-5	2.5	4.17	1.67		12.35
5-6	3.5	4.17	0.67		13.02
6-7	4.5	4.17		0.33	12.69
7-8	5.5	4.17		1.33	11.36
8-9	6.25	4.17		2.08	9.28
9-10	6.25	4.17		2.08	7.2
10-11	6.25	4.17		2.08	5.12
11-12	6.25	4.17		2.08	3.04
14-15	5	4.17		0.83	2.21
12-13	5	4.17		0.83	1.38
13-14	5.5	4.17		1.33	0.05
15-16	6	4.17		1.83	-1.78
16-17	6	4.17		1.83	-3.61
17-18	5.5	4.17		1.33	-4.94
18-19	5	4.17		0.83	-5.77
19-20	4.5	4.17		0.33	-6.1
20-21	4	4.17	0.15		-5.95
21-22	3	4.17	1.15		-4.8
22-23	2	4.17	2.15		-2.65
23-24	1.5	4.17	2.65		0
Totale	100	100	19.12	19.12	

Tableau II. 4: Calcul du volume total du stockage à l'horizon (2040).

Paramètres	Qmax, j (m ³ /j)	a (%)	Vu (m ³)	Vinc (m ³)	Vt (m ³)
Résultats	7179,848	19.12	1364,17	2*120	1604,17

Après la normalisation du volume totale du réservoir on a trouvé que la capacité du Stockage nécessaire à l'horizon 2040est de 1700 m³.

Chapitre II : Réservoirs

II.7 Bilan du stockage.

On a établi un bilan entre la capacité du stockage en eau potable disponible dans la ville de Bir kasdali et celle du stockage nécessaire à court terme et à long terme, comme montre le tableau suivant :

Tableau II. 5: Bilan du stockage.

Année	Stockage nécessaire (m3)	Stockage disponible (m ³)	Déficit (m ³)	surplus (m ³)
2018	900	1250	-	350
2040	1700		450	-

On a trouvé que la capacité existante est insuffisante pour satisfaire les besoins de notre agglomération à long terme, donc il faut projeter un réservoir de capacité 500m³.

II.8 Dimensionnement de réservoir (diamètre, hauteur et surface)

✓ Forme des réservoirs :

On opte pour la forme circulaire puisque le volume est inférieur à 10000 m³. La hauteur de l'eau dans la cuve est comprise entre 3 et 6 m en moyenne, toutefois, les réservoirs de grande capacité des agglomérations importante peuvent présenter des hauteurs d'eau comprise entre 3 et 5 m.

✓ Diamètre D de la cuve :

On calcule le diamètre de la cuve moyennant la formule

$$S = \frac{Vn}{h} \Rightarrow \frac{\pi * D^2}{4} = \frac{Vn}{h} \Rightarrow D = \sqrt{\frac{4 * Vn}{h\pi}} \quad (\text{II-6})$$

V_n : Capacité normalisée du réservoir (m³) ;

S : Section du réservoir (m²) ;

D : Diamètre de la cuve (m) ;

h : Hauteur utile optimale d'eau (m), 3 < h < 6 m.

Donc la hauteur que nous avons optés est : h=5m.

Chapitre II : Réservoirs

✓ Réévaluation de la hauteur d'eau h

On calcule le diamètre de la cuve moyennant la formule

$$h = \frac{4 \cdot V_n}{\pi \cdot D^2} \quad (\text{II-7})$$

✓ Section de la cuve

On calcule la section de la cuve moyennant la formule

$$AN : S = \frac{V_n}{h}$$

✓ Hauteur totale H du réservoir

On calcule la hauteur du réservoir moyennant la formule

$$H = h + R \quad (\text{II-8})$$

Avec :

H : Hauteur totale du réservoir (m).

h : Hauteur d'eau (m).

R : Revanche (m).

✓ La hauteur de la réserve d'incendie

On calcule la hauteur de la réserve d'incendie moyennant la formule

$$AN : h_{inc} = \frac{V_{inc}}{S} \quad (\text{II-9})$$

Les dimensions de réservoir terminal sont portées dans le tableau III-6 :

Tableau II. 6: Tableau donnant les dimensions de réservoir projeté

Type	Volume en (m ³)	D (m)	S (m ²)	h (m)	h _{inc}	R (m)
Projeté	500	11,28	100	5	2,4	0,35

II.9 Comparaison entre les ressources et les besoins.

Dans le but de connaître si le débit fourni par les forages existants satisfait les besoins calculés ou non, il faut comparer entre les besoins et le débit disponible, et voir est ce qu'il y a un excès ou bien un déficit du débit. Comme nous avons déjà dit (dans le chapitre N°I), la ville de Bir kasdali dispose de deux (2) forages donnant un débit actuel total de **24** l/s et 2 forages non équipés, qui ont fournis un débit de 17 l/s, on suppose comme hypothèse que le débit des

Chapitre II : Réservoirs

ressources reste constant à l'horizon 2040 et on fait la comparaison présentée dans le tableau II ;7

Tableau II. 7: Bilan Ressources – Besoins.

Horizon	Besoins journaliers de pointe (m ³ /j)	capacité des ressources (m ³ /j)	Déficit (m ³ /j)	Surplus (m ³ /j)
2018	3262,82	3542,4	-	279,58
2040	7179,848		3637,448	

Donc les besoins sont suffisante actuel, mais a l'horizon 2040 il y'a un déficit de 421/s.

II.10 Les équipements du réservoir [1]

Pour permettre leur exploitation les réservoirs sont munis de plusieurs conduites, organes et accessoires .Chacun d'eux est équipé entre autre de:

II.10.1 Conduite d'arrivée ou d'alimentation

La conduite d'adduction a son débouché dans le réservoir et doit pouvoir s'obturer quant l'eau atteint dans la cuve son niveau maximal, Obturation par robinet-flotteur si l'adduction est gravitaire ou dispositif permettant l'arrêt du moteur si l'adduction s'effectue par refoulement. Cette conduite peut être installée de plusieurs manières:

II.10.1.1 Par sur verse

Soit avec chute libre soit en plongeant la conduite de façon à ce que son extrémité soit toujours noyée, le premier cas provoque une oxygénation de l'eau mais il libère facilement le gaz carbonique dissous et par suite il favorise l'entartrage du réservoir et des conduites

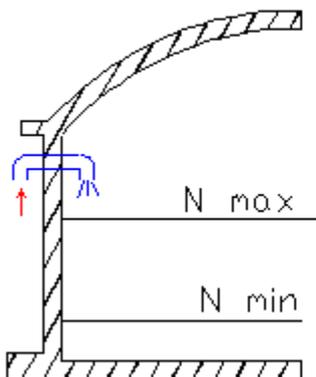


Figure II.1:Arrivée par sur verse
(Chute libre)

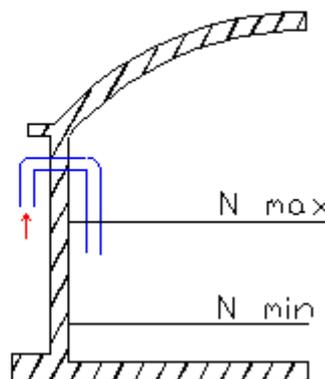


Figure II.2:Arrivée par su verse (Noyée)

II.10.1.2 Par dessous

Soit par le bas à travers les parois du réservoir soit par le fond à travers le radier.

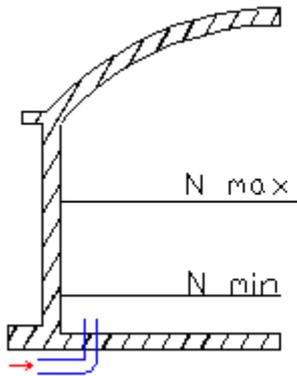


Figure II.3: Arrivée par dessous

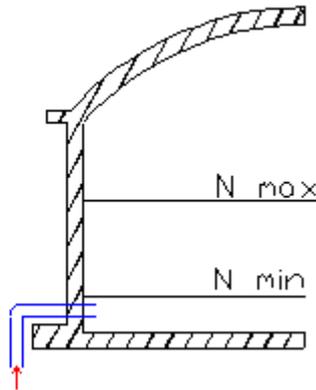


Figure II.4: Arrivée par-dessous (par le bas)

(Par le fond)

II.10.2 Conduite de départ ou de distribution

Le départ de la conduite de distribution s'effectue à 0.15 ou 0.2m au-dessus du radier en vue d'éviter d'introduire dans la distribution des boues ou des sables qui éventuellement pourrait se décompter dans la cuve.

On réserve au minimum 0.5m au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite en cas d'abaissement maximal du plan d'eau. L'extrémité de la conduite est munie d'une grille ou crépine courbée pour éviter le phénomène de vortex.

En cas de rupture de la conduite de distribution et dans l'hypothèse d'un grand réservoir, il faut avoir la possibilité de l'isoler rapidement pour éviter les pertes d'eau en cas de cassure de la conduite de distribution. Il pourra être envisagé de rendre automatique la fermeture du robinet en utilisant une vanne-papillon qui se met en marche dès qu'une surtension se manifestera dans la conduite.

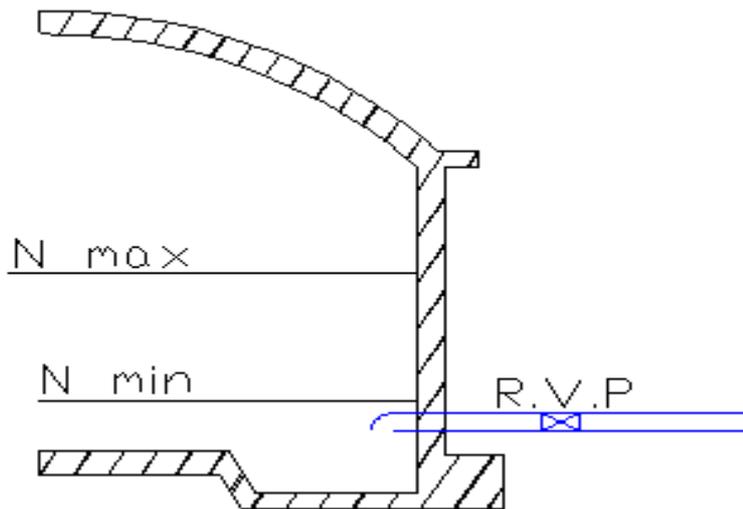


Figure II.5: Conduite de départ

II.10.3 Conduite de trop-plein

Cette conduite devra pouvoir évacuer la totalité du débit Q arrivant au réservoir. Elle ne comportera pas de robinet sur son parcours. Sa section transversale sera disposée selon un plan horizontal situé à une distance h au dessous du niveau maximal susceptible d'être atteint dans la cuve.

La canalisation de trop-plein débouchera à un exutoire, mais on peut craindre par cet exutoire une pollution ou une introduction d'animaux ou de moustiques qui pourraient ainsi pénétrer dans le réservoir, ainsi ménage-t-on un joint hydraulique constitué par un siphon qui maintient en eau le tronçon.

Si le réservoir est compartimenté chaque cuve doit avoir une conduite de trop-plein.

II.10.4 Conduite de vidange

La conduite de vidange placée au point bas du réservoir permet une décharge complète vers l'égout pour permettre l'inspection et le nettoyage du réservoir, ainsi que d'éventuelles réparations. Elle part du point bas du réservoir et se raccorde sur la canalisation de trop-plein. Elle comporte un robinet vanne qui doit être nettoyé après chaque vidange pour éviter le dépôt de sable (difficulté de manœuvre). Un dispositif de clapet de nez doit être installé sur les canalisations de trop-plein et de vidange afin de protéger le réservoir d'éventuelle contamination. Des détecteurs de niveau peuvent être installés dans le réservoir pour signaler les niveaux critiques, le niveau de débordement et le niveau bas notamment pour la protection des pompes.

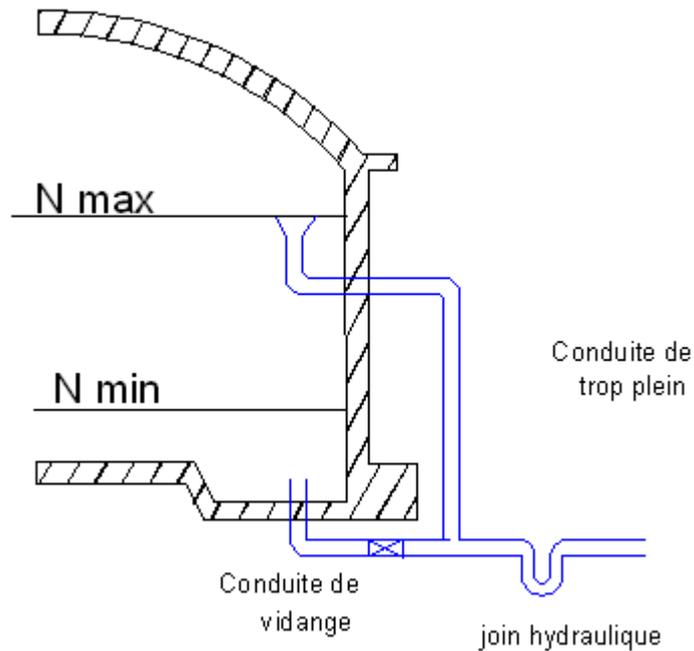


Figure II.6 : Conduite de vidange et de trop plein

II.10.5 Conduite by-pass

En cas d'indisponibilité de nettoyage ou réparation si le réservoir n'est pas compartimenté il est bon de prévoir une communication entre les deux conduites (adduction et distribution).

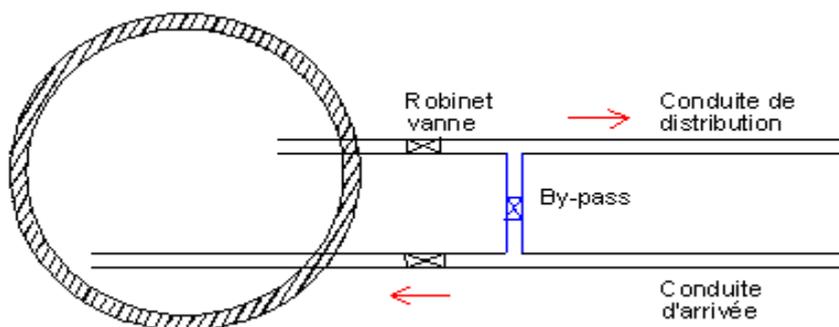


Figure II.7: Conduite by-pass

II.10.6 Matérialisation de la réserve d'incendie

Quand la surveillance du plan d'eau dans le réservoir ne peut être assurée par du personnel à demeure, ce qui est le cas pour les installations automatiques, il importe que des dispositions soient prises en vue d'éviter dans le cas d'un soutirage intensif que la réserve d'incendie ne puisse passer dans la distribution. Nous distinguons deux types de systèmes : le système à deux prises et le système à siphon.

Chapitre II : Réservoirs

Dans le système à deux prises on remarque une tranche d'eau morte qui ne se renouvelle pas contrairement au système à siphon qui se désamorçe grâce à un évènement ouvert à l'air libre et la réserve ne serait pas entamée en cas de sinistre.

II.10. 7 Système automatisé

Un système automatisé sera placé et aura pour rôle de se déclencher au moment où le niveau d'eau atteint la limite voulue

II.11 Traversée des conduites dans les parois de la cuve.

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

- ✓ 1^{er} cas : La traversée peut être faite avec un manchon à bout lisse raccordé la conduite Extérieure au moyen d'un joint de type Gibault, en cas de tassement différentiel, le mouvement n'est pas transmis au manchon. Dans ce cas l'étanchéité est assurée par un produit bitumineux reposant sur une bague de forme de "U".
- ✓ 2^{ème} cas : La traversée peut être réalisée également par des gaines en fonte Comportant des cannelures. La gaine comporte un rétrécissement où vient s'insérer la Rondelle en caoutchouc d'étanchéité, celle-ci est coincée grâce à un écrou vissé ou Clavette.

II.12 Les joints d'étanchéité

Il faudra veiller aux traversées des conduites dans le béton de la cuve (les parois ou le radier). A cet effet, un barrage devra être effectué à l'aide d'un produit plastique recouvert de mortier de ciment.

II.13 Hygiène et sécurité [2]

Pour des raisons d'hygiène et de sécurité, les trois réservoirs sont :

- ✓ couverts pour les protéger contre les variations de températures et l'introduction de corps étrangers.
- ✓ éclairés par des ouvertures munies de plaque de verre.
- ✓ étanches et ne recevront aucun enduit susceptible d'altérer l'eau.
- ✓ doivent être aérés par des ouvertures grillées.

II.14 Conclusion

A partir de ce présent chapitre on a constaté que les forages existants sont suffisants à court terme et insuffisant à long terme, donc il y aura lieu la réalisation d'autres forages qui nécessitent une étude hydrogéologique approfondie pour pallier les manques d'eau. Les ouvrages de stockage de l'eau existants sont suffisants actuellement mais à l'horizon 2040 ne sont pas suffisant. A cet effet il faut réaliser un autre réservoir de capacité 500m³.

Chapitre III :
Dimensionnement
d'un réseau de
distribution existant

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

III.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons procéder à une simulation hydraulique du réseau de distribution avec le logiciel EPANET®, en vue de l'étudier. C'est-à-dire : déterminer les vitesses et les pressions dans le réseau à l'état actuel. Pour le calcul des dimensions du réseau, il convient de se repérer aux hypothèses les plus défavorables. Les canalisations doivent être dimensionnées à partir du débit de pointe et d'incendie avec une pression de service suffisante, pour les habitations élevées (bâtiments, etc...). Avant de lancer cette simulation, nous allons tout d'abord déterminer les débits aux nœuds et les débits de routes pour chaque tronçon.

III.2 Description du logiciel EPANET.

EPANET ® est un logiciel de modélisation hydraulique qui détermine la qualité de l'eau pour les systèmes de distribution d'eau potable, Il intègre des outils avancés de modélisation, d'optimisation et de gestion parfaite du réseau. Il aide les ingénieurs et les services publics dans l'analyse, la conception et l'optimisation des systèmes de distribution d'eau, notamment pour l'analyse de la quantité de flux disponible pour la lutte contre l'incendie, l'analyse de la concentration des constituants et la gestion de la consommation d'énergie .

III.2.1 Fonction et application

Le modèle EPANET® a pour objectif une compréhension de l'écoulement et de l'usage de l'eau dans les systèmes de distribution. Il peut être utilisé pour différents types d'application dans l'analyse des systèmes de distribution et de la recherche des stratégies alternatives pour gérer le réseau, comme :

- ✓ L'utilisation en alternance des différentes ressources du système.
- ✓ Modifier le régime de pompage ou de marnage des réservoirs.
- ✓ Préciser l'usage des stations de ré-chloration (ou autres retraitements) en réseau.
- ✓ Planifier l'entretien et le remplacement de certaines canalisations
- ✓ Analyses de qualité de l'eau et Sécurité du système.

III.3 Calcul hydraulique du réseau existant

Le système d'AEP existant dans la ville de Birkasdali est le système de distribution avec des réservoirs de tête, donc la simulation de fonctionnement du réseau de distribution se fera pour les cas les plus usuels qui sont (le cas de pointe et pointe plus incendie).

III.3.1 Détermination des débits (routes et nœuds)

La détermination des débits dans un réseau maillé s'effectue de la manière suivante :

- ✓ On détermine la longueur de chaque tronçon du réseau maillé.
- ✓ On calcule le débit en route pendant l'heure de pointe.

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

- ✓ On détermine le débit spécifique en considérant le débit en route.

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}).

III.3.1.1 Cas de pointe

➤ Débit spécifique

Il est défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau.

La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{SP} = \frac{Q_{pt}}{\sum L} \quad [\text{L/s/m}] \quad (\text{III-1})$$

- ✓ Q_{pte} : Débit de pointe, il est égal à 58 l/s ;
- ✓ Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/m) ;
- ✓ $\sum L_i$: Somme des longueurs des tronçons véhiculant un débit en route ; Avec

$$\sum L_i = 11190,53\text{m.}$$

➤ Débit en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon du réseau le débit en route est donné par la formule suivante :

$$Q_R = Q_{spi} * L_i \quad [\text{L/S}] \quad (\text{III-2})$$

- ✓ Q_R : Débit en route dans le tronçon (l/s).
- ✓ Q_{spi} : Débit spécifique (l/s/m).
- ✓ L_i : Longueur du tronçon (m).

➤ Débits aux nœuds

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

$$Q_{ni} = 0,5 * \sum Q_R + \sum Q_{conc} \quad [\text{L/S}] \quad (\text{III-3})$$

- ✓ Q_{ni} : Débit au nœud i (l/s) ;
- ✓ $\sum Q_{Ri}$: La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) ;
- ✓ $\sum Q_{conc}$: La Somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

▪ Remarque

On note que la somme des débits concentrés aux différents nœuds du réseau de distribution est nulle ($\Sigma Q_{conc}=0$).

Les résultats du calcul des débits aux nœuds en cas de pointe du réseau de distribution de sont donnés dans le tableau III-1.

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe).

N° de nœud	Conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	Σ Q _{route}	Q _{ni}																																																																																																																																																																																														
				m	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																																																																														
J-2	P-78	j-2	j-3	152,58	0,005	0.76	0.97	0.48																																																																																																																																																																																														
	P-58	j-2	j-56	40,41		0.20			J-3	P-78	j-3	j-3	152,85	0.76	3.17	1.59	P-74	j-3	j-76	187,85	0.94	P-77	j-3	j-78	294,28	1.47	J-4	P-3	j-4	j-6	82,36	0.41	0.68	0.34	P-2	j-4	j-5	53,33	0.18	J-5	P-4	j-5	j-7	82,23	0.41	1.00	0.5	P-5	j-5	j-8	36,05	0.27	P-2	j-4	j-6	82,36	0.64	J-6	P-6	j-6	j-7	53,14	0.41	1.31	0.66	P-7	j-6	j-9	127,33	0.27	P-3	j-4	j-6	82,23	0.62	J-7	P-6	j-6	j-7	53,14	0.2	1.09	0.54	P-9	j-7	j-11	124,9	0.18	P-8	j-7	j-10	39,56	0.16	J-8	P-5	j-5	j-8	36,05	0.64	0.34	0.17	P-10	j-8	j-12	31	0.04	J-9	P-7	j-6	j-9	127,33	0.2	0.67	0.34	P-11	j-9	j-13	7,61	0.25	J-10	P-8	j-7	j-10	39,56	0.62	1.28	0.64	P-12	j-10	j-12	50,61	0.21	P-14	j-10	j-15	124,41	0.62	P-13	j-10	j-14	41,56	0.21	J-11	P-9	j-7	j-11	124,9	0.62	2.03	1.01	P-15	j-13	j-11	48,84	0.24	P-16	j-11	j-16	33,95	0.17	P-17	j-11	j-17	198,01	0.99	J-12	P-10	j-8	j-12	31	0.16	0.92	0.46	P-12	j-12	j-10	50,61	0.25	P-18	j-12	j-18	102,47	0.51	J-13	P-11	j-9	j-13	7,61	0.04	1.27	0.64	P-19	j-13	j-19	197,95	0.99	P-15	j-13
J-3	P-78	j-3	j-3	152,85		0.76	3.17	1.59																																																																																																																																																																																														
	P-74	j-3	j-76	187,85		0.94																																																																																																																																																																																																
	P-77	j-3	j-78	294,28		1.47																																																																																																																																																																																																
J-4	P-3	j-4	j-6	82,36		0.41	0.68	0.34																																																																																																																																																																																														
	P-2	j-4	j-5	53,33		0.18																																																																																																																																																																																																
J-5	P-4	j-5	j-7	82,23		0.41	1.00	0.5																																																																																																																																																																																														
	P-5	j-5	j-8	36,05		0.27																																																																																																																																																																																																
	P-2	j-4	j-6	82,36		0.64																																																																																																																																																																																																
J-6	P-6	j-6	j-7	53,14		0.41	1.31	0.66																																																																																																																																																																																														
	P-7	j-6	j-9	127,33		0.27																																																																																																																																																																																																
	P-3	j-4	j-6	82,23		0.62																																																																																																																																																																																																
J-7	P-6	j-6	j-7	53,14		0.2	1.09	0.54																																																																																																																																																																																														
	P-9	j-7	j-11	124,9		0.18																																																																																																																																																																																																
	P-8	j-7	j-10	39,56		0.16																																																																																																																																																																																																
J-8	P-5	j-5	j-8	36,05		0.64	0.34	0.17																																																																																																																																																																																														
	P-10	j-8	j-12	31		0.04																																																																																																																																																																																																
J-9	P-7	j-6	j-9	127,33		0.2	0.67	0.34																																																																																																																																																																																														
	P-11	j-9	j-13	7,61		0.25																																																																																																																																																																																																
J-10	P-8	j-7	j-10	39,56		0.62	1.28	0.64																																																																																																																																																																																														
	P-12	j-10	j-12	50,61		0.21																																																																																																																																																																																																
	P-14	j-10	j-15	124,41		0.62																																																																																																																																																																																																
	P-13	j-10	j-14	41,56		0.21																																																																																																																																																																																																
J-11	P-9	j-7	j-11	124,9		0.62	2.03	1.01																																																																																																																																																																																														
	P-15	j-13	j-11	48,84		0.24																																																																																																																																																																																																
	P-16	j-11	j-16	33,95		0.17																																																																																																																																																																																																
	P-17	j-11	j-17	198,01		0.99																																																																																																																																																																																																
J-12	P-10	j-8	j-12	31	0.16	0.92	0.46																																																																																																																																																																																															
	P-12	j-12	j-10	50,61	0.25																																																																																																																																																																																																	
	P-18	j-12	j-18	102,47	0.51																																																																																																																																																																																																	
J-13	P-11	j-9	j-13	7,61	0.04	1.27	0.64																																																																																																																																																																																															
	P-19	j-13	j-19	197,95	0.99																																																																																																																																																																																																	
	P-15	j-13	j-11	48,84	0.24																																																																																																																																																																																																	

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	Q _{route}	l/s
J-14	P-13	J-10	J-14	41,56	0,005	0,21	1,13	0,57
	P-20	J-14	J-20	124,48		0,62		
	P-21	J-14	J-21	60,29		0,30		
J-15	P-14	J-10	J-15	124,41		0,62	0,87	0,43
	P-22	J-15	J-20	44,97		0,22		
	P-101	J-16	J-15	4,43		0,02		
J-16	P-16	J-11	J-16	33,95		0,17	1,18	0,59
	P-101	J-16	J-15	4,43		0,02		
	P-23	J-16	J-22	198,6		0,99		
J-17	p-24	J-17	J-22	31		0,16	1,38	0,69
	P-25	J-19	J-17	46,08		0,23		
	P-17	J-11	J-17	198,01		0,99		
J-18	P-27	J-18	J-23	97,97		0,49	1,24	0,62
	P-18	J-12	J-18	102,47		0,51		
	P-26	J-18	J-21	47,82		0,24		
J-19	P-19	J-18	J-23	197,95		0,99	1,22	0,61
	P-25	J-19	J-17	46,08		0,23		
J-20	P-20	J-14	J-20	124,48		0,62	0,85	0,42
	P-22	J-15	J-20	44,97		0,22		
J-21	P-110	J-21	J-67	150,03		0,75	1,78	0,89
	P-26	J-18	J-21	47,82		0,24		
	P-21	J-14	J-21	60,29		0,30		
	P-29	J-21	J-24	98,27		0,49		
J-22	P-23	J-16	J-22	198,6		0,99	1,15	0,57
	P-24	J-17	J-22	31		0,16		
J-23	P-27	J-18	J-23	97,97		0,49	0,72	0,36
	P-28	J-23	J-24	46,67	0,23			
J-24	P-28	J-23	J-24	46,67	0,23	0,72	0,36	
	P-29	J-21	J-24	98,27	0,49			
J-25	P-31	J-25	J-26	28,54	0,14	1,59	0,79	
	P-88	J-27	J-25	289,33	1,45			
J-26	P-73	J-42	J-26	630,65	3,15	3,30	1,65	
	P-31	J-26	J-27	28,54	0,14			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite).

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	Σ Q _{route}	Q _{ni}																																																																																																																																																																																	
				m	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																																																																	
J-27	P-32	J-28	J-27	45,76	0,005	0,23	1,68	0,84																																																																																																																																																																																	
	P-88	J-25	J-27	289,33		1,45			J-28	P-34	J-28	J-29	95,32	0,48	1,00	0,50	P-35	J-28	J-30	59,7	0,30	P-32	J-28	J-27	45,76	0,23	J-29	P-37	J-29	J-32	93,05	0,47	1,26	0,63	P-36	J-29	J-31	62,65	0,31	P-34	J-28	J-29	95,32	0,48	J-30	P-38	J-30	J-31	54,84	0,27	2,21	1,10	P-109	J-30	J-35	228,85	1,14	P-96	J-78	J-30	95,32	0,48	P-35	J-30	J-28	62,65	0,31	J-31	p-38	J-32	J-33	93,32	0,47	1,20	0,60	P-36	J-29	J-31	62,65	0,31	P-39	J-31	J-33	83,8	0,42	J-32	P-40	J-32	J-34	61,99	0,31	0,78	0,39	P-37	J-29	J-32	93,05	0,47	J-33	P-39	J-33	J-31	113,46	0,57	1,57	0,78	P-41	J-35	J-33	94,33	0,47	P-42	J-33	J-36	105,52	0,53	J-34	P-40	J-32	J-34	61,99	0,31	1,61	0,81	P-44	J-34	J-38	43,89	0,22	P-43	J-34	J-37	216,38	1,08	J-35	P-90	J-35	J-79	41,39	0,21	1,25	0,62	P-41	J-35	J-33	94,33	0,47	P-109	J-30	J-35	113,85	0,57	J-36	P-42	J-33	J-36	105,52	0,53	1,46	0,73	P-45	J-39	J-36	94,23	0,47	P-84	J-36	J-37	92,76	0,46	J-37	P-84	J-36	J-37	92,76	0,46	1,74	0,87	P-46	J-37	J-40	39,06	0,20	P-43	J-34
J-28	P-34	J-28	J-29	95,32		0,48	1,00	0,50																																																																																																																																																																																	
	P-35	J-28	J-30	59,7		0,30																																																																																																																																																																																			
	P-32	J-28	J-27	45,76		0,23																																																																																																																																																																																			
J-29	P-37	J-29	J-32	93,05		0,47	1,26	0,63																																																																																																																																																																																	
	P-36	J-29	J-31	62,65		0,31																																																																																																																																																																																			
	P-34	J-28	J-29	95,32		0,48																																																																																																																																																																																			
J-30	P-38	J-30	J-31	54,84		0,27	2,21	1,10																																																																																																																																																																																	
	P-109	J-30	J-35	228,85		1,14																																																																																																																																																																																			
	P-96	J-78	J-30	95,32		0,48																																																																																																																																																																																			
	P-35	J-30	J-28	62,65		0,31																																																																																																																																																																																			
J-31	p-38	J-32	J-33	93,32		0,47	1,20	0,60																																																																																																																																																																																	
	P-36	J-29	J-31	62,65		0,31																																																																																																																																																																																			
	P-39	J-31	J-33	83,8		0,42																																																																																																																																																																																			
J-32	P-40	J-32	J-34	61,99		0,31	0,78	0,39																																																																																																																																																																																	
	P-37	J-29	J-32	93,05		0,47																																																																																																																																																																																			
J-33	P-39	J-33	J-31	113,46		0,57	1,57	0,78																																																																																																																																																																																	
	P-41	J-35	J-33	94,33		0,47																																																																																																																																																																																			
	P-42	J-33	J-36	105,52		0,53																																																																																																																																																																																			
J-34	P-40	J-32	J-34	61,99		0,31	1,61	0,81																																																																																																																																																																																	
	P-44	J-34	J-38	43,89		0,22																																																																																																																																																																																			
	P-43	J-34	J-37	216,38		1,08																																																																																																																																																																																			
J-35	P-90	J-35	J-79	41,39		0,21	1,25	0,62																																																																																																																																																																																	
	P-41	J-35	J-33	94,33		0,47																																																																																																																																																																																			
	P-109	J-30	J-35	113,85		0,57																																																																																																																																																																																			
J-36	P-42	J-33	J-36	105,52		0,53	1,46	0,73																																																																																																																																																																																	
	P-45	J-39	J-36	94,23		0,47																																																																																																																																																																																			
	P-84	J-36	J-37	92,76	0,46																																																																																																																																																																																				
J-37	P-84	J-36	J-37	92,76	0,46	1,74	0,87																																																																																																																																																																																		
	P-46	J-37	J-40	39,06	0,20																																																																																																																																																																																				
	P-43	J-34	J-37	216,18	1,08																																																																																																																																																																																				

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-38	P-44	J-34	J-38	43,89	0,005	0,22	1,30	0,65
	P-86	J-38	J-40	217		1,09		
J-39	P-89	J-79	J-39	63,99		0,32	1,57	0,79
	P-47	J-39	J-41	72,82		0,36		
	P-45	J-39	J-36	94,23		0,47		
	P-100	J-77	J-39	83,67		0,42		
J-40	p-46	J-37	J-40	39,06		0,2	1,28	0,64
	P-86	J-38	J-40	217,63		1,09		
J-41	P-97	J-41	J-76	128,6		0,64	1,68	0,84
	P-48	J-44	J-41	134,87		0,67		
	P-47	J-39	J-41	72,82		0,36		
J-42	P-92	J-42	J-80	105,48		0,53	3,94	1,97
	P-49	J-42	J-43	51		0,26		
	P-73	J-42	J-26	630,65		3,15		
J-43	P-49	J-42	J-43	52,71		0,26	1,51	0,76
	P-94	J-43	J-81	131,46		0,66		
	P-99	J-43	J-77	50,41		0,25		
	P-120	J-43	J-44	67,6		0,34		
J-44	P-120	J-43	J-44	67,6		0,34	1,35	0,68
	P-48	J-44	J-41	134,87		0,67		
	P-50	J-44	J-45	67,6		0,34		
J-45	P-51	J-48	J-45	27,26		0,14	1,16	0,58
	P-50	J-44	J-45	67,6		0,34		
	P-83	J-45	J-76	137,89		0,69		
J-46	P-98	J-76	J-46	63,5		0,32	1,14	0,57
	P-82	J-46	J-49	165,31		0,83		
J-47	P-93	J-81	J-47	79,93	0,40	1,39	0,69	
	P-119	J-47	J-49	79,54	0,40			
	P-54	J-47	J-51	78,79	0,39			
	P-53	J-50	J-47	38,97	0,19			
J-48	P-51	J-48	J-45	27,26	0,14	0,46	0,23	
	P-52	J-48	J-49	63,76	0,32			
J-49	P-1 19	J-47	J-49	79,54	0,40	1,54	0,77	
	P-52	J-48	J-49	63,76	0,32			
	P-82	J-49	J-46	165,31	0,83			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	Σ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-50	P-55	J-50	J-52	90,23	0,005	0,45	1,06	0,53
	P-91	J-80	J-50	82,16		0,41		
	P-53	J-50	J-47	38,97		0,19		
J-51	P-54	J-47	J-51	78,79		0,39	0,60	0,30
	P-56	J-51	J-52	42,18		0,21		
J-52	P-55	J-50	J-52	90,23		0,45	0,79	0,40
	P-56	J-52	J-51	42,18		0,21		
	P-118	J-68	J-52	26,14		0,13		
J-53	P-58	J-2	J-53	40,41		0,20	0,59	0,30
	P-57	J-53	J-54	77,74		0,39		
J-54	P-57	J-53	J-54	77,74		0,39	0,92	0,46
	P-72	J-54	J-55	107,03		0,54		
J-55	P-72	J-54	J-55	107,03		0,54	1,05	0,52
	P-59	J-56	J-55	102,53		0,51		
J-56	P-59	J-56	J-55	102,53		0,51	1,46	0,73
	P-60	J-56	J-57	40,11		0,20		
	P-110	J-21	J-56	150,03		0,75		
J-57	P-60	J-56	J-57	40,11		0,20	0,24	0,12
	P-61	J-57	J-58	7,15		0,04		
J-58	P-61	J-57	J-58	7,15		0,04	3,18	1,59
	P-62	J-59	J-58	147,99		0,74		
	P-79	J-58	J-61	152,62		0,76		
	P-117	J-58	J-66	329,02		1,65		
J-59	P-62	J-59	J-58	147,99		0,74	2,23	1,11
	P-63	J-59	J-60	297,4		1,49		
J-60	P-63	J-59	J-60	297,4		1,49	2,65	1,32
	P-87	J-60	J-61	231,93	1,16			
J-61	P-87	J-60	J-61	231,93	1,16	3,57	1,78	
	P-79	J-58	J-61	152,62	0,76			
	P-80	J-61	J-62	329,21	1,65			
J-62	P-80	J-61	J-62	329,21	1,65	2,40	1,20	
	P-64	J-63	J-62	98,99	0,49			
	P-65	J-62	J-64	51,69	0,26			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑Q _{rout}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-63	P-64	J-63	J-62	98,99	0,005	0,49	2,52	1,26
	P-67	J-66	J-63	37,95		0,19		
	P-66	J-65	J-63	254,66		1,27		
	P-116	J-63	J-69	113,26		0,57		
J-64	P-65	J-62	J-64	51,69		0,26	2,08	1,04
	P-81	J-64	J-68	365		1,83		
J-65	P-66	J-65	J-63	254,66		1,27	1,27	0,64
J-66	P-67	J-66	J-63	37,95		0,19	2,42	1,21
	P-112	J-66	J-82	116,14		0,58		
	P-117	J-66	J-58	329,02		1,65		
J-67	P-68	J-67	J-70	46,05		0,23	0,82	0,41
	P-115	J-84	J-67	117,36		0,59		
J-68	P-118	J-68	J-52	26,14		0,13	1,96	0,98
	P-81	J-64	J-68	365		1,83		
J-69	P-102	J-82	J-69	40,84		0,2	1,06	0,53
	P-116	J-63	J-69	113,26		0,57		
	P-69	J-69	J-71	58,81		0,29		
J-70	P-68	J-67	J-70	46,05		0,23	0,81	0,41
	P-70	J-72	J-70	116,67		0,58		
J-71	P-69	J-69	J-71	58,81		0,29	0,82	0,41
	P-71	J-71	J-72	66,09		0,33		
	P-103	J-83	J-71	39,41		0,2		
J-72	P-71	J-71	J-72	66,09		0,33	1,11	0,56
	P-70	J-72	J-70	116,67		0,58		
	P-104	J-84	J-72	39,72		0,2		
J-73	P-74	J-3	J-73	187,85	0,94	2,41	1,2	
	P-75	J-73	J-74	293,26	1,47			
J-74	P-76	J-74	J-75	63,99	0,32	1,79	0,89	
	P-75	J-73	J-74	293,26	1,47			
J-75	P-76	J-74	J-75	63,99	0,32	1,79	0,9	
	P-77	J-75	J-3	294,28	1,47			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.1 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe) (suite et fin)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑Q _{rout}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-76	P-97	J-41	J-76	71,24	0,005	0,36	1,36	0,68
	P-98	J-76	J-46	63,5		0,32		
	P-83	J-45	J76	137,89		0,69		
J-77	P-99	J-43	J-77	50,41		0,25	1,75	0,88
	P-100	J-77	J-39	83,67		0,42		
	P-108	J-78	J-77	216,38		1,08		
J-78	P-108	J-78	J-77	216,38		1,08	1,50	0,75
	P-96	J-78	J-30	83,8		0,42		
J-79	P-89	J-79	J-39	63,99		0,32	1,00	0,50
	P-90	J-35	J-79	41,39		0,21		
	P-41	J-35	J-33	94,33		0,47		
J-80	P-91	J-80	J-50	82,16		0,41	1,13	0,57
	P-92	J-42	J-80	105,48		0,53		
	P-95	J-80	J-81	38,93		0,19		
J-81	P-95	J-80	J-81	38,93		0,19	1,25	0,63
	P-93	J-81	J-47	79,93		0,40		
	P-94	J-43	J-81	131,46		0,66		
J-82	P-102	J-82	J-69	40,84		0,20	1,07	0,54
	P-112	J-66	J-82	116,14		0,58		
	P-113	J-82	J-83	57,14		0,29		
J-83	P-113	J-82	J-83	57,14		0,29	0,82	0,41
	P-114	J-83	J-84	66,75	0,33			
	P-103	J-83	J-71	39,49	0,20			

III.3.1.2 Cas de pointe + incendie

➤ Débit spécifique

La formule de calcul du débit spécifique est donnée comme suit :

$$Q_{sp} = \frac{Q_{pte}}{\sum L} \quad [L/s/ml] \quad (III-4)$$

- ✓ Q_{pte} : débit de pointe, il est égal à 58 l/s+17l/s=75l/s
- ✓ Q_{sp} : débit spécifique (l/s/m).
- ✓ ∑ Li : Somme des longueurs des tronçons véhiculant un débit en route ; Avec

$$\sum Li = 11190,53m$$

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	Q _{route}	l/s
J-1	P-1	J-1	R-1	404,36	0,007	2,83	3,20	1,60
	P-106	J-1	J-4	53,33		0,37		
J-2	p-78	J-2	J-3	152,85		1,07	1,35	0,68
	P-58	J-2	J-56	40,41		0,28		
J-3	P-78	J-2	J-3	152,85		1,07	4,44	2,22
	P-74	J-3	J-76	187,85		1,31		
	P-77	J-3	J-78	294,28		2,06		
J-4	P-3	J-4	J-6	82,36		0,58	0,95	0,47
	P-2	J-4	J-5	53,33		0,37		
J-5	P-4	J-5	J-7	82,23		0,58	1,40	0,70
	P-5	J-5	J-8	36,05		0,25		
	P-2	J-4	J-6	82,36		0,58		
J-6	P-6	J-6	J-7	53,14		0,37	1,84	0,92
	P-7	J-6	J-9	127,33		0,89		
	P-3	J-4	J-6	82,23		0,58		
J-7	P-6	J-6	J-7	53,14		0,37	1,52	0,76
	P-9	J-7	J-11	124,9		0,87		
	P-8	J-7	J-10	39,56		0,28		
J-8	P-5	J-5	J-8	36,05		0,25	0,47	0,23
	P-10	J-8	J-12	31		0,22		
J-9	P-7	J-6	J-9	127,33		0,89	0,94	0,47
	P-11	J-9	J-13	7,61		0,05		
J-10	P-8	J-7	J-10	39,56		0,28	1,79	0,90
	P-12	J-10	J-12	50,61		0,35		
	P-14	J-10	J-15	124,41		0,87		
	P-13	J-10	J-14	41,56		0,29		
J-11	P-9	J-7	J-11	124,9	0,87	2,84	1,42	
	P-15	J-13	J-11	48,84	0,34			
	P-16	J-11	J-16	33,95	0,24			
	P-17	J-11	J-17	198,01	1,39			
J-12	P-10	J-8	J-12	31	0,22	1,29	0,64	
	P-12	J-12	J-10	50,61	0,35			
	P-18	J-12	J-18	102,47	0,72			
J-13	P-11	J-9	J-13	7,61	0,05	1,78	0,89	
	P-19	J-13	J-19	197,95	1,39			
	P-15	J-13	J-11	48,84	0,34			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-14	P-13	J-10	J-14	41,56	0,007	0,29	1,58	0,79
	P-20	J-14	J-20	124,48		0,87		
	P-21	J-14	J-21	60,29		0,42		
J-15	P-14	J-10	J-15	124,41		0,87	1,22	0,61
	P-22	J-15	J-20	44,97		0,31		
	P-101	J-16	J-15	4,43		0,03		
J-16	P-16	J-11	J-16	33,95		0,24	1,66	0,83
	P-101	J-16	J-15	4,43		0,03		
	P-23	J-16	J-22	198,6		1,39		
J-17	p-24	J-17	J-22	31		0,22	1,93	0,96
	P-25	J-19	J-17	46,08		0,32		
	P-17	J-11	J-17	198,01		1,39		
J-18	P-27	J-18	J-23	97,97		0,69	1,74	0,87
	P-18	J-12	J-18	102,47		0,72		
	P-26	J-18	J-21	47,82		0,33		
J-19	P-19	J-18	J-23	197,95		1,39	1,71	0,85
	P-25	J-19	J-17	46,08		0,32		
J-20	P-20	J-14	J-20	124,48		0,87	1,19	0,59
	P-22	J-15	J-20	44,97		0,31		
J-21	P-110	J-21	J-67	150,03		1,05	2,49	1,25
	P-26	J-18	J-21	47,82		0,33		
	P-21	J-14	J-21	60,29		0,42		
	P-29	J-21	J-24	98,27		0,69		
J-22	P-23	J-16	J-22	198,6		1,39	1,61	0,80
	P-24	J-17	J-22	31		0,22		
J-23	P-27	J-18	J-23	97,97		0,69	1,01	0,51
	P-28	J-23	J-24	46,67	0,33			
J-24	P-28	J-23	J-24	46,67	0,33	1,01	0,51	
	P-29	J-21	J-24	98,27	0,69			
J-25	P-31	J-25	J-26	28,54	0,20	2,23	1,11	
	P-88	J-27	J-25	289,33	2,03			
J-26	P-73	J-42	J-26	630,65	4,41	4,61	2,31	
	P-31	J-26	J-27	28,54	0,20			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}																																																																																																																																																																																	
				m	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																																																																	
J-27	P-32	J-28	J-27	45,76	0,007	0,32	2,35	1,17																																																																																																																																																																																	
	P-88	J-25	J-27	289,33		2,03			J-28	P-34	J-28	J-29	95,32	0,67	1,41	0,70	P-35	J-28	J-30	59,7	0,42	P-32	J-28	J-27	45,76	0,32	J-29	P-37	J-29	J-32	93,05	0,65	1,76	0,88	P-36	J-29	J-31	62,65	0,44	P-34	J-28	J-29	95,32	0,67	J-30	P-38	J-30	J-31	54,84	0,38	3,09	1,55	P-109	J-30	J-35	228,85	1,60	P-96	J-78	J-30	95,32	0,67	P-35	J-30	J-28	62,65	0,44	J-31	p-38	J-32	J-33	93,32	0,65	1,68	0,84	P-36	J-29	J-31	62,65	0,44	P-39	J-31	J-33	83,8	0,59	J-32	P-40	J-32	J-34	61,99	0,43	1,09	0,54	P-37	J-29	J-32	93,05	0,65	J-33	P-39	J-33	J-31	113,46	0,79	2,19	1,10	P-41	J-35	J-33	94,33	0,66	P-42	J-33	J-36	105,52	0,74	J-34	P-40	J-32	J-34	61,99	0,43	2,26	1,13	P-44	J-34	J-38	43,89	0,31	P-43	J-34	J-37	216,38	1,51	J-35	P-90	J-35	J-79	41,39	0,29	1,75	0,87	P-41	J-35	J-33	94,33	0,66	P-109	J-30	J-35	113,85	0,80	J-36	P-42	J-33	J-36	105,52	0,74	2,05	1,02	P-45	J-39	J-36	94,23	0,66	P-84	J-36	J-37	92,76	0,65	J-37	P-84	J-36	J-37	92,76	0,65	2,436	1,218	P-46	J-37	J-40	39,06	0,27	P-43	J-34
J-28	P-34	J-28	J-29	95,32		0,67	1,41	0,70																																																																																																																																																																																	
	P-35	J-28	J-30	59,7		0,42																																																																																																																																																																																			
	P-32	J-28	J-27	45,76		0,32																																																																																																																																																																																			
J-29	P-37	J-29	J-32	93,05		0,65	1,76	0,88																																																																																																																																																																																	
	P-36	J-29	J-31	62,65		0,44																																																																																																																																																																																			
	P-34	J-28	J-29	95,32		0,67																																																																																																																																																																																			
J-30	P-38	J-30	J-31	54,84		0,38	3,09	1,55																																																																																																																																																																																	
	P-109	J-30	J-35	228,85		1,60																																																																																																																																																																																			
	P-96	J-78	J-30	95,32		0,67																																																																																																																																																																																			
	P-35	J-30	J-28	62,65		0,44																																																																																																																																																																																			
J-31	p-38	J-32	J-33	93,32		0,65	1,68	0,84																																																																																																																																																																																	
	P-36	J-29	J-31	62,65		0,44																																																																																																																																																																																			
	P-39	J-31	J-33	83,8		0,59																																																																																																																																																																																			
J-32	P-40	J-32	J-34	61,99		0,43	1,09	0,54																																																																																																																																																																																	
	P-37	J-29	J-32	93,05		0,65																																																																																																																																																																																			
J-33	P-39	J-33	J-31	113,46		0,79	2,19	1,10																																																																																																																																																																																	
	P-41	J-35	J-33	94,33		0,66																																																																																																																																																																																			
	P-42	J-33	J-36	105,52		0,74																																																																																																																																																																																			
J-34	P-40	J-32	J-34	61,99	0,43	2,26	1,13																																																																																																																																																																																		
	P-44	J-34	J-38	43,89	0,31																																																																																																																																																																																				
	P-43	J-34	J-37	216,38	1,51																																																																																																																																																																																				
J-35	P-90	J-35	J-79	41,39	0,29	1,75	0,87																																																																																																																																																																																		
	P-41	J-35	J-33	94,33	0,66																																																																																																																																																																																				
	P-109	J-30	J-35	113,85	0,80																																																																																																																																																																																				
J-36	P-42	J-33	J-36	105,52	0,74	2,05	1,02																																																																																																																																																																																		
	P-45	J-39	J-36	94,23	0,66																																																																																																																																																																																				
	P-84	J-36	J-37	92,76	0,65																																																																																																																																																																																				
J-37	P-84	J-36	J-37	92,76	0,65	2,436	1,218																																																																																																																																																																																		
	P-46	J-37	J-40	39,06	0,27																																																																																																																																																																																				
	P-43	J-34	J-37	216,18	1,51																																																																																																																																																																																				

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite)

N° de nœud	conduit	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-38	P-44	J-34	J-38	43,89	0,007	0,31	1,83	0,91
	P-86	J-38	J-40	217		1,52		
J-39	P-89	J-79	J-39	63,99		0,45	2,20	1,10
	P-47	J-39	J-41	72,82		0,51		
	P-45	J-39	J-36	94,23		0,66		
J-40	P-100	J-77	J-39	83,67		0,59	1,80	0,90
	P-46	J-37	J-40	39,06		0,27		
J-41	P-86	J-38	J-40	217,63		1,52	2,35	1,18
	P-97	J-41	J-76	128,6		0,90		
	P-48	J-44	J-41	134,87		0,94		
J-42	P-47	J-39	J-41	72,82		0,51	5,51	2,75
	P-92	J-42	J-80	105,48		0,74		
	P-49	J-42	J-43	51		0,36		
J-43	P-73	J-42	J-26	630,65		4,41	2,12	1,06
	P-49	J-42	J-43	52,71		0,37		
	P-94	J-43	J-81	131,46		0,92		
	P-99	J-43	J-77	50,41		0,35		
J-44	P-120	J-43	J-44	67,6		0,47	1,89	0,95
	P-48	J-44	J-41	134,87		0,94		
	P-50	J-44	J-45	67,6		0,47		
J-45	P-51	J-48	J-45	27,26		0,19	1,63	0,81
	P-50	J-44	J-45	67,6		0,47		
J-46	P-83	J-45	J-76	137,89		0,97	1,60	0,80
	P-98	J-76	J-46	63,5		0,44		
J-47	P-82	J-46	J-49	165,31	1,16	1,94	0,97	
	P-93	J-81	J-47	79,93	0,56			
	P-119	J-47	J-49	79,54	0,56			
	P-54	J-47	J-51	78,79	0,55			
J-48	P-53	J-50	J-47	38,97	0,27	0,64	0,32	
	P-51	J-48	J-45	27,26	0,19			
J-49	P-52	J-48	J-49	63,76	0,45	2,16	1,08	
	P-119	J-47	J-49	79,54	0,56			
	P-82	J-49	J-46	165,31	1,16			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite)

N° de nœud	conduite	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-50	P-55	J-50	J-52	90,23	0,007	0,63	1,48	0,74
	P-91	J-80	J-50	82,16		0,58		
	P-53	J-50	J-47	38,97		0,27		
J-51	P-54	J-47	J-51	78,79		0,55	0,85	0,42
	P-56	J-51	J-52	42,18		0,30		
J-52	P-55	J-50	J-52	90,23		0,63	1,11	0,55
	P-56	J-52	J-51	42,18		0,30		
	P-118	J-68	J-52	26,14		0,18		
J-53	P-58	J-2	J-53	40,41		0,28	0,83	0,41
	P-57	J-53	J-54	77,74		0,54		
J-54	P-57	J-53	J-54	77,74		0,54	1,29	0,65
	P-72	J-54	J-55	107,03		0,75		
J-55	P-72	J-54	J-55	107,03		0,75	1,47	0,73
	P-59	J-56	J-55	102,53		0,72		
J-56	P-59	J-56	J-55	102,53		0,72	2,05	1,02
	P-60	J-56	J-57	40,11		0,28		
	P-110	J-21	J-56	150,03		1,05		
J-57	P-60	J-56	J-57	40,11		0,28	0,33	0,17
	P-61	J-57	J-58	7,15		0,05		
J-58	P-61	J-57	J-58	7,15		0,05	4,46	2,23
	P-62	J-59	J-58	147,99		1,04		
	P-79	J-58	J-61	152,62		1,07		
	P-117	J-58	J-66	329,02		2,30		
J-59	P-62	J-59	J-58	147,99		1,04	3,12	1,56
	P-63	J-59	J-60	297,4	2,08			
J-60	P-63	J-59	J-60	297,4	2,08	3,71	1,85	
	P-87	J-60	J-61	231,93	1,62			
J-61	P-87	J-60	J-61	231,93	1,62	5,00	2,50	
	P-79	J-58	J-61	152,62	1,07			
	P-80	J-61	J-62	329,21	2,30			
J-62	P-80	J-61	J-62	329,21	2,30	3,36	1,68	
	P-64	J-63	J-62	98,99	0,69			
	P-65	J-62	J-64	51,69	0,36			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite)

N° de nœud	conduite	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-63	P-64	J-63	J-62	98,99	0,007	0,69	3,53	1,77
	P-67	J-66	J-63	37,95		0,27		
	P-66	J-65	J-63	254,66		1,78		
	P-116	J-63	J-69	113,26		0,79		
J-64	P-65	J-62	J-64	51,69		0,36	2,92	1,46
	P-81	J-64	J-68	365		2,56		
J-65	P-66	J-65	J-63	254,66		1,78	1,78	0,89
J-66	P-67	J-66	J-63	37,95		0,27	3,38	1,69
	P-112	J-66	J-82	116,14		0,81		
	P-117	J-66	J-58	329,02		2,30		
J-67	P-68	J-67	J-70	46,05		0,32	1,14	0,57
	P-115	J-84	J-67	117,36		0,82		
J-68	P-118	J-68	J-52	26,14		0,18	2,74	1,37
	P-81	J-64	J-68	365		2,56		
J-69	P-102	J-82	J-69	40,84		0,29	1,49	0,75
	P-116	J-63	J-69	113,26		0,79		
	P-69	J-69	J-71	58,81		0,41		
J-70	P-68	J-67	J-70	46,05		0,32	1,14	0,57
	P-70	J-72	J-70	116,67		0,82		
J-71	P-69	J-69	J-71	58,81		0,41	1,15	0,58
	P-71	J-71	J-72	66,09		0,46		
	P-103	J-83	J-71	39,41		0,28		
J-72	P-71	J-71	J-72	66,09		0,46	1,56	0,78
	P-70	J-72	J-70	116,67		0,82		
	P-104	J-84	J-72	39,72		0,28		
J-73	P-74	J-3	J-73	187,85		1,31	3,37	1,68
	P-75	J-73	J-74	293,26		2,05		
J-74	P-76	J-74	J-75	63,99		0,45	2,50	1,25
	P-75	J-73	J-74	293,26	2,05			
J-75	P-76	J-74	J-75	63,99	0,45	2,51	1,25	
	P-77	J-75	J-3	294,28	2,06			
J-76	P-97	J-41	J-76	71,24	0,50	1,91	0,95	
	P-98	J-76	J-46	63,5	0,44			
	P-83	J-45	J76	137,89	0,97			
J-77	P-99	J-43	J-77	50,41	0,35	2,45	1,23	
	P-100	J-77	J-39	83,67	0,59			
	P-108	J-78	J-77	216,38	1,51			
J-78	P-108	J-78	J-77	216,38	1,51	2,10	1,05	
	P-96	J-78	J-30	83,8	0,59			

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.2 : Calcul des débits nodaux (cas de pointe+incendie) (suite et fin)

N° de nœud	conduite	Début	Fin	Longueur	Q _{SP}	Q _{route}	∑ Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-79	P-89	J-79	J-39	63,99	0,007	0,45	1,40	0,70
	P-90	J-35	J-79	41,39		0,29		
	P-41	J-35	J-33	94,33		0,66		
J-80	P-91	J-80	J-50	82,16		0,58	1,59	0,79
	P-92	J-42	J-80	105,48		0,74		
	P-95	J-80	J-81	38,93		0,27		
J-81	P-95	J-80	J-81	38,93		0,27	1,75	0,88
	P-93	J-81	J-47	79,93		0,56		
	P-94	J-43	J-81	131,46		0,92		
J-82	P-102	J-82	J-69	40,84		0,29	1,50	0,75
	P-112	J-66	J-82	116,14		0,81		
	P-113	J-82	J-83	57,14		0,40		
J-83	P-113	J-82	J-83	57,14		0,40	1,14	0,50
	P-114	J-83	J-84	66,75		0,47		
	P-103	J-83	J-71	39,49		0,28		
J-84	P-114	J-83	J-84	66,75	0,47	1,57	0,78	
	P-115	J-84	J-67	117,36	0,82			
	P-104	J-84	J-72	39,72	0,28			

III.4 Modélisation hydraulique du réseau de distribution existant.

➤ **Formule de perte de charge utilisée**

EPANET® permet d'utiliser plusieurs équations de calcul des pertes de charges (HAZEN-Williams, DARCY-Weisbach, Chézy-Manning). Dans notre réseau, nous avons opté pour l'équation de HAZEN-Williams, dont le coefficient (CHW) est déterminé en fonction du type de matériaux utilisés selon l'équation suivante :

$$J = 10.69 \frac{\left(\frac{Q}{CHW}\right)^{1.852}}{D^{4.871}} \quad \text{(III-5)}$$

- ✓ **J** : perte de charge linéaire (m).
- ✓ **D** : diamètre de la conduite (m).
- ✓ **Q** : débit véhiculé (m³/s).
- ✓ **CHW**: coefficient de HAZEN-WILLIAMS.

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

III.5 Fichiers des résultats de simulation

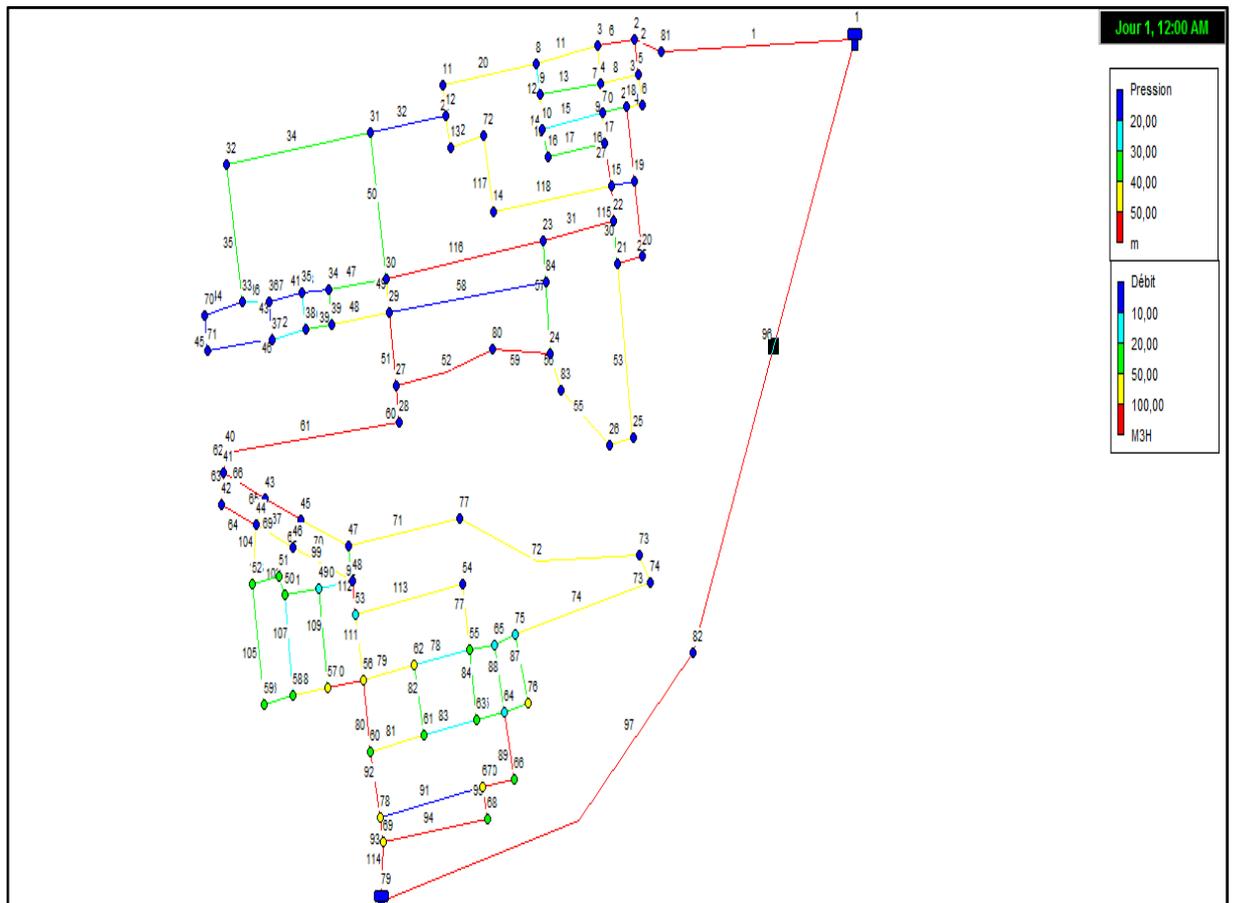


Figure III-1: Etat du réseau existant après simulation (cas de points).

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

III .5 .1 Cas de Pointe

Tableau III.3: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe).

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (l/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-1	R-3	J-1	250	29,13	0,59	404,36
P-2	J-4	J-5	120	20,78	1,84	53,33
P-3	J-4	J-6	80	8,01	1,59	82,36
P-4	J-5	J-7	80	8,21	1,63	82,23
P-5	J-5	J-8	120	12,07	1,07	36,05
P-6	J-6	J-7	40	1,82	1,45	53,14
P-7	J-6	J-9	80	5,53	1,1	127,33
P-8	J-7	J-10	63	5,8	1,86	39,56
P-9	J-7	J-11	80	3,69	0,73	124,9
P-10	J-8	J-12	63	11,9	3,82	31
P-11	J-9	J-13	80	5,19	1,03	7,61
P-12	J-12	J-10	63	6,59	2,11	50,61
P-13	J-10	J-14	90	12,53	1,97	41,56
P-14	J-15	J-10	40	0,78	0,62	124,41
P-15	J-13	J-11	63	2,6	0,83	48,84
P-16	J-11	J-16	63	4,04	1,3	33,95
P-17	J-11	J-17	80	1,24	0,35	198,01
P-18	J-12	J-18	63	4,84	1,55	102,47
P-19	J-13	J-19	80	1,95	0,39	197,95
P-20	J-20	J-14	63	3,14	1,01	124,48
P-21	J-14	J-21	90	15,1	2,37	60,55
P-22	J-15	J-20	63	3,56	1,14	9,98
P-23	J-22	J-16	80	1,32	0,6	198,6
P-24	J-17	J-22	80	1,89	0,38	31
P-25	J-19	J-17	80	1,34	0,7	46,08
P-26	J-18	J-21	40	2,22	1,76	47,82
P-27	J-18	J-23	63	2,01	0,64	97,97
P-28	J-23	J-24	63	1,65	0,53	46,67
P-29	J-24	J-21	40	1,29	1,02	98,27
P-30	J-25	J-26	125	2,82	1,14	28,54
P-31	J-28	J-27	120	4,45	0,39	45,76
P-32	J-29	J-28	90	4,6	0,72	95,32
P-33	J-30	J-28	50	0,35	1,3	59,7
P-34	J-29	J-31	90	0,59	0,72	62,65
P-35	J-32	J-29	90	5,82	0,91	93,05
P-36	J-31	J-30	63	1,71	0,55	93,32

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.3: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe) (suite)

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-37	J-33	J-31	90	1,72	0,7	113,46
P-38	J-34	J-32	90	6,21	0,98	61,99
P-39	J-33	J-35	63	1,92	0,62	94,33
P-40	J-36	J-33	90	4,43	0,7	105,52
P-41	J-37	J-34	90	3,52	0,55	216,18
P-42	J-38	J-34	90	3,5	0,55	43,89
P-43	J-36	J-39	125	16,07	1,31	94,23
P-44	J-40	J-37	160	25,61	1,27	39,06
P-45	J-39	J-41	125	6,9	0,56	72,82
P-46	J-41	J-44	90	1,89	0,7	134,87
P-47	J-43	J-42	125	4,22	0,34	51
P-48	J-44	J-45	63	0,54	1	67,6
P-49	J-45	J-48	63	0,62	1,14	27,26
P-50	J-48	J-49	50	0,39	0,54	63,76
P-51	J-47	J-50	63	0,75	0,74	38,97
P-52	J-47	J-51	90	3,01	0,47	78,79
P-53	J-50	J-52	90	3,12	0,49	90,23
P-54	J-51	J-52	90	2,71	0,43	42,18
P-55	J-54	J-53	130	5,36	0,4	77,74
P-56	J-53	J-2	130	5,06	0,38	40,41
P-57	J-56	J-55	130	6,34	0,48	102,53
P-58	J-56	J-57	160	10,65	0,53	40,11
P-59	J-57	J-58	160	10,53	0,52	7,15
P-60	J-58	J-59	90	2,1	0,33	147,99
P-61	J-59	J-60	160	0,99	0,65	297,4
P-62	J-62	J-63	160	3,6	0,98	98,99
P-63	J-64	J-62	160	3,41	0,97	51,69
P-64	J-63	J-65	63	0,64	0,41	254,66
P-65	J-66	J-63	90	0,22	0,33	37,95
P-66	J-67	J-70	75	0,11	0,43	46,05
P-67	J-69	J-71	90	1,31	0,51	58,81
P-68	J-72	J-70	63	0,3	0,71	116,67
P-69	J-71	J-72	63	0,61	0,42	66,09
P-70	J-55	J-54	130	5,82	0,44	107,03
P-71	J-26	J-42	110	1,17	0,62	630,65
P-72	J-3	J-73	120	2,07	0,58	187,85
P-73	J-73	J-74	110	0,87	0,79	293,26
P-74	J-75	J-74	50	0,02	0,91	186,37
P-75	J-3	J-75	90	0,92	0,55	294,28
P-76	J-2	J-3	160	4,58	0,33	152,85

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.3: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe) (suite et fin)

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-77	J-58	J-61	160	3,49	0,77	152,62
P-78	J-61	J-62	90	1,38	0,42	329,21
P-79	J-68	J-64	90	4,45	0,7	365
P-80	J-46	J-49	110	2,25	0,74	165,31
P-81	J-76	J-45	73	0,67	0,66	137,89
P-82	J-37	J-36	125	21,23	1,73	92,76
P-83	R-2	J-40	160	30,4	1,51	52,71
P-84	J-40	J-38	90	4,15	0,65	217,63
P-85	J-61	J-60	50	0,33	0,57	231,93
P-86	J-27	J-25	160	3,61	0,68	289,33
P-87	J-79	J-50	90	2,9	0,46	82,16
P-88	J-42	J-79	90	3,42	0,54	105,48
P-89	J-80	J-47	90	2,58	0,41	79,93
P-90	J-43	J-80	90	3,26	0,51	131,46
P-91	J-80	J-79	50	0,05	0,43	38,93
P-92	J-30	J-78	90	1,57	0,65	83,8
P-93	J-41	J-76	110	4,17	0,44	71,24
P-94	J-76	J-46	110	2,82	0,38	63,5
P-95	J-77	J-43	125	7,57	0,62	50,41
P-96	J-39	J-77	125	7,63	0,62	83,67
P-97	J-16	J-15	63	4,77	1,53	4,43
P-98	J-69	J-81	50	0,08	0,74	40,84
P-99	J-71	J-82	63	0,29	0,99	39,49
P-100	J-83	J-72	63	0,25	0,88	39,72
P-101	J-1	J-4	250	29,13	0,59	53,33
P-102	J-78	J-77	90	0,82	0,43	216,38
P-103	J-35	J-30	90	1,3	0,92	113,85
P-104	J-21	J-56	160	17,72	0,88	150,03
P-105	J-66	J-81	90	1,91	0,73	116,14
P-106	J-81	J-82	90	1,45	0,83	57,14
P-107	J-82	J-83	90	1,33	0,31	66,75
P-108	J-83	J-67	75	0,52	0,82	117,36
P-109	J-63	J-69	90	1,92	0,57	113,26
P-110	J-58	J-66	120	3,34	0,43	329,02
P-111	J-52	J-68	90	5,43	0,85	26,14
P-112	J-49	J-47	63	1,88	0,6	79,54
P-113	J-44	J-43	63	0,67	0,82	72,82
P-114	J-39	J-35	50	0,5	0,95	105,35

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Les résultats de calculs des pressions aux nœuds en cas de pointe sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau III.4 : Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe)

Nœud	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	513	0	547,44	34,4
J-2	507,38	0,48	529,06	21,6
J-3	509,32	1,59	528,95	19,6
J-4	509,9	0,34	547,37	37,4
J-5	508,85	0,5	544,74	35,8
J-6	508,3	0,66	542,36	34
J-7	507,35	0,54	539,5	32,1
J-8	507,8	0,17	544,43	36,6
J-9	511,8	0,34	538,46	26,6
J-10	506,4	0,64	535,25	28,8
J-11	510,6	1,01	537,69	27
J-12	507,4	0,46	538,5	31
J-13	511,99	0,64	538,25	26,2
J-14	505,8	0,57	533,71	27,9
J-15	508,7	0,43	536,65	27,9
J-16	509,9	0,59	536,81	26,9
J-17	507,3	0,69	537,31	29,9
J-18	505,6	0,62	534,79	29,1
J-19	509,8	0,61	537,36	27,5
J-20	508,7	0,42	535,73	27
J-21	504,3	0,89	530,55	26,2
J-22	506,04	0,57	537,24	31,1
J-23	502,16	0,36	534	31,8
J-24	501,48	0,36	533,74	32,2
J-25	494,93	0,79	532,77	37,8
J-26	491,27	1,65	532,75	41,4
J-27	496,86	0,84	532,83	35,9
J-28	498,1	0,5	532,9	34,7
J-29	500,27	0,63	533,53	33,2
J-30	499,04	1,1	532,96	33,9
J-31	501,15	0,6	533,52	32,3
J-32	503,36	0,39	534,48	31,1
J-33	501,87	0,78	533,64	31,7
J-34	504,36	0,81	535,19	30,8
J-35	499,52	1,12	533,03	33,4
J-36	502,71	0,73	534,21	31,4
J-37	507,3	0,87	536,06	28,7

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.4 : Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe) (suite)

Nœud	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-38	506,43	0,65	535,34	28,9
J-39	499,9	1,04	533,1	33,1
J-40	490	0,64	536,39	46,3
J-41	500,49	0,84	532,92	32,4
J-42	498,98	1,97	532,65	33,6
J-43	498,32	0,76	532,7	34,3
J-44	499,24	0,68	532,77	33,5
J-45	499,84	0,58	532,72	32,8
J-46	500,72	0,57	532,73	31,9
J-47	501,32	0,69	532,14	30,8
J-48	499,91	0,23	532,7	32,7
J-49	500,25	0,77	532,63	32,3
J-50	502,22	0,53	532,09	29,8
J-51	501,9	0,3	531,93	30
J-52	503,38	0,4	531,84	28,4
J-53	506	0,3	529,16	23,1
J-54	506,6	0,46	529,37	22,7
J-55	504,04	0,52	529,53	25,4
J-56	506	0,73	529,91	23,9
J-57	503,54	0,12	529,85	26,3
J-58	503,4	1,59	529,84	26,4
J-59	502,8	1,11	529,63	26,8
J-60	494,7	1,32	529,63	34,9
J-61	498,19	1,78	529,8	31,5
J-62	504,79	1,2	529,6	24,8
J-63	505,82	1,26	529,57	23,7
J-64	501,43	1,04	529,61	28,1
J-65	499,7	0,64	529,36	29,6
J-66	504,3	1,21	529,58	25,2
J-67	504,64	0,41	529,3	24,6
J-68	504,66	0,98	531,6	26,9
J-69	506,14	0,53	529,43	23,2
J-70	504,12	0,41	529,3	25,1
J-71	504,6	0,41	529,39	24,7
J-72	504,12	0,56	529,33	25,2
J-73	504	1,2	528,89	24,8
J-74	504,62	0,89	528,86	24,2
J-75	504,6	0,9	528,86	24,2
J-76	500,93	0,68	532,79	31,8
J-77	498,63	0,88	532,85	34,1
J-78	496,41	0,75	532,9	36,4
J-79	500,67	0,57	532,29	31,6
J-80	500,19	0,63	532,29	32
J-81	507,05	0,54	529,42	22,3
J-82	506,04	0,41	529,38	23,3
J-83	504,96	0,56	529,34	24,3

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

III .5 .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 là le réservoir (17l/s) se trouve au point le plus défavorable qui est dans notre cas le nœud J-4 c.-à-d le débit dans ce nœud $Q_{ni}=17,48l/s$ et les résultats de la simulation sont donnés comme suit :

Tableau III.5: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe incendie)

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-1	R-3	J-1	250	35,43	0,72	404,36
P-2	J-4	J-5	120	25,17	2,23	53,33
P-3	J-4	J-6	80	9,79	1,95	82,36
P-4	J-5	J-7	80	9,93	1,97	82,23
P-5	J-5	J-8	120	14,55	1,29	36,05
P-6	J-6	J-7	40	2,16	1,72	53,14
P-7	J-6	J-9	80	6,71	1,33	127,33
P-8	J-7	J-10	63	6,91	2,22	39,56
P-9	J-7	J-11	80	4,57	0,91	124,9
P-10	J-8	J-12	63	14,32	4,59	31
P-11	J-9	J-13	80	6,24	1,24	7,61
P-12	J-12	J-10	63	7,88	2,53	50,61
P-13	J-10	J-14	90	14,77	2,32	41,56
P-14	J-15	J-10	40	0,88	0,7	124,41
P-15	J-13	J-11	63	3,07	0,98	48,84
P-16	J-11	J-16	63	4,82	1,54	33,95
P-17	J-11	J-17	80	1,41	0,28	198,01
P-18	J-12	J-18	63	5,93	1,9	102,47
P-19	J-13	J-19	80	2,28	0,45	197,95
P-20	J-20	J-14	63	3,59	1,15	124,48
P-21	J-14	J-21	90	18,05	2,84	60,29
P-22	J-15	J-20	63	4,18	1,34	44,97
P-23	J-22	J-16	80	1,68	0,33	198,6
P-24	J-17	J-22	80	1,88	0,37	31
P-25	J-19	J-17	80	1,43	0,38	46,08
P-26	J-18	J-21	40	2,58	2,05	47,82
P-27	J-18	J-23	63	2,49	0,8	97,97
P-28	J-23	J-24	63	1,98	0,63	46,67
P-29	J-24	J-21	40	1,47	1,17	98,27
P-30	J-25	J-26	125	3,75	0,31	28,54
P-31	J-28	J-27	120	6,03	0,53	45,76

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.5: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe incendie) (suite).

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-32	J-29	J-28	90	5,99	0,94	95,32
P-33	J-30	J-28	50	0,54	0,37	59,7
P-34	J-29	J-31	90	0,75	0,32	62,65
P-35	J-32	J-29	90	7,62	1,2	93,05
P-36	J-31	J-30	63	2,19	0,7	93,32
P-37	J-33	J-31	90	2,28	0,36	113,46
P-38	J-34	J-32	90	8,16	1,28	61,99
P-39	J-33	J-35	63	2,41	0,77	94,33
P-40	J-36	J-33	90	5,79	0,91	105,52
P-41	J-37	J-34	90	4,53	0,71	216,18
P-42	J-38	J-34	90	4,73	0,74	43,89
P-43	J-36	J-39	125	20,83	1,7	94,23
P-44	J-40	J-37	160	33,37	1,66	39,06
P-45	J-39	J-41	125	9,17	0,75	72,82
P-46	J-41	J-44	90	2,46	0,39	134,87
P-47	J-43	J-42	125	5,52	0,45	51
P-48	J-44	J-45	63	0,57	0,48	67,6
P-49	J-45	J-48	63	0,91	0,79	27,26
P-50	J-48	J-49	50	0,59	0,31	63,76
P-51	J-47	J-50	63	1,22	0,39	38,97
P-52	J-47	J-51	90	4,53	0,71	78,79
P-53	J-50	J-52	90	4,74	0,75	90,23
P-54	J-51	J-52	90	4,33	0,68	42,18
P-55	J-54	J-53	130	6,25	0,47	77,74
P-56	J-53	J-2	130	6,05	0,46	40,41
P-57	J-56	J-55	130	7,6	0,57	102,53
P-58	J-56	J-57	160	11,85	0,59	40,11
P-59	J-57	J-58	160	11,68	0,58	7,15
P-60	J-58	J-59	90	2,93	0,46	147,99
P-61	J-59	J-60	160	1,37	0,37	297,4
P-62	J-62	J-63	160	5,75	0,29	98,99
P-63	J-64	J-62	160	6,11	0,3	51,69
P-64	J-63	J-65	63	0,89	0,29	254,66
P-65	J-66	J-63	90	-0,69	0,71	37,95
P-66	J-67	J-70	75	0,19	0,44	46,05
P-67	J-69	J-71	90	1,76	0,38	58,81
P-68	J-72	J-70	63	0,38	0,42	116,67
P-69	J-71	J-72	63	0,78	0,45	66,09
P-70	J-55	J-54	130	6,9	0,52	107,03

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.5: Débits et vitesses dans les différents tronçons du réseau (cas de pointe incendie) (suite).

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-71	J-26	J-42	110	1,44	0,55	630,65
P-72	J-3	J-73	120	2,47	0,42	187,85
P-73	J-73	J-74	110	1,17	0,42	293,26
P-74	J-75	J-74	50	0,08	0,54	186,37
P-75	J-3	J-75	90	1,08	0,67	294,28
P-76	J-2	J-3	160	5,55	0,88	152,85
P-77	J-58	J-61	160	3,29	0,76	152,62
P-78	J-61	J-62	90	1,31	0,71	329,21
P-79	J-68	J-64	90	7,57	1,19	365
P-80	J-46	J-49	110	3,03	0,32	165,31
P-81	J-76	J-45	73	0,74	0,68	137,89
P-82	J-37	J-36	125	27,62	2,25	92,76
P-83	R-2	J-40	160	39,59	1,97	52,71
P-84	J-40	J-38	90	5,33	0,84	217,63
P-85	J-61	J-60	50	0,48	0,24	231,93
P-86	J-27	J-25	160	4,86	0,24	289,33
P-87	J-79	J-50	90	4,26	0,67	82,16
P-88	J-42	J-79	90	4,76	0,75	105,48
P-89	J-80	J-47	90	3,73	0,59	79,93
P-90	J-43	J-80	90	4,47	0,7	131,46
P-91	J-80	J-79	50	0,2	0,41	38,93
P-92	J-30	J-78	90	2,14	0,34	83,8
P-93	J-41	J-76	110	5,52	0,58	71,24
P-94	J-76	J-46	110	3,83	0,4	63,5
P-95	J-77	J-43	125	10,11	0,82	50,41
P-96	J-39	J-77	125	10,17	0,83	83,67
P-97	J-16	J-15	63	5,66	1,82	4,43
P-98	J-69	J-81	50	0,16	0,38	40,84
P-99	J-71	J-82	63	0,41	0,73	39,49
P-100	J-83	J-72	63	0,38	0,12	39,72
P-101	J-1	J-4	250	35,43	0,72	53,33
P-102	J-78	J-77	90	1,14	0,48	216,38
P-103	J-35	J-30	90	2,03	0,32	113,85
P-104	J-21	J-56	160	20,85	1,04	150,03
P-105	J-66	J-81	90	2,64	0,41	116,14
P-106	J-81	J-82	90	1,92	0,3	57,14
P-107	J-82	J-83	90	1,57	0,25	66,75
P-108	J-83	J-67	75	0,69	0,66	117,36
P-109	J-63	J-69	90	2,67	0,42	113,26
P-110	J-58	J-66	120	3,45	0,31	329,02
P-111	J-52	J-68	90	8,57	1,35	26,14
P-112	J-49	J-47	63	2,63	0,84	79,54
P-113	J-44	J-43	63	0,94	0,3	72,82
P-114	J-39	J-35	50	0,49	0,45	105,35

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.6 : Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe incendie)

Nœud	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-1	513	0	547,19	34,1
J-2	507,38	0,5	521,51	14,1
J-3	509,32	2	521,35	12
J-4	509,9	0,47	547,1	37,1
J-5	508,85	0,7	543,34	34,4
J-6	508,3	0,92	539,83	31,5
J-7	507,35	0,6	535,9	28,5
J-8	507,8	0,23	542,91	35
J-9	511,8	0,47	534,25	22,4
J-10	506,4	0,9	530,03	23,6
J-11	510,6	1,42	533,2	22,6
J-12	507,4	0,5	534,55	27,1
J-13	511,99	0,89	533,96	21,9
J-14	505,8	0,3	527,94	22,1
J-15	508,7	0,61	531,77	23
J-16	509,9	0,83	531,98	22
J-17	507,3	0,96	532,72	25,4
J-18	505,6	0,87	529,14	23,5
J-19	509,8	0,85	532,78	22,9
J-20	508,7	0,59	530,53	21,8
J-21	504,3	1,25	523,55	19,2
J-22	506,04	0,2	532,65	26,6
J-23	502,16	0,51	527,97	25,8
J-24	501,48	0,51	527,6	26,1
J-25	494,93	1,11	530,08	35,1
J-26	491,27	2,31	530,05	38,7
J-27	496,86	1,17	530,19	33,3
J-28	498,1	0,5	530,31	32,1
J-29	500,27	0,88	531,34	31
J-30	499,04	1,55	530,44	31,3
J-31	501,15	0,84	531,32	30,1
J-32	503,36	0,54	532,9	29,5
J-33	501,87	1,1	531,52	29,6
J-34	504,36	1,09	534,08	29,7
J-35	499,52	0,87	530,58	31
J-36	502,71	1	532,46	29,7
J-37	507,3	1,22	535,46	28,1
J-38	506,43	0,6	534,35	27,9
J-39	499,9	1	530,65	30,7
J-40	490	0,9	536	45,9
J-41	500,49	1,18	530,35	29,8

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

Tableau III.6 : Détermination des pressions aux Nœuds (cas de pointe incendie) (suite et fin)

Nœud	Elévation (m)	Demande (L/s)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-42	498,98	2,2	529,89	30,8
J-43	498,32	1,06	529,97	31,6
J-44	499,24	0,95	530,1	30,8
J-45	499,84	0,4	530,05	30,2
J-46	500,72	0,8	530,03	29,3
J-47	501,32	0,6	528,94	27,6
J-48	499,91	0,32	530,01	30
J-49	500,25	1	529,86	29,6
J-50	502,22	0,74	528,83	26,6
J-51	501,9	0,2	528,49	26,5
J-52	503,38	0,5	528,27	24,8
J-53	506	0,2	521,65	15,6
J-54	506,6	0,65	521,93	15,3
J-55	504,04	0,7	522,15	18,1
J-56	506	1,4	522,68	16,6
J-57	503,54	0,17	522,6	19
J-58	503,4	2	522,58	19,1
J-59	502,8	1,56	522,21	19,4
J-60	494,7	1,85	522,2	27,4
J-61	498,19	1,5	522,56	24,3
J-62	504,79	1,68	522,37	17,5
J-63	505,82	1,5	522,32	16,5
J-64	501,43	1,46	522,4	20,9
J-65	499,7	0,89	521,92	22,2
J-66	504,3	1,5	522,31	18
J-67	504,64	0,5	521,84	17,2
J-68	504,66	1	527,73	23
J-69	506,14	0,75	522,04	15,9
J-70	504,12	0,57	521,84	17,7
J-71	504,6	0,58	521,98	17,3
J-72	504,12	0,78	521,89	17,7
J-73	504	1,3	521,26	17,2
J-74	504,62	1,25	521,21	16,6
J-75	504,6	1	521,23	16,6
J-76	500,93	0,95	530,13	29,1
J-77	498,63	1,2	530,23	31,5
J-78	496,41	1	530,32	33,8
J-79	500,67	0,7	529,24	28,5
J-80	500,19	0,54	529,25	29
J-81	507,05	0,88	522,04	15
J-82	506,04	0,75	521,96	15,9
J-83	504,96	0,5	521,9	16,9

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

III.6 Constations et interprétations des résultats de simulation

Le réseau d'alimentation en eau potable de l'agglomération pose de nombreux problèmes de point de vue hydraulique, dues aux accroissements démographiques, et au mode d'exploitation du système d'alimentation en eau et le surdimensionnement ou le sous dimensionnement de réseau de distribution.

III .6.1 Cas de pointe

Le réseau de distribution de l'agglomération de Birkasali présente plusieurs anomalies qui empêchent le bon fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable.

Après la simulation, on constate :

✓ Répartition des pressions

Les pressions obtenues sont favorables c.-à-d. entre 2 bars et 6 bars sauf au niveau de nœud

J-3 la pression est de l'ordre de 1.96 mce.

✓ Répartition des vitesses

Sachant que la vitesse d'écoulement admissible dans un tronçon est entre (0,5 m/s) et (1,5m/s), le réseau de distribution de la ville présente des vitesses très faibles entre (0,01)m/s jusqu'à 0,30 m/s comme dans les conduites p-72, p-74, p-66, p-68 ,p-99 ,p-98, p-65, p-63 p-61,p-85, p-34, respectivement avec des vitesses 0,18m/s, 0,01m/s, 0,03m/s, 0,1m/s ,0,09m/s, 0,04m/s, 0, 0 3m/s, 0,17m/s, 0,05m/s, 0,17m/s et 0, 0 9m/s.

Il y'a aussi des bonnes vitesses entre 0,5m/s et 1,5m/s dans certains tronçons, (p -32, p-35, P-36, p-38, p-84, p-83, P-44,). On a remarqué aussi que dans les tronçons (p-82, p-4, p-8, p-13) la vitesse d'écoulement est supérieure à 1,5 m/s et atteint sa valeur maximale (3,82m/s) dans le tronçon P-10.

Au niveau des conduites, on note que les faibles vitesses favorisent la formation du tartre qui engendre le colmatage de ces dernières. Ainsi que les fortes vitesses fatiguent la conduite et provoquent une usure prématurée.

✓ Matériau des conduites

Le matériau des conduites est l'amiante ciment, le PVC et l'acier.

Remarque :

Le matériau le plus utilisé dans le réseau de distribution existant est l'amiante ciment. L'amiante est un matériau fibreux que l'on mélange avec du ciment qui est un silicate de calcium et d'aluminium. On constitue avec se produit une sorte de toile qui est enroulée autour d'un mandrin et donne des tuyaux économiques, mais assez fragiles aux chocs. La fibre d'amiante additionnée à des ciments, plastiques, résines, enduits, adhésifs apporte à ces éléments une partie de ses caractéristiques physico-chimiques, en particulier sa grande résistance (à la corrosion, à la chaleur, aux produits chimiques, etc.). Le plus connu des

Chapitre III : Dimensionnement d'un réseau de distribution existant

produits utilisant la fibre d'amiante en tant que charge additionnelle est l'amiante-ciment. L'amiante-ciment est constitué d'amiante et de ciment auquel on ajoute de l'eau. Les fibres d'amiante jouent ici le même rôle que les barres de fer dans le béton armé. Après solidification, le matériau obtenu devient très résistant, même en faible épaisseur. Ce qui explique pourquoi il intervenait fréquemment dans la fabrication de plaques, tubes et tuyaux ou revêtements de surface.

III .6.2 Cas de pointe incendie

Dans ce cas on a constaté que le comportement hydraulique du réseau est le même que le cas du pointe à l'exception d'une amélioration de la vitesse dans le tronçon p-72.... Mais il y'a une chute de pression dans quelque nœud comme le nœud j -6, j -66, j -68, j-81

III.7 Conclusion

En plus des insuffisances du point de vue hydraulique, différentes anomalies ont été évoqués par les gestionnaires de réseaux sur le terrain, à savoir :

- a) Dégradation de la qualité de l'eau par le réseau.
- b) Accroissement de nombre de fuites enregistrées.
- c) Evolution de la demande.

d) Plaintes des abonnés pour insuffisance de pression ou mauvaise qualité de l'eau ;
Dégradation visible des conduites, Pour répondre à des problèmes de gestion quotidienne et de planification, qu'il soit à court ou à long terme, nous allons procéder dans les chapitres qui suivent au redimensionnement de réseau de distribution.

Chapitre IV :
Adduction

Chapitre IV : Adduction

IV.1 Introduction

Les adductions sont nécessaires pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage et le point d'accumulation. Dans la pratique ces points sont relativement éloignés l'un de l'autre. Parfois ils peuvent se trouver à des distances considérables. Les ouvrages d'adduction sont généralement de différentes dimensions. Nous devons examiner toutes les conditions dans lesquelles devra être établie notre canalisation, tout d'abord du point de vue technique puis économique. Etant donné que les deux aspects sont liés entre eux, l'étude nous permettra de choisir la meilleure solution.

IV.2 Type d'adduction

D'après leur fonctionnement, les adductions peuvent être classées en trois groupes :

- ✓ Adduction gravitaire.
- ✓ Adduction par refoulement.
- ✓ Adduction mixte.

IV.2.1 Adduction gravitaire

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitairement. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une cote supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée. Il existe deux types d'adductions gravitaires :

- ✓ A surface libre.
- ✓ En charge.

IV.2.2 Adduction par refoulement

C'est une adduction où l'écoulement se fait sous pression à l'aide des machines hydro-électriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une cote inférieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

IV.2.3 Adduction mixte

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

IV.3 Choix de la trace des adductions

Le choix du tracé des conduites d'adductions doit tenir compte de certains impératifs que l'on se forcera dans la mesure du possible de respecter.

Le tracé doit être le plus court possible entre les forages et le réservoir d'accumulation aux points hauts du tracé, peuvent se présenter des bulles d'air difficile à évacuer où des ventouses seront exigées ainsi apparaît la nécessité d'éviter autant que possible les contre-pentes.

Chapitre IV : Adduction

Il serait préférable de suivre les accotements des routes pour faciliter leurs poses et leurs exploitations (détection des fuites.....) ainsi un accès rapide pour leurs entretiens et l'acheminement des matériaux.

L'examen des conditions dans lesquelles seront établies ces canalisations, aussi bien au point de vue technico-économique.

IV.4 Choix des matériaux

Le choix du type de matériau pour l'établissement des conduites dépend essentiellement de leurs aspects techniques et économiques. Le choix porté sur les différentes conduites se fait en fonction :

- ✓ Du diamètre.
- ✓ Des pressions supportées.
- ✓ Des conditions d'installation.
- ✓ Des revêtements.
- ✓ Du prix unitaire.
- ✓ Du type de sol.

Dans ce projet, nous avons opté pour les conduites en :

- PEHD et cela en raison des avantages qu'ils présentent :
 - ✓ Disponibilité sur le marché ; production locale(PEHD).
 - ✓ Permettre une pose simple et adéquate (poids faible) (PEHD).
 - ✓ Résistance à des grandes pressions (> à 20 bars).
 - ✓ Réduction des pièces spéciales en assemblage.
 - ✓ Adaptation aux terrains accidentés(PEHD).
 - ✓ Une très faible rugosité (conduite lisse, notamment le PEHD).
 - ✓ L'assemblage des tuyaux se fait par :
- Le soudage bout à bout, c'est une technique d'assemblage des thermoplastiques par la fusion des extrémités de deux éléments tubulaires au moyen d'une plaque chauffante (pour les conduites en PEHD)
- Les accessoires comme les coudes et les vannes, (pour les conduites en Fonte)

IV.4.1 Schéma hydraulique

La variante qu'on a proposée pour le schéma hydraulique de notre adduction est :

- ✓ Le réservoir 1000m³ est alimenté à partir des : forage Djaouhar(1) et Ain el Bidha qui sont équipées et en service, et aussi à partir de forage Djaouhar(2) et Djaouhar(3) qui sont en service, cette adduction est existante
- ✓ Le réservoir 1000m³ est alimenté le réservoir de 250m³ au moyen d'une conduite gravitaire de diamètre 160mm en PVC.
- ✓ Dans ce chapitre on veut dimensionner l'adduction qui est entre le nouveau forage et le réservoir de 500m³ projeté sur une longueur de 1850, 8m.

Chapitre IV : Adduction

Après la proposition du schéma hydraulique de l'adduction on passe maintenant à la détermination des diamètres des conduites.

IV.5 Calcul hydraulique

IV.5.1 Méthode de calcul

✓ Cas de refoulement

IV .5.1.1 Diamètre économique [5]

On peut déterminer approximativement le diamètre de la conduite à l'aide des formules donnant le diamètre économique .Parmi ces formules, nous prenons celle de

$$\text{Formule BONNIN } D=\sqrt{Q} \quad (\text{IV-1})$$

$$\text{Formule de Charles BRESS } D = 1,5 * \sqrt{Q} \quad (\text{IV-2})$$

Où :

D: Diamètre économique en m ;

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

✓ Cas gravitaire.

Dans le cas d'un système gravitaire en charge. Le diamètre le plus avantageux de la conduite doit être déterminé en fonction de la charge disponible (la différence entre le niveau d'eau a l'amont et celui à l'aval) et du débit d'eau demandé. Il faut tout de même vérifier que la vitesse moyenne de l'eau dans la conduite reste acceptable, c'est-à-dire comprise ente 0.50 m/s et 2 m/s. Une vitesse inférieure à 0.50 m/s favorise les dépôts dans la conduite, parfois difficiles à évacuer, et l'air s'achemine difficilement vers les points hauts. D'autre part, les grandes vitesses risquent de créer des difficultés d'exploitation : le coup de bélier croit, cavitation et bruits possibles, plus de risques de fuites.

On se base dans le calcul sur l'hypothèse dite que la charge disponible est égale aux pertes de charge (ΔH) engendrées dans les canalisations.

Il est rarement soutiré un diamètre normalisé ou proche à être normalisé dans le calcul d'une conduite gravitaire, dans le cas contraire on sera obligé de remplacer notre conduite par deux conduites en série de diamètres D_1 et D_2 dont le diamètre calculé est compris entre ces deux diamètres.

$$D_1 < D < D_2$$

Chapitre IV : Adduction

IV.5.1.2 Pertes de charge

- Pertes de charge linéaire :

On calcule les pertes de charge linéaires par la formule suivante :

$$\Delta H = \frac{\lambda * L}{D} * \frac{V^2}{2g} \quad (\text{IV-3})$$

Où :

- ✓ H: Perte de charge linéaire
- ✓ V : Vitesse moyenne d'écoulement de l'eau dans la conduite (m/s)
- ✓ g: Accélération de la pesanteur (g= 9,81 m/s²)
- ✓ D : Diamètre intérieur de la conduite en (m)
- ✓ L : Longueur équivalente de la conduite d'adduction en mètre (m).

En régime turbulent est donné par la formule de NIKURADZE

$$\text{Avec : } \lambda = (1.14 - 0.86 \ln \frac{\epsilon}{D})^{-2} \text{ formule de NIKURADZE} \quad (\text{IV-4})$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 * \log \left(\frac{\epsilon}{3.7 * D} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{\lambda}} \right) \text{ Formule de COLBROOK} \quad (\text{IV-5})$$

Remarque :

Dans les calculs introduisant le coefficient λ , ce dernier est estimé par la formule (IV.4)

$$\text{Re} = \frac{V * D}{\nu} \quad (\text{IV-5})$$

- ✓ Re : Nombre de Reynolds
- ✓ V : vitesse d'écoulement dans la conduite (m/s)
- ✓ D : diamètre de la conduite (m)
- ✓ ν : viscosité cinématique de l'eau (m²/s)
- ✓ ϵ : Rugosité absolue de la conduite.
- **Vérification du régime (Nombre de Reynolds)**

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

$$\text{Re} = \frac{V * D}{\nu}$$

Où :

- ✓ Re : Nombre de Reynolds.
- ✓ $V = \frac{4 * Q}{\pi D^2}$ Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) (IV-6)
- ✓ ν : Viscosité cinématique de l'eau $\nu = 10^{-6}$ m²/s à une température de 20°C

Chapitre IV : Adduction

➤ Calcul du nombre de Reynolds :

Pour $D=200\text{mm}$; $v=1,27\text{m/s}$ $\Rightarrow R=254777,07=2,54 \times 10^5 > 2000 \rightarrow$ régime turbulent rugueux

Pour $D=300\text{mm}$; $v=0,57\text{m/s}$ $\Rightarrow R=169851,38=1,69 \times 10^5 > 2000 \rightarrow$ régime turbulent rugueux

Pour $D=400\text{mm}$; $v=0,32\text{m/s}$ $\Rightarrow R=145586,9=1,4 \times 10^5 > 2000 \rightarrow$ régime turbulent rugueux

Donc, nous pouvons appliquer la formule de NIKURADZE pour déterminer λ .

✓ la rugosité ε :

$\varepsilon = 0.015\text{mm}$ pour le PEHD

➤ pertes de charge singulières :

Les pertes de charge singulières sont occasionnées par les vannes, robinets, ventouses, changement de direction, ou de section etc. Généralement estimées à 15% des pertes de charge linéaires pour les adductions :

$$\Delta H_s = 10\% * \Delta H_l \quad (\text{IV-7})$$

Par la suite, la perte de charge totale sera donnée comme suit :

$$\Delta H_t = \Delta H_s + \Delta H_l = 1.1 * \Delta H_l \quad (\text{IV-8})$$

Avec:

- ✓ ΔH_t : Perte de charge totale (m)
- ✓ ΔH_l : Perte de charge linéaire (m)
- ✓ ΔH_s : Perte de charge singulière (m)

VI .5.1.3 hauteur manométrique totale (Hmt)

La hauteur manométrique est donnée par la formule suivante :

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H_t \quad (\text{IV-9})$$

- ✓ ΔH_t : Perte de charge totale ;
- ✓ H_g : Hauteur géométrique qui correspond à la différence de niveau entre le trop plein du réservoir et le niveau dynamique du plan d'eau de pompage

VI .5.1.4 puissance absorbée par la pompe

$$P = \frac{\rho * g * H * Q}{\eta} \quad (\text{IV-10})$$

Où :

- ✓ P : Puissance en KW
- ✓ η : Rendement de la pompe; (65÷90)%

Chapitre IV : Adduction

- ✓ Hmt : Hauteur manométrique totale.
- ✓ Q : Débit refoulé (m³/s);

VI .5.1.5 énergie consommée par la pompe

$$E=P*T*365 \text{ (kwh/an)}$$

Où :

- ✓ T : Nombre d'heures de pompage par jour, dans notre cas (24H).
- ✓ P: Puissance en KW.

VI .5.1.6 frais d'exploitation

$$F_{ex} = E*P$$

Avec :

- ✓ p: Prix du kWh d'après « Sonelgaz » p=4,67 DA/kWh.
- ✓ E : Energie consommée KWH / an.

VI .5.1.7 frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont constitués par le prix de revient de la conduite depuis la fourniture jusqu'à la pose, Dans notre cas nous supposons que les frais seront amortis dans une période de 30 ans (durée d'exploitation) ce qui nous conduit au calcul de l'annuité "A" L'annuité d'amortissement est déterminée par la relation :

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

Où :

- ✓ i : Taux d'annuité (i=8%).
- ✓ n : Nombre d'année d'amortissement (n=22ans).

$$A = \frac{8\%}{(8\%+1)^{22} - 1} + 8\% = 9.80\%$$

VI .5.2 Calcul du diamètre économique

On a Qref=42l/s

$$D = \sqrt{0.042} = 0.205\text{m, donc } D=205\text{mm}$$

$$D = 1,5 * \sqrt{0,042} = 0,307\text{m, donc } D=307\text{mm}$$

Chapitre IV : Adduction

Tableau VI.1: Calcul de la hauteur manométrique total(HMT)

D (mm)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	s/D	J (m/m)	ΔH_L (m)	ΔH_t (m)	Hg (m)	HMT (m)
200	0,042	1,33	0,000075	0,0115	9,59	10,549	42	52,549
250	0,042	0,85	0,000060	0,0111	3,025	3,3275	42	45,3275
315	0,042	0,54	0,000048	0,0106	0,925	1,0175	42	43,0175

Tableau VI.2 : Calcul des Frais d'exploitation des conduites.

D (mm)	HMT (m)	Puissance (kW)	Energie kW/an	pr ix du DA/kWh	Dépense (DA)
200	52,549	30,9303414	270949,791	4,67	1265335,52
250	45,3275	26,6797665	233714,755	4,67	1091447,9
315	43,0175	25,3201005	221804,08	4,67	1035825,06

Tableau VI. 3 : Calcul des Frais d'amortissement des conduites

D (mm)	PRIX DA/ml	LONGUEUR (ml)	DEPENSES (DA)
200	3364,46	1850,8	6225933,23
250	5233,61	1850,8	9684795,31
315	8215,49	1850,8	15202764,2

Tableau VI.4: Bilan des frais des conduites.

D (mm)	Frais d'amortissement (DA)	Frais d'exploitation (DA)	Frais totaux (DA)
200	6225933,23	1265335,52	7491268,75
250	9684795,31	1091447,9	10776243,2
315	15202764,2	1035825,06	16238589,3

• D'après le tableau précédent on trouve que le diamètre économique est le diamètre D=200mm ; et la vitesse d'écoulement V=1,33 m/s, Cette vitesse d'écoulement est vérifiée elle est dans la fourchette (0,6-1,5) m /s

IV.6 Organes et accessoires de l'adduction

IV.6.1 Organes de sectionnement.

Ils permettent l'isolement d'une partie de l'adduction en cas des travaux de réparation, ainsi que le réglage du débit, Nous citons :

- ✓ Robinet vanne : Le robinet vanne est une sorte de lentille épaisse qui s'abaisse ou s'élève verticalement

Chapitre IV : Adduction

À l'aide d'une vis tournant dans un écran fixé à la vanne (Figure (III-1)).

- ✓ Robinet vanne papillon : Le robinet vanne papillon est un élément de conduite traversé par un axe déporté entraînant, en rotation, un disque obturateur appelé papillon (Figure (III-2)).

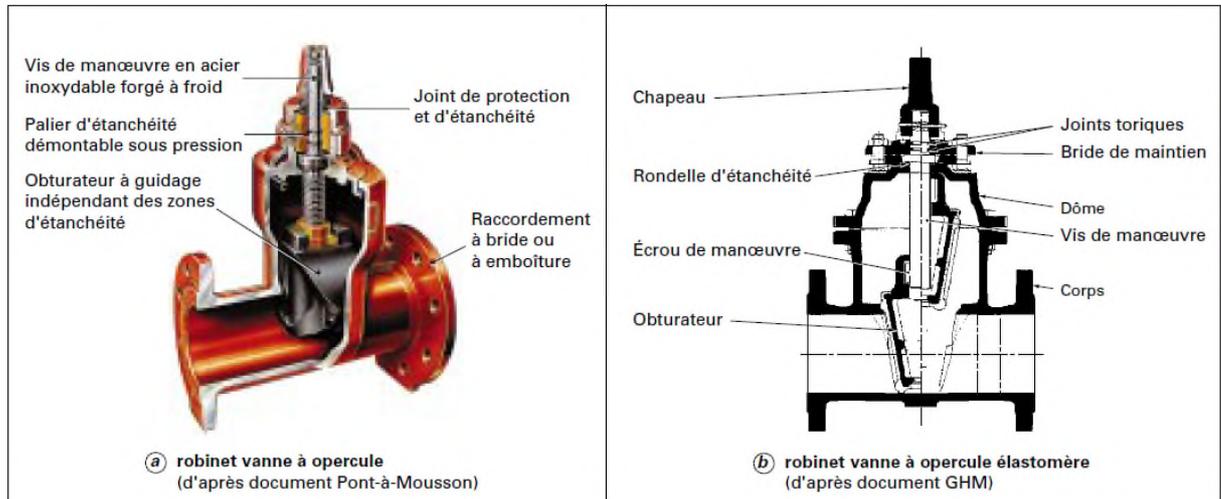


Figure IV-1: Robinet vanne à opercule.

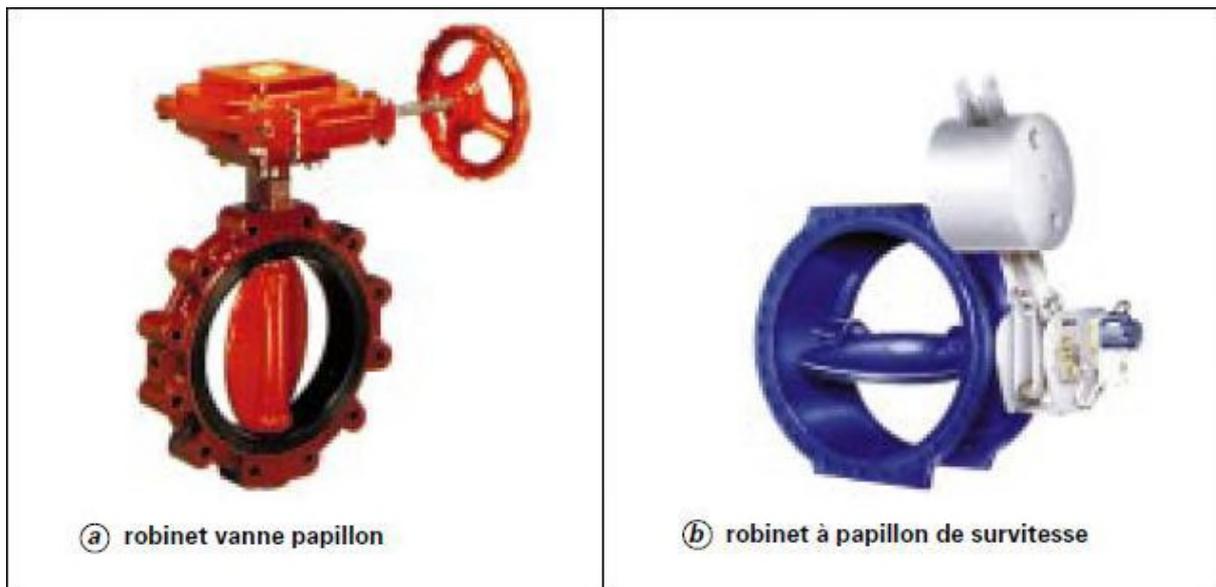


Figure IV-2: Robinet vanne papillon.

IV.6.2 Organes de protection.

Ils permettent la protection des conduites de divers phénomènes qui se traduisent au niveau des canalisations.

- ✓ Ventouse :

La ventouse sert à évacuer l'air contenu dans les conduites. Se placent aux points hauts des canalisations (Figure (III-3)).

Chapitre IV : Adduction

✓ Clapet :

Le clapet destiné à assurer le passage de l'eau dans un certain sens et à l'arrêter dans le sens opposé (Figure (III-4)).

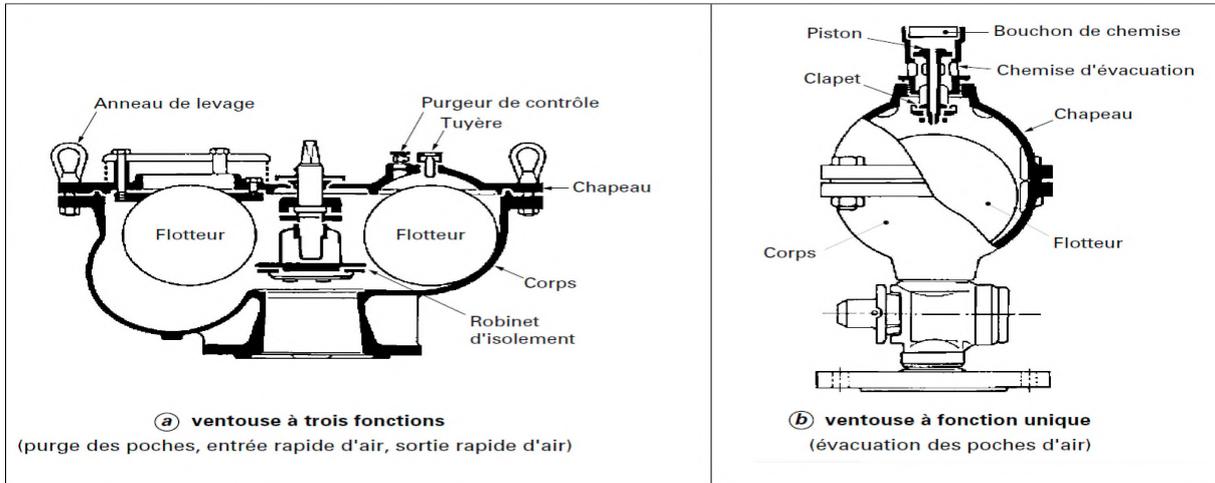


Figure IV-3: Ventouse à trois et à fonction unique.

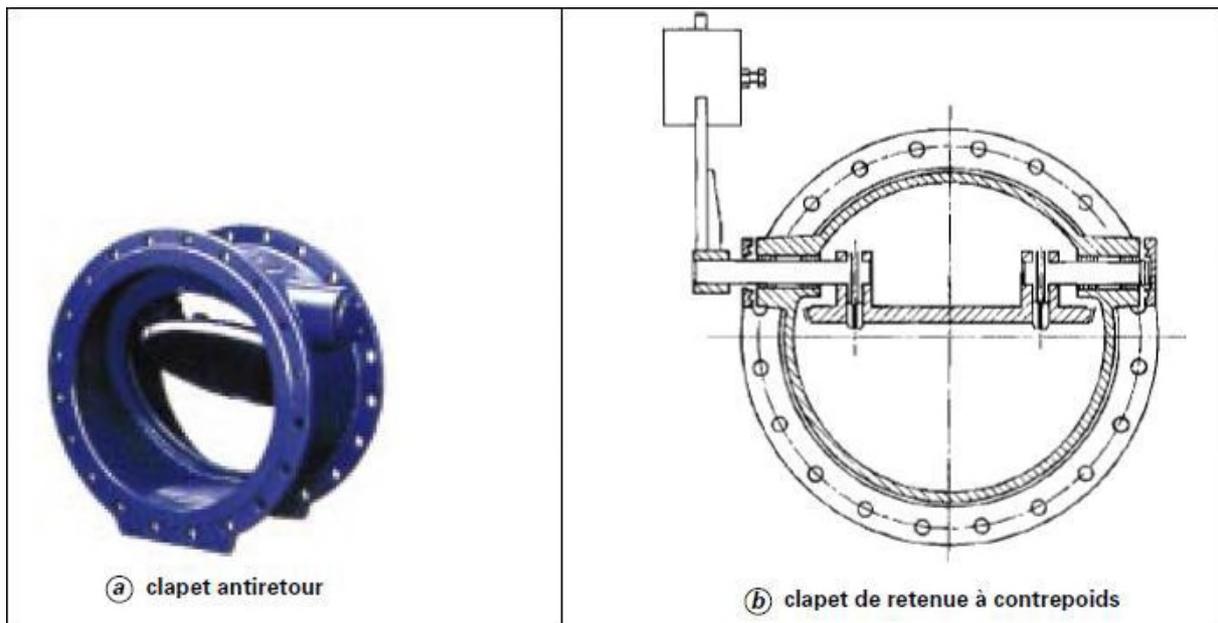


Figure IV-4: Clapet anti retour

✓ Vanne de vidange :

La vanne de vidange joue le même rôle que la ventouse, mais elle se place aux points bas des canalisations.

Chapitre IV : Adduction

IV.6.3 Organes de régulation.

Ils permettent la régulation du débit et de la pression en amont ou en aval, on cite :

- ✓ Vanne de régulation du débit :

Limite et stabilise le débit d'une valeur de consigne quelles que soient les variations de pression amont et aval.

- ✓ Vanne de régulation de la pression amont :

Maintient la pression amont à une valeur de consigne, quelles que soient les variations de pression et de débit à l'aval. La vanne règle en fait le débit pour assurer qu'à l'amont la pression reste suffisante. En réduisant le débit, on diminue la perte de charge et on augmente la pression. On obtient ainsi un compromis entre un minimum de pression à l'amont et un minimum de débit à l'aval.

- ✓ Vanne de régulation de la pression aval :

Son but est de fournir une pression l'aval constant.

IV.6.4 Organes de branchement.

Ce sont des pièces qui permettent de réaliser toutes les dispositions nécessaires, on distingue :

- ✓ Les coudes : destinés pour le changement de direction ;
- ✓ Les Tés : raccordent la canalisation secondaire sur la canalisation principale ;
- ✓ Les cônes : joignent des conduites de diamètres différentes.

V.7 Conclusion

A ce chapitre nous avons dimensionné la conduite d'adduction qui refoule vers le réservoir 500m^3 avec un diamètre de 200mm et sur une longueur de 1850,8 m.

Chapitre V :
Pompes

V.1 Introduction.

Après avoir calculé les besoins et dimensionner les réservoirs et les conduites d'adduction on passe maintenant au choix des pompes.

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les tubulures d'entrée et de sortie.

Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide, de l'énergie potentielle (par accroissement de la pression en aval) soit de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide.

V.2 Classification des pompes.

On distingue deux grandes catégories de pompes :

- **Les pompes volumétriques** : Le déplacement du fluide est dû aux transports d'un volume V_0 à chaque rotation.

Les pompes volumétriques ou à capacité variable sont des pompes dans lesquels l'écoulement du fluide résulte de la variation d'une capacité occupée par le fluide.

On distingue deux grands types de pompes volumétriques :

- Les pompes alternatives ou à piston ;
- Les pompes rotatives.
- **Les Turbopompes** : Le principe de fonctionnement des turbopompes consiste à déplacement de liquide de point d'aspiration vers le point de refoulement aux moyennes de l'élément actif qu'on l'appelle la roue ou rotor, ainsi au contact de liquide avec les aubes consiste à transformer de l'énergie électrique a l'énergie mécanique.

Suivant le type de la roue et son mode d'action On distingue dans la catégorie des turbopompes :

- ✓ Les pompes centrifuges ;
- ✓ Les pompes hélico centrifuge (semi axiale) ;
- ✓ Les pompes axiales.

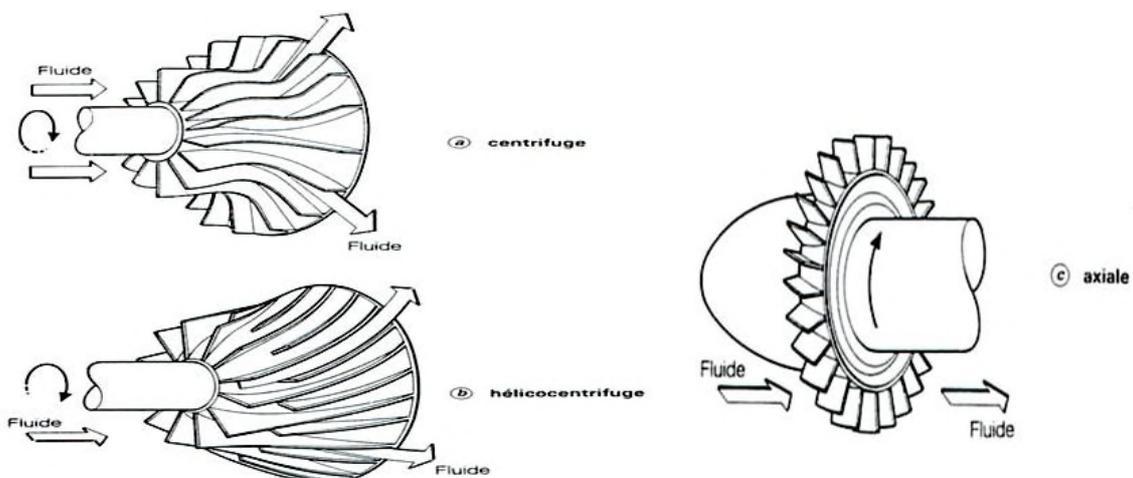


Figure V. 1: Les trois essentiels des turbopompes.

V.3 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.4 Caractéristique hydraulique d'une pompe centrifuge.

D'un point de vue hydraulique, les principaux paramètres qui caractérisent une pompe centrifuge sont :

V.4.1 Le débit pompé Q :

Le débit refoulé, Q , est le volume utile débité au refoulement de la pompe par unité de temps, en m^3/s (unités également utilisées : l/s et m^3/h). Il est proportionnel à la vitesse de rotation de la pompe.

V.4.2 La hauteur manométrique totale (HMT) :

La hauteur manométrique totale d'une pompe est le travail mécanique utile, et qui égale à la somme des termes suivant [7]:

V.4.2.1 La hauteur géométrique d'élévation H_g :

La hauteur géométrique d'élévation est la distance entre le point le plus haut à atteindre et le plan de pompage.

H_g se décompose donc en deux :

- Hauteur géométrique de refoulement H_r :

Hauteur géométrique de refoulement est la distance entre le point le plus haut à atteindre et l'axe horizontal de la pompe (pour un groupe horizontal), et la distance séparant le point le plus haut et le plan de la première roue (pour un groupe vertical).

- Hauteur géométrique d'aspiration H_a :

Hauteur géométrique d'aspiration est la distance sépare l'axe de la pompe du plan de pompage pour un groupe horizontal ; ce sera la distance séparant le plan de la première roue (si la pompe est multicellulaire) et le plan de pompage s'il s'agit d'un groupe vertical.

$$H_g = (z_3 - z_1) - (z_0 - z_1) = z_3 - z_0$$

$$\text{Avec : } H_r = z_3 - z_1 \text{ et } H_a = z_0 - z_1$$

Donc :

$$H_g = H_r + H_a$$

Chapitre V : Pompes

V.4.2.2 Les pertes de charge totales J :

Les pertes de charge totales sont la somme des pertes de charge d'aspiration J_a et les pertes de charge de refoulement J_r .

Donc :

$$HMT = H_g + J_{0-2}$$

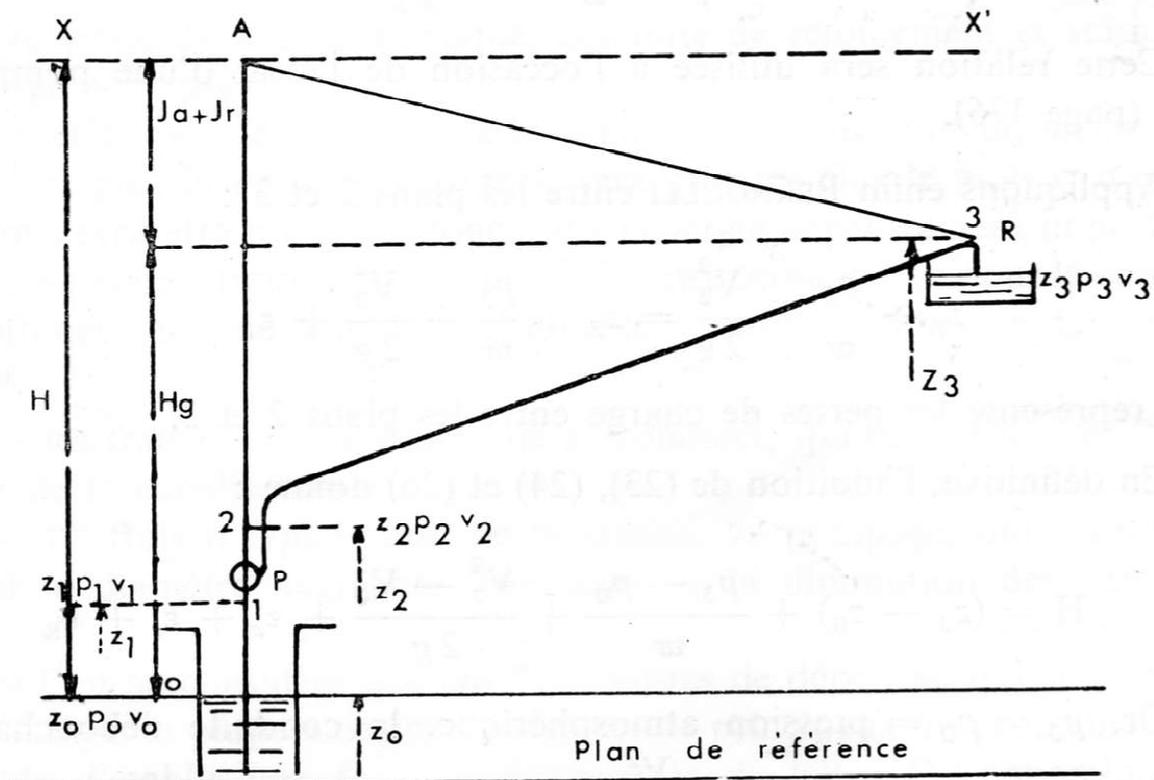


Figure V. 2: Profil piézométrique d'une conduite de refoulement.

V.4.3 Les puissances utiles et absorbées [6].

V.4.3.1 Puissance absorbée par la pompe :

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

V.4.3.2 Puissance hydraulique ou utile (P_u) :

C'est la puissance transmise au fluide de la part de la pompe.

$$P_u = g * Q * H$$

V.4.4 Le rendement de la pompe.

C'est le rapport de la puissance utile (P_u) à la puissance absorbée de la pompe (P_a)

$$\eta = \frac{P_u}{P_a} = \frac{g * Q * H}{P_a}$$

Avec :

- η : Le rendement de la pompe ;

Chapitre V : Pompes

- P_u : Puissance utile de la pompe en (Kw) ;
- P_a : Puissance absorbée de la pompe en (Kw) ;
- Q : débit a pompé en (m^3/s) ;
- H : hauteur d'élévation en (m).

V.5 Les courbes caractéristiques.

V.5.1 Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge [7].

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

V.5.1.1 La courbe débit hauteur.

La courbe débit hauteur exprime les variations des différentes hauteurs de relèvement en fonction du débit.

V.5.1.2 La courbe de rendement débit.

Exprime les variations des différents rendements en fonction du débit.

V.5.1.3 La courbe des puissances absorbées débit.

Exprime les variations des différentes puissances en fonction du débit.

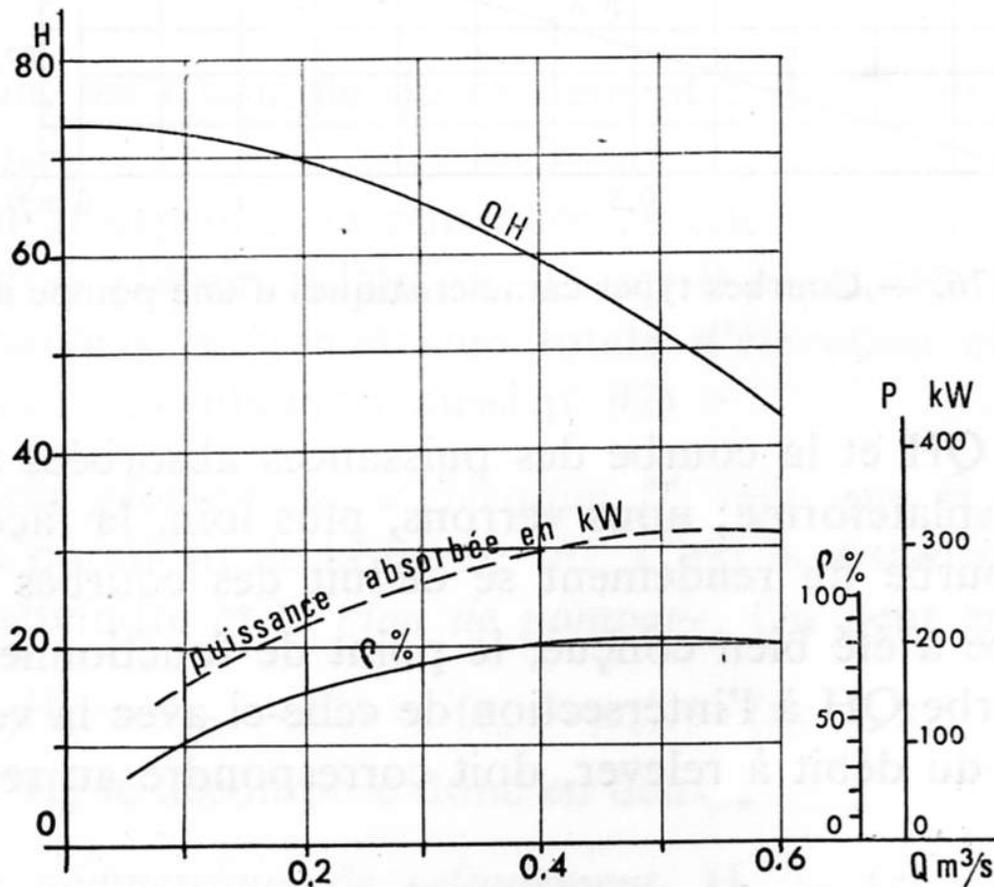


Figure V. 3: Les courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge.

V.5.2 Courbe caractéristique de la conduite.

La caractéristique de la conduite représente la hauteur en fonction de débit selon la formule suivante :

Chapitre V : Pompes

$$H_T = H_g + RQ^2 \quad 0-3$$

Avec:

- H_g : hauteur géométrique en (m) ;
- RQ^2 : valeur de la perte de charge au point considéré en (m) ;
- Q : Débit (m³/j) ;
- H_T : Charge totale en fonction du débit en (m) ;
- R : coefficient qui caractérise la résistance de la conduite (m).

$$R = \frac{8 \cdot \lambda \cdot l}{g \cdot \pi^2 \cdot D^5} \quad 0-4$$

V.6 Couplage des pompes.

Le couplage des pompes peut être :

V.6.1 Couplage en série :

Le couplage des pompes en série est utilisé lorsqu'on veut augmenter la hauteur, le débit reste constant.

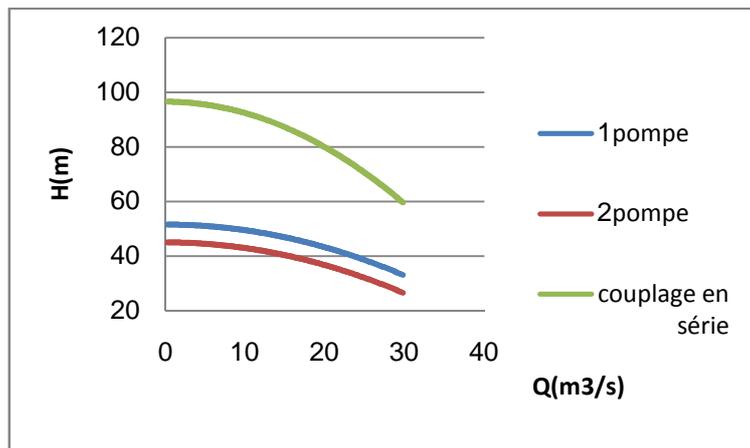


Figure V. 4: Courbe caractéristique de deux pompes couplée en série.

V.6.2 Couplage en parallèle :

Dans le cas de la mise en parallèle des pompes, les débits s'ajoutent pour la même hauteur totale.

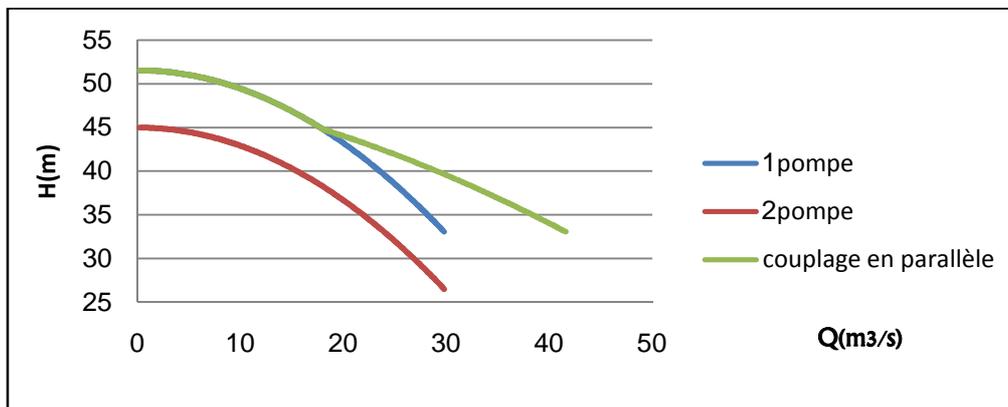


Figure V. 5: Courbe caractéristique de deux pompes couplée en parallèle.

V.7 Point de fonctionnement.

V.7.1 Recherche du point de fonctionnement.

Le point de fonctionnement du système pompe-conduite, est déterminé par comparaison des deux courbes caractéristiques précédentes, la courbe caractéristique de la pompe et de la conduite.

Le point d'intersection entre ces deux courbes représente le point de fonctionnement d'une pompe.

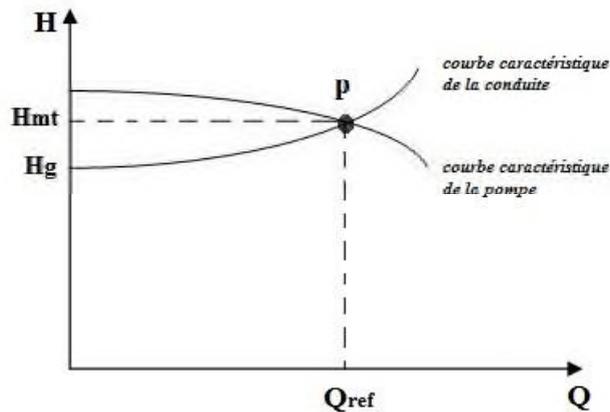


Figure V. 6: Point de fonctionnement d'une pompe.

- **Remarque:**

Lorsque le point de fonctionnement désiré coïncide avec celui de la pompe, la pompe fonctionne dans les conditions optimales d'utilisation (rendement maximal de la pompe), sinon, on sera dans l'obligation de porter des modifications sur les caractéristiques de la pompe ou de la conduite de refoulement.

V.7.2 Réalisation du point de fonctionnement désiré.

V.7.2.1 1^{er} Variante : « Réduction ou augmentation du temps de pompage » :

On garde le point de fonctionnement obtenu, et on cherche un temps de pompage de telle façon que le volume d'eau entrant dans les réservoirs soit le même.

Pour cela utilise la formule qui suit :

Avec :

$$T = \frac{T_1 * Q_1}{Q} 0-5$$

T_1 : le temps de pompage, pour notre cas égale 24h.

Donc :

$$24 * Q_1 = T * Q 0-6$$

Le nouveau temps de pompage sera :

$$T = \frac{24 * Q_1}{Q} 0-7$$

La puissance absorbée par la pompe est:

$$P_{a1} = \frac{g * h * Q}{\eta} 0-8$$

Avec :

η : rendement correspondant au point $P_1 (Q_1, H_1)$ en %.

Chapitre V : Pompes

V.7.1.22^{ème} Variante : « Régulation par refoulement (le vannage) » :

Elle consiste à placer une vanne sur la conduite de refoulement pour créer une perte de charge afin d'obtenir le débit Q_2 . La puissance absorbée sera :

$$P_{a2} = \frac{g \cdot H_2 \cdot Q_2}{\eta} \quad 0-9$$

Avec :

$$H_2 = H_1 + h \quad 0-10$$

Où :

- h : perte de charge engendrée par le vannage en (m) ;
- H_2 : C'est la distance qui sépare le point de l'intersection de la verticale passant par le point désiré avec la courbe caractéristique de la pompe, et l'axe horizontale de $h=0$ m
- H_1 : la hauteur manométrique totale au point désiré ;
- η : rendement correspondant au point P (Q, H) en %.

Les inconvénients de la méthode sont :

- Augmentation de l'énergie consommée par la pompe ;
- Risque de détérioration rapide de la pompe ;
- Diminution du rendement de la pompe.

V.7.1.33^{ème} Variante : « variation de la vitesse » :

Cette solution est adoptée dans le cas où on aurait la possibilité de faire varier la vitesse de rotation. Cela consiste à chercher la vitesse souhaitée, pour que la caractéristique de la pompe $H = f(Q)$ passe par le point désiré, à cet effet, nous traçons la parabole $H = aQ^2$ qui passe par l'origine du graphe. La valeur du facteur (a) est donnée par la formule suivante :

$$a = \frac{H_1}{Q_1^2} \quad 0-11$$

La parabole tracée passe par le point désiré $P_1 (H_1, Q_1)$ et coupe la caractéristique de la pompe au point homologue V (Q_v, H_v) de P_1 (figure V-7), nous aurons alors d'après les lois de similitude :

$$\frac{N}{N_1} = \frac{Q_v}{Q_1} \quad 0-12$$

D'où, la nouvelle vitesse de rotation (N_1) est :

$$N_1 = N * \left(\frac{Q_1}{Q_v} \right) \quad 0-13$$

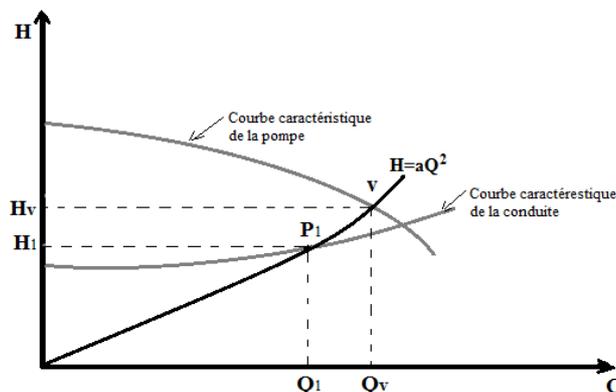


Figure V. 7: Point de fonctionnement par modification de la vitesse de rotation.

Chapitre V : Pompes

La puissance absorbée par la pompe est:

$$P_{a3} = \frac{g \cdot H_V \cdot Q_V}{\eta} \quad 0-14$$

V.7.1.4 4^{ème} Variante : « rognage de la roue de la pompe » :

Cette variante consiste à modifier le diamètre de la roue, ce qui est difficile à réaliser car elle nécessite une grande précision, et cela dans le but de ramener le point de fonctionnement au point désiré. Dans une limite ne dépasse pas 10% de réduction du diamètre. Le rognage de la roue est obtenu en gardant la même vitesse de rotation (N), et cela en traçant une droite à partir de l'origine qui passe par le point désiré qui se trouve sur la courbe caractéristique de la conduite (point P1). Cette droite coupe ainsi la courbe caractéristique de la pompe au point D (Q_D, H_D), ce qui est illustré par la figure (V-8) ci-après :

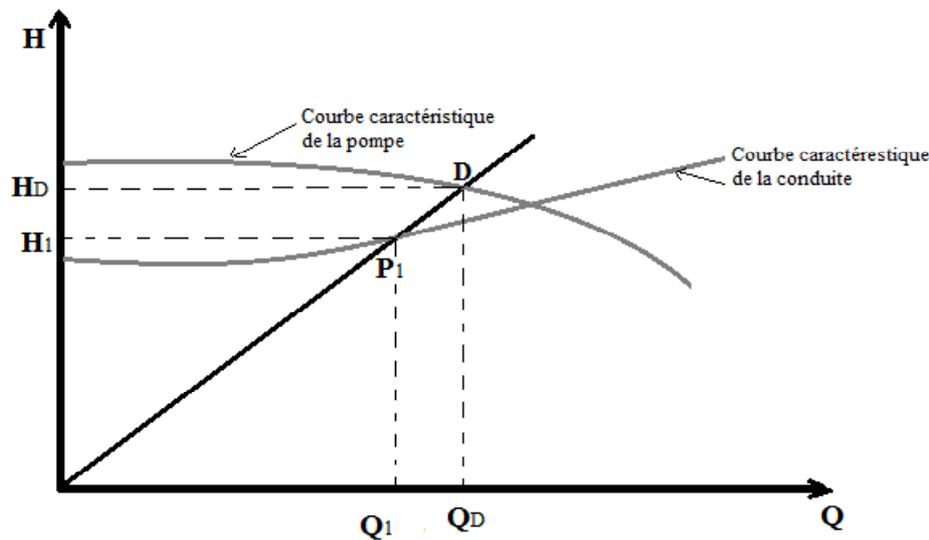


Figure V. 8: Réalisation du point de fonctionnement de la pompe par rognage.

D'après les lois de similitude, on aura :

$$\frac{Q_1}{Q_3} = \frac{H_1}{H_3} = \frac{D^2}{d^2} \quad 0-15$$

Où :

D et d : Les diamètres respectifs de la roue avant et après le rognage de la pompe ;

En posant $d = m \cdot D$, avec m coefficient du rognage, on aura :

$$m = \sqrt{\frac{H_3}{H_1}} = \sqrt{\frac{Q_3}{Q_1}} \quad 0-16$$

Avec :

- m: coefficient de rognage.

Le pourcentage de rognage sera de :

$$r = 1 - m \text{ (\%)} \quad 0-17$$

La puissance absorbée par la pompe est:

$$P_{a4} = \frac{g \cdot H_3 \cdot Q_3}{\eta} \quad 0-18$$

V.8 Etude de la cavitation.

La cavitation est un phénomène physique très complexe, ce phénomène se produit lorsque la pression absolue à l'entrée de la pompe est inférieure à la tension de vapeur du liquide. Il se forme de cavités remplies de vapeur et d'air, provoquant d'importantes perturbations, bruits dans l'écoulement et des vibrations, ce qui entraîne la modification des caractéristiques hydrauliques (rendement, la hauteur d'élévation...) et provoque l'érosion des matériaux au niveau de la pompe.

Afin de remédier à ce problème, on doit assurer à l'aspirateur une certaine pression dite : charge nette minimale disponible à l'aspiration ((NPSH)_d, donnée par l'utilisateur) qui sera supérieure à la charge nette minimale requise à l'aspiration ((NPSH)_r, donnée par le constructeur).

$$(NPSH)_d > (NPSH)_r \quad 0-19$$

Avec :

- NPSH_d : la charge nette d'aspiration disponible, calculée par l'utilisateur (m).
- NPSH_r : la charge nette d'aspiration requise par le constructeur (m).

$$NPSH_d = \left(\frac{P_0}{\omega}\right) + H_a - (J_a + h_v) \text{Aspiration en charge.}$$

$$NPSH_d = \left(\frac{P_0}{\omega}\right) - H_a - (J_a + h_v) \text{Aspiration en dépression.}$$

- H_a : hauteur d'aspiration en (m) ;
- J_a : perte de charge d'aspiration en (m) ;
- h_v : tension de vapeur d'eau pompée (à T = 20°C, h_v = 0,24 m) ;
- P₀/ω : pression en mètre colonne d'eau, au plan d'eau.

$$P_0/\omega = 10,33 - (0,0012 a')$$

Avec :

- a' : l'altitude de la station de pompage/et du réservoir.

Tableau V. 1: Tension de vapeur de l'eau pompée en fonction de la température.

T (°C)	0	4	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
h _v	0,06	0,083	0,125	0,24	0,23	0,43	0,75	1,26	2,03	4,1	4,8	10,3

V.9 Choix des pompes.

Pour le choix des pompes à installer sur les différents points de refoulement, nous utiliserons le logiciel « CAPRARI PUMP TUTOR », au lieu des catalogues car il est plus pratique, il suffit d'introduire les caractéristiques requises de la pompe et on aura tous ce qui est disponible, à savoir les caractéristiques de la pompe, du moteur et le point de fonctionnement.

V.9.1 Tronçon « nouveau forage-réservoir 500m³ ».

Les données nécessaires pour le choix de la pompe sont :

- Q = 42 l/s ;
- H_g = 42 m ;
- H_{mt} = 53 m.

Chapitre V : Pompes

Les courbes caractéristiques de la pompe du forage sont représentées dans la figure (V-9) ci-dessous, (les détails sont donnés dans l'annexe V-1).

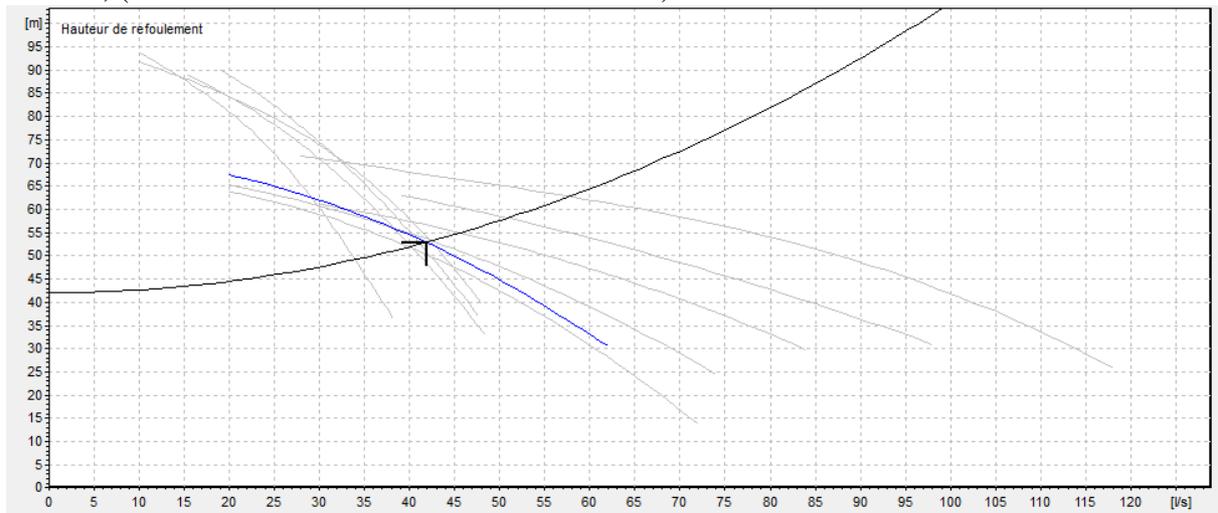


Figure V. 9: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de nouveau forage.

On a opté pour le choix d'une pompe de type immergée semi-axiale. [E10S50/2B + MAC840-8V].

- point de fonctionnement : $P = (Q = 41,8 \text{ l/s} ; H_{mt} = 52,9 \text{ m})$;
- point désiré : $P_1 = (Q = 42 \text{ l/s} ; H_{mt} = 53 \text{ m})$.

D'après la courbe d'installation le point de fonctionnement donné correspond à celui désiré.

V.9.2 Tronçon «forage djouaher 1-réservoir 1000m³».

Les données nécessaires pour le choix de la pompe sont :

- $Q = 12 \text{ l/s}$;
- $H_g = 521,25 \text{ m}$;
- $H_{mt} = 566,375 \text{ m}$.

Les courbes caractéristiques de la pompe du forage djouaher1 sont représentées dans la figure (V-10) ci-dessous, (les détails sont donnés dans l'annexe V-2).

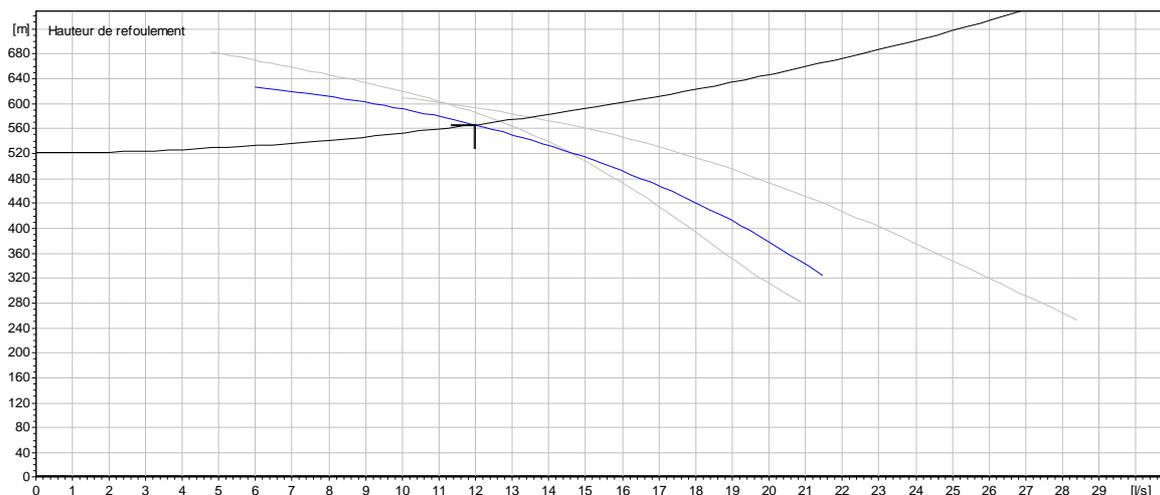


Figure V. 10: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher1.

Chapitre V : Pompes

On a opté pour le choix d'une pompe de type immergée semi-axiale[E10RB30/17 + MAC10150-8V]

- point de fonctionnement : $P = (Q = 12 \text{ l/s} ; H_{mt} = 566,375 \text{ m})$;
- point désiré : $P_1 = (Q = 12 \text{ l/s} ; H_{mt} = 566,375 \text{ m})$.

D'après la courbe d'installation le point de fonctionnement donné correspond à celui désiré.

V.9.3 Tronçon «forage Ain bidha –réservoir 1000 m³ ».

Les données nécessaires pour le choix de la pompe sont :

- $Q = 12 \text{ l/s}$;
- $H_g = 540 \text{ m}$;
- $H_{mt} = 588,35 \text{ m}$.

Les courbes caractéristiques de la pompe de forage ainbidha sont représentées dans la figure (V-11) ci-dessous, (les détails sont donnés dans l'annexe V-3).

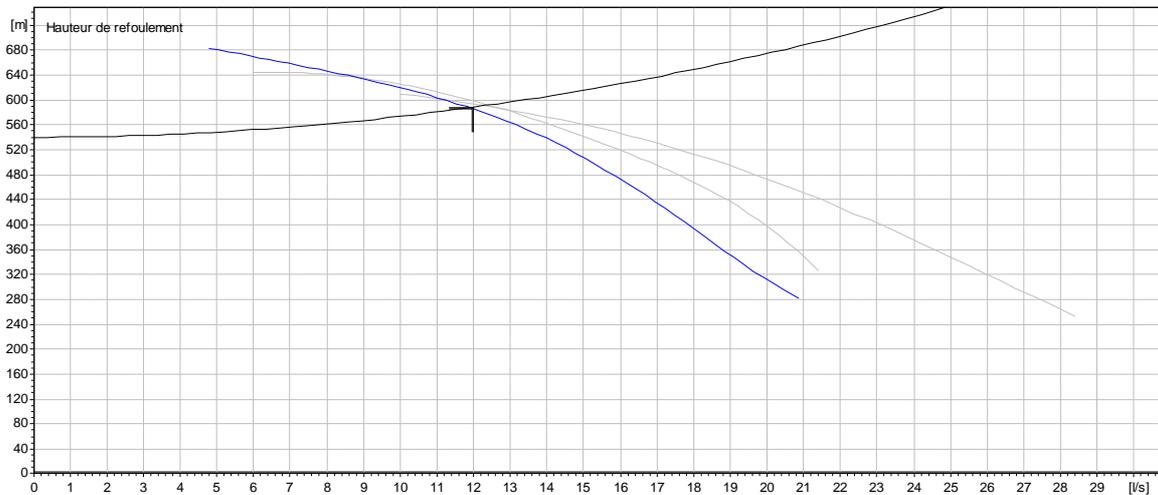


Figure V. 11: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage ainbidha.

On a opté pour le choix d'une pompe immergée type radial[E8RB40/30 + MAC10150-8V].

- point de fonctionnement : $P = (Q = 12 \text{ l/s} ; H_{mt} = 588,35 \text{ m})$;
- point désiré : $P_1 = (Q_1 = 12 \text{ l/s} ; H_{mt_1} = 587 \text{ m})$.

D'après la courbe d'installation le point de fonctionnement donné correspond à celui désiré.

V.9.4 Tronçon «forage djouaher 2-réservoir 1000m³ ».

Les données nécessaires pour le choix de la pompe sont :

- $Q = 9 \text{ l/s}$;
- $H_g = 492 \text{ m}$;
- $H_{mt} = 534,257 \text{ m}$.

Les courbes caractéristiques de la pompe du SR3 sont représentées dans la figure (V-12) ci-dessous, (les détails sont donnés dans l'annexe V-4).

Chapitre V : Pompes

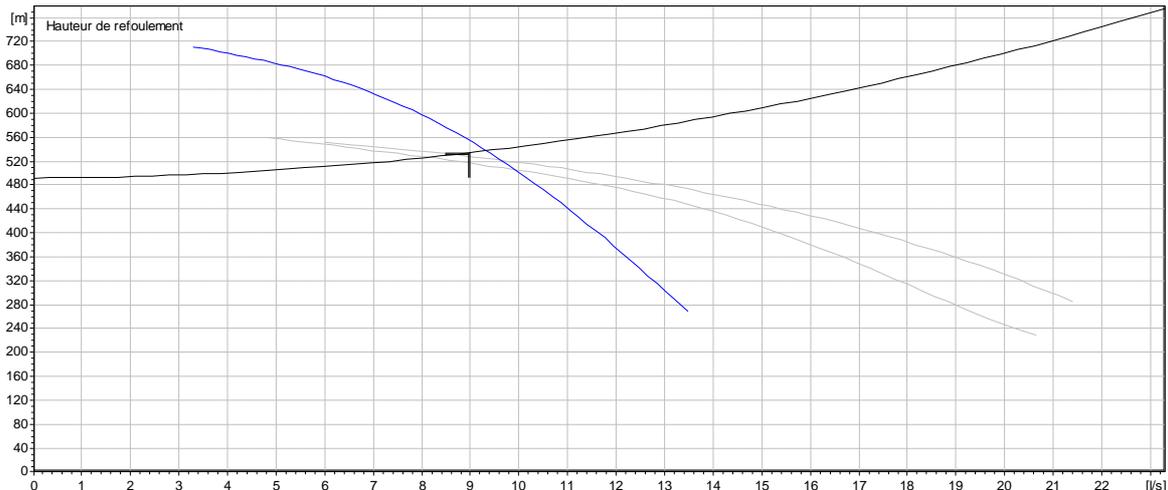


Figure V. 12: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher2.

On a opté pour le choix d'une pompe immergée type radial[E8RB35N/35 + MAC890-8V].

- point de fonctionnement : $P = (Q = 9 \text{ l/s} ; H_{mt} = 534,257 \text{ m})$;
- point désiré : $P_1 = (Q_1 = 9,33 \text{ l/s} ; H_{mt_1} = 537 \text{ m})$.

D'après la courbe d'installation le point de fonctionnement donné correspond à celui désiré.

➤ Réduction ou augmentation du temps de pompage.

On opte pour le point de fonctionnement (H, Q) obtenu et par ailleurs on aura un débit inférieure à celui désiré. Pour conserver le même volume pompé, on aura :

$$Q \cdot T = Q_1 \cdot T_1 \text{ donc : } T = Q_1 \cdot T_1 / Q$$

$$T = 9 \cdot 24 / 9,33 = 23,15 \text{ h} = 23 \text{ h } 9 \text{ min.}$$

- La puissance absorbée sera:

$$P_{a1} = (g \times Q \times H_{mt}) / \eta = 9,81 \times 0,0093 \times 537 / 0,746 = 65,66 \text{ kw.}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{exp} = 65,66 \times 23,15 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{exp} = \mathbf{2591481,748 \text{ DA.}}$$

➤ Vannage.

La perte de charge créée par l'étranglement de la vanne de refoulement est :

$$H_2 = H_1 + h$$

$$h = H_2 - H_1 = 537 - 534,257 = \mathbf{2,743 \text{ m}}$$

$$P_{a2} = (g \times Q_2 \times H_2) / \eta = 9,81 \times 0,00933 \times 2,743 / 0,745 = \mathbf{49,15 \text{ kw.}}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{exp} = 49,15 \times 24 \times 365 \times 4,67 = \mathbf{2010693,73 \text{ DA.}}$$

➤ Variation de la vitesse.

Cette solution est adoptée dans le cas où on aurait la possibilité de faire varier la vitesse de rotation. Cela consiste à chercher la vitesse souhaitable pour que la caractéristique de la pompe $H = f(Q)$ passe par le point désiré ; à cet effet, nous traçons la parabole $H = aQ^2$, ce qui est illustré dans la figure (V-7). Le tableau suivant donne les résultats du calcul :

Chapitre V : Pompes

Tableau V. 2: Recherche des points homologues du point désiré de la pompe.

Q (l/s)	4	6	8	10	12	13,5
H _p (m)	701	662	598	501	378	269
H _v	98,72	222,12	394,88	617	888,48	1124,5
H _c (m)	501	517	522	547	571	588

Les résultats du tableau sont représentés dans la figure ci-dessous :

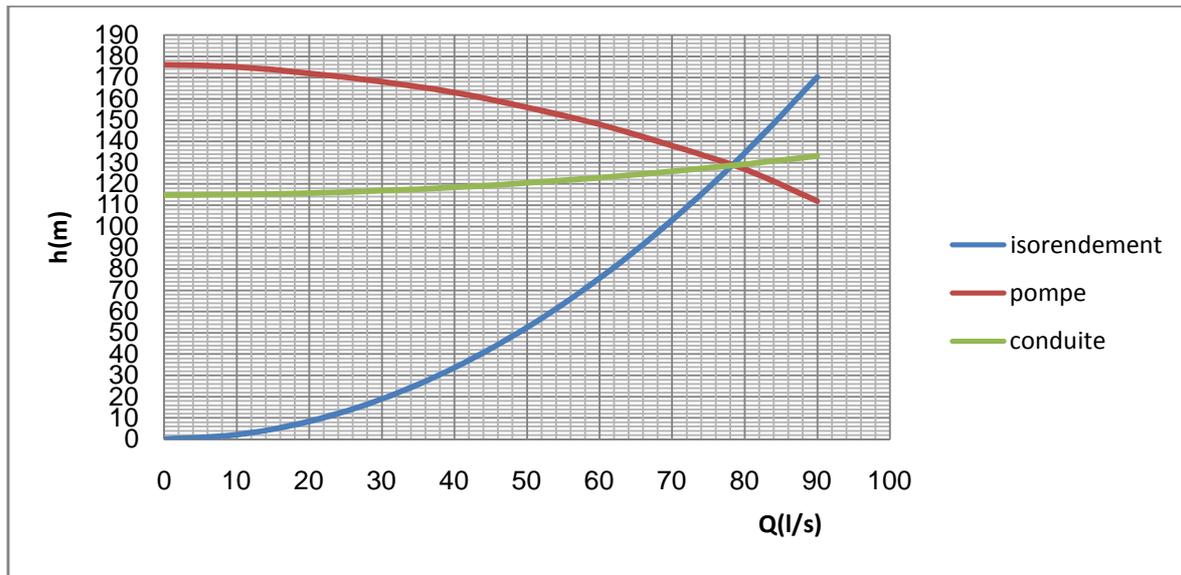


Figure V. 13: Recherche graphique du point homologue du point désiré de la pompe de forage djouahre 2.

D'après la courbe ci-dessus, la nouvelle vitesse de rotation est comme suit :

Cette courbe passe par le point P_v= (Q_v = 9,29 l/s; H_v=536,8m)

$$N=2900 \cdot (9/9,29)$$

$$N=2809,47 \text{ tr/min}$$

Donc la vitesse de rotation qui permet de satisfaire le débit et la hauteur requise doit être de **2809,47 tr/min**.

- La puissance absorbée sera :

$$P_{a2} = (g \times Q \times H_{mt}) / \eta = 9,81 \times 0,00929 \times 536,8 / 0,745 = 65,66 \text{ kw.}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{\text{exp}} = 65,66 \times 24 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{\text{exp}} = 2686345,961 \text{ DA.}$$

- **Remarque :**

Notre choix se portera sur la deuxième variante (vannage) qui présente une meilleure économie.

V.9.5 Tronçon «foragedjouaher 3-réservoir 1000m³».

Les données nécessaires pour le choix de la pompe sont :

- Q = 8 l/s ;
- H_g = 500 m ;
- H_{mt} = 549,245 m.

Chapitre V : Pompes

Les courbes caractéristiques de la pompe du forage djouahre 3 sont représentées dans la figure (V-13) ci-dessous, (les détails sont donnés dans l'annexe V-5).

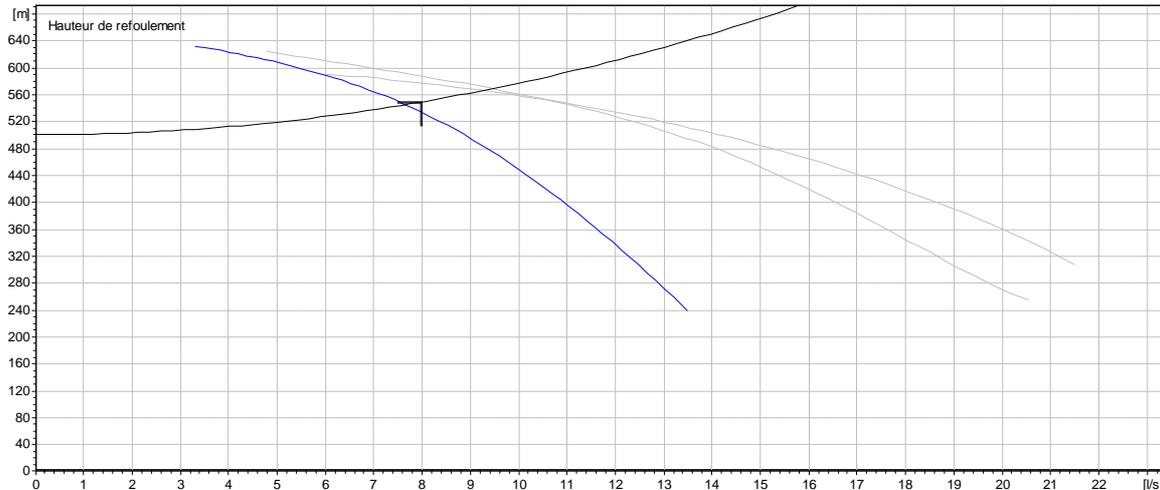


Figure V. 14: Courbe caractéristique de la pompe au niveau de forage djouaher3

On a opté pour le choix d'une pompe d'imméré type radial [E8RB35N/31 + MAC880-8V]

- point de fonctionnement : $P = (Q = 8 \text{ l/s} ; H_{mt} = 549,245 \text{ m})$;
- point désiré : $P_1 = (Q_1 = 7,66 \text{ l/s} ; H_{mt_1} = 545 \text{ m})$.

D'après la courbe d'installation le point de fonctionnement donné ne correspond pas à celui désiré, des changements s'avèrent nécessaires. On procédera de la manière suivante :

➤ **Réduction ou augmentation du temps de pompage.**

On opte pour le point de fonctionnement (H, Q) obtenu et par ailleurs on aura un débit supérieur à celui désiré. Pour conserver le même volume pompé, on aura :

$$Q \cdot T = Q_1 \cdot T_1 \text{ donc } : T = Q_1 \cdot T_1 / Q$$

$$T = 7,66 \cdot 24 / 8 = 22,98 \text{ h} = 22 \text{ h } 59 \text{ min.}$$

- La puissance absorbée sera:

$$P_{a1} = (g \times Q \times H_{mt}) / \eta = 9,81 \times 0,0076 \times 545 / 0,727 = 52,77 \text{ kw.}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{exp} = 52,77 \times 22,98 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{exp} = 2067030,40 \text{ DA.}$$

➤ **Variation de la vitesse.**

Cette solution est adoptée dans le cas où on aurait la possibilité de faire varier la vitesse de rotation. Cela consiste à chercher la vitesse souhaitable pour que la caractéristique de la pompe $H = f(Q)$ passe par le point désiré ; à cet effet, nous traçons la parabole $H = aQ^2$, ce qui est illustré dans la figure (V-7). Le tableau suivant donne les résultats du calcul :

Chapitre V : Pompes

Tableau V. 3: Recherche des points homologues du point désiré de la pompe.

Q (l/s)	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H _p (m)	623	608	589	565	533	495	449	397	339
H _v	137,28	214,5	308,88	420,02	549,12	695	858	1038,2	1235,5
H _c (m)	501	520	529	541	556	562	580	596	615

Les résultats du tableau sont représentés dans la figure ci-dessous :

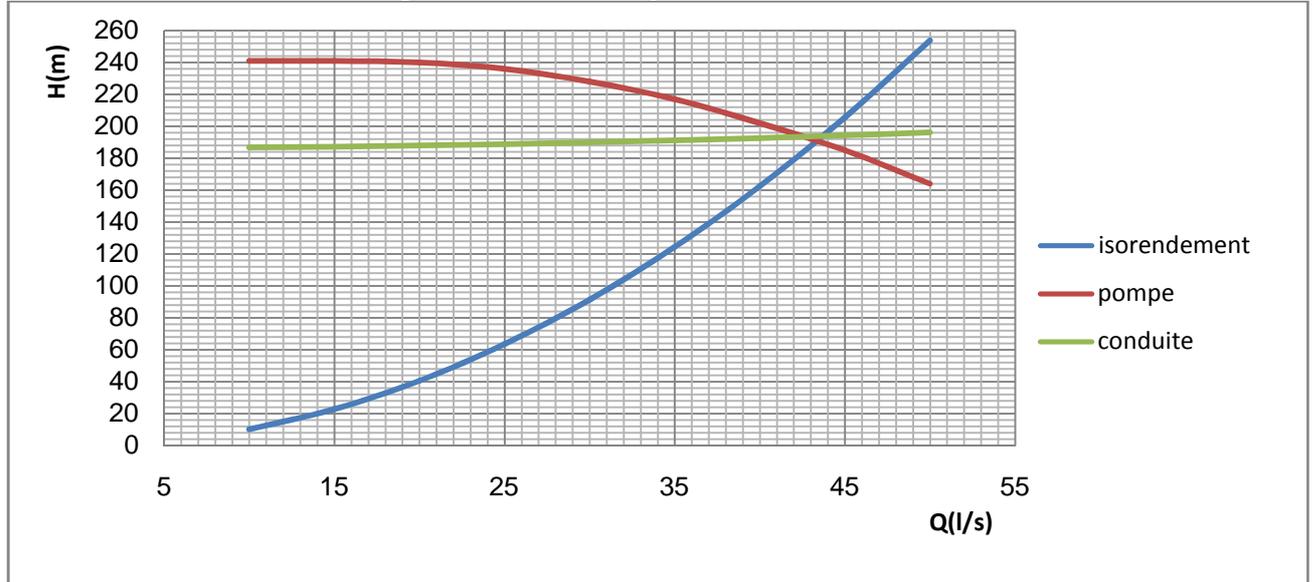


Figure V. 15: Recherche graphique du point homologue du point désiré de forage djouaher3.

D'après la courbe ci-dessus, la nouvelle vitesse de rotation est comme suit :

Cette courbe passe par le point P_v= (Q_v = 7,44 l/s; H_v=545, 4m)

$$N=2900*(7,66/7,44)$$

$$N=2985,75 \text{tr/min}$$

Donc la vitesse de rotation qui permet de satisfaire le débit et la hauteur requise doit être de **2985,75 tr/min**.

- La puissance absorbée sera :

$$P_{a2} = (g \times Q \times H_{mt})/\eta = 9,81 \times 0,00766 \times 545,4/0,727 = 56,37 \text{kw.}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{\text{exp}} = 56,37 \times 24 \times 365 \times 4,67$$

$$F_{\text{exp}} = 2306213,37 \text{DA.}$$

➤ Vannage.

La perte de charge créée par l'étranglement de la vanne de refoulement est :

$$H_2 = H_1 + h$$

$$h = H_2 - H_1 = 549,254 - 545 = 4,254 \text{m}$$

$$P_{a2} = (g \times Q_2 \times H_2)/\eta = 9,81 \times 0,00744 \times 545,4/0,727 = 54,75 \text{kw.}$$

- Calcul des frais d'exploitation :

$$F_{\text{exp}} = 54,75 \times 24 \times 365 \times 4,67 = 2239778,73 \text{DA.}$$

- *Remarque :*

Chapitre V : Pompes

Notre choix se portera sur la première variante (Réduction ou augmentation du temps de pompage) qui présente une meilleure économie.

V.10 Vérification de la cavitation.

V.10.1 Nouveau forage.

- La cote du plan d'aspiration 35,9m ;
 - La cote de l'axe de la pompe 35,9m ;
 - Hauteur d'aspiration; $H_a = 35,9 - 35,9 = 0$ m.

La hauteur d'aspiration est égale à zéro parce que la pompe immergée.

- Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0/\omega = 10,33 - 0,0012 \times 35,9$$

$$P_0/\omega = 10,287 \text{ mce}$$

Pour : $J_a = 0$ m.

$$NPSH_d = 10,287 + 0 - (0 + 0,24)$$

$$NPSH_d = 10,047 \text{ m.}$$

On a $NPSH_r = 7,5$ m.

On constate que $NPSH_d > NPSH_r$, donc la relation (V-21) est vérifiée, il n'y a pas un problème de cavitation.

V.10.2 Forage djouaher 1.

- La cote du plan d'aspiration 26,75 m ;
- La cote de l'axe de la pompe 26,75 m ;
- Hauteur d'aspiration; $H_a = 26,75 - 26,75 = 0$ m.

La hauteur d'aspiration égale à zéro, donc la pompe est montée en charge.

- Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0/\omega = 10,33 - 0,0012 \times 26,75$$

$$P_0/\omega = 10,30 \text{ mce}$$

Pour : $J_a = 0$ m.

$$NPSH_d = 10,30 + 0 - (0 + 0,24)$$

$$NPSH_d = 10,06 \text{ m.}$$

On a $NPSH_r = 2,99$ m.

On constate que $NPSH_d > NPSH_r$, donc la relation (V-21) est vérifiée, il n'y a pas un problème de cavitation.

V.10.3 Forage Ain bidha.

- La cote du plan d'aspiration 8 m ;
 - La cote de l'axe de la pompe 8 m ;
 - Hauteur d'aspiration; $H_a = 8 - 8 = 0$ m.

La hauteur d'aspiration est égale à zéro, donc la pompe est montée en charge.

- Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0/\omega = 10,33 - 0,0012 \times 8$$

$$P_0/\omega = 10,32 \text{ mce}$$

Pour : $J_a = 0$ m.

$$NPSH_d = 10,32 + 0 - (0 + 0,24)$$

$$NPSH_d = 10,08 \text{ m.}$$

On a $NPSH_r = 2,03$ m.

On constate que $NPSH_d > NPSH_r$, donc la relation (V-21) est vérifiée, il n'y a pas un problème de cavitation.

Chapitre V : Pompes

V.10.4 Forage djouaher 2.

- La cote du plan d'aspiration 56 m ;
 - La cote de l'axe de la pompe 56 m ;
 - Hauteur d'aspiration; $H_a = 56 - 56 = 0$ m.

La hauteur d'aspiration est égale à zéro, donc la pompe est montée en charge.

- Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0/\omega = 10,33 - 0,0012 \times 56$$

$$P_0/\omega = 10,26 \text{ mce}$$

Pour : $J_a = 0$ m.

$$\text{NPSH}_d = 10,26 + 0 - (0 + 0,24)$$

$$\text{NPSH}_d = 10,02 \text{ m.}$$

On a $\text{NPSH}_r = 4,93$ m.

On constate que $\text{NPSH}_d > \text{NPSH}_r$, donc la relation (V-21) est vérifiée, il n'y a pas un problème de cavitation.

V.10.5 Forage djouaher 3.

- La cote du plan d'aspiration 48,6 m ;
 - La cote de l'axe de la pompe 48,6 m ;
 - Hauteur d'aspiration; $H_a = 48,6 - 48,6 = 0$ m.

La hauteur d'aspiration est égale à zéro, donc la pompe est montée en charge.

- Calcul de la pression à la cote d'aspiration

$$P_0/\omega = 10,33 - 0,0012 \times 48,6$$

$$P_0/\omega = 10,27 \text{ mce}$$

Pour : $J_a = 0$ m.

$$\text{NPSH}_d = 10,27 + 0 - (0 + 0,24)$$

$$\text{NPSH}_d = 10,03 \text{ m.}$$

On a $\text{NPSH}_r = 5,67$ m.

On constate que $\text{NPSH}_d > \text{NPSH}_r$, donc la relation (V-21) est vérifiée, il n'y a pas un problème de cavitation.

Conclusion.

Dans ce chapitre, nous avons utilisé le logiciel CAPRARI PUMP TUTOR, afin de choisir les pompes.

On a choisi des pompes de type immergée semi-axiale et de type immergée radial pour tous les forages.

Chapitre VI :
Distribution

Chapitre VI : Distribution.

VI.1 Introduction

Le but principal d'un réseau de distribution est d'amener l'eau aux différentes catégories de consommateurs, et à tous les points de l'agglomération, sans oublier de satisfaire la demande des consommateurs en débit et en pression. Pour cela, les différents tronçons des canalisations du réseau doivent avoir des diamètres optimums et ils seront dimensionnés en conséquence.

Le réseau de distribution peut prendre plusieurs schémas, qui seront choisis selon l'importance de l'agglomération. Ces réseaux peuvent être maillés, ramifiés ou mixtes

VI.2 Choix du schéma du réseau de distribution

A cause de l'insuffisance qu'on a enregistrée dans le réseau de distribution de l'état actuel et à cause de déficit d'eau à l'horizon 2040 on a proposé que le système d'alimentation en eau potable de l'agglomération du Bir kasdali soit comme suit:

- ✓ A partir de l'adduction qui arrive de forages Djaouher (1) et Ain Bidha on alimente le réservoir de tête de 1000m^3 qui à son tour va alimenter par une conduite gravitaire le réservoir de 250m^3 (existant).
- ✓ Les réservoirs de 1000m^3 et 250m^3 alimentent le réseau gravitaire ment.
- ✓ Alimentation du réservoir projeté (500m^3) à partir de nouveau forage 40l/s.

VI.3 Choix du type de réseau [4]

Suivant la structure et l'importance de l'agglomération, on distingue trois schémas de réseaux de distribution (les réseaux ramifiés, les réseaux maillés et les réseaux mixtes. Le réseau de distribution dans notre cas d'étude est le réseau maillé.

Un réseau maillé est constitué d'une série de tronçons disposés de telle manière qu'il soit possible de décrire une ou plusieurs bouches fermés en suivant le tracé. Contrairement au réseau ramifié, un réseau maillé assure une distribution de retour en cas de panne d'un tronçon. Il présente une indétermination sur les grandeurs et les signes (sens) des débits et des pertes de charge dans chaque tronçon.

Pour notre projet on a modifié une grande partie du schéma du réseau existant en éliminant quelques ramifications et en projetant des nouvelles mailles et ceci est en tenant compte de la répartition spatiale des constructions existantes et ses extensions prévues dans le plan d'aménagement.

Chapitre VI : Distribution.

VI.4 Conception du réseau de distribution

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons :

- ✓ L'emplacement des quartiers.
- ✓ L'emplacement des consommateurs.
- ✓ Le relief.
- ✓ Le souci d'assurer un service souple et précis.

VI.5 Principe de la trace du réseau

Le tracé se fait comme suit :

- ✓ Tout d'abord, il faut repérer les consommateurs importants (par exemple les usines) ;
- ✓ Repérer les quartiers ayant une densité de population importante ;
- ✓ Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution à ces consommateurs ;
- ✓ Suivant ce sens, tracer les conduites principales en parallèle ;
- ✓ Ces conduites principales doivent être bien réparties pour avoir une bonne distribution d'eau ;
- ✓ Pour alimenter l'intérieur des quartiers, ces conduites principales sont reliées entre elles par des conduites secondaires pour former des boucles (mailles).

VI.6 Choix du matériau des conduites

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

Parmi les matériaux à utiliser on distingue entre autre : L'acier, la fonte ductile, le PVC (polyvinyle de chlorure) et le PEHD (polyéthylène haute densité).

VI.7 Comparaison entre les différents types des tuyaux

Les matériaux constituant les canalisations d'eau potable sont divers. Pendant la première moitié du XX^{ème} siècle, le marché est marqué par la présence quasi exclusive de la fonte grise qui peu à peu partage la place avec l'acier, l'amiante-ciment et le PVC. A partir de 1950. Le PVC est plus largement utilisé, la technologie étant mieux maîtrisée. Il domine le marché dans les années 1970 mais connaît un lent déclin é partir de 1975 cédant peu à peu du terrain à la fonte ductile. Celle-ci, apparue discrètement au début des années 60, voit son utilisation Croître jusqu'en 1970.

Tuyaux en P.E.H.D

Les avantages :

- ✓ Bonne résistance à la corrosion interne, externe, microbiologique et à l'entartage.
- ✓ Disponibilité sur le marché.
- ✓ Facilité de pose (grande flexibilité), possibilité d'enroulement en couronne pour les petits

Chapitre VI : Distribution.

diamètres.

- ✓ Fiabilité au niveau des branchements (réduction de risque de fuite).
- ✓ Bonne caractéristique hydraulique (coefficient de rugosité très faible).
- ✓ Durée de vie prouvée par l'expérience et le test de vieillissement théoriquement de 50 ans à une température de 20°C.

Les inconvénients :

- ✓ Nécessite une grande technicité pour la jonction.

VI.8 Calcul hydraulique du réseau de distribution

Le calcul du réseau de distribution se fera pour les deux cas suivants :

- ✓ Cas de pointe.
- ✓ Cas de pointe incendie.

VI.8.1 Calcul des débits

VI.8.1.1 Détermination du débit spécifique

Défini comme étant le rapport entre le débit de pointe et la somme des longueurs des tronçons du réseau, on suppose que les besoins domestiques sont uniformément répartis sur toute la longueur du réseau:

$$Q_{sp} = Q_{pt} / (\sum Li)$$

Q_{pt} : Débit de pointe calculé dans le chapitre II (l/s) ;

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/m) ;

$\sum Li$: Somme des longueurs du tronçon (m).

Tableau VI. 1: Détermination de débit spécifique

Heure de pointe	$Q_{pt}(l/s)$	128,03
	$\sum Li$ (m)	14482,52
	$Q_{sp}(l/s/ml)$	0.008

VI.8.1.2 Calcul des débits en route

Le débit en route se définit comme étant le débit réparti uniformément le long d'un tronçon de réseau le débit en route est donné par la formule suivante :

$$Q_{ri} = Q_{sp} * L_i \quad \text{(VI-1)}$$

Avec :

Q_{ri} : Débit en route dans le tronçon i (l/s) ;

Q_{sp} : Débit spécifique (l/s/m) ;

L_i : Longueur du tronçon (m).

VI.8.1.3 Détermination des débits nodaux

C'est le débit concentré en chaque point de jonction des conduites du réseau, il est déterminé comme suit :

$$Q_{ni} = 0,5 \sum Q_{ri-k} + \sum Q_{cnoc} \quad \text{(VI-2)}$$

Où :

Chapitre VI : Distribution.

Q_{ni} : Débit au nœud i (l/s) ;

$\sum Q_{ri-k}$: La somme des débits en route des tronçons reliés au nœud i (l/s) ;

$\sum Q_{conc}$: La somme des débits concentrés au nœud i (l/s).

Les résultats du calcul des débits sont donnés dans le tableau ci-après :

Tableau VI. 2: Calculs des débits routes et nodaux

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp l/s	Q _{route}	$\sum Q_{route}$ l/s	Q _{ni} l/s
				m		l/s		
J-2	p-132	J-14	J-2	158,46	0,008	1,27	5,12	2,56
	P-56	J-64	J-2	187,85		1,50		
	P-59	J-2	J-66	294,28		2,35		
J-3	P-2	J-3	J-4	53,33		0,43	0,54	
	P-3	J-3	J-5	82,36		0,66		
J-4	P-2	J-3	J-4	53,33		0,43	1,37	0,69
	P-4	J-4	J-6	82,23		0,66		
	P-5	J-4	J-7	36,05		0,29		
J-5	P-3	J-3	J-5	82,36		0,66	2,10	1,05
	P-6	J-5	J-6	53,14		0,43		
	P-7	J-5	J-8	127,33		1,02		
J-6	P-6	J-5	J-6	53,14		0,43	2,40	1,20
	P-4	J-6	J-9	82,23		0,66		
	P-8	J-4	J-6	39,56	0,32			
	P-9	J-6	J-10	124,9	1,00			
J-7	P-5	J-4	J-7	36,05	0,29	0,54	0,27	
	P-10	J-7	J-11	31	0,25			
J- 8	P-7	J-5	J-8	127,33	1,02	2,69	1,34	
	P-140	J-8	J-16	151,96	1,22			
	P-141	J-8	J-10	56,42	0,45			
J-9	P-8	J-6	J-9	39,56	0,32	1,05	0,53	
	P-11	J-11	J-9	50,61	0,40			
	P-12	J-9	J-12	41,56	0,33			
J-10	P-9	J-6	J-10	124,9	1,00	3,31	1,65	
	P-13	J-7	J-10	33,95	0,27			
	P-14	J-10	J-12	198,01	1,58			
	P-141	J-8	J-10	56,42	0,45			
J-11	P-10	J-7	J-11	31	0,25	1,47	0,74	
	P-11	J-11	J-9	50,61	0,40			
	P-15	J-11	J-15	102,47	0,82			
J-12	P-12	J-9	J-12	41,56	0,33	1,81	0,91	
	P-17	J-12	J-18	60,29	0,48			
	P-16	J-12	J-17	124,48	1,00			
J-13	P-13	J-7	J-10	33,95	0,27	1,69	1,00	
	P-131	J-13	J-17	49,39	0,40			
	P-134	J-13	J-100	128,25	1,03			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI. 3: Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp l/s	Q _{route}	ΣQ _{route}	Q _{ni}
				m		l/s	l/s	l/s
J-14	p-14	J-10	J-14	198,01	0,008	1,58	3,47	1,73
	P-19	J-16	J-14	46,08		0,37		
	P-18	J-14	J-19	31		0,25		
	p-132	J-14	J-2	158,46		1,27		
J-15	P-15	J-11	J-15	102,47		0,82	1,99	0,99
	p-20	J-15	J-18	47,82		0,38		
	P-21	J-15	J-20	97,97		0,78		
J-16	P-19	J-16	J-14	46,08		0,37	1,58	1,00
	P-140	J-8	J-16	151,96		1,22		
J-17	P-16	J-12	J-17	124,48		1,00	1,39	0,70
	P-131	J-13	J-17	49,39		0,40		
J-18	P-17	J-12	J-18	60,29		0,48	2,41	1,21
	P-20	J-15	J-18	47,82		0,38		
	P-137	J-18	J-101	43,33		0,35		
	P-86	J-18	J-51	150,03		1,20		
J-19	P-18	J-14	J-19	36,05		0,29	0,54	0,27
	P-133	J-19	J-100	31		0,25		
J-20	P-21	J-15	J-20	127,33		1,02	2,23	1,50
	P-22	J-20	J-21	151,96		1,22		
J-21	P-22	J-20	J-21	46,67		0,37	2,76	1,38
	P-136	J-101	J-21	54,94		0,44		
	P-139	J-21	J-53	242,88		1,94		
J-22	P-23	J-22	J-23	28,54		0,23	2,54	1,27
	P-69	J-22	J-24	289,33		2,31		
J-23	P-23	J-22	J-23	28,54		0,23	5,27	2,64
	P-55	J-23	J-39	630,65		5,05		
J-24	P-24	J-24	J-25	45,76		0,37	3,43	1,72
	P-142	J-24	J-102	94,13		0,75		
	P-69	J-22	J-9	289,33	2,31			
J-25	P-24	J-24	J-25	45,76	0,37	1,61	0,80	
	P-25	J-25	J-26	95,32	0,76			
	P-26	J-25	J-26	59,7	0,48			
J-26	P-25	J-25	J-26	95,32	0,76	2,40	1,20	
	P-27	J-26	J-28	62,65	0,50			
	P-28	J-26	J-29	93,05	0,74			
	P-143	J-26	J-102	48,83	0,39			
J-27	P-26	J-25	J-26	59,7	0,48	2,13	1,07	
	P-29	J-27	J-28	93,32	0,75			
	P-85	J-27	J-32	113,85	0,91			
J-28	P-27	J-26	J-28	62,65	0,50	2,16	1,08	
	P-29	J-27	J-28	93,32	0,75			
	p-30	J-28	J-30	113,46	0,91			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Q _{route}	ΣQ _{route}	Qni																																																																																																																																																																																																			
				m	l/s	l/s	l/s	l/s																																																																																																																																																																																																			
J-29	P-28	J-26	J-29	93,05	0.008	0,74	1,24	0,62																																																																																																																																																																																																			
	P-31	J-29	J-31	61,99		0,50			J-30	p-30	J-28	J-30	113,46	0,91	2,51	1,25	P-32	J-32	J-30	94,33	0,75	P-33	J-30	J-33	105,52	0,84	J-31	P-31	J-29	J-31	61,99	0,50	2,58	1,29	P-34	J-31	J-34	216,18	1,73	P-35	J-31	J-35	43,89	0,35	J-32	P-32	J-32	J-30	94,33	0,75	2,00	1,50	P-71	J-32	J-69	41,39	0,33	P-85	J-27	J-32	113,85	0,91	J-33	P-33	J-30	J-33	105,52	0,84	2,34	1,17	P-36	J-36	J-33	94,23	0,75	P-65	J-33	J-34	92,76	0,74	J-34	P-65	J-33	J-34	92,76	0,74	4,41 2,09	2,21 1,05	P-37	J-34	J-37	242,88	1,94	P-34	J-34	J-31	216,18	1,73	J-35	P-35	J-31	J-35	43,89	0,35			P-67	J-35	J-37	217,63	1,74	J-36	P-70	J-36	J-69	63,99	0,51	2,52	1,00	P-38	J-36	J-38	72,82	0,58	P-36	J-36	J-33	94,23	0,75	P-80	J-68	J-36	83,67	0,67	J-37	P-37	J-35	J-37	242,88	1,94	3,68	1,84	P-67	J-25	J-37	217,63	1,74	J-38	P-38	J-36	J-26	72,82	0,58	2,23	1,12	P-39	J-41	J-38	134,87	1,08	P-77	J-38	J-67	71,24	0,57	J-39	P-40	J-39	J-40	51	0,41	6,30	3,15	P-73	J-39	J-70	105,48	0,84	P-55	J-25	J-30	630,65	5,05	J-40	P-40	J-39	J-40	51	0,41	2,45	1,49	P-79	J-40	J-68	50,41	0,40	p-93	J-40	J-41	72,82	0,58	P-75	J-40
J-30	p-30	J-28	J-30	113,46		0,91	2,51	1,25																																																																																																																																																																																																			
	P-32	J-32	J-30	94,33		0,75																																																																																																																																																																																																					
	P-33	J-30	J-33	105,52		0,84																																																																																																																																																																																																					
J-31	P-31	J-29	J-31	61,99		0,50	2,58	1,29																																																																																																																																																																																																			
	P-34	J-31	J-34	216,18		1,73																																																																																																																																																																																																					
	P-35	J-31	J-35	43,89		0,35																																																																																																																																																																																																					
J-32	P-32	J-32	J-30	94,33		0,75	2,00	1,50																																																																																																																																																																																																			
	P-71	J-32	J-69	41,39		0,33																																																																																																																																																																																																					
	P-85	J-27	J-32	113,85		0,91																																																																																																																																																																																																					
J-33	P-33	J-30	J-33	105,52		0,84	2,34	1,17																																																																																																																																																																																																			
	P-36	J-36	J-33	94,23		0,75																																																																																																																																																																																																					
	P-65	J-33	J-34	92,76		0,74																																																																																																																																																																																																					
J-34	P-65	J-33	J-34	92,76		0,74	4,41 2,09	2,21 1,05																																																																																																																																																																																																			
	P-37	J-34	J-37	242,88		1,94																																																																																																																																																																																																					
	P-34	J-34	J-31	216,18		1,73																																																																																																																																																																																																					
J-35	P-35	J-31	J-35	43,89		0,35																																																																																																																																																																																																					
	P-67	J-35	J-37	217,63		1,74																																																																																																																																																																																																					
J-36	P-70	J-36	J-69	63,99		0,51	2,52	1,00																																																																																																																																																																																																			
	P-38	J-36	J-38	72,82		0,58																																																																																																																																																																																																					
	P-36	J-36	J-33	94,23		0,75																																																																																																																																																																																																					
	P-80	J-68	J-36	83,67		0,67																																																																																																																																																																																																					
J-37	P-37	J-35	J-37	242,88		1,94	3,68	1,84																																																																																																																																																																																																			
	P-67	J-25	J-37	217,63	1,74																																																																																																																																																																																																						
J-38	P-38	J-36	J-26	72,82	0,58	2,23	1,12																																																																																																																																																																																																				
	P-39	J-41	J-38	134,87	1,08																																																																																																																																																																																																						
	P-77	J-38	J-67	71,24	0,57																																																																																																																																																																																																						
J-39	P-40	J-39	J-40	51	0,41	6,30	3,15																																																																																																																																																																																																				
	P-73	J-39	J-70	105,48	0,84																																																																																																																																																																																																						
	P-55	J-25	J-30	630,65	5,05																																																																																																																																																																																																						
J-40	P-40	J-39	J-40	51	0,41	2,45	1,49																																																																																																																																																																																																				
	P-79	J-40	J-68	50,41	0,40																																																																																																																																																																																																						
	p-93	J-40	J-41	72,82	0,58																																																																																																																																																																																																						
	P-75	J-40	J-71	131,46	1,05																																																																																																																																																																																																						

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Q _{route}	ΣQ _{route}	Qni
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-41	p-93	J-40	J-41	72,82	0,008	0,58	2,20	1,10
	p-39	J-41	J-38	134,87		1,08		
	P-41	J-41	J-42	67,6		0,54		
J-42	P-41	J-41	J-42	67,6		0,54	1,86	0,93
	P-42	J-42	J-45	27,26		0,22		
	P-64	J-31	J-34	137,89		1,10		
J-43	P-78	J-67	J-43	63,5		0,51	1,26	0,63
	P-63	J-46	J-43	94,33		0,75		
J-44	P-92	J-44	J-46	79,54		0,64	2,22	1,11
	P-74	J-71	J-44	79,93		0,64		
	P-44	J-44	J-47	38,97		0,31		
	P-45	J-44	J-48	78,79		0,63		
J-45	P-42	J-45	J-42	27,26		0,22	0,73	0,36
	P-43	J-45	J-46	63,76		0,51		
J-46	P-43	J-45	J-46	63,76		0,51	1,90	0,95
	P-92	J-44	J-46	79,54		0,64		
	P-63	J-46	J-43	94,33		0,75		
J-47	P-44	J-44	J-47	38,97		0,31	1,69	0,85
	P-46	J-47	J-49	90,23		0,72		
	P-72	J-70	J-47	82,16		0,66		
J-48	P-45	J-44	J-48	78,79		0,63	0,97	0,48
	P-47	J-48	J-49	42,18	0,34			
J-49	P-47	J-48	J-49	42,18	0,34	1,06	0,53	
	P-46	J-47	J-49	90,23	0,72			
J-50	P-48	J-50	J-51	102,53	0,82	1,71	0,86	
	P-135	J-50	J100	111,26	0,89			
J-51	P-48	J-50	J-51	102,53	0,82	2,15	1,07	
	P-86	J-51	J-18	150,03	1,20			
	P-112	J-51	J-52	15,7	0,13			
J-52	P-112	J-51	J-52	15,7	0,13	5,19	2,60	
	P-138	J-52	J-101	151,96	1,22			
	p-60	J-52	J-54	152,62	1,22			
	P-91	J-52	J-58	329,02	2,63			
J-53	p-139	J-21	J-53	242,88	1,94	3,80	1,90	
	p-68	J-53	J-51	231,93	1,86			
J-54	p-68	J-53	J-51	231,93	1,86	6,21	3,11	
	P-61	J-54	J-55	392,21	0,82			
J-55	p-60	J-52	J-54	152,62	1,20	4,44	2,22	
	P-61	J-54	J-55	392,21	3,14			
	P-50	J-55	J-57	63,5	0,51			
	P-49	J-55	J-56	98,99	0,79			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Q _{route}	∑Q _{route}	Q _{ni}
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-56	P-49	J-55	J-56	98,99	0,008	0,79	2,00	1,00
	P-51	J-58	J-56	37,95		0,30		
	P-90	J-56	J-60	113,26		0,91		
J-57	P-50	J-55	J-57	51,69		0,41	3,33	1,67
	P-62	J-57	J-59	365		2,92		
J-58	P-51	J-58	J-56	37,95		0,30	3,86	1,93
	P-87	J-58	J-72	116,14		0,93		
	P-91	J-52	J-58	329,02		2,63		
J-59	P-94	J-59	J-61	140,51		1,12	4,04	2,02
	P-62	J-57	J-59	365		2,92		
J-60	P-81	J-72	J-60	90,23		0,72	2,10	1,05
	P-52	J-60	J-62	58,81		0,47		
	P-90	J-56	J-60	113,26		0,91		
J-61	P-94	J-61	J-59	140,51		1,12	2,78	1,39
	P-53	J-61	J-63	116,67		0,93		
	P-111	J-61	J-74	90,23		0,72		
J-62	P-82	J-73	J-62	39,49		0,32	1,32	0,66
	P-52	J-60	J-62	58,81		0,47		
	P-54	J-62	J-63	66,09		0,53		
J-63	P-83	J-74	J-63	39,72		0,32	1,78	0,89
	P-54	J-63	J-62	66,09		0,53		
	p-53	J-63	J-61	116,67	0,93			
J-64	P-56	J-64	J-2	187,85	1,50	3,85	1,92	
	p-57	J-64	J-65	293,26	2,35			
J-65	p-57	J-64	J-65	293,26	2,35	3,84	1,92	
	p-58	J-65	J-66	186,37	1,49			
J-66	p-58	J-65	J-66	186,37	1,49	3,85	1,92	
	p-59	J-2	J-66	294,28	2,35			
J-67	P-77	J-38	J-67	71,24	0,57	2,18	1,09	
	P-78	J-67	J-43	63,5	0,51			
	P-64	J-42	J-67	137,89	1,10			
J-70	P-72	J-70	J-47	82,16	0,66	1,81	0,91	
	P-73	J-70	J-39	105,48	0,84			
	P-76	J-70	J-71	38,93	0,31			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Q _{route}	ΣQ _{route}	Qni
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-71	P-76	J-70	J-71	38,93	0,008	0,31	2,00	1,00
	P-75	J-40	J-71	131,46		1,05		
	P-74	J-71	J-44	79,93		0,64		
J-72	P-81	J-72	J-60	90,23		0,72	2,11	1,05
	P-88	J-72	J-73	57,14		0,46		
	P-87	J-58	J-72	116,14		0,93		
J-73	P-82	J-73	J-62	39,49		0,32	1,31	0,65
	P-89	J-73	J-74	66,75		0,53		
	P-88	J-72	J-73	57,14		0,46		
J-74	P-89	J-73	J-74	66,75		0,53	1,83	0,92
	P-83	J-74	J-63	39,721		0,32		
	P-111	J-74	J-61	122,77		0,98		
J-75	P-95	J-76	J-75	83,25		0,67	1,79	0,89
	P-116	J-75	J-79	140,22		1,12		
J-76	p-95	J-76	J-75	83,25		0,67	1,72	0,86
	p-113	J-76	J-93	132,22		1,06		
J-79	P-99	J-79	J-80	103,65		0,83	2,63	1,31
	p-114	J-79	J-93	84,76		0,68		
	p-116	J-75	J-79	140,22		1,12		
J-80	P-99	J-79	J-80	103,65		0,83	2,35	1,17
	P-118	J-80	J-94	59,9		0,48		
	P-100	J-80	J-81	130,05	1,04			
J-81	P-100	J-80	J-81	130,05	1,04	2,67	1,34	
	P-101	J-81	J-82	117,39	0,94			
	P-120	J-81	J-95	86,53	0,69			
J-82	P-101	J-81	J-82	117,39	0,94	2,92	1,46	
	P-102	J-82	J-96	138,42	1,11			
	P-123	J-82	J-47	108,8	0,87			
J-83	P-102	J-82	J-96	138,42	1,11	2,88	1,44	
	P-103	J-83	J-84	114,54	0,92			
	P-104	J-83	J-85	107,39	0,86			
J-84	P-103	J-83	J-84	114,54	0,92	2,45	1,23	
	P-121	J-96	J-84	90,82	0,73			
	P-124	J-84	J-97	101,06	0,81			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Qroute	ΣQ_{route}	Qni
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
	P-105	J-85	J-86	202,24	0,008	1,62	3,13	1,56
J-86	P-106	J-86	J-87	95,94		0,77		
	P-107	J-86	J-88	92,63		0,74		
	P-106	J-86	J-87	95,94		0,77	2,38	1,19
J-87	P-128	J-98	J-87	90,17		0,72		
	P-129	J-87	J-99	112,01		0,90		
	P-107	J-86	J-88	92,63		0,74	2,37	1,18
J-88	p-108	J-88	J-89	63,89		0,51		
	P-127	J-88	J-89	139,14		1,11		
J-89	p-108	J-79	J-89	63,89		0,51	1,36	0,68
	p-109	J-89	J-90	105,62		0,84		
J-90	p-109	J-89	J-90	105,62		0,84	0,84	0,42
J-91	P-110	J-91	J-92	73,41		0,59	1,13	0,56
	P-126	J-91	J-98	67,24		0,54		
J-92	P-110	J-91	J-92	73,41		0,59	0,59	0,29
	P-113	J-76	J-93	132,22		1,06	2,62	1,31
J-93	P-114	J-79	J-93	84,76		0,68		
	P-117	J-93	J-94	110,96		0,89		
	P-117	J-93	J-94	110,96		0,89	2,38	1,19
J-94	P-118	J-80	J-94	59,9		0,48		
	P-119	J-94	J-95	126,51		1,01		
	P-119	J-94	J-95	126,51		1,01	3,13	1,57
J-95	P-120	J-81	J-95	86,53		0,69		
	P-122	J-95	J-96	178,8		1,43		
	P-122	J-95	J-96	178,8		1,43	3,03	1,51
J-96	P-123	J-82	J-96	108,8		0,87		
	P-121	J-96	J-84	90,82	0,73			

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.2 : Calculs des débits routes et nodaux (suite et fin)

N° de nœud	Conduite	Début	Fin	Longueur	Qsp	Qroute	$\Sigma Qroute$	Qni
				m	l/s	l/s	l/s	l/s
J-97	P-124	J-84	J-97	101,06	0,008	0,81	2,58	1,29
	P-130	J-85	J-97	120,44		0,96		
	P-125	J-97	J-98	100,7		0,81		
J-98	P-125	J-97	J-98	100,7		0,81	2,24	1,12
	P-126	J-91	J-98	67,24		0,54		
	P-128	J-87	J-98	112,01		0,90		
J-99	P-129	J-87	J-99	112,01		0,90	2,01	1,20
	P-127	J-88	J-89	139,14		1,11		
J-1 00	P-133	J-19	J-100	70,36		0,56	2,48	1,25
	p-135	J-100	J-50	111,26		0,89		
	p-134	J-100	J-13	128,25		1,03		
J-1 01	p-137	J-18	J-101	43,33		0,35	2,00	1,30
	P-136	J-101	J-21	54,94		0,44		
	P-138	J-52	J-101	151,96		1,22		
J-102	P-142	J-24	J-102	94,13		0,75	1,14	0,58
	P-143	J-102	J-26	48,83	0,39			

VI.8.2 Répartition arbitraire des débits

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

VI.8.3 Détermination des diamètres 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°1) et avec la formule de la continuité

nous déterminons la vitesse $V_0 = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2}$

V.I.9 Résultat de la simulation

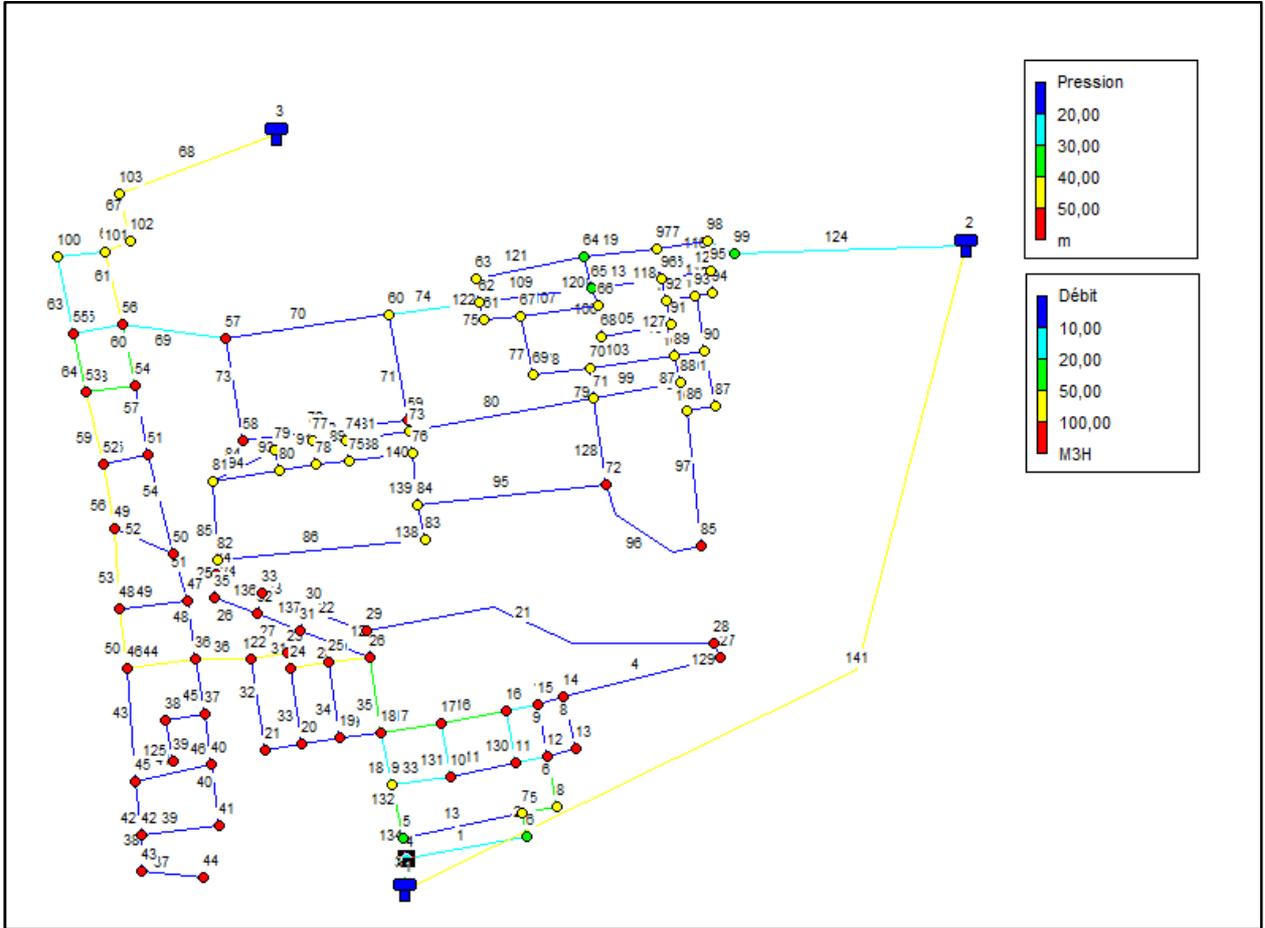


Figure VI-1:Etat du réseau de distribution après simulation.

Chapitre VI : Distribution.

➤ **Cas de pointe**

Tableau VI. 3: Résultats de la simulation sur les nœuds

Nœud	Élévation(m)	Demande(m)	Charge(m)	Pressure (m H2O)
J-1	513	0	547,5	34,4
J-2	509,32	2,56	543,78	34,4
J-3	509,9	0,54	547,44	37,5
J-4	508,85	0,69	547,17	38,2
J-5	508,3	1,05	547,38	39
J-6	507,35	1,2	546,73	39,3
J-7	507,8	0,27	547,07	39,2
J-8	511,8	1,34	546,77	34,9
J-9	506,4	0,53	546,62	40,1
J-10	510,6	1,65	546,43	35,8
J-11	507,4	0,74	546,57	39,1
J-12	505,8	0,91	546,32	40,4
J-13	509,9	1	545,78	35,8
J-14	507,3	1,73	545,47	38,1
J-15	505,6	0,99	544,65	39
J-16	509,8	1	546,73	36,9
J-17	508,7	0,7	545,92	37,1
J-18	504,3	1,21	543,62	39,2
J-19	506,04	0,27	545,46	39,3
J-20	502,16	1,5	543,39	41,1
J-21	501,48	1,38	543,1	41,5
J-22	494,93	1,27	526,5	31,5
J-23	491,27	2,64	526,42	35,1
J-24	496,86	1,72	532,11	35,2
J-25	498,1	0,8	533,39	35,2
J-26	500,27	1,2	533,7	33,4
J-27	499,04	1,07	535,11	36
J-28	501,15	1,08	534,43	33,2
J-29	503,36	0,62	534,02	30,6
J-30	501,87	1,25	535,59	33,7
J-31	504,36	1,29	534,35	29,9
J-32	499,52	1,71	536,62	37
J-33	502,71	1,17	536,38	33,6
J-34	507,3	2,21	536,46	29,1

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.3 : Résultats de la simulation sur les nœuds (suite)

Nœud	Élévation(m)	Demande(m)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-35	506,43	1,05	534,57	28,1
J-36	499,9	1,97	537,18	37,2
J-37	490	1,84	536,54	46,4
J-38	500,49	1,12	538,25	37,7
J-39	498,98	3,15	537,52	38,5
J-40	498,32	1,49	537,7	39,3
J-41	499,24	1,1	538,08	38,8
J-42	499,84	0,93	538,44	38,5
J-43	500,72	0,63	538,89	38,1
J-44	501,32	1,11	536,19	34,8
J-45	499,91	0,36	538,6	38,6
J-46	500,25	0,95	538,96	38,6
J-47	502,22	0,85	536,23	33,9
J-48	501,9	0,48	536,08	34,1
J-49	503,38	0,53	536,08	32,6
J-50	504,04	0,86	544,05	39,9
J-51	506	1,07	542,94	36,9
J-52	503,4	2,6	542,74	39,3
J-53	494,7	2,2	542,91	48,1
J-54	498,19	3,11	542,41	44,1
J-55	504,79	2,22	538,86	34
J-56	505,82	1	539,02	33,1
J-57	501,43	1,67	537,32	35,8
J-58	504,3	1,93	539,42	35,1
J-59	504,66	2,02	535,82	31,1
J-60	506,14	1,05	538,49	32,3
J-61	504,12	1,39	536,79	32,6
J-62	504,6	0,66	538,21	33,5
J-63	504,12	0,89	537,85	33,7
J-64	504	1,92	542,32	38,2
J-65	504,62	1,92	543,11	38,4
J-66	504,6	1,92	543,45	38,8
J-67	500,93	1,09	538,74	37,7
J-68	500,67	0,91	536,41	35,7
J-69	500,19	1	536,74	36,5
J-70	507,05	1,05	538,71	31,6
J-71	506,04	0,65	538,39	32,3
J-72	504,96	0,92	537,73	32,7
J-73	522	0,89	544,86	22,8
J-74	523,42	0,86	545,26	21,8
J-75	521,4	0	545,47	24

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.3 : Résultats de la simulation sur les nœuds (suite et fin)

Nœud	Élévation(m)	Demande(m)	Charge(m)	Pressure (m H ₂ O)
J-76	522,9	0	545,81	22,9
J-77	517,45	1,31	543,79	26,3
J-78	510,5	1,17	543,35	32,8
J-79	510,9	1,34	543,07	32,1
J-80	511,89	1,46	542,81	30,9
J-81	510	1,44	542,02	32
J-82	503,62	1,23	541,93	38,2
J-83	505,98	1,72	540,39	34,3
J-84	503,6	1,56	539,53	35,9
J-85	501,9	1,19	539,22	37,2
J-86	506,8	1,18	537,96	31,1
J-87	509,11	0,68	537,55	28,4
J-88	502,21	0,42	537,44	35,2
J-89	502,2	0,56	538,49	36,2
J-90	501,6	0,29	538,45	36,8
J-91	517	1,31	544,2	27,1
J-92	511,17	1,19	543,78	32,5
J-93	508,19	1,57	543,43	35,2
J-94	508	1,51	542,31	34,2
J-95	502	1,29	539,28	37,2
J-96	501,4	1,12	538,75	37,3
J-97	501	1	538,1	37
J-98	506,6	1,24	545,44	38,8
J-99	502,8	1	543,4	40,5
J-100	500	0,57	532,89	32,8

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI. 4: Résultats de la simulation sur les conduites

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-1	R-2	J- 1	300	50,45	0,71	404,36
P-2	J-3	J-4	200	36,87	1,17	53,33
P-3	J-3	J-5	200	13,04	0,42	82,36
P-4	J-4	J-6	160	21,39	1,06	82,23
P-5	J-4	J-7	160	14,79	0,74	36,05
P-6	J-5	J-6	50	1,56	0,8	53,14
P-7	J-5	J-8	125	10,43	0,85	127,33
P-8	J-6	J-9	125	7,87	0,64	39,56
P-9	J-6	J-10	160	13,88	0,69	124,9
P-10	J-7	J-11	110	14,52	1,53	31
P-11	J-11	J-9	90	1,87	0,29	50,61
P-12	J-9	J-12	90	5,47	0,86	41,56
P-13	J-10	J-13	75	5,77	1,31	33,95
P-14	J-10	J-14	110	7,54	0,79	198,01
P-15	J-11	J-15	110	15,65	1,65	102,47
P-16	J-12	J-17	63	1,4	0,45	124,48
P-17	J-12	J-18	50	3,16	1,61	60,29
P-18	J-14	J-19	200	8,6	0,27	31
P-19	J-16	J-14	75	7,01	1,59	46,08
P-20	J-15	J-18	90	9,98	1,57	47,82
P-21	J-15	J-20	75	4,68	1,06	97,97
P-22	J-20	J-21	75	3,18	0,72	46,67
P-23	J-22	J-23	50	0,74	0,37	28,54
P-24	J-25	J-24	50	2,45	1,25	45,76
P-25	J-26	J-25	50	0,77	0,39	95,32
P-26	J-27	J-25	50	2,49	1,27	59,7
P-27	J-28	J-26	50	1,52	0,78	62,65
P-28	J-29	J-26	75	2,29	0,52	93,05
P-29	J-27	J-28	50	1,18	0,6	93,32
P-30	J-30	J-28	50	1,42	0,72	113,46
P-31	J-31	J-29	75	2,91	0,66	61,99
P-32	J-32	J-30	50	1,47	0,75	94,33
P-33	J-30	J-33	50	1,2	0,61	105,52
P-34	J-34	J-31	50	1,38	0,71	216,18
P-35	J-35	J-31	75	2,81	0,64	43,89
P-36	J-36	J-33	50	1,28	0,65	94,23
P-37	J-37	J-34	110	4,68	0,49	39,06

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.4 : Résultats de la simulation sur les conduites (suite)

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-38	J-38	J-36	50	1,73	0,88	72,82
P-39	J-38	J-41	50	0,47	0,24	134,87
P-40	J-40	J-39	110	6,49	0,68	51
P-41	J-42	J-41	160	21,4	1,07	67,6
P-42	J-45	J-42	160	21,8	1,08	27,26
P-43	J-46	J-45	160	22,1	1,1	63,76
P-44	J-44	J-47	50	0,43	0,22	38,97
P-45	J-44	J-48	50	0,48	0,24	78,79
P-46	J-47	J-49	50	0,53	0,27	90,23
P-47	J-48	J-49	50	0	0	42,18
P-48	J-50	J-51	110	11,7	1,23	102,53
P-49	J-55	J-56	50	0,51	0,26	98,99
P-50	J-55	J-57	50	2,54	1,29	51,69
P-51	J-58	J-56	75	4,23	0,96	37,95
P-52	J-60	J-62	75	2,69	0,61	58,81
P-53	J-63	J-61	50	1,33	0,68	116,67
P-54	J-62	J-63	75	2,95	0,67	66,09
P-55	J-39	J-23	50	1,9	0,97	630,65
P-56	J-2	J-64	50	1,23	0,62	187,85
P-57	J-64	J-65	50	0,69	0,35	293,26
P-58	J-65	J-66	90	-	0,41	186,37
P-59	J-2	J-66	50	0,43	0,22	294,28
P-60	J-52	J-54	125	6,75	0,55	152,62
P-61	J-54	J-55	75	4,25	0,96	329,21
P-62	J-57	J-59	50	0,87	0,44	365
P-63	J-46	J-43	160	5,66	0,28	165,31
P-64	J-67	J-42	50	0,61	0,31	137,89
P-65	J-33	J-34	75	1,09	0,25	92,76
P-66	R-1	J-37	110	10,3	1,09	52,71
P-67	J-37	J-35	75	3,86	0,87	217,63
P-68	J-53	J-54	50	0,61	0,31	231,93
P-69	J-24	J-22	50	2,01	1,02	289,33
P-70	J-68	J-47	75	1,81	0,41	82,16
P-71	J-39	J-68	50	1,44	0,73	105,48
P-72	J-69	J-44	50	1,16	0,59	79,93
P-73	J-40	J-69	75	3,44	0,78	131,46
P-74	J-69	J-68	50	1,29	0,65	38,93
P-75	J-67	J-38	75	3,32	0,75	71,24
P-76	J-43	J-67	110	5,03	0,53	63,5
P-77	J-70	J-60	50	1,03	0,52	40,84
P-78	J-71	J-62	50	0,92	0,47	39,49
P-79	J-1	J-3	300	50,4	0,71	53,33
P-80	J-32	J-27	75	4,74	1,07	113,85
P-81	J-18	J-51	110	7,31	0,77	150,03

Chapitre VI : Distribution.

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-82	J-58	J-70	90	5,05	0,79	116,14
P-83	J-70	J-71	75	2,97	0,67	57,14
P-84	J-71	J-72	50	1,4	0,71	66,75
P-85	J-56	J-60	75	2,71	0,61	113,26
P-86	J-52	J-58	110	11,2	1,18	329,02
P-87	J-41	J-40	160	20,86	1,04	72,82
P-88	J-61	J-59	50	1,15	0,59	140,51
P-89	J-74	J-73	125	10,53	0,86	83,25
P-90	J-75	J-74	250	59,17	1,21	50,25
P-91	J-76	J-75	250	59,17	1,21	85,28
P-92	R-3	J-76	250	59,17	1,21	296,25
P-93	J-77	J-78	160	18,87	0,94	103,65
P-94	J-78	J-79	250	42,73	0,87	130,05
P-95	J-79	J-80	250	42,27	0,86	117,39
P-96	J-80	J-81	200	39,89	1,27	138,42
P-97	J-81	J-82	75	1,02	0,23	114,54
P-98	J-81	J-83	160	37,42	1,86	107,39
P-99	J-83	J-84	110	7,02	0,74	202,24
P-100	J-84	J-85	90	3,58	0,56	95,94
P-101	J-84	J-86	50	1,87	0,95	92,63
P-102	J-86	J-87	50	1,1	0,56	63,89
P-103	J-87	J-88	50	0,42	0,21	105,62
P-104	J-89	J-90	50	0,29	0,15	73,41
P-105	J-72	J-61	50	1,21	0,62	122,77
P-106	J-51	J-52	125	17,95	1,46	15,5
P-107	J-74	J-91	200	47,77	1,52	132,22
P-108	J-91	J-77	125	10,54	0,86	84,76
P-109	J-66	J-91	90	4,1	0,64	180,99
P-110	J-73	J-77	110	9,64	1,01	140,22
P-111	J-91	J-92	200	31,82	1,01	110,96
P-112	J-92	J-78	160	25,03	1,24	59,9
P-113	J-92	J-93	110	5,61	0,59	126,51
P-114	J-93	J-79	50	0,88	0,45	86,53
P-115	J-94	J-82	75	2,57	0,58	90,82
P-116	J-93	J-94	75	3,16	0,72	178,8
P-117	J-80	J-94	50	0,92	0,47	108,8
P-118	J-82	J-95	50	2,36	1,2	101,06
P-119	J-95	J-96	50	0,98	0,5	100,7
P-120	J-96	J-89	50	0,85	0,43	67,24

Chapitre VI : Distribution.

Tableau VI.4 : Résultats de la simulation sur les conduites (suite et fin)

N° de conduite	Nœud de départ	Nœud d'arrivé	Diamètre (mm)	Débit (L/s)	Vitesse (m/s)	Longueur (m)
P-121	J-86	J-97	50	0,41	0,21	139,14
P-122	J-85	J-96	50	0,99	0,5	90,17
P-123	J-85	J-97	50	1,41	0,72	112,01
P-124	J-83	J-95	160	28,69	1,43	120,44
P-125	J-17	J-13	50	0,7	0,36	49,39
P-126	J-14	J-2	75	4,22	0,96	158,46
P-127	J-19	J-98	200	8,33	0,27	70,36
P-128	J-13	J-98	110	5,48	0,58	128,25
P-129	J-98	J-50	110	12,56	1,32	111,26
P-130	J-99	J-21	50	1,01	0,52	54,94
P-131	J-18	J-99	90	4,61	0,73	43,33
P-132	J-99	J-52	75	2,6	0,59	151,96
P-133	J-21	J-53	110	2,81	0,3	242,88
P-134	J-8	J-16	200	8,01	0,26	151,96
P-135	J-8	J-10	50	1,08	0,55	56,42
P-136	J-100	J-24	50	1,27	0,65	94,13
P-137	J-26	J-100	50	1,84	0,94	48,83
P-138	J-95	J-46	200	28,78	0,92	100,04
P-139	J-63	J-72	50	0,73	0,37	39,72
P-140	J-40	J-36	125	9,44	0,77	134,09
P-141	J-36	J-32	110	7,92	0,83	105,35

NB :

Après la projection d'un autre réseau de distribution nous remarquons que nous avons des pressions acceptables (2-6) bars dans tous les nœuds du réseau, donc la répartition des pressions est bonne.

Pour la simulation sur les conduites nous avons remarqués que **85%** des vitesses sont entre 0.5 m/s et 1.5 m/s, la chose qui confirme le bon écoulement de l'eau dans les conduites et éviter leurs entartrages. Des vitesses faibles ont été constatées (inferieures à 0,5 m/s) mais ça s'influe pas sur notre réseau de distribution, la vitesse max dans notre réseau est de 1,86m/s.

➤ Cas de pointe incendie

Pour le cas du pointe incendie on a fait le même travail que le précédent (cas de la pointe) sauf qu'on doit assurer le débit d'incendie (17l/s) dans le nœud le plus défavorable (J-3 dans notre projet), la simulation sur les nœuds nous a données des pressions acceptables (2-6) bars dans tous les nœuds du réseau

Pour la simulation sur les conduites nous avons remarqué qu'il ya des vitesses faibles inferieures à 0,5 m/s et des vitesses supérieure à 1,5 m/s.

Chapitre VI : Distribution.

VI.10 Conclusion

A la fin de ce chapitre on peut dire qu'après la conception du réseau, un bon fonctionnement du réseau a été remarqué, et cela s'est traduit par l'apparition de bonnes pressions aux nœuds et des bonnes vitesses d'écoulement dans les conduites.

Chapitre VII :
Systeme d'information
géographique

VII.1 Introduction

La mise en place d'un système d'information géographique (SIG) pour le gestionnaire du réseau d'eau potable avec la constitution des bases de données descriptives du réseau et de son environnement, nous a semblé indispensable et un pré-requis à toute tentative d'analyse. Ce chapitre décrit précisément les travaux et réflexions qui ont permis de concevoir ce SIG « Eau potable ». Nous illustrons dans les paragraphes suivants quelles types de données ont été utilisées pour la mise en place du SIG « Eau potable », les étapes d'acquisition de ces données, ainsi que les possibilités offertes par les SIG pour faciliter le traitement des différents types de données.

VII.2 Système d'information géographique

Un système d'information géographique (SIG) est un système informatique permettant à partir de diverses sources, de rassembler et organiser, de gérer, d'analyser et de combiner, d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement contribuant notamment à la gestion de l'espace.

Un système d'information géographique est aussi un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage de données localisées.

C'est un ensemble de données repérées dans l'espace, structuré de façon à pouvoir en extraire commodément des synthèses utiles à la décision.

Un système d'information géographique, comme le montre la figure VII.1, est un ensemble d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies pour la saisie, la validation, le stockage et l'exploitation de données, dont la majorité est spatialement référencée, destinée à la simulation de comportement d'un phénomène naturel, à la gestion et l'aide à la décision.

VII.2.1. Principales composantes d'un SIG [8]:

Un SIG comprend 4 composantes essentielles (*figure VII.1*):

- Matériel informatique : ordinateur, scanner ...etc.
- Logiciels SIG: Map Info, Arc Gis, Arc view ...etc.
- Données : récupérable à partir du terrain, d'un rapport, d'une carte ...etc.
- Ressources humaines : personnel formé.

VII.2.2. Fonctionnalités d'un SIG [9]:

- Abstraction : représentation du monde réel, elle se fait en deux étapes :
 - ✓ La construction du schéma conceptuel de données.
 - ✓ Trouver un logiciel qui soit capable de transcrire et de stocker le schéma.
- Acquisition : saisie des informations géographiques sous forme numérique
- Archivage: Stockage et gestion de base de données.

Chapitre VII: Système information géographique

- Analyse : manipulation et interrogation des données géographiques, qui se base sur deux analyses :
 - ✓ Analyse spatiale qui se base sur la description quantitative et qualitative d'un espace.
 - ✓ Analyse spatiale géométrique qui se base sur la position de l'objet, sa forme, et les relations éventuelles entre cet objet.
- Affichage : mise en forme et visualisation

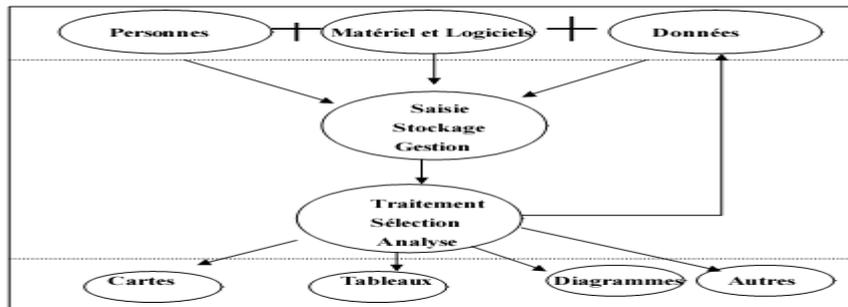


Figure VII. 1 : Organigramme d'utilisation d'un SIG.

VII.2 .3. Avantages de SIG [8] :

- Capacité et fiabilité de stockage.
- Rapidité de restitution des données.
- Intégration et combinaison de données de source différentes.
- Facilité de mise à jour (outil de suivi).
- Possibilité d'analyser précisément les relations spatiales entre objets.

VII.2 .4. Les principales contraintes des SIG [8]:

- Manque de personnel spécialisé et compétent.
- Coût élevé et problèmes techniques pour l'acquisition des données.
- Non standardisation des formats de données.
- Manque d'outils pour la gestion du temps.

VII.3 Système d'information géographique pour le réseau D'AEP

Le SIG englobent en général quatre sous-systèmes:

- Un sous-système pour l'acquisition des données géographiques qui peuvent être d'origines diverses (enveniment de la conduite, la géologie,...etc.).
- Un sous-système de gestion de données pour le stockage, l'organisation et la recherche de données.
- Un sous-système d'analyse spatiale pour le traitement et l'exploitation des données géographiques.
- Et enfin, un système de présentation des résultats soit sous forme de carte par l'affichage graphique à l'écran ou par sorties cartographiques sur papier, soit sous forme de listes ou de tableaux.

Chapitre VII: Système information géographique

VII.4. Présentation du logiciel MapInfo [12]:

VII.4.1. Définition :

MapInfo est un :

- Outil de type système d'information géographique.
- Permet de lier les données d'une base ou d'un tableur à des entités (caractères) spatiales.
- Il combine un puissant gestionnaire de données à des outils de dessin et de présentation facile à utiliser.
- Permet d'analyser et de présenter les données sur une carte à l'aide de couleurs, d'hachure, de type de ligne et de symboles.
- Fournit un ensemble d'outils pour visualiser, exploiter, interroger, modifier et d'analyser des informations géographique et présenter les résultats sur des documents cartographique de qualité.

VII.4.2. Interface de travail :

L'environnement de travail MapInfo se présente comme suit :

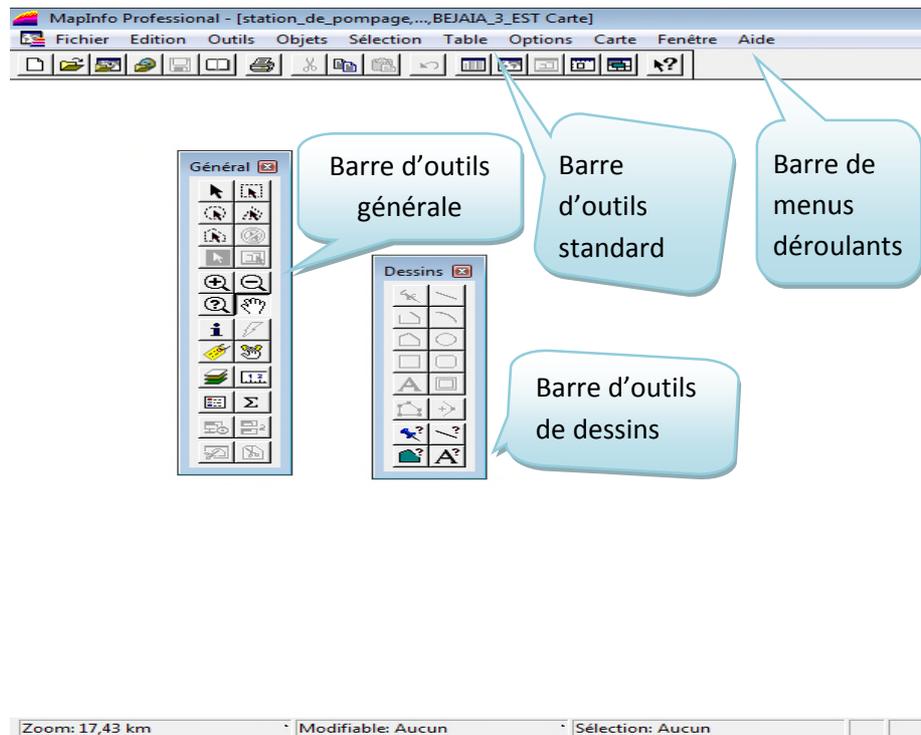


Figure VII. 2 : Interface de travaille MapInfo.

Chapitre VII: Système information géographique

VII.5 Création du système d'information géographique du réseau d'AEP de la commune de Bir kasdali :

Pour la création de notre SIG nous allons d'abord représenter la chaîne d'adduction le réseau de distribution séparément pour une meilleure précision à cause de l'indisponibilité d'une carte claire englobant les deux parties du système d'alimentation en eau potable.

VII. 5.1 Préparation du fond de la carte :

Le réseau d'AEP de la commune de Bir kasdali se localise spatialement dans le système de coordonnées « Universel Transverse Mercator » (UMT).

Nous avons utilisée comme support de digitalisation de la chaîne de refoulement une carte de la partie est de BBA a une échelle de 1/50000, et pour le réseau de distribution une photo satellite de la zone d'étude obtenue sur Google earth.

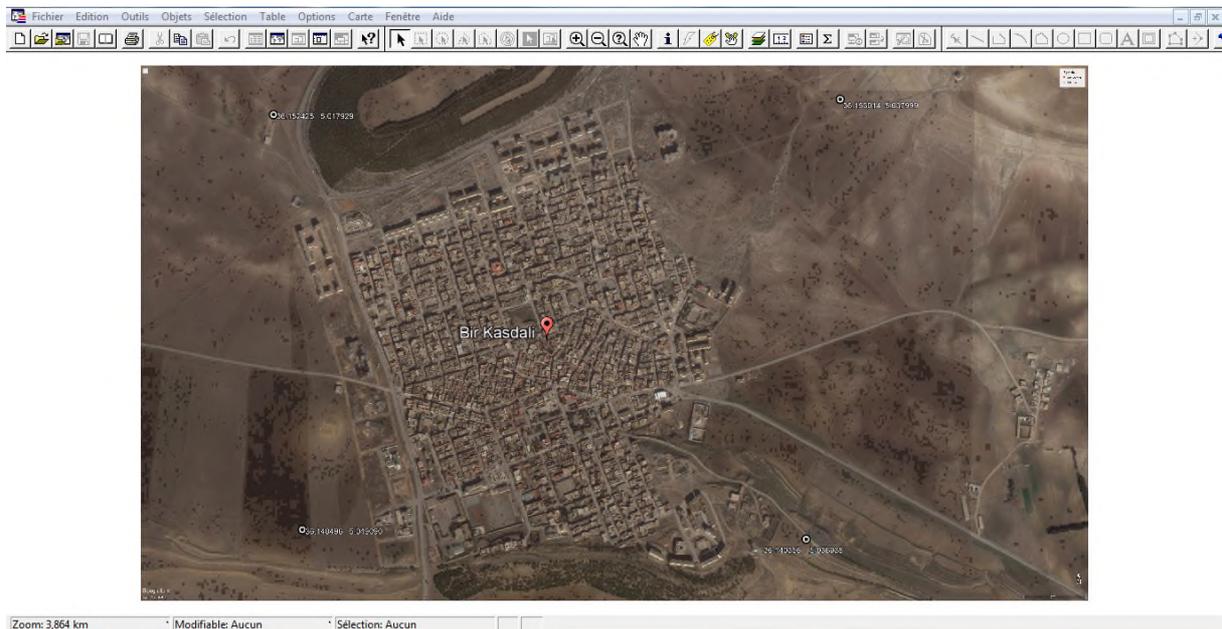


Figure VII. 3 : photo de satellite obtenue à l'aide de Google earth de Bir kasdali.

VII.5.2. Création des tables :

Le but essentiel attendu d'un SIG est de réaliser une base d'information fiable et organisée en plusieurs couches superposables en forme de fenêtre carte, c'est pour cela qu'il faut accorder une particulière attention lors de la définition de la structure des tables de la base de données, en fonction des ressources et des données gérées. Les structures des tables créées sont les suivantes :

Structure de la table conduite :

- ID_ Conduite,
- Longueur _ m,
- Diamètre _ mm,
- Vitesse _ m/s,
- Type _ matériau,
- Etat _ de _ la _ conduite,
- Année _ de pose,

Chapitre VII: Système information géographique

- Observation.

Structure de la table nœud :

- ID _ nœud,
- Altitude _ nœud _ m,
- Pression _ m,
- Longitude,
- Latitude.

Structure de la table réservoir :

- ID _ réservoir,
- Localisation,
- Cote _ radié _ m,
- Hauteur _ trop _ plein _ m,
- Hauteur _ m
- Capacité _ m³,
- Longitude,
- Latitude.

VII.5.3 La vectorisation du réseau d'AEP sur MapInfo :

La vectorisation du réseau consiste à attribuer aux données spéciales des données alphanumériques. Les données spatiales représentent des objets géographiques associés à leurs localisations dans le monde réel. Les objets géographiques sont représentés sur les cartes par des points (nœuds), des lignes (conduites), des objets (réservoir, captage, station de pompage ...etc.).

Les données attributaires décrivent des propriétés particulières des objets géographiques.

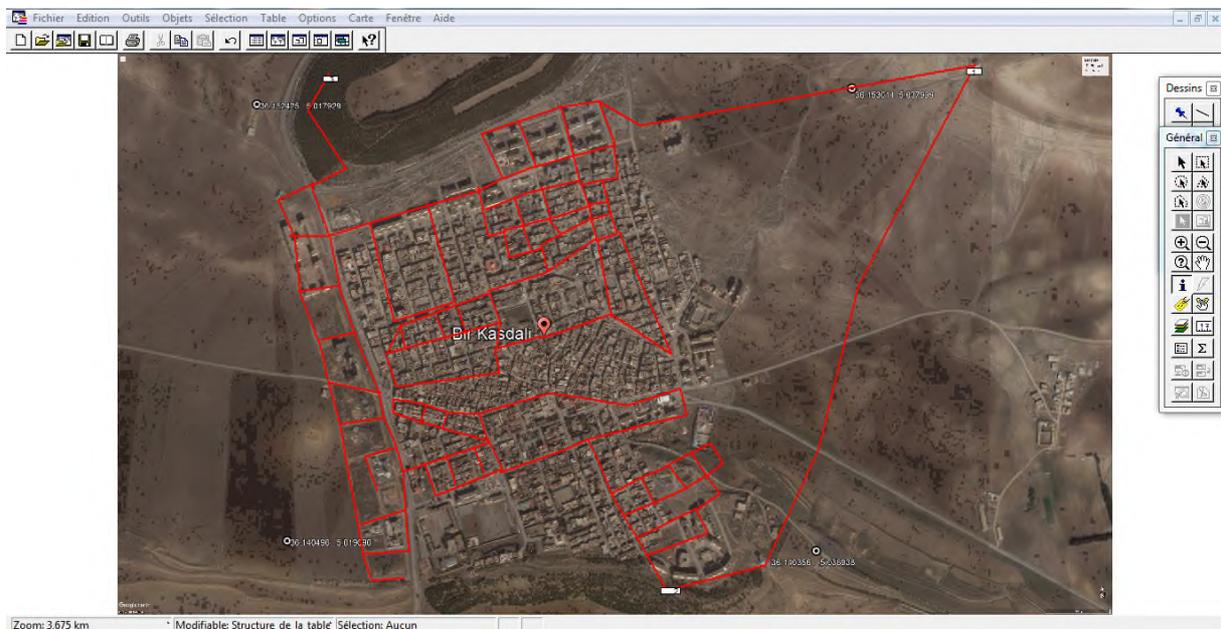


Figure VII. 4 : Résultats de la vectorisation du réseau de distribution De Bir kasdali.

Chapitre VII: Système information géographique

Fichier Edition Outils Objets Sélection Table Options Données Fenêtre Aide

ID_Conduite	Longueur_m	Diamètre_m	Vitesse_m_par	Type_matériau	Etat_de_la_conduite	Année_de_pos	Observation
<input type="checkbox"/> 53	1 860	160	0,33	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 68	145	125	1,3	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 57	154	125	1,24	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 61	101	125	1,235	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 80	252	125	0,25	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 83	265	75	1,23	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 84	45	90	1,54	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 85	54	125	1,25	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 86	45	75	1,2	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 87	54	125	1,25	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 88	56	125	1,4	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 89	25	50	0,45	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 90	52	25	2,5	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 76	175	75	0,75	pebonne	1995	0	
<input type="checkbox"/> 75	75	75	0,75	pehd	bonne1995	0	
<input type="checkbox"/> 74	75	75	0,75	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 72	54	125	1,25	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 68	31	50	1,23	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 67	45	75	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 73	45	50	1,25	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 71	28	125	1,24	pehd	1995	1 995	/
<input type="checkbox"/> 70	34	50	0,57	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 69	36	75	1,02	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 58	68	90	0,57	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 22	33	75	0,23	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 29	45	50	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 35	28	50	1,28	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 37	189	160	0,42	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 38	145	160	0,38	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 36	298	160	0,47	pehd	bonne	1 995	/

32 à 63 /104

Fichier Edition Outils Objets Sélection Table Options Données Fenêtre Aide

ID_Conduite	Longueur_m	Diamètre_m	Vitesse_m_par	Type_matériau	Etat_de_la_conduite	Année_de_pos	Observation
<input type="checkbox"/> 1	534	200	0,84	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 3	78,5	75	0,56	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 4	45	75	0,31	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 6	70,45	90	0,54	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 9	114	125	0,75	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 12	88	125	0,67	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 13	112,5	125	0,88	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 11	54	90	0,96	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 8	120	125	0,86	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 5	68	110	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 7	98,74	160	0,55	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 10	100	90	1,01	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 14	78	75	1,14	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 15	19	50	1,25	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 16	27	50	0,99	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 15	79	90	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 21	85	75	0,36	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 32	38	50	0,24	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 17	66	75	1,54	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 23	65	50	0,54	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 34	66	75	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/>	0	0	0			0	
<input type="checkbox"/>	0	0	0			0	
<input type="checkbox"/>	0	0	0			0	
<input type="checkbox"/>	0	0	0			0	
<input type="checkbox"/>	0	0	0			0	
<input type="checkbox"/> 82	24	50	0,25	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 81	75	0	90	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 79	45	90	0,9	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 2	152	160	1,6	pehd	bonne	2 007	/
<input type="checkbox"/> 78	57	125	1,25	pehd	bonne	2 007	/

1 à 32 /104

Chapitre VII: Système information géographique

ID_Conduite	Longueur_m	Diamètre_m	Vitesse_m_par	Type_matériau	Etat_de_la_conduite	Année_de_pos	Observation
<input type="checkbox"/> 60	25	50	0,69	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 59	25	50	0,69	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 62	65	125	0,65	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 65	29	50	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 64	25	90	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 63	25	50	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 0	0	0	0				
<input type="checkbox"/> 54	356	160	0,47	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 0	0	0	0				
<input type="checkbox"/> 55	56	75	1,23	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 0	0	0	0				
<input type="checkbox"/> 56	254	160	0,99	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 52	202	125	0,56	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 51	25	50	1,07	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 50	125	125	1,25	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 47	66	50	0,54	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 42	32	50	0,89	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 41	78	90	0,55	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 46	33	50	0,23	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 48	145	160	0,42	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 43	31	50	0,78	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 44	29	50	0,65	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 45	21	125	0,42	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 49	55	75	0,45	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 40	105	125	0,65	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 39	105	125	0,65	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 33	42	63	0,54	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 31	88	160	0,55	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 28	89	90	0,98	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 24	92	90	0,75	pehd	bonne	1 995	/
<input type="checkbox"/> 23	78	125	0,86	pehd	bonne	1 995	/

Figure VII. 5 : Résultats de la vectorisation du réseau de distribution de Bir kasdali.

VII.6 La gestion du réseau d'alimentation en eau potable [10] :

La problématique des exploitants des réseaux d'AEP se pose en plusieurs points : une urbanisation mal contrôlée, des réseaux et par parties mal connus, un déficit de la ressource, une gestion administrative laborieuse et une consommation incontrôlée rendant nécessaire la mise en place de moyens modernes et efficaces.

L'objectif de la gestion d'un réseau d'AEP est d'assurer les fonctions de stockage, de distribution et de production. Et cela pour optimiser la consommation et minimiser les fuites dans le réseau.

VII.6.1. La gestion classique des réseaux d'AEP :

La gestion classique des réseaux présente beaucoup d'inconvénient car les supports cartographiques sur lesquels sont portés les objets sont difficilement manipulables. Cette gestion est aussi très limitée. Ils présentent les problèmes suivants [11] :

- L'archivage des documents cartographiques et les fiches techniques du réseau en support papier,
- la perte de temps pour la recherche d'une information bien déterminé,
- la difficulté de la mise à jour,
- la facilité de prendre les informations à cause de la mémorisation et l'archivage anarchique, [11]

VII.6.2. Gestion informatisé des réseaux d'AEP :

Pour répondre à toutes les difficultés trouvées dans la gestion classique des réseaux d'AEP, une gestion informatisée s'avère indispensable et cela est rendu possible grâce aux progrès de l'informatique.

Elle présente les avantages suivants :

Chapitre VII: Système information géographique

- Améliorer la connaissance des réseaux étudiés,
- Détecter et comprendre le désordre pouvant se produire sur le réseau,
- Simuler sur une période d'au moins une journée le comportement du réseau afin d'en optimiser les ressources, les capacités de stockage, les pompages,
- Dimensionner les extensions, le renforcement ou les aménagements nécessaires pour satisfaire les nouveaux besoins, [10]

VII.6.3. Gestion des réseaux d'AEP par SIG :

Le SIG joue le rôle d'aide à la décision pour les gestionnaires des réseaux d'AEP et cette gestion est liée à la structure du réseau et aux conditions d'exploitation. Différentes techniques ont été développées pour la gestion des réseaux par SIG.

VII.6.3.1. Requêtes SQL (Structural Query Language) :

Une sélection désigne un sous ensemble de données qui ont été regroupées sur la base d'une ou de plusieurs variables. Pour créer des sélections, vous formuler des questions, ou requêtes, sur vos données.

A l'aide du langage de raquettes SQL on peut interrogée une base de donnée ; ce langage permet de formuler des requêtes sur une base de données en s'appuyant sur des operateurs de l algèbres relationnel, la simple comprend les clauses select, from et where.

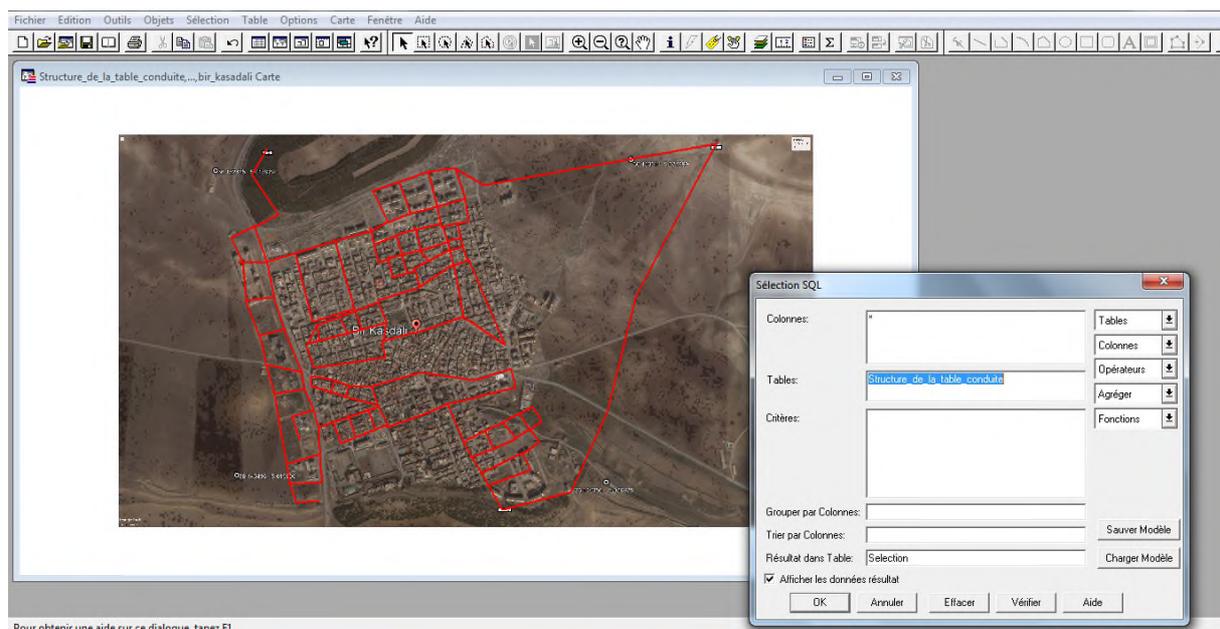


Figure VII. 6 : création d'une sélection SQL

Chapitre VII: Système information géographique

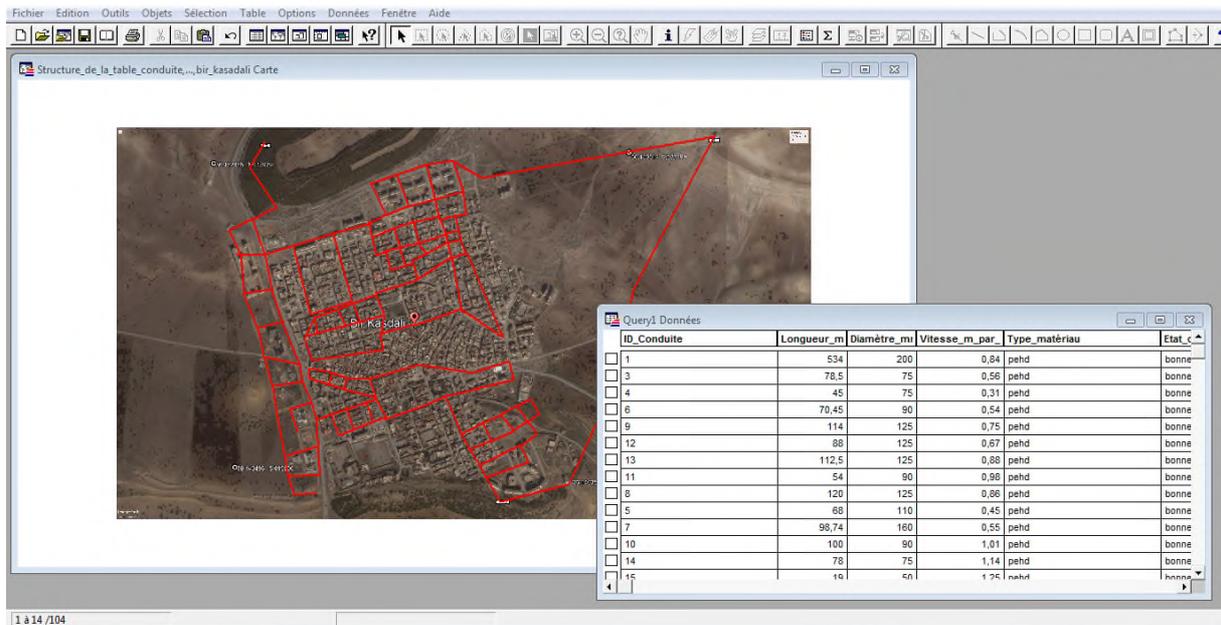


Figure VII. 7 : résultat d'une sélection SQL

VII.6.3.2 : Analyse thématique

Une analyse thématique c'est une fonction pour visualisée la carte et donnée une sens à une représentation graphique, pour lancé cette analyse une superposition de couche doit être ouverte en procédant comme suite :

Carte> analyse thématique, après on suit les étapes située au dessous.

Chapitre VII: Système information géographique

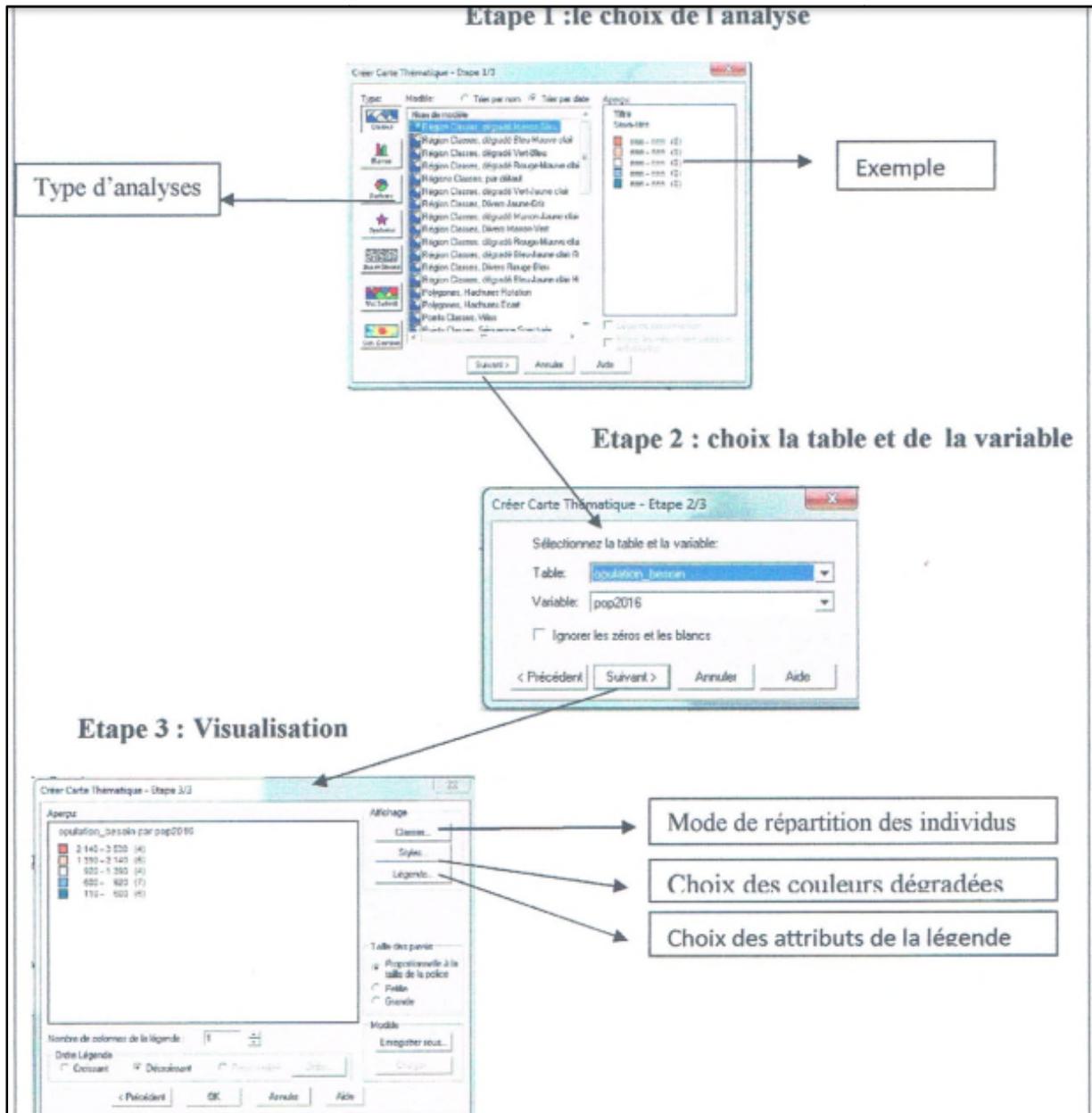


Figure VII. 8 : les étapes d'analyse thématique.

Chapitre VII: Système information géographique

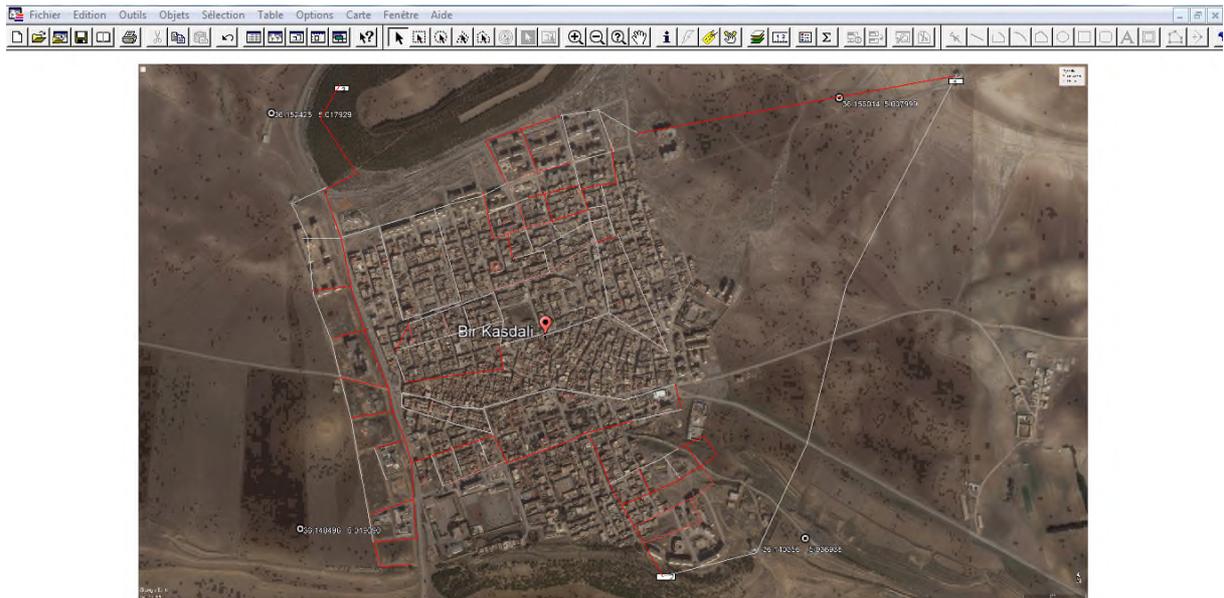


Figure VII. 9 : résultat d'analyse thématique.

Conclusion

L'élaboration d'un système d'information géographique a eu comme but principale la création d'une banque de données en relation avec le modèle numérique de terrain (MNT) a travers ce dit modèle, on a utiliser quelques technique de gestion par SIG dans lesquelles nous avons illustré les résultat de la requête SQL et de l'analyse thématique.

Conclusion générale

Conclusion générale

A travers cette étude, nous avons présentée en premier lieu un aperçu général sur les insuffisances que contient le système d'alimentation en eau potable de la ville de Bir kasdali.

Dans ce cadre nous avons cité quelques anomalies existantes au niveau de réseau de distribution, l'adduction, des ouvrages de stockage et des sources.

Les remèdes contre ces insuffisances s'impose les recommandations suivantes :

- Rénovation du réseau de distribution du Bir kasdali.
- Projection d'un réservoir de capacité 500m³ a une cote adéquate.
- Une nouvelle conduite d'adduction et son tracé vers le réservoir projeté de 500 m³.

En dernier lieu et pour mieux gérer notre réseau, on a cité les notions de gestion, d'exploitation et les opérations d'entretien à effectuer sur les différents ouvrages.

Nous dirons que dans ce travail, nous avons traité les différents points concernant l'étude de système d'alimentation en eau potable. Cependant, dans toute l'étude, on trouve des insuffisances qui espérons-le seront comblées par des travaux futurs.

Bibliographie

Bibliographie

- [1] **B.SALAH** « Cours d'Alimentation en Eau Potable», cinquième année, p.11, 27, 29,72, 78, 78a, 140.
- [2] **C.GOMELL et H.GUERREE** « La distribution d'eau dans les agglomérations de petite et moyenne importance », Edition EYROLLES, 2004, université LAVAL.
- [3] **LYONNAISE DES EAUX** Mémento du gestionnaire de l'AEP et de l'assainissement tome I LAVOISIER TEC &DOC ; 1994 France
- [4] **A.DUPONT** «Hydraulique urbaine Tome I et II», Edition Eyrolles Paris 1988.
- [5] **J.BONNIN** : Hydraulique urbaine appliquée en agglomération de petite et moyenne Importance.
- [6] **FOUGHALIA, I., KAHLA M.**, "Etude du réseau d'AEP des villages Ain Beida Heriche, Sedari et Sebikhia, Wilaya de Mila". Mémoire de fin d'études, Université de BEJAIA, 20015.
- [7] **DUPONT, A.**, Hydraulique urbaine, Tome 2: ouvrage de transport -élévation et distribution des eaux, Edition Eyrolles paris 216, 1979
- [8] **LYAZID, S.**, "Constitution d'une base de données du bassin versant de kebir rhumel via SIG et Application du modèle hydrologique HEC-HMS sur ce bassin", Mémoire de fin d'étude, Ecole nationale polytechnique Alger, 2007.
- [9] **Hammoun,H,et BOUZIDA,R.**, " Pratique des systèmes d'information Géographiques SIG, Application sous Map Info",Alger,196 pages,2010.
- [10] **ISTED, .CNIC, .andDRAST**, "La gestion des réseaux, SIG et gestion durable de l'eau" ;troisième forum mondiale sur l'eau ; kyoto2003 ; pp.65-104 Février, 2003.
- [11] **ABDELBAKI, C.**, "Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution a sa gestion a l'aide d'un SIG-cas du groupement urbain de Tlemcen», thèse de Doctorat, université Abou bakr belaid, Algerie, 139pages Décembre 2014.
- [12] **Guide d'utilisateur MapInfo professionnel ®.**

Annexes

Annexe (I-01): Répartition des débits horaires en fonction du nombre d'habitants.

Heures	Nombre d'habitants				
	(h)	Moins de 10000	10001 à 50000	50001 à 100000	Plus de 100000
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): Tube PEHD eau potable (PN10)

Référence	Désignation	Diamètre Ext (mm)	Épaisseur (mm)	Diamètre Int (mm)	Q en l/s pour	
					V=0,5 m/s	V= 1 m/s
11 003 0161	Tube PEHD	16	/	/	/	/
11 003 0201	Tube PEHD	20	2.0	16	0.10	0.20
11 003 0251	Tube PEHD	25	2.0	21	0.17	0.35
11 003 0321	Tube PEHD	32	2.4	27.2	0.29	0.58
11 003 0401	Tube PEHD	40	3.0	34	0.45	0.91
11 003 0501	Tube PEHD	50	3.7	42.6	0.71	1.43
11 003 0631	Tube PEHD	63	4.7	53.6	1.13	2.26
11 003 0751	Tube PEHD	75	5.6	63.8	1.60	3.20
11 007 0901	Tube PEHD	90	5.4	79.2	2.46	4.93
11 007 1101	Tube PEHD	110	6.6	96.8	3.68	7.36
11 007 1251	Tube PEHD	125	7.4	110.2	4.77	9.54
11 007 1601	Tube PEHD	160	9.5	141	7.81	15.61
11 007 2001	Tube PEHD	200	11.9	176.2	12.19	24.38
11 007 2501	Tube PEHD	250	14.8	220.4	19.08	38.15
11 007 3151	Tube PEHD	315	18.7	277.6	30.26	60.52
11 007 4001	Tube PEHD	400	23.7	352.6	48.82	97.65
11 007 5001	Tube PEHD	500	29.7	440.6	76.23	152.47
11 003 6301	Tube PEHD	630	51.2	527.6	109.31	218.62

Source: STPM CHIALI

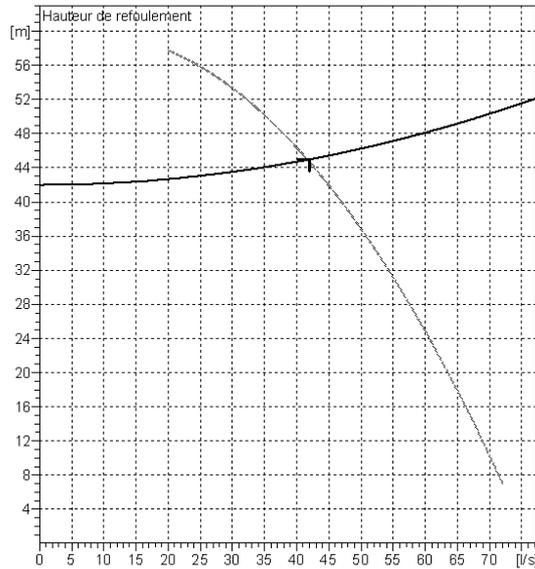
Annexe (V-01): Caractéristiques de la pompe de nouveau forage.



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

E12S50/2EF + MAC635-8V	
Caractéristiques requises	
Débit	42 l/s
Hauteur de refoulement	45 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	42 l/s
Hauteur de refoulement	45 m
Puissance absorbée	24,7 kW
Rendement	74,9%
Hauteur manométrique H(Q=0)	59 m
Pertes de charge dans le clapet anti-retour	0,354 m
Orif. de refoulement	DN150
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2860 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	26 kW
Intensité nominale	56 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	25 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	193,5 kg

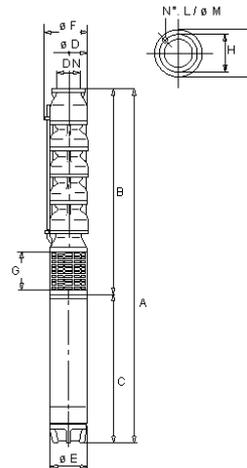


Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

- A = 1989
- B = 832
- C = 1157
- D = 240
- DN = 150
- E = 143
- F = 264
- G = 198
- H = 206
- I = 234
- L = 6
- M = 16



Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte/Acier inox
Corps aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Roue	Fonte
Bague d'usure	Caoutchouc
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell

Notes:			
Date	Page	Offre n°	Pos. N°
03.06.2018	1		

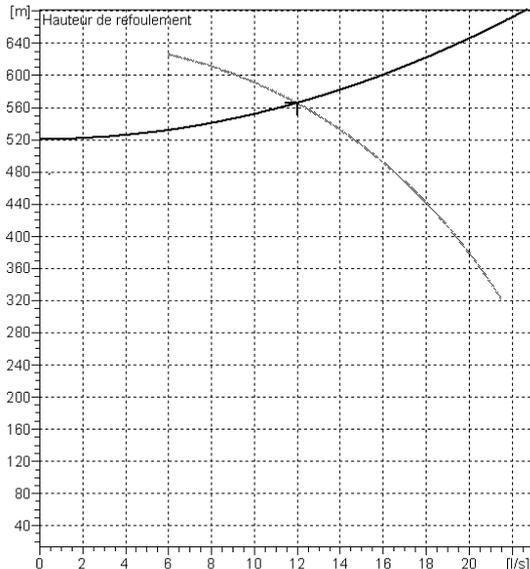
Annexe (V-02): Caractéristiques de la pompe de forage djouher1.



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

E10RB30/17 + MAC10150-8V			
Caractéristiques requises			
Débit	12 l/s		
Hauteur de refoulement	566 m		
Fluide	Eau potable		
Type d'installation	Pompe seule		
N.be de pompes	1		
Caractéristiques de la pompe			
Débit	12 l/s		
Hauteur de refoulement	566 m		
Puissance absorbée	95,3 kW		
Rendement	69,7%		
Hauteur manométrique H(Q=0)	659 m		
Orif. de refoulement	G4"		
Caractéristiques moteur			
Fréquence	50 Hz		
Tension nominale	400 V		
Vitesse nominale	2920 1/min		
Nombre de pôles	2		
Puissance P2	110 kW		
Intensité nominale	207 A		
Type de moteur	3~		
Classe d'isolation	Y		
Degré de protection	IP 68		
Limites opérationnelles			
Démarrages / h max.	6		
Température maxi. du liquide pompé	25 °C		
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³		
Densité max.	998 kg/m ³		
Viscosité maxi.	1 mm ² /s		
Caractéristiques générales			
Poids	623,5 kg		
Matériaux			
CONSTRUCTION POMPE			
Corps du clapet	Fonte		
Clapet	Fonte		
Corps aspiration	Fonte		
Corps d'étage	Fonte		
Arbre	Acier inox		
Entretoise d'arbre	Acier inox		
Roue	Fonte		
Crépine	Acier inox		
Gouttière protection câbles	Acier inox		
Accouplement	Acier inox		
CONSTRUCTION MOTEUR			
Support supérieur	Fonte		
Support inférieur	Fonte		
Chemise stator	Acier inox		
Arbre	Acier inox		
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc		
Para-sable	Caoutchouc		
Bobinage	Cuivre isolé		
Butée	Type Michell		
Notes:			
Date 03.06.2018	Page 1	Offre n°	Pos.N°

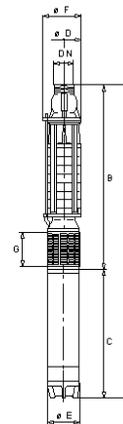


Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

A = 3480
B = 1865
C = 1595
D = 215
DN = G4"
E = 242
F = 251
G = 160



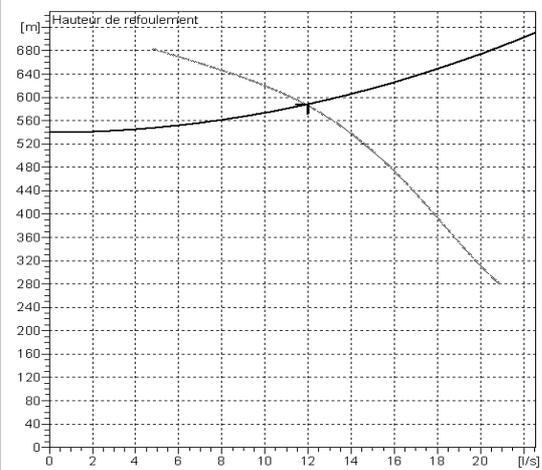
Annexe (V-03): Caractéristiques de la pompe de forage Ain bidha.



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

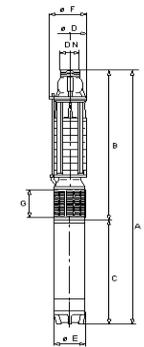
E8RB40/30 + MAC10150-8V Caractéristiques requises Débit 12 l/s Hauteur de refoulement 588 m Fluide Eau potable Type d'installation Pompe seule Nbre de pompes 1																																									
Caractéristiques de la pompe Débit 11,9 l/s Hauteur de refoulement 587 m Puissance absorbée 96,8 kW Rendement 70,1% Hauteur manométrique H(Q=0) 736 m Orif. de refoulement G3"																																									
Caractéristiques moteur Fréquence 50 Hz Tension nominale 400 V Vitesse nominale 2920 1/min Nombre de pôles 2 Puissance P2 110 kW Intensité nominale 207 A Type de moteur 3~ Classe d'isolation Y Degré de protection IP 68																																									
Limites opérationnelles Démarrages / h max. 6 Température maxi. du liquide pompé 25 °C Teneur maximum en matières solides 40 g/m ³ Densité max. 998 kg/m ³ Viscosité maxi. 1 mm ² /s																																									
Caractéristiques générales Poids 554,5 kg																																									
Matériaux <table border="1"> <tr> <td colspan="2">CONSTRUCTION POMPE</td> </tr> <tr> <td>Corps du clapet</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Clapet</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Corps aspiration</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Corps d'étage</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Arbre</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Entretoise d'arbre</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Roue</td> <td>Résine thermoplastique</td> </tr> <tr> <td>Crépine</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Gouttière protection câbles</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Accouplement</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CONSTRUCTION MOTEUR</td> </tr> <tr> <td>Support supérieur</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Support inférieur</td> <td>Fonte</td> </tr> <tr> <td>Chemise stator</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Arbre</td> <td>Acier inox</td> </tr> <tr> <td>Anneau d'étanchéité</td> <td>Acier-caoutchouc</td> </tr> <tr> <td>Para-sable</td> <td>Caoutchouc</td> </tr> <tr> <td>Bobinage</td> <td>Cuivre isolé</td> </tr> <tr> <td>Butée</td> <td>Type Michell</td> </tr> </table>		CONSTRUCTION POMPE		Corps du clapet	Fonte	Clapet	Fonte	Corps aspiration	Fonte	Corps d'étage	Fonte	Arbre	Acier inox	Entretoise d'arbre	Acier inox	Roue	Résine thermoplastique	Crépine	Acier inox	Gouttière protection câbles	Acier inox	Accouplement	Acier inox	CONSTRUCTION MOTEUR		Support supérieur	Fonte	Support inférieur	Fonte	Chemise stator	Acier inox	Arbre	Acier inox	Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc	Para-sable	Caoutchouc	Bobinage	Cuivre isolé	Butée	Type Michell
CONSTRUCTION POMPE																																									
Corps du clapet	Fonte																																								
Clapet	Fonte																																								
Corps aspiration	Fonte																																								
Corps d'étage	Fonte																																								
Arbre	Acier inox																																								
Entretoise d'arbre	Acier inox																																								
Roue	Résine thermoplastique																																								
Crépine	Acier inox																																								
Gouttière protection câbles	Acier inox																																								
Accouplement	Acier inox																																								
CONSTRUCTION MOTEUR																																									
Support supérieur	Fonte																																								
Support inférieur	Fonte																																								
Chemise stator	Acier inox																																								
Arbre	Acier inox																																								
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc																																								
Para-sable	Caoutchouc																																								
Bobinage	Cuivre isolé																																								
Butée	Type Michell																																								
Notes:																																									
Date 03.06.2018	Page 1	Offre n°	Pos.N°																																						



Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]
10,3	616	92,5	66,9	2,74

Dimensions mm
 A = 4382,5
 B = 2787,5
 C = 1595
 D = 188
 DN = G3"
 E = 242
 F = 242
 G = 198



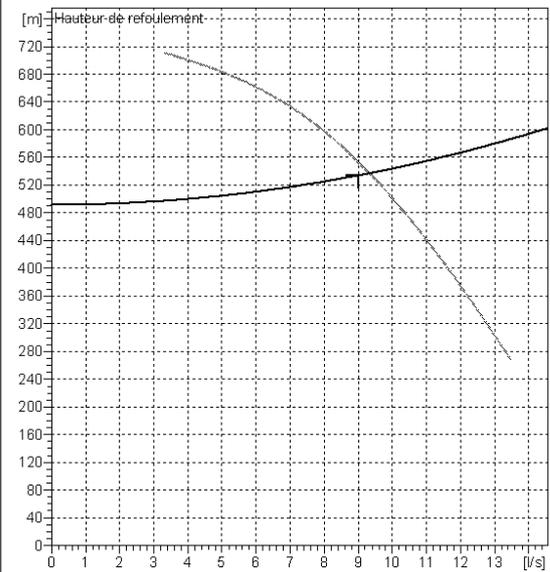
Annexe (V-04): Caractéristiques de la pompe de forage djouher2.



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

E8RB35N/35 + MAC890-8V	
Caractéristiques requises	
Débit	9 l/s
Hauteur de refoulement	534 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	9,33 l/s
Hauteur de refoulement	537 m
Puissance absorbée	65,2 kW
Rendement	74,5%
Hauteur manométrique H(Q=0)	754 m
Orif. de refoulement	G3"
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	66 kW
Intensité nominale	130 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	25 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m ³
Densité max.	998 kg/m ³
Viscosité maxi.	1 mm ² /s
Caractéristiques générales	
Poids	413,5 kg
Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Entretoise d'arbre	Acier inox
Roue	Résine thermoplastique
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell
Notes:	
Date 03.06.2018	Page 1
Offre n°	Pos.N°

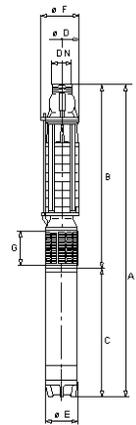


ISO 9906 GRADE 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm

A = 4126,5
 B = 2717,5
 C = 1409
 D = 188
 DN = G3"
 E = 191
 F = 194
 G = 198



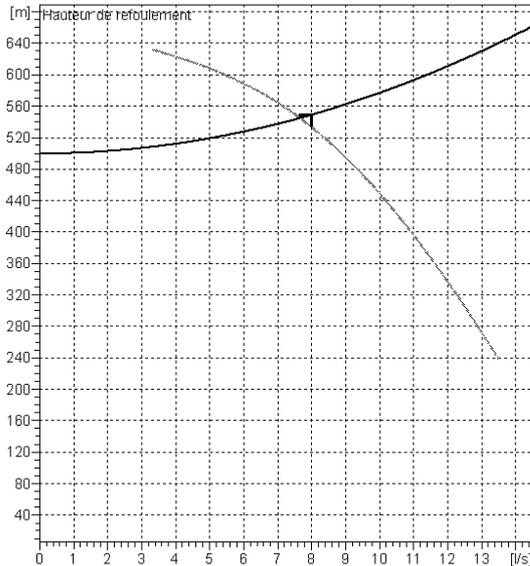
Annexe (V-05): Caractéristiques de la pompe de forage djouher3



Caractéristiques techniques

COMPANY WITH INTEGRATED
MANAGEMENT SYSTEM CERTIFIED BY DNV
= ISO 9001:2000 =
ISO 14001:2004

E8RB35N/31 + MAC880-8V	
Caractéristiques requises	
Débit	8 l/s
Hauteur de refoulement	549 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompe seule
N.be de pompes	1
Caractéristiques de la pompe	
Débit	7,66 l/s
Hauteur de refoulement	545 m
Puissance absorbée	55,7 kW
Rendement	72,7%
Hauteur manométrique H(Q=0)	668 m
Orif. de refoulement	G3"
Caractéristiques moteur	
Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2900 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	59 kW
Intensité nominale	116 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	Y
Degré de protection	IP 68
Limites opérationnelles	
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	25 °C
Teneur maximum en matières solides	40 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s
Caractéristiques générales	
Poids	385,5 kg

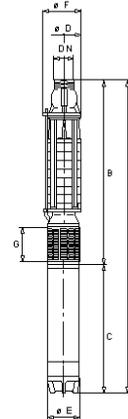


Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 2

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

A = 3859,5
B = 2485,5
C = 1374
D = 188
DN = G3"
E = 191
F = 194
G = 198

Dimensions mm



Matériaux	
CONSTRUCTION POMPE	
Corps du clapet	Fonte
Clapet	Fonte
Corps aspiration	Fonte
Corps d'étage	Fonte
Arbre	Acier inox
Entretoise d'arbre	Acier inox
Roue	Résine thermoplastique
Crépine	Acier inox
Gouttière protection câbles	Acier inox
Accouplement	Acier inox
CONSTRUCTION MOTEUR	
Support supérieur	Fonte
Support inférieur	Fonte
Chemise stator	Acier inox
Arbre	Acier inox
Anneau d'étanchéité	Acier-caoutchouc
Para-sable	Caoutchouc
Bobinage	Cuivre isolé
Butée	Type Michell

Notes:

Date 03.06.2018	Page 1	Offre n°	Pos.N°
---------------------------	------------------	----------	--------

ملخص

العمل الذي نقوم به يهدف الى تشخيص نظام التزويد بالمياه الصالحة للشرب لمدينة بئر قاصد علي بمعنى تحديد النقائص الموجودة في نظام جلب وتوزيع المياه وكذلك هياكل التخزين (خزانات المياه). للحالة الراهنة واقتراح حلول للحصول على السير الحسن للشبكة .

هذه الدراسة سمحت لنا بإعطاء بعض التعديلات لتلبية حاجيات المستهلكين في الحالة الراهنة والحالة المستقبلية(أفاق الدراسة 2040).

كما نذكر أيضا طرق التسيير وعمليات المراقبة والصيانة التي تجري على منشآت الري

الكلمات المفتاحية خزانات المياه منشآت الري.

Résumé :

Notre travail consiste à faire un diagnostic du système d'alimentation en eau potable de la ville de Bir kasdali, c'est à dire la détermination des défaillances du système de distribution et d'adduction ainsi que les ouvrages de stockage (réservoirs) de l'état actuel et proposer des solutions pour avoir le bon fonctionnement du réseau.

Après l'expertise du réseau, des recommandations ont été proposées afin d'améliorer l'alimentation en eau potable de la ville et de garantir le bon fonctionnement du système à l'horizon d'étude 2040.

Nous citons aussi les notions de gestion, d'exploitation et les opérations de contrôle et d'entretien à effectuer sur tous les ouvrages hydrauliques.

Les mots clés : Adduction, distribution, réservoir, ouvrages hydraulique.

Abstract:

Our work consists to make a diagnosis of the water supply system of Bir kasdali City, so the determination of the failures of the distribution system, adduction and storage tanks of the current state and to propose solutions to have the correct operation of the network.

After the network's expertise, recommendations have been proposed to improve the city drinking water supply and ensure the proper functioning of the system, in the study horizon.

We also include the management concepts, exploitation and the check operations and maintenance to be performed on all hydraulic structures.

Keywords: Adduction, distribution, reservoir, hydraulic works.