الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة أكلي محند أولحاج
-البويرة-
معهد التكنولوجيا

Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -
Institut de Technologie

جامعة البويرة

Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

Thème

Etude d'adduction en eau potable des communes (Chetma El Outaya, Ain Zatout, Kantara) de la wilaya de Biskra à partir de barrage de koudiat Medouar

Réalisé par :

SLIMANI Yasmine

BELAOUINAT Amina

Encadré par :

Mr.H. DJAFER KHODJA

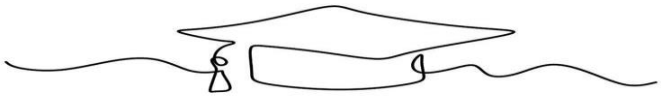
Tuteur de l'entreprise :

Mr.A. BAKHTA

L'entreprise :

Agence Nationale des Barrages et des Transferts (Kouba-Alger)

Année Universitaire: 2025/2026



Remerciements

Ce document présente les travaux effectués dans le cadre de notre projet de fin d'étude de licence de Département Génie de l'eau de la Faculté des Sciences Technologie d'Université AKLI MOUHANED OULHAJ.

On remercie dieu tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

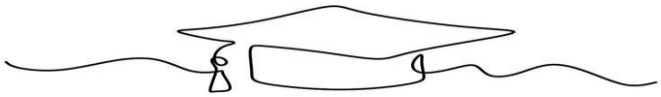
Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Dr DJAFER KHOUJA Hakim, nous le remercions pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciements vont aussi à tous les membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Aussi mes collègues et tous les étudiants de Promotion 2023/2026.

Enfin je tiens à remercier ma famille et mes amis pour leur amour et leur soutien indéfectibles, leur foi en moi a été une source constante de motivation

SLIMANI Yasmin



Remerciements

Ce mémoire de fin d'études, réalisé dans le cadre de l'obtention de la licence au Département Génie de l'Eau de la Faculté des Sciences et de la Technologie de l'Université Akli Mohand Oulhadj, est l'aboutissement d'un travail accompli grâce au soutien et aux encouragements de nombreuses personnes.

Avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant pour nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires afin de mener ce travail à son terme.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à Dr Djâfer Khouja Hakim pour son accompagnement précieux, ses conseils judicieux, sa disponibilité et le sérieux avec lequel il a encadré ce mémoire tout au long de sa réalisation.

Nous tenons également à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail.

Nos remerciements vont aussi à l'ensemble de nos collègues et aux étudiants de la promotion 2023/2026, avec qui nous avons partagé des moments enrichissants durant notre cursus universitaire.

Enfin, nous exprimons notre profonde reconnaissance à nos familles et à nos amis pour leur soutien moral, leur patience et leurs encouragements permanents. Leur confiance et leur présence ont constitué une source essentielle de motivation et de réussite.

BELAOUINAT Amina

ملخص

تركز هذه الدراسة على إمداد البلديات التي تعاني من نقص المياه في محافظة بسكرة (الاوطاية ، شتمة عين زعطوط، قنطرة) بمياه الشرب من سد كوديات مدور ، بهدف تلبية الاحتياجات المتزايدة للمستهلكين من حيث الجودة والكمية حتى عام2056 .

ولإجراء هذه الدراسة، قمنا بدراسة جميع الخطوات اللازمة للوصول إلى تصميم وحجم أمثل لشبكة إمداد مياه الشرب. أولاً، بعد تحديد منطقة الدراسة، قمنا بتقدير الاحتياجات الحالية والمستقبلية. ثم قمنا بتصميم وتحديد أحجام خطوط أنابيب الإمداد والخزانات، وأجرينا تحليلاً تقنياً واقتصادياً. وقد ساعدنا نقل المياه من المناطق المنخفضة إلى المناطق المرتفعة على اختيار المضخات المناسبة باستخدام دليل المضخات.

الكلمات المفتاحية: إمدادات مياه الشرب، الخزان، إمدادات المياه، المضخة.

،

Résumé :

Cette étude se concentre sur l'alimentation en eau potable des communes souffrant d'un déficit hydrique dans la wilaya de Biskra (El Outaya, Chetma, Ain Zatout et El Kantara) à partir du barrage de Koudiat Medouar, dans le but de satisfaire les besoins croissants des consommateurs en termes qualité et de quantité jusqu'à l'horizon 2056.

Pour réaliser cette étude, nous avons examiné toutes les étapes nécessaires afin d'aboutir à une conception et un dimensionnement optimal du réseau d'alimentation en eau potable.

Tout d'abord, après avoir défini la zone d'étude, nous avons estimé les besoins actuels et futurs. Ensuite, nous avons procédé à la conception et au dimensionnement des conduites d'adduction ainsi que des réservoirs, tout en réalisant une analyse technique et économique. Le transfert de l'eau des zones basses vers les zones élevées nous a conduits à choisir les pompes appropriées à l'aide des catalogues de pompes.

Mots-clés : alimentation en eau potable, réservoir, adduction d'eau, pompe.

Summary:

This study focuses on supplying drinking water to municipalities suffering from water shortages in the wilaya of Biskra (El Outaya, Chetma, Aït Zâtout, and El Kantara) from the Koudiat Medouar Dam, with the aim of meeting the growing needs of consumers in terms of both quality and quantity up to the year 2056.

To carry out this study, we examined all the necessary steps required to achieve an optimal design and sizing of the drinking water supply network.

First, after defining the study area, we estimated the current and future water demands. Then, we designed and sized the transmission pipelines and storage reservoirs, while

conducting both technical and economic analyses. The transfer of water from low-altitude areas to high-altitude areas led us to select the appropriate pumps using pump catalogs.
Keywords: drinking water supply, reservoir, water conveyance, pump.

Sommaire

Liste de tableau ..... **VII**

Liste de figure ..... **IX**

Liste de symbole et abréviation ..... **X**

Introduction générale **1**

I Chapitre I : Présentation de lieu de stage (ANBT) **1**

Introduction **2**

I.1 Présentation de secteur de l'eau 2

I.2 Localisation de L'ANBT 2

I.3 Définition de L'ANBT 3

I.4 Missions de l'ANBT 4

I.5 Organigramme 5

I.6 Définition de la direction technique (DET) 5

I.6.1 Missions de DET 6

I.6.2 Organigramme de DET 6

Conclusion 6

II Chapitre II : Présentation de la zone d'étude **2**

Introduction 8

II.1 Situation et cadre administratif 8

II.2 Climatologie 9

II.2.1 Précipitation 9

II.2.2 Température 9

II.3 Formations végétales 9

II.4 Analyse géologique 10

II.5 Analyse démographique 10

II.6 Description générale du système de transfert (Barrage koudiat Medaour) 10

II.6.1 Caractéristiques générales du barrage 11

II.6.2 Fonctions et informations clés 11

Conclusion 11

III Chapitre III : Besoin en eau de la population **8**

Introduction 14

III.1 Evaluation de la population 14

III.2 Estimation des besoins en eau de la population 15

III.2.1 Choix de la norme de consommation (dotation) 15
III.2.2 Besoin domestique (Consommation moyenne journalière) 15
III.2.3 Besoins des équipements :..... 16
III.2.4 Récapitulatif de la consommation moyenne journalière 19
III.3 Variation de la consommation journalière..... 19
III.3.1 Variation de la consommation maximale journalière..... 19
III.3.2 Variation la consommation minimale journalier..... 20
Conclusion..... 21
IV Chapitre IV : Adduction 14
Introduction 22
IV.1 Type d'adduction : 22
IV.2 Choix du tracé 22
IV.3 Etude de variantes 23
IV.4 Analyse de tracé 23
IV.5 Critères de comparaison..... 24
IV.6 Tracé..... 24
IV.7 Choix du type des conduites..... 24
IV.7.1 Caractéristique de la fonte ductile..... 25
IV.8 Etude technique..... 25
IV.8.1 Calcule de diamètre..... 26
IV.8.2 Calcule de vitesse..... 27
IV.8.3 Calcule de perte de charge 27
IV.8.4 Calcul de la hauteur manométrique totale d'élévation (HMT) 28
IV.9 Dimensionnement du réseau d'adduction 29
IV.10 Récapitulatif des résultats..... 34
IV.11 Calcul de surpressions et de dépressions dans les conduites de refoulement .. 34
IV.11.1 Résultats de calcul de surpression et de dépression 35
Conclusion..... 35
V Chapitre V : Réservoir 21
Introduction 39
V.1 Utilités des réservoirs..... 39
V.2 Emplacement du réservoir..... 39
V.3 Exigences techniques..... 40

V.4 Classification des réservoirs 40
V.5 Choix du type du réservoir 40
V.6 Equipements du réservoir 41
V.7 Détermination de la capacité des réservoirs 41
V.8 Dimensionnement 42
V.8.1 Dimensionnement du réservoir Tampon (Totale) RC1 42
V.8.2 Dimensionnement du réservoir (Biskra et Chetma) RC2 43
V.9 Dimensionnement des bâches d'aspiration 45
V.9.1 Dimensionnement de la bâche a eau de la station de pompage (SP1) 45
V.9.2 Dimensionnement de la bâche a eau de la station de pompage (SP2) 46
Conclusion 46
VI Chapitre VI : Choix des pompes 35
Introduction 48
VI.1 Choix du type de la pompe 48
VI.2 Couplage des pompes 49
VI.2.1 Couplage en parallèle 49
VI.2.2 Couplage en série 49
VI.3 Caractéristiques hydrauliques des pompes centrifuges 49
VI.3.1 Le débit(Q) : 49
VI.3.2 Hauteur manométrique totale (HMT) 49
VI.3.3 Les puissances 49
VI.3.4 Le rendement ($\boldsymbol{\eta}$ %) 50
VI.4 Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge 50
VI.4.1 La courbe hauteur-débit « H=f(Q) » 50
VI.4.2 La courbe rendement-débit « η=f(Q) » 50
VI.4.3 La courbe de la puissance absorbée « P=f(Q) » 50
VI.5 Courbe caractéristique de la conduite 51
VI.6 Notion du NPSH 51
-Pour une alimentation en charge 51
- Pour une alimentation en dépression 51
VI.7 Calculs et interprétation des résultats 52
VI.7.1 Etude et choix des pompes du projet 52
VI.7.2 Sélection de la pompe de projet 52

VI.7.3 Les caractéristiques de la pompe choisie 53
VI.7.1 Point de fonctionnement..... 54
Conclusion..... 56
Conclusion générale 57
Bibliography 58

Liste de tableau

Tableau II 1: Précipitation et température à Biskra 9

Tableau III 1: Estimation de populations des cinq communes à l'horizon de 2056 15
Tableau III 2:besoins domestique des cinq (5) communes 16
Tableau III 3:agglomération / strates de population..... 17
Tableau III 4:coefficient de majoration..... 18
Tableau III 5:consommation des équipements..... 18
Tableau III 6: Consommation moyenne journalier 19
Tableau III 7: Consommation maximale journalière 20
Tableau III 8:Débit minimale journalier 21

Tableau IV 1: Analyse de variante 23
Tableau IV 2:diamètres de chaque tronçon. 26
Tableau IV 3: Données de base des tronçons 29
Tableau IV 4:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Sp1_Pq1).....30
Tableau IV 5: Résultats de calcul de HMT de tronçon (Sp1_Pq1) par refoulement. 30
Tableau IV 6:Résultats de calcul de HMT de tronçon (Sp1_Pq1) par gravitaire..... 31
Tableau IV 7:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq1_Pq2).....31
Tableau IV 8:Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq1_Pq2). 31
Tableau IV 9:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq2_Pq3).....32
Tableau IV 10:Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq2_Pq3) 32
Tableau IV 11:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronço (Pq3_Pq4)..... 32
Tableau IV 12: Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq3_Pq4). 33
Tableau IV 13:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq4_Pq5)..... 33
Tableau IV 14:Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq4_Pq5)..... 33
Tableau IV 15:Récapitulatif des résultats d'adduction obtenus 34
Tableau IV 16:Résultats de calcule de surpression et de dépression des trois tronçons de refoulement..... 35

Tableau V 1**:**Dimensionnement de réservoir tampon (Totale) RC1 42
Tableau V 2: Dimensionnement de réservoir Biskra et Chetma RC2 44

Tableau VI 1:les caractéristiques de la pompe choisie (SP1)..... 52

Tableu VI 2:les caractéristiques de la pompe choisie (SP1)..... 53

Liste de figure

Figure I 1 : Organisation du secteur de l'eau (ANBT) 2
Figure I 2 : Localisation de l'ANBT 3
Figure I 3:le logo de l'ANBT 3
Figure I 4: Organigramme de l'agence nationale des barrages et transferts 5
Figure I 5: Organigramme de la direction des études techniques 6

Figure II 1:Découpage administratif et localisation de la commune 8
Figure II 2: localisation de barrage de koudiat Medouar 10
Figure II 3: Barrage koudiat Medouar 11

Figure IV 1:tracé en plan d'adduction gravitaire et par refoulement des 5 communes concernées par le projet 24

Figure VI 1 : Courbe Caractéristique des pompes et des conduites 50
Figure VI 2 : courbe caractéristique de la pompe choisie pour station de pompage1. 53
Figure VI 3:courbe caractéristique de la pompe choisie pour station de pompage2 54
Figure VI 4: Courbe de point de fonctionnement de la pompe choisie pour station 1 54
Figure VI 5: Courbe de point de fonctionnement de la pompe choisie pour station 2 56

Liste de symbole et abréviation

- **ΔH_L :** Perte de charge linéaire (m)
- **ΔHs :** Perte de charge singulière
- **ΔH_T :** Perte de charge totale (m)
- **a :** La célérité de l'onde (m/s)
- **ANBT :** Agence Nationale des Barrages
- **ANRH :** Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques
- **B :** Valeur du coup de bélier (m)
- **CTN_a :** Cote terrain Natural d'arrivée (m)
- **CTN_d :** Cote terrain Natural de départ (m).
- **CTP :** Cote de trop plain (m).
- **D :** Diamètre de la conduite (m)
- **D_{max} :** Diamètre maximale de la conduite (m)
- **D :** Dotation moyenne journalière (l/j/h)
- **DET :** Direction des Etudes Techniques
- **D_{min} :** Diamètre minimal de la conduite (m)
- DN : Diamètre Nominal
- **e :** Epaisseur du conduit (m)
- **E :** l'énergie consommée par la pompe (KWh)
- **g :** l'accélération de la pesanteur (g=9,81)
- **H :** La hauteur du réservoir [3 à 4] m
- **H_0 :** La pression absolue a point le plus haut de la conduite (m)
- **H_g :** La hauteur géométrique (m)
- **H_{inc}:** La hauteur d'incendié (m)
- **HMT :** La hauteur manométrique totale (m)
- **j :** Perte de charge linéaire (m/ml)
- **K :** La rugosité absolue de la conduite
- **$K_{max.j}$:** Coefficient d'irrégularité qui dépend de l'importance de l'agglomération, sa valeur est comprise entre 1,1 et 1,3
- **$K_{min.j}$:** Coefficient d'irrégularité journalière minimale, tenant compte d'une éventuelle sous consommation. Il est compris entre 0,7 et 0,9.
- **L :** Longueur de la conduite (m)

- **n :** Nombre d'année séparant l'année de référence et l'horizon de calcul
- **Nh :** Nombre d'habitants
- **n_i :** Nombre d'année d'amortissement (n= 30ans)
- **$NPSH_d$:** La charge minimale disponible à l'aspiration
- **$NPSH_r$:** La charge nette minimale à l'aspiration
- **P :** La puissance utile (KW)
- **P :** la pression au point désiré (m)
- **P_0 :** La population de l'année référence (2008)
- **P_a :** La puissance absorbée par la pompe (KW)
- **PEHD :** Polyéthylène haute densité
- **P_{max} :** Le résidu maximal dans le réservoir (%)
- **P_{max}** : la valeur de la surpression (m)
- **P_{min}** : la valeur de la dépression (m)
- **P_n :** La population à l'horizon d'étude
- **PNE** : Plan National De L'eau
- **Pq :** Point de piquage
- **PRV :** Polyester Renforcé de fibres de Verre
- **Q :** Le débit qui doit transiter dans la conduite (m^3/s)
- **Q_{dome} :** Besoins domestiques (m^3/j)
- **$Q_{maj.j}$:** Débit majoré journalier en (m^3/j)
- **$Q_{max.j}$:** Débit maximum journalier en (m^3/j)
- **$Q_{min.j}$:** Débit minimale journalier en (m^3/j)
- **R** : Réservoir de Chetma et Biskra
- **R :** Réservoir totale
- **R_e :** Le nombre de REYNOLDS
- **SP1 :** La station de pompage
- **T :** Le taux d'accroissement annuel de la population en %
- **T_0 :** La température de l'eau en degré, $T=20^0$ C
- **V :** La vitesse d'écoulement (m/s)
- **V_0 :** Vitesse moyenne d'écoulement (m/s)
- **V_{max} :** la vitesse maximale de l'écoulement qui est de 2,5m**/s**
- **V_{min}:** La vitesse minimale de l'écoulement qui est de 0,5 m/s
- **V_T :** Le volume total du réservoir (m^3)

- **V_u :** Le volume utile de stockage du réservoir (m^3)
- **π:** 3,14
- **η:** Le rendement de la pompe (%)
- **λ** : Coefficient de frottement de Darcy
- **ρ:** La masse volumique (kg/m^3)
- **υ:** La viscosité cinématique en (m^2/s)

Introduction générale

Eau, ou « l'or bleu » comme certains disent, est la source de la vie, la base du développement et un bien inaliénable pour l'humanité. Quarante ans plus tard, elle ne constitue plus seulement un droit universel, mais aussi une ressource qui se raréfie, au cœur des enjeux mondiaux.

L'Algérie fait partie des pays touchés par un déficit de disponibilité de l'eau potable. La croissance continue de la demande, stimulée par une urbanisation rapide et la transformation démographique ainsi que par des changements socio-économiques, explique particulièrement cette situation. Une précarité croissante, que l'on pourrait qualifier de déséquilibre croissant entre l'offre et la demande en eau, se manifeste clairement à travers cette dynamique.

Ainsi, face à ces défis, il est impératif de développer des systèmes à haute performance et créatifs pour assurer la fourniture

La gestion des ressources hydriques, afin de répondre efficacement à une demande en constante progression.
C'est dans ce contexte que s'inscrit le thème de notre projet de fin d'études, qui porte sur l'étude d'une partie d'un important projet d'alimentation en eau potable destiné à quatre communes de la wilaya de Biskra, à savoir : El Chetma, El Outaya, Ain Zatout, kantara à partir du barrage de Koudiat Medouar.

Le plan de travail adopté s'articule autour de plusieurs chapitres. Dans un premier temps, nous présenterons lieu de notre stage, Le deuxième chapitre sera consacré à la zone d'étude. Le troisième chapitre portera sur l'évaluation des besoins en eau des différentes catégories d'usagers. Ensuite, le quatrième chapitre traitera du dimensionnement du réseau d'adduction. Le cinquième chapitre sera dédié au dimensionnement des ouvrages de stockage projetés, ainsi qu'à la vérification de la capacité des ouvrages existants. Enfin, le sixième chapitre abordera le choix des équipements de pompage adaptés au refoulement vers les réservoirs de stockage, en conformité avec les exigences du projet.

I Chapitre I : Présentation de lieu de stage (ANBT)

Introduction

Ce chapitre présente l'Agence Nationale des Barrages et Transferts (ANBT) en Algérie. L'ANBT est responsable de la mobilisation des ressources en eau à travers des barrages et transferts. Le chapitre décrit la localisation, et l'organigramme de l'ANBT.

I.1 Présentation de secteur de l'eau

Le Ministère des Ressources en Eau (وزارة الموارد المائية), est le ministère algérien chargé des questions relatives à l'eau au sein du gouvernementalgérien. Il est parfois appelé « MRE ». Son siège se trouve au 03, Rue du Caire - Kouba, Alger (Ministére des ressources en Eau en ,Algérie.)

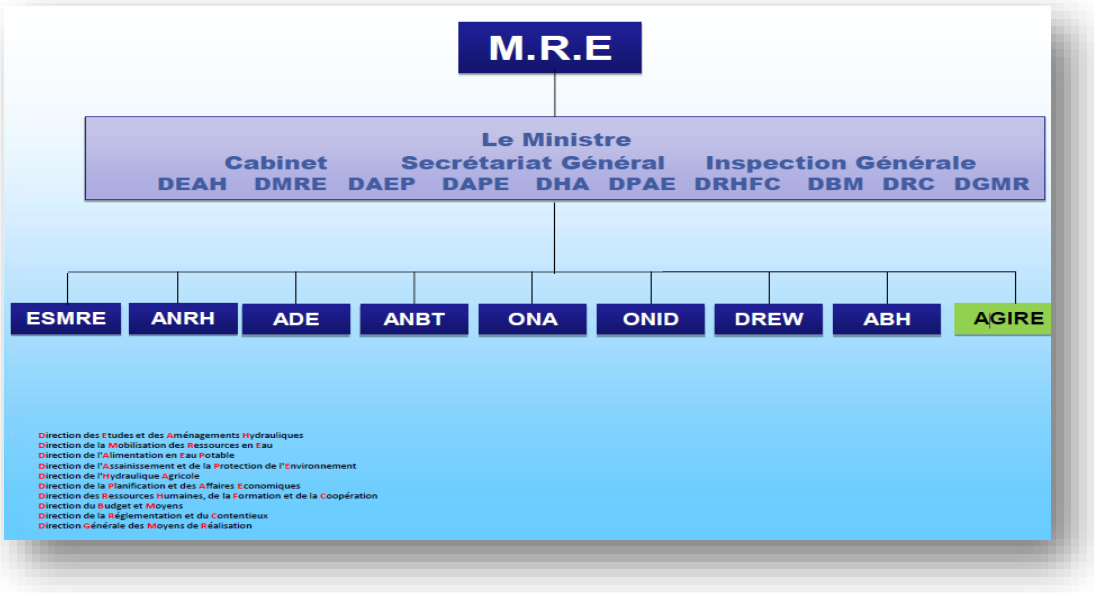


Figure I 1 **:**Organisation du secteur de l'eau (ANBT)

Source ANBT

I.2 Localisation de L'ANBT

L'agence se trouve dans la commune de Kouba, à Alger, près des institutions administratives liées au secteur de l'hydraulique et des ressources en eau



Figure I 2 : *Localisation de l'ANBT*

I.3 Définition de L'ANBT

L'Agence Nationale des Barrages et des Transfer (ANBT) un établissement public à caractère administratif, (décret n° 85-163 du 11 juin 1985 ANBT) est réaménagé dans sa nature juridique en un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) dénommé "Agence Nationale des Barrages et Transferts" (ANBT) doté de la personnalité morale et de l'autonomie financière. L'établissement est placé sous la tutelle du ministre chargé des ressources en eau, et son siège social est fixé à Alger.

Figure I 3*:le logo de l'ANBT*

I.4 Missions de l'ANBT

L'établissement est chargé de la production et de la fourniture d'eau aux établissements et aux régies communales chargés de sa distribution, d'assurer la prise en charge des activités de gestion, d'exploitation et de maintenance des ouvrages en exploitation, dans le cadre de la mobilisation et du transfert des ressources en eaux superficielles.

A ce titre, l'établissement est chargé :

- De fournir l'eau aux établissements de distribution et aux régies communales conformément à des conventions passées avec ces organismes de distribution d'eau dans le cadre de programmes de répartition fixés par arrêté du ministre chargé des ressources en eau.
- De mener toutes les interventions d'auscultation et de contrôle technique et d'assurer le contrôle, l'entretien, la maintenance, le dévasement, et la réparation des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau en exploitation, selon les consignes et normes d'exploitation.
- De veiller à l'application du tarif de l'eau aux établissements chargés de la distribution de l'eau potable, industrielle et agricole, et à ceux chargés de la production de l'énergie électrique ainsi qu'aux régies communales.
- D'étudier ou de faire étudier et de développer les systèmes de protection, d'entretien, de maintenance et d'intervention sur les ouvrages en exploitation.
- De tenir à jour l'état des réserves d'eau exploitables et de procéder aux mesures périodiques de contrôle de qualité des eaux, dans le cadre de la gestion de la ressource en eau dont il a la charge.

Outre les attributions définies ci-dessus, l'établissement est chargé :

- De développer l'ingénierie des ouvrages de mobilisation et de transfert des ressources en eau ainsi que ses moyens de conception et d'études afin de maîtriser les techniques rattachées à son objet.
- De réaliser toute étude ou recherche se rapportant à son objet.
- De concevoir, d'exploiter ou de déposer tout brevet, licence, modèle ou procédé se rapportant à son objet.

- De contribuer à la formation et au perfectionnement du personnel œuvrant dans le domaine des infrastructures de mobilisation et de transfert des ressources en eaux.
- De recueillir, de traiter, de conserver et de diffuser les données, informations et documentation à caractère statistique, scientifique, technique et économique se rapportant à son objet. (décret n° 85-163 du 11 juin 1985 ANBT)

I.5 Organigramme

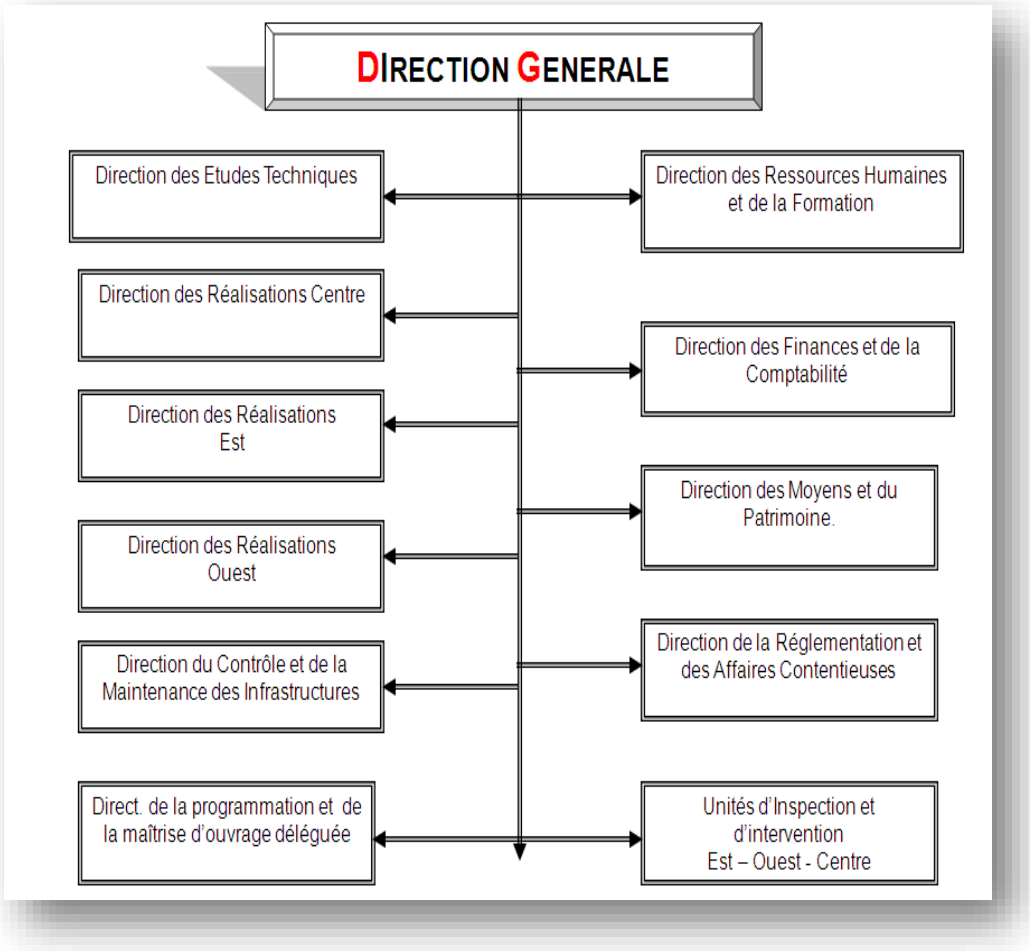


Figure I 4: *Organigramme* de l'agence nationale des barrages et transferts

Source *(ANBT)*

I.6 Définition de la direction technique (DET)

C'est une direction technique qui fait partie de l'organisme de l'ANBT et qui a sa charge.

I.6.1 Missions de DET

- Le lancement des appels d'offres ayant pour objet l'élaboration des études de faisabilités, APD et d'expertise des barrages, transferts et ouvrages hydrotechniques.
- Le suivi technique et administratif des études de barrages et transferts conformément aux exigences des cahiers des charges.
- Le suivi sur terrain des travaux de reconnaissances géologiques et géotechniques.
- La formation des nouveaux ingénieurs pour acquérir les nouvelles techniques dans le domaine des barrages.

I.6.2 Organigramme de DET

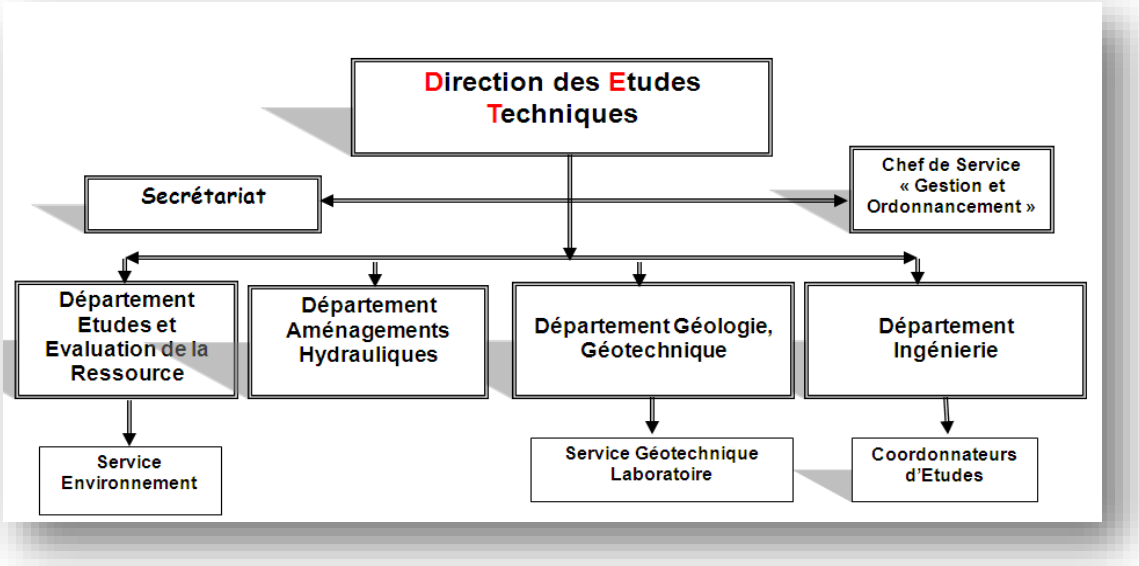


Figure I 5:*Organigramme de la direction des études techniques*

Source (ANBT)

Conclusion

En résume l'ANBT (agence nationale des barrages et transferts) a un rôle important de la gestion de barrage et de système de transfert d'eau en Algérie. Elle assure la planification, la réalisation et l'exploitation des infrastructures hydrauliques afin de garantir l'approvisionnement en eau potable, soutenir l'agriculture et répondre aux besoins industriels, tout en contribuant à une gestion durable des ressources en eau.

II Chapitre II : Présentation de la zone d'étude

Introduction

Avant d'entreprendre toute étude technique relative à l'alimentation en eau potable, il est indispensable de bien connaître la zone concernée. Ce chapitre présente de manière synthétique les principales caractéristiques de la région d'étude, à savoir les communes de Biskra, El Outaya, Chetma, Ain Zatout et Kantara.

II.1 Situation et cadre administratif

La wilaya de Biskra (code 07) est un centre stratégique du sud-est algérien et comprend actuellement, après une restructuration administrative, 12 daïras et 33 communes. Elle couvre une superficie totale d'environ 509,8021 km² et est limitrophe des provinces de Batna, Khenchela, M'Sila, Djelfa et El Oued.

Présentent la localisation de la zone d'étude (commune de Biskra).

La commune de Biskra, chef-lieu de la wilaya, se trouve à 400 km environ au sud-est de la capitale Alger. Elle est située sur une altitude de 120 m au-dessus du niveau de la mer, ce qui fait d'elle l'une des villes les plus basses d'Algérie**.** (Site officiel de la wilaya de la wilaya de Biskra)

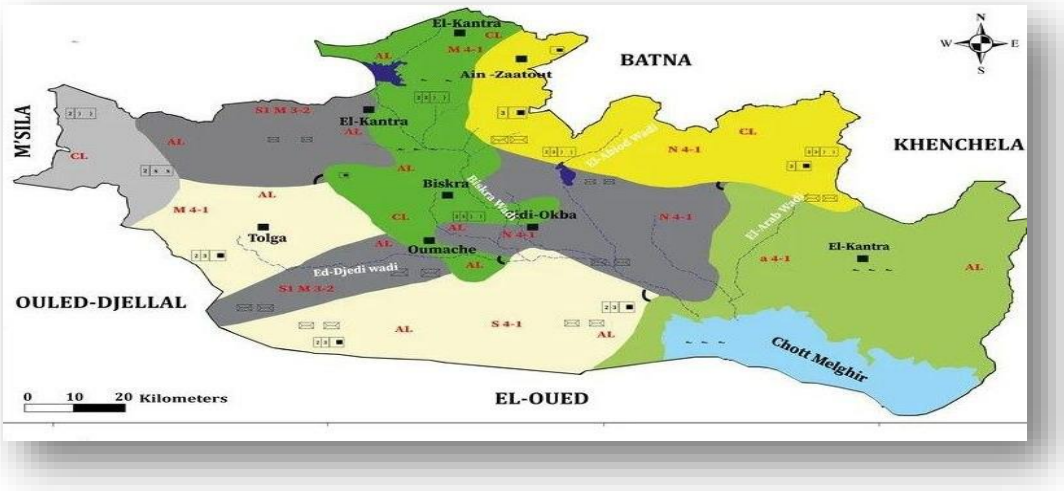


***Figure II 1**:Découpage administratif et localisation de la commune*

Source : (ANAT agence nationale de l'aménagement de territoire)

II.2 Climatologie

Du point de vue climatique, la région est située dans la zone de transition, entre le milieu semi-aride des hautes plaines et le milieu hyperaride du Sahara, caractérisée par un été chaud et très sec et un hiver froid et sec. (ANRH).

II.2.1 Précipitation

La pluviométrie moyenne annuelle dans la région est faible mais les variations interannuelles sont très fortes

II.2.2 Température

La ville de Biskra affiche une température annuelle moyenne de 21,8 °C. Sur l'année, les précipitations moyennes sont de 141 mm.

Avec une température moyenne de 33,6 °C et une température maximale moyenne de 40,6 °C, le mois de juillet est le plus chaud de l'année. Le mois de janvier est le plus froid de l'année avec une température moyenne de 10,9 °C.

***Tableau II 1*:**Précipitation et température à Biskra

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Précipitation (mm)	14	10	15	11	13	6	2	5	18	17	19	11	141
Température moyenne(C°)	10,9	12,8	16,3	20,3	25,2	30,4	33,6	32,9	28,4	22,2	16,1	12	21,8
Température min(C°)	5,8	7,6	10,2	13,2	18,2	23,5	26,6	26,4	22,5	16,4	11	7	16
Température max (C°)	6,1	18	22,4	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

Source : (ANRH)

II.3 Formations végétales

La végétation naturelle de la région est de type saharien, adaptée à un climat sec et chaud presque toute l'année. Les formations végétales rencontrées dans la région sont :

- Les formations végétales basses.
- Les formations arborescentes.

(ANAT — documents d'aménagement et caractéristiques naturelles des régions sahariennes)

II.4 Analyse géologique

Géologie des terrains traversés :

Du point de vue géologie, on note sur quart du tracé la présence de formations d'âge quaternaire qui sont généralement des éboulis de pentes et des alluvions de terrasses mélangés avec des sols fins (argile et sable).

Par endroit, on note un changement de la nature géologique (présence d'argile rouge à poudingues). (Rapports géotechniques et études de tracé de ANBT)

II.5 Analyse démographique

Entre 1998 et 2008, la population de la commune de Biskra a évolué de 177 060 à 204 661 habitants, soit un taux d'accroissement annuel de 1,46 %. (ANBT)

II.6 Description générale du système de transfert (Barrage koudiat Medaour)

C'est un barrage réservoir qui mobilise les eaux superficielles de l'oued Reboa dontle bassin-versant couvre 59 000 hectares.48,72 % de la population de la wilaya de Batna soit 682 000 habitants, boit l'eau provenant de ce barrage qui alimente les villes de Batna Tazoult Timgad Ain Touta, Barika Arris et Ouled recherche dans la wilaya de Khenchela.

(Document techniques du Barrage de koudiat Medouar)



Source : Algeria relief localisation map)

Figure II 2: localisation de barrage de koudiat Medouar

II.6.1 Caractéristiques générales du barrage

- Type **:** Barrage en remblai (remblai en terre avec noyau argileux).
- Hauteur : 48 mètres.
- Longueur : 1280 mètres.
- Capacité : 69,0 Hm^3
- Apport moyen annuel : 30,0 Hm^3
- Déversoir : À seuil libre (capacité 867 m^3/s)
- Surface du bassin versant : 590 Km^2



***Figure II 3*:** Barrage koudiat Medouar

Source : *(la voie d'Algérie)*

II.6.2 Fonctions et informations clés

- **Complexe Béni-Haroun** : Le barrage fait partie du système du complexe de Béni-Haroun, augmentant sa capacité de stockage.
- **Rôle :** Alimentation en eau potable (AEP), eau industrielle, et irrigation.
- **Localisation :** Près de Timgad (35 km de Batna).

Conclusion

La lumière de l'étude de ce chapitre, nous avons eu des informations sur les caractéristiques de la région d'étude à savoir : la géographie, les ressources en eau, et les caractéristiques climatologies (la température, la pluviométrie… etc.).

Ces différentes caractéristiques vont nous permettre de procéder à l'étude de l'alimentation en eau

potable de la région.

La connaissance des différentes ressources en eau existantes nous permettra aussi de réfléchir et choisir le système d'approvisionnement en eau le plus efficace pour cette région.

III Chapitre III : Besoin en eau de la population

Introduction

Ce chapitre vise à présenter une vision globale des besoins en eau potable de la population desservie, en identifiant les principaux facteurs influençant la demande, tels que l'évolution de la population Les perspectives d'évolution des secteurs économiques (industrie, tourisme …), L'évolution des paramètres de distribution (consommation spécifique, taux de branchement, rendement, modulation de la consommation,).

III.1 Evaluation de la population

L'étude concernant l'estimation des besoins en eau reste liée au développement Démographique et à l'élévation du niveau de vie. Done, l'estimation doit être faite en fonction de l'évaluation de la population à différents horizons.

L'évolution démographique en Algérie est donnée par la formule de l'intérêt composé avec :

$$P_n = P_0 (1+ \tau)^n$$

P_n : Population futur à l'horizon (habitant) .

P_0 : Population actuelle (référence) (habitants) .

τ: Taux d'accroissement (%)

n : Nombre d'années de différence entre l'année de référence et l'année considérée.

(Office National des Statistiques)

***Tableau III 1*:**Estimation de populations des cinq communes à l'horizon de 2056

Communes	Taux d'accroissement	Population			
		2008	2026	2041	2056
Biskra	1,46	204661	265671	330193	410389
El Outaya		4514	5860	7284	9054
Kantara		11046	14339	17822	22151
Ain Zatout		1865	2421	3009	3738
Chetma		9021	11711	14556	18092
Total	/	231107	300004	372864	463420

Source (ANBT)

III.2 Estimation des besoins en eau de la population

III.2.1 Choix de la norme de consommation (dotation)

Avant toute étude de dimensionnement d'un réseau d'AEP, il y a lieu de déterminer la quantité d'eau à apporter à la zone d'étude. Pour cela, il faut choisir une norme de consommation qui représente une moyenne pondérée des consommations journalières obtenue après une campagne de recensement ou à partir des lois statistiques.

En distribution rurale, les besoins pouvant être évalués à 80 (j/hab.), ce qui est le cas de cette étude.

(Plan National de l'Eau (PNE) 2010)

III.2.2 Besoin domestique (Consommation moyenne journalière)

La consommation moyenne journalière se détermine en tenant compte des différents types de consommation (domestique, saisonnière, sanitaire, administrative, ... etc.).

La consommation moyenne journalière est donnée par la formule suivante :

Avec : $Q_{moyj\ domestique} = P^* D$

- **Q_{moyj} :** débit moyen journalisée consommé (m^3/ j)
- **P :** Nombre de population à l'horizon de l'année 2056.
- **Dotation :** volume d'eau consommé par jour par habitant (80 l/j / hab.)

***Tableau III 2*:**besoins domestique des cinq (5) communes

Année	2026			2041			2056		
Communes	P(Hab.)	D (l/j/ hab.)	Q (m^3/ j)	P(Hab.)	D (l /j / hab.)	Q (m^3/ j)	P(Hab.)	D (l/j / hab.)	Q (m^3/ j)
Biskra	265671	80	21253,68	330193	80	26415,44	410385	80	32830,8
El Outaya	5860	80	468,8	7284	80	582,72	9054	80	724,32
Kantara	14339	80	1147,12	17822	80	1425,76	22151	80	1772,08
Ain Zatout	2421	80	193,68	3009	80	240,72	3738	80	299,04
Chetma	11711	80	936,88	14556	80	1164,48	18092	80	1447,36
Total	300002	/	24000 ,16	372864	/	29829 ,12	463420	/	37073,6

III.2.3 Besoins des équipements :

Selon le Plan National de l'Eau (PNE, 2010), les besoins administratifs, commerces et de l'artisanat ; petite industrie sont considérés comme étroitement liés à la typologie de l'agglomération, et sont estimés par application directe aux dotations unitaires domestiques de coefficients de majoration spécifiques à chaque catégorie d'usages.

A l'aïd de tableau d'agglomération / strates de population

***Tableau III 3*:**agglomération / strates de population

DESIGNATION	CARACTERISTIQUE
Les métropoles à statut particulier de délégation (SPE)	Alger ; Oran ; Constantin ; Annaba
Les métropoles	Ville de plus de 300,000 habitants
L'urbain dit (supérieur)	100,000 <pop<300,000habitants
L'urbain	20,000<pop<100,000 habitants
Semi urbain	5,000<pop<20,000 habitants
Semi rural	3,000<pop<5,000 habitants
Rural aggloméré	600(100 unités d'habitation) <pop<3,000 habitants
Rural éparse	Population inférieure à 600 habitants (100 unités d'habitation)

Source : (PNE 2010)

D'après le tableau on peut considérer que :

-Population de Biskra est plus de 300,000 habitants (zone métropoles)

-Population d'El Outaya et Chetma est entre 5,000<pop<20,000 habitants (zone semi urbain).

-Population de Kantara est entre 20,000<pop<100,000 habitants (zone urbain) et Ain Zatout est entre 3,000<pop<5,000 habitants (semi rural).

Donc on choisit le taux d'âpres le tableau de coefficient de majoration :

Tableau III 4:coefficient de majoration

	Taux de majoration des équipements			
	Taux administration	Taux commerce	Taux artisanat et petite industrie	Taux total
Métropoles à statut particulière délégation (SPE)	35	17,5	17,5	70
Métropoles	30	15	15	60
Urbain supérieur	25	12,5	12,5	50
Urbain	20	10	10	40
Semi urbain	15	10	10	35
Semi rural	10	7,5	7,5	25
Rural aggloméré	5	5	5	15
Eparse	0	0	0	0

Source (PNE 2010)

- ✓ Biskra : 60%
- ✓ El Outaya et Chetma : 35%
- ✓ Kantara :40%
- ✓ Ain Zatout :25%

$$Q_{\text{moyj équipement}} = \tau * Q_{\text{moyj domestique}}$$

Tableau III 5:consommation des équipements

Communes	Taux	Besoins Des Équipements		
		2026	2041	2056
Biskra	60	12752,208	15849,264	19698,48
El Outaya	35	164,08	203,952	253,512
Kantara	40	458,848	570,304	708,832
Ain Zatout	25	48,42	60,18	74,76
Chetma	35	327,908	407,568	506,576
Total	/	13751,464	17091,268	21242,16

III.2.4 Récapitulatif de la consommation moyenne journalière

L'estimation de la consommation moyenne journalière des (05) communes de Biskra pour les horizons d'étude est récapitulée dans le tableau ci-après

Tableau III 6:Consommation moyenne journalier

Communes	$Q_{domestique}+Q_{équipement}$		
	2026	2041	2056
Biskra	34005,888	42264,704	52529,28
El Outaya	632,88	786,672	977,832
Kantara	1605,968	1996,064	2480,912
Ain Zatout	242,1	289,14	373,8
Chetma	1264,788	1572,048	1953,936
Total	37751,624	46908,628	58315,76

III.3 Variation de la consommation journalière

III.3.1 Variation de la consommation maximale journalière

La consommation maximale journalière s'obtient par la relation suivante :

$$Q_{maxjt}= K_{max} * Q_{moyjt}$$

- **Q_{maxjt} :** Débit maximum journalier (m^3 /j).
- **Q_{moyjt} :** Débit moyen journalier totale (m^3/j).
- **K_{max} :** Coefficient d'irrégularité maximal qui dépend de l'importance de L'agglomération ; sa valeur est comprise **entre 1,1 et 1,3** on prend **K_{max}= 1.2.**

Tableau III 7: *Consommation maximale journalière*

Communes	Q_{moyjT} (m3/j)		
	2026	2041	2056
Biskra	40807,066	50717,645	63035,136
El Outaya	759,456	944,006	1173,398
Kantara	1927,1616	2395,276	2977,094
Ain Zatout	290,52	346,968	448,56
Chetma	1517,7456	1886,457	2344,723
Total	45301,949	56290,354	69978,912

III.3.2 Variation la consommation minimale journalier

Elle est représentée par la formule suivante :

$$Q_{minjt} = K_{min} * Q_{moyjt}$$

Avec :

- **K_{min} :** Coefficient d'irrégularité journalière minimale, tenant compte d'une éventuelle sous consommation. Il est compris entre 0,7 et 0,9 ; dans notre cas nous avons choisi : **K_{min}=0.8.**

Tableau III 8:*Débit minimale journalier*

Communes	Q_{minjT}		
	2026	2041	2056
Biskra	27204,71	33811,763	42023,424
El Outaya	506,304	629,337	782,265
Kantara	1284,774	1596,851	1984,729
Ain Zatout	193,68	231,312	299,04
Chetma	1011,830	1257,638	1563,148
Total	30201,299	37526,902	46652,608

Conclusion

A travers ce chapitre, nous faisons une estimation générale des besoins en eau de notre zone d'étude. Consommation moyenne journalière a, le débit maximum journalier est calculé avec **K_{max}=1,2.** Il en ressort clairement d'après les résultats du bilan ressources besoins que les ressources existantes ne soient pas et ne seront pas suffisantes, Donc pour remédier ce déficit nous avons envisagé de faire une nouvelle chaîne d'alimentation en eau potable.

IV Chapitre IV : Adduction

Introduction

L'adduction d'eau potable assure le transfert de l'eau depuis la source jusqu'aux zones à alimenter. Dans cette étude, l'eau sera transférée depuis le Barrage de Koudiat Medouar vers les communes de Biskra, El Outaya, Chetma, Aïn Zatout et El Kantara afin de répondre aux besoins futurs en eau potable.

Ce chapitre présente le choix du tracé, le dimensionnement des conduites ainsi que les principaux calculs hydrauliques liés aux vitesses d'écoulement, aux pertes de charge et aux hauteurs manométriques nécessaires au bon fonctionnement du système d'adduction.

IV.1 Type d'adduction :

L'adduction peut être classée en trois types :

- ✓ **Adduction gravitaire :**

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

- ✓ **Adduction par refoulement :**

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

- ✓ **Adduction mixte :**

C'est une combinaison des deux adductions (gravitaire et refoulement) selon la nature du terrain. source (Hydraulique Générale)

IV.2 Choix du tracé

Pour des raisons économiques, il convient d'opter pour le tracé le plus court possible.

- Il est préférable de longer l'accotement des routes afin de faciliter l'exécution des travaux ainsi que l'acheminement des matériaux.
- Il faut éviter les contre-pentes susceptibles de provoquer des accumulations d'air aux points hauts, difficiles à éliminer. Dans le cas d'un refoulement, ces situations peuvent engendrer de

phénomènes de cavitation lors d'un arrêt brusque, pouvant aller jusqu'à l'éclatement des canalisations.

- Les coudes doivent être largement ouverts afin de limiter les efforts sur les butées et de réduire les pertes de charge.

(Dupont A, hydraulique Urbaine, Eyrolles,1979)

IV.3 Etude de variantes

L'étude des variantes a pour objet le choix du tracé le plus économique possible de la conduite ainsi que le choix de l'emplacement adéquat de(s) station(s) de pompage.

IV.4 Analyse de tracé

***Tableau IV 1*:**caractéristiques de la variante retenue

	Variante
Réseau	147km DN800
Station de traitement	1
Station de pompage	2
Réservoir tampon	1
Brises charges	4
Routes	10
Chemins de wilaya	2
Voie ferrée	4
Grand oued	4
Gazoduc	2
Pente moyenne	1
Localité en cours de route	10

IV.5 Critères de comparaison

Comparaison des variantes est menée selon cinq critères :

- ✓ Critère "Coût d'investissement" : Ce critère se rapporte aux coûts de réalisation des différentes variantes.
- ✓ Critère "Frais d'énergie » : Il se rapporte aux effets engendrés par chaque variante sur les coûts d'exploitation.
- ✓ Critère "Localité en cours de route » : II concerne les effets d'ordre social qui prennent en considération la possibilité d'alimenter en eau potable des localités en cours de route.
- ✓ Critère "Facilité d'exécution » : Terrain accidenté ou non, géologie du terrain.
- ✓ Critère "Délai de réalisation » : Zones traversées (zones montagneuses ou plaines), nombre d'ouvrages à exécuter et longueur du tracé.

IV.6 Tracé



***Figure IV 1*:**tracé en plan d'adduction gravitaire et par refoulement des 5 communes concernées par le projet

IV.7 Choix du type des conduites

Le choix entre les matériaux est établi sur des paramètres de décisions tel que :

- ✓ Agressivité de l'eau.

- ✓ La nature géologique du terrain.
- ✓ Revêtement intérieur des canalisations.
- ✓ Déformation du sol et séisme.
- ✓ Le type d'assemblage.
- ✓ Les pressions.
- ✓ Les critères économiques : le prix de fourniture, de transport, de pose et là Durée de vie de la conduite.

Le matériau des conduites qui a fait ses preuves depuis longtemps est la fonte ductile. Cependant, d'autres matériaux en l'occurrence l'acier, le Béton à Ame en Tôle (BAT) et le Polyester Renforcé en fibres de Verre (PRV) peuvent convenir aux besoins en matière de transfert d'eau potable (PEHD) et (PVC).

Dans ce projet l'étude est basée sur l'utilisation d'une seule variante de matériaux qui est la **fonte ductile.**

IV.7.1 Caractéristique de la fonte ductile

La fonte ductile se distingue par des caractéristiques mécaniques remarquables, notamment une limite d'élasticité Re supérieure ou égale à 270 MPa, une résistance à la traction Rm d'au moins 420 MPa, ainsi qu'une très bonne résistance aux chocs.

Grâce à ces performances, les conduites en fonte ductile peuvent atteindre une durée de vie dépassant largement 50 ans, voire 100 ans, à condition de respecter les règles de mise en œuvre. Elles sont capables de supporter des pressions élevées, de l'ordre de 50 bars pour des diamètres inférieurs à 600 mm et de 40 bars pour des diamètres supérieurs à 600 mm**.**

En outre, ces conduites offrent une grande fiabilité mécanique. Elles sont relativement simples à transporter et à installer, ne nécessitant ni contraintes particulières ni équipements spécialisés pour leur mise en place.

(Récupéré sur pamline.fr.)

IV.8 Etude technique

L'objectif principal est de trouver le bon équilibre technique : un diamètre suffisant pour assurer une vitesse d'écoulement fluide et limiter les pertes de charge (frottements de l'eau), tout en

optimisant la géométrie et la résistance de l'installation face aux contraintes de pression et aux risques hydrauliques comme le coup de bélier.

IV.8.1 Calcul de diamètre

Pour les conduites de refoulement, ce diamètre est déterminé approximativement par les deux formules suivantes :

Formule de BONNIN : $\mathbf{D}=\sqrt{\boldsymbol{Q}}$

Avec :

- **D** : Diamètre calculé de la conduite en (m).
- **Q :** Débit max journalier (m^3/s).

Pour les conduites gravitaires, ce diamètre est déterminé approximativement avec le choix de la vitesse d'écoulement qui est compris entre V_{max} et V_{min} :

$$\mathbf{D_{max}} = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*Vmax}}$$

$$\mathbf{D_{min}} = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*Vmin}}$$

Avec :

- $\mathbf{V_{min}}$: La vitesse minimale de l'écoulement qui est de 0,5 m/s.
- $\mathbf{V_{max}}$ **:** La vitesse maximale de l'écoulement qui est de 1,5 m/s.
- $\mathbf{D_{min}}$ **:** Le diamètre minimal de la conduite (m).
- $\mathbf{D_{max}}$ **:** Le diamètre maximal de la conduite (m).
- **Q :** Le débit qui doit transiter dans la conduite.

***Tableau IV 2*:**diamètres de chaque tronçon.

Tronçons	D(mm)
Pq4_R2	0,854
Pq3_Pq4	0,869
Pq2_Pq3	0,877
Pq1_Pq2	0,880
Sp1_Pq1	0,899

IV.8.2 Calcul de vitesse

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

- **V :** Vitesse d'écoulement (m/s).
- **Q :** Débit transporté par la conduite (m^3/s).
- **D :** Diamètre normalisé (intérieur) de la conduite(m).

IV.8.2.1 Pour vitesse minimale et maximale

$$V_{max}=\frac{4\times Q_{max}}{\pi\times D^2}$$

$$V_{min}=\frac{4\times Q_{min}}{\pi\times D^2}$$

IV.8.3 Calcule de perte de charge

Les pertes de charge correspondent aux pertes d'énergie de l'eau sur son parcours. On distingue :

- ✓ Les pertes de charge linéaire
- ✓ Les pertes de charge singulières.

IV.8.3.1 Pertes de charge linéaire

Elles sont données par la formule de DARCY-WEISBACH : (Mécanique des fluides Appliquée)

$$\Delta H_L = J\times L = \frac{\lambda\times L\times v^2}{2\times g\times D}$$

Donc :

$$\Delta H_L = \frac{8\times\lambda\times L\times Q^2}{g\times\pi^2\times D^5}$$

- **J :** Perte de charge linéaire (m/ml).
- **L :** Longueur de la conduite (m).
- **g :** Accélération de la pesanteur (9,81 m/s^2).
- **Q :** Débit transporté par la conduite (m^3/s).
- **λ :** Coefficient de frottement de Darcy.
- **V :** Vitesse d'écoulement (m/s).

Le calcul du coefficient de Darcy se détermine par les formules suivantes :

- ✓ La formule de NIKURADAZI : $\lambda = (1.14\text{-}0.86\ln\frac{\varepsilon}{D})^{-2}$

- ✓ La Formule COLBROOK : $\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\log\left[\left(\frac{\varepsilon}{3.71\times D}\right) + \left(\frac{2.51}{R_e\times\sqrt{\lambda_0}}\right)\right]$

Avec :

- **ε :** Le coefficient de rugosité de la conduite ; K= 0,1 mm
- **R_e :** Le nombre de REYNOLDS donné par la formule suivante :

$$R_e = \frac{D\times V}{\nu}$$

Avec

- **V :** Vitesse de l'eau (m/s).
- **ν :** Viscosité cinématique en (m^2/s), calculé par la formule de STOCKS :

$$\nu = \frac{0.0178}{1+0.0337T+0.000221\,T^2}$$

Et :

- **T**: Température de l'eau en degré **°C,** on prend T= 20°C donc

υ =1.00*10^{-6} (m^2/s).

IV.8.3.2 Les pertes de charge singulières

Elles sont estimées à 15 % des pertes de charges linéaires :

$$\Delta H_S = 0.15 \times \Delta H_L$$

Avec :

- **ΔH_S :** Perte de charge singulière (m).
- **ΔH_L :** Perte de charge linéaire (m).

IV.8.3.3 Perte de charges totales

Représentent la somme des deux pertes de charge ΔHS et ΔHL.

$$\Delta H_T = 1.15 \times \Delta H_S$$

IV.8.4 Calcul de la hauteur manométrique totale d'élévation (HMT)

Elle est donnée par la relation suivante :

Pour refoulement : $HMT = Hg + \Delta H_T$

Pour gravitaire : $HMT = Hg - \Delta H_T$

Avec :

- **HMT :** Hauteur manométrique totale (m).
- **Hg :** Hauteur géométrique (m).

IV.8.4.1 Hauteur géométrique

Elle donnée par la formule suivante :

$$Hg = CTN_{arrivé} - CTN_{départ}$$

Avec :

- **$CTN_{arrivé}$:** Cote terrain Natural d'arrivé
- **$CTN_{départ}$:** Cote terrain Natural de départ.

IV.9 Dimensionnement du réseau d'adduction

- **Les caractéristiques des tronçons :**

***Tableau IV 3*:** Données de base des tronçons

Tronçons	CTNa(m)	CTNd(m)	Hg(m)
Sp1_Sp2	973	1120	147
Sp2_R1	1120	1253	133
R1_BC1	1253	1023	230
BC1_BC2	1023	810	213
BC2_BC3	810	566	244
BC3_Pq1	566	490	76
Pq1_Pq2	490	387	103
Pq2_BC4	387	362	25
BC4_Pq3	362	298	64
Pq3_Pq4	298	242	56

Pq3_R2	298	242	56

✓ **Diamètre : D_5 = 0.899m**

Les diamètres normalisés sont : **800 mm, 900 mm, 1000 mm, 1100m** et **1200mm.**

Remarque : Pour chaque tronçon, nous avons utilisé trois diamètres normalisés pour la détermination des paramètres hydraulique. On prend (**700mm, 800mm, 1000mm**).

❖ **Tronçon (Sp1_Pq1) :**

✓ **Diamètre : D5 = 0.899m**

***Tableau IV 4*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Sp1_Pq1).

D (mm)	V_{max} (m /s)	V_{min} (m/s)	ʎ
700	2,10	1,40	0,013
800	1,61	1,07	0,013
1000	1,03	0,68	0.013

- **Adduction par refoulement**

***Tableau IV 5*:** Résultats de calcul de HMT de tronçon (Sp1_Pq1) par refoulement.

Tronçon	L(m)	ΔHL(m)	ΔHT(m)	Hg(m)	HMT(m)
Sp1_Sp2	14200	30,49	35,07	147	182,07
Sp2_R1	7661	16,45	18,92	133	151,92

- **Adduction par gravitaire**

***Tableau IV 6*:**Résultats de calcul de HMT de tronçon (Sp1_Pq1) par gravitaire

Tronçon	L(m)	ΔHL(m)	ΔHT(m)	Hg(m)	HMT(m)
R1_BC1	32257	64,90	74,64	230	155,35
BC1_BC2	22800	48,96	56,30	213	156,69
BC2_BC3	24861	53,39	61,40	244	182,59
BC3_Pq1	5498	11,06	12,72	76	63,27

D'après les résultats obtenus, le diamètre économique est celui de **800 mm** avec une vitesse de Vmax =1.61m/s et Vmin=1.07m/s.

- **Tronçon (Pq1_Pq2)**

  - ✓ **Diamètre : D4= 0.880m**

***Tableau IV 7*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq1_Pq2).

D (mm)	Vmax (m/s)	Vmin (m/s)	ʎ
700	2,01	1,34	0,013
800	1,54	1,02	0,013
1000	0,98	0,65	0,013

***Tableau IV 8*:**Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq1_Pq2).

Tronçon	L(m)	ΔHL(m)	ΔHT(m)	Hg(m)	HMT(m)
Pq1_Pq2	9000	17,73	20,39	103	82,60

D'après les résultats obtenus, le diamètre économique est celui de **800 mm** avec une vitesse de Vmax =1.54m/s et Vmin=1.01m/s.

- **Tronçon (Pq2_Pq3)**

  - ✓ **Diamètre : D1 = 0.877m**

***Tableau IV 9*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq2_Pq3).

D	V_{max} (m/s)	V_{min} (m/s)	ʎ
700	2,00	1,33	0,013
800	1,53	1,02	0,013
1000	0,98	0,65	0,013

***Tableau IV 10*:**Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq2_Pq3)

Tronçon	L(m)	ΔHL	ΔHT	Hg(m)	HMT(m)
Pq2_BC4	817	1,58	1,82	25	23,17
BC4_Pq3	6183	12,02	13,83	64	50,16

D'après les résultats obtenus, le diamètre économique est celui de **800 mm** avec une vitesse de Vmax =1.53m/s et Vmin=1.02m/s.

- **Tronçon (Pq3_Pq4)**

  - ✓ **Diamètre : D1 = 0.869m**

***Tableau IV 11*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq3_Pq4)

D	V_{max} (m/s)	V_{min} (m/s)	ʎ
700	1,96	1,31	0,013
800	1,50	1,00	0,013
1000	0,96	0,64	0,013

***Tableau IV 12*:** Résultats de calcul de HMT de tronçon (Pq3_Pq4).

Tronçon	L(m)	ΔHL(m)	ΔHT(m)	Hg(m)	HMT(m)
Pq3_Pq4	21010	39,40	45,31	56	10.69

D'après les résultats obtenus, le diamètre économique est celui de **800 mm** avec une vitesse de Vmax =1.50m/s et Vmin=1.00m/s.

- **Tronçon (Pq4_R2)**

  - ✓ **Diamètre : D1 = 0.854m**

***Tableau IV 13*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq4_Pq5)

D(mm)	V_{max} (m/s)	V_{min} (m/s)	ʎ
700	1,89	1,26	0,013
800	1,45	0,96	0,013
1000	0,92	0,61	0,013

***Tableau IV 14*:**Résultats de calcul de la vitesse maximale et minimale de tronçon (Pq4_Pq5)

Tronçon	L(m)	ΔHL(m)	ΔHT(m)	Hg(m)	HMT(m)
Pq3_R2	6000	11,25	12,94	56	43,06

D'après les résultats obtenus, le diamètre économique est celui de **800 mm** avec une vitesse de Vmax =1.45m/s et Vmin=0.96 m/s.

IV.10 Récapitulatif des résultats

Tableau IV 15:Récapitulatif des résultats d'adduction obtenus

	Tronçon	Longueur (m)	Débit (m/s)	Diamètre (mm)	Vmax (m/s)	Vmin (m/s)
Adduction par Refoulement	SP1-SP2	14200	0,809	800	1,61	1,07
	SP2_R1	7661	0,809	800	1,61	1,07
Adduction Gravitaire	R1_BC1	32257	0,809	800	1,61	1,07
	BC1_BC2	22800	0,809	800	1,61	1,07
	BC2_BC3	24861	0,809	800	1,61	1,07
	BC3_Pq1	5498	0,809	800	1,61	1,07
	Pq1_Pq2	9000	0,775	800	1,54	1,02
	Pq2_BC4	817	0,77	800	1,53	1,02
	BC4_Pq3	6183	0,77	800	1,53	1,02
	Pq3_Pq4	21010	0,756	800	1,5	1
	Pq3_R2	6000	0,726	800	1,45	0,96

IV.11 Calcul de surpressions et de dépressions dans les conduites de refoulement

Les surpressions et les dépressions peuvent atteindre des valeurs assez grandes, c'est pourquoi, il est très important d'étudier les moyens de protection de notre conduite ainsi que la protection contre le phénomène de coup de bélier.

Pour la détermination de ces deux valeurs on utilise les deux formules suivantes :

$$P_{max} = H_0 + B$$

$$P_{min} = H_0 - B$$

- **P_{max} :** valeur de la surpression (m).
- **P_{min} :** valeur de dépression (m).
- **H_0 :** La pression absolue au point le plus haut de la conduite, tel que : $H_0 = H_g + 10$.
- **B :** valeur maximale du coup de bélier (m).

$$B = \frac{a \times V_0}{g}$$

- **V_0 :** La vitesse d'écoulement (m/s).
- **g :** Accélération de la pesanteur ($g = 9{,}81 m/s^2$).

- **a :** La célérité des ondes est la vitesse de propagation des ondes, elle est donnée par la formule d'ALLIEVI ci-dessous :

$$a=\frac{9900}{\sqrt{48.3+k\sqrt{\frac{DN}{e}}}}$$

- **D :** Diamètre intérieur de la conduite (mm).
- **K :** Coefficient dépendant de la nature de la conduite dans le cas de la fonte **K= 1.**
- **e :** Epaisseur de la conduite (mm).

IV.11.1 Résultats de calcul de surpression et de dépression

Les résultats sont résumés dans le tableau ci- après :

***Tableau IV 16*:**Résultats de calcule de surpression et de dépression des trois tronçons de refoulement

Traçons	Hg	H0	DN	E	K	a	g	v	B	P max	P min
SP1_SP2	147	157	800	11	1	900	9,81	1 ,61	147,70	304,70	9,29
SP1_SR1	133	143	800	11	1	900	9,81	1,61	147,70	290,70	-4,70

Remarque : la pression maximale dépassé la pression de service 250 m, donc il faut installer soupape de décharge ou réservoir d'air.

Conclusion

Ce chapitre a validé le dimensionnement hydraulique et le choix des matériaux pour l'adduction, posant ainsi les bases nécessaires à la définition des ouvrages de stockage et des stations de pompage.

V Chapitre V : Réservoir

Introduction

Avant la distribution, les eaux sont stockées dans des réservoirs ou des châteaux d'eau. Ces ouvrages hydrotechniques jouent un rôle essentiel dans l'amélioration et la sécurisation des conditions de distribution. Ils doivent répondre à des exigences fondamentales telles que la résistance, l'étanchéité et la durabilité. Ils constituent également une réserve stratégique garantissant l'autonomie du réseau, notamment en cas d'incendie.

Ce chapitre est consacré au dimensionnement des différents types de réservoirs.

V.1 Utilités des réservoirs

Les principales utilités du réservoir sont :

- Ils servent à compenser l'écart entre les apports d'eau (par gravité ou pompage) et la Consommation (débit de pointe et autres)
- Ils constituent une réserve pour les imprévus (rupture, panne des pompes réparations, extension du réseau ...)
- Offre la possibilité de pomper la nuit, lorsque les tarifs d'électricité sont les plus bas.
- Régularité dans le fonctionnement du pompage. Les pompes refoulent à un débit constant
- Simplification de l'exploitation,
- Réserve incendie garantie (Une partie du volume est réservé à la lutte contre l'incendie) (Dupont ,A Hydraulique Urbaine Tome 2 Eyrolles 1979)

V.2 Emplacement du réservoir

L'emplacement du réservoir a pour condition l'assurance d'une pression suffisante aux abonnés au moment du débit de pointe.

Ils doivent être placés à un niveau supérieur à celui de l'agglomération qu'ils desservent.

L'altitude du réservoir, plus précisément du radier doit se situer à un niveau supérieur par rapport à la plus haute côte piézométrique exigée sur le réseau.

Le site du réservoir doit être le plus proche possible de l'agglomération (économie) pouvant alimenter le point le plus défavorable.

(Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979)

V.3 Exigences techniques

Un bon réservoir doit répondre à différents impératifs et des exigences suivantes

(BONVIN, 2005) :

- **Etanchéité :** Les cuves des réservoirs d'eau doivent être parfaitement étanches et ne reçoivent aucun enduit intérieur susceptible d'altérer l'eau qu'elles conditionnent. Elles doivent être aussi aménagées de manière que l'eau circule régulièrement à l'intérieur en évitant toute stagnation.
- **Durabilité :** Les matériaux constituants tous les éléments des réservoirs doivent conserver leurs propriétés, après un long contact avec le liquide.
- **Résistance :** Les réservoirs doivent équilibrer sur toutes leurs parties, les effets auxquels ils seront soumis : poids propre, effets climatique (neige, vents…etc.), effets dynamique (séisme), effet de retrait, effet de fluage, variation de température (surcharge d'exploitation).

V.4 Classification des réservoirs

Ils peuvent être classés d'après :

-La nature des matériaux, on distingue :

- Les réservoirs métalliques.
- Les réservoirs en maçonnerie.
- Les réservoirs en béton armé.

-La situation des lieux, ils peuvent être :

- Enterrés.
- Semi-enterrés.
- Surélevés sur tour.

((Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979))

V.5 Choix du type du réservoir

Le choix du réservoir sera porté sur des réservoirs circulaires, semi enterrés vu les avantages suivants :

- Economie sur les frais de construction.
- Etude architecturale très simplifiée.
- Etanchéité très facile à réaliser.
- Conservation de l'eau à une température constante.
  ((Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979))

V.6 Equipements du réservoir

Le réservoir est équipé de :

- Conduite d'arrivée ou d'alimentation.
- Conduite de distribution.
- Conduite de trop plein.
- Conduite de vidange.
- Conduite de by-pass.

Système de matérialisation de la réserve d'incendie.

((Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979))

V.7 Détermination de la capacité des réservoirs

La variation des débits horaires d'une journée de chaque localité sera définie d'après les résultats expérimentaux présentés sous forme de tableau (voir annexe [A])**.**

Le volume total du réservoir est calculé en tenant compte de la réserve d'incendie en utilisant la formule suivante :

$$V_T = V_u + V_{inc}$$

Avec :

- **V_T :** Volume Total du réservoir en (m^3).
- **V_{inc}** : Volume d'incendie = 120 m^3.
- **V_u** : Volume utile de stockage du réservoir en (m^3) ; est déterminé à partir de la formule suivante :

$$VU = Pmax\% + Qmaxj /100$$

- **Pmax** : Résidu maximal dans le réservoir en %

V.8 Dimensionnement

V.8.1 Dimensionnement du réservoir Tampon (Totale) RC1

***Tableau V 1*:**Dimensionnement de réservoir tampon (Totale) RC1

Heures	Apports %	Distribution %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
00-01	5	3,35	1,65	-	2,95
01-02	5	3,25	1,75	-	4,7
02-03	5	3,3	1,7	-	6,4
03-04	5	3,2	1,8	-	8,2
04-05	5	3,25	1,75	-	9,95
05-06	5	3,4	1,6	-	11,55
06-07	5	3,85	1,15	-	12,7
07-08	5	4,45	0,55	-	13,25
08-09	5	5,2	-	0,2	13,05
09-10	5	5,05	-	0,05	13
10-11	5	4,85	0,15	-	13,15
11-12	5	4,6	0,4	-	13,55
12-13	5	4,6	0,4	-	13,95
13-14	5	4,55	0,45	-	14,4
14-15	5	4,75	0,25	-	14,65
15-16	5	4,7	0,3	-	14,95
16-17	5	4,65	0,35	-	15,3

17-18	5	4,35	0,65	-	15,95
18-19	5	4,4	0,6	-	**16,55**
19-20	0	4,3	-	4,3	12,25
20-21	0	4,3	-	4,3	7,95
21-22	0	4,2	-	4,2	3,75
22-23	0	3,75	-	3,75	**0**
23-24	5	3,7	1,3	-	1,3
Total	**100%**	**100%**			

D'après le tableau ci-dessus :

- **Résidu maximal** *:* P_{max} = 16,55 %.
- **Volume total** *:* $V_T = V_u + V_{inc}$ = (16,55×69978 ,921) /100 +120 ⇒ V_T = 11701,5514m^3.
- **Constatation** : Le volume calculé est de 11701 ,5514m^3, le réservoir sera d'une capacité de12 000 m^3 donc 2*6000 m^3 **(**réservoir rectangulaire**).**

- **Calcul la langueur du réservoir**

H = [3 à 6] m, on prend H = 6 m.

V Res = S * H S = VRes/ H S = 6000/6 = 1000 m^2

S= L*L S = L² L=√S L= √1000 = 31, 62 m

L= 32 m

- **La hauteur de la réserve d'incendie**

H inc = V inc / S H = 120 /1000 = 0, 12 m

V.8.2 Dimensionnement du réservoir (Biskra et Chetma) RC2

Sachant que le nombre de population de El Outaya et Biskra est 419443 Hab et

Qmoyj= 64208 ,5344 m^3/ j.

***Tableau V 2*:**Dimensionnement de réservoir Biskra et Chetma RC2

Heures	Apports %	Distribution %	Surplus %	Déficit %	Résidu %
00-01	4,167	3, 35	0,817	-	6,971
01-02	4,167	3,25	0,917	-	7,888
02-03	4,167	3,3	0,867	-	8,755
03-04	4,167	3,2	0,967	-	9,722
04-05	4,167	3,25	1,75	-	11,472
05-06	4,167	3,4	0,767	-	**12,239**
06-07	4,167	3,85	0,317	-	12,556
07-08	4,167	4,45	-	0,283	12,273
08-09	4,167	5,2	-	1,033	11,24
09-10	4,167	5,05	-	0,883	10,357
10-11	4,167	4,85	-	0,683	9,674
11-12	4,167	4,6	-	0,433	9,241
12-13	4,167	4,6	-	0,433	8,808
13-14	4,167	4,55	-	0,383	8,425
14-15	4,167	4,75	-	0,583	7,842
15-16	4,167	6	-	1,83	6,012
16-17	4,167	6	-	1,83	4,182
17-18	4,167	5,5	-	1,33	2,852
18-19	4,167	5	-	0,83	2,022

19-20	4,167	4,5	-	0,33	**0**
20-21	4,167	4	0,167	-	0,167
21-22	4,167	3	1,167	-	1,334
22-23	4,16	2	2,16	-	3,494
23-24	4,16	1,5	2,66	-	6,154
Total	**100%**	**100%**			

D'après le tableau ci-dessus :

- **Résidu maximal** : P_{max} = 12,542%.
- **Volume total** *:* $V_T = V_u + V_{inc}$ = (12,556×64208 ,5344) /100 +120 ⇒ V_T = 8181,95$m^{3.}$
- **Constatation** : Le volume calculé est de 8181,95 m^3 RC_1 sera d'une capacité de 9000 m^3 .(Rectangulaire)

- **Calcul du la langueur du réservoir**

H = [3 à 6] m, on prend H = 6 m

V Res = S * H S = VRes/ H S = 9000/6 = 1500m^2

S= L*L S = L^2 L=√S L= √1500 = 38,72 m

- **La hauteur de la réserve d'incendie**

H Inc = V Inc / S H = 120 /38.72= 3.09m

V.9 Dimensionnement des bâches d'aspiration

V.9.1 Dimensionnement de la bâche a eau de la station de pompage (SP1)

La valeur de résidu maximal de la première bâche d'aspiration est présentée dans (l'annexe B)

- **Résidu maximal** : P_{max} = 5 %.
- **Volume total** : V_T= (5X69978, 921) /100 ⇒ V_T = 3498,946m^3
- **Constatation** : Le volume calculé est de3498, 946 m3, donc la bâche à eau de SP1 sera d'une capacité de **3500 m^3**.

- **Détermination de la surface occupée par la bâche**

On a H = 3m

V = S * H

S = V / H = 4000 / 3 =1333,33 m^2

- **Détermination de la longueur et la largeur de la bâche**

La forme de la bâche est carrée donc ; L = $\sqrt{\mathbf{S}} \Rightarrow$ L = $\sqrt{1333,33} \Rightarrow$ L = 36,5 m.

V.9.2 Dimensionnement de la bâche a eau de la station de pompage (SP2)

La bâche de (SP1) et la bâche de (SP2) elles présentent les mêmes caractéristiques car elles sont le même débit entrant et sortant.

Conclusion

A travers ce chapitre, on a déterminé les capacités et les dimensions des différents réservoirs pour garantir la desserte de la zone étudiée.

Les résultats obtenus montrent qu'il est nécessaire de projeter un réservoir de capacité de

12000 m3 qui on a divisé par deux réservoirs de capacité 6000 m3 au qui va assurer l'alimentation de cinq communes (Kantara, Ain Zatout, El Outaya, ,Chetma, Biskra) et le deuxième réservoir de capacité de 8200 m3 qui on a divisé par réservoirs de capacité 4100 m3 il assure l'alimentation des deux communes (Chetma et Biskra)

Comme nous avons projeté deux bâches d'aspiration identiques de capacité de 3500 m^3 afin de répondre à l'objectif du présent projet.

VI Chapitre VI : Choix des pompes

Introduction

Les pompes sont des machines hydrauliques dont le rôle consiste à aspirer un débit d'une zone à basse pression pour le refouler vers une région à plus grande pression. . Son fonctionnement consiste à transformer l'énergie mécanique, de son moteur d'entraînement, en énergie hydraulique. Les pompes sont classées en deux grandes familles :

-Les pompes volumétriques ;

-Les pompes dynamiques (turbopompes).

Les pompes centrifuges font partie de la famille des pompes dynamiques sont plus universellement utilisées. Le développement de ces dernières a été très rapide grâce au progrès réalisé dans l'emploi de la force motrice électrique, accouplé aux moteurs électriques, elles constituent des groupes légers, peu encombrants, peu couteux et d'un très bon rendement.

VI.1 Choix du type de la pompe

Le choix du type de la pompe se base sur plusieurs critères à savoir :

-Assurer le débit appelé et la hauteur manométrique totale.

-Avoir un bon rendement et une puissance absorbée minimale.

-Avoir la vitesse de rotation la plus élevée.

-Réduire l'encombrement de façon à répondre à la construction économique.

-Vérifier la condition de non cavitation.

Dans notre étude on a opté pour des pompes centrifuges à axe horizontal pour les avantages qu'elles présentent, à savoir :

-Elles constituent des groupes légers peu encombrants.

-Elles assurent le refoulement des débits importants à des hauteurs considérables.

-Elles sont capables de travailler dans des conditions de rendement très élevées.

(Catalogues techniques de KSB.)

VI.2 Couplage des pompes

Dans certains cas, la hauteur manométrique totale et le débit appelé ne sont pas satisfaits par une seule pompe. On est amené alors à utiliser un couplage de pompes. Les pompes peuvent être couplées en parallèle ou en série.

VI.2.1 Couplage en parallèle

Ce montage est rencontré lorsque l'on désire, pour une même hauteur de refoulement, et pour augmenter le débit, dans ce cas on a :

- Chaque conduite de refoulement aboutit à un collecteur commun ;
- Le débit du collecteur commun sera composé de la somme des débits de chaque pompe.

VI.2.2 Couplage en série

Ce montage est utilisé pour refouler un débit sensiblement constant à une hauteur importante, dans ce cas : Le refoulement de la première pompe débouche dans l'aspiration de la seconde ; le même débit traverse chaque pompe et les hauteurs d'élévation produites c'augmente.

VI.3 Caractéristiques hydrauliques des pompes centrifuges

VI.3.1 Le débit(Q) :

Le débit fourni par une pompe centrifuge est le volume refoulé pendant l'unité de temps, il s'exprime en (l/s).

VI.3.2 Hauteur manométrique totale (HMT)

La hauteur manométrique totale représente la somme de la hauteur géométrique (H_g) et les pertes de charge de refoulement et se détermine par la formule suivante :

$$HMT = H_g + \Delta H_T$$

VI.3.3 Les puissances

VI.3.3.1 La puissance absorbée par la pompe (Pa)

Elle est exprimée par la puissance mécanique absorbée au niveau de l'arbre de la pompe en (KW). Sa loi est déjà définie dans le chapitre précédant.

VI.3.3.2 La puissance utile (Pu)

Elle traduit la puissance transmise au fluide par la pompe, elle est donnée par :

$$P_u = g \times HMT \times Q_{ref}$$

Avec :

- P_u : puissance utile par la pompe (KW).
- Q_{ref} : Débit refoulé (m^3/s).)
- HMT : hauteur manométrique totale (m).
- g : Accélération de la pesanteur (g= 9,81 m/s).

VI.3.4 Le rendement (η %)

C'est le rapport entre la puissance utile Pu et la puissance absorbée par la pompe Pa,

$$\eta = Pu / Pa$$

VI.4 Courbes caractéristiques d'une pompe centrifuge

Les performances des pompes peuvent être représentées principalement par trois courbes qui sont :

VI.4.1 La courbe hauteur-débit « H=f(Q) »

Elle représente les hauteurs manométriques totales fournies par la pompe en fonction du débit refoulé.

VI.4.2 La courbe rendement-débit « η=f(Q) »

Cette courbe représente les valeurs du rendement de la pompe en fonction du débit refoulé.

VI.4.3 La courbe de la puissance absorbée « P=f(Q) »

Elle représente la variation de la puissance absorbée en fonction du débit refoulé par la pompe. Les différentes courbes définies ci-dessus sont représentées dans la figure suivante :

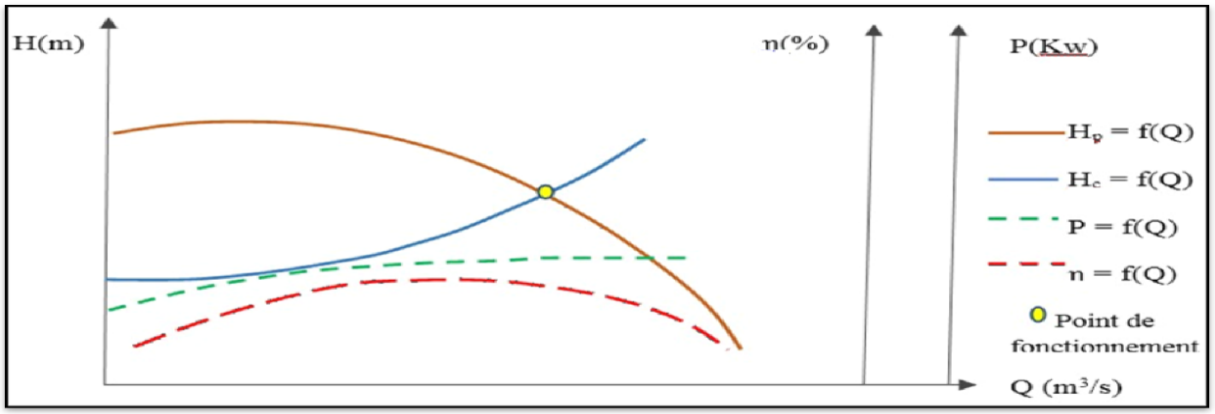


Figure VI 1 : *Courbe Caractéristique des pompes et des conduites*

VI.5 Courbe caractéristique de la conduite

La courbe caractéristique de la conduite est la représentation graphique de la variation des pertes de charge totales engendrées en fonction du débit véhiculé, voir figure (VI.2), c'est une parabole dont la fonction est la suivante :

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

Avec :

- H_c : perte de charge totale (m) ;
- H_g : Hauteur géométrique (m)
- Q : Débit véhiculé par la conduite (m3/s) ;
- R : Résistance de la conduite déterminée par la formule suivante :

$$R = 1{,}15 \times \frac{8 \times L \times \lambda}{g \times D^5 \times \pi^2}$$

- D : Le diamètre de la conduite (m) ;
- L : La longueur de la conduite (m) ;
- g : L'accélération de la pesanteur (g = 9,81 m/s) ;
- λ : Le coefficient de frottement, qui dépend de la rugosité relative et du régime d'écoulement.

VI.6 Notion du NPSH

Afin d'éviter le phénomène de cavitation, la charge minimale disponible à l'aspiration $(NPSH)_d$ fixé par l'utilisateur doit être supérieure à la charge minimale requise à l'aspiration $(NPSH)_r$ donnée par le constructeur sous forme de courbe « (NPSH)r= f(Q) » *(P. PERNES, 2004)*. Soit donc la condition de non cavitation : **$NPSH_d > NPSH_r$**

-Pour une alimentation en charge : $NPSH_d = (\frac{P0}{\rho \times g}) + H_a - (\Delta H_{Asp} + h_v)$.

- Pour une alimentation en dépression : $NPSH_d = (\frac{P0}{\rho \times g}) - H_a - (\Delta H_{Asp} + h_v)$.

- Ha : Hauteur d'aspiration en (m).
- ΔHAsp : les pertes de charges d'aspiration (m).
- $\frac{P0}{\rho \times g}$: pression du plan d'eau d'aspiration en (m.c.e).
- hv : pression de vapeur maximale que l'air peut supporter à une température donnée, dans notre cas en prend T= 20°c donc hv=0,24m.

VI.7 Calculs et interprétation des résultats

VI.7.1 Etude et choix des pompes du projet

Dans cette étude on a une aspiration en charge pour les deux (2) stations de pompage. Pour pouvoir sélectionner la pompe adéquate pour la station de pompage, le choix sera effectué à l'aide du logiciel Caprari. La pompe retenue sera celle qui donne les meilleures caractéristiques.

Dans notre projet les deux (2) stations de pompage seront identiques vue les mêmes caractéristiques qu'elles possèdent.

VI.7.2 Sélection de la pompe de projet

En consultant le catalogue des pompes, on opte pour une pompe centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal, mais il n'y a pas une pompe disponible au débit demandé alors on y installe plusieurs pompes identiques en parallèle. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant.

- ***Station de pompage 1***

***Tableau VI 1*:**les caractéristiques de la pompe choisie (SP1)

Tronçon	Q_t (l/s)	Nbr de pompe	HMT (m)	Q (l/s)	Pu (KW)	type de pompe	$Q_{réel}$ (l/s)	$H_{réel}$ (m)	P_{abs} (kw)	η	$NPSH_r$
SP1	810	5	182,07	162	289,34	PML150H/3B	809	181	315	64,5	20,9
		6	182,07	135	241,12	PML150/2A	819	186	355	77,4	14,4

Remarque : Le couplage de 6 pompes améliorerait le rendement, mais le débit unitaire (136 l/s) est trop éloigné du débit requis (162 l/s) et la hauteur réelle (186 m) dépasse la HMT

nécessaire (182 m), risquant une surpression. Le choix de 5 pompes assure un fonctionnement plus proche du point nominal.

- ***Station de pompage 2***

***Tableu VI 2*:**les caractéristiques de la pompe choisie (SP2)

Tronçon	Q_t (l/s)	Nbr de pompe	HMT (m)	Q (l/s)	Pu (kw)	type de pompe	$Q_{réel}$ (l/s)	$H_{réel}$ (m)	P_{abs} (kw)	η	NPSHr
SP2	810	5	151,92	162	241,43	PML150/2A	798	147	355	69,8	20,3
		6	151,92	135	201,19	PML150/2B	835	162	315	76,9	15

Remarque : Le couplage de 6 pompes améliorerait le rendement, mais le débit unitaire (139 l/s) est trop éloigné du débit requis (162 l/s) et la hauteur réelle (162 m) dépasse la HMT nécessaire (152 m), risquant une surpression. Le choix de 5 pompes assure un fonctionnement plus proche du point nominal.

VI.7.3 Les caractéristiques de la pompe choisie

- ***Station de pompage 1***

La pompe sélectionnée est une pompe centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal de type (PML 150H/3B), (on utilise 5 pompes).

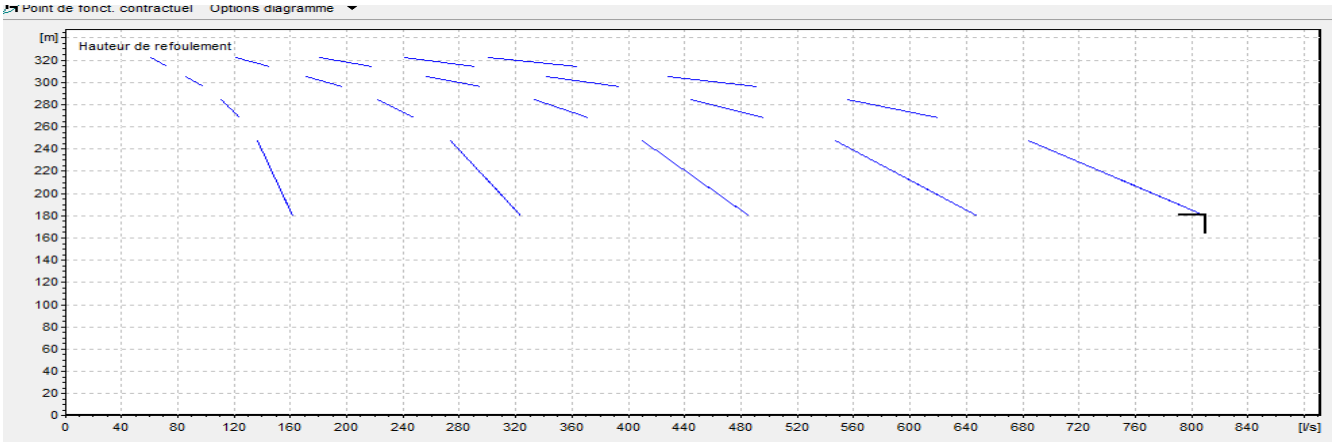


Figure VI 2 : courbe caractéristique de la pompe choisie pour station de pompage1.

- ***Station de pompage 2***

La pompe sélectionnée est une pompe centrifuge multicellulaire pour hautes pressions à axe horizontal de type (PML 150H/2A), (on utilise 5 pompes).

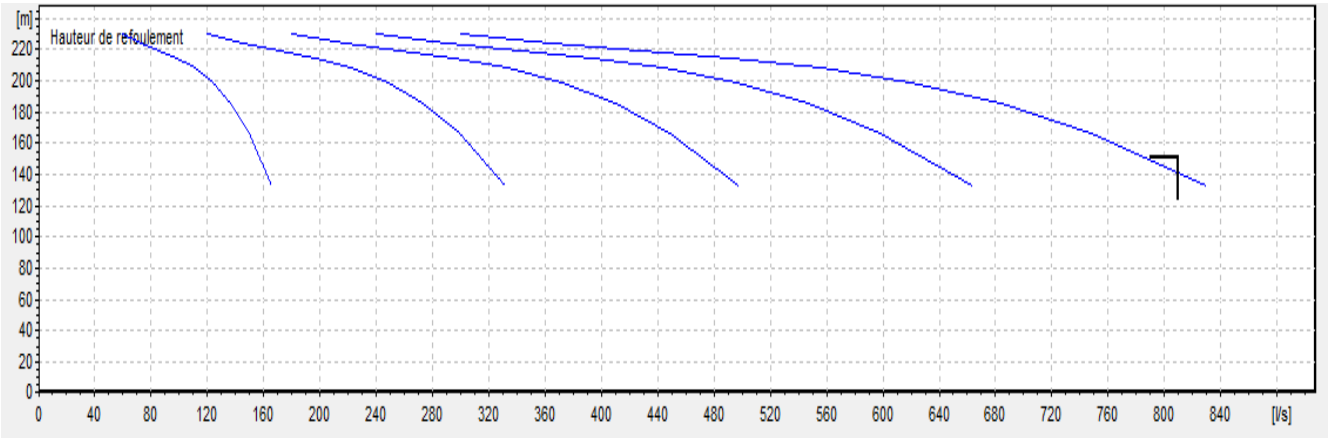


***Figure VI 3*:**courbe caractéristique de la pompe choisie pour station de pompage2

VI.7.1 Point de fonctionnement

- ***Station de pompage 1***

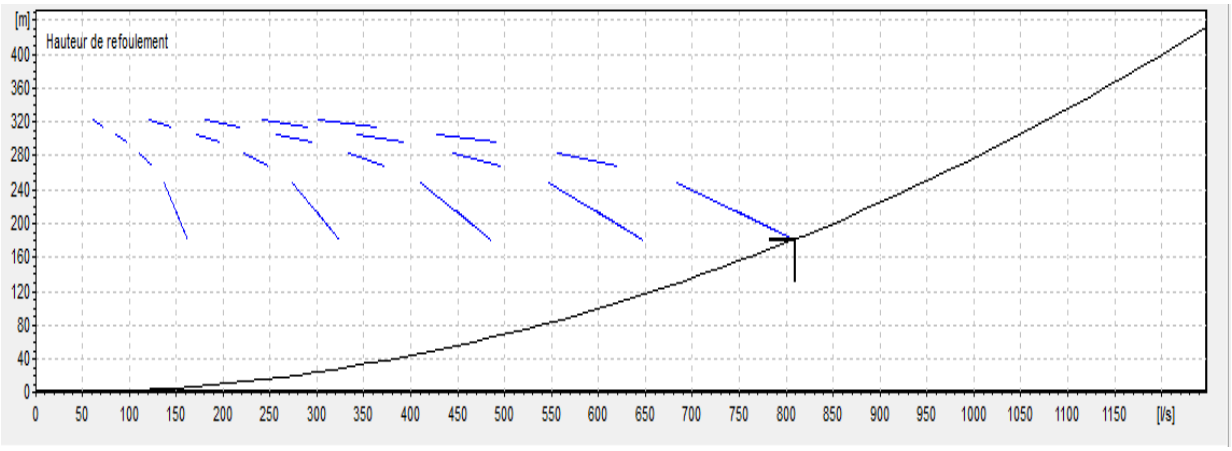


Figure VI 4:Courbe de point de fonctionnement de la pompe choisie pour station 1

- ***Station de pompage 2***

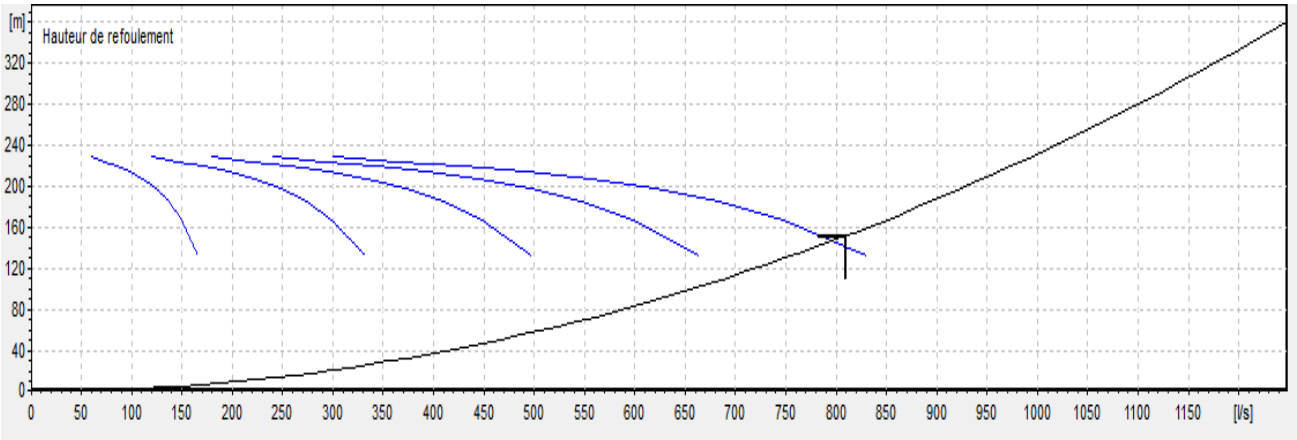


Figure VI 5:Courbe de point de fonctionnement de la pompe choisie pour station 2

Conclusion

Dans ce chapitre, le modèle de pompe retenu pour équiper les trois stations de pompage est une pompe centrifuge multicellulaire, adaptée aux hautes pressions et à axe horizontal (PML150).

Ce choix permet d'assurer un fonctionnement fiable et performant, sans apparition de phénomènes indésirables tels que la cavitation.

Afin de garantir la continuité de l'approvisionnement, il est recommandé de prévoir des installations de secours pour la pompe, ainsi qu'un groupe électrogène en cas de coupure d'électricité

Conclusion générale

Dans ce travail, nous avons essayés de résoudre une problématique et d'apporter une contribution au grand projet d'alimentation en eau potable de cinq communes déficitaires du nord de la wilaya de Biskra (Biskra, El Outaya, Kantara, Ain Zatout, Chetma), par la mobilisation d'une nouvelle ressource et d'une nouvelle chaine d'alimentation capable de remédier cette situation inquiétante jusqu'à l'horizon de 2056.

Après avoir présenté les différentes caractéristiques de la région d'étude, ainsi l'estimation des besoins en eau aux différents horizons, nous avons constaté que le débit journalier fourni par les ressources souterraines disponible (forages et Sources) pour le Chef- lieu sera bien loin d'être satisfaisant par rapport à la demande à long terme (2056) ce qui fait apparaître. Dans le but de remédier à ce problème, il a été préconisé de renforcer la chaine d'alimentation en eau potable en exploitant les eaux du barrage de Koudiat Medaour.

Comme toute étude d'AEP plusieurs variantes ont été proposées, nous avons opté pour l'installation de deux station de pompage, pour refouler l'eau concernant la station de pompage 1 la hauteur manométrique est 182.07 et longueur de 14200m , et pour station de pompage la hauteur manométrique est 151.92 et une longueur de 7661 m on utilisant la fonte ductile comme matériaux, avec un diamètre de 800 mm, cela pour garantir une alimentation gravitaire de 147 km, l'opération nécessite l'utilisation des équipements de régulation et de protection, afin d'assurer la durée de vie des conduites et le bon fonctionnement des installations.

Pour ce qui concerne les ouvrages de stockage, nous avons procédé à projeter un réservoir de mise en charge d'une capacité de (12000m3), et une autre capacité de (8200m3).

Et projeté deux bâches d'aspiration identiques de capacité de 3500 m^3 afin de répondre à l'objectif du présent projet.

D'autre par le choix des pompes a été fait à l'aide du catalogue des pompes CAPRARI, par conséquent, nous avons opté pour un couplage en parallèle de Cinq pompes centrifuges multicellulaires à axe horizontal de type (PML150).

A la lumière de ce modeste travail, nous souhaitons avoir répondu à l'objectif fixé au départ, et aussi nous espérons que ce mémoire puisse servir de support pour une nouvelle étude

Bibliography

(Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979). (s.d.).

(Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979). (s.d.).

(Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979). (s.d.).

ANAT — documents d'aménagement et caractéristiques naturelles des régions sahariennes. (s.d.).

ANAT (agence nationale de l'aménagement de territoire)). (s.d.).

ANAT agence nationale de l'aménagement de territoire. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANBT. (s.d.).

ANRH. (s.d.).

ANRH . (s.d.).

Catalogues techniques de KSB. (s.d.).

décret n° 85-163 du 11 juin 1985 ANBT. (s.d.).

décret n° 85-163 du 11 juin 1985 ANBT. (s.d.).

Document techniques du Barrage de koudiat Medouar. (s.d.).

Dupont ,A Hydraulique Urbaine Tome 2 Eyrolles 1979. (s.d.).

Dupont A, hydraulique Urbaine, Eyrolles,1979. (s.d.).

Dupont A,Hydraulique Urbain ,Tome 2 ,Eyrolles 1979. (s.d.).

Hydraulique Générale . (s.d.).

la voie d'Algérie . (s.d.).

Mécanique des fluides Appliquée. (s.d.).

Ministére des ressources en Eau en ,Algérie. (s.d.).

Office National des Statistique . (s.d.).

Office National des Statistiques . (s.d.).

Plan National de l'Eau (PNE) 2010. (s.d.).

PNE 2010. (s.d.).

PNE 2010. (s.d.).

Rapports géotechniques et études de tracé de ANBT. (s.d.).

Récupéré sur pamline.fr. (s.d.).

Site officiel de la wilaya de la wilaya de Biskra. (s.d.).

Heures	Nombres d'habitants				
	Moins de 10000	De 10001 à 50000	De 50001 à 100000	Plus de 100000	Agglo. de type rural
1	2	3	4	5	6
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
3-4	1	1,5	2,6	3,2	1
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
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	4,5	4,5	4,3	6
20-21	4,5	4	4,5	4,3	6
21-22	3	3	4,8	4,2	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'alimentation en eau potable d'ABRAMOV Ed : 1982

ANNEXE A

Heures	Apports %	Distribution %	surplus %	déficit %	Résidu %	
00-01	5	5	0	0		5
01-02	5	5	0	0		5
02-03	5	5	0	0		5
03-04	5	5	0	0		5
04-05	5	5	0	0		5
05-06	5	5	0	0		5
06-07	5	5	0	0		5
07-08	5	5	0	0		5
08-09	5	5	0	0		5
09-10	5	5	0	0		5
10-11	5	5	0	0		5
11-12	5	5	0	0		5
12-13	5	5	0	0		5
13-14	5	5	0	0		5
14-15	5	5	0	0		5
15-16	5	5	0	0		5
16-17	0	5	0	5		0
17-18	0	0	0	0		
18-19	0	0	0	0		
9-20	0	0	0	0		
20-21	5	0	5	0	5	
21-22	5	5	0	0	5	
22-23	5	5	0	0	5	
23-24	5	5	0	0	5	

ANNEXE B

Caractéristiques techniques

PML 150H/ 3 B

Caractéristiques requises

Débit	810 l/s
Hauteur de refoulement	182 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	5

Caractéristiques de la pompe

Débit	162 l/s
Hauteur de refoulement	181 m
Puissance absorbée	445 kW
Rendement	64,5%
Hauteur manométrique H(Q=0)	384 m
Orif. de refoulement	DN150 (UNI PN40)

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2980 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	315 kW
Intensité nominale	517 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

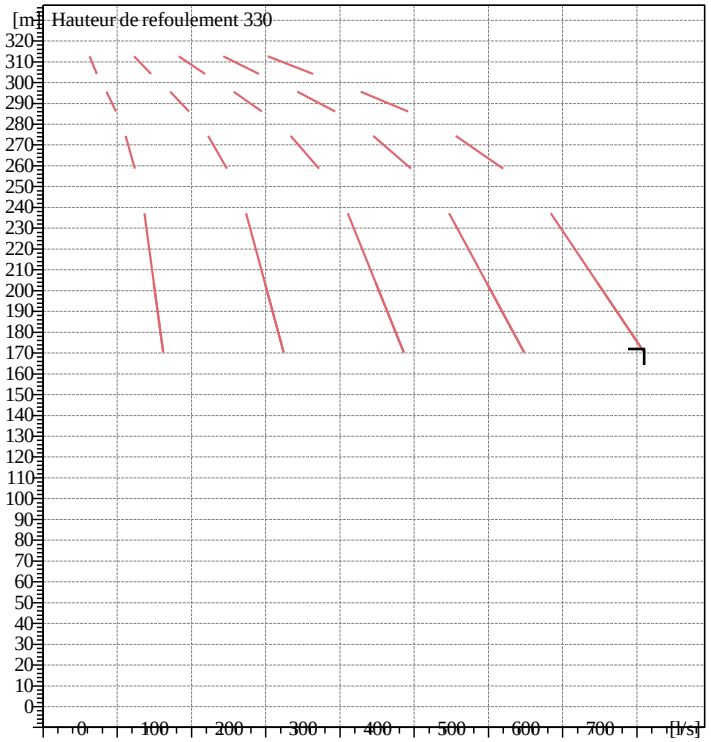
Limites opérationnelles

Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K Teneur
maximum en matières solides	20 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s
P2 maxi arbre pompe	696 kW

Caractéristiques générales

Poids	2298 kg

Matériaux



Caractéristiques de fonctionnement

ISO 9906 GRADE 2B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

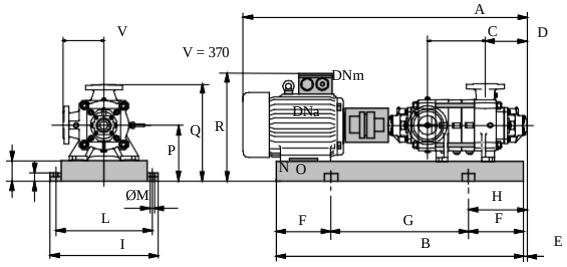
Dimensions mm

A = 2819

B = 2202

Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration Roue	Fonte
Bague d'usure	Bronze
Corps d'étage	Fonte
Chemise Arbre	Fonte
Douille arbre Anneau d'etancheit	Fonte
Roulements a billes	Acier inox
Stuffing box Packing	Acier inox
	Caoutchouc au nitrile Acier
	Fonte
	Tresse graphitée

C = 485
D = 351
DNa = 200/PN8-25
DNm = DN150 (UNI PN40)
E = 236
F = 400
G = 1402
H = 636
I = 900
L = 850
M = 20
N = 180
O = 50
V = 370



Notes:

Date	Page	Offre n°	Pos.N°
26.04.2026	**1**		

PumpTutor Version 3.8.1 - 04.06.2014 (Build 128)

<--

ANNEXE C

PML 150H/ 2 A

Caractéristiques requises

Débit	810 l/s
Hauteur de refoulement	152 m
Fluide	Eau potable
Type d'installation	Pompes identiques en parallèle
N.be de pompes	5

Caractéristiques de la pompe

Débit	160 l/s
Hauteur de refoulement	147 m
Puissance absorbée	330 kW
Rendement	69,8%
Hauteur manométrique H(Q=0)	296 m
Orif. de refoulement	DN150 (UNI PN40)

Caractéristiques moteur

Fréquence	50 Hz
Tension nominale	400 V
Vitesse nominale	2950 1/min
Nombre de pôles	2
Puissance P2	355 kW
Intensité nominale	0 A
Type de moteur	3~
Classe d'isolation	F
Degré de protection	IP 55

Limites opérationnelles

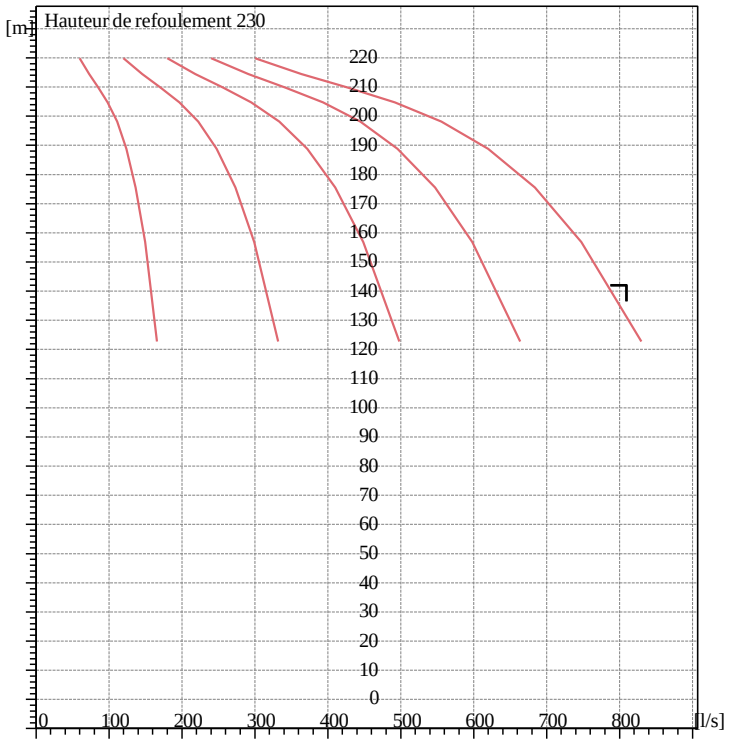
Démarrages / h max.	5
Température maxi. du liquide pompé	363 K Teneur
maximum en matières solides	20 g/m³
Densité max.	998 kg/m³
Viscosité maxi.	1 mm²/s
P2 maxi arbre pompe	696 kW

Caractéristiques générales

Poids	Sur dem. kg

Matériaux

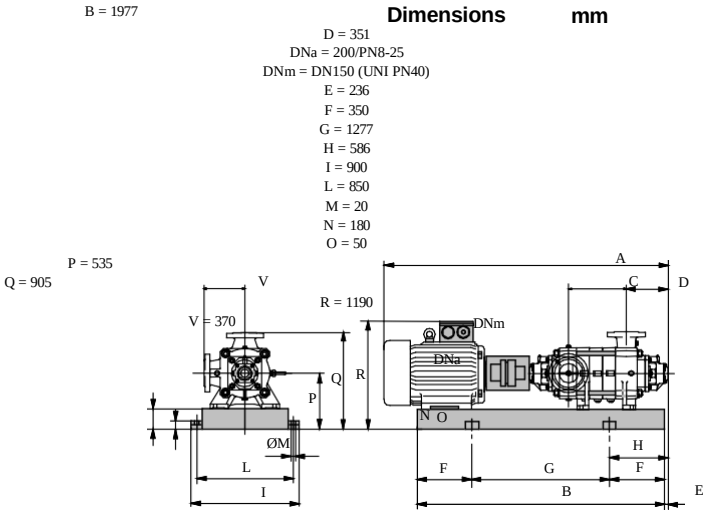
Corps de refoulement	Fonte
Corps aspiration Roue	Fonte
Bague d'usure	Bronze
Corps d'étage	Fonte
Chemise Arbre	Fonte
Douille arbre Anneau	Fonte
d'etancheit	Acier inox
Roulements a billes	Acier inox
Stuffing box Packing	Caoutchouc au nitrile Acier
	Fonte
	Tresse graphitée



Caractéristiques de fonctionnement ISO 9906 GRADE 2B

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	Rend. [%]	NPSH [m]

Dimensions mm



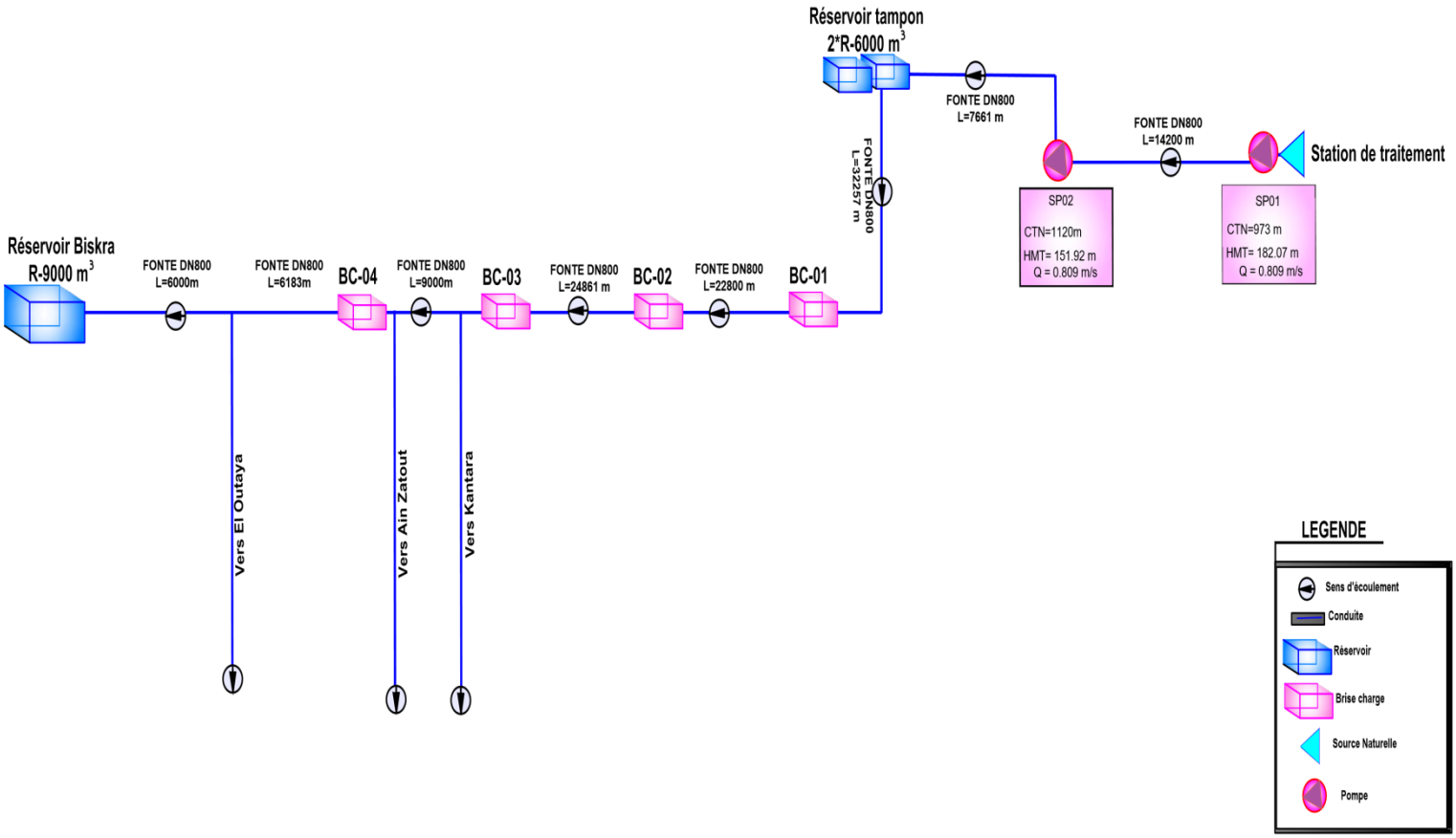
Notes:			
Date **14.05.2026**	Page **1**	Offre n°	Pos.N°

PumpTutor Version 3.8.1 - 04.06.2014 (Build 128)

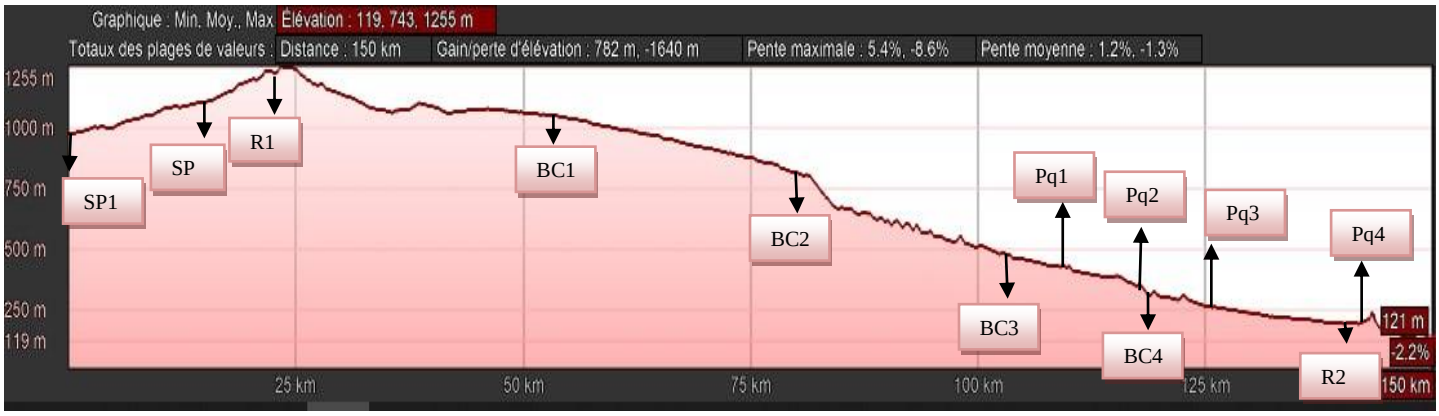
<--

ANNEXE D

Schéma synoptique du conduite d'adduction vers Biskra



ANNEXE E


Graphique : Min, Moy., Max
Élévation : 119, 743, 1255 m
Totaux des plages de valeurs :
Distance : 150 km
Gain/perte d'élévation : 782 m, -1640 m
Pente maximale : 5.4%, -8.6%
Pente moyenne : 1.2%, -1.3%
1255 m
1000 m
750 m
500 m
250 m
119 m
SP1
SP
R1
BC1
BC2
BC3
BC4
Pq1
Pq2
Pq3
Pq4
R2
25 km
50 km
75 km
100 km
125 km
121 m
-2.2%
150 km

ANNEXE F