

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université –Ain Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'hydraulique



Projet de Fin d'Etudes
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : Sciences et de la Technologie
Filière : Hydraulique
Spécialité : Hydraulique urbaine

Thème

**Alimentation en eau potable de la zone d'expansion touristique de
MADAGH- Commune de BOUZEDJAR**

Présenté Par :

- 1) Nedjadi Mustapha Mortada
- 2) Bentaieb Kamel

Devant le jury composé de :

Mme Benchekor	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Président
Mme Mostefaoui	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Examineur
Mr Nehari	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Encadrant
Mr. Benmia	UAT.B. B (Ain Temouchent)	Co-Encadrant

Année Universitaire 2024/2025

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant qui nous a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour accomplir ce travail.

Nous exprimons toute notre reconnaissance à M. LAMRI Rachid pour son soutien précieux, ses conseils et sa disponibilité tout au long de l'avancement de ce mémoire.

Nous remercions très sincèrement les membres du jury :

*Présidente de jury :
Madame. BENCHAKOUR HASSIBA*

*L'examineur :
Mme Mostefaoui*

Pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour leurs remarques constructives qui ne feront qu'enrichir davantage nos connaissances.

Nos remerciements les plus sincères vont également à l'encadrant principal Monsieur. NEHARI ABDERRAHMANE , et le Co-encadrant Monsieur BENMIA KOUIDER, pour leurs conseils précieux, leur disponibilité constante et leur accompagnement tout au long dans la réalisation de ce mémoire

Nous tenons également à remercier l'ensemble du corps professoral et administratif de l'université BELHADJ BOUCHAIB, pour le soutien apporté durant notre parcours universitaire.

Nos sincères remerciements vont également à nos familles pour leur soutien moral et leur encouragement constant durant cette période.

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, de près ou de loin, nous ont apporté leur aide et leur encouragement.

Dédicace

Je dédie humblement ce travail :

À ma chère maman, car derrière chaque réussite se cache une femme exceptionnelle. Tu as été cette force invisible et puissante qui a soutenu chacun de mes pas. Ton amour inconditionnel, tes sacrifices sans limites, tes prières sincères et ton dévouement sans relâche ont été la lumière de mon chemin. Sans toi, rien de tout cela n'aurait été possible. Tu es et resteras le cœur battant de chacune de mes réussites.

À mon père, cet homme qui a été pour moi à la fois un frère, un ami, un oncle, un confident, et surtout un père exemplaire. Par ta force, ta sagesse, ton écoute et ton amour constant, tu m'as donné le courage d'affronter les difficultés et la motivation de ne jamais baisser les bras. Grâce à toi, je suis devenu un homme. Ta présence a été un pilier solide dans chaque étape de ma vie.

À mes sœurs, Abir — ma sœur, mon soutien inconditionnel, ma confidente et celle qui a toujours cru en moi, même dans les moments de doute — et notre petite étoile Noor, dont les sourires innocents ont illuminé mes journées et donné à mon cœur la force de continuer.

À ma grand-mère adorée, dont les prières et l'amour ont été pour moi une source inépuisable de paix et de force intérieure.

À toute ma famille, qui a toujours été un soutien indéfectible, une source d'amour et de réconfort.

À Kamel, ami avant d'être partenaire dans ce travail, avec qui j'ai partagé les efforts, les doutes, les défis et les joies de cette aventure. Merci pour ton engagement, ta sincérité et ta précieuse collaboration.

À mes amis, pour leur présence, leurs encouragements et leur soutien constants.

Une dédicace particulière à mon ami Sid Ahmed CHENOUI, pour sa précieuse aide, ses conseils, sa disponibilité et sa générosité tout au long de cette aventure. Ta présence a été d'un grand réconfort.

Enfin, à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'accomplissement de ce travail. Chaque geste, chaque mot, chaque prière a été une pierre posée sur le chemin de cette réussite.

Dédicace

*À mes très chers parents,
Source inépuisable de vie, d'amour et d'affection.*

*À tous mes frères,
Dont la présence m'apporte joie et bonheur.*

*À mes chers cousins : Aya, Zidane, Rayan, Abir, Mohamed et Mustapha,
Merci pour vos sourires et votre tendresse.*

*À ma merveilleuse famille BENTAJEB,
Et à toutes les personnes portant le nom GUELAI,
Vous êtes une part essentielle de mon identité.*

*À Mortada,
Un véritable ami avant d'être un binôme, merci pour ton soutien fidèle.*

*À mes proches et véritables amis,
Peu nombreux, mais toujours présents dans les moments importants.*

*À Monsieur LAMRI Rachid,
Avec toute ma reconnaissance pour son aide précieuse et son
dévouement dans la réalisation de ce mémoire.*

*À vous, cher lecteur,
Merci de l'intérêt que vous portez à ce travail.*

Résumé

L'étude porte sur l'alimentation en eau potable de la zone touristique de Madagh, située dans la commune de Bouzedjar. Dans une perspective de planification territoriale durable, elle met en évidence l'absence d'infrastructures de base, notamment l'accès à l'eau, comme un obstacle majeur au développement touristique du site. Un diagnostic territorial approfondi est mené afin d'évaluer les ressources disponibles et d'identifier les déficits et contraintes. L'objectif est de proposer des solutions techniques viables, durables et adaptées aux besoins actuels et futurs, en intégrant les dimensions économiques, sociales et environnementales pour assurer la cohérence globale du projet

ملخص

تتناول هذه الدراسة مسألة تزويد المنطقة السياحية "مداغ" التابعة إدارياً لبلدية بوزجار بمياه الشرب. وفي إطار نهج التخطيط الترابي المستدام، تبرز الدراسة غياب البنى التحتية الأساسية، وخاصة الولوج إلى الماء، كعائق رئيسي أمام التنمية السياحية في الموقع. ولهذا، تم إجراء تشخيص ترابي معمق لتقييم الموارد المتاحة وتحديد النقائص والقيود. ويهدف هذا العمل إلى اقتراح حلول تقنية فعالة، واقعية ومستدامة، تستجيب للاحتياجات الحالية والمستقبلية، مع مراعاة الجوانب الاقتصادية والاجتماعية والبيئية لضمان انسجام المشروع مع متطلبات التنمية المستدامة

Abstract

This study focuses on the potable water supply for the tourist area of Madagh, which falls under the administrative jurisdiction of the Bouzedjar municipality. Within a sustainable territorial planning approach, the absence of basic infrastructure—particularly access to drinking water—is identified as a major obstacle to the site's tourism development. A thorough territorial diagnosis is conducted to assess available resources and identify gaps and constraints. The goal is to propose effective, realistic, and sustainable technical solutions that address both current and future needs while integrating economic, social, and environmental dimensions to ensure the overall coherence of the project.

Table des matières

Introduction 2
Opportunité de l'étude 2

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1 Présentation de la zone d'étude : 4
2 Localisation de la Z.E.T de Madagh : 4
3 Les caractéristiques topographiques : 7
 3.1 Cadre climatique : 7
 3.2 Température 7
 3.3 Humidité 7
 3.4 Evaporation 8
 3.5 Régime des vents 8
 3.6 Pluviométrie : 9
4 Aménagement 11
 4.1 Secteurs à aménager proposés : 11
 • Grands principes retenus : 11
 4.1.1 Respecter les caractéristiques naturelles du site : 11
 4.1.2 Valoriser les éléments structurants du paysage 11
 4.1.3 Respecter et valoriser le patrimoine naturel et culturel 12
 4.1.4 Intégrer les risques naturels dans le parti d'aménagement 12
5 Objectifs de développement touristique : 13
 5.1 Tourisme balnéaire : 14
 5.2 Tourisme familial : 14
 5.3 Tourisme de plaisance : 14
 5.4 Tourisme de sport : 14
 5.5 Axes principaux d'aménagement : 14
6 Programmation de la ZET : 15

CHAPITRE II : ÉVALUATION DES BESOINS (FUTURE ZONE TOURISTIQUE)

1	Etude de l'environnement hydrique (Ressources hydriques).....	17
1.1	Eau souterraine	17
1.2	Transfert du Monobloc de dessalement de Bouzedjar.....	17
1.3	Raccordement en AEP de la zone de Madagh à partir d'un piquage	17
2	Besoins en eau potable.....	18
2.1	Démographie	18
2.2	Estimation des besoins.....	18
2.3	Débit non domestique	19
2.4	Débit de fuite.....	19
2.5	Débit moyen journalier total	20
2.6	Etude des variations des débits.....	20
2.7	Variation de la Consommation minimale journalière.....	20
2.8	Variation de la consommation horaire.....	21
2.9	Le débit minimum horaire	21
2.10	Le débit maximum horaire.....	22

CHAPITRE III : CHOIX DE LA TRACE DE L` ADDUCTION VERS LA PLAGE

MADAGH ET DIMENSIONNEMENT DE LA CONDUITE D` ADDUCTION

1	Adductions	24
1.1	Adduction gravitaire :.....	24
1.2	Adduction par refoulement :	24
1.3	Adduction mixte :.....	25
1.4	Choix du tracé	25
2	Choix du type de canalisation.....	26
3	Etude de l'adduction	29
3.1	Les étapes du choix de la station de pompage SP1	29
3.2	les profils en long de l'adduction vers madagh	30
4	Etude des variantes :	34
4.1	Proposition des variantes :	34
4.2	Variante N°1	34

4.3	Variante N2	35
4.4	Analyse et choix de la variante	37
5	Etude technico-économique de l'adduction	37
5.1	Etude de l'adduction par refoulement	37
5.2	Choix de la gamme des diamètres	37
5.3	Calcul des pertes de charges	38
	• Pertes de charge linéaires (ΔH_L) :	38
	• Pertes de charge singulières (ΔH_s)	39
	• Pertes de charge totales (ΔH_t)	39
5.4	Calcul de la hauteur manométrique totale	39
5.5	Puissance absorbée par la pompe	39
5.6	Energie consommée par la pompe	40
5.7	Frais d'exploitation	40
5.8	Frais d'amortissement	40
6	Variante 1 :	41
6.1	Etude de l'adduction gravitaire	43
	6.1.1 Calcul des diamètres avantageux de la conduite gravitaire	43
7	Variante 2	45
7.1	Etude de l'adduction gravitaire	46
	7.1.1 Calcul des diamètres avantageux de la conduite gravitaire	46
8	Comparaison entre les deux variantes	47
8.1	Conclusion :	47
9	Protection des conduites contre le coût de bélier	48
9.1	Définition	48
9.2	Les risque dus aux coups de bélier	48
	9.2.1 Risque de forte pression	48
	9.2.2 Pression négative	48
	9.2.3 Fatigues des conduites	48
9.3	Moyens de protection contre le coup de bélier	48
	9.3.1 Les volants d'inertie :	48
	9.3.2 Les soupapes de décharge :	49
	9.3.3 Les réservoirs d'air :	49
	9.3.4 Les cheminées d'équilibre	50

9.4	Analyse physique du phénomène du coup de bélier	51
9.5	Calcul de la célérité d'ondes	52
9.5.1	Coefficient k pour divers matériaux :	52
9.5.2	Valeur numérique du coup de bélier :.....	53
9.5.3	Cas de la fermeture lente :.....	53
9.5.4	Méthodes de calcul du réservoir d'air :	54
9.6	Calcul du volume de réservoir d'air :(partie refoulement)	55

CHAPITRE IV : SIMULATION ET INTERPRÉTATION LOGICIEL UTILISÉ

Logiciel utilisé « EPANET 2.0 ».....	58
1 Présentation du logiciel.....	58
2 Domain d'application.....	58
3 Résultats de la simulation EPANET :.....	58
4 Conclusion.....	64
Conclusion.....	66
Bibliography	Error! Bookmark not defined.

List des abréviations

ZET	Zone d'Expansion Touristique
AEP	Alimentation en Eau Potable
SP1 / SP2	Station de Pompage 1 / 2
RV	Réservoir
VSA	Village Social Agricole (dans le contexte Houaoura)
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
PVC	Polychlorure de vinyle
ETP	Évapotranspiration Potentielle
Qj	Débit journalier
Qmin / Qmax	Débit minimum / maximum
Kmaxj / Kminj	Coefficient d'irrégularité journalier maximal / minimal
HMT	Hauteur Manométrique Totale
DA	Dinar Algérien
m³/s, l/s	Mètres cubes par seconde / litres par seconde
D	Diamètre (souvent en mm)
Hg, ΔH	Hauteur géométrique, pertes de charges
Qf	Débit de fuite
EPANET 2.0	Logiciel de simulation hydraulique

Liste des figures

FIGURE 1: LA ZONE D'ETUDE DE MADAGH	4
FIGURE 2: LOCALISATION DES ZONES D'EXPANSION DES SITES TOURISTIQUES (ZET) [2]	6
FIGURE 3 : ZOOM SUR UNE PARTIE DE LA ZEST DE MADAGH [2].....	6
FIGURE 4: ADDUCTION GRAVITAIRE A PARTIR D'UNE SOURCE [5].....	24
FIGURE 5 : ADDUCTION PAR REFOULEMENT.....	25
FIGURE 6: FONTE DUCTILE [6].....	27
FIGURE 7: ACIER SOUDABLE [7]	27
FIGURE 8: PEHD [6]	28
FIGURE 9: BETON ARME [6]	28
FIGURE 10 : PLAN DE TRACE DU RESEAU D'AEP VERS MADAGH [4]	29
FIGURE 11 TRONÇON GLOBALE [4].....	30
FIGURE 12: TRANÇONS 01 [4]	31
FIGURE 13 : TANÇONS 02 [4]	32
FIGURE 14 : TANÇONS 03 [4]	33
FIGURE 15: SCHEMA SYNOPTIQUE DE VARIANTES	ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.
FIGURE 16: SCHEMA DE VARIANTE 1	35
FIGURE 17: SCHEMA DE VARIANTES 2.....	36
FIGURE 18: UNE SOUPAPE DE DECHARGE [9]	49
FIGURE 19. UN RESERVOIR D'AIR [10].....	50
FIGURE 20: UNE CHEMINEE D'EQUILIBRE [11]	51
FIGURE 21 : VUE EN GENERALE DU TRACE ET PROFIL EN LONG DE LA CONDUITE D'ADDUCTION VERS MADAGH	59
FIGURE 22. REPRESENTE LE TRACE DE LA CONDUITE D'ADDUCTION PAR SATELLITE.....	60
FIGURE 23 : DESCRIPTION DU TRACE DE LA CONDUITE POUR AEP DE LA ZONE DE SID MADAGH.....	61
FIGURE 24 : PROFIL EN LONG DE L'ADDUCTION SIMULE PAR EPANET.....	61
FIGURE 25: SIMULATION HYDRAULIQUE PAR LOGICIEL EPANET.....	62

Liste des tableaux

TABLE 1 : TEMPERATURES MOYENNES INTERANNUELLES, STATION DE LA REGION D'ORAN [1]	7
TABLE 2: REPARTITION MENSUELLE DE L'EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE	8
TABLE 3: MOYENNES INTERANNUELLES DES VENTS [1]	9
TABLE 4 : VALEURS DES PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES A [3]	10
TABLE 5 : PROGRAMME DES SURFACES ET DES CAPACITES [1]	15
TABLE 6 : ESTIMATION DE LA POPULATION	18
TABLE 7 : DEBIT DOMESTIQUE	19
TABLE 8: DEBIT NON-DOMESTIQUE	19
TABLE 9: DEBIT MOYEN JOURNALIER TOTAL	20
TABLE 10: VARIATION DE LA CONSOMMATION JOURNALIERE	21
TABLE 11: VARIATION DE BMIN EN FONCTION DU NOMBRE D'HABITANTS	21
TABLE 12 : TABLEAU EN FONCTION DE LA TAILLE D'AGGLOMERATION	22
TABLE 13 : PROFIL DE TRONÇON GLOBAL	30
TABLE 14: PROFIL DE TRONÇON 01	31
TABLE 15: PROFIL DE TRONÇON 02	32
TABLE 16: PROFIL DE TRONÇON 03	33
TABLE 17: LES RESULTATS TROUVES POUR LE CALCUL DU DIAMETRE ECONOMIQUE DE TRONÇON SP1- RV TAMPON .41	
TABLE 18: LES FRAIS D'AMORTISSEMENT DU TRONÇON SP1- RV TAMPON	41
TABLE 19: LES FRAIS D'EXPLOITATION DU TRONÇON SP1- RV TAMPON	41
TABLE 20: BILAN DU TRONÇON : SP1- RV TAMPON	42
TABLE 21: LES RESULTATS TROUVES POUR LE CALCUL DU DIAMETRE ECONOMIQUE DE TRONÇON TRONÇON SP2- RV PROJETE MADAGH	42
TABLE 22: LES FRAIS D'AMORTISSEMENT DU TRONÇON SP2- RV PROJETE MADAGH	42
TABLE 23: LES FRAIS D'EXPLOITATION DU TRONÇON SP2- RV PROJETE MADAGH	42
TABLE 24: BILAN DU TRONÇON SP2- RV PROJETE MADAGH	43
TABLE 25: COEFFICIENTS K', M, B POUR DIFFERENTS TYPES DU TUYAU	44
TABLE 26: DIAMETRE CALCULE POUR L'ADDUCTION GRAVITAIRE	44
TABLE 27: FRAIS D'INVESTISSEMENT DES CONDUITES GRAVITAIRES	45
TABLE 28: LES RESULTATS TROUVES POUR LE CALCUL DU DIAMETRE ECONOMIQUE DE TRONÇON TRONÇON SP (SP2) - RV PROJETE MADAGH	45
TABLE 29: FRAIS D'AMORTISSEMENT DU TRONÇON SP (SP2) -RV PROJETE MADAGH	45
TABLE 30: FRAIS D'EXPLOITATION DU TRONÇON SP (SP2) - RV PROJETE MADAGH	45
TABLE 31: BILAN DU TRONÇON : SP (SP2) - RV PROJETE MADAGH	46
TABLE 32: DIAMETRE CALCULE POUR L'ADDUCTION GRAVITAIRE	46
TABLE 33: FRAIS D'INVESTISSEMENT DES CONDUITES GRAVITAIRES	46
TABLE 34: FRAIS D'INVESTISSEMENT DES CONDUITES GRAVITAIRES	47
TABLE 35: COEFFICIENT K POUR DIVERS MATERIAUX	52
TABLE 36: CALCUL DE HMT SP1-RV TAMPON	56
TABLE 37: CALCUL DE HMT SP2-RV PROJETE	56
TABLE 38 : REPRESENTE RESULTAT DE LA SIMULATION (VITESSES ET PERTES DE CHARGE)	63
TABLE 39: REPRESENTE RESULTAT DE LA SIMULATION (PRESSION ET CHARGE HYDRAULIQUE)	63

INTRODUCTION

Introduction générale

Introduction

La zone d'expansion touristique de Madagh commune de Bouzedjar fait partie des grandes préoccupations des autorités locales de la Wilaya d'Ain Temouchent, à l'image de l'importance cruciale que réserve le gouvernement au secteur du tourisme.

Le secteur du tourisme constitue aujourd'hui un levier efficace pour la réalisation des objectifs de croissance durable, de résorption de chômage et de réduction de la pauvreté. Ainsi, et en vue de promouvoir la zone de Madagh, la direction du tourisme à Finalisé une étude d'aménagement de la zone d'expansion touristique (Z.E.T) afin de pouvoir concrétiser les différents programmes de développement au niveau de cette zone, dans la perspective d'atteindre les objectifs escomptés, à savoir mettre en valeur cette zone qui deviendrait un pôle Touristique important pour La wilaya et pour l'économie nationale.

La mise à niveau de cette zone vierge nécessite la viabilisation en matière d'ouverture de voies, de routes, de réalisation des différents réseaux tels que l'alimentation en eau potable, l'assainissement, l'électricité, la fibre optique...etc.

La présente étude prendra en charge le volet de l'alimentation en eau potable da la zone de Madagh vu que celle-ci est dépourvue complètement de système d'AEP, à savoir, la ressource hydrique, l'adduction, le stockage ainsi que le réseau de distribution.

Opportunité de l'étude

L'eau est très importante pour la vie ; Sans eau pas de nourriture, pas d'animaux, pas d'humains. Vu son importance, l'eau est utilisée pratiquement dans tous les secteurs, pour la boisson, le lavage, l'irrigation, l'industrie...etc

L'accès à l'eau est une problématique de plus en plus pressante. L'opportunité de cette étude est de trouver la ressource hydrique nécessaire et suffisante pour couvrir les besoins en eau potable de la Z.E.T de Madagh.

Ainsi, il faut bien réfléchir pour investir d'une façon raisonnable dans le secteur de l'eau en se basant sur la durabilité, la technicité et le cout de l'investissement et de l'exploitation. Cette étude prendra en charge :

- La présentation de la zone d'étude
- L'évaluation des besoins en eau potable de cette zone
- Choix de la ressource hydrique à mobiliser
- Choix du tracé de l'adduction et le système d'AEP à mettre en place
- Dimensionnement du réseau d'AEP projeté
- Calcul du cout d'investissement et des frais d'exploitation
- Etude de protection contre le coup de bélier
- Simulation hydraulique par logiciel « **Epanet 02** »

CHAPITRE I :
PRÉSENTATION DE LA
ZONE D`ÉTUDE (PLAGE DE
MADAGH)

1 Présentation de la zone d'étude :



Figure 1: la zone d'étude de Madagh

2 Localisation de la Z.E.T de Madagh :

La zone d'expansion touristique ZET de Madagh relevant de la commune de Bouzadjar se trouve située dans l'extrême Est de la côte littorale de la wilaya d'Ain Temouchent non loin de la limite administrative de la Wilaya d'Oran.

Elle s'étend sur une superficie de 277ha avec une longueur en front de mer de 2430 m linéaire et une profondeur de 1544 m linéaire ; elle est délimitée comme suit :

A l'Est et nord-Est : par la ligne fictive qui relie les

Points P01 à P07 de coordonnées respectives :

P01: X=675351,00m ; Y=3945 463,00m

P02: X=675435,00m ; Y=3945224,00m

P3: X=675618,00m ; Y=3944991,00m

P4: X=675770m ; Y=3944881,00m

P5: X=675889,00m ; Y=3944847,00m

P6: X=676093,00m ; Y=3944864,00m

P7: X=676314,00m ; Y=3944923,00m

Au Sud et au Sud-Est : par la ligne fictive qui relie les points « CLARKE 1880 » P8, P9, P10, P11, P12, P13,

P14 et P15 de coordonnées respectives:

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

P8:X=67660,00m;Y=3945 051,00m

P9:X=675959,00m; Y=3943968,00m

P10:X=675746,00m; Y=3943724,00m

P11:X=675464,00m ; Y=3943556,00m

P12:X=675313,00m ; Y=3943507,00m

P13:X=674985,00m ; Y=3943476,00m

P14:X=674278,00m ; Y=3943616,00m

P15:X=674047,00m ; Y=3943705,00m

A l'Ouest : par la ligne fictive qui relie les points « CLARKE 1880 » P15, P16 de coordonnées respectives :

P15:X=674047,00m ; Y=3943705,00m

P16:X=673869,00m ; Y=3944691,00m

La ZET est classée par décret N°10-131 du 29.04.2010, et ce, suite à la réalisation de la liaison routière qui relie les deux wilayates (Oran et Ain Temouchent)

Madagh-Bouzedjar et aussi pour le riche potentiel naturel dont recèle cette région (plage, crique, forêt, bosquet...).

Elle est distante de 57 km de la ville d'Ain Temouchent et de 11 km seulement du chef lieu de commune Bouzadjar comme elle se trouve à quelques 07 km de la métropole d'Oran.

La Z.E.T est distante de son environnement avoisinant de:

- 07 km d'Oran.
- 122 km de Sidi Bel Abbès.
- 130 km de Tlemcen [1]

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

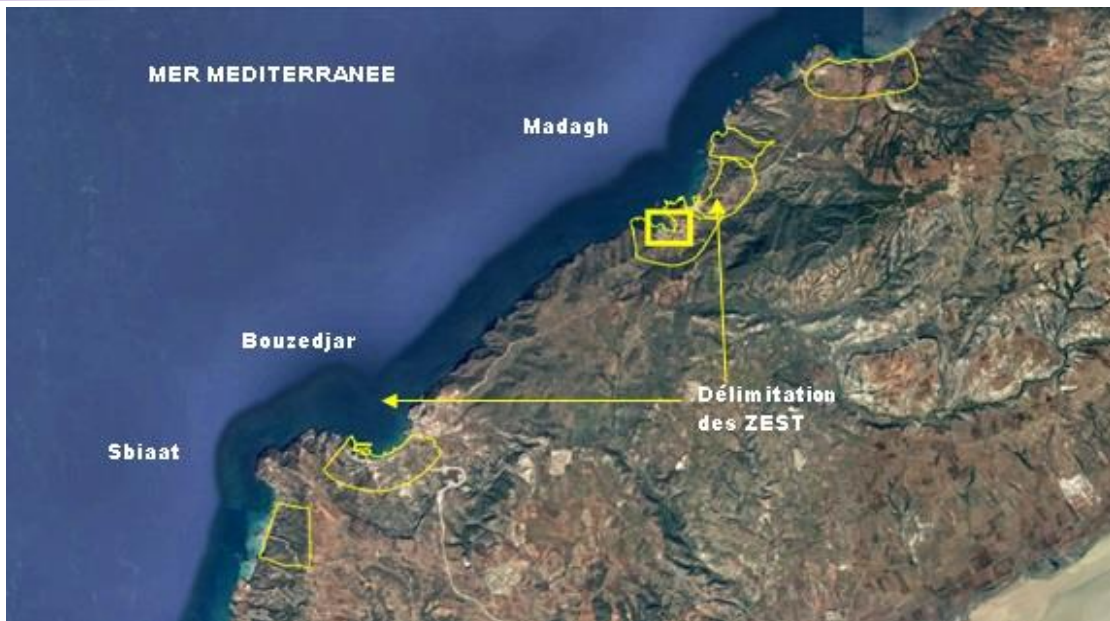


Figure 2: Localisation des Zones d'Expansion des Sites Touristiques (ZET) [2]

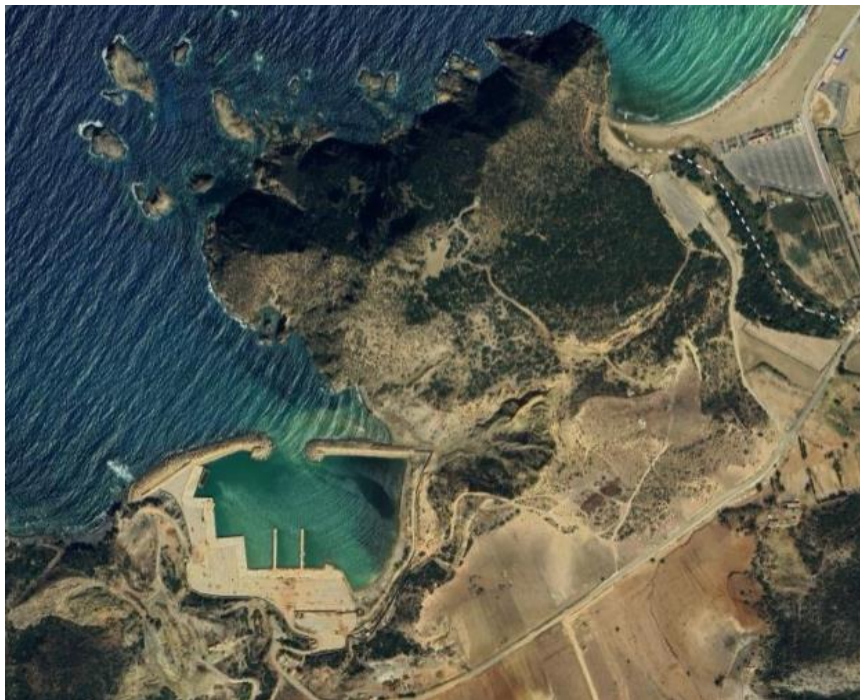


Figure 3 : Zoom sur une partie de la ZEST de Madagh [2]

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

3 Les caractéristiques topographiques :

Une région présente trois grands ensembles naturels. Le relief est un facteur essentiel, il détermine en grande partie l'aptitude au ruissellement des terrains, l'infiltration et l'évaporation. La région Nord-ouest Algérienne en fonction de la géologie, de la lithologie et de la topographie, s'organise en trois grands ensembles naturels qui peuvent être identifiés comme suit : la zone littorale, les espaces intérieurs et les espaces sub steppiques.

C'est un ensemble constitué par une succession de massifs montagneux, côtiers et sublittoraux, et de plaines, la zone littorale présente une bordure côtière environ 340 km qui soit 28 % du cordon littoral de l'Algérie [1]

3.1 Cadre climatique :

Se caractérise par un climat méditerranéen, un été chaud et un hiver tempéré. Le régime climatique se caractérise par des vents qui n'apportent généralement que peu d'humidité (vents de direction Nord - Ouest, Sud Est). [1]

3.2 Température

La connaissance des températures dans une région ainsi que la maîtrise de leurs variations sont autant d'éléments fondamentaux qui conditionnent les potentialités hydriques, particulièrement par l'effet de l'évapotranspiration en matière de bilan de l'eau. Les observations climatiques sont généralement irrégulièrement effectuées, surtout en ce qui concerne la température à l'échelle horaire ou journalière. (DSA) [1]

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Jul	Aout	AN
Température °C	22,7	19,1	15,5	13,0	12	12,5	13,7	15,1	17,7	21,1	24,2	25	

Table 1 : Températures Moyennes Interannuelles, Station de la région d'Oran [1]

3.3 Humidité

Il est à rappeler que l'humidité est en réalité mesurée en fonction de la température de l'air sec conjointement avec celle fournie par le thermomètre mouillé (psychromètre) dont la valeur n'est pas obtenue sans difficulté de dépouillement. Pour nous permettre de donner une valeur moyenne plus représentative, nous avons jugé utile de traiter deux stations voisines, l'une El-Ançor, située sur le littoral, donnant l'état hygrométrique des surfaces humides (mer), l'autre, Aïn Temouchent (Trois Marabouts), est censée représenter la partie continentale étudié. L'humidité relative annuelle moyenne est évaluée respectivement à environ 69% dans les continents à l'intérieur du bassin et à 73% à proximité des côtes. (DSA). [1]

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

3.4 Evaporation

L'évaporation, désignée généralement sous le terme de l'évapotranspiration en intégrant physiquement le phénomène biologique des espèces de la flore, représente un des principaux éléments de la climatologie rentrant dans la formulation du bilan hydrique d'une unité hydrologique. Ce processus de l'évaporation nous permet d'étudier directement la transformation physique de l'eau en vapeur à partir des surfaces libres. Les relevés effectués à la station de Aïn Temouchent dans le bac d'évaporation classique ont pu situer la tranche d'eau qui pourrait se transformer en vapeur de manière convenable. [1]

Mois	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Jun	Jul	Aout	AN
ETP en mm	130	88	59	44	47	59	89	113	132	156	173	157	
ETP en %	10,4	7,1	4,8	3,6	3,8	4,8	7,1	9,1	10,6	12,5	13,9	12,6	

Table 2: Répartition mensuelle de l'évapotranspiration potentielle

Compte tenu des valeurs observées à la station d'Ain Témouchent, l'état hygrométrique du bassin se présente de manière sévère en fin de matinée aux heures chaudes. La vitesse d'évaporation peut atteindre 1 mm à l'heure au début d'après-midi, voire 2 mm/h en temps de sirocco, pour décroître à 0,2 mm/h au petit jour au lever du soleil, en suivant la même allure de croissance de la température diurne. Il est à signaler que les variations de l'évaporation sont en étroite relation avec les forces du vent qui, par son caractère aride, peut faire augmenter le pouvoir évaporant du simple au double.

4 Chapitre I : Présentation de la zone d'étude Les mesures effectuées à la station d'Ain Témouchent, montrent une extrême dissipation d'eau par les conditions climatiques sévères en périodes des étiages. Le pouvoir évaporant, très accentué en été, exige pour la grande saison sèche de l'année, près de 70% du total annuel. La tranche d'eau maximale brute évaporée annuellement sur une surface libre est estimée à près de 1247mm. [1]

3.5 Régime des vents

Le vent est un des éléments les plus caractéristiques du climat, la possibilité de procéder à un projet d'aménagement quelconque, particulièrement dans l'édifice des ouvrages d'art, lui confère un intérêt important en matière de connaissance des vitesses maximales dont la région est soumise. Les potentialités d'évapotranspiration sont également liées aux mouvements de l'air qui conditionnent les variations du bilan hydrique à l'échelle des valeurs moyennes mensuelles et annuelles. [1]

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

Mois	Sep t	Oct	No v	Dec	Jan	Fev	Mar s	Avr	Mai	Jun	Jul	Aou t	AN
Vmoy (1/10)	17,9	16,8	22,5	22,2	21,7	23,4	22	27,4	19,5	19,8	15,3	16,2	21
Vmax	17,2	16,8	18,2	20,5	18,7	20,3	22,4	20,6	20,5	16,3	14,7	15,3	27,3
VmxAbs	24	24	24	29	28	32	32	30	27	19	16	18	32

Table 3: Moyennes interannuelles des vents [1]

Cependant, le secteur géographique dominant les vents moyens à forts, voire violents, reste celui dont la trajectoire principale est conditionnée par la direction de masses d'air frontales d'origine atlantique. Autrement dit, il s'agit des secteurs Ouest et Nord-Ouest donnant plus de 80 % de fréquence selon la circulation générale de l'atmosphère à l'échelle planétaire. Il est à noter que plus de la moitié des vents proviennent de l'atlantique suivant les courants d'air synoptiques en relation directe avec les centres d'action cycloniques accompagnés des perturbations météorologiques frontales. (DSA).

3.6 Pluviométrie :

Année	Précipitations (mm)
1970	489.10

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

1971	640.50
1972	497.60
1973	496.90
1974	427.00
1975	387.40
1976	364.90
1977	382.90
1978	344.30
1979	385.70
1980	414.60
1981	218.40
1982	346.70
1983	325.10
1984	516.20
1985	572.00
1986	392.70
1987	164.10
1988	209.30
1989	325.50
1990	257.70
1991	351.60
1992	253.30
1993	330.90
1994	215.10
1995	297.40
1996	195.20
1997	268.30
1998	191.30
1999	213.90
2000	364.80
2001	251.60
2002	237.10
2003	155.80
2004	196.60
2005	211.20
2006	244.70
2007	220.30
2008	397.80
2009	194.30
2010	252.70
2011	296.10
Moyenne	302.34

Table 4 : Valeurs des précipitations moyennes annuelles à [3]

On remarque une prépondérance d'un front déficitaire durant la période comprise entre 1996 et 2008 où plusieurs valeurs annuelles se trouvent en dessous de la moyenne annuelle qui est de 449,2

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

mm, par contre la décennie : 1979-1992 apparait comme excédentaire, où l'on enregistre un maximum durant l'année 1990-1991 de 714 mm .

4 Aménagement

4.1 Secteurs à aménager proposés :

- **Grands principes retenus :**

La définition des secteurs du secteur urbanisable et des secteurs constructibles, s'appuie notamment sur le diagnostic issu de l'analyse de l'état initial de la Z.E.T et la prise en considération des grands principes de développement durable tels que présentés ci-après :

4.1.1 Respecter les caractéristiques naturelles du site :

En fonction des connaissances mises en évidence par l'analyse des facteurs naturels régissant les évolutions de ces sites, la programmation doit être faite en respectant la nature sauvage caractérisant le site avec la présence de falaises et milieux boisés de la zone.

L'urbanisation doit toucher les terrains qui s'y prêtent et qui sont les terrains au centre de la ZET de nature agricole. Les espaces extérieurs à cette zone représentée par l'espace forestier et maquis doivent être entretenus, ménagés et valorisés. Il s'agit de milieux très stables, inconstructible pouvant entraîner de forts équilibres sur l'environnement de la ZET et la région.

En effet, l'ensemble des boisements existant genre : Eucalyptus, palmier nain, Oliastre doit d'ailleurs faire partie du projet, car il doit être non seulement maintenu, mais aussi réhabilité par des jeunes plantations complémentaires.

Encore plus, une superficie de 3ha de plantation nouvelle doit faire l'objet d'une forêt récréatif comportant plusieurs plantations à savoir : pin d'Alep, pin pignon et pin martine, Eucalyptus, murée fraîne, peuplier, palmier phynix (clôture cypier, casuarina). [1]

4.1.2 Valoriser les éléments structurants du paysage

Parmi les éléments structurants du paysage mis en exergue par l'analyse de l'état initial :

- Les petites plages existant et qui sont actuellement inaccessibles à cause du projet de l'abri de pêche en cours de réalisation.
- Présence de terrains boisés, constitués par les forêts qui doivent être maintenues, protégées et même densifiées.
- Des hauteurs constituant le relief par la présence de falaises :

La préservation des éléments structurants du paysage concerne également la protection des falaises donnant sur la mer.

- Les espaces cultivés : nous optant à degrés évolués, pour la réservation des espaces agricoles cultivés situés à proximité des zones à urbaniser. Ces terrains formés de petites unités paysagères à vocation agricole doivent être maintenus afin de préserver un paysage caractéristique avec vue sur des cultures fruitières et maraichères. [1]

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

4.1.3 Respecter et valoriser le patrimoine naturel et culturel

Le patrimoine naturel existant représenté par les espaces boisés qui concerne les forêts et les maquis doit être préservé et valorisé et même densifier en introduisant d'autres éléments naturels pour des fins touristiques comme forêt récréative située à proximité des zones à urbaniser en bas maquis dans la zone nord-Est de la ZET.

Aussi, le port de pêche en cours de projet, avec les activités qu'il introduira peuvent constituer un élément fort du patrimoine du site.

Adapter l'implantation du bâti et les constructions au contexte climatique, en fonction de l'insolation, des directions des vents dominants

La topographie et l'environnement de proximité influencent fortement les potentiels de ventilation naturelle des bâtiments et les caractéristiques des vents dominants.

Ils peuvent varier en fonction de la situation, de la hauteur et des volumes de constructions. De la même manière, l'énergie solaire que reçoit un bâtiment varie en fonction de l'orientation de la construction.

En adaptant les implantations des constructions à ces différents facteurs, il est possible de limiter les consommations d'énergies et de s'inscrire ainsi dans une démarche de développement durable. [1]

4.1.4 Intégrer les risques naturels dans le parti d'aménagement

Les risques naturels d'inondations ont été pris en compte, en évitant toute construction au front du sens d'écoulement des cours d'eau afin d'assurer un écoulement maximal des eaux en période de crues. La densification de la couverture végétale dans les zones boisées et nues permettra également de retenir les sols et de maîtriser en partie l'écoulement et l'infiltration des eaux de pluie. Les risques d'incendies peuvent être par exemple pris en compte dans le cadre du projet d'aménagement par la création de tranchées pare-feu en limite des zones boisées, par la plantation d'essences variées évitant ainsi la plantation unique de résineux à la combustion facile. Les risques sismiques seront prévenus à travers des constructions respectant les normes antisismiques en vigueur.

Prévenir la pollution des sols et des nappes en tenant compte du contexte géologique et hydrologique

Dans le cadre d'un projet d'aménagement touristique orienté vers le tourisme balnéaire, il est essentiel de préserver le milieu marin et la qualité des eaux de baignade.

Le projet permettra la réalisation d'un réseau d'assainissement séparatif et le traitement des eaux avant rejet vers le milieu naturel.

Economiser les ressources naturelles des zones de collecte des eaux pluviales pourront permettre l'arrosage des jardins et espaces verts. Les eaux traitées pourraient servir au même usage.

- Choix de la zone aménageable :

Pour la zone aménageable de notre projet, couvrir différents types d'espaces :

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

- Les secteurs des zones boisées et qui ne doivent pas être construits, mais au contraire, protégés, confortés et valorisés.

- Les formations des falaises : La préservation des éléments structurants du paysage concerne également la protection des falaises donnant sur la mer.

- Choix des terrains constructibles :

L'étude de l'état initial de la Z.E.T. permet de faire un choix des terrains destinés pour l'urbanisation avec le maintien des terrains à préserver et à valoriser qui constitue l'espace boisé et les falaises

Des zones de collecte des eaux pluviales pourront permettre l'arrosage des jardins et espaces verts. Les eaux traitées pourraient servir au même usage.

- Choix de la zone aménageable :

Pour la zone aménageable de notre projet, couvrir différents types d'espaces :

- Les secteurs des zones boisées et qui ne doivent pas être construits, mais au contraire, protégés, confortés et valorisés.

- Les formations des falaises : La préservation des éléments structurants du paysage concerne également la protection des falaises donnant sur la mer.

- Choix des terrains constructibles :

L'étude de l'état initial de la Z.E.T. permet de faire un choix des terrains destinés pour l'urbanisation avec le maintien des terrains à préserver et à valoriser qui constitue l'espace boisé et les falaises.

Après analyse exhaustive de l'état initial de la Z.E.T., les terrains qui ont fait objet de terrains pour urbanisation sont localisés dans la partie centre de la ZET de Madagh entourés par les falaises au nord et la forêt au sud soit une superficie maximale de 112 ha est destinée pour urbanisation représentant 40.43% de la surface totale de la ZET [1]

5 Objectifs de développement touristique :

Le site de madagh dispose d'atouts majeurs en faveur du tourisme régional que national :

Chapitre I : présentation de la zone d'étude (plage de MADAGH)

- un vaste patrimoine naturel,
- sa proximité des infrastructures routières, portuaires et aéroportuaire,
- la demande émergente au plan national.

5.1 Tourisme balnéaire :

De par sa situation géographique et sa caractéristique territoriale faisant la continuité de la ZET madagh Oran, la ZET de madagh offre par conséquent un potentiel de tourisme balnéaire assez important surtout après la saturation des autres sites balnéaire de la wilaya.

Ce type de tourisme sera développé tant sur le plan régional que national.

5.2 Tourisme familial :

Le tourisme familial national fait appel à des hébergements spécifiques tels que des villas ou des bungalows de taille importante dont la configuration doit être adaptée pour des familles nombreuses.

Il s'agit d'une clientèle exigeante quant à l'espace disponible.

Les nationaux non-résidents, revenant pendant les congés, représentent une demande importante en matière de produits touristiques balnéaire et notamment familial.

Les organismes concernés exercent l'activité principale suivante : centres et villages de vacances mettant éventuellement à la disposition des touristes des services de restauration, de loisirs ou de sports et des installations sanitaires. Ils peuvent exploiter des terrains de camping ou caravaning.

5.3 Tourisme de plaisance :

Ce type de tourisme sera favorisé par la projection des zones de plaisance à la mer lié à l'abri de pêche en cours de réalisation.

5.4 Tourisme de sport :

Le tourisme sportif est un secteur destiné particulièrement aux jeunes. Ces derniers sont intéressés par les activités sportives, de découvertes et de loisirs.

Ce type de tourisme nécessite un développement soutenu par les autorités. Dans ce domaine, de nombreuses activités touristiques peuvent se développer en direction des enfants, des jeunes, et des équipes sportives locales

5.5 Axes principaux d'aménagement :

- Créer des équipements d'hébergement, de restauration et d'animation pour conforter et développer le tourisme balnéaire.
- Favoriser le tourisme familial par la création d'hébergements : hôtels, résidence.
- Favoriser l'installation d'une série d'équipements liés à la mer (marina, club nautique, club de pêche...etc).
- Favoriser la préservation et la densification des espaces naturels par la création d'espace communautaire touristique de loisir et de détente par la création de foret récréative. [1]

6 Programmation de la ZET :

Programme	Surface ha	Capacité en lits
Foret récréative	47.07	-
Zone de reboisement	02.70	-
Résidence touristique	17.50	536
Hôtel 03***	03.33	100
Complexe touristique	07.43	215
Equipement touristique de loisir	10.52	-
Equipement sportif	00.01	-
Restauration	01.20	-
Centre commercial	00.46	-
Espace vert	00.46	-
Total	81.68	851

Table 5 : Programme des surfaces et des capacités [1]

CHAPITRE II :
ÉVALUATION DES BESOINS
(FUTURE ZONE
TOURISTIQUE)

1 Etude de l'environnement hydrique (Ressources hydriques)

Pour l'alimentation en eau potable de la zone de Madagh, on envisage d'étudier les possibilités suivantes :

-Eau souterraine

-transfert du monobloc de Bouzedjar vers Madagh

-Raccordement de la zone à partir d'un piquage sur la conduite de dessalement reliée au réservoir 5000 M3 situé au VSA Houaoura

1.1 Eau souterraine

Les études hydrogéologiques de la zone de Madagh montrent que cette zone est très faible en ressource hydrique et même en matière de qualité l'eau est quasiment médiocre à mauvaise [4]

1.2 Transfert du Monobloc de dessalement de Bouzedjar

Le monobloc de dessalement de l'eau de mer réalisé à Bouzedjar en 2006 et mis en service pour une production journalière de 5000 M3, n'est plus exploité depuis 2012, nécessitant pour sa réhabilitation la rénovation de tous les équipements, électriques, électromécaniques, les filières, le génie civil, la prise en mer avec son raccordement à la station, en plus du transfert de la station (démontage et remontage de la charpente métallique)

1.3 Raccordement en AEP de la zone de Madagh à partir d'un piquage

Sur la conduite située au niveau du polygone et alimentée à partir du réservoir 5000 M3 au niveau du VSA Houaoura. Ce réservoir est alimenté à partir de l'eau de dessalement provenant de la station de Chatt El Hillal d'une capacité de 200.000 M3/J

Choix de la ressource hydrique :

Après évaluation technico-économique relative à la mobilisation de ressources hydriques disponibles et en se basant sur la durabilité de l'investissement à prévaloir, nous optons, pour un raccordement au niveau du réservoir 5000 M3 à Houaoura, alimenté à partir de l'eau de dessalement provenant de la station de Chatt El Hillal

Située à Beni saf. L'alimentation en eau potable se fera par le biais d'une conduite d'adduction reliant Houaoura à Madagh.

2 Besoins en eau potable

Les besoins en eau d'une agglomération varient en fonction du mode de vie de la population. Ces besoins constituent une donnée indispensable pour le dimensionnement d'un réseau d'AEP.

2.1 Démographie

Le nombre d'habitant dans le futur se fait sur la base du taux d'accroissement de la population selon la relation suivante :

$$P_n = P_o (1+t)^n$$

Avec:

P_n : population à l'horizon considéré ;

P_o : population de référence ;

t : taux d'accroissement ;

n : horizon futur de calcul (nombre d'années par rapport à l'horizon actuel).

On prend $n = 30$ ans

Nous avons 851 lits, ajoutant 5% pour l'abri de pêche et le port de plaisance soit : 43

Donc une population de 894, arrondi à 900 personnes

Population actuelle (Hab) 2025	Taux d'accroissement (%)	Population à l'horizon 2055
900	1,37	1354

Table 6 : estimation de la population

2.2 Estimation des besoins

Consommation moyenne journalière (débit domestique)

Le calcul des besoins (Q) est donné par la relation :

$$Q_j = N \cdot d / 86400 \text{ (l/s)}$$

Avec:

Q_j : consommation moyenne journalière (l/s).

N : Nombre de consommateurs (hab).

d : dotation (l/j/hab).

Pour une zone touristique la dotation journalière varie de 200 à 250 l/j/hab

Pour notre cas on prend $d = 200$ l/j/hab

Population actuelle (hab)	Population future (2055)	Dotation (l/j/hab)	Débit domestique actuelle (l/s)	Débit non domestique future (l/s)
900	1354	200	2,08	3,13

Table 7 : débit domestique

2.3 Débit non domestique

Programme	Unité	Consommation par Unité	Consommation non domestique (l/s)
Equipement touristique de loisir	10.52 hec	10 l/j/m ²	12,18 l/s
Equipement sportif	00.01 hec	50 l/j/m ²	0,06 l/s
Restauration	3	3500 l/j	0,12 l/s
Centre commercial	00.46	10 l/j/m ²	0,54 l/s
Espace vert	00.46	5 l/j/m ²	0,27 l/s
		Total	13,17 l/s

Table 8: Débit non-domestique

2.4 Débit de fuite

$$Q_f = 0.2 \cdot Q \text{ (l/s)}$$

En estimant le débit de fuite égal au 20% du débit moyen (domestique et non domestique), on a :

$$Q_f = (3,13 + 13,17) \cdot 0,2 = 3,26 \text{ l/s}$$

2.5 Débit moyen journalier total

Catégories de consommation	Consommation journalière (l/s)
Débit domestique	3,13
Débit non domestique	13,17
Débit de fuites	3,26
Débit moyen journalier total	19,56

Table 9: Débit moyen journalier total

2.6 Etude des variations des débits

Les débits de consommation sont soumis à plusieurs variations dans le temps :

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie de la zone considérée ;
- Variations mensuelles et saisonnières qui dépendent de l'importance de la ville ;
- Variations journalières qui dépendent du jour de la semaine où la consommation est plus importante au début de la semaine qu'en weekend. En raison de cette irrégularité de consommation, le débit exigé pour les consommateurs sera déterminé en attribuant au débit moyen journalier les coefficients d'irrégularité.

Cette évaluation importante, permettra de dimensionner le réseau d'adduction.

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation maximale dépassera la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière maximum

$K_{max,j} = \text{consommation maximum journalière} / \text{consommation moyenne journalière}$

$Q_{max,j} = K_{max,j} * Q_{moy,j}$

$Q_{max,j}$: Consommation maximale journalière (m³/s)

$Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière (m³/s)

$K_{max,j}$ coefficient d'irrégularité journalière maximum [1,1 - 1,3] Pour notre cas : $K_{max,j} = 1.2$. D'où :

$Q_{max,j} = 1.2 * Q_{moy,j}$

$$Q_{max,j} = 40.88 \text{ l/s [5]}$$

2.7 Variation de la Consommation minimale journalière

Par rapport à la consommation moyenne journalière déterminée, nous pouvons aussi mettre en évidence un rapport nous indiquant de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la moyenne de consommation. Ce rapport est désigné sous le terme de coefficient d'irrégularité journalière minimum $K_{min,j}$. qui est

Chapitre II: évaluation des besoins (future zone touristique)

$Q_{min,j} = K_{min,j} * Q_{moy,j}$ Avec:

$Q_{min,j}$: Consommation minimale journalière (m³/s)

$Q_{moy,j}$: Consommation moyenne journalière (m³/s)

Avec: $K_{min,j}$ [0,7 -0,9]

Pour notre cas $K_{min,j}=0,8$

D'où : $Q_{min,j}=0,8*Q_{moy,j}$

$Q_{min,j}= 27.26$ l/s

Les consommations moyennes, minimales et maximales journalières sont représentées dans le tableau suivant :

$Q_{moy,j}$ (m ³ /j)	$K_{min,j}$	$Q_{min,j}$ (m ³ /j)	$K_{max,j}$	$Q_{max,j}$
2943.65	0.8	2355.26	1.2	3532.03

Table 10: Variation de la Consommation journalière

2.8 Variation de la consommation horaire

Le débit qui afflue du réservoir vers les consommateurs varie d'une heure à une autre, toutefois la somme de ces volumes d'eau horaires nous informe sur la consommation maximale 3532.03 m³/j, Les consommations maximale et minimale horaires sont respectivement caractérisées par les coefficients maximum et minimum horaire ($K_{max,h}$, $K_{min,h}$) qui tiennent compte explicitement de l'aménagement des bâtiments, du niveau de développement d'équipement sanitaire, du régime du travail et d'autres conditions locales . [5]

2.9 Le débit minimum horaire

Le débit minimum horaire qui correspond au coefficient minimum horaire peut être également déterminé graphiquement ou analytiquement. Ce coefficient peut être décomposé à son tour, en deux autres coefficients qui dépendent des caractéristiques de l'agglomération à savoir : Un coefficient α min tenant compte du régime de travail des entreprises et industries, du degré de confort des habitants et de leurs habitudes. Un coefficient β min étroitement lié à l'accroissement de la population. Donc : $Q_{min,h} = K_{min,h} * (Q_{min,j}/24)$ $K_{min,h} = \alpha_{min} * \beta_{min}$ $K_{min,h}$: coefficient d'irrégularité horaire minimale α min : coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération qu'est compris entre 0,4 et 0,6 (nous prenons α min =0 ,4). β min : coefficient donnée par un tableau est en fonction de la taille d'agglomération. [5]

Variation de β_{min} en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitants X 1000	<1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10	20	30	100	300	1000
β min	0,1	0,1	0,1	0,2	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,83	1,0

Table 11: Variation de β_{min} en fonction du nombre d'habitants

On prend : $\alpha_{min} = 0,4$ et $\beta_{min} = 0,1$ Donc : $K_{min,h} = 0,4 \times 0,1 = 0,04 \Rightarrow K_{min,h} = 0,04$ Alors le débit minimum horaire : $Q_{min,h} = 0,04 \times (2355.26/24) = 3.93$ m³/h alors :

$Q_{min,h} = 1.09$ l/s

2.10 Le débit maximum horaire

Détermination de la consommation maximale horaire : $Q_{\max h} = K_{\max h} * (Q_{\max j}/24)$
 $K_{\max h}$: coefficient d'irrégularité horaire maximal donné par la formule : $K_{\max h} = \alpha_{\max} * \beta_{\max}$
 α_{\max} : coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements de l'agglomération qui est compris entre 1,2 et 1,4 (nous prenons $\alpha_{\max} = 1,3$).

β_{\max} : coefficient donnée par un tableau en fonction de la taille d'agglomération. [5]

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

Table 12 : tableau en fonction de la taille d'agglomération.

On prend $\beta_{\max} = 1,83$ et $\alpha_{\max} = 1,3$

Alors : $K_{\max h} = 1,3 \times 1,83 = 2,34$ Donc : $Q_{\max h} = 2,34 \times (3532.03/24) = 344.37 \text{ m}^3/\text{h}$ c'est-à-dire $Q_{\max h} = 95.66 \text{ l/s}$

CHAPITRE III :
CHOIX DE LA TRACE DE
L` ADDUCTION VERS LA
PLAGE MADAGH ET
DIMENSIONNEMENT DE LA
CONDUITE D` ADDUCTION

1 Adductions

Les adductions sont nécessaires pour assurer le transport de l'eau entre le point de captage et le point d'accumulation. Le but de ce chapitre est de faire une étude technico-économique pour dimensionner le réseau d'adduction.

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

- Adduction gravitaire
- Adduction par refoulement
- Adduction mixte

1.1 Adduction gravitaire :

C'est une adduction où l'écoulement se fait gravitaire. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une cote supérieure à la cote piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

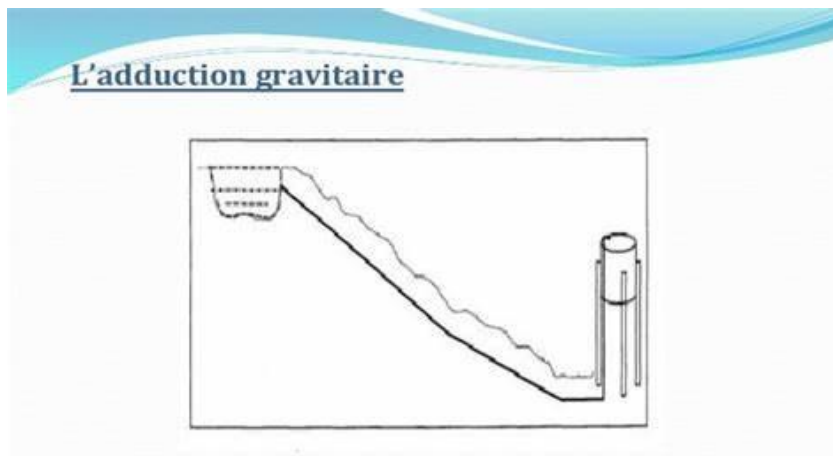


Figure 4: Adduction gravitaire à partir d'une source [5]

1.2 Adduction par refoulement :

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

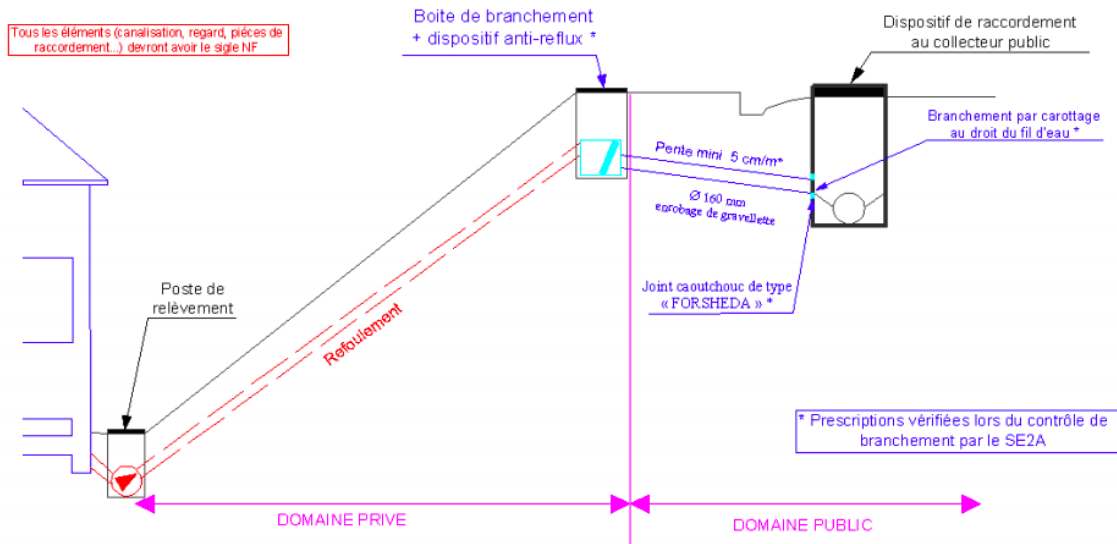


Figure 5 : Adduction par refoulement

1.3 Adduction mixte :

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

1.4 Choix du tracé

Pour l'établissement du tracé de la conduite, il faut tenir compte de certains paramètres impératifs que l'on s'efforcera, dans la mesure du possible, de respecter à savoir :

- Le tracé doit être le plus court possible entre le captage et le réservoir d'accumulation pour des raisons économiques.
 - Eviter les contre pentes qui peuvent donner lieu aux points hauts, à des cantonnements d'air plus ou moins difficile à évacuer
 - Rechercher un profil en long aussi régulier que possible, établi, de préférence, avec une rampe toujours dans le même sens vers le réservoir d'accumulation.
 - Eviter les terrains trop accidentés ou rocheux si possible ; choisir un terrain stable le long du tracé
 - Il est préférable de suivre les accotements des routes pour faciliter les travaux et les acheminements de matériaux.
 - Eviter la traversée de propriétés privées nécessitant des expropriations
- Dans notre étude, et après évaluation des paramètres suscités, et suite à une visite sur terrain où nous avons constaté un relief très accidenté avec un maquis très dense quasi inaccessible, avons opté pour un tracé longeant la route principale, sur l'accotement.

2 Choix du type de canalisation

Le choix du matériau des conduites enterrées pour le transport de l'eau dépend aussi bien de leur faisabilité technique qu'économique.

Sur le plan technique :

- Diamètre de pression de service
- Résistance aux attaques chimiques, aux pressions et à la résistance des charges mobiles
- Adaptation aux terrains de pose
- Bonne étanchéité
- Facilité d'entretien et de mise en service

- Sur le plan économique :

- Prix d'achat
- Disponibilité sur le marché local (de préférence)

Parmi les types de tuyaux utilisés dans le domaine de l'alimentation en eau potable, on distingue trois types en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués.

-Métalliques :

- Fonte ductile
- Fonte grise
- Acier soudable
- Acier non soudable

-A base de ciment :

- Béton armé
- Amiante ciment
- Béton précontraint

-En matière thermoplastique : Chlorure de polyvinyle (PVC) et le Polyéthylène (PEHD, PEMD, PEBD) [5]



Figure 6: fonte ductile [6]



Figure 7: acier soudable [7]



Figure 8:PEHD [6]



Figure 9:beton arme [6]

REMARQUE :

Pour notre étude nous avons opté pour une conduite en PEHD compte tenu de sa disponibilité sur le marché national, assure la pression de service demandée, prix d'achat très concurrentiel. Le diamètre de la conduite sera déterminé sur la base d'une étude hydraulique.

3 Etude de l'adduction

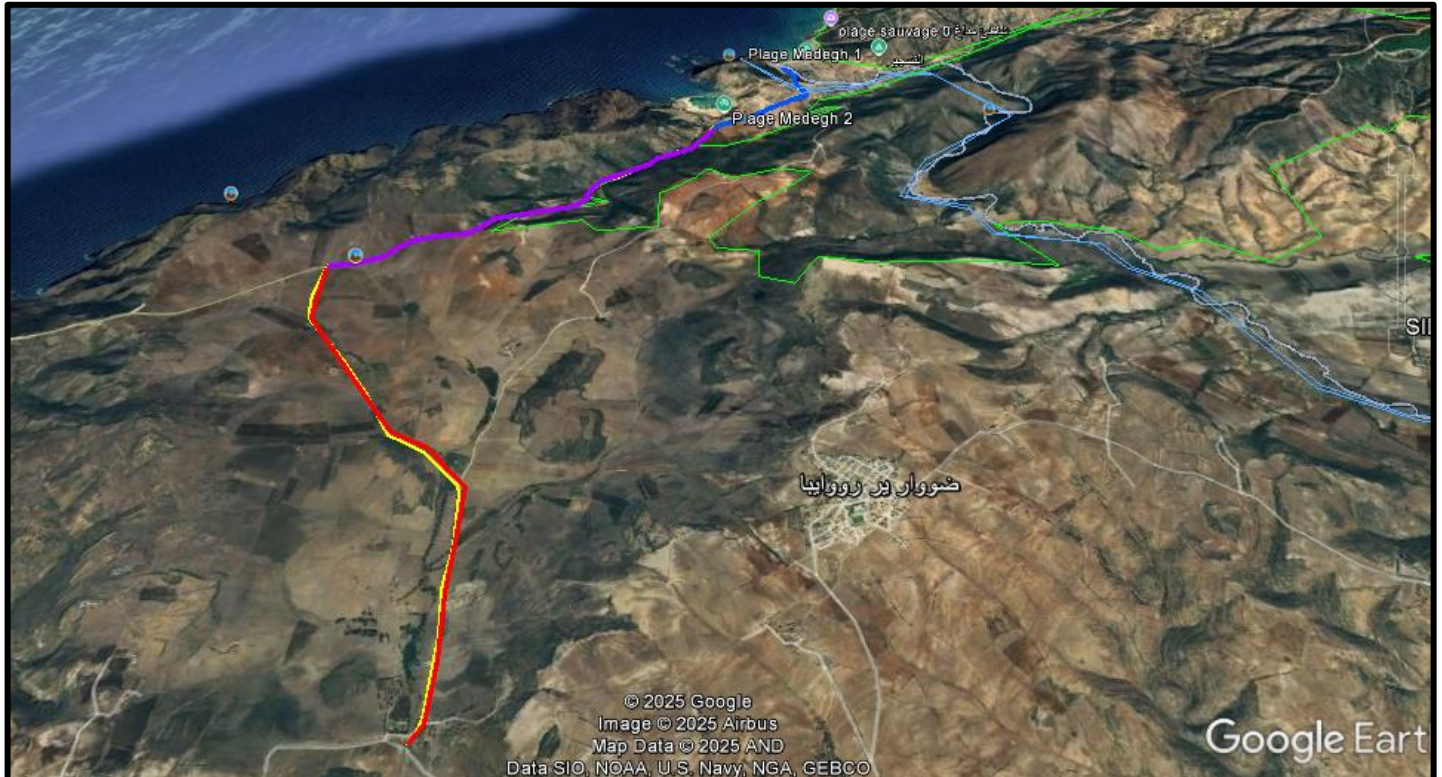


Figure 10 : Plan de tracé du réseau d'AEP vers MADAGH [4]

3.1 Les étapes du choix de la station de pompage SP1

L'emplacement de la station de pompage doit assurer les conditions de fonctionnement les plus adéquates avec le minimum possible de longueur de la conduite de refoulement. On va prendre le diamètre normalisé par rapport à notre débit.

$$Q = 40,88 \text{ l/s} \quad D = 250 \text{ mm}$$

On trace la ligne statique à partir de la cote de terrain de réservoir de transfert. On va dessiner la ligne piézométrique et son intersection avec le terrain ça va être la cote du plan d'eau de notre bache de station de pompage

3.2 les profiles en long de l'adduction vers madagh

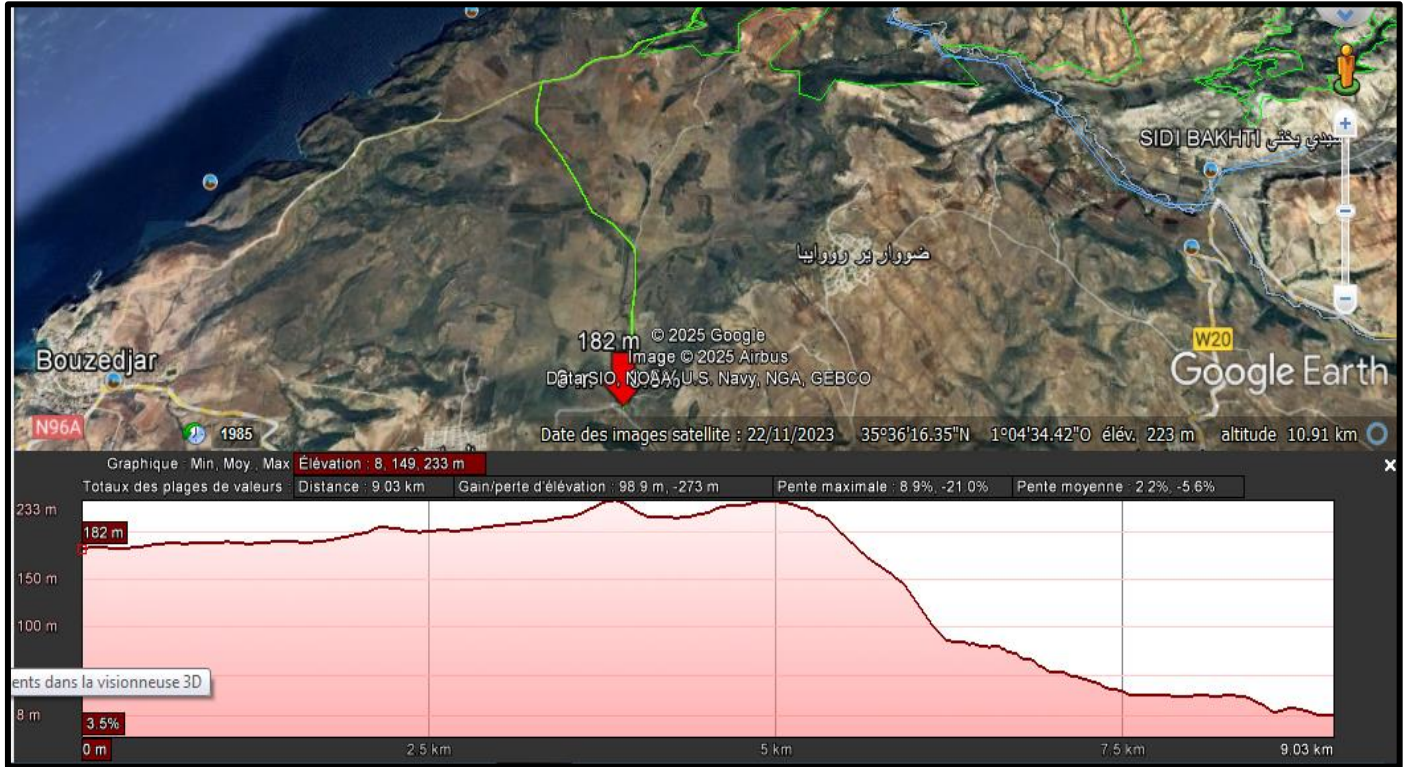


Figure 11 Tronçon globale [4]

Cote amont (m)	Cote aval (m)	Longueur (m)	Pente (%)
182	8	9000	1.93

Table 13 : profil de tronçon global

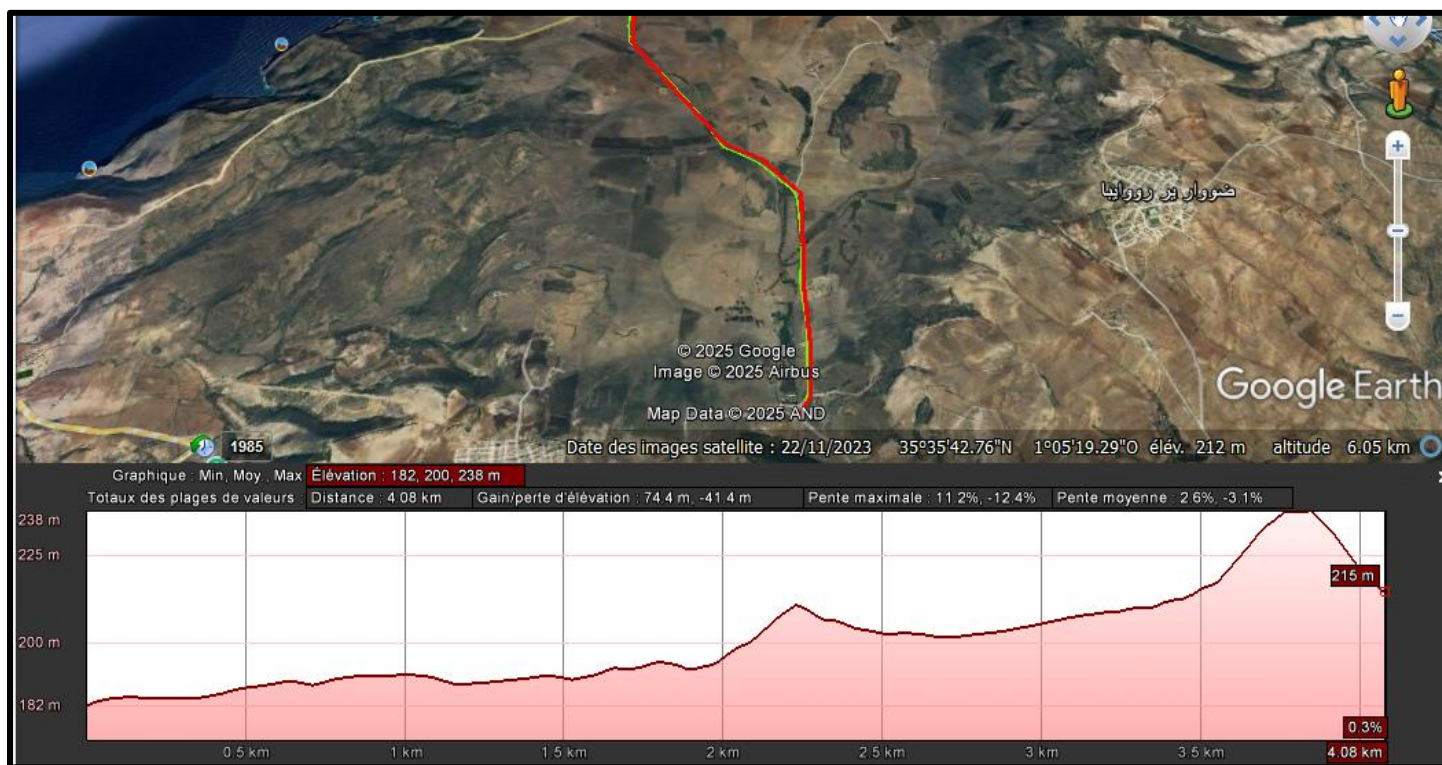


Figure 12: Trançons 01 [4]

Cote amont (m)	Cote aval (m)	Longueur (m)	Pente (%)
182	217	4070	0.8

Table 14: profil de tronçon 01

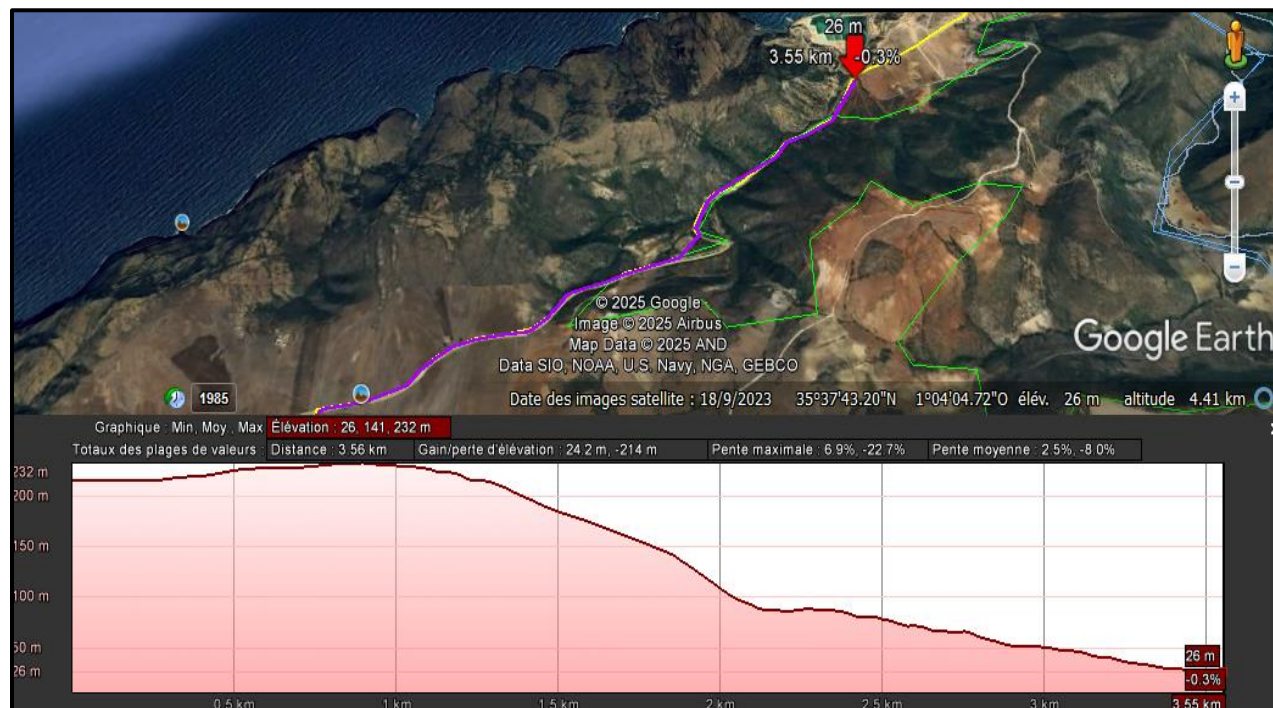


Figure 13 : Tançons 02 [4]

Cote amont (m)	Cote aval (m)	Longueur (m)	Pente (%)
217	30	3540	5.28

Table 15: profil de tronçon 02

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH



Figure 14 : Tançons 03 [4]

Cote amont (m)	Cote aval (m)	Longueur (m)	Pente (%)
30	8	1500	1.4

Table 16: profil de tronçon 03

4 Etude des 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, et l'emplacement des réservoirs.

4.1 Proposition des variantes :

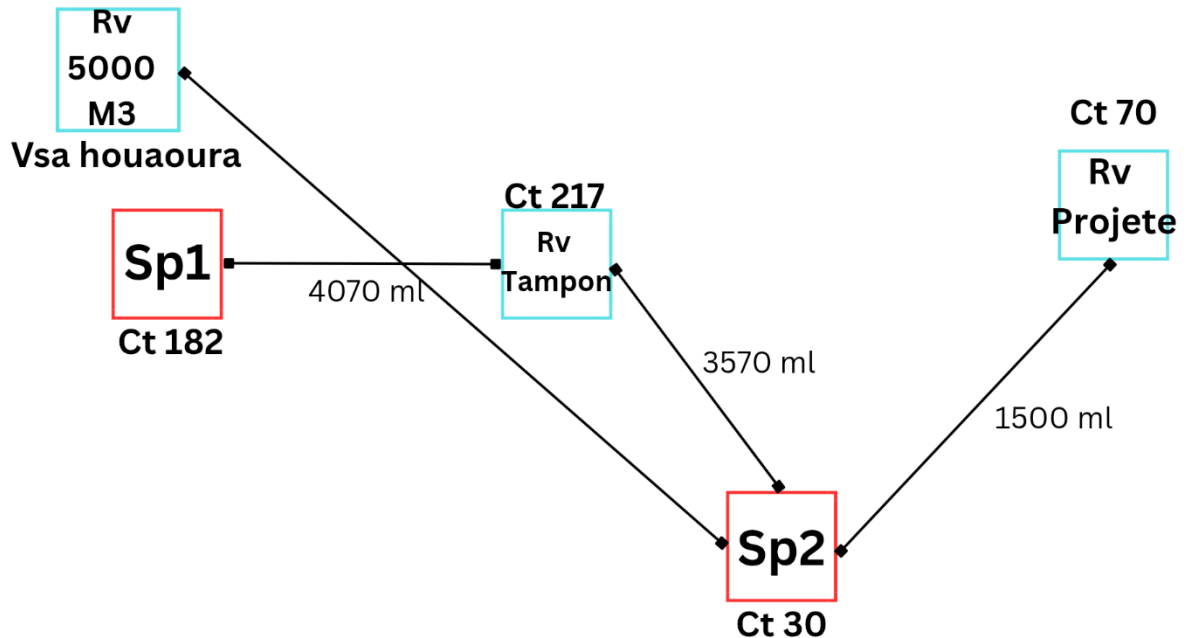


Figure 15: schéma synoptique de variantes

SP1 : station de pompage Polygone existante d'une capacité de 200 m³, alimentée à partir de l'eau de dessalement de l'usine de chatt EL HILAL.

RV TAMPON : réservoir capacité de 350m³.

SP2 : 2^{ème} station de pompage.

RV Projeté : réservoir a Madagh de capacité 2x 500 m³ »

4.2 Variante N°1

Dans cette variante, le système d'adduction est constitué de deux parties refoulement et une partie gravitaire, qui est également constituée de deux (02) stations de pompage. La

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

première est située à une côte de 182 m et la deuxième est située à une cote de 30 m pour refouler l'eau vers le réservoir projeté à MADAGH a une côte de 70 m ;

La première station de pompage (SP1) refoule l'eau par l'intermédiaire d'une conduite de 4070 m de longueur à une hauteur d'environ 35 m ;

La deuxième station de pompage (SP2) refoule l'eau vers le réservoir projeté à Madagh par l'intermédiaire d'une conduite de 1900 m de longueur. à une hauteur d'environ 40 m .

Adduction gravitaire reliant le réservoir tampon de volume 200 m³ et la bache de la station de pompage par l'intermédiaire d'une conduite de 3540 m de longueur

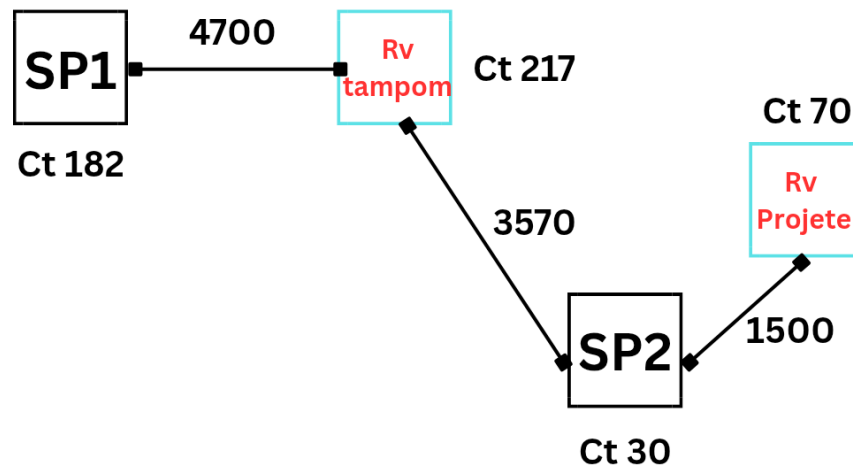


Figure 16:schéma de variante 1

4.3 Variante N2

Dans cette variante, le système d'adduction est constitué d'une partie gravitaire et d'une partie refoulement donc une station de pompage. L'adduction gravitaire relie le réservoir

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

5000 M3 situé à Houaoura à la hauteur 265.5 M à la station de pompage située à la hauteur 30 m

La station de pompage refoule l'eau vers le réservoir projeté de Madagh situé à la hauteur 70.m

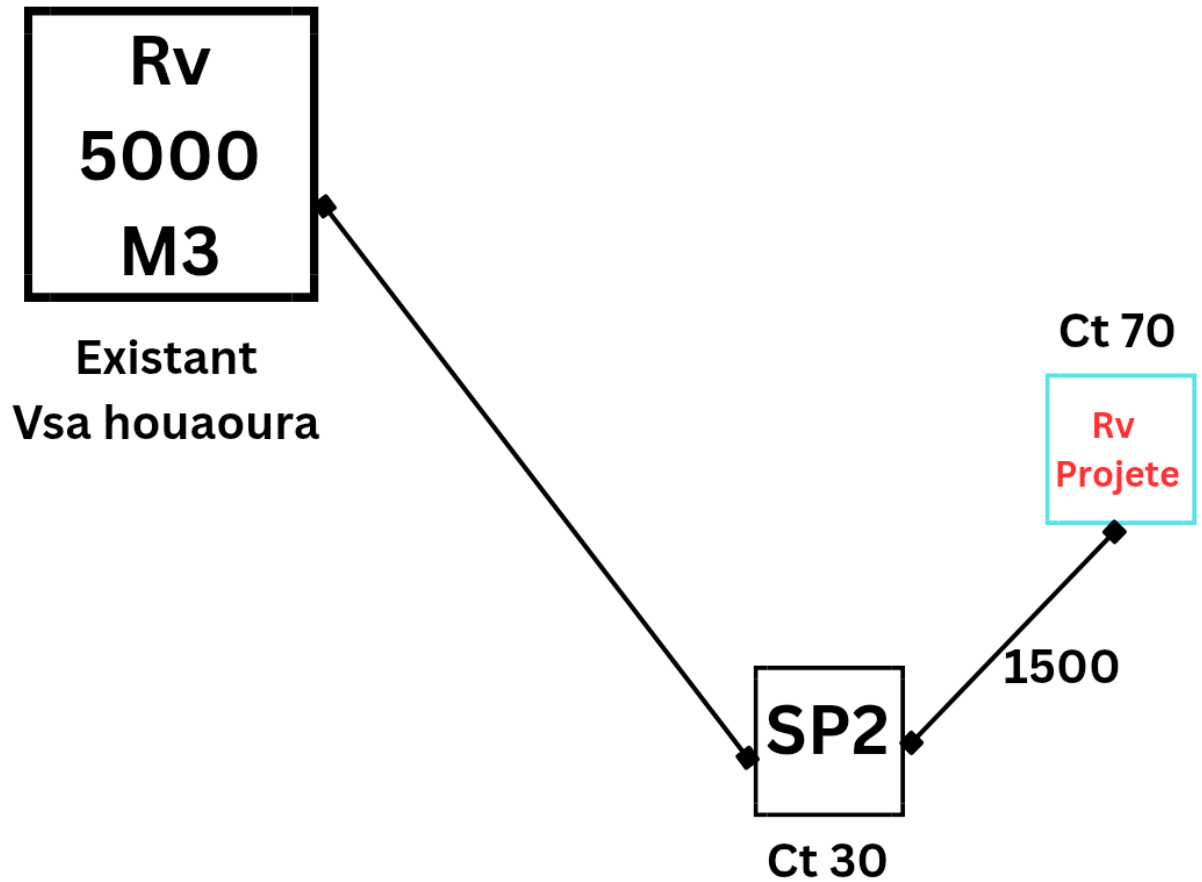


Figure 17: schéma de variantes 2

4.4 Analyse et choix de la variante

Le choix de la variante définitive sera défini après le calcul des frais d'exploitation, d'amortissement et d'investissement des deux variantes.

5 Etude technico-économique de l'adduction

5.1 Etude de l'adduction par refoulement

Le dimensionnement de la conduite d'adduction s'établit en cherchant le diamètre économique qui permet de donner un coût de revient minimum entre les dépenses de fonctionnement et celle d'investissement, donc une étude technico-économique s'avère indispensable. En effet, plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit à relever, plus les pertes de charge seront plus importantes. Il est donc impératif de déterminer un même diamètre économique pour la conduite de refoulement.

Le diamètre économique des conduites de refoulement sera déterminé comme suit :

5.2 Choix de la gamme des diamètres

Pour avoir un bon choix d'un diamètre économique, on doit trouver une gamme qui donne une approche économique. Cette gamme est déterminée à partir de plusieurs formules, parmi lesquelles on cite :

- La formule de BRESS..... $D= 1.5 \sqrt{Q}$
- La formule de BONNIN..... $D= \sqrt{Q}$

Q : débit à relever (m³/s)

Les diamètres calculés nous imposent le choix d'une gamme en fonction des diamètres normalisés disponibles sur le marché.

A partir de cette gamme de diamètre, on procède à l'évaluation des frais d'exploitation et d'amortissement de chaque diamètre et on adoptera comme diamètre économique celui pour lequel la somme des frais cités sera minimale. [5]

5.3 Calcul des pertes de charges

- Pertes de charge linéaires (ΔH_L) :

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent du diamètre D de la conduite (en m) ; de la rugosité absolue K_s exprimée en (mm) ; de la longueur du tronçon L en (m) :

$$\Delta H_L = \lambda \times L \frac{v^2}{2Dg} = I \times L$$

V: vitesse moyenne d'écoulement en (m/s)

ΔH_L : pertes de charge linéaire (en m)

I : Gradient hydraulique en (m/m)

λ : coefficient obtenu par la formule suivante :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{K_s}{3.7D} + \frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} \right)$$

$$\lambda = \left(1.14 - 0.86 \ln \left(\frac{K_s}{D} \right) \right)^2$$

Re : nombre de Reynolds, est calculé comme suit :

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

ν : viscosité cinématique de l'eau, donnée par la formule de stocks

$$\nu = \frac{0,0178}{(1 + 0,337t + 0,000221t^2)}$$

t : température de l'eau en degré

$$\Delta t = 20^\circ\text{C} \Rightarrow \nu = 0,01 \text{ Stokes} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

La rugosité absolue est déterminée en mesurant l'épaisseur de la rugosité des parois du tuyau.

0,03 mm pour les conduites en fonte ductile
0,01 mm pour les conduites en PEHD

- **Pertes de charge singulières (ΔH_s)**

Elles sont générées par les singularités telles que les coudes, vannes, clapets, branchements, diaphragmes...etc. les pertes sont estimées de 10 à 15 des pertes de charge linéaires

Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H_s = 0,10 \times \Delta H_L$$

- **Pertes de charge totales (ΔH_t)**

C'est la somme de pertes de charge linéaires et singulières

$$\Delta H_T = \Delta H_L + \Delta H_S$$

5.4 Calcul de la hauteur manométrique totale

La hauteur manométrique totale est la somme des pertes de charge et de la hauteur géométrique

$$HMT = H_g + \Delta h + \Delta H_T = H_g + \Delta H_T$$

H_g : hauteur géométrique
 ΔH_a : pertes de charge à l'aspiration
 ΔH_r : pertes de charge au refoulement

5.5 Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à la pompe ; définie comme suit :

$$P = \frac{\rho \times g \times HMT \times Q}{\eta} \quad (kW)$$

η : rendement de la pompe en (%)
 Q : débit refoulé par la pompe en (M3/s)
 g : pesanteur (9,81 m/s²)

5.6 Energie consommée par la pompe

$$E = P \cdot t \cdot 365 \text{ (kW)}$$

t : c'est le temps de pompage par jour en (heure)

P : puissance de la pompe en (Kw)

5.7 Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont calculés sur la base de la formule suivante :

$$F_{ex} = E \times e \text{ (DA)}$$

E : énergie consommée par la pompe en (KWh)

e : prix unitaire d'un KWh imposé par la Sonelgaz ($e= 4,67$ DA)

5.8 Frais d'amortissement

Les frais d'amortissement sont donnés comme suit :

$$F_{am} = Prc \times A \text{ (DA)}$$

A : amortissement annuel, il est donné par :

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

i : taux d'annuité annuel, $i = 8\%$

n : nombre d'années d'amortissement ; $n = 25$ à 30 ans

$A = 0,08 / (0,08 + 1)^{30} - 1 + 0,08 = 9,98\%$

6 Variante 1 :

Détermination des diamètres économiques de la conduite de refoulement

Tronçon SP1- RV Tampon

Q = 0.041 m³/s L = 4070m

Hg= 35 m

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont donnés dans le tableau suivant :

D(mm)	Q(m ³ /s)	V(m/s)	Lamda	L(m)	DHl(m)	I(m/m)	DHt(m)	HMT(m)
200	0.041	1.306	0.014	4070	24.72	0.088	27.19	62.19
250	0.041	0.836	0.0148	4070	8.57	0.093	9.42	44.42
300	0.041	0.58	0.0155	4070	3.6	0.097	3.96	38.96
350	0.041	0.426	0.016	4070	1.73	0.10	1.91	36.91

Table 17:Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de tronçon SP1- RV Tampon

Calcul des frais d'amortissement du tronçon **SP1- RV Tampon** :

D(mm)	Prix de ml (D.A)	L (m)	Famort (D.A)
200	2830.80	4070	11521356.00
250	3368.65	4070	13710405.50
300	4001.95	4070	16287936.50
350	4626.25	4070	18828837.50

Table 18: les frais d'amortissement du tronçon **SP1- RV Tampon**

Calcul des frais d'exploitation du tronçon **SP1- RV Tampon** :

D(mm)	P (K Watt)	E (KWh)	Fexploit (D.A)
200	30.50	222650	1039775.50
250	21.79	159067	742842.89
300	19.11	139503	651479.01
350	18.10	132130	617047.10

Table 19: les frais d'exploitation du tronçon **SP1- RV Tampon**

Bilan du tronçon : SP1- SP2 :

D(mm)	Fexploit (D.A)	Famort (D.A)	Bilan (D.A)
200	1039775.50	11521356.00	12561131.50
250	742842.89	13710405.50	2113888.3J9

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

300	651479.01	16287936.50	16939415.51
350	617047.10	18828837.50	19445884.60

Table 20:Bilan du tronçon : SP1- RV Tampon

*Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de diamètre 200 mm et une vitesse de 1.306 m/s

Tronçon SP2- RV Projeté Madagh

Q = 0.041 m³/s L = 1900 ml

Hg= 30 m

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont donnés dans le tableau suivant :

D(mm)	Q(m ³ /s)	V(m/s)	lamda	L(m)	DHl(m)	I(m/m)	DHt(m)	HMT(m)
200	0.041	1.306	0.014	1900	11.54	0.088	12.96	52.69
250	0.041	0.836	0.0148	1900	3.99	0.093	4.40	44.40
300	0.041	0.58	0.0155	1900	1.68	0.097	1.85	41.85
350	0.041	0.426	0.016	1900	0.809	0.10	0.89	40.89

Table 21:Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de tronçon Tronçon SP2- RV Projeté Madagh

Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP2- RV Projeté Madagh

D(mm)	Prix de ml (D.A)	L (m)	Famort (D.A)
200	2830.80	1900	5378520.00
250	3368.65	1900	6400435.00
300	4001.95	1900	7603705.00
350	4626.25	1900	8789875.00

Table 22:les frais d'amortissement du tronçon SP2- RV Projeté Madagh

Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP2- RV Projeté Madagh

D(mm)	P (K Watt)	E (KWh)	Fexploit (D.A)
200	25.84	188632	880911.44
250	21.78	158994	742501.98
300	20.53	149869	699888.23
350	20.06	146438	683865.46

Table 23:les frais d'exploitation du tronçon SP2- RV Projeté Madagh

Bilan du tronçon : SP2- RV Projeté Madagh

D(mm)	Fexploit (D.A)	Famort (D.A)	Bilan (D.A)
200	880911.44	5378520.00	6259431.44

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

250	742501.98	6400435.00	7142936.98
300	699888.23	7603705.00	8303593.23
350	683865.46	8789875.00	9473740.46

Table 24: Bilan du tronçon SP2- RV Projeté Madagh

*Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de diamètre 200 mm et une vitesse de 1.306 m/s

6.1 Etude de l'adduction gravitaire

Contrairement à l'adduction par refoulement, dans une adduction gravitaire le point de captage se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération. L'adduction gravitaire se fait par les conduites en charge. L'adduction gravitaire commence à partir du réservoir tampon de cote du terrain naturel 217 m vers la bache de la station de pompage SP2 de cote de terrain 30 m.

6.1.1 Calcul des diamètres avantageux de la conduite gravitaire

Détermination du diamètre avantageux

La formule la plus utilisée pour le calcul de la perte de charge pour un écoulement dans une conduite est celle de Darcy-Weisbach :

$$\Delta H_T = \frac{K \times L_{eq} \times Q^\beta}{D_{av}^m} \quad \text{Darcy - Weisbach}$$

ΔH_T : Perte de charge totale K' = coefficient de perte de charge L_{eq} : longueur équivalente de la conduite $L = L_g + L_{ec}$ L_g : Longueur géométrique de la conduite (m) ; L_{ec} : Longueur équivalente des pertes de charge singulière (m) ; Dans le cas des adductions, les pertes de charge singulières sont estimées à 10% des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_T = 1.1 * \Delta H_{lin} \quad \longrightarrow \quad L_{eq} = 1.1 * L_g$$

ΔH_{lin} : pertes de charge linéaires

Q : Débit véhiculé par la conduite (m³/s) ;

D_{av} : Diamètre avantageux calculé de la conduite (m) ;

β : Exposant tenant compte du régime d'écoulement

m : Exposant tenant compte du type de matériau

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau

Tuyau	K'	m	β
Acier et fonte	0,00179 - 0,001735	5,1 - 5,3	1,9 - 2
Amiante-ciment	0,00118	4,89	1,85
Plastique	0,001052	4,772	2

Table 25: Coefficients K' , m , β pour différents types du tuyau

On déduit alors le diamètre calculé de la conduite gravitaire :

$$D_{\{av\}} = \sqrt[m]{\frac{K' \times Leq \times Q^\beta}{\Delta H t}}$$

Dans notre cas, on prend : $K' = 0.001052$; $\beta = 2$; $m = 4.772$ (matériaux : plastique).

La vitesse d'écoulement: Dans le cas des adductions, la vitesse optimale de l'écoulement varie de 0,5 à 2.5 m/s.

On détermine la vitesse d'écoulement dans la conduite gravitaire par l'équation de continuité :

$$Q = V \cdot S \quad \text{Ainsi :}$$

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

Avec :

Q : débit véhiculé par l'adduction (m³/s) ;

S : section de la canalisation (m²) ;

V : vitesse d'écoulement (m/s) ;

D : diamètre nominal de la conduite (m).

a) Calcul des longueurs équivalentes de tronçon $Leq = 1.1 \cdot Lg = 1.1 \cdot 3540 = 3894$ ml

b) Charge disponible :

Diamètre calculé pour l'adduction gravitaire :

N° Tronçon	Débit du tronçon (l/s)	Longueur géométrique (m)	Longueur équivalente (m)	ΔH (m)	D calculé (mm)
R tampon-SP2	40.88	3540	3894	117	130.58 Normalisé a 160

Table 26: Diamètre calculé pour l'adduction gravitaire

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

*Frais d'investissement des conduites gravitaires :

Tronçon	Diamètre (mm)	Prix du ml (DA)	L (ml)	F Investissement
R tampon- SP2	160	2264.64	3540	8016825.60 DA

Table 27:Frais d'investissement des conduites gravitaires

7 Variante 2

Détermination des diamètres économiques de la conduite de refoulement

Tronçon SP (sp2) - RV Projeté Madagh

$Q = 0.041 \text{ m}^3/\text{s}$ $L = 1900 \text{ ml}$

$H_g = 40 \text{ m}$

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont donnés dans le tableau suivant :

D(mm)	Q(m3/s)	V(m/s)	lamda	L(m)	DHl(m)	I(m/m)	DHt(m)	HMT(m)
200	0.041	1.306	0.014	1900	11.54	0.088	12.96	52.69
250	0.041	0.836	0.0148	1900	3.99	0.093	4.40	44.40
300	0.041	0.58	0.0155	1900	1.68	0.097	1.85	41.85
350	0.041	0.426	0.016	1900	0.809	0.10	0.89	40.89

Table 28:Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de tronçon Tronçon SP (sp2) - RV Projeté Madagh

Calcul des frais d'amortissement du tronçon SP (sp2) -RV Projeté Madagh

D(mm)	Prix de ml (D.A)	L (m)	Famort (D.A)
200	2830.80	1900	5378520.00
250	3368.65	1900	6400435.00
300	4001.95	1900	7603705.00
350	4626.25	1900	8789875.00

Table 29:frais d'amortissement du tronçon SP (sp2) -RV Projeté Madagh

Calcul des frais d'exploitation du tronçon SP (sp2) - RV Projeté Madagh

D(mm)	P (K Watt)	E (KWh)	Fexploit (D.A)
200	25.84	188632	880911.44
250	21.78	158994	742501.98
300	20.53	149869	699888.23
350	20.06	146438	683865.46

Table 30: frais d'exploitation du tronçon SP (sp2) - RV Projeté Madagh

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

Bilan du tronçon : SP (sp2) - RV Projeté Madagh

D(mm)	Fexploit (D.A)	Famort (D.A)	Bilan (D.A)
200	880911.44	5378520.00	6259431.44
250	742501.98	6400435.00	7142936.98
300	699888.23	7603705.00	8303593.23
350	683865.46	8789875.00	9473740.46

Table 31:Bilan du tronçon : SP (sp2) - RV Projeté Madagh

***Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de diamètre 200 mm et une vitesse de 1.306 m/s**

7.1 Etude de l'adduction gravitaire

Contrairement à l'adduction par refoulement, dans une adduction gravitaire le point de transfert se situe à une altitude supérieure à celle du réservoir de desserte de l'agglomération. L'adduction gravitaire se fait par les conduites en charge. L'adduction gravitaire commence à partir du réservoir existant de 5000 M3 de cote du terrain naturel 265.5 m vers la bêche de la station de pompage de cote de terrain 30 m.

7.1.1 Calcul des diamètres avantageux de la conduite gravitaire

- Calcul des longueurs équivalentes de tronçon $Leq=1.1*Lg=1.1*9446 = 10390.6$ ml

- Charge disponible :

Diamètre calculé pour l'adduction gravitaire :

N° Tronçon	Débit du tronçon (l/s)	Longueur géométrique (m)	Longueur équivalente (m)	ΔH (m)	D calculé (mm)
RV EXT-SP1	40.88	9446	10390.6	147	152.8 normalisé a 160

Table 32:Diamètre calculé pour l'adduction gravitaire

*Frais d'investissement des conduites gravitaires :

Tronçon	Diamètre (mm)	Prix du ml (DA)	L (ml)	F Investissement
RV EXT-SP1	160	2264.64	9446	21391789.44 DA

Table 33:Frais d'investissement des conduites gravitaires

8 Comparaison entre les deux variantes

Variantes	Bilan (DA)	Investissement (DA)	Bilan total (DA)
1	18820562.94	8016825.60	26837388.50
2	6259431.44	21391789.44	27651220.88

Table 34:Frais d'investissement des conduites gravitaires

8.1 Conclusion :

Sur la base du bilan total, on adopte au choix de la variante N°1. En revanche cette variante reste toujours la meilleure du point de vue technico-économique.

9 Protection des conduites contre le coût de bélier

9.1 Définition

Le coup de bélier est un phénomène de surpression qui apparaît au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, par suite d'une fermeture/ouverture rapide d'une vanne, d'un robinet ou du démarrage/arrêt d'une pompe.

Les conduites de refoulement doivent toujours être examinées du point de vue protection contre les coups de bélier. Il en sera de même pour les conduites d'adduction dont le débit se trouve réglé à l'aval par un robinet vanne.

Les caractéristiques d'ouverture et de fermeture de ce robinet vanne sont connues. [8]

9.2 Les risque dus aux coups de bélier

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

9.2.1 Risque de forte pression

Les surpressions dues aux coups de bélier peuvent être engendrées plus de la pression initiale si leur somme dépasse la pression maximale admissible de la conduite il peut y avoir fissuration de cette dernière et dislocation des joints. [8]

9.2.2 Pression négative

Cette pression peut apparaître soit après une forte surpression, soit à la suite d'un arrêt instantané d'une pompe si cette pression devient inférieure à -10 m.c.e il se produit une poche de cavitation. Des conséquences néfastes peuvent être créés dans la conduite à la suite de cette pression négative, telle que l'implosion de la conduite, l'aspiration des joints et le décollement de l'enduit de protection interne. [8]

9.2.3 Fatigues des conduites

Le passage successif d'une surpression à une dépression et inversement peut Provoquer la fatigue des conduites ; ce phénomène est très compliqué dans le cas où les conduites sont enterrées. [8]

9.3 Moyens de protection contre le coup de bélier

Les appareils anti- bélier devront avoir pour effet :

Réduire la pression de l'alimentation en eau, par l'installation d'un régulateur de pression ; -Réduire la vitesse du fluide dans la tuyauterie. Afin de réduire l'importance du coup de bélier, certains guides de dimensionnement recommandent une vitesse égale ou inférieure à 1,5 m/s ; -Installer des robinets avec une vitesse de fermeture lente ; -Utiliser des procédures d'ouverture et de fermeture sur une installation ; -L'installation d'une bouteille anti-coup de bélier, également appelée le réservoir d'air ; Installer un volant d'inertie sur la pompe qui intervient dans la protection contre les dépressions. [8]

9.3.1 Les volants d'inertie :

Le volant d'inertie calé sur l'arbre du groupe constitue l'un de ces moyens grâce à l'énergie qu'il accumule pendant la marche normale. Le volant d'inertie la restitue au moment de la disjonction

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

et permet ainsi d'allonger le temps d'arrêt de l'ensemble donc de diminuer l'intensité du coup de bélier. [8]

9.3.2 Les soupapes de décharge :

Ces appareils sont un organe mécanique, un ressort à boudin ordinairement qui par sa compression obture en exploitation normale un orifice placé sur la conduite au point à protéger. [8]



Figure 18: Une soupape de décharge [9]

9.3.3 Les réservoirs d'air :

L'alimentation continue de la veine liquide après disjonction du groupe peut être effectuée à l'aide d'une réserve d'eau accumulée sous pression dans une capacité métallique disposée à la station de pompage et raccordée au refoulement.



Figure 19.UN réservoir d'air [10]

9.3.4 Les cheminées d'équilibre

A la place d'un réservoir d'air sous pression il peut être établi à la station de pompage un réservoir à l'air libre appelé cheminée d'équilibre cette cheminée jouera le même rôle mais dans le cas de hauteurs de refoulement même moyennes on arrive rapidement à des ouvrages d'art importants puisque l'eau s'élèvera déjà en régime normal à la hauteur géométrique augmentée des pertes des charges.

Dans ce projet, on proposera le moyen de protection comme étant le réservoir d'air.



Figure 20: Une cheminée d'équilibre [11]

9.4 Analyse physique du phénomène du coup de bélier

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

- Phase 01

Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse ou célérité désignée par "c". Si la distance entre la pompe et le réservoir est "L" et le temps mis par cette onde pour atteindre le réservoir est. Au bout de ce temps la conduite est en dépression sur toute la longueur.

- Phase 02

Par suite de son élasticité la conduite reprend son diamètre primitif et cela de proche en proche. L'eau revient alors dans la conduite et au bout d'un nouveau temps L/C , c'est-à-

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

dire à 3 L/C depuis l'origine du phénomène toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe qui entre temps s'est fermé.

- Phase03

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

- Phase 04

Grâce à l'élasticité de la conduite celle-ci agissant à la manière d'un ressort reprend de proche en proche à partir du réservoir et en allant vers la pompe, son diamètre primitif. Les tranches d'eau successives reprenant leurs dimensions premières au bout d'un nouveau temps L/C, c'est-à-dire à 4L/C depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe. [8]

9.5 Calcul de la célérité d'ondes

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

$$c = \frac{A}{\sqrt{(b + k \frac{D}{e})}}$$

c : célérité d'onde. A : constante déterminé après expérience d'Allievi. A = 9900 B : constante déterminé après expérience d'Allievi. B = 48.3 D : diamètre intérieur de la conduite en (m). e : épaisseur du tuyau en (m). K : coefficient dépendant du matériau constituant la canalisation.

9.5.1 Coefficient k pour divers matériaux :

Matériau	Acier	Fonte grise	Fonte ductile	Béton	Amiante ciment	PVC	PEHD
K	0.5	1	0.59	5	4	33	83

Table 35: Coefficient k pour divers matériaux

9.5.2 Valeur numérique du coup de bélier :

Le coup de bélier est étudié pour les deux cas :

- Cas de la fermeture brusque :
T : inférieur à $2L/C$
La valeur numérique du coup de bélier :

$$b = \frac{C \times V_0}{g}$$

Où:

V_0 : vitesse moyenne d'écoulement (m/s)

g : accélération de la pesanteur $g = 9,81$

9.5.3 Cas de la fermeture lente :

Elle est caractérisée par un temps de fermeture supérieure à C 'est-à-dire supérieure à un aller et retour d'onde, la valeur du coup de bélier est donnée par la formule de MICHAUD :

$$B = \frac{2LV_0}{g \times T}$$

L : la longueur de la conduite (m).

Remarque :

La formule de MICHAUD n'est valable que pour une loi de fermeture correspondant à une variation linéaire du débit loi qui est rarement réalisée en pratique. Pour les conduites de refoulement, il est possible d'avoir comme valeur de la pression dans une conduite :

Cas de la surpression :

$$H_{max} = Hg + \frac{CVO}{g}$$

(m)

Cas de la dépression:

$$H_{min} = Hg - \frac{CVO}{g}$$

(m)

9.5.4 Méthodes de calcul du réservoir d'air :

Le calcul du réservoir d'air permet de déterminer les valeurs de la surpression et de la dépression maximales dans les conduites de refoulement et le volume du réservoir d'air. Comme méthode de calcul, on distingue :

a-Méthode de VIBERT :

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

b-Méthode de BERGERON :

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

c-Méthode de PEUCH et MEUNIER :

L'étude comparative faite par MM. PEUCH et MEUNIER sur tous les abaques existants montre que tous les résultats sont compris dans une fourchette de 10%. Cette précision est suffisante pour faire un dimensionnement industriel et nous choisirons la méthode la plus

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

simple à appliquer. La méthode de PEUCH et MEUNIER utilise trois nombres adimensionnels qui sont : K : qui caractérise les pertes de charge ; A : qui caractérise la conduite de refoulement B : qui caractérise le volume d'air du réservoir anti-bélier.

$$K = \frac{H_{abs} - H_0}{H_0}$$

$$A = \frac{CV_0}{gH_0}$$

$$B = \frac{V_0^2}{gH_{abs}} \times \frac{LS}{U_0}$$

c : célérité d'onde de choc (m/s).

V₀ : vitesse d'écoulement en régime permanent (m/s).

H₀ : pression statique absolue = H_g+10 (m).

H_{abs} : la pression de service absolue.

$$H_{abs} = H_g + \Sigma \Delta H + 10 = HMT + 10 \text{ (m)}$$

L : longueur totale de la conduite de refoulement (m).

S : section de la conduite de refoulement (m).

U₀ : volume d'air initial (m³).

g : accélération de pesanteur (m/s²).

Ayant calculé K et A, nous superposerons la famille de courbe B au profil en long de la conduite, et nous choisirons la courbe qui laisse au moins une sécurité de 3m de pression absolue au-dessus du point le plus défavorable du profil ; la valeur de B permet de calculer U₀

9.6 Calcul du volume de réservoir d'air :(partie refoulement)

N.B : Après avoir opté pour la variante N°1 pour l'étude d'adduction compte tenu du tableau comparatif technico-économique, nous allons dans ce chapitre étudier la protection contre le coup de bélier pour cette variante retenue.

Chapitre III: choix de la trace de l'adduction vers la plage MADAGH

SP1-RV Tampon

Q (m ³ /s)	DN (mm)	Vo(m/s)	L(m)	e (mm)	ΔH (m)	HMT (m)
0.041	200	1.306	4070	18.18	27.19	62.19

Table 36: calcul de HMT SP1-RV Tampon

On aura : $C= 319.28$ (m/s)

Uo	Umax	Majoration de 20%	V
0.46	1.22	0.24	1.46

SP2-RV Projeté

Q (m ³ /s)	DN (mm)	Vo(m/s)	L(m)	e (mm)	ΔH (m)	HMT (m)
0.041	200	1.306	1900	18.18	12.96	52.69

Table 37: calcul de HMT SP2-RV Projeté

On aura : $C= 319.28$ (m/s)

Uo	Umax	Majoration de 20%	V
0.28	0.38	0.08	0.46

Nous optons pour deux réservoirs d'air de volumes : 1500 L et 500 L

CHAPITRE IV :
SIMULATION ET
INTERPRÉTATION LOGICIEL
UTILISÉ

Logiciel utilisé « EPANET 2.0 »**1 Présentation du logiciel**

EPANET est un logiciel de simulation du comportement hydraulique de l'eau et de sa qualité sur de longues durées, dans les réseaux sous pression. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds (jonctions de tuyau), pompes, vannes, bâches et réservoirs. Dans le cadre de notre étude, EPANET nous permet de calculer le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans les réservoirs, au cours d'une durée de simulation divisée en plusieurs étapes. Le logiciel présente également un module qualité qui sera ignoré dans notre étude, qui permet de calculer les concentrations en substances chimiques et les temps de séjour de l'eau dans différentes parties du réseau.

2 Domain d'application

Epanet permet de calculer le débit parcourant chaque tuyau, la pression à chacun des nœuds mais également le niveau de l'eau à n'importe quel moment de la journée. Le moteur de calcul hydraulique intégré permet de traiter des réseaux de taille illimitée. Il dispose de plusieurs formules de calcul de pertes de charges, il inclut les différentes pertes de charge singulières et modélise les pompes à vitesse fixe et variable [23]. En résumé, Epanet présente les outils nécessaires pour remplir les objectifs suivants :

- ✓ -Régulation des pressions dans le réseau ;
- ✓ -Détection des zones de fonctionnement déficitaire ;
- ✓ -Dimensionnement de réseaux ;
- ✓ -Amélioration de la gestion des équipements d'eau.

3 Résultats de la simulation EPANET :

L'alimentation en eau potable de la région de MADAGH fait partie intégrante partir du réservoir 5000m³ a HOUAOURA il est donc impératif de faire, en plus de l'aperçu descriptif, une simulation avec le logiciel EPANET et d'interpréter les résultats des différents tableaux et graphiques.

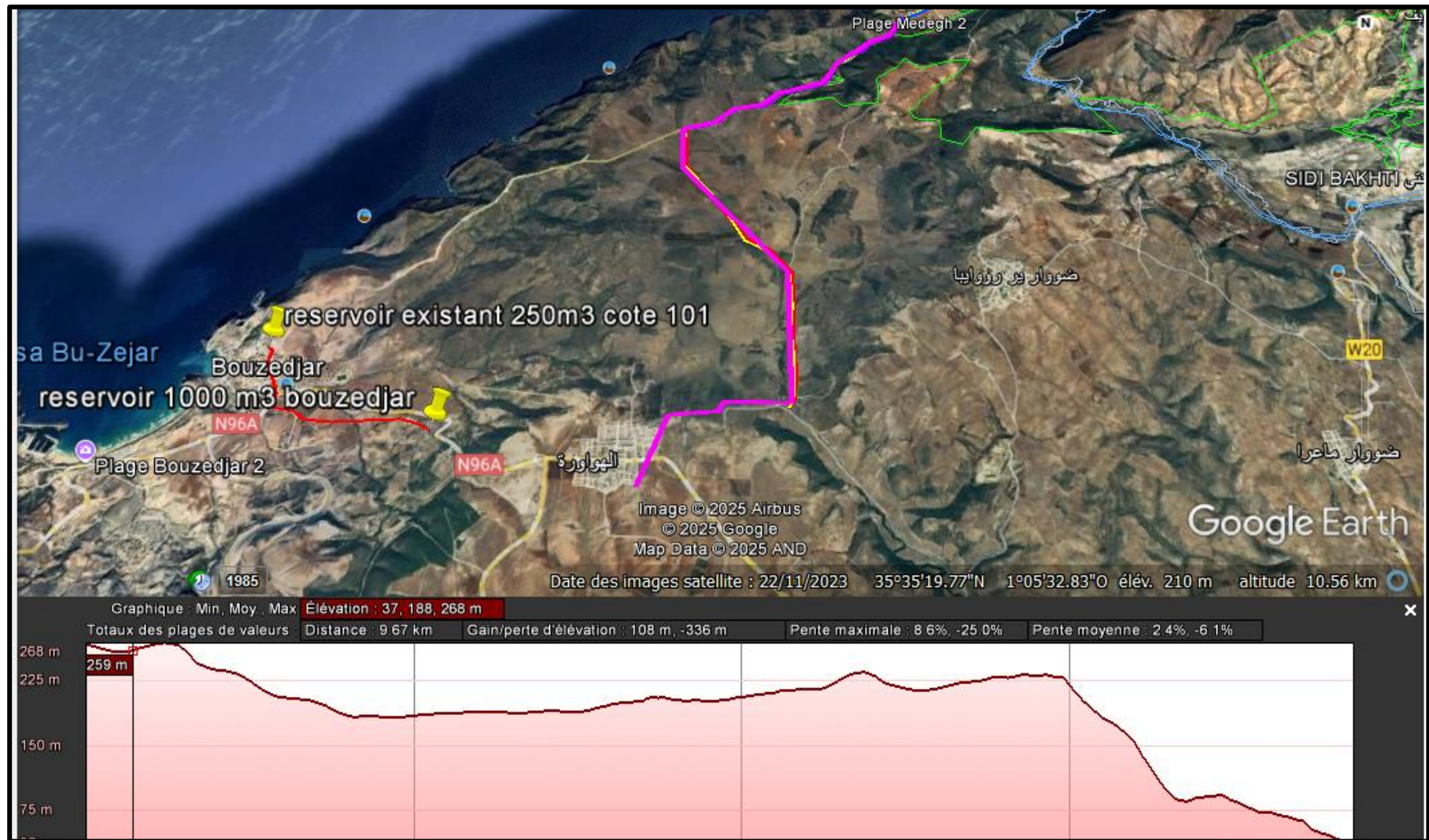


Figure 21 : Vue en générale du tracé et profil en long de la conduite d'adduction vers MADAGH

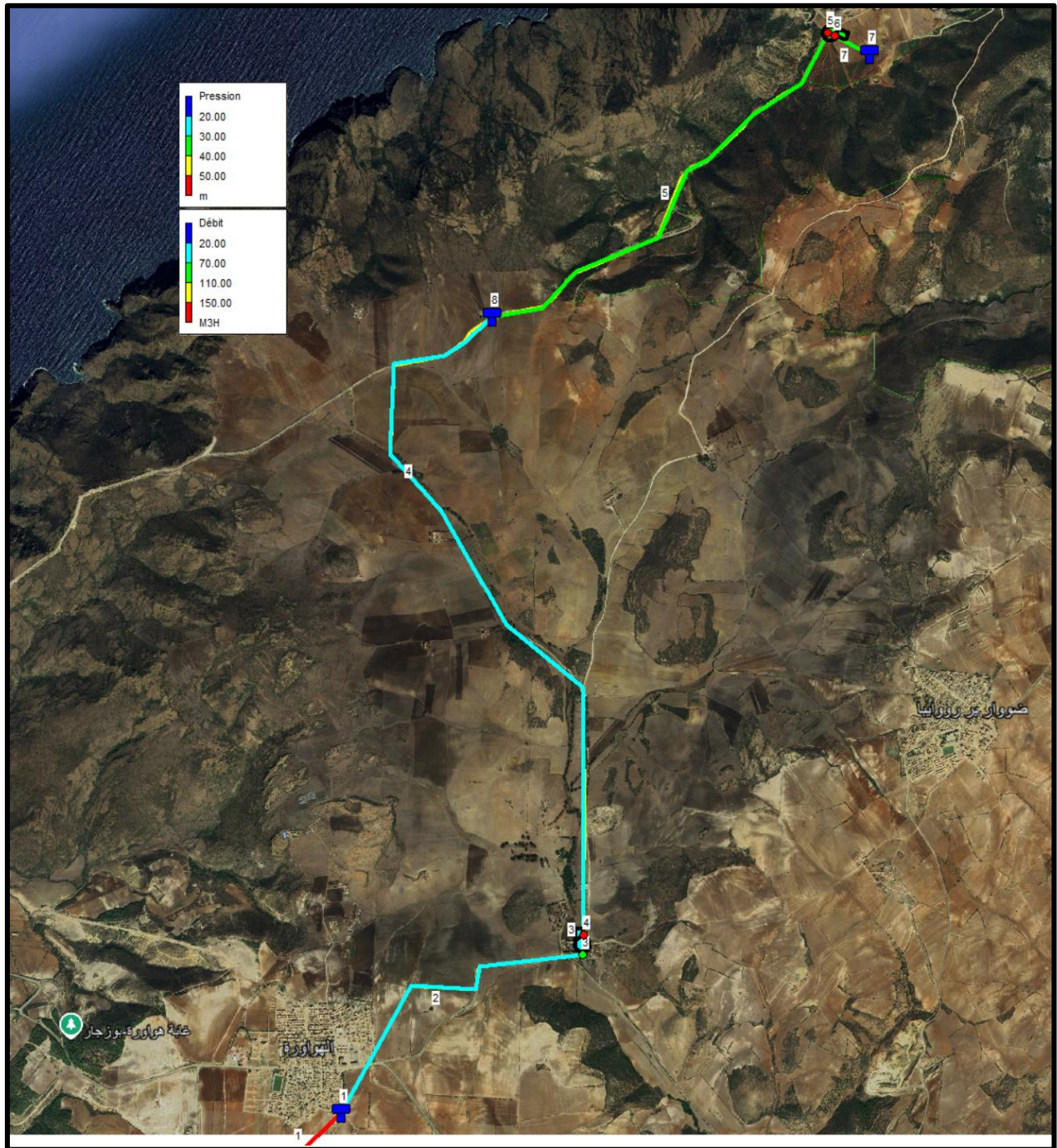


Figure 22.Représente le tracé de la conduite d'adduction par satellite

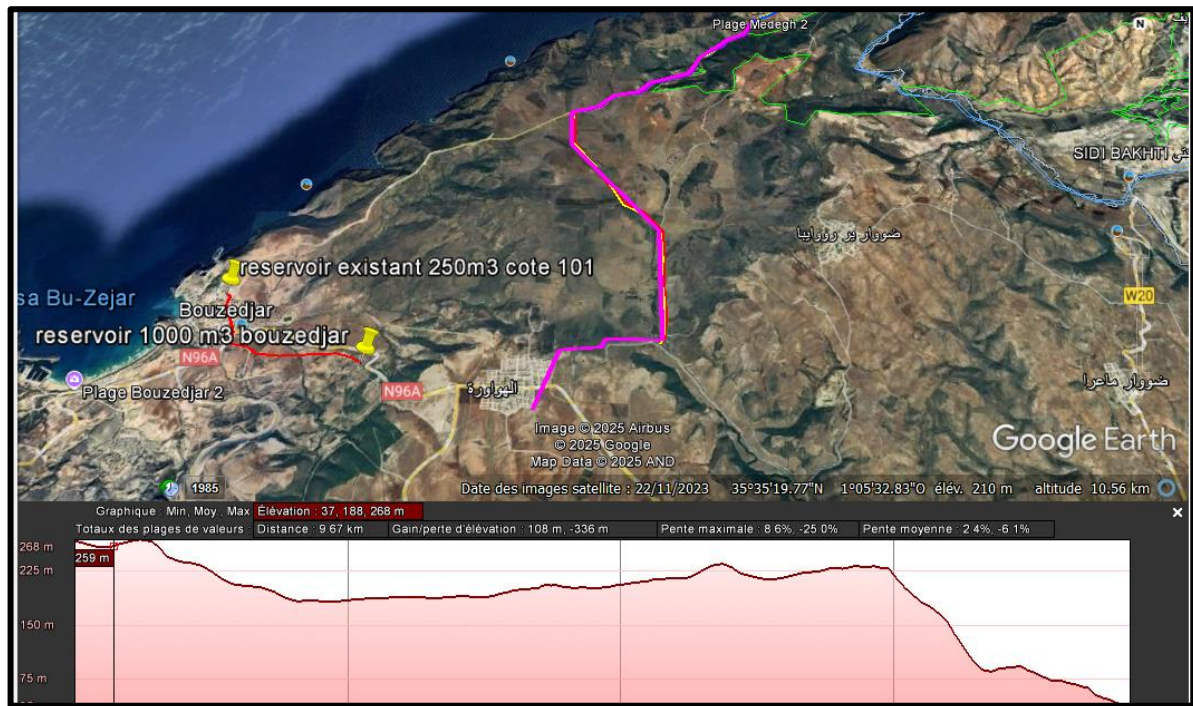


Figure 23 :Description du tracé de la conduite pour AEP de la zone de SID MADAGH



Figure 24 :Profil en long de l'adduction simulé par EPANET

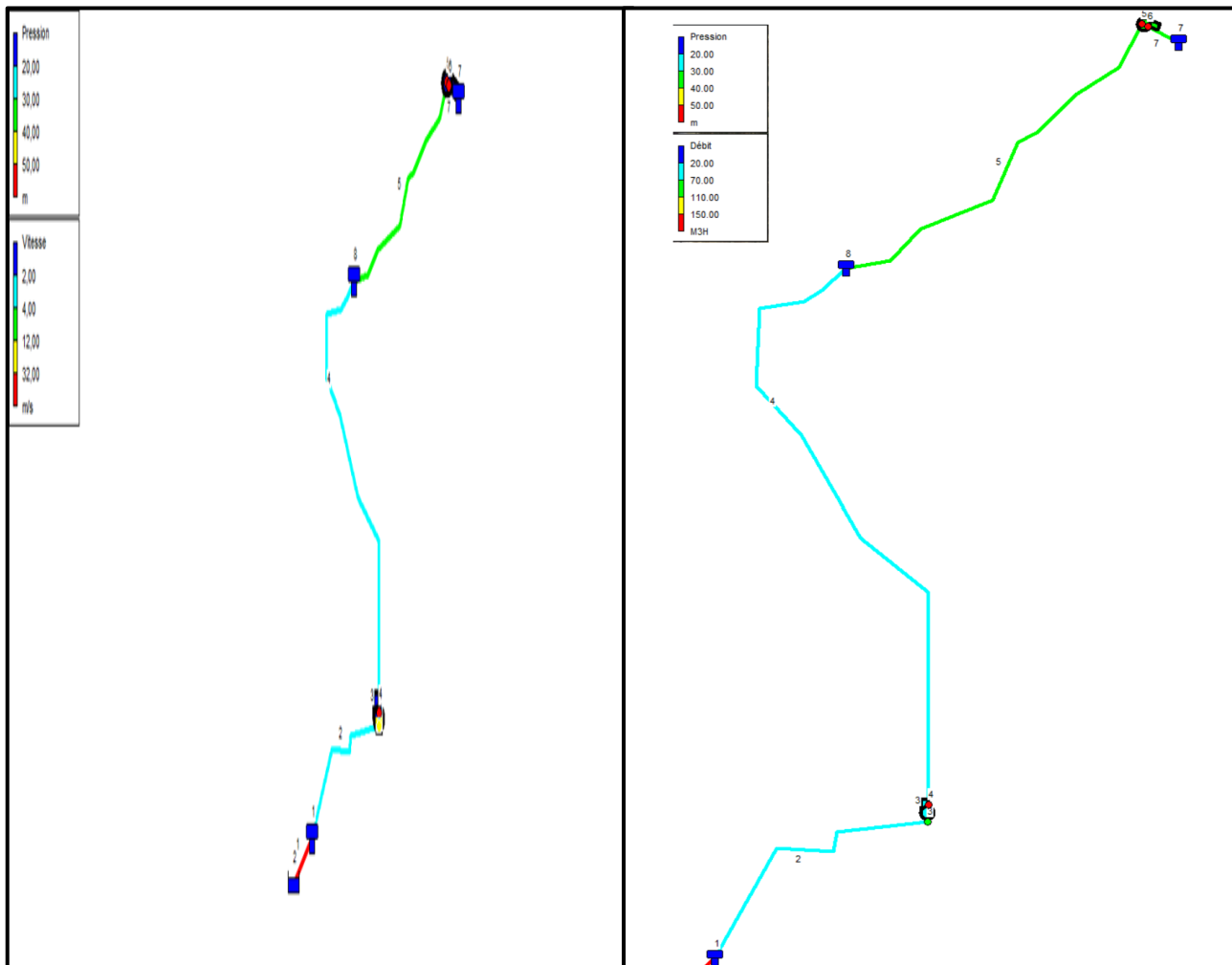
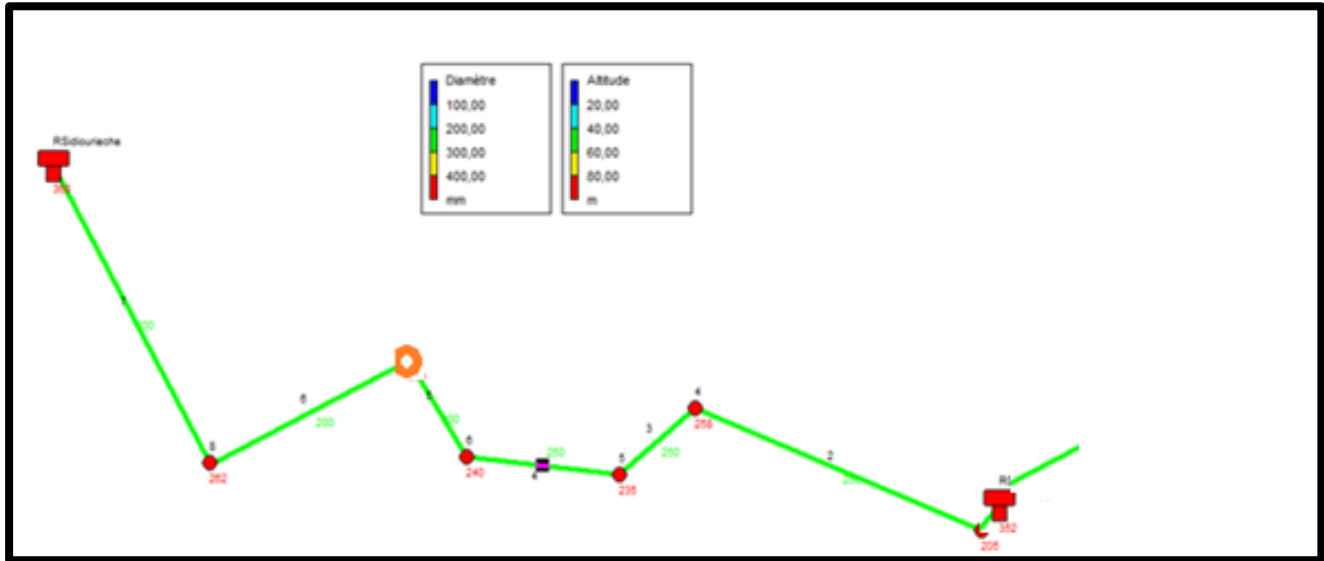


Figure 25: simulation hydraulique par logiciel EPANET

État des Arcs du Réseau						
ID Arc	Longueur m	Diamètre mm	Rugosité mm	Débit LPS	Vitesse m/s	Pert.Charge Unit. m/km
Tuyau 1	3200	160	0,0002	2,80	0,99	16,73
Tuyau 2	3000	160	0,0002	2,40	1,22	30,39
Tuyau 3	1500	160	0,0002	2,00	1,02	21,98
Tuyau 4	500	160	0,0002	1,60	1,01	24,47
Tuyau 5	600	160	0,0002	1,20	0,95	25,79
Tuyau 6	850	160	0,0002	0,80	0,99	36,52
Tuyau 7	1350	160	0,0002	0,40	0,50	10,84

Table 38 : Représente Résultat de la simulation (Vitesses et pertes de charge)

État des Noeuds du Réseau					
ID Noeud	Altitude m	Demande Base LPS	Demande LPS	Charge m	Pression m
Noeud 2	191	0,40	0,40	421,57	161,57
Noeud 3	196	0,40	0,40	383,41	138,41
Noeud 4	236	0,40	0,40	369,60	133,60
Noeud 5	238	0,40	0,40	367,14	129,14
Noeud 6	198	0,40	0,40	364,90	166,90
Noeud 7	135	0,40	0,40	322,68	152,68
Noeud 8	60	0,40	0,40	302,80	75,98
Réservoir 1	266	Sans Valeur	-2,80	538,00	5,98

Table 39: Représente Résultat de la simulation (pression et charge hydraulique)

Le logiciel EPANET reste plus performant vu la rapidité d'exécution de la simulation ainsi que l'affichage de la répartition des pressions dans les nœuds et les vitesses dans les conduites

4 Conclusion

Le choix du diamètre a été imposé pour les paramètres suivants :

- Technique : suivant le débit la perte de charge raisonnable et bonne vitesse entre 0,5 et 2.4 m/s pour une adduction par refoulement vers la zone MADAGH..
- Economique : suivant le choix du tracé de la conduite d'adduction.

Pour ce qui est de la nature de la canalisation elle fait l'objet de choix du à la nature du terrain et les contraintes économiques.

Dans notre travail nous avons déterminé le diamètre économique DN 160 en conduit PEHD sur un linière 11000 m

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion

Cette étude sur l'alimentation en eau potable à Madagh est essentielle pour un aménagement durable de cette zone vierge. Elle insiste sur un diagnostic précis et des solutions respectueuses de l'environnement. Réalisée avec sérieux, elle garantira un accès équitable à l'eau et soutiendra le développement touristique. Elle peut aussi devenir un modèle national, créant des emplois et attirant des investissements.

Les points essentiels qui peuvent résumer les démarches entreprises pour la réalisation de ce projet de renforcement de l'alimentation en eau potable de la zone de MADAGH sont :

- L'évaluation des besoins en eau de la zone d'étude à l'horizon 2050 donne le débit calculé est de 1689 m³/jour ;
- Une conduite de longueur 9000 m avec un DN 160 en PEHD PN 16, véhiculant un débit de 19,56 l/s à partir du réservoir 5000m³ a HOUAOURA vers la zone touristique MADAGH

La nécessité d'une protection contre le phénomène de transitoire au niveau de la conduite d'adduction. L'installation d'un réservoir d'air d'une capacité 1500 litres a été le moyen adopté contre ce phénomène qui peut surgir sous forme de surpression

5 Bibliographie

- [1] *etude d'aménagement de la zet de Madagh*, bouzedjar, 2017.
- [2] [En ligne]. Available: <https://asal.dz/>.
- [3] l. s. d. Temouchent., *statistiques pluviometriques*, Aïn Temouchent, 1979/1980-2013/2014). (1970/2011).
- [4] dre, Aïn Temouchent.
- [5] *Etude d'adduction de la zone de HEDJAR*. [Performance]. Juillet 2019.
- [6] «alamyimages,» [En ligne]. Available: <https://www.alamyimages.fr>.
- [7] «czyzindustry,» [En ligne]. Available: <https://fr.czyzindustry.com/info/galvanized-steel-pipe-vs-black-steel-pipe-51774930.html>.
- [8] M. CARLIER, *Hydraulique générale et appliquée* édition Eyrolles, paris, 1972.
- [9] «ramus-industrie.,» [En ligne]. Available: <https://www.ramus-industrie.com/nos-produits/protection/soupape/decharge-canalisee-type-scr/>.
- [10] «ergil.com,» [En ligne]. Available: <https://ergil.com/fr/reservoir-anti-belier-industriels/>.
- [11] «xaintrie-passions,» [En ligne]. Available: <https://www.xaintrie-passions.com/chemin%C3%A9-%C3%A9quilibre/>.