



Département de Génie de l'Eau

Rapport de soutenance

En vue de l'obtention du diplôme

de Licence professionnelle en :

Hydraulique

Thème :

Renforcement en eau potable de l'agglomération de Medjez Rassoul à partir de la station de pompage Laabidi (Ain Berda, wilaya d'Annaba)

Réaliser par :

- GASMI Chaima

Encadré par :

- Mr. DAHMANI Saad

MCB (IT, univ-Bouira)

Tuteur de l'entreprise:

- Mr. CHIBAN Idriss

Ingénieur d'Etat (DRE)

Soutenu devant le jury :

- Mr. MOULAI Salah Eddine
- Mme. SIFOUN Naima

MAA (IT, univ-Bouira)
MCB (IT, univ-Bouira)

Année universitaire : 2022-2023

Remerciements

Avant tout je remercié Allah le tout puissant qui je m'a donné courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.

Tout d'abord je tiens particulièrement à remercier mon encadreur **Mr. DAHMANI Saad** pour m'avoir fait confiance, je le remercie également pour les encouragements, et m'avoir conseillé tout ou long de la réalisation de ce travail.

Je remercie aussi **Mme Dalal** et **Mr. CHIBAN Idriss** pour les précieuses informations qui m'ont permis de comprendre le domaine professionnel de l'hydraulique.

Je tiens à remercier vivement mon maitre de stage **Mr. HADJAJI Mohammed Lakhder** technicien supérieur à service d'alimentation en eau potable dans la DRE de Annaba pour son accueil, et le partage de son expertise au quotidien avec moi.

Je remercie également **Mme Wahida** ingénieur dans la DRE de Tébessa et toute l'équipe des ingénieurs et techniciens supérieures de la direction pour leur accueil et en particulier **Mr. ABAIDIA Abdelatif** qui m'ont aidé à comprendre beaucoup plus le domaine hydraulique et comment résoudre les problèmes dans ce domaine, et m'a facilité beaucoup les tâches.

A vous tous, un grand merci.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mon cher père, qui m'a toujours encouragée, conseillée et soutenue dans mon travail

Ma très chère mère, qui m'a toujours apportée son amour et son affection

Mes très chères sœurs Walla, Wissal et Eline

Mes très chers frères

A mes très chères amies, Mouna, Wiam, Linda, Nadia, Yasmine, Maria, Chaima et Hadjira

A mes chers collègues Lamara et Omar

A tous les enseignants de l'institut de technologie –Bouira-

Et tous les étudiants de l'hydraulique, en particulier

La promotion 2022/2023

ملخص:

يهدف هذا المشروع الى دراسة شبكة الامداد من محطة الضخ محمد لعبيدي نحو الخزان 500 متر مكعب، منطقة مجاز الرسول، بلدية عين الباردة، ولاية عنابة، و عرض مختلف مراحل انجازها.

تم اولا تقديم معلومات عامة عن منطقة الدراسة، ثم حساب احتياجات السكان للمياه الشروب، تاليا قمنا بحساب سعة الخزان و قطر انبوب الامداد، بعد ذلك تحققنا من ظاهرة المطرقة المائية و اخترنا المضخة المناسبة للمشروع، كما قمنا بإجراء محاكاة لعمل شبكة الامداد على برنامج Epanet.

بعد اجراء الحسابات، تحصلنا على تدفق مقدر ب 21 لتر على الثانية، يتم نقله بواسطة انبوب الامداد المقدر طوله ب 3890 متر ذو قطر 160 مم PEHD، كما قدر حجم الخزان ب 500 متر مكعب بقطر 12,62 متر.

الكلمات المفتاحية: شبكة الامداد, خزان, المطرقة المائية, محاكاة, مضخة.

Résumé :

Ce projet vise à étudier le réseau d'adduction à partir la station de pompage Mohammed Laabidi vers le réservoir de 500 m³, localité Medjaz Rassoul, commune Ain Berda, wilaya Annaba, et à présenter les différentes étapes de sa réalisation.

Nous avons d'abord présenté des informations générales sur la zone d'étude, puis calculé les besoins en eau potable de l'agglomération, calculé la capacité du réservoir et le diamètre du conduite d'adduction. Après cela, nous avons vérifié le phénomène de coup de bélier et choisi la pompe appropriée pour le projet. Finalement, nous avons réalisé une simulation du fonctionnement du réseau d'adduction sous le logiciel Epanet.

Après avoir effectué les calculs, nous avons obtenu un débit estimé de 21l/s véhiculé par une conduite d'adduction de 3890ml de diamètre de 160mm en PEHD. Aussi le volume du réservoir de distribution a été estimé à 500m³ avec un diamètre de 12,62m.

Mots clés : Réseau d'adduction, réservoir, coup de bélier, simulation, pompe.

Abstrat :

This project aims to study the adduction network from the Mohammed Laabidi pumping station to the reservoir 500 m³, region of Medjaz Rassoul, town of Ain Berda, province of Annaba, and to present the different stages of its construction.

We first presented general information about the study area, then calculated the drinking water needs of the agglomeration, calculated the capacity of the reservoir and the diameter of the adduction pipe. After that, we checked the water hammer phenomenon and chose the appropriate pump for the project. Finally, we also carried out a simulation of the operation of the adduction network using Epanet software.

After performing the calculations, we obtained an estimated flow rate of 21 l/s along the 3890 m adduction pipe with a diameter of 160 mm, in (HDPE). Also the volume of the reservoir was estimated at 500 m³ with a diameter of 12.62m.

Keywords: Adduction network, reservoir, water hammer, simulation, pump.

Table des matières

Remercîments	
Dédicace	
Abstract	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abreviation	
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Présentation de l'établissement d'accueil	
I. Introduction.....	3
II. Présentation de la direction des ressources en eau.....	3
III. Les services de la direction des ressources en eau.....	4
III.1.Le service de la mobilisation des ressources en eau	4
III.2.Le service d'alimentation en eau potable	4
III.3.Le service de l'assainissement	4
III.4.Le service de l'hydraulique agricole	4
III.5.Le service de l'administration des moyens.....	5
IV. Organigramme hiérarchique de la direction des ressources en eau	5
V. Conclusion	7
Chapitre 2 : Présentation du site	
I. Introduction.....	9
II. Situation géographique de la wilaya	9
III. Alimentation en eau de la wilaya d'Annaba	10
IV. Situation géographique de la zone d'étude	10
V. Géologie et hydrogéologie de la zone d'étude.....	11
VI. Situation climatologique	12
VI.1. Le climat.....	12
VI.2. Température	12
VI.3. L'humidité.....	13
VI.4. Les précipitations	13
VI.5. Le vent	14
VII. Situation hydrique	14
VII.1. Ressources en eau et adduction	14
VII.2. Ouvrages de stockages.....	18

VII.3. Réseau de distribution.....	18
VIII Présentation de projet.	20
IX. Conclusion	22

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau potable

I. Introduction.....	24
II. Evolution de la population	24
III. Evaluation des besoins en eau.....	25
III.1. Besoins domestiques.....	25
III.2. Besoins scolaire	26
III.3. Besoins sanitaires	26
III.4. Besoins administratifs.....	27
III.5. Besoins socio-culturels	27
IV. Récapitulation des besoins	27
V. Etude des variations des débits	28
V.1. Débit maximum journalier	28
V.2. Débit de pointe horaire	28
VI. Conclusion	30

Chapitre 4 : Dimensionnement du réservoir

I. Introduction.....	32
II. Définition de réservoir	32
III. Equipements des réservoirs.....	32
IV. Fonctions des réservoirs.....	33
V. Classification des réservoirs	34
VI. Le choix du type de réservoir.....	34
VII. Capacité des réservoirs.....	35
VIII Dimensionnement du réservoir.....	36
VIII.1. Détermination de volume de réservoir	36
VIII.2. Détermination du diamètre du réservoir	39
VIII.3. Détermination de la hauteur d'incendie	39
IX. Conclusion	39

Chapitre 5 : Dimensionnement de la conduite d'adduction

I. Introduction.....	41
II. Types d'adduction.....	41

III. Choix du tracé.....	42
IV. Schéma du tracé.....	43
V. Choix du type des conduites.....	44
VI. Dimensionnement de la conduite d'adduction.....	44
VI.1. Calcul de débit de pompage.....	44
VI.2. Calcul de diamètre de la conduite d'adduction.....	45
VI.3. Calcul de la vitesse d'écoulement.....	45
VI.4. Calcul des pertes de charge.....	46
VI.4.1. Pertes de charges linéaires J_L	46
VI.4.2. Pertes de charges singulières J_S	46
VI.4.3. Pertes de charge totale J_T	46
VI.5. Hauteur géométrique.....	47
VI.6. Hauteur manométrique totale.....	47
VI.7. Frais d'amortissement.....	47
VI.8. Puissance de pompage.....	48
VI.9. Energie consommée par le pompage.....	49
VI.10. Frais d'exploitation :.....	49
VII. Définition de coup de bélier.....	50
VIII. Causes et les risques du coup de bélier.....	51
IX. Valeur numérique du coup de bélier.....	51
IX.1. La valeur maximale du coup de bélier.....	51
IX.2. La célérité d'onde.....	51
IX.3. Cas fermeture brusque.....	52
IX.4. La pression-surpression.....	52
IX.5. La pression-dépression.....	52
X. Résultats de la simulation par l'Epanet.....	53
XI. Conclusion.....	55

Chapitre 6 : Choix de la pompe

I. Introduction.....	57
II. Définition d'une pompe.....	57
III. Classification des pompes.....	57
III.1. Les pompes volumétriques.....	58
III.2. Les pompes centrifuges.....	58

IV. Couplage des pompes	58
IV.1. Couplage des pompes en série.....	58
IV.2. Couplage des pompes en parallèle	59
V. Dimensionnement de la station de pompage	60
V.1. Choix du type de pompe.....	60
V.2. Les courbes caractéristiques des pompes	62
V.3. Point de fonctionnement de la pompe	62
VI. Cavitation.....	62
VII. Causes de phénomène de cavitation.....	63
VIII. L'impact de phénomène de cavitation.....	63
IX. Vérification de la cavitation.....	64
X. Conclusion	65
Conclusion générale	66
Bibliographie	
ANNEXES	

Liste des figures

Chapitre 1 : Présentation de l'établissement d'accueil

Figure 1: Situation géographique de la direction des ressources en eau de la wilaya d'Annaba	3
Figure 2: Organigramme hiérarchique de la direction des ressources en eau	6

Chapitre 2 : Présentation du site

Figure 1 : Situation géographique de la wilaya d'Annaba	9
Figure 2: Limitation de la zone d'étude (Ain Berda)	10
Figure 3: Variations de la température mensuelle au niveau de la zone d'étude.....	12
Figure 4: Variation de l'humidité de la région d'étude	13
Figure 5: Précipitation moyenne mensuelle de la région d'étude	14
Figure 6 : Le site de production Guelaat Boussbaa (Wilaya de Guelma)	15
Figure 7: Localisation de la station de pompage de Chaaiba	16
Figure 9 Conduite de refoulement.....	16
Figure 10 Traitement de l'eau.....	16
Figure 11: Ressources en eau et adduction de la zone d'étude	17
Figure 12 : Plan de réseau d'AEP existant de Medjaz Rassoul	19
Figure 13: Schéma explicatif du projet	20
Figure 14: Tracé de conduite de refoulement à partir de la station de pompage Laabidi Mohammed .	21

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau potable

Figure 1: Estimation de la population de la zone d'étude	25
--	----

Chapitre 4 : Dimensionnement du réservoir

Figure 1: Equipements de réservoir.....	33
---	----

Chapitre 5 : Dimensionnement de la conduite d'adduction

Figure 1: Adduction par refoulement (S : station de pompage, R : réservoir)	21
Figure 2: Adduction par gravitaire (R1, R2: réservoirs)	21
Figure 3: Tracé de la conduite d'adduction par refoulement à partir la station de reprise Laabidi vers le réservoir 500 m3.....	21
Figure 4: Profil en long de l'adduction	43
Figure 5: Le phénomène de coup de bélier.....	57
Figure 6: Résultat de la simulation.....	57

Chapitre 6 : Choix de la pompe

Figure 1: Mécanisme de fonctionnement de la pompe	57
Figure 2: Couplage en série.....	59
Figure 3: Couplage en parallèle.....	59
Figure 4: Pompe centrifuges monocellulaires normalisées- en 733 (NCH50-315/308).....	60
Figure 5: courbes caractéristiques de la pompe.....	61
Figure 6: courbes caractéristiques de la pompe choisie	61
Figure 7: La formation de phénomène de cavitation	63

Liste des tableaux

Chapitre 2 : Présentation du site

Tableau 1: Température mensuelle	12
Tableau 2: L'humidité moyenne mensuelle	13
Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle de la zone d'étude	14

Chapitre 3 : Estimation des besoins en eau potable

Tableau 1: Evaluation de la population à différents horizons	24
Tableau 2: Variation de la dotation selon le nombre d'habitants de la ville de Medjaz rassoul	26
Tableau 3: Besoins domestiques	26
Tableau 4: Besoins scolaires	26
Tableau 5: Besoins sanitaires en eau potable	26
Tableau 6: Besoins administratifs en eau potable	27
Tableau 7: Besoins socio-culturels	27
Tableau 8: Récapitulation des différents besoins	28
Tableau 9: Variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitations (RASSOUL, 2019)	29
Tableau 10: Résultat de calculs de débit de pointe horaire de la ville de Medjaz rassoul	30

Chapitre 4 : Dimensionnement du réservoir

Tableau 1: Répartition horaire du débit maximum journalier	36
Tableau 2: Calcul de capacité du réservoir distribution	37

Chapitre 5 : Dimensionnement de la conduite d'adduction

Tableau 1: Résultats de calculs des différents paramètres hydrauliques	47
Tableau 2: Résultats de calcul de frais d'amortissement	48
Tableau 3: Résultats de calcul de la puissance	49
Tableau 4: Résultats de calcul de l'énergie	49
Tableau 5: Résultats de calcul de frais d'exploitation	50
Tableau 6: Bilan Frais d'amortissement - Frais d'exploitation	50
Tableau 7: Résultats de calculs de coup de bélier	53
Tableau 8: Résultats de simulation aux nœuds	54
Tableau 9: Résultats de simulation au niveau de conduite	54

Chapitre 6 : Choix de la pompe

Tableau 1: Résultats de calcul de l'NPSH	54
--	----

Liste des abréviations

- τ : Taux moyen annuel d'accroissement de la population;
- n : Nombre d'années séparant les horizons considérés;
- P : Nombre de la population ;
- D : La dotation;
- $Q_{\text{moy},j}$: Le débit moyen journalier;
- $Q_{\text{max},j}$: Débit maximum journalier;
- $K_{\text{max},j}$: Coefficient d'irrégularité journalière maximum;
- $K_{\text{max},h}$: Coefficient d'irrégularité horaire maximal;
- α_{max} : Coefficient donné par un tableau en fonction de la taille de l'agglomération;
- β_{max} : Coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération;
- Q_{incendie} : Débit d'incendie;
- $Q_{p \text{ totale}}$: Débit de pointe totale;
- V_R : Volume du réservoir;
- V_r : Volume de régulation;
- V_{inc} : La réserve d'incendie;
- H_{inc} : Hauteur de partie de la réserve d'incendie;
- S : la surface de réservoir ;
- D : Diamètre de réservoir ;
- $|V^-|$: La plus grande valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant;
- $|V^+|$: La plus grande valeur positive de la différence entre le volume entrant et le volume sortant;
- Q_p : Débit pompé;
- T_p : Temps de pompage ;
- D : Diamètre de la conduite;
- V : Vitesse d'écoulement;
- J_L : Pertes de charge linéaires;
- J_u : Pertes de charges unitaire ;
- Chw : Coefficient de HAZEN WILLIAMS qui dépend de la nature de la paroi interne de la conduite;

- **J_s**: Pertes de charges singulières;
- **J_T** : Pertes de charge totale;
- **H_g** : Hauteur géométrique;
- **C_{TP}** : Cote trop-plein du réservoir d'arrivée;
- **C_R** : Cote du radier de la station de pompage;
- **HMT** : Hauteur manométrique totale;
- **A** : Annuité d'amortissement de la conduite ;
- **I** : Taux d'annuité;
- **P** : Puissance absorbée par la pompe;
- **g** : Accélération de la pesanteur ;
- **η** : Rendement de la pompe;
- **E** : Energie consommée pendant une année;
- **F_{exp}** : Frais d'exploitation;
- **B** : la valeur du coup de bélier;
- **v₀** : la vitesse d'écoulement;
- **a** : la célérité de l'onde;
- **e** : Epaisseur de la conduite;
- **K** : Coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation;
- **T** : Temps de fermeture;
- **L** : Longueur de la conduite;
- **H_s**: La pression-surpression;
- **H_p**: La pression-dépression;
- **H₁₀** : la pression atmosphérique;
- **PN**: Pression nominale;
- **DN** : Diamètre normalisé;
- **m.c.e**: Mètre colonne d'eau;
- **ml**: Mètre linéaire.

Introduction générale

L'eau est le fondement de la vie, et c'est une ressource essentielle de grande importance pour vivre.

À mesure que la population augmente, les besoins en eau potable augmentent. En raison des ressources limitées en eau dans de nombreuses régions en Algérie, un réseau d'adduction est nécessaire pour approvisionner ces zones et répondre à leurs besoins.

En conséquence, notre étude à travers un stage de 4 mois vise à étudier le renforcement en eau potable l'agglomération de Medjez Rassoul à partir de station de pompage Laabidi dans la commune d'Ain Berda, wilaya d'Annaba.

Cette étude comprend les chapitres suivants:

Introduction générale

- Chapitre 1 : Présentation de l'établissement d'accueil ;
- Chapitre 2 : Présentation générale de la zone d'étude ;
- Chapitre 3 : contient le calcul des besoins de la population pendant la période d'étude ;
- Chapitre 4 : Comprend la détermination de la taille, du diamètre et de la hauteur du réservoir ;
- Chapitre 5 : Dimensionnement de la conduite de refoulement;
- Chapitre 6 : La pompe appropriée pour le sujet a été déterminée par notre étude ;

Enfin, cette étude est couturée par une conclusion.

Chapitre 1

Présentation de l'établissement d'accueil

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous discuterons de la définition de la direction des ressources en eau de la wilaya d'Annaba, nous apprendrons aussi à connaître ses différents travaux.

II. Présentation de la direction des ressources en eau

La direction des ressources en eau de la wilaya d'Annaba est composée de plusieurs services chargés de la mobilisation et l'exploitation de l'eau soit superficielle ou souterraine.

✓ *Localisation géographique*

La figure suivante présente la localisation géographique de la direction des ressources en eau.

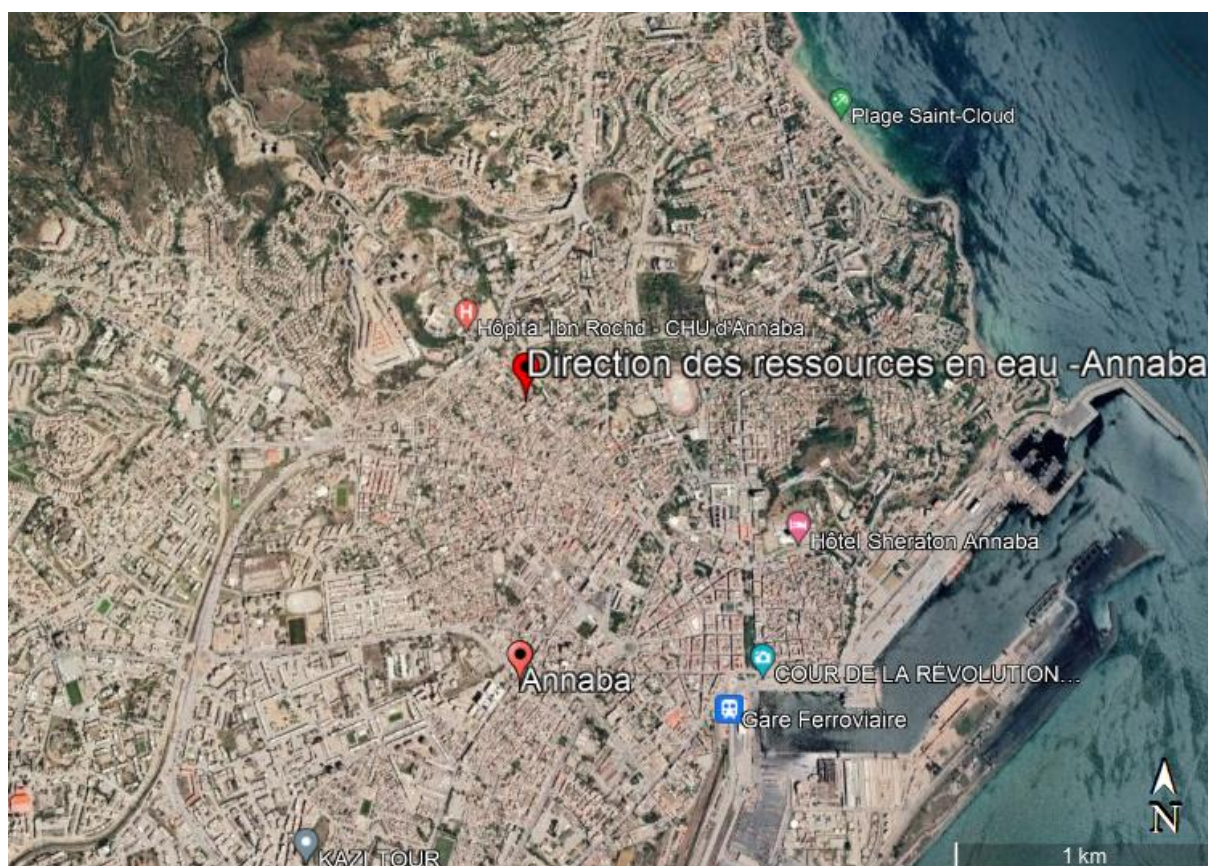


Figure 1: Situation géographique de la direction des ressources en eau de la wilaya d'Annaba

Adresse : Rue Amara Korba, Annaba, Algeria.

III. Les services de la direction des ressources en eau

La direction des ressources en eau de la wilaya se compose de cinq services, à savoir (journal officiel de la république Algérienne N° 56) :

III.1. Le service de la mobilisation des ressources en eau

Il est chargé notamment :

- D'étude de contrôle des projets ;
- De réalisation des forages et barrages ;
- Elaboration des autorisations de fonçage des puits et forages destinés à l'agriculture.

III.2. Le service d'alimentation en eau potable

Il est chargé notamment :

- De réalisation, rénovation, réhabilitation, et extension des réseaux d'AEP ;
- De réalisation des ouvrages de stockage de différentes capacités ;
- D'étude de contrôle des projets ;
- De gestion de domaine publique hydraulique ;
- De réalisation les stations de pompages.

III.3. Le service de l'assainissement

Il est chargé notamment :

- D'études et programmations des projets ;
- De suivi et contrôle des projets ;
- De réalisation des stations d'épuration ;
- De protections des villes contre les inondations.
- De réalisation rénovation réhabilitation et extension des réseaux d'assainissement que ce soit dans le tissus urbain ou rural ;
- De gestion du domaine publiques hydraulique ;

III.4. Le service de l'hydraulique agricole

Il est chargé notamment :

- De réalisation des retenues collinaires ;
- De réalisation des périmètres d'irrigation ;

III.5. Le service de l'administration des moyens

Il est chargé notamment :

- De participer à l'élaboration des budgets d'équipements et de fonctionnement et leur exécution ;
- De gérer et de veiller à la préservation du patrimoine ;
- D'élaborer et d'exécuter les plans de gestion de la ressource humaine et de formation des personnels ;
- D'instruire et suivre les affaires contentieuses.

IV. Organigramme hiérarchique de la direction des ressources en eau

L'organigramme suivant représente les services et les bureaux qui composent la direction des ressources en eau.

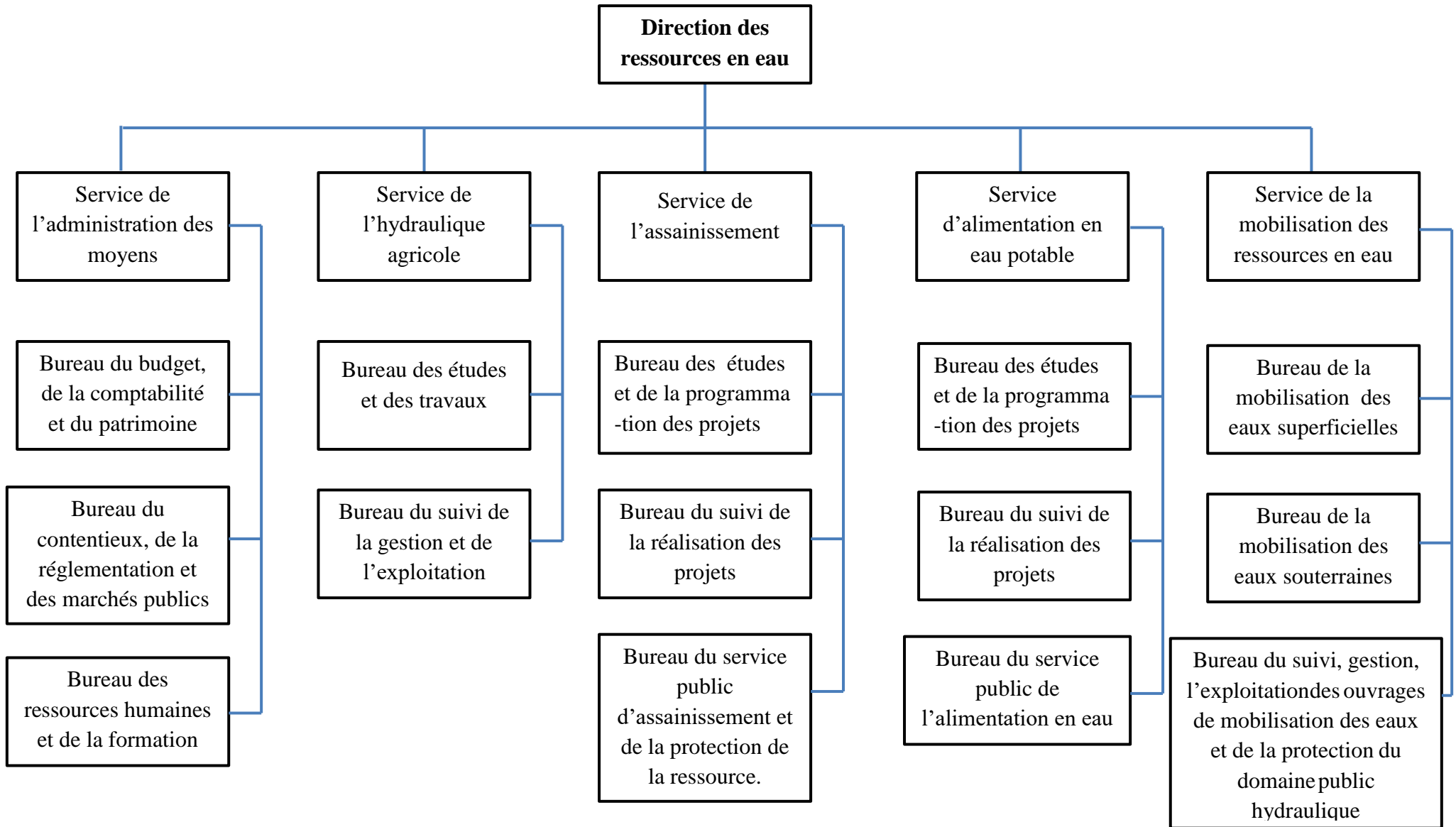


Figure 2: Organigramme hiérarchique de la direction des ressources en eau

V. Conclusion

Au niveau personnel, j'ai appris beaucoup et j'ai amélioré mes connaissances à partir de cette expérience. Ce stage également m'a permis d'appréhender la diversité des pratiques professionnelles d'un ingénieur d'Etat en hydraulique, qui m'a permis de me pencher sur mon avenir comme professionnelle du domaine hydraulique.

Chapitre 2

Présentation du site

I. Introduction

Avant de commencer l'étude, nous devons d'abord déterminer les caractéristiques de la zone d'étude, ce qui nous permet de choisir les moyens appropriés pour cette zone afin d'assurer une bonne étude de conception d'un réseau d'alimentation en eau potable.

Dans ce chapitre, nous présentons les propriétés géologiques, hydrologiques et climatiques de la zone d'étude.

II. Situation géographique de la wilaya

La zone d'étude fait partie de la wilaya d'Annaba. Elle se trouve dans le nord de l'Algérie, est bordé au Sud et l'Est par les wilayas de Guelma et d'El Tarf, au Nord par la mer méditerranée, et à l'Ouest par la wilaya de Skikda (HADJI, 2017).

La wilaya d'Annaba est la deuxième capitale de l'Est après la wilaya de Constantine, avec une superficie estimée à 1411,98 km² et une population estimée à 827755 habitants en 2022 (DRE(a)).

Annaba est située entre les latitudes 36°30' Nord et 37°03' et longitudes 7°20' Est et 8°40' Est (HADJI, 2017).

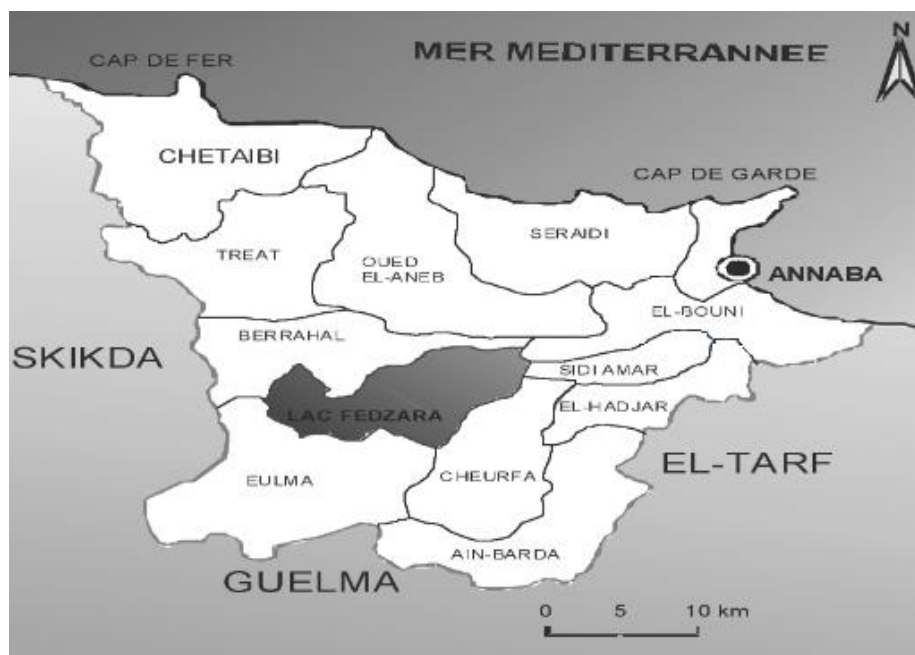


Figure 1 : Situation géographique de la wilaya d'Annaba (NAILA, 2015)

III. Alimentation en eau de la wilaya d'Annaba

La wilaya est alimentée à partir des eaux de surface à environ 82,36% avec une production moyenne estimée de 135 000 m³/j, et les eaux souterraines à environ 17,64% avec une production moyenne estimée de 33 309 m³/j. Les autorités travaillent également à établir des stations de dessalement pour réduire le déficit en eau de la wilaya (DRE(a)).

IV. Situation géographique de la zone d'étude

La daïra d'Ain Berda est située entre les wilayas d'Annaba et de Guelma avec une distance de 31 kilomètres environ sur chacune des deux wilayas. La daïra d'Ain Berda occupe 9,69% de la superficie totale de la wilaya avec une superficie estimée de 139,85 km².

Elle est limitée :

- Au Nord, par les communes d'El-Hadjer et El-Cheurfa ;
- A l'Est, par la wilaya d'El-Tarf ;
- A l'Ouest, par la commune d'El Eulma et la wilaya de Guelma ;
- Au Sud, par la wilaya de Guelma.

La commune d'Ain Berda est située sur un axe portant important :

- Route nationale 21 reliant Annaba- Guelma ;
- Route nationale 84 reliant Annaba –El Tarf ;
- L'autoroute Est-Ouest devant relier Annaba –Tlemcen.



Figure 2: Limitation de la zone d'étude (Ain Berda) « source : Google earth »

La zone d'étude est située sur la route nationale N°24, une zone semi-rurale d'une superficie estimée à 79ha et une population de 3907 habitants en 2023 (**DRE(a)**).

V. Géologie et hydrogéologie de la zone d'étude

Selon la subdivision des ressources en eau de la daïra d'Ain Berda, et d'après les levés géologiques effectués sur le terrain, ainsi que les résultats de mesures électriques du sous-sol de la zone d'étude, nous avons identifié les couches géologiques qui composent le sol de la zone d'étude.

La zone d'étude du point de vue géologique et hydrogéologique est constituée par deux grands ensembles géologiques (**Subdivision de DRE, 2023**) :

- un ensemble post tectonique représenté par des séries horizontales récentes qui correspondent aux divers dépôts alluvionnaires datant de l'ère quaternaire;
- un ensemble à structure complexe représenté par des formations géologiques composées par des roches sédimentaires d'origine détritiques en l'occurrence le facies des flysch gréseux de l'oligocène et de flysch à microbeches avec des intercalations de calcaires pélagiques fins du crétacé supérieur.

Ces deux ensembles géologiques forment 02 types de nappe dans cette région, soit (**Subdivision de DRE**) :

- Nappe phréatique constituée d'alluvions gréseuses récentes du quaternaire variant de 0,5 à 20,0 d'épaisseur;
- Nappe captive constituée de:
 - ✓ Grès numidien;
 - ✓ Flysch gréseux de l'oligocène ;
 - ✓ Flysch du paléocène (yprésien);
 - ✓ Flysch à microbrèches du crétacé supérieur;
 - ✓ Calcaires fins du crétacé.

La couverture de la nappe captive est assurée par le niveau argileux du miocène, et son substratum constitué de marnes de l'éocène (**Subdivision de DRE, 2023**).

VI. Situation climatologique

VI.1. Le climat

Vu la situation géographique de la région d'Ain Berda, elle est caractérisée par un climat méditerranéen qui se caractérise par deux saisons, une saison chaude et sèche (l'été) et une saison douce et humide (l'hiver) (ZAIDI, 2013).

VI.2. Température

La température de la zone d'étude varie selon la saison, atteignant un été d'environ 29,5C °, et diminuant d'ici l'hiver à environ 11 C° (ZAIDI, 2013).

Le tableau suivant indique les températures maximale, minimale et moyenne de la zone d'étude :

Tableau 1: Température mensuelle (ZAIDI, 2013)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
T _{min} (C°)	7	7	8	10	13	16	19	21	18	15	11	8	13
T _{max} (C°)	15	16	17	19	22	26	35	38	30	24	20	16	23
T _{moy} (C°)	11	11,5	12,5	14,5	17,5	21	27	29,5	24	19,5	15,5	12	18

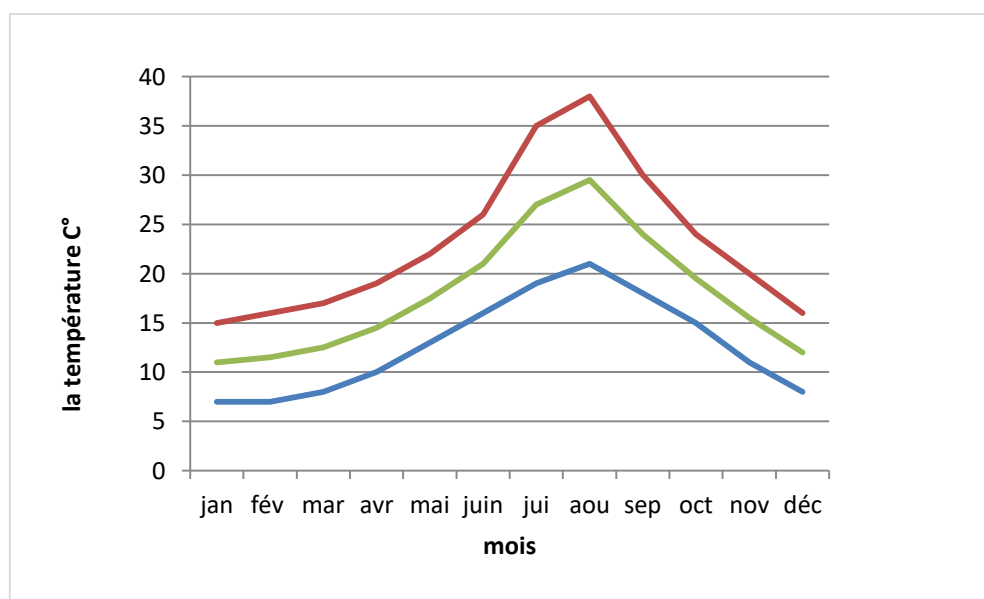


Figure 3: Variations de la température mensuelle au niveau de la zone d'étude

VI.3. L'humidité

La zone d'étude est caractérisée par une humidité relativement élevée en raison du climat méditerranéen qui règne dans la région, où l'humidité moyenne est de 67% (ZAIDI, 2013).

Le tableau suivant indique l'humidité moyenne mensuelle :

Tableau 2: L'humidité moyenne mensuelle (ZAIDI, 2013)

Mois	Jan.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
H(%)	46,5	61,5	65,8	71,5	73,2	75,5	80,2	81,6	75,2	67,3	59,2	47,3

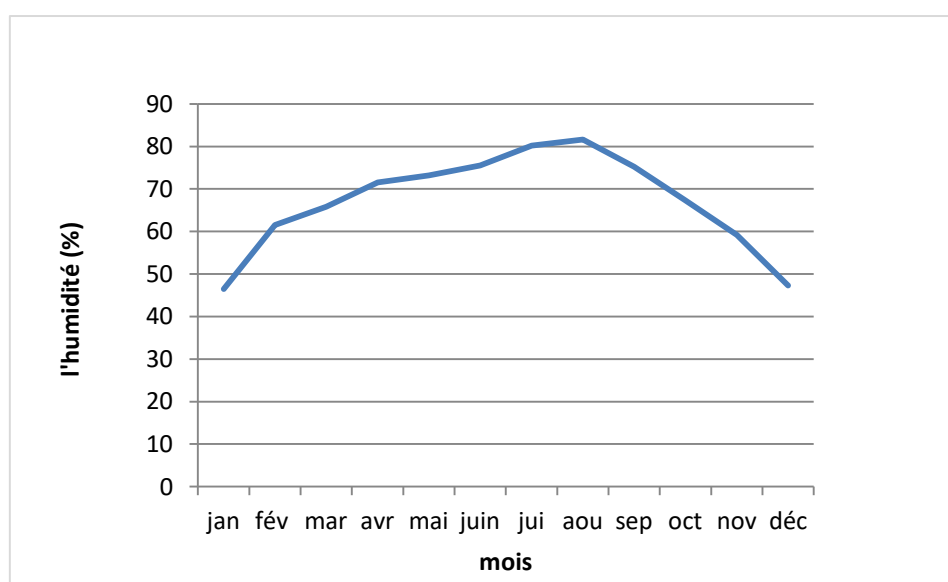


Figure 4: Variation de l'humidité de la région d'étude (ZAIDI, 2013)

VI.4. Les précipitations

La zone d'étude est caractérisée par un climat de type méditerranéen et la pluviométrie varie entre 650 et 1000 mm/an (DRE(b)).

❖ **Les caractéristiques de la station pluviométrique :**

- **Code station :** 140606 ;
- **Nom de la station :** Ain Berda ;
- **Coordonnées des stations :** X [km]: 937,288; Y[km]: 387,737; Z[m]: 100.

- Nombre d'années d'observations : 39 (Subdivision de DRE) ;

Tableau 3: Précipitation moyenne mensuelle de la zone d'étude (Subdivision de DRE)

Années	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout
Moyenne (mm)	35,59	56,79	73,1	93,79	93,96	70,48	68,84	61,71	40,22	14,31	2,48	8,13

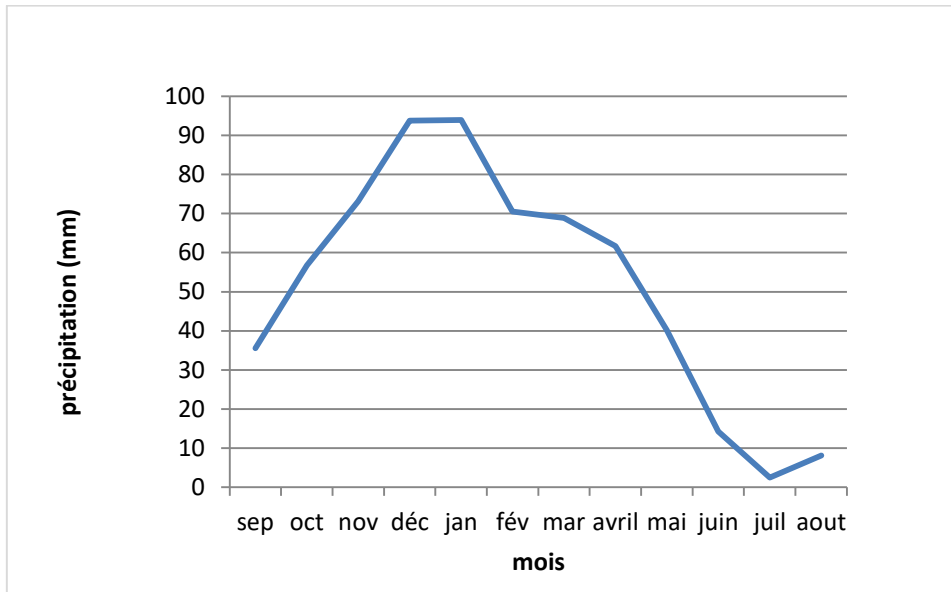


Figure 5: Précipitation moyenne mensuelle de la région d'étude (Subdivision de DRE)

VI.5. Le vent

Les vents dominants pour la zone d'étude sont d'orientation Nord-Ouest, avec une vitesse moyenne de 3,3 à 4,8 m/s (ZAIDI, 2013).

VII. Situation hydrique

VII.1. Ressources en eau et adduction

La wilaya d'Annaba souffre d'une pénurie importante d'eau, qui est due à la nature de la structure hydrogéologique sèche de la wilaya. A cet effet, elle est alimentée à partir de plusieurs systèmes de transfert d'eau où puisant leurs ressources à partir des barrages et forages des wilayas limitrophes.

Avant 2009, la daïra d'Ain Berda était alimentée par deux forages situés dans la commune de Chebaita Mokhtar dans la wilaya d'El-Tarf, par pompage à la station de pompage Laabdi Mohammed à travers une conduite de DN300 mm en acier. En raison de l'augmentation de son taux de salinité, il est devenu inutilisable et cela a conduit à la recherche d'une autre source, qui est actuellement applicable (**DRE(b)**).

La commune d'Ain Berda est alimentée comme suite :

- À travers une conduite de DN300 mm en acier, l'eau est pompée de deux forages (champ de captage) situés dans la commune d'Héliopolis, W.Guelma (site de production Guelaat Boussbaa (figure 8)) avec un débit total de 52 l/s à travers deux stations de pompage à la station de pompage Laabdi Mohammed (**DRE(b)**).



Figure 6 : Le site de production Guelaat Boussbaa (Wilaya de Guelma) «Source : Google Earth »

- À l'aide d'une conduite de DN300 mm en acier, l'eau est pompée à partir de deux forages situés sur le champ de pompage existant dans la wilaya de Skikda, avec un débit total de 30 l/s par une station de pompage jusqu'à la station de pompage Laabidi Mohammed (**DRE(b)**);
- Grâce à la station de pompage de Chaaba (figure 9) au niveau la commune de Sidi Ammar, l'eau est pompée à travers une conduite de DN300 mm en acier à la station de pompage Laabidi Mohammed (**DRE (b)**).

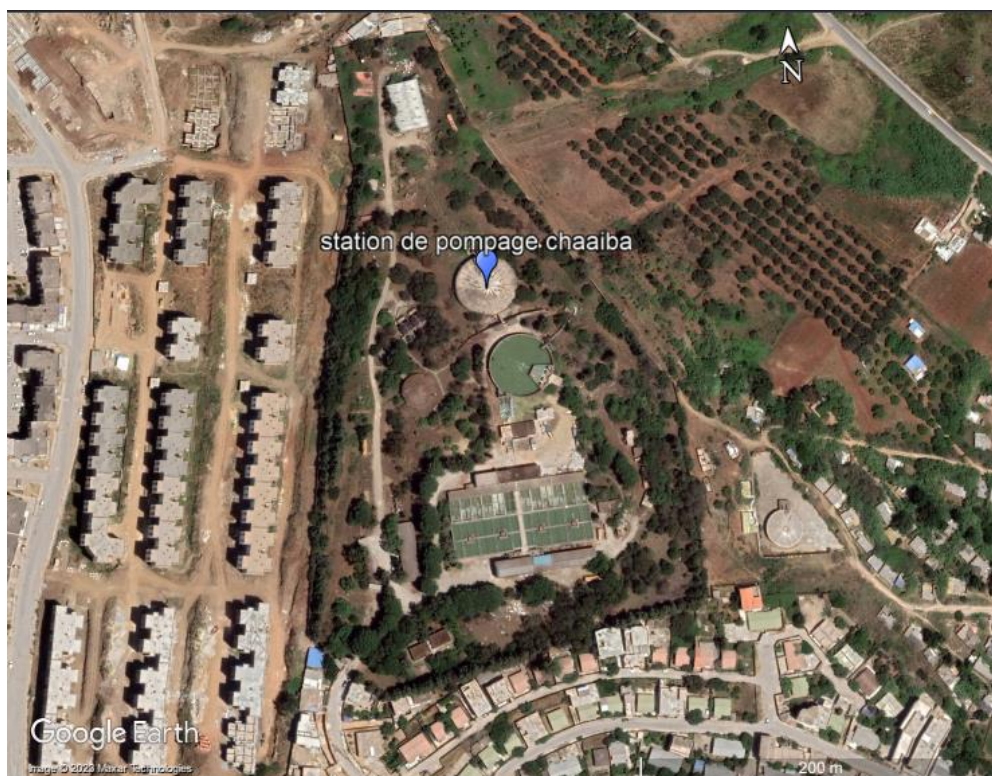


Figure 7: Localisation de la station de pompage de Chaiba « Source: Google earth »



Figure 8: Conduite de refoulement



Figure 9: Traitement de l'eau

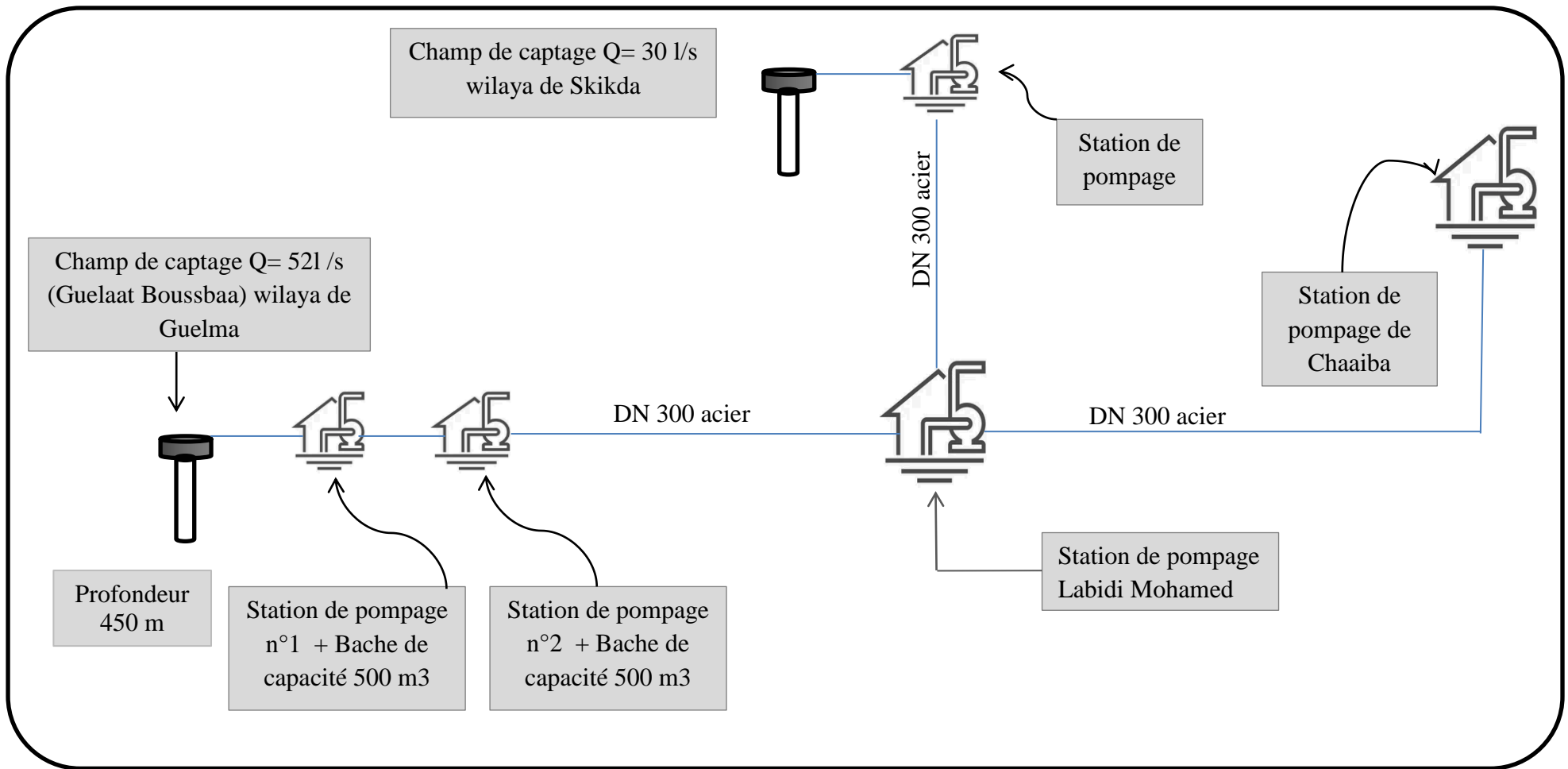


Figure 11: Ressources en eau et adduction de la zone d'étude

VII.2. Ouvrages de stockages

Il y a douze (12) réservoirs circulaires et deux (2) châteaux d'eau (réservoirs surélevés) repartis comme suite :

- 02 réservoirs de $2 * 1000\text{m}^3$ pour Ain Berda ;
- 01 réservoir de 300m^3 à El-Harrouchi ;
- 01 réservoir de $2*500\text{ m}^3$ à Ain Sayd ;
- **01 réservoir de 500 m^3 à Medjaz Rassoul ;**
- 02 réservoirs de $500\text{ m}^3 + 2000\text{ m}^3$ à Boudiaf ;
- 01 réservoir de 100 m^3 à Selmoun El-Hachemi
- 01 réservoir de $2*75\text{m}^3$ à Diaf Salah
- 01 réservoir de 300m^3 à koudiat Merah. **(DRE(b))**.

VII.3. Réseau de distribution

Medjaz Rassoul est alimentée par la conduite d'adduction en provenance d'un réservoir de dispatching « Boudiaf » avec une capacité de 2000m^3 à partir d'une conduite de DN200 de type PEHD de longueur 4086ml orienté vers un réservoir de 500m^3 .

Le type de distribution de réseau d'AEP existant est mixte (mailles + ramifications), et les types des conduites 50% PEHD et 50% en PVC, le diamètre des conduite varient entre 40 mm et 200 mm avec nombre total des vannes 29, la conduite d'amenée qui relie le réseau de distribution au réservoir est en PEHD de DN200 mm **(DRE, 2023)**.



Figure 12 : Plan de réseau d'AEP existant de Medjaz Rassoul « DRE »

VIII. Présentation de projet

Avec la croissance de la population dans la zone, il est devenu nécessaire d'envisager de renforcer la zone en eau potable. À cette fin, un refoulement a été fait de la station de pompage Laabidi Mohammed à un réservoir de capacité 500 m^3 à un linéaire de 3890 m. Le projet est présenté dans la figure suivante :

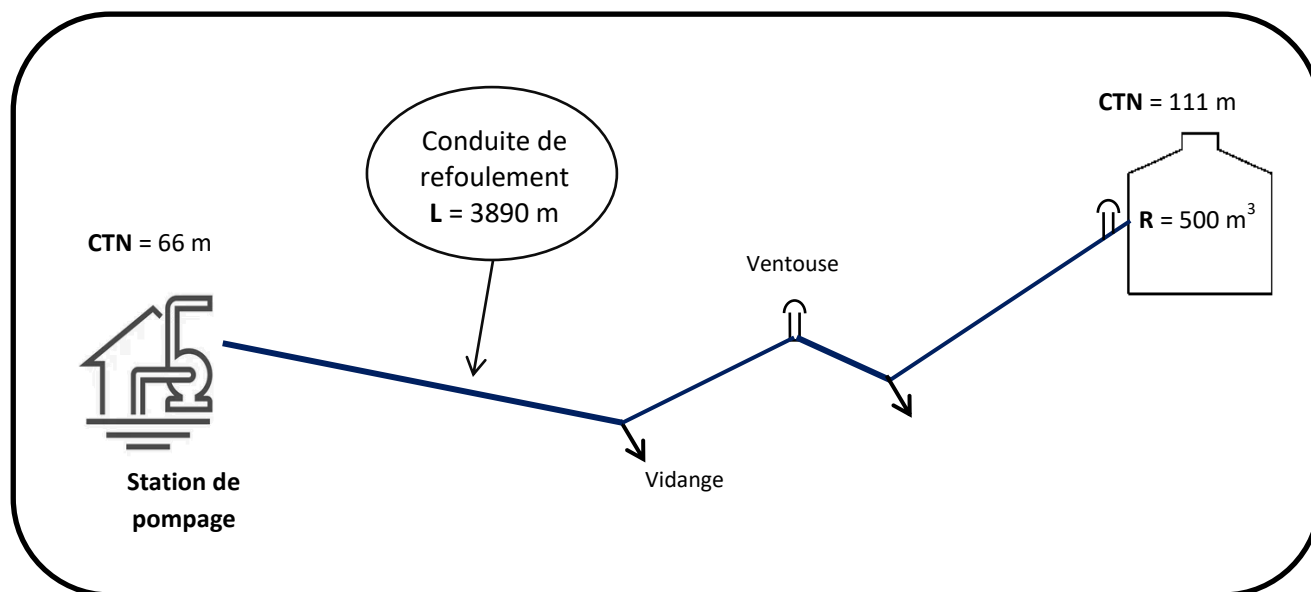


Figure 13: Schéma explicatif du projet

La figure suivante représente une image satellitaire de la localité de Medjaz Rassoul et l'emplacement de la conduite de refoulement à réaliser.

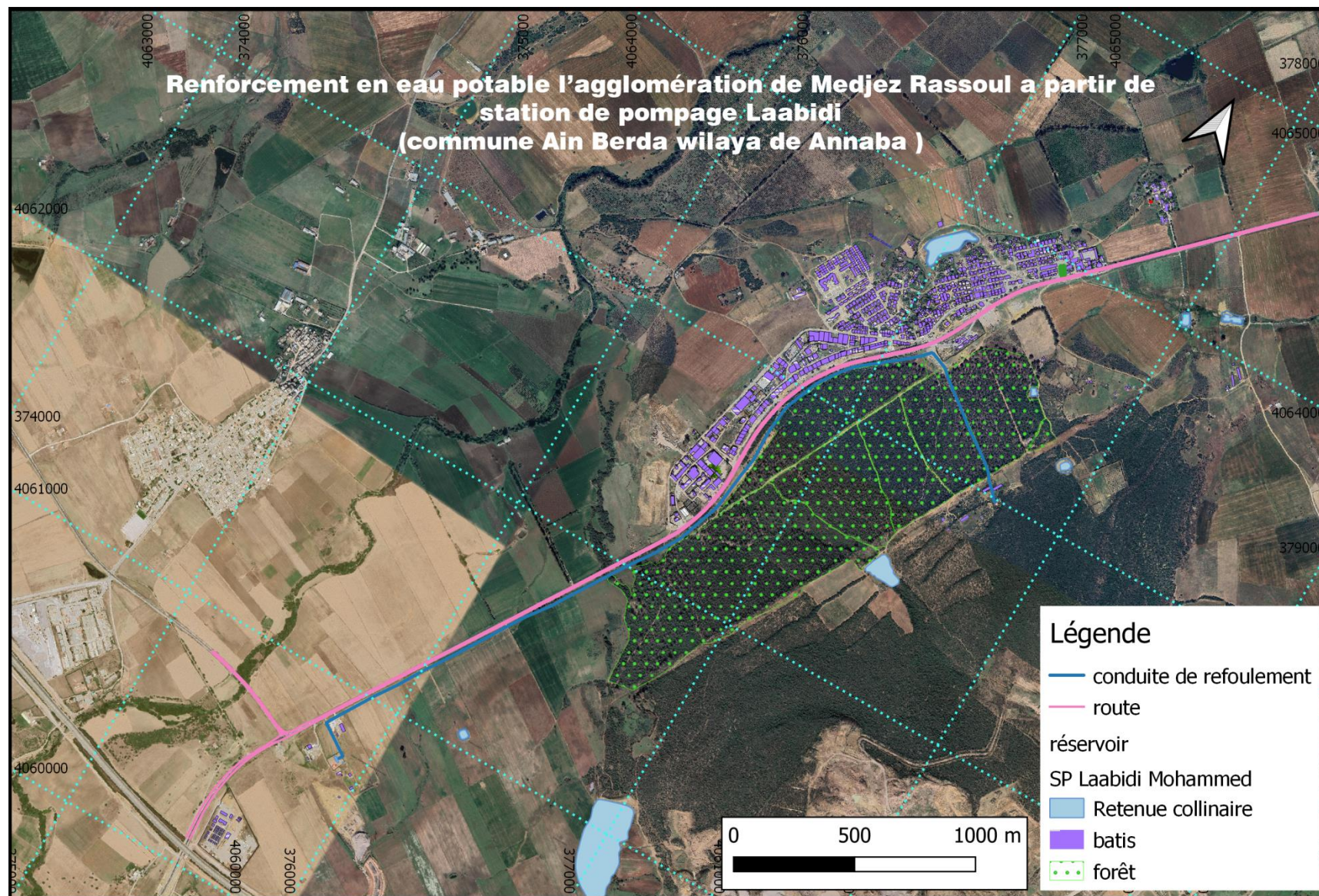


Figure 14: Tracé de conduite de refoulement à partir de la station de pompage Laabidi Mohammed

IX. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé les données de base relatives à la zone d'étude qui nous permettent de terminer notre étude, où nous avons identifié la localisation géographique, les données climatiques et la situation hydrique de la commune.

Chapitre 3

Estimation des besoins en eau potable

I. Introduction

Avant de faire l'étude, il faut d'abord déterminer les besoins en eau potable de la population. Dans ce chapitre, nous identifierons les besoins de différentes catégories (les besoins domestique, sanitaires, administratifs et socio-culturels), et nous déterminerons les débits de pointe.

II. Evolution de la population

Pour dimensionner un réseau (distribution ou adduction), le calcul est basé sur un horizon estimé de 30 ans de fonctionnement et un taux d'accroissement est égal à 1,35 % (Selon les services de DRE)

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

Avec :

- **P** : Population à l'horizon d'étude (habitant) ;
- **P₀** : Population actuelle (habitant) ;
- **n** : Nombre d'années séparant les horizons considérés ;
- **τ** : Taux moyen annuel d'accroissement de la population en (%).

Nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 1: Evaluation de la population à différents horizons

Année	2023	2030	2040	2050	2053
Population	3907	4292	4908	5612	5842

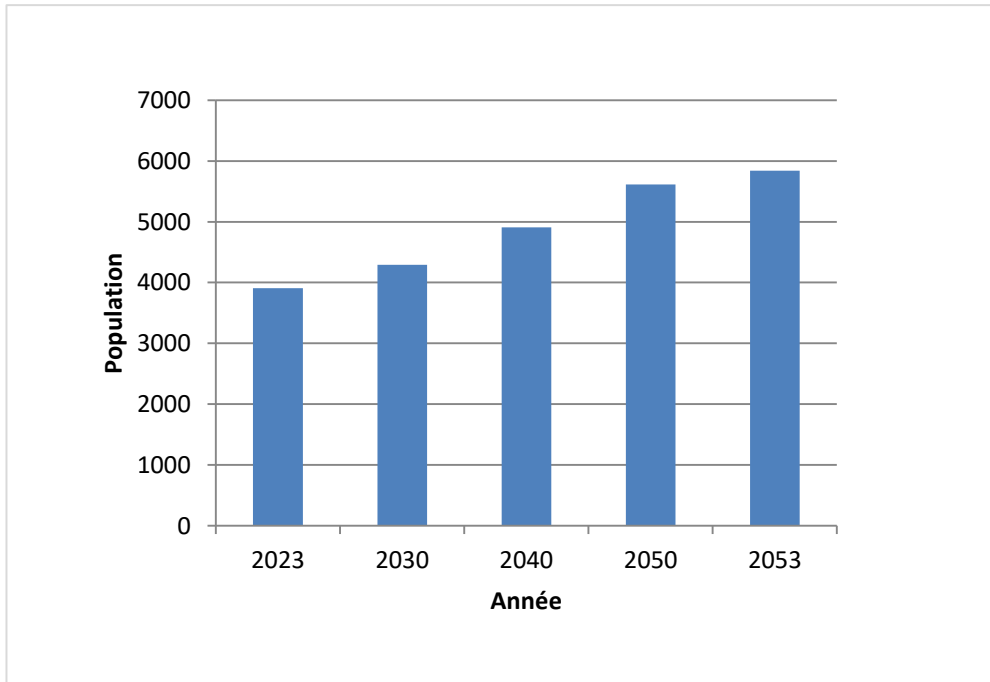


Figure 1: Estimation de la population de la zone d'étude

III. Evaluation des besoins en eau

III.1. Besoins domestiques

Le calcul du débit moyen journalier dépend du nombre de la population selon l'horizon de l'étude, où le débit moyen journalier définit comme la multiplication de la consommation domestique (dotation) par la population.

$$Q_{moy,j} = P \times D$$

Avec :

- $Q_{moy,j}$: Le débit moyen journalier (l/j) ;
- D : La dotation (l/j/hab) ;
- P : La population (habitant).

Nous déterminons la consommation domestique en fonction de la population, comme le présente le tableau 2.

Tableau 2: Variation de la dotation selon le nombre d'habitants de la ville de Medjaz rassoul

Nombre d'habitant	<1000	<20000	20000-50000	50000-100000
Dotation (l/j/h)	100	150	200	250

Donc nous avons choisi la valeur de la dotation est : 150 l/j/h ; Après avoir effectué les calculs, nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 3: Besoins domestiques

Population	$Q_{\text{moy},j}$ (m^3/j)
5842	876,3

III.2. Besoins scolaire

Le tableau suivant démontre les résultats de calcul des besoins en eau scolaires:

Tableau 4: Besoins scolaires

Désignation	Nombre d'élève	Dotation (l/j/élève)	$Q_{\text{moy},j}$ (m^3/j)
Ecole primaire	210	15	3,150
Total	/	/	3,150

III.3. Besoins sanitaires

Le tableau suivant détermine les besoins sanitaires:

Tableau 5: Besoins sanitaires en eau potable

Désignation	Nombre d'employer	Dotation (l/j/malade)	$Q_{\text{moy},j}$ (m^3/j)
Centre de santé	20	30	0,600
Total	/	/	0,600

III.4. Besoins administratifs

Le tableau suivant dévoile les résultats de calcul des besoins administratifs de la ville de Medjaz rassoul :

Tableau 6: Besoins administratifs en eau potable

Désignation	Nombre d'employé	Dotation (l/j/employé)	$Q_{moy,j}$ (m ³ /j)
Agence postal	10	15	0,150
APC	5	3	0,015
Total	/	/	0,015

III.5. Besoins socio-culturels

Le tableau suivant démontre les besoins socio-culturels :

Tableau 7: Besoins socio-culturels

Désignation	Nombre d'usagers	Dotation (l/j/utilisateur)	$Q_{moy,j}$ (m ³ /j)
Maison de jeunes	30	10	0,3
Mosquée	180	25	4,5
salle des fêtes	300	10	3
Bibliothèque	7	5	0,035
Total	/	/	7,835

IV. Récapitulation des besoins

Le tableau ci-dessous présente les différents besoins calculés de la ville de Medjaz Rassoul à l'horizon de l'étude:

Tableau 8: Récapitulation des différents besoins

Type de besoins	$Q_{moy,j}$ (m ³ /j)
Domestique	876,3
Scolaire	3,150
sanitaires	0,600
administratifs	0,015
Socioculturels	7,835
Total	887,9

V. Etude des variations des débits

V.1. Débit maximum journalier

Le débit maximum journalier est défini comme étant le débit de la journée la plus chargée de l'année. Il est donné par la formule suivante :

$$Q_{max,j} = Q_{moy,j} \times K_{max,j}$$

Avec :

- $Q_{max,j}$: Débit maximum journalier m³/j ;
- $Q_{moy,j}$: Le débit moyen journalier m³/j ;
- $K_{max,j}$: Coefficient d'irrégularité journalière maximum, $K_{max,j} \in [1,1 - 1,3]$.

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

$$Q_{max,j} = 1065,48m^3/j$$

V.2. Débit de pointe horaire

Pour dimensionner un réseau de distribution, il faut connaître les heures pendant lesquelles la consommation est maximale (heures de pointe). Pour ce faire, on détermine le débit de pointe.

On la définit comme la multiplication du débit maximum journalier par le coefficient d'irrégularité horaire maximal. Il est donné par la formule suivante :

$$Q_p = Q_{max,j} \times K_{max,h}$$

Avec :

- Q_p : Débit de pointe m^3/j ;
- $K_{max,h}$: Coefficient d'irrégularité horaire maximal.

Afin de trouver $K_{max,h}$ on doit appliquer la formule suivante :

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

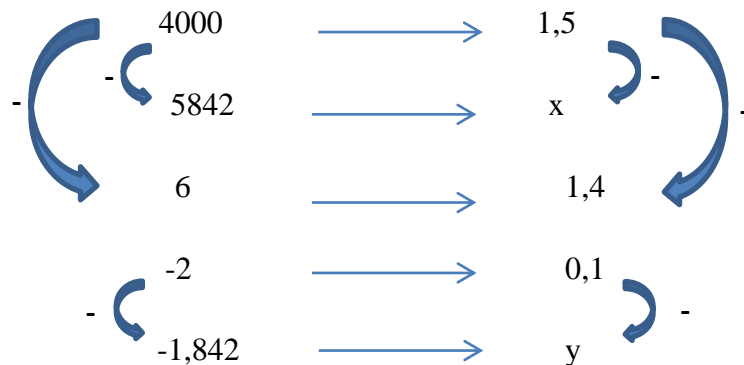
- α_{max} : Coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération, $\alpha_{max} \in [1,2 - 1,4]$, (on prend dans notre cas $\alpha_{max} = 1,3$);
- β_{max} : Coefficient donné par un tableau en fonction de la taille de l'agglomération.

Et afin de déterminer le débit de pointe totale, il faut ajouter le débit d'incendie qui est égal à $1468,8 m^3/j$. les résultats sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 9: Variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitations (RASSOUL, 2019)

Nombre d'habitants $\times 10^3$	< 1,0	1,5	2,5	4	6	10	20	30	100	300	1000 >
β_{max}	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,03	1

Par l'interpolation :



Donc :

Alors nous avons obtenu $y = 0,092$, et pour déterminer la valeur de β_{max} qui est égal à x , il faut retrancher la valeur de y à $1,5$; Donc nous avons obtenu « $\beta_{max} = 1,408$ ».

Tableau 10: Résultat de calculs de débit de pointe horaire de la ville de Medjaz rassoul

α_{\max}	β_{\max}	$K_{\max.h}$	Q_p (m ³ /j)	Q_{incendie} (m ³ /j)	Q_p totale (m ³ /j)
1.3	1,408	1,830	1950,12	1468,8	3418,92

VI. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé les différents besoins, où nous avons constaté que le débit moyen journalier égal à 887,9 m³/j, le débit de pointe égal à 3418,92 m³/j et le débit maximum journalier égal à 1065,48 m³/j qui nous permettra par la suite de dimensionner le réseau d'adduction.

Chapitre 4

Dimensionnement du réservoir

I. Introduction

Les réservoirs sont des ouvrages essentiels dans les réseaux d'adduction et de distribution de l'eau potable. Il est donc nécessaire de bien les concevoir pour s'assurer qu'ils accomplissent correctement leurs fonctions.

Dans ce chapitre, nous abordons la définition du réservoir, ses fonctions et ses formes, puis le dimensionnement du réservoir fait partie du réseau objet de cette étude.

II. Définition de réservoir

Le réservoir agit comme un intermédiaire entre le réseau de distribution et la station de pompage, où il vise à stocker l'eau, de réduire la consommation d'énergie et de compter sur la distribution gravitaire en plus de fournir des réserves d'eau en cas d'incendie, où le réservoir est placé dans la zone la plus élevée de l'agglomération (AMRANI, 2015).

III. Equipements des réservoirs

Le réservoir a de nombreux éléments accessoires (Figure 1) contrôlés dans une chambre de manœuvre, à savoir (AMRANI, 2015):

- *Conduite d'arrivée (d'adduction)*

Le conduite d'arrivée est branchée au-dessus du réservoir « élément(1) sur la figure 1 ». Elle est fournie d'un flotteur pour contrôler le niveau d'eau dans le réservoir afin d'éviter le débordement.

- *Conduite de départ (de distribution)*

La conduite de distribution « élément (2) sur la figure 1 », est la liaison entre le réseau de distribution et le réservoir, Elle est située afin d'éviter l'entraînement des dépôts à une altitude de 15 à 20 cm, est fourni avec une crépine afin d'empêcher les éléments indésirables.

- *Conduite de vidange*

Lors du nettoyage ou de l'entretien, le réservoir est déchargé par cette conduite. Elle est située au niveau le plus bas du réservoir pour faciliter le processus de vidange.

- *Conduite de trop-plein*

Cette conduite est utilisée en cas de surplus (excès d'eau après remplissage complet du réservoir), La conduite de trop-plein évacue l'eau pour éviter le débordement du réservoir.

- *Conduite de by-pass*

Dans ce cas, la conduite d'adduction est connectée à la conduite de distribution, où le réseau de distribution est alimenté directement à partir de la conduite d'adduction. Cette conduite « élément (7) sur la figure 1 », est utilisée en cas de réparation ou de nettoyage du réservoir, afin de s'assurer que l'alimentation en eau n'est pas interrompue.

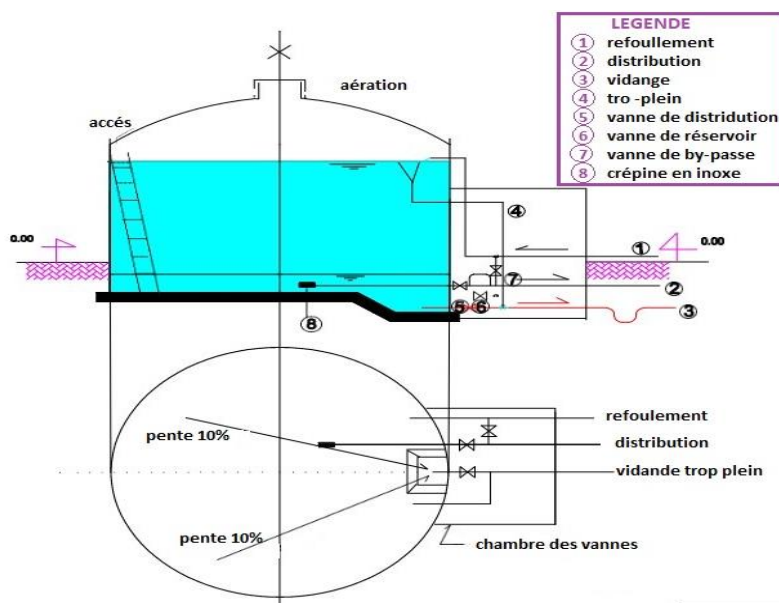


Figure 1: Equipements de réservoir (AMRANI, 2015)

IV. Fonctions des réservoirs

Les fonctions générales des réservoirs d'eau potable sont multiples, ils interviennent notamment dans (GREBAN, 2017):

- ✓ Les réservoirs fournissent l'eau pour les différents besoins de la population ;
- ✓ Un réservoir est un régulateur de débit entre le régime d'adduction et le régime de distribution ;
- ✓ Un réservoir est un régulateur de pression ;
- ✓ Le réservoir est considéré comme le point de contrôle physico-chimique de la qualité de l'eau avant d'atteindre le consommateur;
- ✓ Le réservoir contribue à fournir une quantité d'eau de réserve en cas d'incendie.

V. Classification des réservoirs

Nous pouvons classer les réservoirs en plusieurs classes, selon (LEGHIMA, 2021) :

- ***L'usage***
 - ✓ Réservoir principal d'accumulation et de stockage ;
 - ✓ Réservoir d'équilibre (réservoir tampon) ;
 - ✓ Réservoir de traitement.

- ***La forme***
 - ✓ Les réservoirs séculaires ;
 - ✓ Les réservoirs carrés ;
 - ✓ Les réservoirs rectangulaires ;
 - ✓ Les réservoirs coniques.

- ***La position***
 - ✓ Les réservoirs enterrés ;
 - ✓ Les réservoirs semi enterrés ;
 - ✓ Les réservoirs surélevés.

VI. Le choix du type de réservoir

Nous choisissons le type de réservoir en fonction de nombreuses conditions (AZZOUG, 2022):

- ***Conditions du site***

Le choix du type de réservoir dépend de la nature de terrain sur laquelle il est construit. S'il est plat, il utilise le réservoir surélevé. Si la construction aura lieu dans une zone vallonnée, il utilisera un réservoir enterré ou semi enterrés.

- ***Géométrie du réservoir***

La géométrie des réservoirs peut être circulaire ou rectangulaire.

- Du point de vue géométrique : la forme cubique est la meilleure (facilité de création)

- Du point de vue hydraulique : la forme cylindrique est la meilleure, car elle minimise le risque de fuite de l'ouvrage.
- **Produit stocké** : Dans notre cas c'est l'eau.

VII. Capacité des réservoirs

Le calcul du volume du réservoir se fait à partir du débit entrant et sortant pour les différentes heures de la journée. La détermination de cette capacité, tient compte de la répartition journalière maximale du débit consommé caractérisé par le coefficient horaire.

On utilise la méthode analytique qui est basée sur la répartition horaire du débit entrant et sortant de réservoir pendant vingt-quatre heures de consommation. Ces débits sont exprimés en pourcentage de la consommation maximal journalière.

La répartition des pourcentages du débit entrant sur les vingt-quatre heures est déterminée en fonction du mode d'arrivée.

On utilise la formule suivante :

$$V_R = V_r + V_{inc}$$

Avec :

$$V_r = \frac{Q_{maxj} \times P_{max} \%}{100}$$

Et :

$$P_{max} = |V^+| (\%) + |V^-| (\%)$$

- V_R : Volume du réservoir (m³) ;
- V_r : Volume de régulation (m³) ;
- $|V^+|$: La plus grande valeur positive de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (consommé) (%) ;
- $|V^-|$: La plus grande valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (consommé) (%) ;
- V_{inc} : La réserve d'incendie (m³).

❖ *Réserve d'incendie*

Le dimensionnement d'un réservoir doit être calculé d'une manière à assurer éventuellement le besoin de service d'incendie par l'implantation de poteaux d'incendie qui doivent fonctionner avec un débit de service de 17 l/s , pendant 2 heure, soit 120 m³ d'eau sous un pression de 01 bar .

VIII. Dimensionnement du réservoir

VIII.1. Détermination de volume de réservoir

Dans le cas d'un dimensionnement de réservoir, on utilise le débit maximal journalier Dans ce cas d'étude, il est $Q_{max,j} = 1065,48 \text{ m}^3/j$.

Tableau 1: Répartition horaire du débit maximum journalier

Heures	Nombre d'habitants				Aggl.de type rural
	<10000	10001à 50000	50001à100000	>100000	
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	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

Tableau 1: Répartition horaire du débit maximum journalier (suite)

Heures	Nombre d'habitants				
	<10000	10001à 50000	50001à100000	>100000	Aggl.de type rural
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	3,75	3
22 – 23	2	2	4,6	3,75	2
23 – 24	1	1,5	3,4	3,7	1
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Pour notre étude, le nombre de population est d'environ 5842 hab à l'horizon d'étude. Donc on choisit la répartition <10000 hab.

Tableau 2: Calcul de capacité du réservoir distribution

Horaire	Consommation horaires de $Q_{max,j}$	L'apport	Eau stocké dans le réservoir	Eau distribué du réservoir	Reste
(h)	%	%	%	%	%
0 - 1	1	4,16	3,16		3,16
1 - 2	1	4,16	3,16		6,32
2 - 3	1	4,16	3,16		9,48
3 - 4	1	4,16	3,16		12,64
4 - 5	2	4,17	2,17		14,81
5 - 6	3	4,17	1,17		<u>15,98</u>
6 - 7	5	4,17		-0,83	15,15
7 - 8	6,5	4,17		-2,33	12,82
8 - 9	6,5	4,17		-2,33	10,49
9 - 10	5,5	4,17		-1,33	9,16
10 - 11	4,5	4,17		-0,33	8,83
11 - 12	5,5	4,17		-1,33	7,50
12 - 13	7	4,17		-2,83	4,67
13 - 14	7	4,17		-2,83	1,84
14 - 15	5,5	4,17		-1,33	0,51

Tableau 4: Calcul de capacité du réservoir distribution (suite)

Horaire	Consommation horaires de $Q_{max,j}$	L'apport	Eau stocké dans le réservoir	Eau distribué du réservoir	Reste
(h)	%	%	%	%	%
15 - 16	4,5	4,17		-0,33	0,18
16 - 17	5	4,17		-0,83	-0,65
17 - 18	6,5	4,17		-2,33	-2,98
18 - 19	6,5	4,17		-2,33	-5,31
19 - 20	5	4,17		-0,83	-6,14
20 - 21	4,5	4,16		-0,34	-6,48
21 - 22	3	4,16	1,16		-5,32
22 - 23	2	4,16	2,16		-3,16
23 - 24	1	4,16	3,16		0,00
Total	100%	100 %			

• Calcul de volume de réservoir :

$$V_R = V_r + V_{inc}$$

Avec :

$$V_r = \frac{Q_{max} \times P_{max} \%}{100}$$

Et on a :

$$P_{max} = |V^+| (\%) + |V^-| (\%)$$

Avec:

$$|V^+| = 15,98 \%$$

$$|V^-| = 6,48 \%$$

Donc :

$$P_{max} = 15,98 + 6,48$$

$$P_{max} = 22,46 \%$$

$$V_r = \frac{1065,48 \times 22,46}{100}$$

Soit :

$$V_r = 239,31 m^3$$

Donc :

$$V_R = 239,31 + 120$$

$$V_R = 359,30 m^3$$

On prend une capacité normalisée de réservoir de : $V_R = 500 m^3$

VIII.2. Détermination du diamètre du réservoir

$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}}$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Et on a : $V_R = S \times H_e \rightarrow S = \frac{V_R}{H_e}$

Donc :

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

Soit : $H = 4 \text{ m}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 500}{\pi \cdot 4}}$$

Donc : $D = 12,62 \text{ m}$

VIII.3. Détermination de la hauteur d'incendie

$$V_{inc} = S \times H_{inc} \rightarrow H_{inc} = \frac{V_{inc}}{S}$$

On a :

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donc : $H_{inc} = \frac{4 \cdot 120}{\pi \cdot 12,62^2}$

$$H_{inc} = 0,96 \text{ m}$$

IX. Conclusion

Dans ce chapitre, cette étude nous a amené à dimensionner un réservoir de capacité de 500 m^3 et d'une hauteur de 4 m et diamètre de 12,62m. La capacité de stockage d'eau est largement assurée pour la commune de Medjez Rassoul.

Chapitre 5

Dimensionnement de la conduite d'adduction

I. Introduction

L'acheminement de l'eau depuis la source jusqu'au réservoir de stockage R500m³ dimensionné à travers le chapitre précédent nécessite une conduite d'adduction.

Ce chapitre consiste à déterminer le diamètre optimal la conduite d'adduction et en tenant compte de l'aspect technico-économique et de la condition de vitesse et à étudierons le phénomène de coup de bélier, afin d'assurer la bonne performance de la conduite et son exploitation et d'augmenter sa durée de la vie.

II. Types d'adduction

L'adduction est classée en fonction de la cote piézométrique de la zone de captage et de la zone de distribution. Il existe deux types d'adduction (LALLA, 2019) :

✓ *Adduction par refoulement*

Dans le cas où la cote piézométrique du réservoir est supérieure à la cote piézométrique de la source. Ce mode d'adduction nécessite l'installation des pompes (station de pompage).

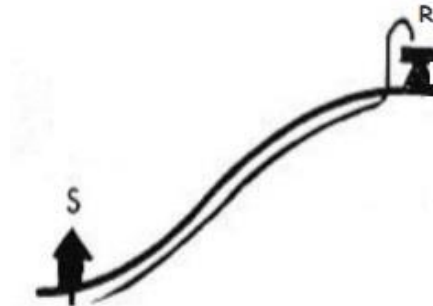


Figure 1: Adduction par refoulement (S : station de pompage, R : réservoir)

✓ *Adduction gravitaire*

Lorsque la cote piézométrique de la source est supérieure à celle du réservoir, l'adduction est donc effectuée par gravité ne nécessite pas de pompage.

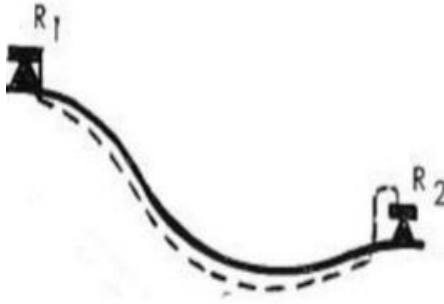


Figure 2 : Adduction par gravitaire (R1, R2: réservoirs)

III. Choix du tracé

Le choix du site est une étape très importante de l'étude, où il est assujéti à plusieurs conditions :

- Trouver le tracé le plus court pour éviter les coûts élevés ;
- Éviter les contre-pentes qui peuvent donner lieu à des contournements d'air, suite à l'arrêt du groupe électropompe;
- Accès rapide au réseau pour faciliter les opérations de maintenance ;
- Éviter la propriété privée et les terres agricoles pour éviter le piquage illicite;
- Éviter de traverser des vallées, des chemins de fer et des routes ;
- Il est préférable de passer la conduite à côté des routes pour faciliter la pose des conduites et de leur exploitation.

IV. Schéma du tracé

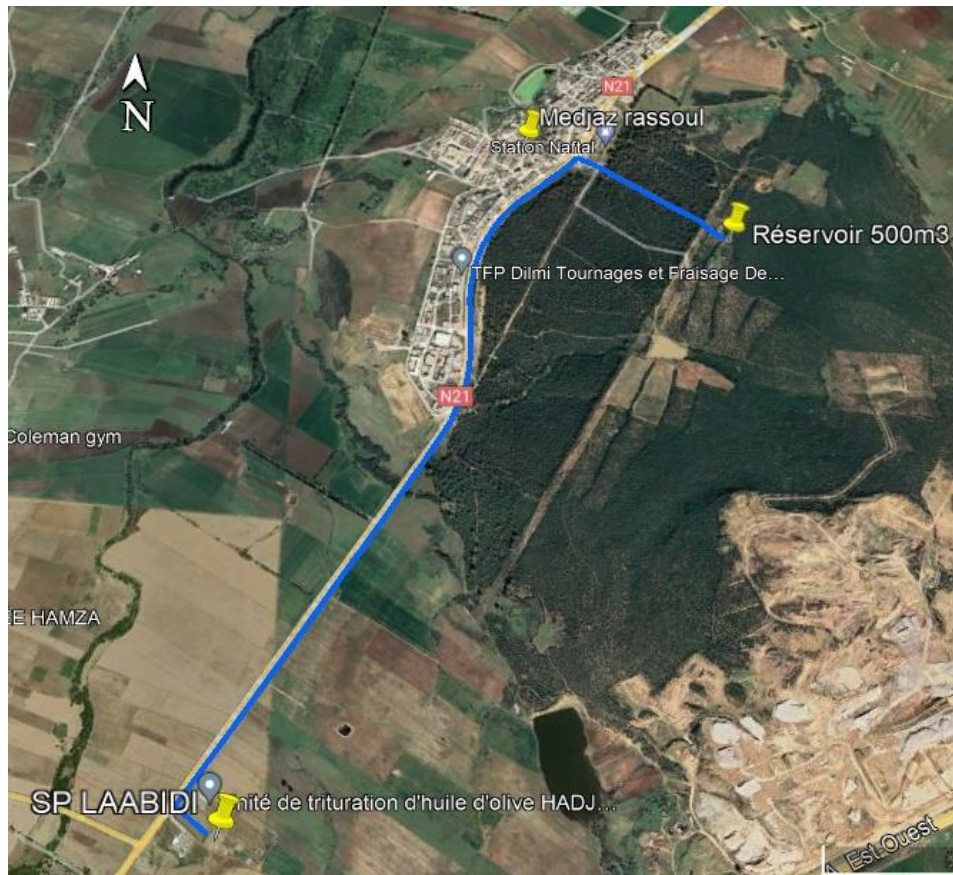


Figure 3: Tracé de la conduite d'adduction par refoulement à partir la station de reprise Laabidi vers le réservoir 500 m³

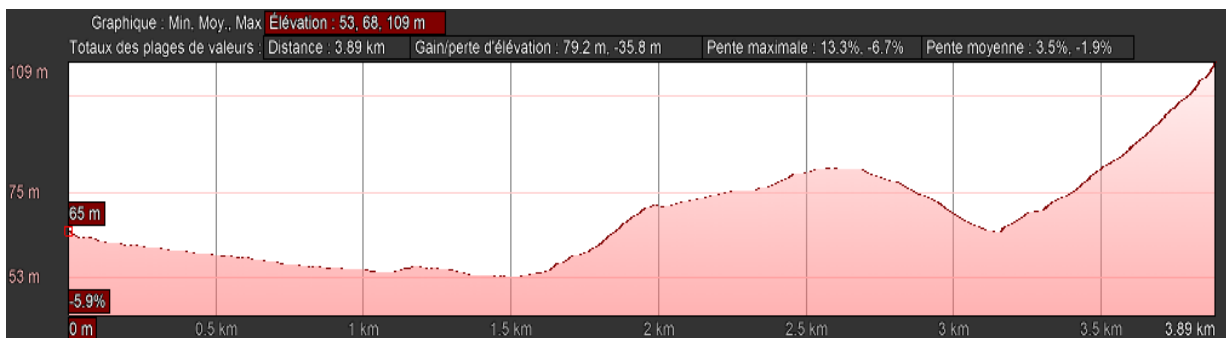


Figure 4: Profil en long de l'adduction

L'eau sera refoulée à partir de la station de reprise Laabidi vers le réservoir 500m³ de la localité Medjez Rassoul sur une longueur de 3890 ml.

V. Choix du type des conduites

Le choix du type des conduites est fondé sur des critères technico-économique telles que (RENOU LYDIA, 2019) :

- Diamètre ;
- La pression ;
- La durée de vie ;
- Résistance aux attaques chimiques ;
- Les conditions de pose et de transport ;
- Le prix et la disponibilité sue le marché.

Dans notre étude, le PEHD répond aux objectifs recherchés. Ce choix est motivé par les raisons suivantes (RENOU LYDIA, 2019) :

- La grande flexibilité;
- Possibilité d'enroulement pour les petits diamètres ;
- Résistance à la corrosion ;
- Disponibilité ;
- Résistance aux contraintes ;
- Longe durée de vie.



VI. Dimensionnement de la conduite d'adduction

Pour dimensionner la conduite d'adduction, on doit calculer le diamètre de conduite en tenant compte les conditions techniques et économiques.

VI.1. Calcul de débit de pompage

On utilise la formule suivante :

$$Q_p = Q_{maxj} \times \frac{24}{T_p}$$

Avec :

- Q_p : Débit pompé (m³/s) ;
- Q_{maxj} : Débit à élever (m³/s) ;

- T_p : Temps de pompage en heure (dans notre cas on prend $T_p = 14 h$).

$$Q_p = 0,012 \times \frac{24}{14}$$

$$Q_p = 0,021 \text{ m}^3/\text{s}$$

VI.2. Calcul de diamètre de la conduite d'adduction

Deux formules établies par BONNIN et BRESS permettent l'approximation de ce diamètre économique. Les formules sont données par les relations suivantes:

✓ Formule de BONNIN : $D = \sqrt{Q_p}$

$$D = \sqrt{0,021} \rightarrow D = 145,398 \text{ mm}$$

✓ Formule de BRESS : $D = 1,5\sqrt{Q_p}$

$$D = 1,5\sqrt{0,021} \rightarrow D = 218,096 \text{ mm}$$

Donc les diamètres normalisés sont : 125mm ; 160mm ; 200mm ; 250mm.

Avec :

- **D** : Diamètre de la conduite en mètre (m) ;
- **Q_p** : Débit pompé en (m³/s).

VI.3. Calcul de la vitesse d'écoulement

Elle est donnée par la formule suivante:

$$V = \frac{4 \cdot Q_p}{\pi D^2}$$

Avec :

- **V** : Vitesse d'écoulement en (m/s) ;
- **Q_p** : Débit pompé en (m³/s) ;
- **D** : Diamètre intérieur de la conduite normalisée en (m).

Il faut vérifier aussi la condition sur la vitesse d'écoulement : $0,5 \text{ m/s} < V < 2 \text{ m/s}$.

VI.4. Calcul des pertes de charge

VI.4.1. Pertes de charges linéaires J_L

On rencontre deux types de pertes de charge ; pertes de charge linéaires et pertes de charge singulières.

La perte de charge linéaire peut être déterminée par la formule de HAZEN - WILLIAMS :

$$J_L = J_u \times L$$

Avec :

$$J_u = 10,69 \frac{Q^{1,852}}{Chw^{1,852} D^{4,87}}$$

Avec :

- J_L : Pertes de charge linéaires (m) ;
- J_u : Pertes de charges unitaire (m/m) ;
- D : Diamètre intérieur de la conduite (m) ;
- Q : Débit pompé (m³/s) ;
- Chw : Coefficient de HAZEN WILLIAMS qui dépend de la nature de la paroi interne de la conduite ($Chw = 150$ pour le PEHD).

VI.4.2. Pertes de charges singulières J_s

Elles sont estimées à 15% des pertes de charge linéaires.

$$J_s = 0,15 J_L$$

VI.4.3. Pertes de charge totale J_T

Elles présentent la somme des pertes de charge linéaires plus les pertes de charges singulières :

Alors :

$$J_T = J_s + J_L$$

Donc :

$$J_T = 1.15 J_L$$

VI.5. Hauteur géométrique

$$H_g = C_{TP} - C_R$$

Avec :

- **H_g** : Hauteur géométrique (m);
- **C_{TP}** : Cote trop-plein du réservoir d'arrivée (m);
- **C_R** : Cote du radier de la station de pompage (m);

VI.6. Hauteur manométrique totale

$$HMT = H_g + J_T$$

Avec :

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

Nous obtenons les résultats suivants :

Tableau 1: Résultats de calculs des différents paramètres hydrauliques

Q (m ³ /s)	DN(mm)	v (m/s)	D _{int} (m)	J _u (m)	J _L (m)	J _s (m)	J _T (m)	H _g (m)	HMT(m)
0,021	125	1,724	0,1022	0,053	205,061	30,759	235,820	49	284,820
	160	1,574	0,1308	0,016	61,649	9,247	70,896		119,896
	200	0,673	0,1636	0,005	20,729	3,109	23,838		72,838
	250	0,431	0,2046	0,002	6,974	1,046	8,020		57,020

Après avoir les résultats des calculs, nous avons refusé les deux diamètres 125mm et 250mm. Pour le première, car les pertes de charges sont très important, et pour le deuxième, car elle n'est pas vérifiée la condition de vitesse, donc nous avons accepté seulement les diamètres 160mm et 200mm.

VI.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 50 ans (durée d'exploitation) ce qui nous conduit au calcul de l'annuité "A" qui est donnée par la formule suivante :

$$A = I + \frac{I}{(1 + I)^n - 1}$$

Avec :

- **A** : Annuité d'amortissement de la conduite ;
- **I** : Taux d'annuité (égale à 8 % en Algérie) ;
- **n** : Durée de la vie de la conduite = 50 ans.

Donc :

$$A = 0,08 + \frac{0,08}{(1 + 0,08)^{50} - 1}$$

Alors :

$$A = \mathbf{0.082}$$

Tableau 2: Résultats de calcul de frais d'amortissement

DN (mm)	Prix au (ml) (DA)	Longueur (ml)	Prix de la Conduite (DA)	"A"	frais d'amortissement (DA)
PEHD 160	4 620,48	3890	17 973 667,20	0,082	1 473 840,71
PEHD 200	7 204,38	3890	28 025 038,20	0,082	2 298 053,13

VI.8. Puissance de pompage

La puissance absorbée de la pompe est donnée par la formule suivante :

$$P = \frac{g \times HMT \times Q}{\eta}$$

Avec :

- **P** : Puissance absorbée par la pompe (Kw) ;
- **g** : Accélération de la pesanteur (m/s²) ;
- **η** : Rendement de la pompe (On prend η = 75%).

Tableau 3: Résultats de calcul de la puissance

DN (mm)	Longueur (ml)	Debit (m ³ /s)	HMT	Rendement	P (Kw)
PEHD 160	3890	0,021	119,896	75	32,93
PEHD 200	3890	0,021	72,838	75	20,01

VI.9. Energie consommée par le pompage

L'énergie consommée par la pompe est donnée par la formule :

$$E = P \times t \times 365$$

Avec :

- **E** : Energie consommée pendant une année (Kwh) ;
- **P** : Puissance de pompage (Kw) ;
- **t** : Temps de pompage par jour (h).

Tableau 4: Résultats de calcul de l'énergie

DN (mm)	P (Kw)	Temps (h)	E (Kwh)
PEHD 160	32,93	14	168 287,80
PEHD 200	20,01	14	102 236,49

VI.10. Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation d'un réseau d'adduction sont estimés à partir de la consommation d'énergie et du prix du Kilowattheure (Kwh) d'électricité, ils sont donnés par la formule suivante :

$$F_{exp} = E \times P$$

Avec :

- **F_{exp}** : Frais d'exploitation (DA) ;
- **E** : Énergie consommée pendant une année (Kwh) ;
- **P** : Prix du kwh (DA/Kwh), (P = 5,479 DA/kwh).

Tableau 5: Résultats de calcul de frais d'exploitation

DN (mm)	Longueur (ml)	Débit (m ³ /s)	HMT(m)	E (Kwh)	Prix (DA)	Frais d'exploitation (DA)
PEHD 160	3890	0,021	119,896	168 287,80	5,497	925 078,04
PEHD 200	3890	0,021	72,838	102 236,49	5,497	561 994,01

Après avoir calculé les frais d'exploitation et les frais d'amortissement on peut déduire le bilan global des frais, qui est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 6: Bilan Frais d'amortissement - Frais d'exploitation

DN (mm)	Frais d'amortissement(DA)	Frais d'exploitation (DA)	Total (DA)
PEHD 160	1 473 840,71	925 078,04	2 398 918,75
PEHD 200	2 298 053,13	561 994,01	2 860 047,14

D'après les résultats présentés dans le tableau précédent, nous concluons que la conduite de DN160 mm est le choix le plus techniquement et économiquement appropriée par rapport à l'autre conduite de DN200 mm.

VII. Définition de coup de bélier

Les coups de bélier résultent d'une variation brusque de la vitesse ou de la pression de débit, où nous le reconnaissons à travers le son des frappes qu'elle fait. Ils peuvent doubler la pression du système à cinq fois de l'état normal, ce qui peut endommager le réseau d'adduction (LEWANDOWSKI, 2000).

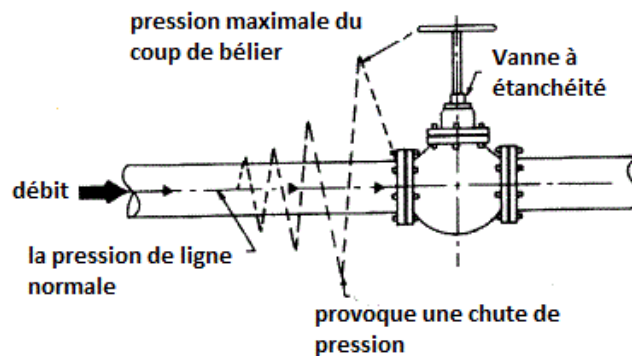


Figure 5: Le phénomène de coup de bélier (LEWANDOWSKI, 2000)

VIII. Causes et les risques du coup de bélier

Les principales causes de coup de bélier sont (AISSANI, 2020) :

- La mise hors tension, qui provoque la fermeture soudaine des pompes ;
- Ouverture/fermeture immédiate de la vanne ;
- Vibration des accessoires de contrôle comme les vannes ;
- Démarrage ou arrêt des pompes dans les conduites en charge par refoulement ;

Parmi les risques dus aux coups de bélier (KHELALFA, 2019) :

- Casse des conduites ;
- Dégradation de la qualité des conduites ;
- Déboitement des joints ;
- Aspiration d'eaux polluées par les fuites.

IX. Valeur numérique du coup de bélier

IX.1. La valeur maximale du coup de bélier

La valeur maximale du coup de bélier est donnée par la relation suivante :

$$B = \frac{a \cdot v_0}{g}$$

Avec :

- **B** : la valeur du coup de bélier (m.c.e) ;
- **v₀** : la vitesse d'écoulement (m/s) ;
- **a** : la célérité de l'onde (m/s) ;

IX.2. La célérité d'onde

La célérité est la vitesse de propagation des ondes. Elle est donnée par la formule d'ALLIEVI :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \frac{D}{e}}}$$

Avec :

- **D** : Diamètre intérieur de la conduite (mm) ;
- **e** : Epaisseur de la conduite (mm) ;
- **K** : Coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation (on prend $K=83$ pour le PEHD) ;

IX.3. Cas fermeture brusque

La fermeture brusque est caractérisée par un temps de fermeture T , où :

$$T < \frac{2L}{a}$$

Avec :

- **T** : Temps de fermeture (s) ;
- **a** : Célérité de l'onde (m/s) ;
- **L** : Longueur de la conduite (m).

IX.4. La pression-surpression

La valeur maximale de la pression-surpression est :

$$H_s = H_0 + \frac{a \cdot v_0}{g}$$

IX.5. La pression-dépression

La valeur maximale de la pression-dépression est :

$$H_d = H_0 - \frac{a \cdot v_0}{g}$$

Avec :

- **H_0** : la pression absolue au point le plus haut de la conduite (m.c.e), tel que (RASSOUL, 2019):

$$H_0 = Hg + 10$$

Avec : **$H10$** : la pression atmosphérique.

Les valeurs du coup de bélier sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 7: Résultats de calculs de coup de bélier

D_{int} (m)	e (m)	v (m/s)	Hg(m)	A (m/s)	T (s)	B (m.c.e)	H ₀ (m.c.e)	H _s (m.c.e)	H _d (m.c.e)
0,1308	0,0146	1,574	49	11,480	677,681	1,842	59	60,842	57,158

• **Le choix de la pression nominale**

On remarque que les valeurs de H_s et H_d n'est pas dépasser la valeur de l'HMT, donc il n'y a pas des risques de phénomène de coup de bélier sur la conduite d'adduction. Alors, la pression nominale prise est de PN16. Elle est suffisante pour le choix de la conduite.

X. Résultats de la simulation par l'Epanet

Après avoir calculé le diamètre de conduite d'adduction et la vitesse d'écoulement, une simulation du fonctionnement de l'adduction devrait être effectuée. Il s'agit de vérifier le bon travail du réseau d'adduction. Nous utilisons logiciel « Epanet » pour la simulation. Où nous suivons les étapes présenté dans l'annexe I pour atteindre le résultat présenté dans la figure ..

Après l'entrée des données, on procède à la simulation. Nous obtenons une simulation réussie si les données sont entrées correctement.

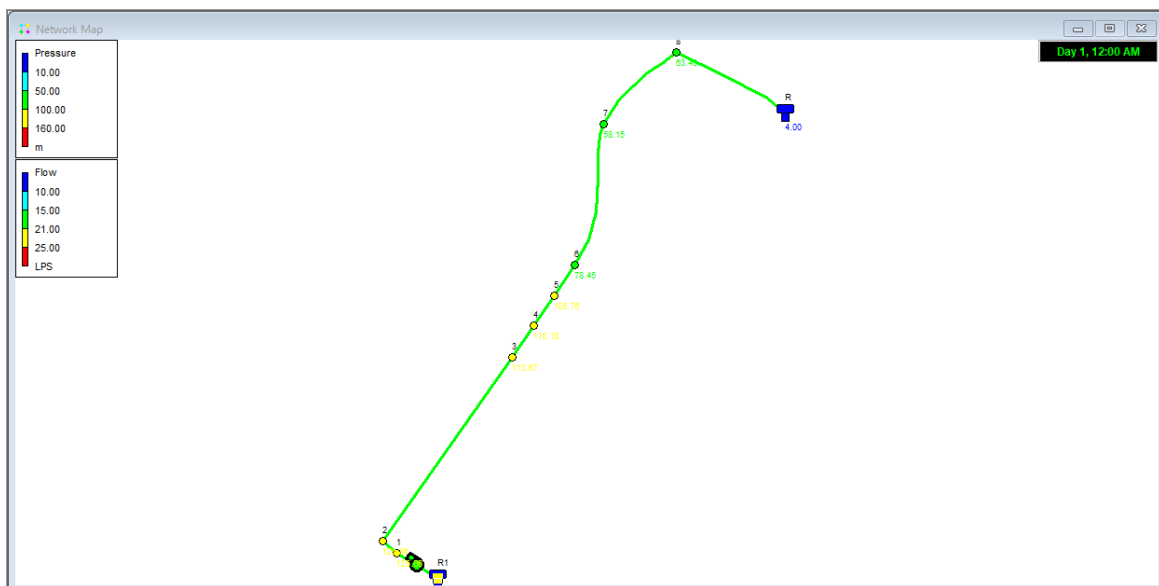


Figure 6: Résultat de la simulation

Ensuite, on assure de la vitesse dans la conduite et la pression dans les nœuds où leurs valeurs devraient être comme suit :

- La vitesse d'écoulement dans les conduites doit être comprise entre 0,5 et 2 m/s ;
- La pression doit être comprise entre 1 et 16 bars.

Les résultats de simulation au niveau des nœuds sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 8: Résultats de simulation aux nœuds

Node ID	Elevation m	Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1	66	0.00	191.06	125.06
Junc 2	63	0.00	188.86	125.86
Junc 3	55	0.00	168.67	113.67
Junc 4	56	0.00	166.10	110.10
Junc 5	54	0.00	159.76	105.76
Junc 6	72	0.00	150.45	78.45
Junc 7	82	0.00	140.15	58.15
Junc 8	65	0.00	128.46	63.46
Tank R	110	20.69	114.00	4.00
Tank R1	66	-20.69	70.00	4.00

Les résultats de simulation au niveau des tronçons sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 9: Résultats de simulation au niveau de conduite

Link ID	Length m	Diameter mm	Flow LPS	Velocity m/s
Pipe 2	111	130.8	20.69	1.54
Pipe 3	1019	130.8	20.69	1.54
Pipe 4	130	130.8	20.69	1.54
Pipe 5	320	130.8	20.69	1.54
Pipe 6	470	130.8	20.69	1.54
Pipe 7	520	130.8	20.69	1.54
Pipe 8	590	130.8	20.69	1.54
Pipe 9	730	130.8	20.69	1.54
Pump 1	#N/A	#N/A	20.69	0.00

XI. Conclusion

A partir de ce chapitre, nous avons identifié le diamètre de la conduite de refoulement lors d'une étude technico-économique. Cette dernière a inclus : les frais d'amortissement et les frais d'exploitation. A l'issue de cette opération, nous avons obtenu les résultats suivants :

- Débit pompé égale 211/s ;
- Conduite de refoulement en PEHD de DN160 mm ;
- Vitesse de l'écoulement $V = 1,574$ m/s et HMT = 119,896m.

Egalement nous avons établi une étude sur le phénomène coup de bélier. Nous avons constaté que la conduite n'a pas besoin d'un système de protection (anti bélier) et peut résister à la variation de pression.

Les principaux résultats de chapitre peuvent être résumés en :

- Surpression : 60,842 m.c.e;
- Dépression : 57,158 m.c.e;
- Pression nominale de la conduite de refoulement : PN16.

Aussi, nous avons réalisé une simulation du réseau d'adduction, où nous avons constaté que les résultats obtenus (la vitesse et la pression) étaient compatibles avec les conditions hydrauliques requises.

- La vitesse d'écoulement obtenue : 1,54 m/s ;
- Les pressions aux différents points de la conduite de refoulement varient entre :
63,46
m.c.e et 125,86 m.c.e.

Chapitre 6

Choix de pompe

I. Introduction

Les pompes sont des dispositifs permettant d'aspirer et de refouler un fluide.

Dans ce chapitre, nous visons à choisir la bonne pompe pour notre étude, afin qu'elle atteigne la hauteur manométrique totale et du débit requis.

II. Définition d'une pompe

C'est une machine utilisée pour transmettre des liquides via des conduites, où elle transforme l'énergie électrique en énergie mécanique rotative afin d'augmenter l'énergie cinétique du liquide, entraînant une augmentation de sa vitesse (MICHAEL, 2014).

La figure suivante présente le mécanisme de fonctionnement de la pompe :

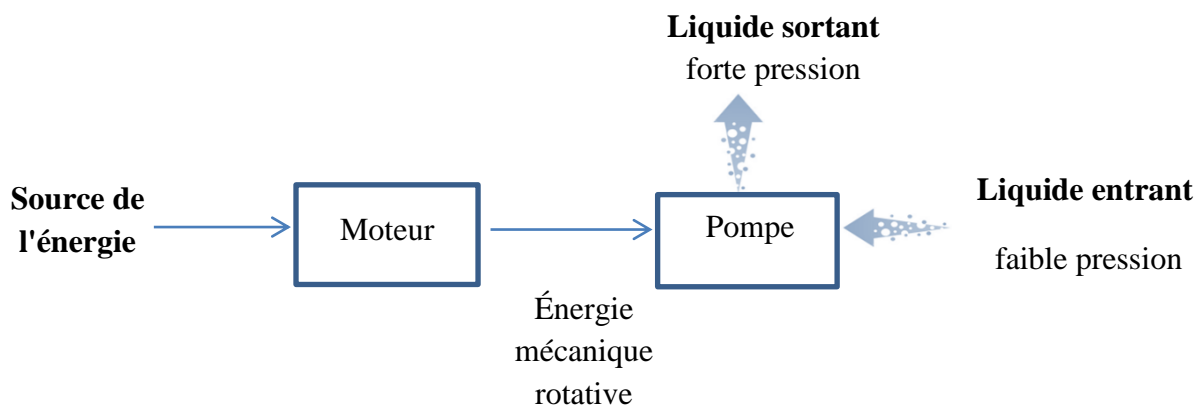


Figure 1: Mécanisme de fonctionnement de la pompe (MICHAEL, 2014)

III. Classification des pompes

Les pompes sont classées de différentes manières selon leur fonction, les conditions de service et leurs matériaux de fabrication. On les divise en deux groupes (LARRY, 2003) :

- ✓ Les pompes volumétriques ;
- ✓ Les pompes centrifuges.

III.1. Les pompes volumétriques

Ce type de pompe est caractérisé par une pompe à volume constant de fluide, son principe de fonctionnement est le déplacement d'une pièce mécanique en mouvement, créant un espace de basse pression, puis le liquide pénètre cette espace à partir la buse d'aspiration, puis la partie mécanique pousser le fluide vers la buse de décharge (**LARRY, 2003**).

III.2. Les pompes centrifuges

Ce type de pompe se compose de deux parties, une partie mécanique et une partie contenant la turbine.

Lorsque l'eau entre dans la buse d'aspiration, elle est convertie vers la roue qui est tournée par la partie mécanique de la pompe, puis l'eau est et transférée par force centrifuge à la buse de transmission (**LARRY, 2003**).

Nous avant choisi les pompes centrifuges à cause des avantages suivants :

- Simple utilisation ;
- Conception simplifiée ;
- Longue durée de vie ;
- Débit facilement réglable via vanne en sortie de pompe ou via vitesse de rotation ;
- Grande vitesse, entraînement direct par moteur électrique ou turbine;
- Adapté aux grandes puissances.

IV. Couplage des pompes

Il existe deux types de couplages des pompes :

IV.1. Couplage des pompes en série

Ce type de couplage est utilisé pour pomper un débit constant à une HMT variable égale à la somme de HMT des deux pompes (augmentation de l'HMT).

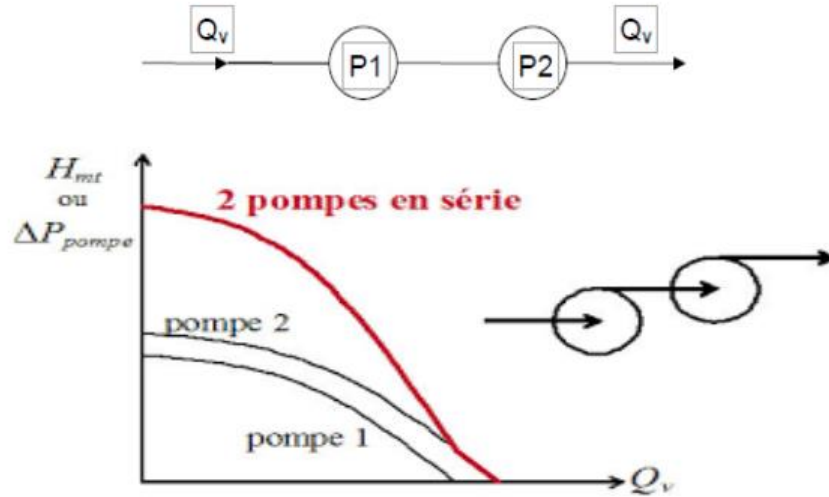


Figure 2: Couplage en série

IV.2. Couplage des pompes en parallèle

Ce type de couplage est utilisé pour augmenter le débit de sorte, que le débit égal à la somme de débit total des deux pompes soit pompé à une hauteur constante.

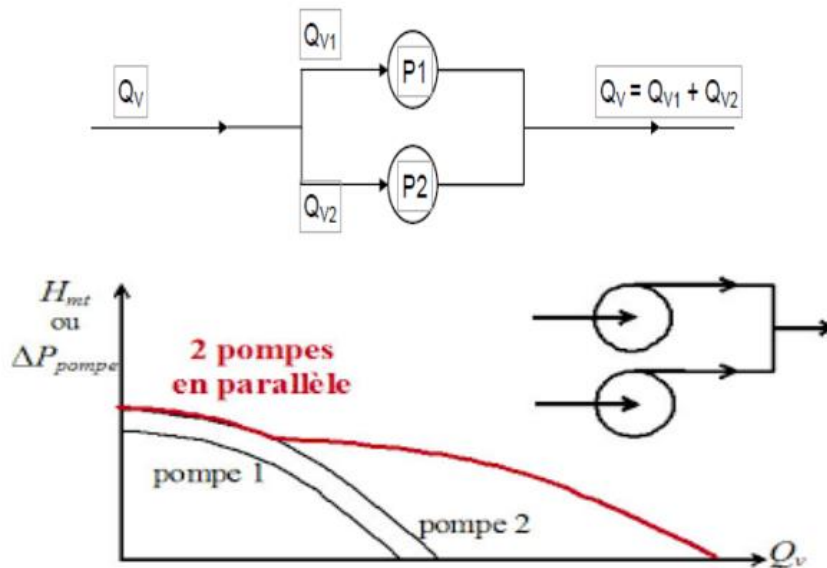


Figure 3: Couplage en parallèle

V. Dimensionnement de la station de pompage

V.1. Choix du type de pompe

Nous choisissons la pompe selon les critères suivants (RASSOUL, 2019) :

- La pompe il doit assurer le débit et HMT requis ;
- Assurer le meilleur rendement ;
- Être léger ;
- Grande vitesse de rotation ;
- Ne pas consommer une grande quantité d'électricité ;

Notre choix de pompe a été sur la marque italienne **Caprari**, où nous avons utilisé le site <https://ipump.caprarinet.net/iPumpPortal/iPumpLogin/pagLogin.aspx?ReturnUrl=%2fiPumpPortal%2fiPumpLogin%2fDefault.aspx&AspxAutoDetectCookieSupport=1> pour choisir la bonne pompe, où nous avons déterminé les caractéristiques de la pompe en fonction de débit et HMT.

A partir les résultats de Q_p et HMT (chapitre 5). Notre choix est sur une pompe Type centrifuges monocellulaires normalisées- en733 (NCH50-315/308), avec les caractéristiques suivantes:

- $Q = 20,11$ l/s ;
- HMT = 115,62 m ;
- $P = 37,91$ Kw ;
- $\eta = 60,13$ % ;
- NPSHr = 1,72 m.



Figure 4: Pompe centrifuges monocellulaires normalisées- en 733 (NCH50-315/308)

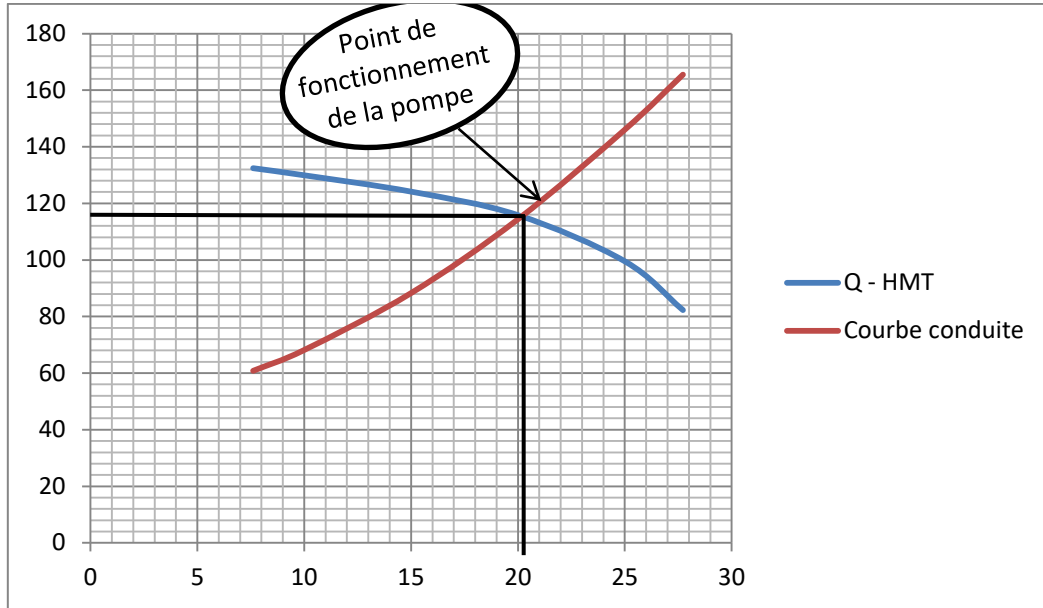


Figure 5: courbes caractéristiques de la pompe

Pour déterminer la puissance, le rendement, et l’NPSHr de la pompe, Nous avons projeté le rectum de l’équation $x = Q_p = 20,11 \text{ l/s}$ sur les restes des graphes, et nous avons obtenu les résultats présenter dans la figure 6.

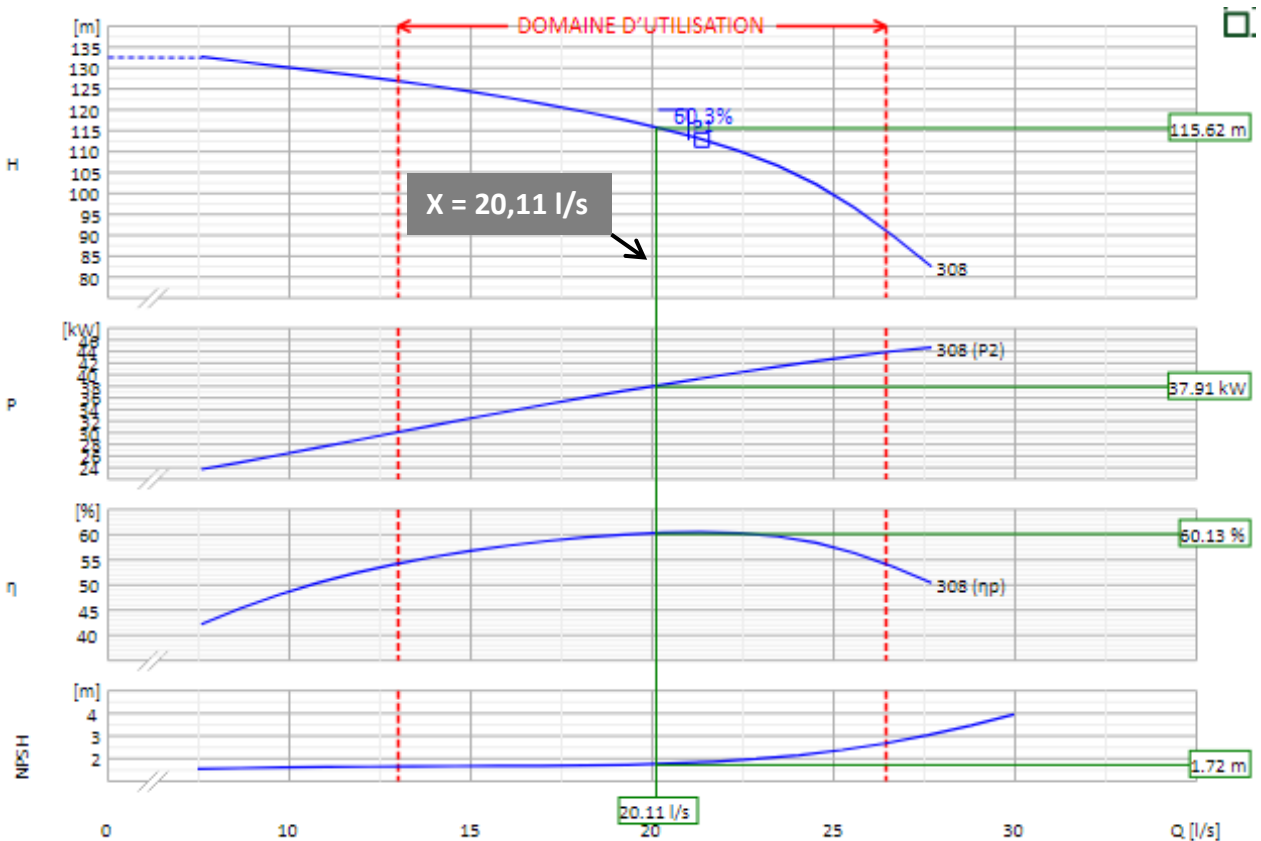


Figure 6: courbes caractéristiques de la pompe choisie

V.2. Les courbes caractéristiques des pompes

Il existe trois types courbes caractéristiques des pompes, sont:

✓ ***Courbe débit-hauteur***

Elle exprime la variation de la hauteur manométrique totale en fonction de débit pompé (voir l'annexe).

✓ ***Courbe rendement-débit***

Elle exprime la variation du rendement de la pompe en fonction de débit pompé (voir l'annexe).

✓ ***Courbe puissance absorbée-débit***

Elle exprime la variation de la puissance absorbée par la pompe en fonction de débit pompé (voir l'annexe).

V.3. Point de fonctionnement de la pompe

Le point de fonctionnement de la pompe est déterminé par l'intersection de la courbe (Q-H) et la courbe conduite qui exprime la somme des pertes de charge et la hauteur géométrique en fonction de débit pompé.

Grâce à les courbes caractéristiques de la pompe, le point de fonctionnement est de débit = 20,11 l/s et d'un HMT= 115,62 m.

VI. Cavitation

C'est un phénomène provoqué par la formation de bulles d'air à l'intérieur de la pompe, et lorsque la formation de bulles d'air augmente la pression augmente, ce qui conduit à son explosion. Cela peut endommager la pompe soit au niveau de la performance hydraulique (baisse des rendements), soit au niveau de la sécurité mécanique de la pompe (dommages à la structure de la pompe) (MICHAEL, 2014).

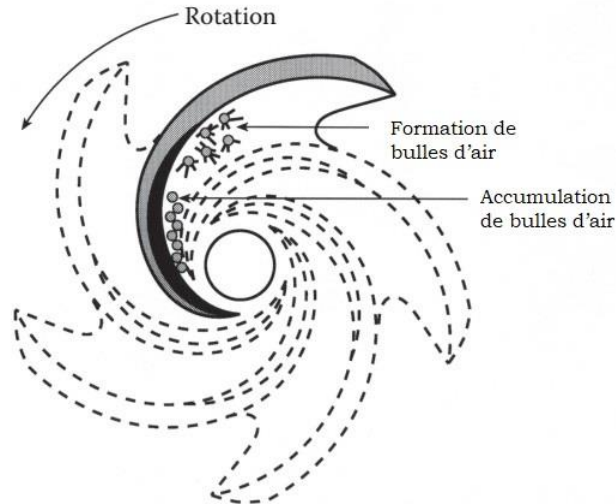


Figure 7: La formation de phénomène de cavitation (MICHAEL, 2014)

VII. Causes de phénomène de cavitation

Les causes de phénomène de cavitation sont (LARRY, 2003) :

- ✓ Rétention de pression à la buse d'aspiration ;
- ✓ Augmentation de la température du fluide à pompé ;
- ✓ Augmentation de la vitesse ou du débit du fluide ;
- ✓ Conditions d'écoulement indésirables causées par des bouchons dans les conduites d'aspiration ;
- ✓ La pompe est insuffisante pour le système ;

VIII. L'impact de phénomène de cavitation

L'impact de phénomène de cavitation est (LARRY, 2003) :

- ✓ L'apparition de marques de perçage sur les pales à impulsion et sur la paroi intérieure de la pompe ;
- ✓ Endommagement intérieur de la pompe ;
- ✓ Pannes prématurées ;
- ✓ Rétention de l'efficacité de la pompe ;
- ✓ Augmentation ou réduction diminution brutale du débit et de la pression.

IX. Vérification de la cavitation

NPSH (Net positive suction head) : c'est la hauteur totale de charge à l'entrée de la pompe.

Afin de vérifier la condition de non cavitation, il faut vérifier la condition suivante :

$$NPSH_d > NPSH_s$$

- **NPSH_d (NPSH disponible)** : C'est la valeur absolue de la pression mesurée sur l'axe de la bride d'aspiration de la pompe.
- **NPSH_r (NPSH requis)** : C'est la valeur absolue de la pression requis. Elle est déterminée par l'usine.

On utilise la formule suivante pour calculer le NPSH_d :

- $NPSH_d = P_{atm} - P_v - \Delta H_{aspi} + H_h$ (Aspiration en charge)
- $NPSH_d = P_{atm} - P_v - \Delta H_{aspi} - H_h$ (Aspiration en dépression)

Avec :

- P_{atm} : Pression atmosphérique en (m.c.e) ;
- P_v : Pression absolue de vaporisation de fluide (0,24 m.c.e) ;
- ΔH_{aspi} : Pertes de charge de la conduite d'aspiration en (m.c.e) ;
- H_h : Hauteur de l'aspiration (m).

Après avoir fait des calculs, nous obtenons les résultats indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 1: Résultats de calcul de l'NPSH

Longueur d'aspiration (m)	Singularité (2 coudes de 90°)	P_{atm} (m)	H_h (m)	P_v (m)	ΔH_{aspi} (m)	NPSH _d	NPSH _r
3	0,5	10,013	1	0,24	0,011	10,762	1,72

On remarque d'après les résultats obtenus dans le tableau 1 que la valeur de NPSH_d est élevée par rapport à la valeur de NPSH_r, alors la condition de non cavitation est vérifiée.

X. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini les pompes et présenté les différents types des pompes. Egalement, nous avons proposé une pompe centrifuge de marque Caprari avec les caractéristiques suivantes:

- $Q = 20,11 \text{ l/s}$;
- $HMT = 115,62 \text{ m}$;
- $P = 37,91 \text{ Kw}$;
- $\eta = 60,13 \%$;
- $NPSH_r = 1,72 \text{ m}$.

Ensuite, nous avons vérifié la condition de non cavitation et obtenu les résultats suivants :

- $NPSH_d = 10,762 \text{ m}$;
- $NPSH_r = 1,72 \text{ m}$.

Conclusion générale

Avec l'augmentation du nombre d'habitants dans la région de Medjaz Rassoul, la demande en eau potable a augmenté.

Pour cette raison, nous avons mené une étude sur la réalisation d'un réseau d'adduction pour répondre aux besoins de la région.

L'étude est passée par plusieurs étapes, en commençant par la présentation de l'établissement d'accueil et présenter des informations sur la zone d'étude, puis en passant par les différentes étapes de dimensionnement du réseau d'adduction.

En calculant la population pour l'horizon d'étude où on estime à 5842 habitants pour un horizon de 30 ans. Et on a estimé le débit maximum journalier égal à $1065,48 \text{ m}^3/\text{j}$. Afin de répondre à ce besoin, nous avons calculé la capacité du réservoir.

Ensuite, nous avons calculé le diamètre de conduite d'adduction où il a été estimé à 160 mm de type PEHD à un PN16. Après nous avons vérifié le phénomène de coup de bélier pour assurer la protection de la conduite d'adduction est les équipements de la station de pompage. Ensuite, nous avons fait une simulation du fonctionnement de réseau d'adduction, où la vitesse est $1,54 \text{ m/s}$ et une pression entre $63,46 \text{ m.c.e}$ et $125,86 \text{ m.c.e}$.

Dans le chapitre suivant, nous avons abordé le choix d'une pompe pour le réseau d'adduction, donc une pompe de type Caprari a été proposée, son point de fonctionnement était le suivant : $Q = 20,11 \text{ l/s}$ et $\text{HMT} = 115,62 \text{ m}$.

En fin de compte, j'espère que ce mémoire servira de référence à mes collègues et sera utile à tous ceux qui ont besoin d'information sur le sujet de l'étude.

Bibliographie

Bibliographie :

- **ABDELBAKI Chérifa**; " Modélisation d'un réseau d'AEP et contribution à sa gestion à l'aide d'un SIG -Cas du Groupement Urbain de Tlemcen -", Thèse Doctora en Hydraulique, université Abou Bakr Belkaid TLEMCEM, (2014).
- **AISSANI Chafik**, " méthodologie de recherche sur les phénomènes transitoires en adduction d'eau", mémoire master en Hydraulique Urbaine, Université de Mohamed Khider - Biskra, (2020).
- **AZZOUG Tahar**, " Dimensionnement et étude sismique d'un réservoir de stockage de 35000 m³", mémoire, Master en génie civil, Université MOULOUD MAMMERRI de Tizi ousou, (2022).
- **AMRANI Mébarek**, " étude d'un réservoir d'eau pose sur sol de capacité 600 m³ avec système d'adduction a Zaouiet- lahchaf commune de sali (W. ADRAR) ", mémoire, master en Génie Civil ,Université Africaine Ahmed Draya d'ADRAR, (2015).
- **DRE(a)** ; Indicateurs « service public de l'eau ».
- **DRE(b)** ; « étude d'alimentation en eau potable du parc industriel d'Ain berda – Annaba– »
- **GREBAN Lionel**, " étude technique d'un réservoir en béton arme (R16) sur tour de 2000 m³, pour le renforcement du réseau d'adduction et de distribution d'eau potable à Niamey au Niger " mémoire, master en ingénierie de l'eau et de l'environnement, institut International d'Ingénierie 2iE de Burkina Faso, (2017).
- **Hadji Mahmoud**, " La mobilité urbaine et ses effets socio-spatiaux sur le grand Annaba ", Thèse Magistère en urbanisme, Université Larbi Ben M'hidi de Oum El Bouaghi, (2017).
- **KHELALFA Bahaeddine**, "Méthodologie de recherche sur la protection des conduites en charge contre les variations de pression", mémoire master en Hydraulique Urbaine, Université de Mohamed Khider - Biskra, (2019).
- **LARRY BACHUS**; "Know and Understand Centrifugal Pumps", Book, Bachus Company, INC, (2003).
- **LALLA Aimene Abd-Elkader**, " étude critique de l'ancien projet de transfert d'eau brute entre le barrage Ighil Emda (Bejaïa) et le barrage El-Mahoune", mémoire, master en Hydraulique, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, (2019).

Bibliographie

- **LEGHIMA Salah**, " Alimentation en eau potable (Adduction) de la daïra de SIDI AICH à partir du piquage sur la conduite de transfert TICHIHAF (Wilaya de Bejaïa)", mémoire, MASTER en Hydraulique, Université MOULOUD MAMMERI de Tizi ouzou, (2021).
- **MICHAEL VOLK** ; "Pump Characteristics and Applications", Book, third edition, by Taylor & Francis Group, LLC, (2014).
- **Naila Maizi**, " Jumelage des bio-indicateurs et d'un réseau de surveillance de la qualité de l'air pour la détection de la pollution par le SO² dans la région de Annaba (Algérie) ", article, (2015).
- **RASSOUL YUCEF** ; " Alimentation en eau potable du secteur Oussama (Wilaya de Bejaia)", Mémoire, Master en hydraulique, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, (2019).
- **RENOU LYDIA**; " Etude d'alimentation en eau potable des six villages de la commune d'Ighrem wilaya de Bejaïa et la distribution avec logiciel Epanet " Mémoire, Master professionnel en génie civil, université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, (2019).
- **R.J. Lewandowski**, «Comprehensive Composite Materials», Université de Californie, Éditeur : Elsevier, 2000, livre.
- **Subdivision de DRE** de la commune de Ain berda ; « étude de diagnostic et extension du réseau des eaux pluviales et des eaux usées avec protection contre les inondations de la localité 104 logements EL-Bessbasa ».
- **TADJ Mohammed Amine**; "Simulation sur le logiciel EPANET et PORTEAU du réseau d'AEP de la localité d'Abou Techfine et de la cité LES Oliviers ", Mémoire, Master en ouvrage hydraulique, universite Abou Bakr BELKAID – Tlemcen- ,2021.
- **ZAIDI NEDJOUA**, " Modélisation des évènements pluviaux d'un bassin versant urbain - Cas de Ain Berda- (Willaya de Annaba) ", mémoire de fin d'étude, master en hydraulique, Université LARBI BEN M'HIDI de OUM EL BOUAGHI, (2013).

ANNEXES

Annexe I :

I. Présentation de l'Epanet

C'est un logiciel qui permet de modéliser et de simuler les réseaux de distribution d'eau. Il est utilisé dans le dimensionnement des nouveaux réseaux de distribution d'eau, comme il est utilisé dans la réhabilitation des réseaux existants.

Epanet permet de connaître la vitesse, la pression, le débit, la qualité de l'eau dans le réseau (<https://www.epa.gov/water-research/epanet>).

II. Caractéristiques de l'Epanet

Le programme comporte plusieurs caractéristiques, notamment (TADJ, 2021) :

- Permettre la modélisation d'une pompe à une vitesse fixe ou variable ;
- Capacité d'intégrer et de contrôler divers types de vannes ;
- Capacité de choisir différentes formes de réservoirs (diamètre, hauteur) ;
- Assurer la gestion de la station de pompage ;
- Possibilité d'étudier les réseaux de grande taille.

III. Tracé du réseau d'adduction

Pour tracé le réseau d'adduction, on suit les étapes suivantes :

- ✓ La première étape lors de l'ouverture du programme, est d'ouvrir un nouveau fichier en suivant le chemin suivant : fichier > nouveau, ou depuis la barre d'outils ;



- ✓ Après avoir ouvert un nouveau fichier, on vérifie les paramètres hydrauliques ;

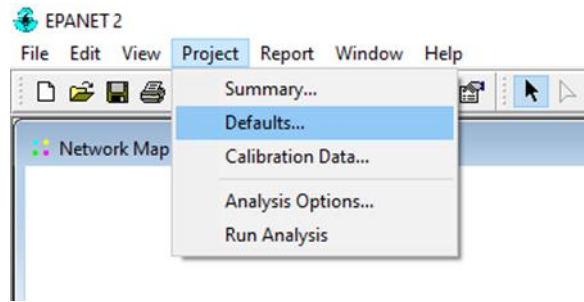


Figure 1: Configuration des paramètres hydrauliques

- ✓ La fenêtre suivante apparaît. On ajuste les paramètres, puis on les enregistre;

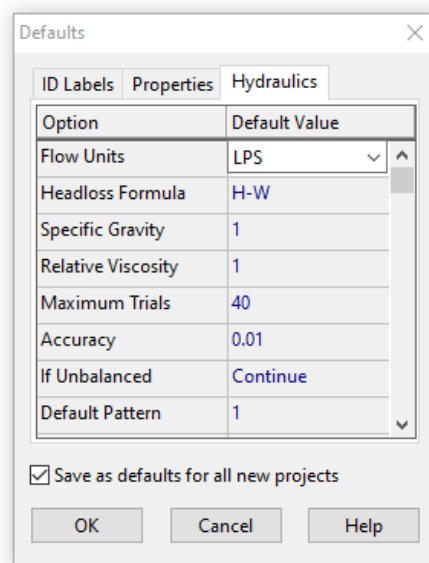


Figure 2: Paramètres hydrauliques à régler

- ✓ Après avoir réglé les paramètres hydrauliques, nous choisissons l'arrière-plan (la carte réseau). Elle doit être l'un des formats suivants : bmp , emf ou wmf ;

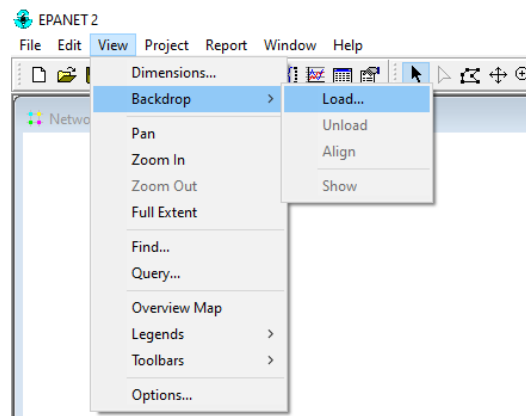


Figure 3: Chargement de l'arrière-plan du tracé

- ✓ Dans l'étape suivante, on dessine le réseau et on suit le chemin sur la carte;

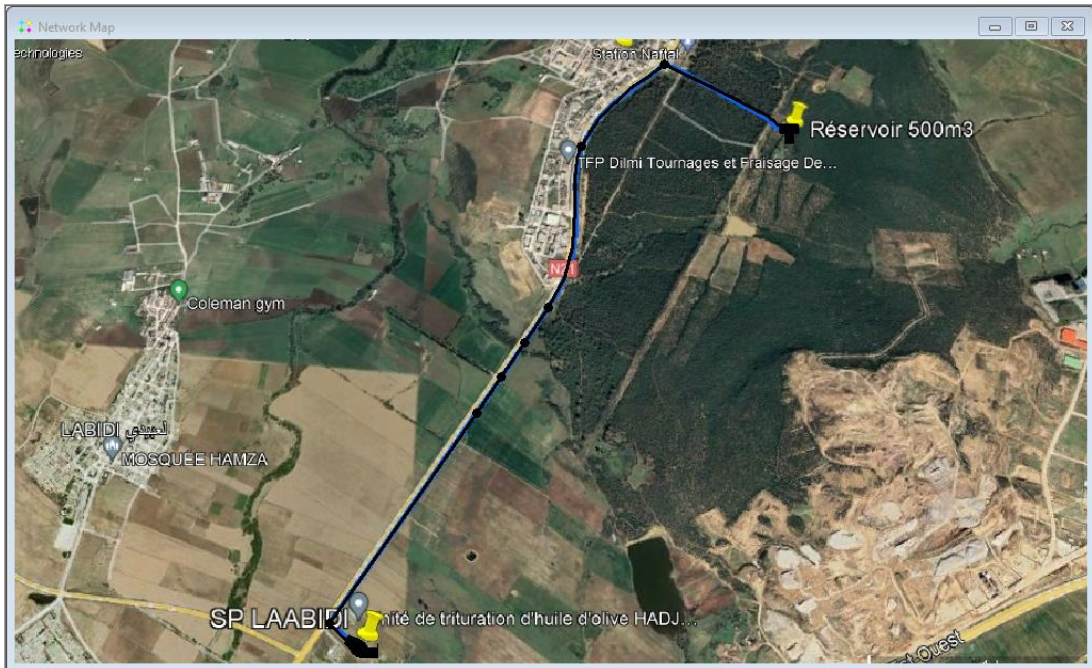


Figure 4: Tracé du réseau d'adduction

- ✓ Après avoir terminé le dessin, on cache l'arrière-plan comme suit:

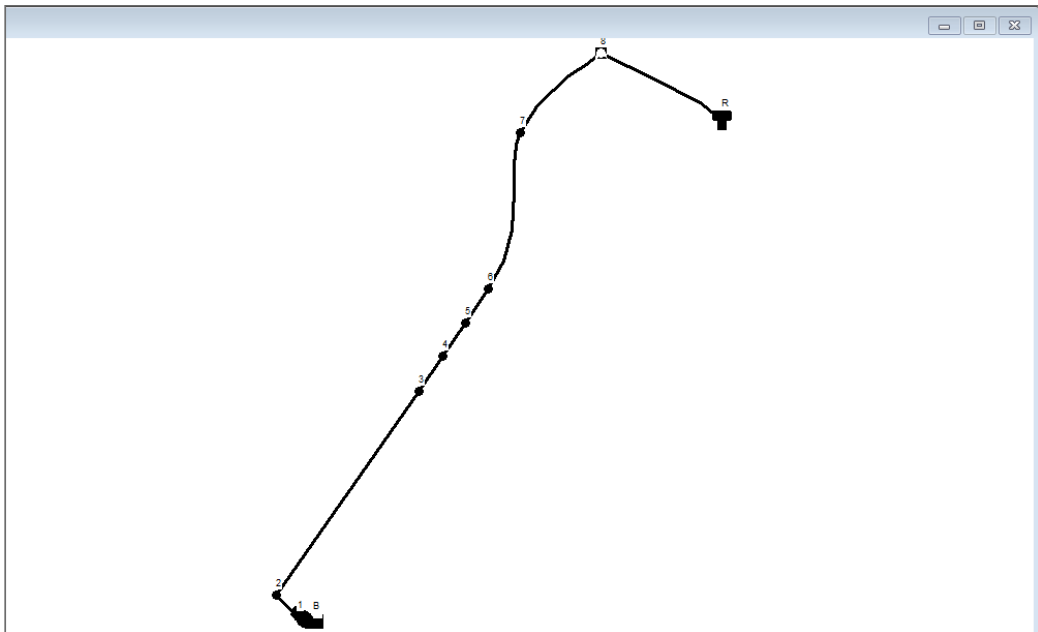
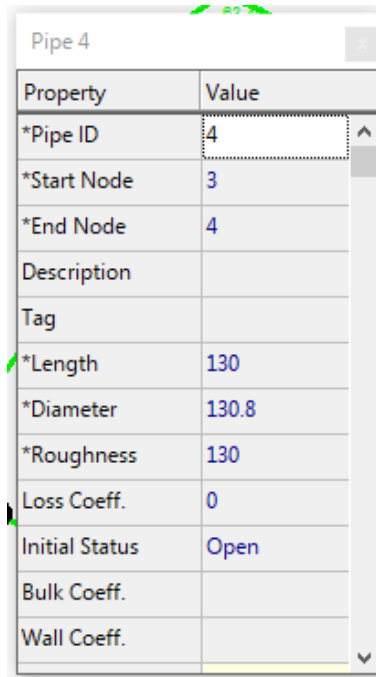


Figure 5: Schéma du réseau d'adduction sous l'Epanet

- ✓ On saisit les données des nœuds (ID, élévation, débit nodaux), conduites (diamètre intérieur, longueur, coefficient de rugosité, pompe (HMT, débit pompé), et réservoir (altitude, niveau initial minimal et maximal d'eau, diamètre).



Property	Value
*Pipe ID	4
*Start Node	3
*End Node	4
Description	
Tag	
*Length	130
*Diameter	130.8
*Roughness	130
Loss Coeff.	0
Initial Status	Open
Bulk Coeff.	
Wall Coeff.	

Figure 6: Saisie des données de conduite d'adduction

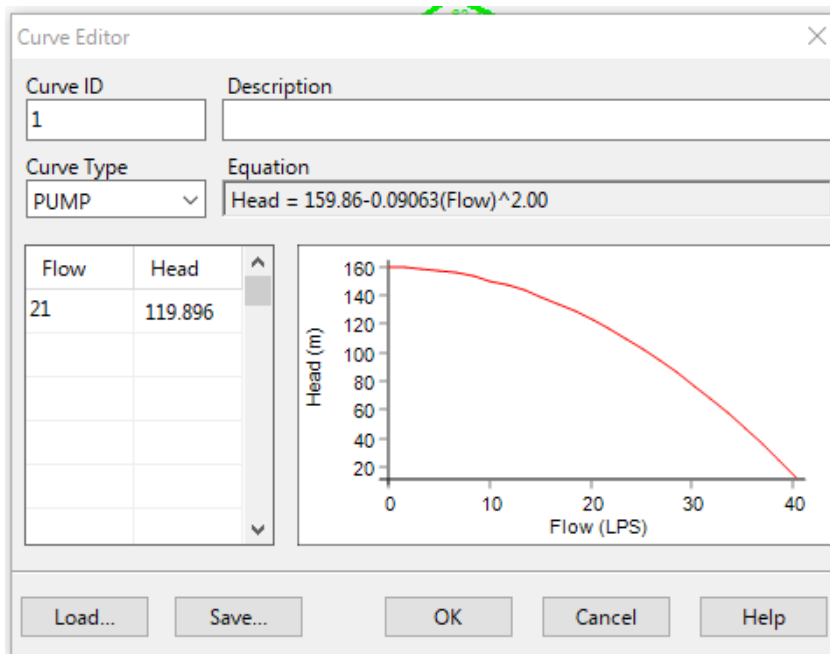


Figure 7: Saisie des données de la pompe choisie

- ✓ Nous obtenons une simulation réussie (figure 8).

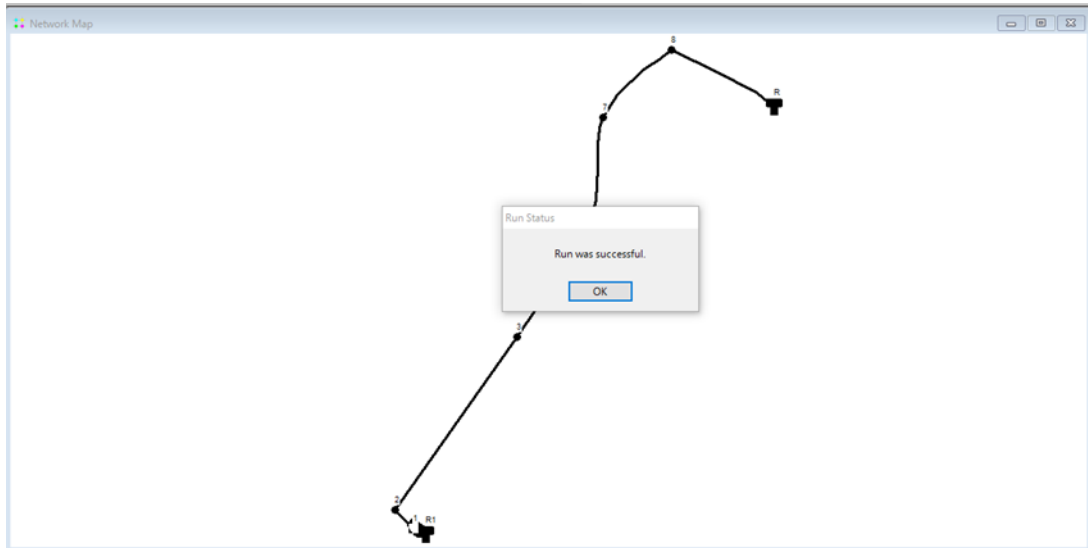
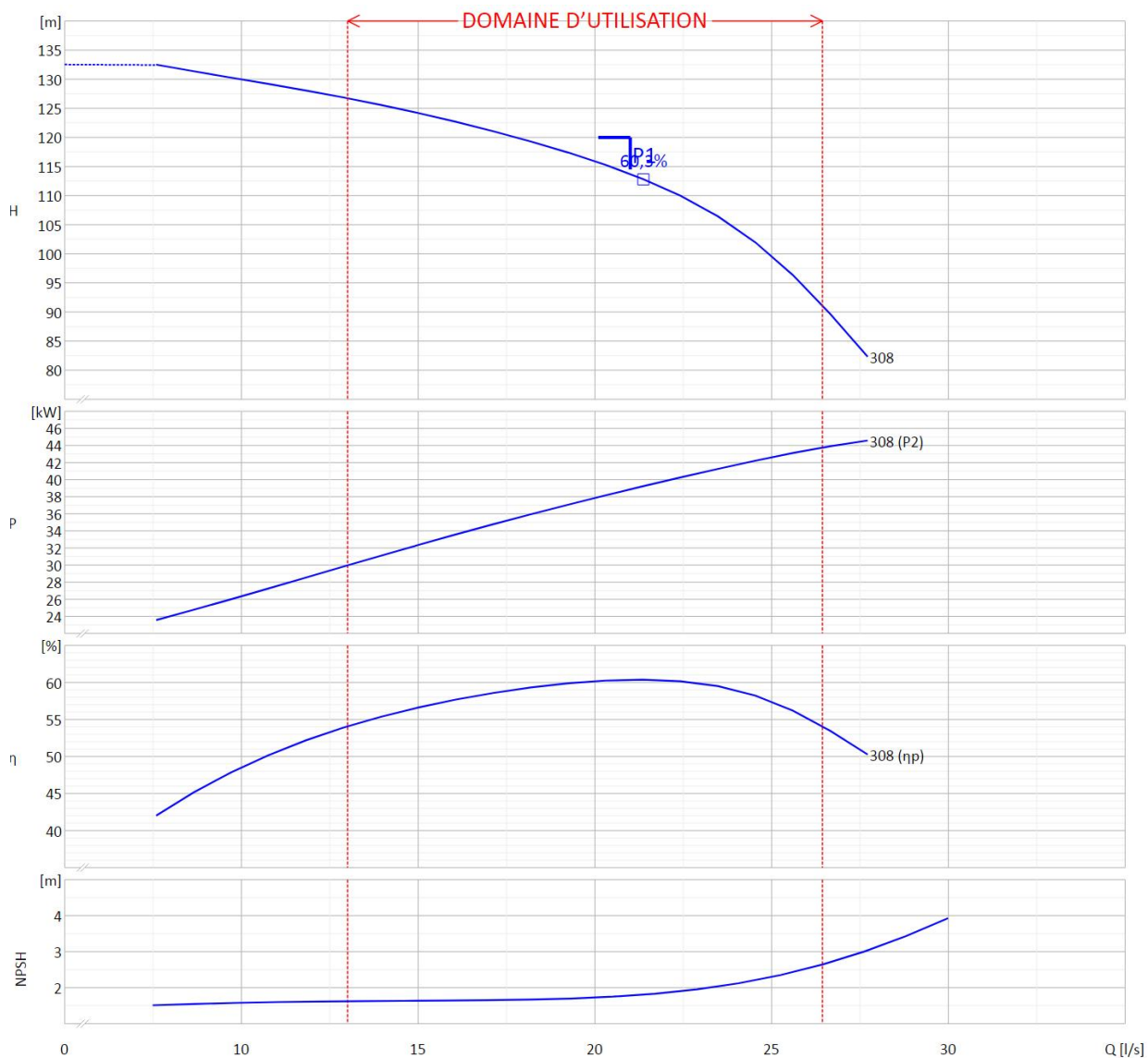


Figure 8: Résultat de la simulation

Débit demandé	21 l/s	Modèle	NCH50-315/308
Hauteur manométrique	120 m		

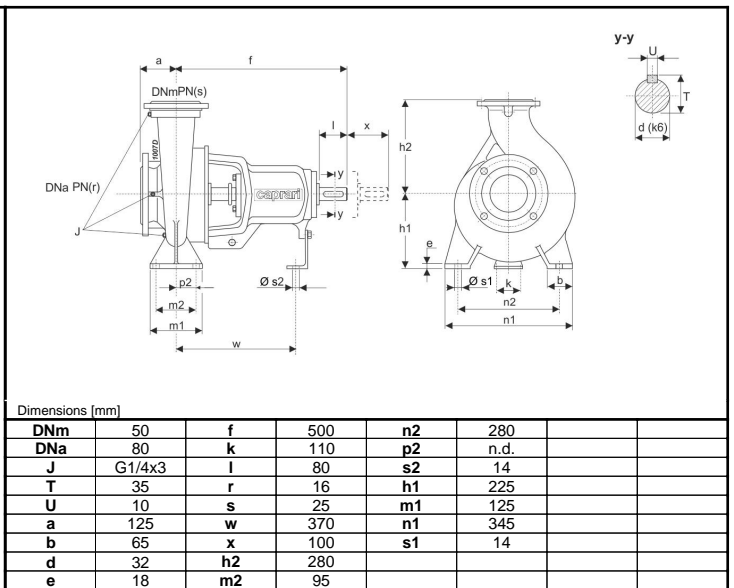
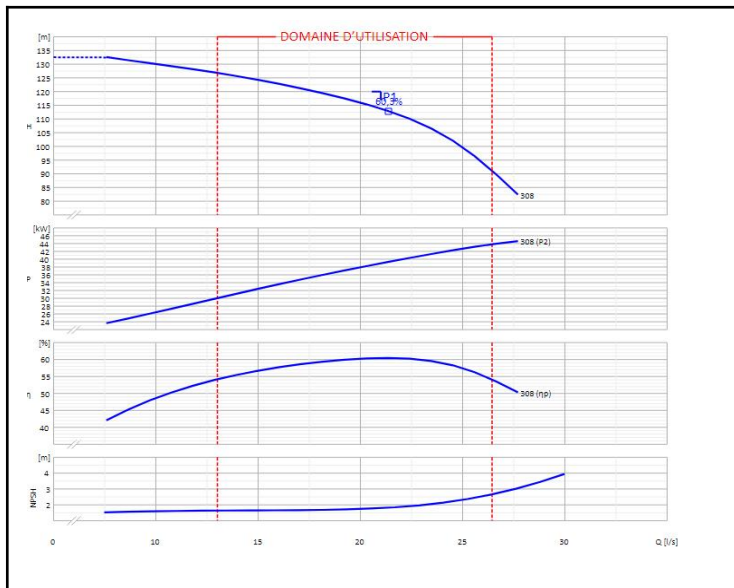


CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT - ISO 9906:2012 3B - M.E.I. ≥ 0.40

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Vitesse [1/min]

OFFRE No.	Pos. 0.0	Date 22/06/2023
-----------	-------------	--------------------

Client:		Réf.:	
Item	Quantité	Débit demandé	21 l/s
Type	POMPE CENTRIFUGE A AXE HORIZONTALE	Modèle	NCH50-315/308
		Hauteur	120 m



CARACTÉRISTIQUES DE FONCTIONNEMENT - ISO 9906:2012					CARACTÉRISTIQUES DE CONSTRUCTION			
Q [l/s]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	DN bride refoulement UNI	50	PN	25
					DN bride aspiration UNI	80	PN	16
					Poids total	87		Kg
					Nombre d'étages	1		
					Garniture pompe		Mécanique	
					Type d'installation		Horizontale	

LIMITES DE FONCTIONNEMENT			CARACTERISTIQUES DE FONCTIONNEMENT			
Liquide pompé	Eau		Débit de service	20,54	l/s	
Température maxi du liquide pompé	-		Hauteur manométrique de service	114,79	m	
Densité maximum	1	kg/dm ³	Qmin	13,01	26,44	l/s
Viscosité maximum	1	mm ² /s	H (Q=0)	132,53	126,67	m
Teneur max. de matières solides	50	g/m ³	P2 Point Travail	38,34	43,69	kW
Nbre max. démarrages/heure	n.d.		Rendement hydraulique pompe	60,22	%	
Temps maximum de fonctionnement à refoulement fermé	2min (3500 rpm)		Vitesse de rotation	2900	1/min	
	6min (1450 rpm) [40 °C]		Sens de rotation (*)	Horaire		
			Nombre de pompes installées	1	0	
				En marche	Stand-by	

MATERIAUX POMPE	
Corps de pomp	Fonte grise
Roue	Fonte grise
Lanterne-support	Fonte grise
Arbre	Acier inox
Bague d'usure	Fonte grise
Support	Fonte grise
Roulement	n.d.
Bague défecteur	Caoutchouc nitrile
Languette	Acier inox
Languette 2	Acier
Bague d'étanchéité	Caoutchouc nitrile
Garniture mécanique	Carbure de silicium/carbure de
Entretoise	Acier inox
Bague d'étanchéité OR	Caoutchouc nitrile
Couvercle garniture mécanique	Fonte grise
Pied de soutien	Acier
Couvercle palier	Fonte grise

Remarques:	(*) Vue côté joint moteur
OFFRE No.	Pos.
	Date
	22/06/2023

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF

Nomenclature des équipements					
Rep	Désignation	DN [mm]	D [cm]	Longueur [m]	PN
1	Groupe élévation à axe horizontale Q=200/s EDAT 98.17m	DN4 -80 DNM -90	/	1.50	/
2	Socle de la pompe	/	90	2.50	/
3	de ponts rotoverts de levage LY	/	500	8.00	/
4	Coudes démontage PEHD	200	/	30.00	10
5	Té égal PEHD	200	/	/	10
6	Réduction PEHD à soudees	200/160	/	/	10
7	Tuyau PEHD à soudees a 1 brides	160	/	2.60	10
8	Manchette a 2 brides en acier	150	/	0.90	10
9	vanne papillon fonte double bride	150	/	0.14	10
10	Joint de démontage autobut	150	/	0.25	10
11	Manchette a 2 brides en acier	150	/	0.90	10
12	Coude 90° (1/4) a 2 brides en acier	150	/	/	10
13	Manchette a 2 brides en acier	150	/	0.25	10
14	Côde de réduction a 2brides en acier	150/80	/	0.21	10
15	Côde de réduction a 2brides en acier	150/50	/	0.21	16

INSTITUT DE TECHNOLOGIE -BOUIRA-

WILLAYA : ANNABA
DAIRA : AIN BERDA
COMMUNE :MEDJAZ RASSOUL

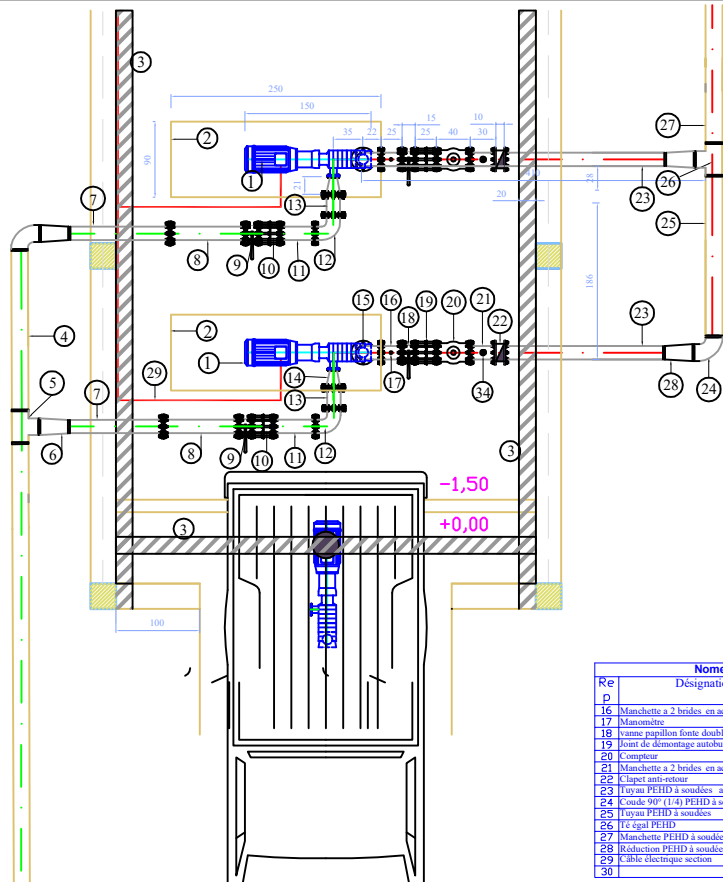
PROJET
Renforcement en eau potable l'agglomération de Medjez Rassoul a partir de station de pompage Laabidi

OBSERVATION **VISA**

.....

TITRE DE LA PLANCHE : PLAN D'ÉQUIPEMENTS DE LA STATION

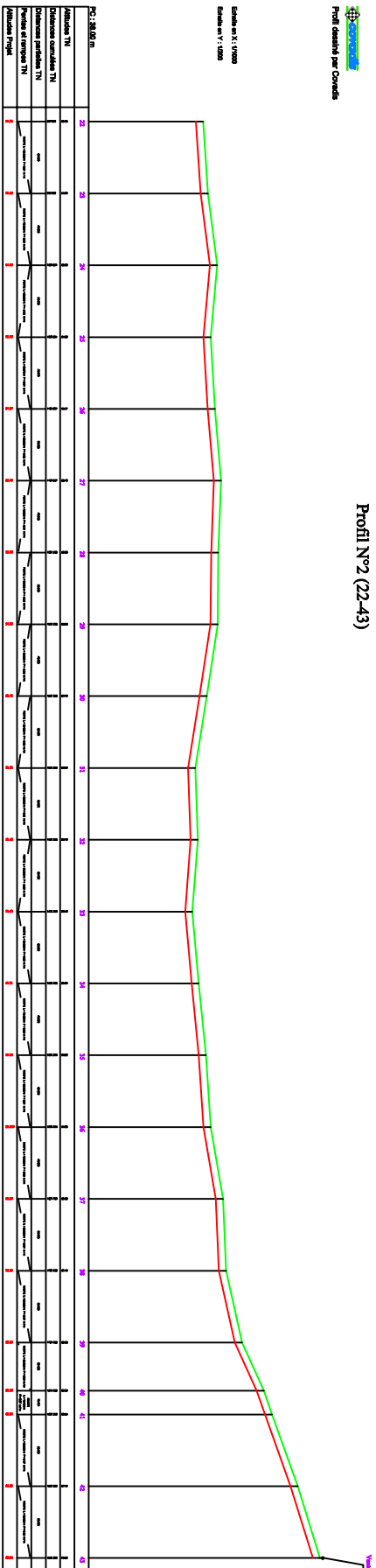
PHASE N°	ECHILLE 1/25	DATE 07/2023	N°DE PLANCHE 1/1
--------------------------	------------------------	------------------------	----------------------------



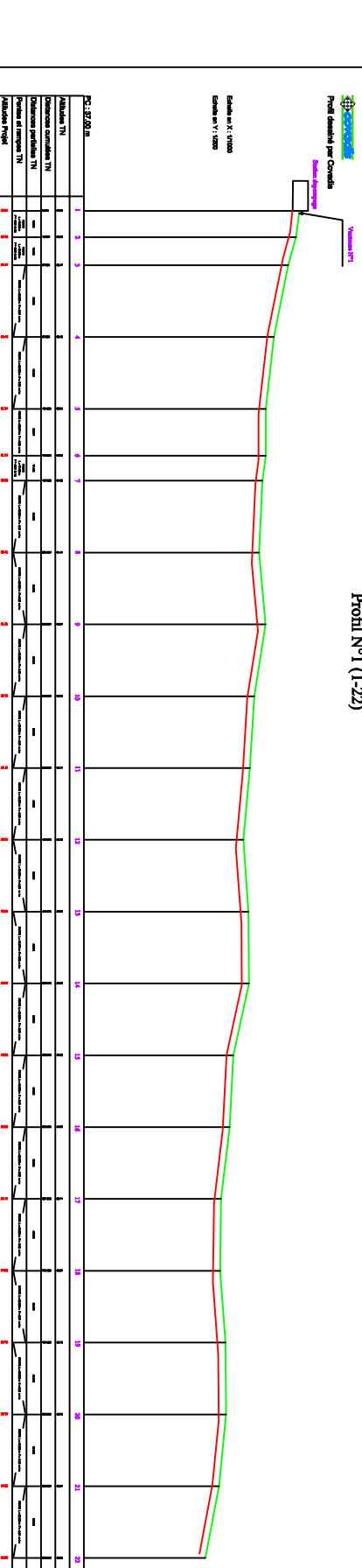
Nomenclature des équipements					
Re p	Désignation	DN [mm]	D [cm]	Longueur [m]	PN
16	Manchette a 2 brides. en acier	150	/	0.25	16
17	Manomètre	/	/	0.14	25
18	vanne papillon fonte double bride	150	/	0.14	16
19	Joint de démontage autobut	150	/	0.25	16
20	Compteur	150	/	0.40	16
21	Manchette a 2 brides en acier	150	/	0.30	16
22	Clapet anti-retour	150	/	0.10	16
23	Tuyau PEHD à soudees a 1 brides	160	/	3.60	16
24	Coude 90° (1/4) PEHD à soudees	250	/	/	16
25	Tuyau PEHD à soudees	250	/	2.00	16
26	Té égal PEHD	250	/	/	16
27	Manchette PEHD à soudees	250	/	0.60	16
28	Réduction PEHD à soudees	2	/	/	16
29	Cable électrique section	4x40	/	50.00	7
30			/	/	

Profil N°2 (22-43)

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/1000



Profil N°1 (1-22)



Institut de technologie -Soutir-

WILLAYA : ANNABA
DAIRA : AIN BEROUA

REALISE PAR: OUSOU CHAIM

PROJET
Renforcement en eau potable de l'agglomération de Medjez
Bassoul a partir de la station de pompage Lamhidi

OBSERVATION VISA

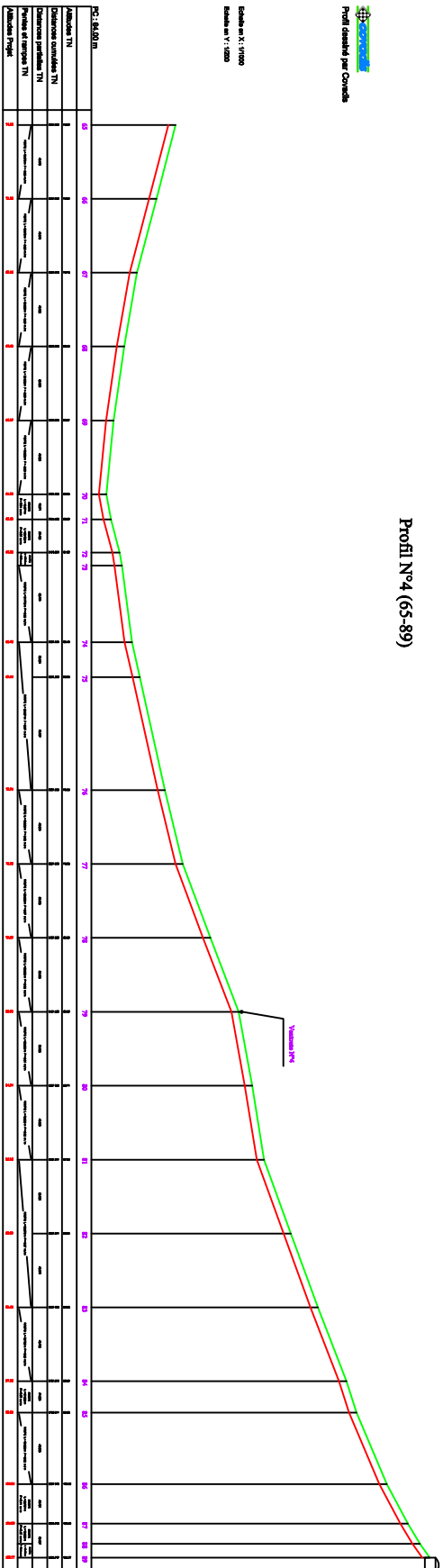
<p>CHIFFRE D'APPREHENSION : 2 Profil en long</p>	
<p>ÉCHELLE : 1/100</p>	<p>DATE : 07/2023</p>
<p>1/2</p>	

Profil N°4 (65-89)



Profil détaillé par Convexité

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/2000

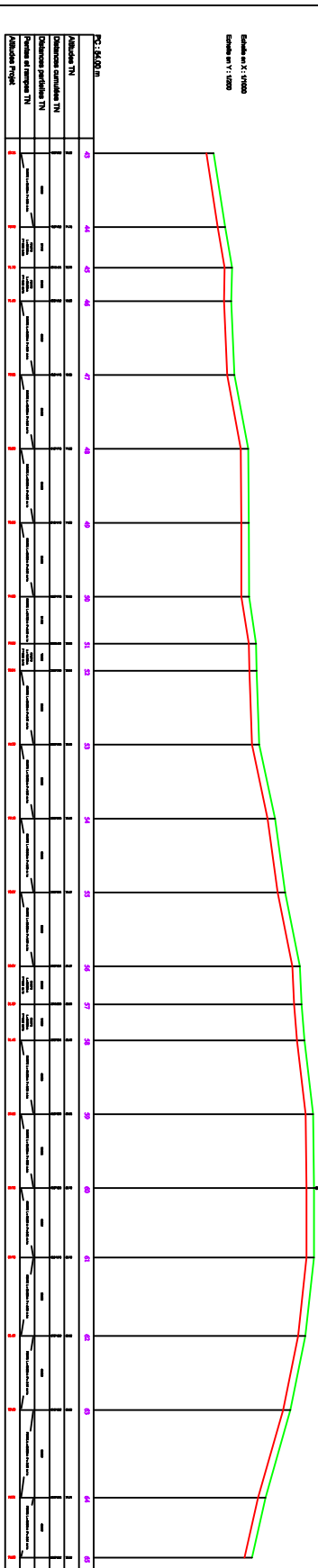


Profil N°3 (43-65)



Profil détaillé par Convexité

Echelle en X : 1/1000
Echelle en Y : 1/2000



Institut de technologie -Soutre-

VILLAVA : ANNABA
DABA : AIN HEROUA

REALISE PAR: CASMI CANVA

PROJET
Renforcement en eau potable de l'administration de Medjez
Bassoul a partir de la station de pompage Isabouli

OBSERVATION VISU

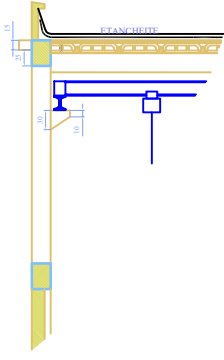
DATE DE L'ADRESSE 1 Profil en long

HOUE N° **PROJET** **DATE**

1/100 07/2023

2/2

REALISE PAR UN PRODUIT AUTODESK A BUT EDUCATIF



Institut de technologie -Bouira-

WILLAYA : ANNABA
DAIRA : Ain Berda
COMMUNE : Medjaz Rassoul

Réaliser par : GASMI Chaima

PROJET

Renforcement en eau potable de l'agglomération de Medjaz Rassoul a partir de la station de pompage Laubli

OBSERVATION

VISA

RELEVÉ DE LA PLANCHE : PLAN DE LA STATION DE POMPAGE :

FEUILLE N° 01	ECHELLE	DATE	N° DE PLANCHE
	1/25	07/2023	1/1

