

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE**



Université HAMMA LAKHDAR EL-OUED

Faculté de Technologie

Département de : Hydraulique & Génie Civil



MEMOIRE

***Présente en vue de l'obtention du diplôme de Master en Hydraulique
Option : Ouvrage hydraulique.***

THEME

**RENFORCEMENT ET SECURISATION DE LA RESSOURCE
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE
DANS LA COMMUNE DE GUEMAR
WILAYA D'ELOUED**

Présenté :

- GHERAB Athmane
- BEDOUI Khalil

Devant les membres du jury :

- Mr. GHOMRI Ali
- Mr. RIGUET Farhat
- Mr. ZAIZ Issam

Président
Examineur
Encadreur

Promotion : Septembre 2020

DEDICACES

À la mémoire de mon père.

Je dédie ce présent travail à ma mère.

À tous les membres de ma chère famille sans exception qui ont eu le courage de supporter mon isolement pour arriver au bout de ce travail.

BEDOUI Khalil

Je dédie ce modeste travail à mes chers parents. A mes frères et sœurs.

GHERAB Athmane

REMERCIEMENT

*Une grande gratitude à notre encadreur **M. ZAIZ Issam**
pour avoir encadrer notre travail et nous avoir beaucoup aider par ses
orientations et ses précieux conseils pour l'élaboration de cette étude.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury pour avoir accepté
d'évaluer notre travail.*

*Nous souhaitons également nos sincères remerciements à **M. KALLAL Khalifa**
pour son soutien et ses encouragements tout au long de ce travail.*

*Nous souhaitons également nos remerciements à tous les cadres et travailleurs du
subdivision des ressources en eau à Guemar*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, par des gestes, des mots ou des
conseils, nous disons merci.*

Résumé :

Le but de notre travail est l'étude de la renforcement et sécurisation de la ressource d'alimentation en eau potable de la commune de Guemar. Il s'agit d'abord d'avoir une connaissance poussée et fine des points de production des eaux qui alimentent le Groupement Urbain d'un côté et de l'autre cote il faut bien connaitre le système et le mode de distribution des eaux aux abonnés, cela permet de proposer des variantes de sécurisation d'eau potable en cas de déficit d'un point de production ou d'une conduite d'adduction.

Après avoir collecter les données sur terrain concernant les points de production et les différents modes de distribution qui nous a permet d'actualiser le schéma vertical d'alimentation en eau dans la commune de Guemar on a procédé à une analyse critique de ce schéma en simulant des scenarios susceptibles de perturber l'alimentation en eau dans la commune de Guemar puis on proposer à chaque scenario une solution pour pouvoir assurer l'alimentation en eau sans interruption.

Mots clés : sécurisation, renforcement, alimentation en eau potable, forage, scénario.

الملخص:

الهدف من هذا العمل هو دراسة تعزيز وتأمين مصدر إمداد مياه الشرب لمدينة قمار. حيث يتعلق الأمر أولاً بالحصول على معرفة معمقة لنقاط إنتاج المياه التي تزود التجمع الحضري من جهة ومن جهة أخرى من الضروري معرفة نظام وطريقة توزيع المياه إلى المستهلكين، وهذا ما يمكننا من تقديم بدائل لتأمين التزويد بمياه الشرب في حالة حدوث أي عجز على مستوى نقاط الإنتاج أو أنابيب الإمداد الرئيسية.

بعد جمع مختلف البيانات والمعطيات فيما يتعلق بنقاط الإنتاج وأنماط التوزيع التي سمحت لنا بتحديث المخطط الرأسي لتوزيع المياه في مدينة قمار، قمنا بإجراء تحليل نقدي لهذا المخطط عن طريق محاكاة السيناريوهات التي من المحتمل أن تعطل إمدادات المياه في مدينة قمار، ثم قدمنا لكل سيناريو حلاً لضمان استمرارية إمدادات المياه.

الكلمات المفتاحية: تأمين، تدعيم، تزويد بالماء الشروب، بئر ارتوازي، سيناريو.

LISTE DES ABREVIATIONS

ABHS: Agence de Bassin Hydrographique Sahara

ADE: Algérienne Des Eaux

AEA : Alimentation en Eau d'Agriculture.

AEI : Alimentation en Eau d'Industrie.

AEP : Alimentation en Eau Potable.

ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydriques

CI: Continental Intercalaire

CT: Complexe Terminal

DSA : Direction des Services Agricoles.

DRH : Direction des Ressources Hydriques.

GIRE : Gestion Intégrée de la Ressource en Eau.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

ONA : Office nationale de l'assainissement.

ONM : Office National Météorologique.

TABLE DES MATIERES

Résumé	
Dédicace	
Remerciement	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
INTRODUCTION GENERALE	1

CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION	3
I. SITUATION GEOLOGIQUE	3
II. LA TOPOGRAPHIE DE LA REGION	3
III. SITUATION CLIMATOLOGIQUE.....	6
III-1. La température :	6
III-2. La précipitation :	7
III-3. Le vent :	8
III-4. L'évaporation :	9
III-5. L'humidité relative :	9
III-6. L'ensoleillement :	10
IV. SITUATION HYDROGEOLOGIQUE	11
IV-1. Nappe Phréatique :	11
IV-2. Nappe du Complexe Terminal :	12
IV-3. Nappe du Continental Intercalaire :	12
V. SITUATION HYDRAULIQUE	13
V-1. Alimentation en eau potable :	13
CONCLUSION.....	16

CHAPITRE II : EVALUATION DES BESOINS EN EAU

INTRODUCTION	18
I. EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE	18
I-1. Population :	18
I-2. Estimation de la population :	19
II. EVOLUTION DES BESOINS	21
II-1. Besoin domestique :	21
II-2. Calcul des besoins totaux (Q_{moy}):	22
III. VARIATION DES DEBITS DE CONSOMMATION DANS LE TEMPS	23
IV. COEFFICIENT D'IRREGULARITE	23
IV-1. Coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{max,j}$) :	23
IV-2. Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{min,j}$) :	24
V. DETERMINATION DES DEBITS JOURNALIERS	24

V-1. Consommation maximale journalière ($Q_{max,j}$) :	24
V-2. Consommation minimale journalière ($Q_{min,j}$) :	25
VI. PRODUCTION	26
VI-1. Bilan de la comparaison (besoin -production) :	26
CONCLUSION	31

CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION DE L'ADDUCTION

INTRODUCTION	33
I. TYPES D'ADDUCTION	33
II. TYPES D'ÉCOULEMENT DANS LES CONDUITES D'ADDUCTION	33
III. CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX	33
III-1. Les conduites en acier soude (horizontalement et en hélice) :	33
III-2. Les conduites en béton précontraint à âme en tôle :	34
III-3. Les conduites en PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre) :	34
III-4. La fonte ductile :	34
III-5. Les tuyaux en polyéthylène ou P.E.H.D :	35
III-5-1. Caractéristiques et normes :	35
III-5-2. Avantages du tuyau annelés en PEHD :	35
III-5-2-1. Propriétés chimiques :	35
III-5-2-2. Propriétés mécaniques :	36
III-5-2-3. Propriétés hydrauliques :	37
III-5-2-4. Propriétés environnementales :	37
III-5-2-5. Économie et maintenance :	37
III-5-2-6. Économie offerte par la structure du tuyau :	37
III-6. Choix des matériaux de canalisation :	38
IV. ETUDE DE L'ADDUCTION	38
IV-1. Proposition des tronçons :	38
IV-2. Dimensionnement de l'adduction :	40
IV-2-1. Méthode de calcul :	40
IV-2-1-1. Calcul des pertes de charge :	42
IV-2-1-2. Calcul de la hauteur manométrique total :	44
IV-2-1-3. Frais d'exploitation :	44
IV-2-1-4. Frais d'amortissement :	45
IV-2-2. Dimensionnement de tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout :	46
IV-2-3. Dimensionnement de tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout :	48
IV-2-4. Dimensionnement de tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers Beb El-Gharbi :	50
IV-2-5. Dimensionnement de tronçon N°4 : Forage Gharbia vers Beb El-Gharbi :	51
IV-2-6. Dimensionnement de tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers Beb Echargui :	53
IV-2-7. Dimensionnement de tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui :	55
IV-2-8. Dimensionnement de tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia :	56
IV-2-9. Dimensionnement de tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia :	59
CONCLUSION	61

CHAPITRE IV : LA SECURISATION DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

INTRODUCTION	63
I. TYPES DE REPTURES.....	63
II. SCENARIO DE RENFORCEMENT	63
II-1. Renforcement du forage 20 Aout :	64
II-2. Renforcement du forage Dhahraouia :	66
III-3. Renforcement du forage Beb Elgharbi :	68
III-4. Renforcement du forage Beb Chargui :	70
CONCLUSION.....	72

CHAPITRE V : PROTECTION DES CONDUITES CONTRE LE COUP DE BELIER

INTRODUCTION	74
I. DEFINITION.....	74
II. LES CAUSES DU COUP DE BELIER	75
III. LES CONSEQUENCES DE CE PHENOMENE	75
IV. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU RESERVOIR ANTI-BELIER.....	76
V. EQUIPEMENTS ET MOYENS DE PROTECTION	76
V-1. Volant d'inertie	76
V-2. Cheminée d'équilibre	77
V-3. Réservoir a air comprime	77
V-4. Soupape de décharge.....	77
VI. ANALYSE PHYSIQUE DU PHENOMENE	78
VII. ETUDE DU COUP DE BELIER	80
VII-1. Calcul de la célérité.....	80
VII-2. Calcul de la valeur de coup de béliet	81
VII-3. Calcul de la surpression et de la dépression	81
VIII. ETUDE DU PHENOMENE DANS LES CAS DE L'ADDITION	81
VIII-1. TRONÇON N°01 : Forage El-Houd vers Forage 20 Aout	81
VIII-2. TRONÇON N°02 : forage sif nacer vers forage 20aout.....	82
VIII-3. TRONÇON N°03 : forage sif nacer vers forage Bab Elgharbi	83
VIII-4. TRONÇON N°04 : forage Gharbia vers forage Bab Elgharbi.....	84
VIII-5. TRONÇON N°05 : forage Bab Elgharbi vers forage Bab Chargui.....	85
VIII-6. TRONÇON N°06 : forage 19 mai vers Bab elgharbi.....	86
VIII-7. TRONÇON N°07 : forage 19 mai vers forage Dhahraouia.....	87
VIII-8. TRONÇON N°08 : forage 20 Aout vers forage Dhahraouia	88
CONCLUSION.....	89
CONCLUSION GENERAL	90
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	91

Liste des tableaux

Tableau I.1: Répartition mensuelle de la température (1976 à 2018)	6
Tableau I.2: Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976 à 2018)	7
Tableau I.3: Les variations de la vitesse moyenne mensuelle du vent (1976 à 2018)	8
Tableau I.4: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976 à 2018)	9
Tableau I.5: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative (1976 à 2018).....	9
Tableau I.6: Les moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976 à 2018)	10
Tableau I.07: Les caractéristiques des nappes d'El-Oued (ANRH, 1989).....	13
Tableau I.08: Caractéristiques du champ de captage.....	13
Tableau I.09: Caractéristiques des pompes installées au niveau des forages et leurs débits d'exploitation.....	14
Tableau II.01 : La population de zone d'étude pour différents horizons	19
Tableau II.02 : Les besoin domestique pour différents horizons	21
Tableau II.03: Débits moyen journalières des différents horizons	22
Tableau II.04: débits maximums journalières des différents horizons	25
Tableau II.05 : débits minimums journalières des différents horizons	25
Tableau II.06 : Débits de production des forages du zone d'étude (Actuel 2020).....	26
Tableau II.07 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Actuel 2020)	26
Tableau II.08 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Court terme 2024)	27
Tableau II.09 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Moyen terme 2032)	28
Tableau II.10 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Long terme 2045).....	29
Tableau III.01: Valeurs du coefficient k de la formule de Calebrook.	43
Tableau III.02: Calcul de la HMT du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout	47
Tableau III.03: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout.	47
Tableau III.04: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout	47
Tableau III.05: Bilan du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout	48
Tableau III.06: Calcul de la HMT du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout.....	48
Tableau III.07: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout.....	49
Tableau III.08: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout.....	49
Tableau III.09: Bilan du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout.....	49
Tableau III.10: Calcul de la HMT du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi.....	50
Tableau III.11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi.....	50
Tableau III.12: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi.....	51
Tableau III.13: Bilan du tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi	51

Tableau III.14:	Calcul de la HMT du tronçon N°4 :	
	Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	52
Tableau III.15:	Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°4 :	
	Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	52
Tableau III.16:	Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°4 :	
	Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	52
Tableau III.17:	Bilan du tronçon N°4 : Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi	53
Tableau III.18:	Calcul de la HMT du tronçon N°5 :	
	Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui.....	53
Tableau III.19:	Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°5 :	
	Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui.....	54
Tableau III.20:	Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°5 :	
	Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui.....	54
Tableau III.21:	Bilan du tronçon N°5 :	
	Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui.....	54
Tableau III.22:	Calcul de la HMT du tronçon N°6 :	
	Forage 19 mai vers forage Beb Echargui.....	55
Tableau III.23:	Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°6 :	
	Forage 19 mai vers forage Beb Echargui.....	55
Tableau III.24:	Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°6 :	
	Forage 19 mai vers forage Beb Echargui.....	56
Tableau III.25:	Bilan du tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui	56
Tableau III.26 :	Calcul de la HMT du tronçon : Forage Dhahraouia vers le point plus loin et la plus haute de la zone de distribution.....	57
Tableau III.27:	Calcul de la HMT du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia ...	57
Tableau III.28 :	HMT Total du tronçon N°7	57
Tableau III.29:	Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°7 :	
	Forage 19 mai vers forage Dhahraouia	58
Tableau III.30:	Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°7 :	
	Forage 19 mai vers forage Dhahraouia	58
Tableau III.31:	Bilan du tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia	58
Tableau III.32 :	Calcul de la HMT du tronçon : forage Dhahraouia vers la point plus loin et la plus haute de la zone de distribution.....	59
Tableau III.33:	Calcul de la HMT du tronçon N°8 :Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia ..	59
Tableau III.34 :	HMT Total du tronçon N°8.....	59
Tableau III.35:	Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°8 :	
	Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia.....	60
Tableau III.36:	Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°8 :	
	Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia.....	60
Tableau III.37:	Bilan du tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia	60
Tableau IV.01:	Cas Normal forage 20 Aout (actuel 2020)	64
Tableau IV.02:	Cas de crise forage 20 Aout (actuel 2020)	64
Tableau IV.03:	Cas Normal forage 20 Aout (long terme 2045)	64
Tableau IV.04:	Cas de crise forage 20 Aout (long terme 2045).....	64

Tableau IV.05: Cas Normal forage Dhahraouia (actuel 2020).....	66
Tableau IV.06: Cas de crise forage Dhahraouia (actuel 2020).....	66
Tableau IV.07: Cas Normal forage Dhahraouia (long terme 2045).....	66
Tableau IV.08: Cas de crise forage Dhahraouia (long terme 2045)	66
Tableau IV.09: Cas Normal forage Beb Elgharbi (actuel 2020)	68
Tableau IV.10: Cas de crise forage Beb Elgharbi (actuel 2020)	68
Tableau IV.11: Cas Normal forage Beb Elgharbi (long terme 2045)	68
Tableau IV.12: Cas de crise forage Beb Elgharbi (long terme 2045)	68
Tableau IV.13: Cas Normal forage Beb Chargui (actuel 2020)	70
Tableau IV.14: Cas de crise forage Beb Chargui (actuel 2020)	70
Tableau IV.15: Cas Normal forage Beb Chargui (long terme 2045)	70
Tableau IV.16: Cas de crise forage Beb Chargui (long terme 2045)	70
Tableau V-1 : Coefficient K dépend la nature de la conduite.....	81
Tableau V-2 : Les caractéristiques du tronçon 1	81
Tableau V-3 : Les caractéristiques du tronçon 2	82
Tableau V-4 : Les caractéristiques du tronçon 3	83
Tableau V-5 : Les caractéristiques du tronçon 4	84
Tableau V-6 : Les caractéristiques du tronçon 5	85
Tableau V-7 : Les caractéristiques du tronçon 6	86
Tableau V-8 : Les caractéristiques du tronçon 7	87
Tableau V-9 : Les caractéristiques du tronçon 8	88

Liste des figures

Fig I.1: Situation géographique de la zone d'étude	4
Fig I.2: Carte topographique de la vallée du Souf Source : DRE d'El-Oued, 2016.....	5
Fig I.03 : Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C).....	6
Fig I.04 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (mm).....	7
Fig I.05: Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s).....	8
Fig I.06: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976-2018).	9
Fig I.07 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative en (1976-2018)	10
Fig I.08 : Moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976-2018).....	11
Fig I.09 : Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (Gendouz et al, 2003).....	12
Fig I.10 : Situation des forages dans la zone d'étude	15
Fig II.01 : Prévision de la population de la zone de chaque forage	19
Fig II.02 : Zone d'alimentation de chaque forage.....	20
Fig II.03 : Les besoin journalières domestiques en fonction de l'horizon	22
Fig II.04: Les débits moyens journaliers en fonction de l'horizon Q_{moyj} (m ³ /j).	23
Fig II.05 : Comparaison (besoin – production) (Actuel 2020).....	27
Fig II.06 : Comparaison (besoin – production) (Court terme 2024).....	28
Fig II.07 : Comparaison (besoin – production) (Moyen terme 2032).....	29
Fig II.08 : Comparaison (besoin – production) (Long terme 2045)	30
Fig III.01: Tracé des tronçons proposé	39
Fig IV.01: Renforcement forage 20 Aout.....	65
Fig IV.02: Renforcement forage Dhahraouia	67
Fig IV.03: Renforcement forage Beb Elgharbi	69
Fig IV.04: Renforcement forage Beb Chargui.....	71
Fig V-1 : le Coup de Bélier.....	74
Fig V-2 : L'état de la conduite pendant la phase 1	78
Fig V-3 : Représentation de la phase 2 du coup béliér	79
Fig V-4 : Représentation de la phase 3 du coup de béliér	79
Fig V-5 : Représentation de la phase 4 du coup de béliér	80

INTRODUCTION GENERALE

L'eau est depuis la création de l'univers la matière essentielle de la vie sur terre, lorsqu'on parle de l'eau on pense à la vie et en aucun cas ne sera la vie sans l'existence de l'eau, ce qui est apparent que l'eau est inépuisable d'un point de vue que l'eau représente la 3/4 de notre planète, tandis qu'en réalité le taux de l'eau douce appropriée à l'homme est très faible et a une forte tendance à se réduire en considérant la croissance démographique et la pollution.

Le but de notre travail est l'étude de le renforcement et sécurisation de la ressource d'alimentation en eau potable de la commune de Guemar. Il s'agit d'abord d'avoir une connaissance poussée et fine des points de production des eaux qui alimentent le Groupement Urbain d'un côté et de l'autre cote il faut bien connaitre le système et le mode de distribution des eaux aux abonnés, cela permet de proposer des variantes de sécurisation d'eau potable en cas de déficit d'un point de production ou d'une conduite d'adduction

Ce travail est organisé de manière à couvrir les axes d'analyse suivants :

- Présentation de la région d'étude (situation géographique, topographique, climat, démographique et hydraulique), et la proposition des problématiques dans le chapitre I.
- Le calcul des besoins en eau a l'année actuelle et à différente horizon, Les différents calculs sont traités et présentés successivement dans le chapitre II.
- Le choix du tracé et le type des matériaux des canalisations, l'étude technico-économique pour le dimensionnement des conduites de refoulement sont exposés dans le chapitre III.
- La sécurisation de l'alimentation en eau potable et les scenarios susceptible de perturber l'alimentation en eau sont exposés dans le chapitre IV.
- Les conduites d'adduction de renforcement doivent être protégées contre le phénomène de coup béliet, cette protection est faite dans le chapitre V.

Enfin. Ce présent travail est terminé par une conclusion générale.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

INTRODUCTION

Au cours de ce chapitre, nous nous présentons les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui influencent sur la conception de ce projet.

I. SITUATION GEOLOGIQUE

El oued est située dans le Sahara algérien, c'est une Wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 44586.80 km², la population est de 900000 habitants, se trouve à environ 700 km au Sud- Est d'Alger (Figure I.1) et 350 km à l'Ouest de Gabes (Tunisie). Elle est limitée :

- Au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa,
- A l'Est par la Tunisie,
- A l'Ouest par les wilayas Biskra, Djelfa et Ouargla,
- Au Sud par la Wilaya d'Ouargla. L'aire d'étude représente la vallée du Souf, par 7°E et 33°5N. La vallée de Souf ce n'est pas un bassin versant mais une unité de ressource en eau qui est délimitée :
 - ✓ Au Sud par la mer de dunes du grand erg oriental.
 - ✓ A l'Est par une série de chotts.
 - ✓ A l'Ouest par l'Oued Right et par la ligne de palmeraie qui court de Biskra à Touggourt.

II. LA TOPOGRAPHIE DE LA REGION

La région d'Oued Souf appelée aussi région du Bas-Sahara caractérisée par une faible altitude au Sud-est du pays. Le point le plus haut se trouve à la côte 125m dans la ville Bayada (Essoualah), alors que le point le plus bas se trouve à la cote -3 m à Foulia commune de Réguiba (ANRH/2016).

L'altitude moyenne de la région est de 61 m et dénonce une diminution du Sud vers le Nord pour être de 25 m au-dessous du niveau de la mer dans la zone des Chotts (ANRH, 2016).

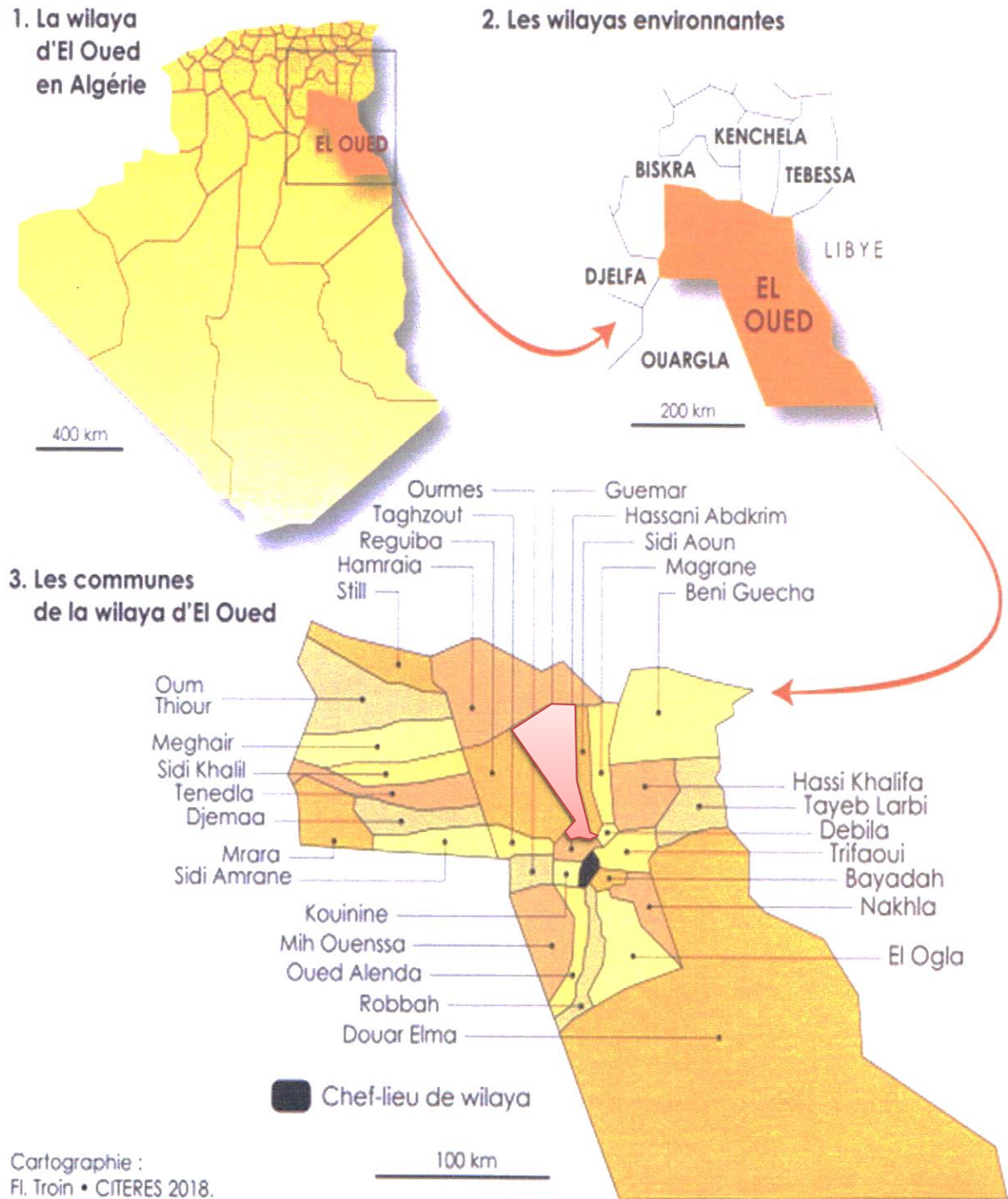


Fig I.1: Situation géographique de la zone d'étude

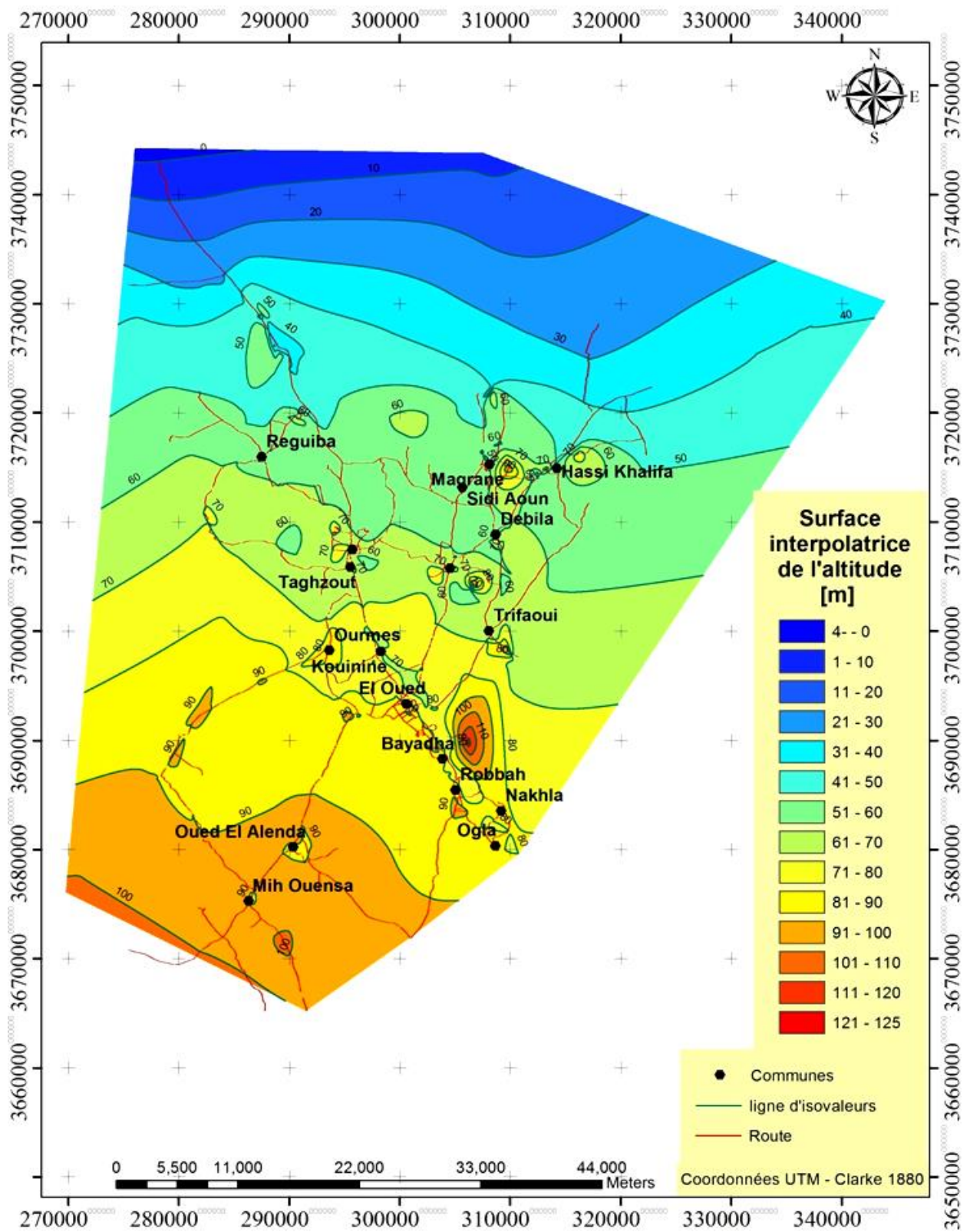


Fig I.2: Carte topographique de la vallée du Souf Source :DRE d'El-Oued, 2016

III. SITUATION CLIMATOLOGIQUE

Le climat est de type saharien, caractérisé par un été chaud et sec, un hiver plutôt doux, une faible pluviométrie et une forte évaporation. La caractérisation du climat de la zone d'étude a été établie sur la base des données climatiques disponibles de la station météorologique O.N.M. d'EL OUED pour la période allant de 1976 à 2018.

III-1. La température :

La température est un paramètre important dont il faut tenir compte pour la caractérisation d'une région donnée. Le tableau suivant représente la répartition moyenne mensuelle de la température.

Tableau I.1: Répartition mensuelle de la température (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
T moy	30.29	24.19	17.5	12.43	11.77	14.3	18.51	22.2	27.61	32.24	35.03	29.47	22.96

Source : (ONM 2019)

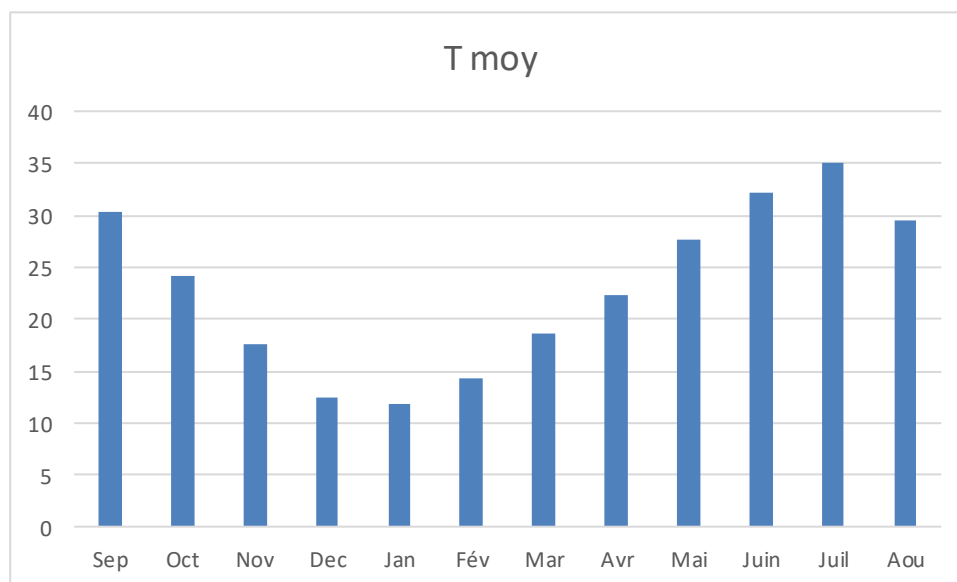


Fig I.03 : Moyennes mensuelles des températures moyennes en (°C).

III-2. La précipitation :

L'étude pluviométrique présente un intérêt considérable dans l'hydro climatologie qui sert à obtenir une description des régimes pluviométriques d'une part et d'autre part son rôle sur l'écoulement.

Tableau I.2: Répartition mensuelle de la pluviométrie (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
P mm	5.37	7.18	9.06	6.24	14.66	6.92	8.05	6.67	4.78	1.45	0.48	1.98	72.84

Source : (ONM 2019)

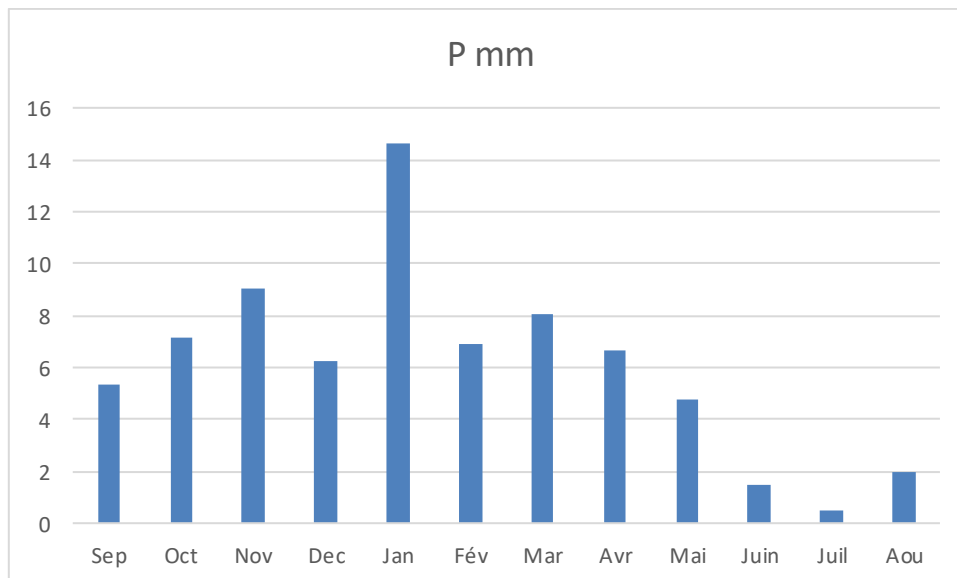


Fig I.04 : Répartition mensuelle de la pluviométrie (mm).

La moyenne annuelle des précipitations enregistrées au cours des 42 années est faible, elle est estimée 72.84 mm, avec un maximum des jours de pluies au mois des janvier 14.66 mm et un minimum de 0.48 mm jours de pluies au mois de juillet. Sa répartition à travers les mois et les saisons se fait d'une manière irrégulière, la période la plus pluvieuse est la période à partir du mois de septembre au mois de mars.

III-3. Le vent :

Les vents sont fréquents, les plus violents se situent au printemps. La direction dominante est Nord-Est, à l'exception des mois d'hivers dont la direction est Sud-Ouest. Le sirocco (Chihili) présente le vent caractérisant la saison d'été souffle fréquemment dans la région, prenant un sens Sud- Nord et jeter des courants d'air chaud parfois avoisiner des vagues de sables. Il faut aussi parler des vents de sables qui ont leurs saisons de prédilection entre février et avril (durant le printemps). Mais heureusement, les véritables tempêtes restent très rares.

Tableau I.3: Les variations de la vitesse moyenne mensuelle du vent (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
V m/s	4.08	2.81	2.88	3.04	2.99	3.64	4.06	4.99	5.14	5.15	4.66	4.28	3.98

Source : (ONM 2019)

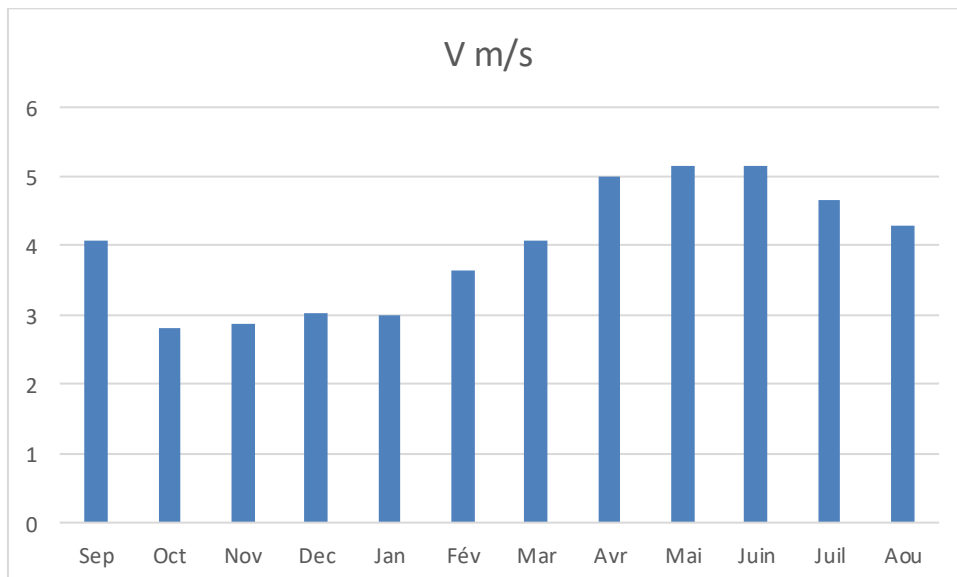


Fig I.05: Moyennes mensuelles des vitesses des vents (m/s).

Nous remarquons que les vents sont fréquents durant toute l'année les vitesses les plus élevées sont enregistrées durant le mois de Février jusqu'à le mois d'Aout, avec un maximum de 5.15 m/s durant le mois Juin. Le chihili (ou sirocco) provoque des dégâts très sévères (dessèchement, déshydratation) ; Les vents de sable freinent considérablement l'activité socioéconomique et envahissent les cultures.

III-4. L'évaporation :

L'évaporation est un passage progressif de l'état liquide à l'état gazeux. Ce phénomène est donc une vaporisation progressive. Le tableau ci-après fait ressortir que l'évaporation maximale est de l'ordre de 361.5 mm enregistré pendant le mois de Juillet.

Tableau I.4: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
Ev mm	184.2	144.8	105.2	87.3	80.3	93.1	167.7	203	288.5	337.3	361.5	321.3	197.85

Source : (ONM 2019)

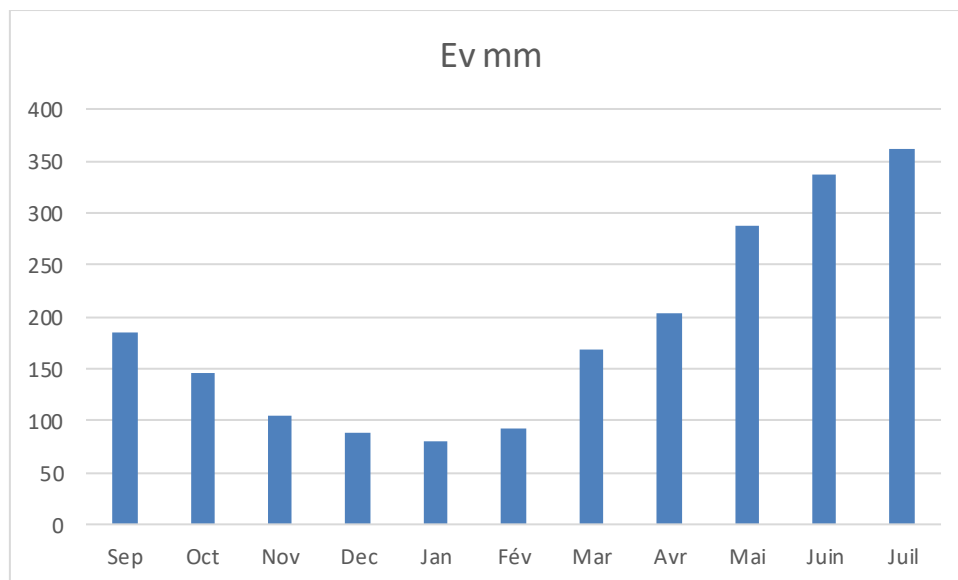


Fig I.06: Les moyennes mensuelles de l'évaporation (1976-2018).

III-5. L'humidité relative :

La région se caractérise par un air sec. Avec une humidité Moyenne annuelle de 47.59% le taux d'humidité relative varie d'une saison à l'autre. La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 66.99% et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette region est enregistrée pendant le mois de Juillet avec 31.15%.

Tableau I.5: Les moyennes mensuelles de l'humidité relative (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
Hum %	46.87	51.47	59.39	66.99	63.77	54.42	48.02	42.62	37.43	34.44	31.15	34.46	47.59

Source : (ONM 2019)

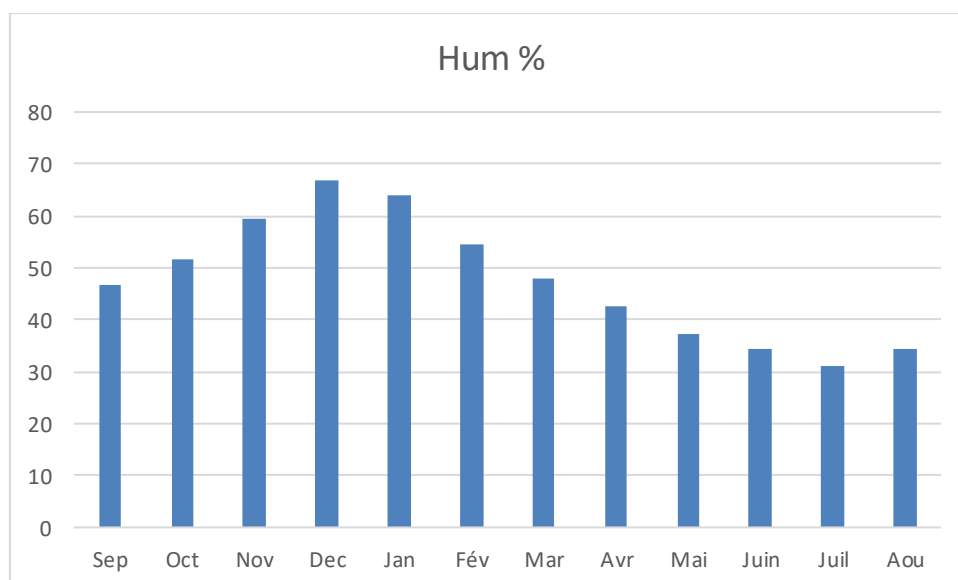


Fig I.07 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative en (1976-2018).

III-6. L'ensoleillement :

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année.

On peut remarquer que les valeurs les plus importantes sont enregistrées en période allant du mois de Mars ou mois de mai, la valeur la plus élevée est celle du mois de juillet avec une valeur de 360 Heures.

Tableau I.6: Les moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976 à 2018)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Moy
Ensol heur	282.1	266	239.2	233.3	268.3	255.2	284.7	296.9	317.9	353.1	360	339.3	291.34

Source : (ONM 2019)

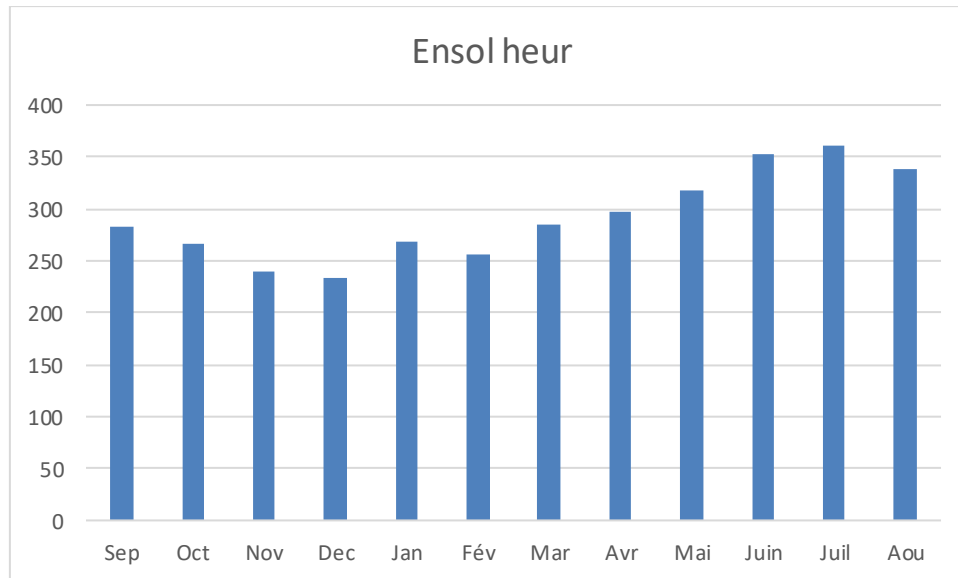


Fig I.08 : Moyennes mensuelles de l'ensoleillement (1976-2018).

IV. SITUATION HYDROGEOLOGIQUE

Le Sahara septentrional Algérien se caractérise par un système aquifère composé de deux importantes nappes profondes, qui sont la nappe du Continental Intercalaire (CI) et celle du Complexe Terminal (CT) s'étendent sur des superficies respectivement 700 000 km² (épaisseur peut atteindre 1000 m) et 350 000 km² (profondeur oscillante entre 100 et 500 m), les réserves théoriques des deux aquifères sont estimées à près de 60 000 milliards de m³ (Khadraoui, 2006).

IV-1. Nappe Phréatique :

La nappe phréatique présente dans toute l'oasis du Souf correspond essentiellement à la partie supérieure des formations Continentales déposées à la fin du Quaternaire, avec une profondeur variable entre 10 et 40 mètres.

Cette nappe est la source principale d'irrigation d'importantes palmeraies, elle est surtout exploitée par des puits traditionnels.

La profondeur du toit de cette nappe, d'après les coupes géologiques, dépasse parfois 20 mètres. La circulation des eaux dans cette nappe est relativement lente sur toute la région du Souf particulièrement dans les zones caractérisées par l'existence de lentilles argileuses qui influent sur la perméabilité des sables. Excepté dans la région des Chotts. La nappe phréatique est présente sur toute la zone d'étude.

IV-2. Nappe du Complexe Terminal :

Elle est Composée des trois nappes : les deux premières correspondent aux nappes des sables d'âge Mio-Pliocène et Pontien, la troisième est la nappe des calcaires d'âge Senono - Éocène.

La première correspond à la formation supérieure du Complexe Terminal (CT), elle est constituée par du sable peu grossier se trouve à une profondeur moyenne de 280 m, cette nappe du Mio-Pliocène couvre presque tout le Souf. La deuxième nappe de sable est d'âge Potier (Eocène Supérieur). Elle prend position entre la 1ère et la nappe de calcaire. Sa profondeur varie entre 400 et 480 m avec une épaisseur moyenne de 50m.

IV-3. Nappe du Continental Intercalaire :

Elle est située à une profondeur allant de 1400m à 1800m. On l'appelle nappe albienne. L'eau de cette nappe est chaude (40 à 60 °C), elle présente un handicap majeur pour l'irrigation qui demande un refroidissement.

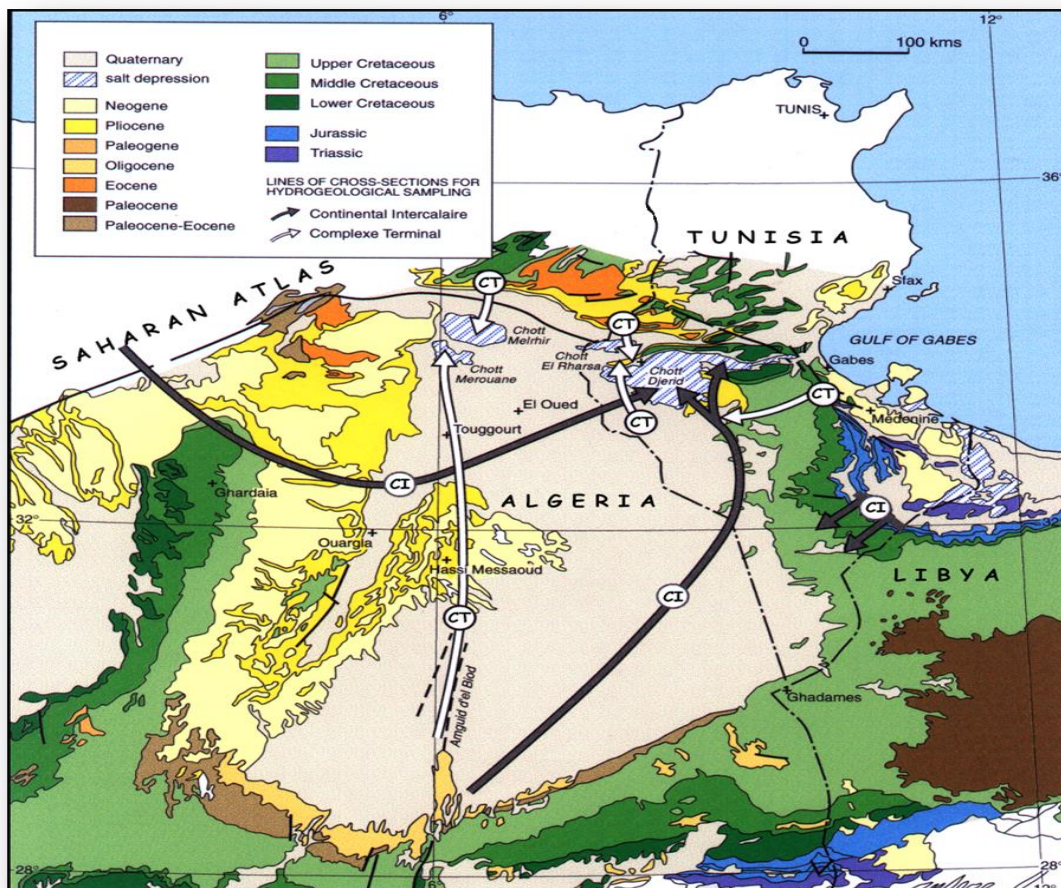


Fig I.09 : Le Système Aquifère du Sahara Septentrional (Gendouz et al, 2003).

Le tableau suivant présente les caractéristiques concernant les deux nappes souterraines (CT, CI) de la zone d'étude.

Tableau I.07: Les caractéristiques des nappes d'El-Oued (ANRH, 1989)

Nappe Caractéristiques	Complexe Terminal (CT)	Continental Intercalaire (CI)
Température (°C)	22	70
Salinité (g/l)	4.5	1.95-2
Profondeur (m)	Plus de 140	Plu de 1200

V. SITUATION HYDRAULIQUE

V-1. Alimentation en eau potable :

L'alimentation en eau potable de l'agglomération de Guemar (zone d'étude) est assurée par un champ de captage composé de 08 forages. Quatre forages sont équipés par des réservoirs surélevés et les autres quatre forages refoulent leurs débits directement vers le réseau de distribution.

Les caractéristiques des forages du champ de captage et ces coordonnées sont réunies dans ce tableau.

Tableau I.08: Caractéristiques du champ de captage

	Coordonnée UTM Zone 32 S			Profondeur	NS	ND	Débit mobilisé L/S
	X	Y	Z				
Forage Beb Elgharbi	295175	3708078	63.12	359.00	57.80	61.30	75.00
Forage Beb Echargui	295834	3707414	63.81	348.00	47.70	58.10	40.00
Forage Dhahrouia	297067	3709315	62.06	367.00	55.00	64.00	60.00
Forage 19 Mai	296822	3707830	60.86	355.00	42.22	44.53	40.00
Forage Gharbia	294398	3707700	64.76	372.00	57.00	65.00	35.00
Forage Sif Nacer	294419	3708858	62.47	331.00	58.27	68.43	47.00
Forage 20 Aout	295555	3709671	60.68	363.00	52.48	60.50	45.00
Forage El-Houd	294797	3711135	59.55	363.00	56.00	63.70	45.00

Les caractéristiques des pompes du Champ de captage sont reproduites sous forme de tableau 09.

Tableau I.09: Caractéristiques des pompes installées au niveau des forages et leurs débits d'exploitation.

	Débit L/S	Cote de calage	Hauteur manométrique	Hauteur de réservoir surélevés
Forage Beb Elgharbi	34.72	73.35	124.00	21
Forage Beb Echargui	33.33	70.90	143.00	28.7
Forage Dhahrouia	33.33	77.86	121.00	/
Forage 19 Mai	33.33	66.30	125.00	/
Forage Gharbia	33.33	79.15	121.00	30.25
Forage Sif Nacer	34.72	79.23	120.00	/
Forage 20 Aout	30.00	87.00	121.00	26.1
Forage El-Houd	33.33	70.20	121.00	/

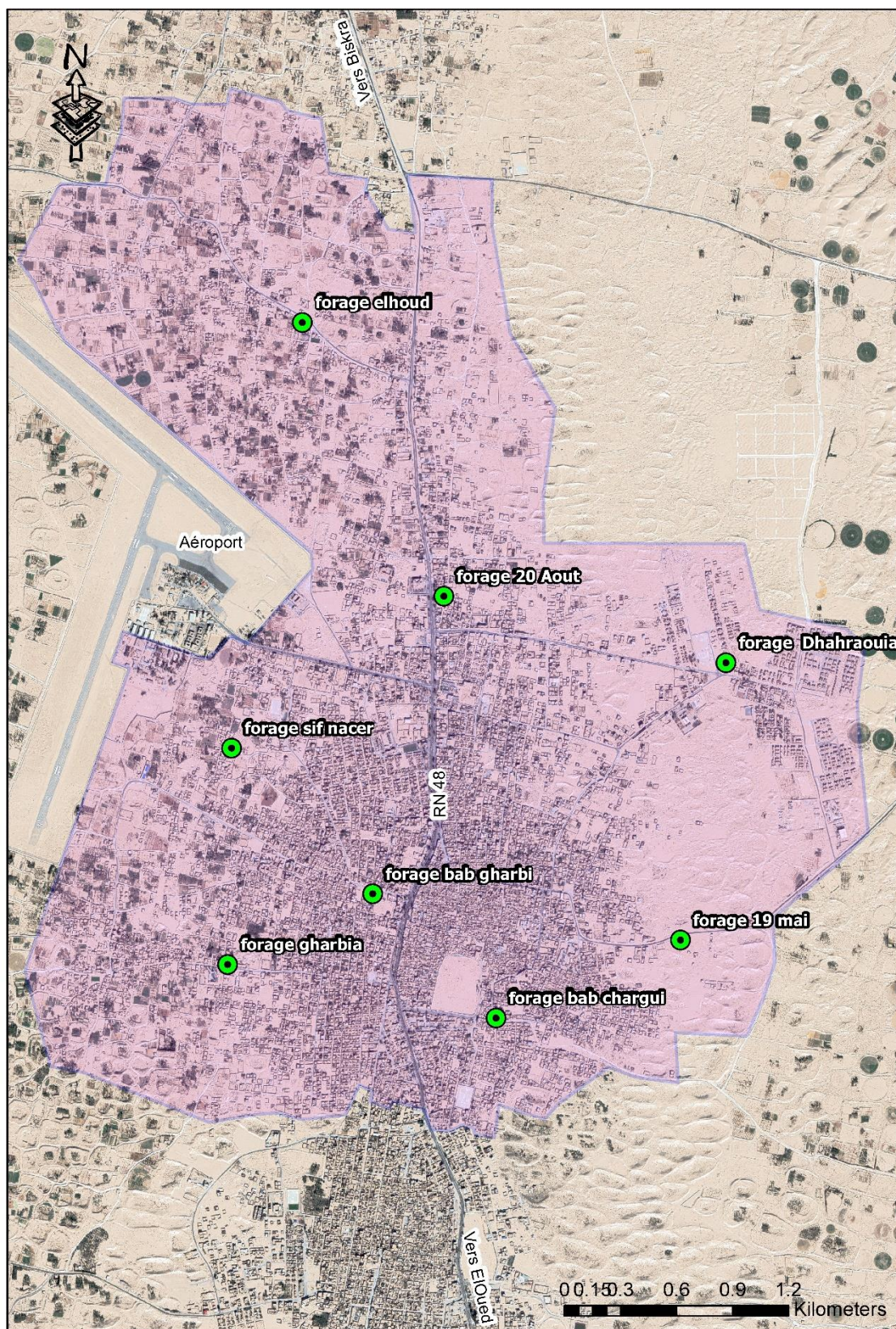


Fig I.10 : Situation des forages dans la zone d'étude.

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons défini les données nécessaires concernant la commune de Guemar, du point de vue topographique, géologique, climatologique, géographique ainsi que la situation hydraulique. Ces données vont nous servir de base pour l'élaboration du projet d'eau potable de la zone d'étude.

CHAPITRE II

EVALUATION DES BESOINS EN EAU

INTRODUCTION :

Tout projet d'alimentation en eau potable doit être dimensionné pour satisfaire les besoins actuels et futurs. Cette exigence est difficile à satisfaire car les besoins évoluent, leur évolution suit deux facteurs :

- La croissance de la population dans la localité pour laquelle est réalisé le projet.
- L'augmentation de la consommation en eau par usager.

Afin de faire un diagnostic efficace dans notre étude, on doit estimer avec exactitude les différents besoins en eau de notre agglomération, pour cela on doit fixer une norme pour chaque catégorie de consommateur.

I. EVOLUTION DEMOGRAPHIQUE

La population de la ville de Guemar, à l'instar de toutes les autres villes d'El-Oued est répartie en deux zones distinctes et qui sont le chef-lieu de la commune et la zone éparse.

D'après le bureau des statistiques de la mairie de Guemar, 68.50 % de celle-ci se concentre au niveau de zone chef-lieu de l'agglomération.

I-1. Population :

Le taux d'accroissement doit être en corrélation avec une courbe tendance dont le tracé ne sera significatif que lorsqu'il sera basé sur quatre ou cinq recensements au moins, cette courbe a une tendance dégressive comme le montre les différentes études de PDAU.

La projection de la population est faite sur la base du recensement du bureau des statistiques de la mairie de Guemar, en prenant un taux d'accroissement de 2.9% pour le court terme, 2,9% pour le moyen terme et 2,9% pour le long terme. Nous disposons comme donnée de base, le nombre de la population en 2020 qui est évalué à 37300 habitants (Bureau des statistiques de la mairie de Guemar).

I-2. Estimation de la population :

Pour les calculs d'estimation de la population future, nous utiliserons la formule de l'équation des intérêts composés : $P_n = P_0 \times (1 + \tau)^n$

Avec :

P_n : La population à l'horizon de calcul.

P_0 : La population actuelle.

τ : Le taux d'accroissement moyen annuel de la population.

n : Le nombre des années d'écart.

Nous allons donc résumer l'ensemble des résultats de calcul dans le tableau II.1.

Tableau II.01 : La population de zone d'étude pour différents horizons.

		Actuel	court terme	moyenne terme	long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Taux d'accroissement (%)		2.9	2.9	2.9	2.9
Nombre de population	Zone Forage Beb Elgharbi	6056	6790	8534	12376
	Zone Forage Beb Echargui	8317	9325	11721	16996
	Zone Forage Dhahrouia	4742	5316	6683	9690
	Zone Forage 19 Mai	1779	1995	2507	3635
	Zone Forage Gharbia	6497	7284	9156	13277
	Zone Forage Sif Nacer	1985	2225	2797	4056
	Zone Forage 20 Aout	4153	4656	5853	8487
	Zone Forage El-Houd	3771	4228	5314	7706
Total		37300	41819	52565	76224

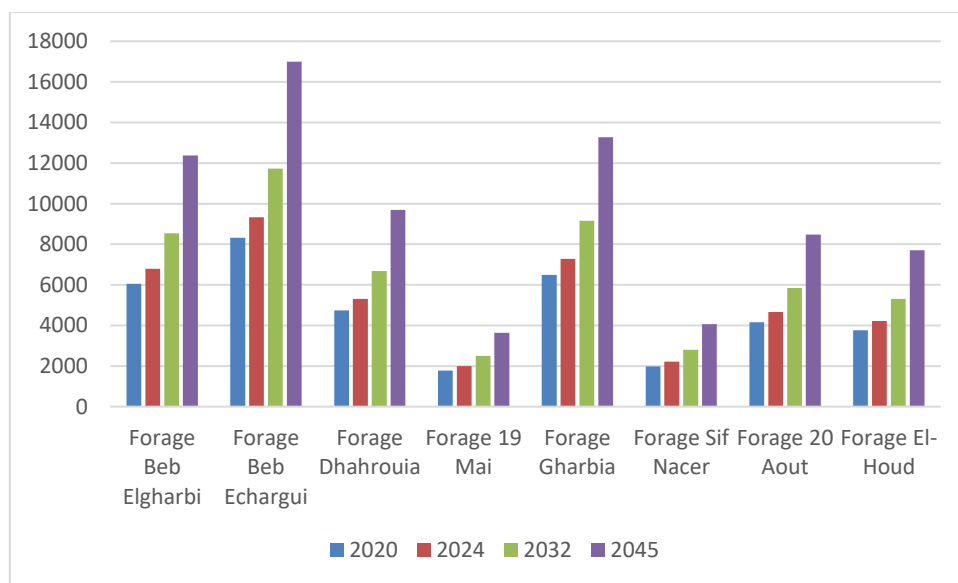


Fig II.01 : Préviation de la population de la zone de chaque forage.

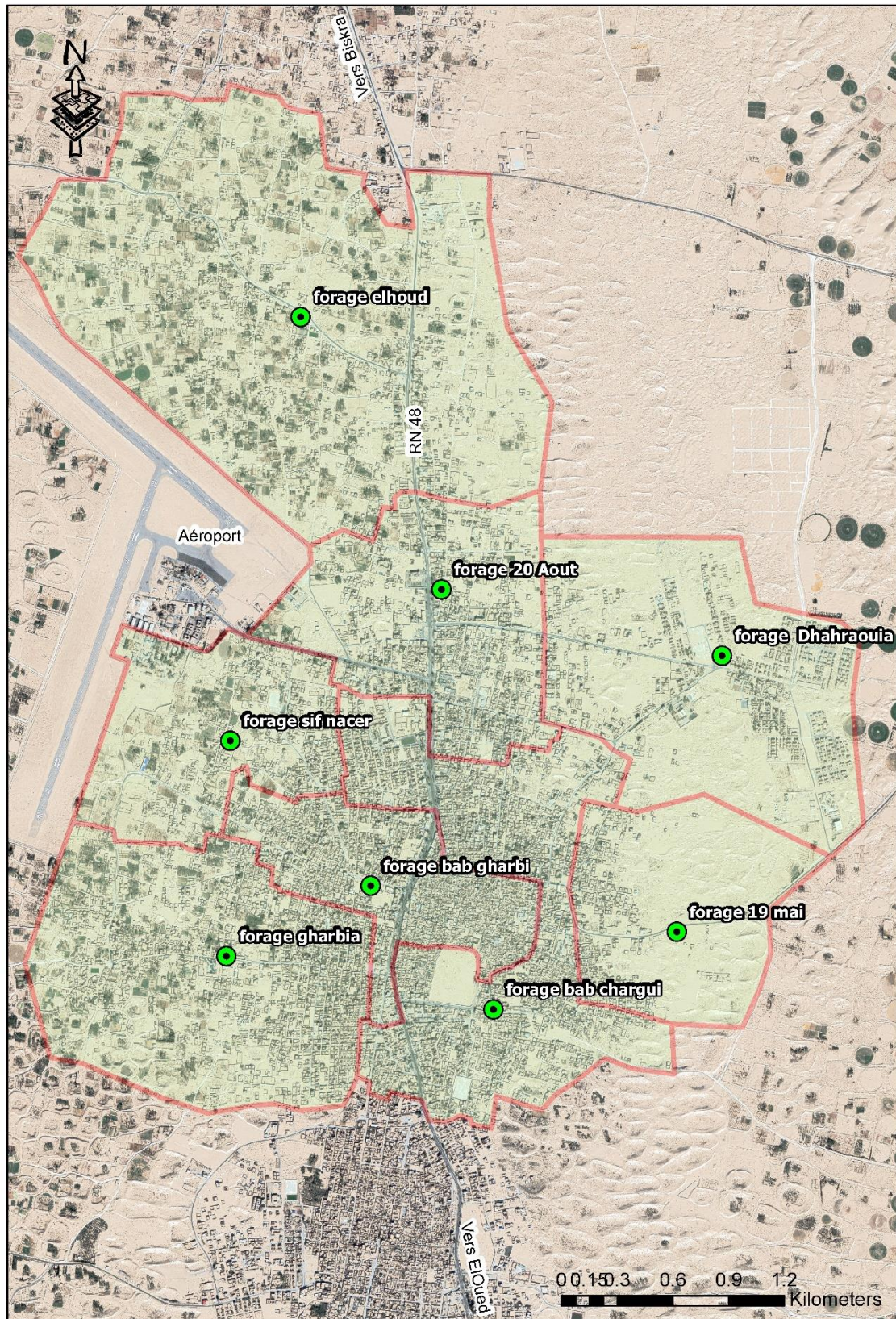


Fig II.02 : Zone d'alimentation de chaque forage.

II. EVOLUTION DES BESOINS

Pour le calcul des besoins, on a opté pour une dotation de **150** l/j/hab, suite aux informations recueillis auprès de la DRE de la wilaya de El-Oued.

II-1. Besoin domestique :

La consommation moyenne journalière domestique est obtenue par la formule suivante :

$$Q_{moyj} = \frac{(Q_i * N_i)}{1000}$$

Avec :

- $Q_{moyj,j}$: Consommation moyenne journalière en m³/j ;
- Q_i : Dotation journalière en l/j/hab ;
- N_i : Nombre de consommateurs ;

Les résultats de calcul des débits moyens journalier pour les différents horizons sont résumés dans le tableau II.2.

Tableau II.02 : Les besoins domestiques pour différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Dotation (l/j/hab)		150	150	150	150
Besoin domestique (m ³ /j)	Zone Forage Beb Elgharbi	908.400	1018.447	1280.152	1856.357
	Zone Forage Beb Echargui	1247.550	1398.684	1758.095	2549.426
	Zone Forage Dhahrouia	711.300	797.470	1002.391	1453.574
	Zone Forage 19 Mai	266.850	299.177	376.055	545.320
	Zone Forage Gharbia	974.550	1092.611	1373.373	1991.538
	Zone Forage Sif Nacer	297.750	333.821	419.601	608.466
	Zone Forage 20 Aout	622.950	698.417	877.885	1273.027
	Zone Forage El-Houd	565.650	634.175	797.136	1155.932
Total		5595.000	6272.802	7884.689	11433.639

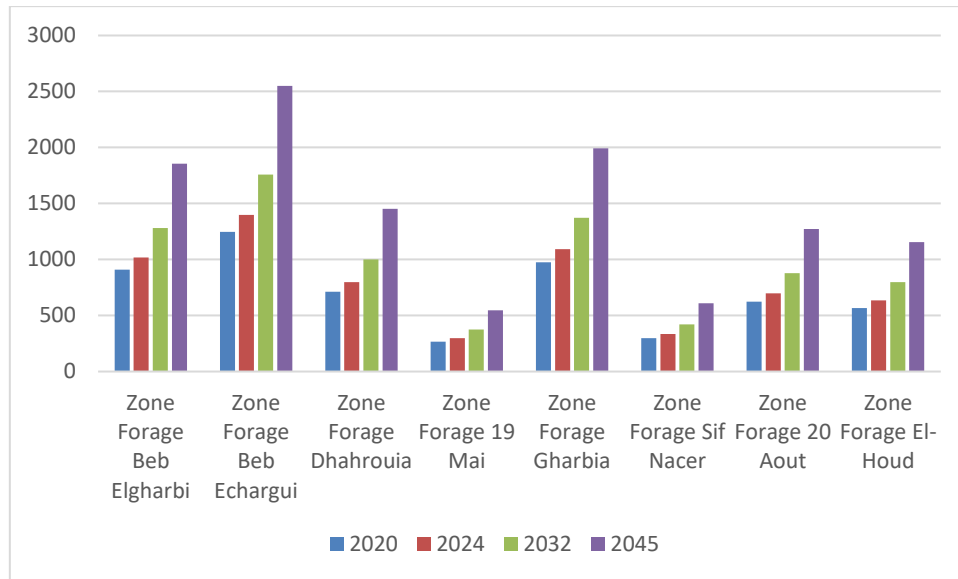


Fig II.03 : Les besoin journalières domestiques en fonction de l’horizon.

II-2. Calcul des besoins totaux (Q_{moyj}):

La consommation moyenne journalière totale représente la somme de la consommation moyenne journalière domestique et les besoins d’équipement (Égale 10% de Besoin domestique).

Les résultats des calculs des besoins totaux sont résumés dans le tableau II.3

Tableau II.03: Débits moyen journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
Besoins des équipements (m³/j)		+ 10%	+ 10%	+ 10%	+ 10%
Q moy j (m³/j)	Zone Forage Beb Elgharbi	999.240	1120.292	1408.167	2041.993
	Zone Forage Beb Echargui	1372.305	1538.552	1933.905	2804.368
	Zone Forage Dhahrouia	782.430	877.217	1102.630	1598.932
	Zone Forage 19 Mai	293.535	329.095	413.661	599.852
	Zone Forage Gharbia	1072.005	1201.872	1510.711	2190.691
	Zone Forage Sif Nacer	327.525	367.203	461.561	669.312
	Zone Forage 20 Aout	685.245	768.259	965.674	1400.330
	Zone Forage El-Houd	622.215	697.593	876.849	1271.525
Total		6154.500	6900.082	8673.158	12577.002

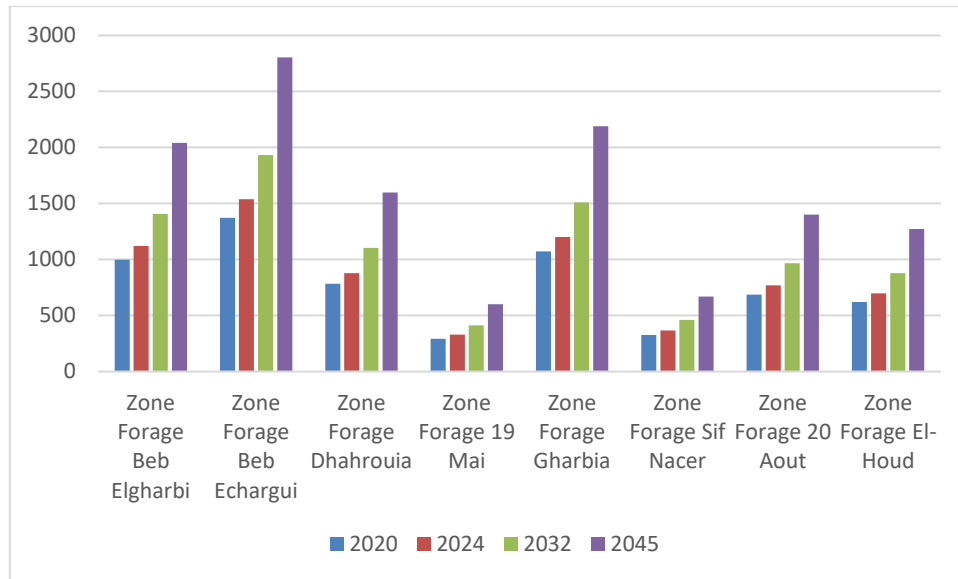


Fig II.04: Les débits moyens journaliers en fonction de l'horizon Q_{moyj} (m^3/j).

III. VARIATION DES DEBITS DE CONSOMMATION DANS LE TEMPS

Le débit demandé par les différentes catégories des consommateurs est soumis à plusieurs variabilités en raison de l'irrégularité de la consommation dans le temps.

- Variations annuelles qui dépendent du niveau de vie de l'agglomération 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 week-end.
- Variations horaires qui dépendent du régime de consommation de la population. Elles représentent les variations les plus importantes.

IV. COEFFICIENT D'IRREGULARITE

IV-1. Coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{max,j}$) :

Le coefficient d'irrégularité maximale journalière ($K_{max,j}$) qui tient compte des pertes d'eau dans le réseau et des gaspillages peut être obtenu par le rapport de la consommation maximale journalière et de la consommation moyenne journalière :

$$K_{max,j} = \frac{Q_{max,j}}{Q_{moyj}}$$

Ce coefficient varie entre 1,1 et 1,3. Pour notre cas on prend $K_{\max,j} = 1,3$.

IV-2. Coefficient d'irrégularité minimale ($K_{\min,j}$) :

Ce coefficient nous indique de combien de fois la consommation minimale est inférieure à la consommation moyenne. Ce coefficient est donné par le rapport suivant :

$$K_{\min,j} = \frac{Q_{\min,j}}{Q_{\text{moy},j}}$$

Ce coefficient permet de déterminer le débit minimum journalier. $K_{\min,j}$ varie de 0,7 à 0,9. Pour notre cas on prend $K_{\min,j} = 0,8$.

V. DETERMINATION DES DEBITS JOURNALIERS

V-1. Consommation maximale journalière ($Q_{\max,j}$) :

Ce débit relatif au jour de plus grande consommation est constaté pendant l'année. Il est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau d'adduction.

Ce débit est donné par :

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

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

$$\text{Donc : } Q_{\max,j} = 1,3 \times Q_{\text{moy},j}$$

Les résultats de calcul des consommations maximales journaliers sont résumés dans le tableau II.04

Tableau II.04: débits maximums journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
$K_{max j}$		1.3	1.3	1.3	1.3
$Q_{max j} (m^3/j)$	Zone Forage Beb Elgharbi	1299.012	1456.380	1830.618	2654.590
	Zone Forage Beb Echargui	1783.997	2000.117	2514.077	3645.679
	Zone Forage Dhahrouia	1017.159	1140.382	1433.420	2078.611
	Zone Forage 19 Mai	381.596	427.824	537.759	779.808
	Zone Forage Gharbia	1393.607	1562.434	1963.924	2847.899
	Zone Forage Sif Nacer	425.783	477.364	600.029	870.106
	Zone Forage 20 Aout	890.819	998.736	1255.376	1820.428
	Zone Forage El-Houd	808.880	906.871	1139.904	1652.982
Total		8000.850	8970.107	11275.106	16350.103

V-2. Consommation minimale journalière ($Q_{min j}$) :

C'est le débit de jour de faible consommation pendant l'année ;

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

On prend $K_{min j}=0,8$.

Les résultats de calcul des consommations minimales journaliers sont résumés dans le tableau II.05

Tableau II.05 : débits minimums journalières des différents horizons.

		Actuel	Court terme	Moyenne terme	Long terme
Horizons		2020	2024	2032	2045
$K_{min j}$		0.8	0.8	0.8	0.8
$Q_{min j} (m^3/j)$	Zone Forage Beb Elgharbi	799.392	896.234	1126.534	1633.594
	Zone Forage Beb Echargui	1097.844	1230.842	1547.124	2243.494
	Zone Forage Dhahrouia	625.944	701.774	882.104	1279.145
	Zone Forage 19 Mai	234.828	263.276	330.929	479.882
	Zone Forage Gharbia	857.604	961.498	1208.569	1752.553
	Zone Forage Sif Nacer	262.020	293.762	369.249	535.450
	Zone Forage 20 Aout	548.196	614.607	772.539	1120.264
	Zone Forage El-Houd	497.772	558.074	701.479	1017.220
Total		4923.600	5520.066	6938.527	10061.602

VI. PRODUCTION

L'estimation des besoins de zone d'étude est basée sur les débits recueillis auprès les 08 forages.

Tableau II.06 : Débits de production des forages du zone d'étude (Actuel 2020).

N°	Secteurs	Production en (L/s)	Production en (m ³ /j)
01	Forage Beb Elgharni	34.72	3000.00
02	Forage Beb Echargui	33.33	2880.00
03	Forage Dhahrouia	33.33	2880.00
04	Forage 19 Mai	33.33	2880.00
05	Forage Gharbia	33.33	2880.00
06	Forage Sif Nacer	34.72	3000.00
07	Forage 20 Aout	30.00	2592.00
08	Forage El-Houd	33.33	2880.00
			Total = 22992

VI-1. Bilan de la comparaison (besoin -production) :

Tableau II.07 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Actuel 2020).

Secteurs	Actuel 2020			
	Qmaxj (m ³ /j)	Production (m ³ /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1299.01	3000.00	0.00	1700.99
Forage Beb Echargui	1784.00	2880.00	0.00	1096.00
Forage Dhahrouia	1017.16	2880.00	0.00	1862.84
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	0.00	2498.40
Forage Gharbia	1393.61	2880.00	0.00	1486.39
Forage Sif Nacer	425.78	3000.00	0.00	2574.22
Forage 20 Aout	890.82	2592.00	0.00	1701.18
Forage El-Houd	808.88	2880.00	0.00	2071.12
Total	8000.85	22992.00	0.00	14991.15

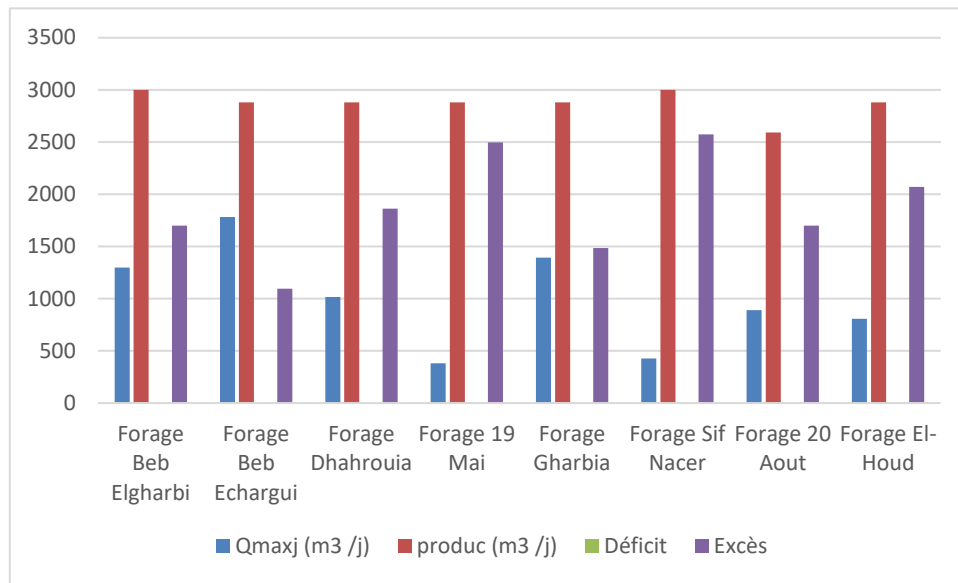


Fig II.05 : Comparaison (besoin – production) (Actuel 2020).

Tableau II.08 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Court terme 2024).

Secteurs	Court terme 2024			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1456.38	3000.00	0.00	1543.62
Forage Beb Echargui	2000.12	2880.00	0.00	879.88
Forage Dhahrouia	1140.38	2880.00	0.00	1739.62
Forage 19 Mai	427.82	2880.00	0.00	2452.18
Forage Gharbia	1562.43	2880.00	0.00	1317.57
Forage Sif Nacer	477.36	3000.00	0.00	2522.64
Forage 20 Aout	998.74	2592.00	0.00	1593.26
Forage El-Houd	906.87	2880.00	0.00	1973.13
Total	8970.11	22992.00	0.00	14021.89

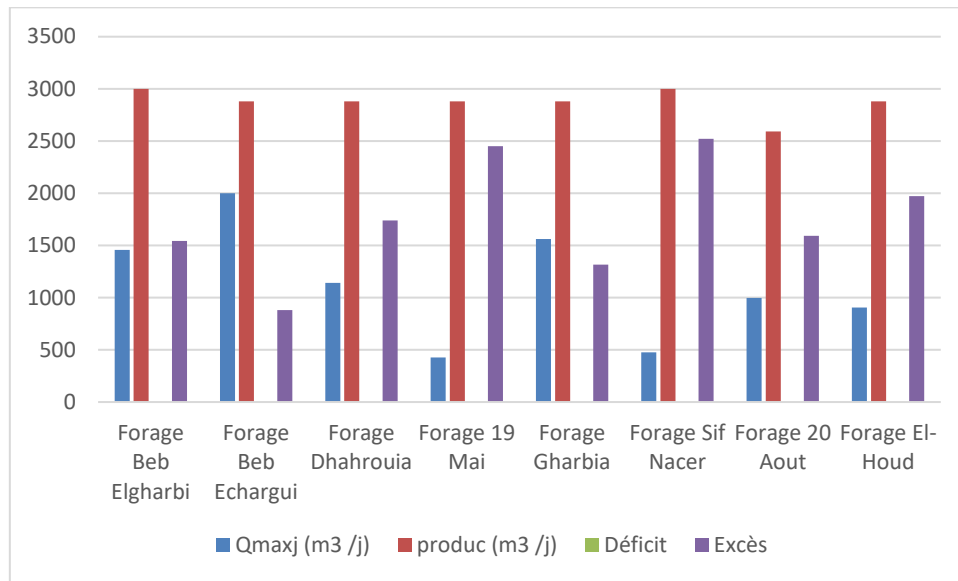


Fig II.06 : Comparaison (besoin – production) (Court terme 2024).

Tableau II.09 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Moyen terme 2032).

Secteurs	Moyen terme 2032			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	1830.62	3000.00	0.00	1169.38
Forage Beb Echargui	2514.08	2880.00	0.00	365.92
Forage Dhahrouia	1433.42	2880.00	0.00	1446.58
Forage 19 Mai	537.76	2880.00	0.00	2342.24
Forage Gharbia	1963.92	2880.00	0.00	916.08
Forage Sif Nacer	600.03	3000.00	0.00	2399.97
Forage 20 Aout	1255.38	2592.00	0.00	1336.62
Forage El-Houd	1139.90	2880.00	0.00	1740.10
Total	11275.11	22992.00	0.00	11716.89

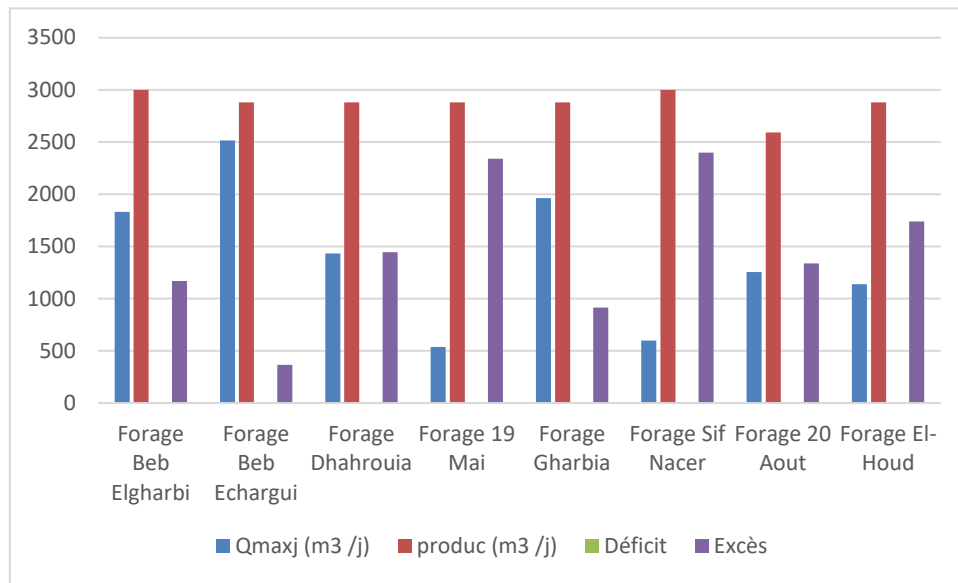


Fig II.07 : Comparaison (besoin – production) (Moyen terme 2032).

Tableau II.10 : Bilan de la comparaison (Besoin - Production) (Long terme 2045).

Secteurs	Long terme 2045			
	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	Déficit	Excès
Forage Beb Elgharbi	2654.59	3000.00	0.00	345.41
Forage Beb Echargui	3645.68	2880.00	765.68	0.00
Forage Dhahrouia	2078.61	2880.00	0.00	801.39
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	0.00	2100.19
Forage Gharbia	2847.90	2880.00	0.00	32.10
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	0.00	2129.89
Forage 20 Aout	1820.43	2592.00	0.00	771.57
Forage El-Houd	1652.98	2880.00	0.00	1227.02
Total	16350.10	22992.00	765.68	7407.58

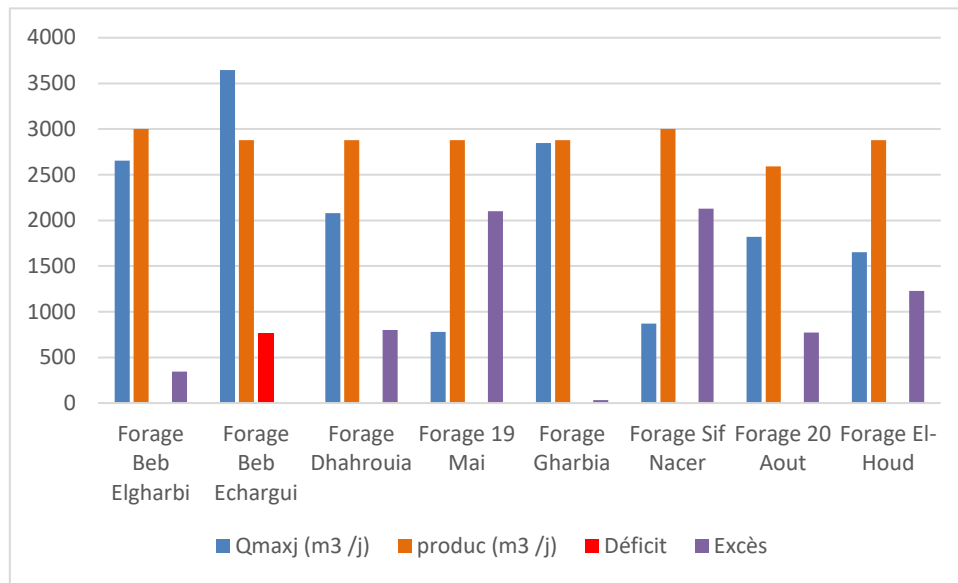


Fig II.08 : Comparaison (besoin – production) (Long terme 2045).

Interprétation : Nous observons que la production des forages répond aux besoins estimés durant la période actuelle, court terme, moyen terme. Par contre, dans la période long terme la production égale la consommation dans les 02 forages (Gharbia et Beb-Elgharbi) et le forage de Beb-Chargui marque un déficit.

CONCLUSION :

Les travaux que nous avons menés sur l'évaluation des besoins de la population en eau potable nous ont permis de constater que l'évolution de la population qui s'est pratiquement multiplié ont rendu la production prévue par l'étude insuffisante dans le long terme, pour la région. Ceci sans prendre en compte les cas de rupture d'approvisionnement due à l'effondrement des forages. Ce qui nous fait penser à renforcer tous les forages en les reliant entre eux.

CHAPITRE III

DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION

DE L'ADDUCTION

INTRODUCTION

Les 08 forage de production et de consommation sont généralement bien distribué par rapport la surface d'agglomération de la ville de Guemar. Pour fait un raccordement entre les forages dans le cas rupture d'alimentation d'eau, on utilise des moyens du transport de l'eau, ce transport se fait par pompage, à l'aide d'une adduction. Le transfert d'eau à partir d'un forage à l'autre, nécessite le choix de meilleure variante d'adduction et la détermination des dimensions d'organes de transport.

I. TYPES D'ADDUCTION

Selon leurs fonctionnements hydrauliques on utilise les adductions par refoulement : L'écoulement dans ce type est assuré par une pression engendrée par des machines hydroélectriques. On rencontre ce type d'adduction dans le cas où la source se situe à une côte inférieure à la côte piézométrique de l'ouvrage d'arrivée.

II. TYPES D'ECOULEMENT DANS LES CONDUITES D'ADDUCTION

On peut avoir un seul type d'écoulement : « Ecoulement en charge »

Ecoulement en charge : l'eau remplit totalement les conduites et la pression y est supérieure à la pression atmosphérique. Cette pression dépend des conditions régnant aux limites amont et aval de la conduite et du débit instantané.

III. CHOIX DU TYPE DE MATERIAUX

Dans le « gros » diamètre et les pressions supérieures à 10 bars, quatre types de matériaux sont utilisés : acier, béton, polyester renforcé en fibre de verre (PREV), et en fonte.

III-1. Les conduites en acier soude (horizontalement et en hélice) :

L'acier a pour avantage sa fabrication aisée et la constitution de stock rapide pour les chantiers. Dans les gammes d'acier de haute résistance, on peut avoir des épaisseurs et donc des poids plus faibles que pour des autres matériaux. Enfin, il existe en longueurs de 12 mètres ce qui facilite d'autant son transport sur de longues distances. En contrepartie, son inconvénient peut résider dans sa relative fragilité vis-à-vis des efforts extérieurs (besoin de surépaisseur sous charges ovalisantes) et aux risques de corrosion sous l'effet d'agents extérieurs. Sur ce dernier point une protection cathodique, qui consiste à faire parcourir la conduite par un courant électrique de très faible puissance, est indispensable et permet de s'affranchir de cet inconvénient.

La pression nominale des tuyaux répond aux valeurs usuelles (PN16, PN25.).

Il existe des fabricants en Algérie essentiellement pour le gaz (pression 80 bars) et le pétrole.

III-2. Les conduites en béton précontraint à âme en tôle :

Les conduites en béton dites « à âme en tôle » sont constituées d'une tôle en acier médiane de faible épaisseur insérée dans une double épaisseur de béton. Le tout est ensuite recouvert d'une nouvelle couche de béton contenant des spires en acier précontraint. La tôle d'acier joue à la fois le rôle d'étanchéité et d'armature, mais ce sont les spires qui assurent la résistance à la pression.

De constitution robuste, c'est un tuyau qui résiste très bien aux agressions diverses (chocs, chimie des sols, des eaux...). Il est par contre difficile à mettre en œuvre et nécessite des délais importants de fabrication et transport, en effet les longueurs ne dépassent pas 6 ou 8 mètres selon les fabricants.

III-3. Les conduites en PRV (Polyester Renforcé de fibre de Verre) :

Le tuyau en polyester renforcé en fibre de verre est une technique assez ancienne (50 ans) qui a surtout été employée en industrie pour des conduites de petit diamètre, non enterrées et transportant des fluides corrosifs.

Ce matériau est surtout utilisé pour l'assainissement. En effet le PRV ne disposant que d'avis techniques dans le domaine de l'assainissement, les entreprises sont réticentes à l'idée de l'utiliser pour l'adduction. De plus le problème des tuyaux PRV reste actuellement la tenue à la pression au niveau des éléments de jonction. Si les tuyaux peuvent supporter jusqu'à 32 bars, les coudes et manchons sont moins au point et les procédés de verrouillage sont très onéreux.

L'avantage de ces matériaux réside dans sa légèreté et sa résistance aux agressions chimiques. Par contre sa rigidité est trop faible pour pouvoir reprendre les contraintes liées au remblai. La pose et le remblaiement jouent un rôle prépondérant dans la pérennité de l'ouvrage. Un support insuffisant causé par un matériau trop faible ou un compactage inefficace peut engendrer des résultats qui se révèlent très mauvais sur le moyen terme.

III-4. La fonte ductile :

Dans la fonte grise, le carbone revêt une forme lamellaire. Dans la fonte ductile, à la différence de la fonte grise, le carbone adopte une forme sphéroïdale. Cela prévient la

formation de fissures. Il en résulte les caractéristiques mécaniques particulières suivantes du matériau :

- Forme malléable.
- Souplesse.
- Expansibilité, extensibilité.
- Dureté particulière.
- Longue durée de vie.

III-5. Les tuyaux en polyéthylène ou P.E.H.D :

Ces tubes sont utilisés pour les conduites maîtresses et les branchements enterrés, ainsi que pour l'alimentation en eau, à l'intérieur ou à l'extérieur des bâtiments.

Ils sont utilisés pour le transport de l'eau sous pression à une température de 0 à 45 °C.

III-5-1. Caractéristiques et normes :

- Les tubes en polyéthylène, utilisés dans le réseau de distribution d'eau potable sont lisses, de couleur noire, avec des bandes longitudinales de repérage de couleur bleue.
- Ces tubes sont livrés en couronnes ou sur tourets.
- La longueur enroulée est de 50 ou 100 m.
- A partir de 125 mm, les tubes sont livrés sous formes de barres de 12 m.
- D'autres longueurs peuvent également être livrées sur commande. Ces tubes sont fabriqués suivant la norme NF EN 12 201.

III-5-2. Avantages du tuyau annelés en PEHD :

III-5-2-1. Propriétés chimiques :

Les tuyaux annelés en PEHD résistent bien aux substances chimiques.

- **Corrosion** : le PEHD est inerte chimiquement. Il est imputrescible et ne se corrode pas. Un tube PEHD est insensible à une corrosion chimique ou électrique.

- **Perméation** : de par leurs caractéristiques, les tubes PEHD présentent une bonne résistance à la perméation de la plupart des produits chimiques. Dans le cas de la présence dans le sol d'une forte pollution de composés aromatiques, un gainage du réseau est recommandé.

- **Vieillessement à la lumière - résistance aux_U.V.** : de par la présence d'antioxydants résistant spécifiquement à l'action des UV et de l'incorporation de noir de carbone bien sélectionné et correctement dispersé, on peut estimer une durée de vie de 20 ans en exposition continue en climat tempéré.

III -5-2-2. Propriétés mécaniques :

- **Comportement aux chocs** : les PEHD (haute densité) et PEMD (moyenne densité) ont une excellente résistance aux chocs et sont capables de dissiper une partie de l'énergie transmise au cours du choc par des mécanismes de déformation.

- **Comportement au fluage** : le phénomène de fluage qui désigne l'évolution au cours du temps de la matière soumise à charge constante est une des manifestations de la nature viscoélastique des matières plastiques. Cette propriété doit nécessairement être prise en compte dans le dimensionnement des tuyaux qui sont soumis à contrainte et destinés à des applications de longue durée.

- **Résistance à la fissuration** : les nouvelles générations de PE présentent un excellent comportement à la fissuration des tubes. En plus de la pression interne, d'autres charges peuvent être exercées sur un tube lors de son installation ou lorsqu'il est en service comme par exemple des poinçonnements et des défauts de surface causés par une pose peu précautionneuse.

Une haute résistance à la propagation lente de fissures est dès lors importante pour atteindre la durée de vie calculée. Différents tests permettent de s'assurer de cette tenue à la fissuration, le plus connu est l'essai sur tube entaillé (NF EN ISO 13479).

- **Résistance à l'abrasion** : la structure du PE lui assure un coefficient de friction faible, permettant dans certaines limites un frottement à sec avec les métaux. La résistance à l'abrasion des tuyaux en PE est remarquable et ces tuyaux se révèlent supérieurs à l'acier pour le transfert de substances abrasives en suspension.

- **Ductilité et flexibilité** : la ductilité du PE permet aux réseaux de bien résister aux vibrations et contraintes liées aux mouvements de terrain. Le tube est flexible ; ainsi il s'adapte parfaitement à des conditions de pose nécessitant des changements de direction et des tracés difficiles. Le tube PE s'adapte aussi au mouvement du sol.

III-5-2-3. Propriétés hydrauliques :

- **Résistance aux coups de béliers :** la nature de la matière limite les efforts du coup de bélier par un effet d'amortissement rapide. La longévité du réseau s'en trouve améliorée.

- **Faible perte de charges**

- **Autobutage :** Les réseaux en PE, de par l'aptitude du matériau à être conditionné en grande longueur, permettent de limiter les points d'ancrage du réseau.

III-5-2-4. Propriétés environnementales :

La légèreté relative du polyéthylène lors de la pose permet de minimiser l'utilisation des engins de chantier. Alors la réduction d'émission de gaz à effet de serre peut atteindre 20%.

Du point de vue environnemental, le PEHD est recyclable (dans les pays industrialisés).

III-5-2-5. Économie et maintenance :

Grâce à ses caractéristiques, notre système nécessite moins de travaux de curage et en cas d'intervention, les réparations sont plus rapides et peu coûteuses et ce grâce à une large gamme d'accessoires.

III-5-2-6. Économie offerte par la structure du tuyau :

Le faible coefficient de rugosité à l'intérieur des parois permet un écoulement rapide des flux, ce qui, outre les importantes réductions de pertes de charges, offre la possibilité d'utiliser des diamètres plus réduits qu'en utilisant des tuyaux avec des diamètres plus consistants pour d'autres catégories de tubes.

- Elle facilite et économise la phase d'exécution de l'ouvrage car en optimisant des vitesses minimales des flux, on réduit les profondeurs des tranchées et par conséquent le coût relatif à l'exécution de l'ouvrage.

- Vu leur grande légèreté, les tuyaux requièrent pour leur installation moins de main d'œuvre et de moyens de pose contrairement à d'autres catégories de tube.

III-6. Choix des matériaux de canalisation :

De nombreux types de tuyaux sont disponibles pour constituer une conduite. On peut classer en fonction des matériaux avec lesquels ils sont fabriqués : fonte, acier, PEHD...etc.

Le choix des tuyaux utilisés est fonction de la pression et de la nature du terrain, des coûts de fourniture et de mise en œuvre, mais aussi de la facilité à réaliser les raccordements, les prises de branchement, les réparations en cas de fuite, et en fonction de tracé.

Avant de passer au dimensionnement de ces conduites il est important de connaître le type de sol dans lequel ces dernières seront enterrées.

A cause que le terrain de notre région d'étude est plate ou faible pente, on opte pour l'utilisation du PEHD, pour notre adduction.

IV. ETUDE DE L'ADDUCTION

IV-1. Proposition des tronçons :

Avant de commencer à partir du tracé proposé, nous notons que le chemin du tuyau est dans les voiries principale, mais à certaines intersections.

Les chemins de tracé des tronçons sont comme les suivants :

- **Tronçon N°01**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage El-Houd vers Forage 20 Aout (1915 ml)

- **Tronçon N°02**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Sif Nacer vers Forage 20 Aout (2115 ml)

- **Tronçon N°03**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Sif Nacer vers forage Beb Elgharbi (1380 ml)

- **Tronçon N°04**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Gharbia vers forage Beb Elgharbi (1270 ml)

- **Tronçon N°05**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage Bab Elgharbi vers forage Beb Echargui (1380 ml)

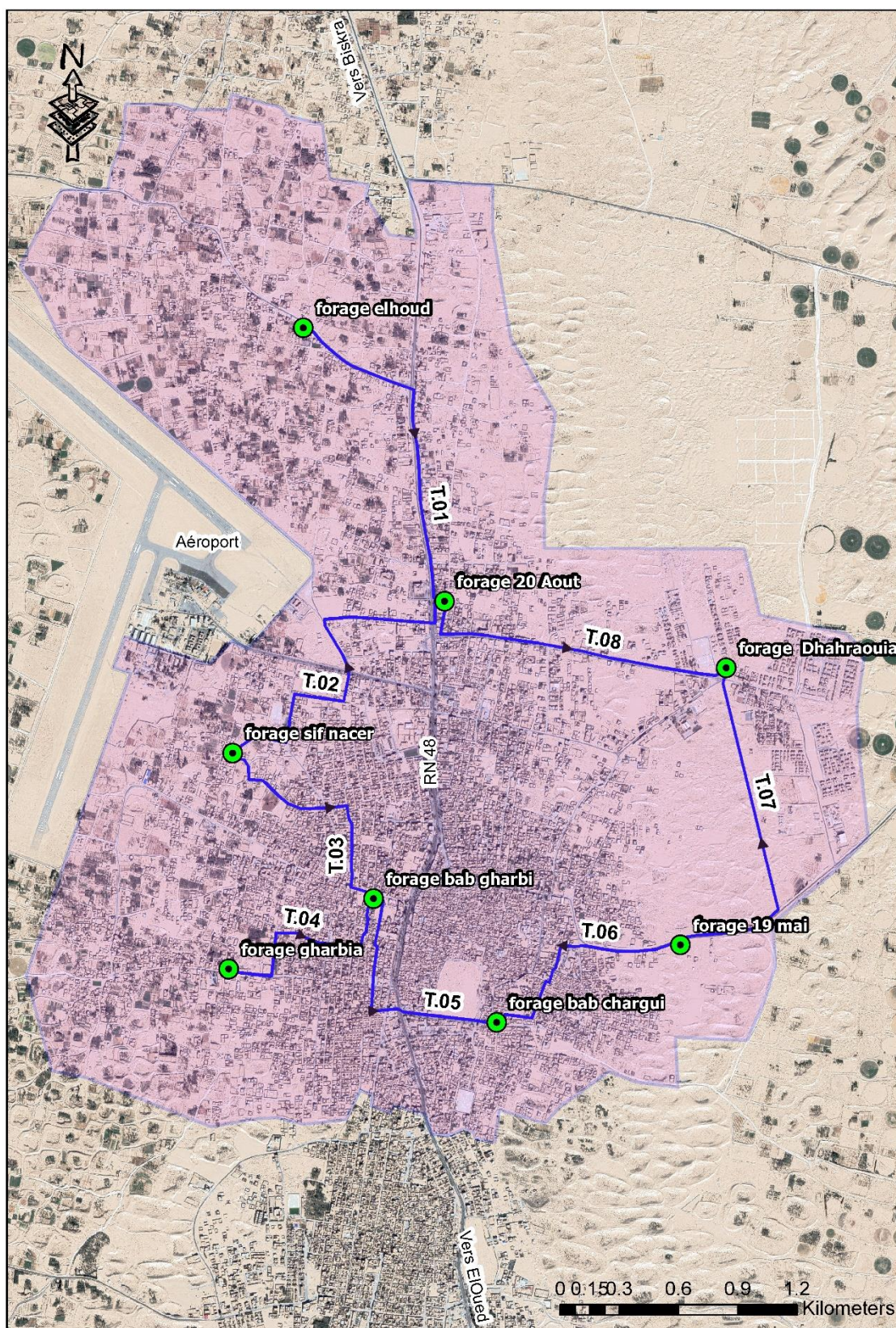


Fig III.01: Tracé des tronçons proposé.

- **Tronçon N°06**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 19 Mai vers forage Beb Echargui (1290 ml)

- **Tronçon N°07**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 19 Mai vers forage Dhahraouia (1970 ml)

- **Tronçon N°08**

Le tracé du tronçon est le suivant :

- Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia (1830 ml)

IV-2. Dimensionnement de l'adduction :

IV-2-1. Méthode de calcul :

Pour élever un débit Q à une hauteur géométrique H donnée on peut, à priori, donner à la canalisation un diamètre quelconque car, en faisant varier la puissance du groupe élévatoire, on peut toujours obtenir le débit Q imposé dans un tuyau de diamètre donné. Si on adopte donc un grand diamètre, le prix (P_c) de la canalisation sera élevé, par contre la perte de charge (J) sera faible, on économise donc sur le prix du groupe (P_g) et le prix (P_e) de l'énergie nécessaire au pompage. Si au contraire on adopte un petit diamètre, P_c est plus faible mais (P_g) et (P_e) seront plus élevés. Il y a donc intérêt à choisir le diamètre qui permettra d'obtenir le prix de revient minimal de l'ensemble de l'installation en exploitation (par exemple le prix du m^3 d'eau élevé, tenu compte de l'amortissement de la canalisation et du groupe élévatoire et de la consommation d'énergie) en fonction du diamètre D .

Actuellement, les diamètres économiques des conduites de refoulement sont déterminés par une des relations suivantes :

1. Formule de BRESS

$$D_{\text{éco}} = 1,5 \times \sqrt{Q}$$

2. Formule de BONNIN

$$D_{\text{éco}} = \sqrt{Q}$$

3. Formule de MUNIER

$$\sqrt{Q} D_{\text{ec}} = (1 + 0.02n)$$

Avec :

n : Nombre d'heures de pompage.

Q : Débit en m^3/s .

Remarque : Les formules de Bresse, Bonnin et Munier donnent un calcul direct et rapide du diamètre d'une canalisation en fente dans une installation de petite ou moyenne importance.

La formule de **BRESS** n'est valable que pour les petits projets (longueur des conduites $\leq 1 \text{ Km}$). Puisque ces deux formules (BRESSE, BONNIN) ne prennent que le débit et un coefficient économique (1,5 ou 1) comme paramètres influant sur le diamètre, on ne peut pas les utiliser sans connaître une erreur sur son évaluation.

Donc nous allons utiliser pour le calcul des diamètres économiques la formule suivante :

$$\triangleright (D_{\text{éco}} = \sqrt{Q})$$

4. La nouvelle approche pour la détermination de diamètre économique

Le choix du diamètre économique résulte d'un compromis entre les dépenses d'investissement et les dépenses de fonctionnement. En augmentant le diamètre de la canalisation cela induit une augmentation des dépenses d'investissement, mais on diminue les pertes de charge, et par conséquent les dépenses en énergie diminuent. D'autre part, plus le diamètre de la conduite est petit, plus les pertes de charge seront grandes et plus la puissance nécessaire au refoulement sera Importante. Ce dernier point nous laisse penser qu'il existe un diamètre de refoulement optimum ou un diamètre économique. Nous Voulons, dans cette étude, l'élaboration des tableaux nécessaires qui nous donnent le diamètre économique en fonction de tous les paramètres qui interviennent dans la définition de l'écoulement.

Aussi, pour pouvoir atteindre ce but, nous pouvons émettre les hypothèses suivantes quel que soit le matériau de la conduite (PEHD, fonte, acier, amiante ciment, PVC, etc.).

- a) Le coût du pompage.
- b) La vitesse d'écoulement économique.
- c) La combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation la plus faible.

IV-2-1-1. Calcul des pertes de charge :**➤ Pertes de charge linéaires**

Pour un tronçon donné, les pertes de charge linéaires dépendent de :

- Diamètre D de la conduite en (m).
- Débit Q en (m³/s).
- La rugosité absolue Ks exprimée en mm.
- La longueur du tronçon L en (m).

Elles sont calculées par la formule :

$$\Delta H_{lin} = L \times I = \lambda \times \frac{L \times V^2}{D \times 2g} ;$$

Avec :

L : Longueur de la conduite de refoulement en (m).

V : Vitesse moyenne d'écoulement en (m²/s).

ΔH : Pertes de charge linéaires en (m).

I : Gradient hydraulique en (m/m).

D : Diamètre de la conduite de refoulement en (m)

λ : Coefficient de frottement.

La détermination de ' λ ' a été déterminée par les calculs successifs de la valeur la plus communément donnée est celle de **Colebrook** :

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \text{Lg} \left(\frac{K}{3,7 \times D} + \frac{2,52}{\text{Re} \times \sqrt{\lambda}} \right) ;$$

Avec :

$$\text{Re} : \text{Nombre de Reynolds} = \frac{V \times D}{\nu} ;$$

K : Paramètre lié à la rugosité de la paroi

ν : Viscosité cinématique de l'eau.

D : Diamètre de la conduite en m.

Tableau III.01: Valeurs du coefficient k de la formule de Calebrook.

Nature des canalisations	K (10 ⁻⁴ m)
PEHD	0.01
Béton coulé.	0,5
Béton centrifuge.	05
Béton précontraint.	2,5
Amiante-ciment.	0,5
Acier ou béton lisse	0,25

Et aussi, le coefficient ' λ ' est obtenu par la formule Nikuradzé suivantes :

$$\lambda = \left(1,14 - 0,86 \times \ln \frac{K_s}{D} \right)^{-2} ;$$

Avec : K_s est La rugosité absolue de la conduite, qui est déterminée en mesurant l'épaisseur de rugosité des parois du tuyau.

$$K_s = K_0 + \alpha \times T ;$$

K_0 : Rugosité absolue des tuyaux neufs, pour notre cas est égale à 0,8 mm.

α : Vieillessement déterminé à partir de l'abaque de PETER-LAMONT (Annexe I)

➤ Pertes de charge singulières

Elles sont occasionnées par les singularités des différents accessoires de la conduite

(Coude, vannes, clapets, Té,.....etc.). Elles sont estimées à 10 % des pertes de charge linéaires.

$$\Delta H_{\text{sing}} = 0,10 \times \Delta H_{\text{lin}} ;$$

➤ Pertes de charge totales (ΔH_t)

Ce sont la somme des pertes de charge linéaires et les pertes de charge singulières, alors :

$$\Delta H_t = \Delta H_{\text{sing}} + \Delta H_{\text{lin}} = 0,10 \times \Delta H_{\text{lin}} + \Delta H_{\text{lin}} \Rightarrow \Delta H_t = 1,10 \times \Delta H_{\text{lin}}$$

IV-2-1-2. Calcul de la hauteur manométrique totale :

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

$$\text{HMT} = H_g + \Delta H_a + \Delta H_r \Rightarrow \text{HMT} = H_g + \Delta H_t ;$$

H_g : La hauteur géométrique.

ΔH_a : Pertes de charge à l'aspiration.

ΔH_r : Pertes de charge au refoulement.

ΔH_t : La perte de charge totale.

IV-2-1-3. Frais d'exploitation :

Les frais d'exploitation en (DA) sont définis par la formule suivante :

$$\text{Fex} = E \times e ;$$

E : Energie consommée par la pompe en (Kwh).

e : Prix unitaire d'un Kwh imposé par la SONELGAS.

Sachant que le prix d'énergie (d'après la SONALGASE) est de :

- 21H au 08H : $e = 102.406 \text{ DA/KWh}$, nombre d'heures de fonctionnement : 11 heures.
- 17H au 21H : $e = 6,06 \text{ DA/KWh}$, nombre d'heures de fonctionnement : 01 heures.
- 21H au 06H : $e = 0,74 \text{ DA/KWh}$, nombre d'heures de fonctionnement : 08 heures.

Donc, le prix unitaire d'un kwh sera égal :

$$e = \frac{1,34 \times 11 + 6,06 \times 1 + 0,74 \times 8}{24} = 1,34 \Rightarrow e = 1,34 \text{ DA/kwh}$$

1. Energie consommée par la pompe

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

L'énergie consommée en Kwh

t : c'est le nombre d'heures de pompage par jour ; dans notre cas $t = 20\text{h}$.

P : Puissance de la pompe en (kW)

2. Puissance absorbée par la pompe

C'est la puissance fournie à la pompe en (Kw), définie comme suit :

$$P_{abs} = \frac{\rho \times g \times H_{MT} \times Q}{\eta \times 1000} ;$$

η : Rendement de la pompe en (%) ($\eta=82\%$).

Q : Débit refoulé par la pompe en (m^3/s).

g : La force de la pesanteur ($9.81 m/s^2$).

H_{MT} : La hauteur manométrique totale de la pompe en (mce).

ρ : La masse volumique de l'eau ($1000 kg/m^3$).

IV-2-1-4. Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement en (DA) sont donnés par la formule suivante :

$$F_{amor} = P_{rc} \times A$$

P_{rc} : Le prix de la conduite en [DA]

A : Amortissement annuel en (%), il est donné par la formule suivante :

$$A = \left(\frac{i}{(i + 1)^n - 1} + i \right) \times 100 ;$$

Avec :

i : Le taux d'anuité annuel, $i = 8 \%$.

n : Nombre d'années d'amortissement, $n = 30$ ans.

Donc, l'amortissement annuel sera égal :

$$A = \left(\frac{0,08}{(0,08 + 1)^{30} - 1} + 0,08 \right) \times 100 = 8,9\%$$

▪ Vérification de la vitesse d'écoulement

Les vitesses admises dans les canalisations ne doivent pas être ni trop faibles face au risque de sédimentation, ni trop élevées pour la bonne tenue des conduites et éviter le phénomène d'érosions de la paroi des canalisations, d'une manière générale on constate que les vitesses correspondantes aux diamètres optimums répondent à ces critères.

$$0,5 \leq V \leq 2,5 \text{ m/s} ;$$

Avec que la vitesse est calculée comme suite :

$$V = \frac{Q}{S}$$

Avec :

Q : Le débit max horaire qui transite dans la conduite en (m³/s).

S : La section de la conduite en (m²).

La section est déterminée par la formule suivante en (m²):

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

D : Le diamètre de la conduite en (m).

▪ **Vérification du régime d'écoulement (nombre de REYNOLDS)**

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

$$R \text{ (nombre de Reynolds)} = \frac{V \times D}{\nu} ;$$

Où :

V : Vitesse moyenne d'écoulement (m/s) ;

ν : Viscosité cinématique de l'eau $\nu=1,03 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ à une température de 20°C

D : Diamètre de la conduite en m.

Remarque : Tous les diamètres sont des diamètres intérieurs de tuyaux.

IV-2-2. Dimensionnement de tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{182 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : **$D_{eco} = 182 \text{ mm}$** .

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.02: Calcul de la HMT du tronçon N°1 : Forage El-Houd vers forage 20 Aout

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	1915	33.33	2.482	315152.45	0.0116	97.43	53.231	58.554	155.984
163.6	1915	33.33	1.586	251967.85	0.0111	97.43	16.691	18.36	115.79
204.6	1915	33.33	1.014	201475.76	0.0107	97.43	5.241	5.7653	103.195
257.8	1915	33.33	0.639	159898.92	0.0103	97.43	1.584	1.7429	99.1729
327.4	1915	33.33	0.396	125906.97	0.0098	97.43	0.460	0.5063	97.9363
409.2	1915	33.33	0.254	100737.88	0.0095	97.43	0.145	0.1599	97.5899

Tableau III.03: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°1 :

Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1915	304483.8319
163.6	2805.48	1915	478151.9838
204.6	4340.56	1915	739783.3436
257.8	6881.37	1915	1172826.296
327.4	11116.05	1915	1894563.982
409.2	17335.76	1915	2954620.256

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.04: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°1 :

Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	155.9838	62.19707921	544846.4138	6009655.9
163.6	115.7900	46.17018061	404450.7822	4461092.1
204.6	103.1953	41.14816825	360457.9539	3975851.2
257.8	99.1729	39.54426897	346407.7962	3820878
327.4	97.9363	39.05117859	342088.3244	3773234.2
409.2	97.58986	38.91304173	340878.2455	3759887

Tableau III.05: Bilan du tronçon N°1 :
Forage El-Houd vers forage 20 Aout.

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	304483.8319	6009655.945	6 314 139.78
163.6	478151.9838	4461092.127	4 939 244.11
204.6	739783.3436	3975851.231	4 715 634.57
257.8	1172826.296	3820877.992	4 993 704.29
327.4	1894563.982	3773234.218	5 667 798.20
409.2	2954620.256	3759887.048	6 714 507.30

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1915 m.

IV-2-3. Dimensionnement de tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout :

Le débit du pompe est = 34.72 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{34.72 \times 10^{-3}} = 0,186 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{186 \text{ mm}}.$$

Le diamètre est : **D_{eco} = 186 mm.**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.06: Calcul de la HMT du tronçon N°2 : Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	2115	34.72	2.585	328316.63	0.0116	103.54	63.804	70.184	173.724
163.6	2115	34.72	1.653	262492.76	0.0111	103.54	20.006	22.007	125.547
204.6	2115	34.72	1.057	209891.57	0.0107	103.54	6.282	6.9105	110.451
257.8	2115	34.72	0.666	166578.03	0.0103	103.54	1.899	2.0891	105.629
327.4	2115	34.72	0.413	131166.21	0.0098	103.54	0.552	0.6069	104.147
409.2	2115	34.72	0.264	104945.79	0.0095	103.54	0.174	0.1916	103.732

Tableau III.07: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°2 :

Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	2115	336283.7099
163.6	2805.48	2115	528089.5278
204.6	4340.56	2115	817045.3116
257.8	6881.37	2115	1295314.682
327.4	11116.05	2115	2092429.672
409.2	17335.76	2115	3263196.784

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.08: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°2 :

Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	173.7245	72.16451727	632161.1713	6972737.7
163.6	125.5469	52.15172543	456849.1148	5039045.7
204.6	110.4505	45.88073748	401915.2603	4433125.3
257.8	105.6291	43.8779481	384370.8253	4239610.2
327.4	104.1469	43.26222602	378977.0999	4180117.4
409.2	103.73162	43.08973449	377466.0742	4163450.8

Tableau III.09: Bilan du tronçon N°2 :

Forage Sif Nacer vers forage 20 Aout

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	336283.7099	6972737.72	7 309 021.43
163.6	528089.5278	5039045.736	5 567 135.26
204.6	817045.3116	4433125.321	5 250 170.63
257.8	1295314.682	4239610.203	5 534 924.89
327.4	2092429.672	4180117.412	6 272 547.08
409.2	3263196.784	4163450.798	7 426 647.58

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,057 m/s et sur une longueur de 2115 m.

IV-2-4. Dimensionnement de tronçon N°3 : Forage Sif Nacer vers Beb El-Gharbi :

Le débit du pompe est = 34.72 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{34.72 \times 10^{-3}} = 0,186 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{186 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : $D_{eco} = \mathbf{186 \text{ mm}}$.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.10: Calcul de la HMT du tronçon N°3 :

Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	1380	34.72	2.585	328316.63	0.0116	100.88	41.631	45.794	146.674
163.6	1380	34.72	1.653	262492.76	0.0111	100.88	13.054	14.359	115.239
204.6	1380	34.72	1.057	209891.57	0.0107	100.88	4.099	4.509	105.389
257.8	1380	34.72	0.666	166578.03	0.0103	100.88	1.239	1.3631	102.243
327.4	1380	34.72	0.413	131166.21	0.0098	100.88	0.360	0.396	101.276
409.2	1380	34.72	0.264	104945.79	0.0095	100.88	0.114	0.125	101.005

Tableau III.11: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°3 :

Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1380	219419.1582
163.6	2805.48	1380	344569.0536
204.6	4340.56	1380	533107.5792
257.8	6881.37	1380	845169.8634
327.4	11116.05	1380	1365273.261
409.2	17335.76	1380	2129178.043

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.12: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°3 :

Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	146.6741	60.92789901	533728.3953	5887024.2
163.6	115.2391	47.86990717	419340.3868	4625324.5
204.6	105.3890	43.77819872	383497.0207	4229972.1
257.8	102.2431	42.47141415	372049.588	4103707
327.4	101.2760	42.06966641	368530.2778	4064889
409.2	101.00503	41.95711875	367544.3603	4054014.3

Tableau III.13: Bilan du tronçon N°3 :

Forage Sif Nacer vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	219419.1582	5887024.2	6 106 443.36
163.6	344569.0536	4625324.466	4 969 893.52
204.6	533107.5792	4229972.139	4 763 079.72
257.8	845169.8634	4103706.955	4 948 876.82
327.4	1365273.261	4064888.964	5 430 162.23
409.2	2129178.043	4054014.294	6 183 192.34

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,057 m/s et sur une longueur de 1380 m.

IV-2-5. Dimensionnement de tronçon N°4 : Forage Gharbia vers Beb El-Gharbi

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{182 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : **D_{eco} = 182 mm.**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.14: Calcul de la HMT du tronçon N°4 :

Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	1270	33.33	2.482	315183.97	0.0116	98.51	35.309	38.84	137.35
163.6	1270	33.33	1.587	251993.05	0.0111	98.51	11.071	12.179	110.689
204.6	1270	33.33	1.014	201495.91	0.0107	98.51	3.477	3.8242	102.334
257.8	1270	33.33	0.639	159914.91	0.0103	98.51	1.051	1.1561	99.6661
327.4	1270	33.33	0.396	125919.56	0.0098	98.51	0.305	0.3358	98.8458
409.2	1270	33.33	0.254	100747.95	0.0095	98.51	0.096	0.106	98.616

Tableau III.15: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°4 :

Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1270	201929.2253
163.6	2805.48	1270	317103.4044
204.6	4340.56	1270	490613.4968
257.8	6881.37	1270	777801.2511
327.4	11116.05	1270	1256447.132
409.2	17335.76	1270	1959460.953

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.16: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°4 :

Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	137.3498	54.77241933	479806.3934	5292264.5
163.6	110.6885	44.14042524	386670.1251	4264971.5
204.6	102.3342	40.80890072	357485.9703	3943070.3
257.8	99.6661	39.744899	348165.3152	3840263.4
327.4	98.8458	39.41779054	345299.8451	3808657.3
409.2	98.61604	39.32615271	344497.0977	3799803

Tableau III.17: Bilan du tronçon N°4 :

Forage Gharbia vers forage Beb El-Gharbi

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	201929.2253	5292264.519	5 494 193.74
163.6	317103.4044	4264971.48	4 582 074.88
204.6	490613.4968	3943070.252	4 433 683.75
257.8	777801.2511	3840263.427	4 618 064.68
327.4	1256447.132	3808657.292	5 065 104.42
409.2	1959460.953	3799802.988	5 759 263.94

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1270 m.

IV-2-6. Dimensionnement de tronçon N°5 : Forage Beb El-Gharbi vers Beb Echargui :

Le débit du pompe est = 30.00 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{30.00 \times 10^{-3}} = 0,173 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{173 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : **D_{eco} = 173 mm.**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.18: Calcul de la HMT du tronçon N°5 :

Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	ΔH_{lin} (m)	ΔH_T (m)	HMT(m)
130.8	1380	34.72	2.585	328295.62	0.0116	102.74	41.626	45.788	148.528
163.6	1380	34.72	1.653	262475.96	0.0111	102.74	13.052	14.357	117.097
204.6	1380	34.72	1.057	209878.14	0.0107	102.74	4.099	4.5084	107.248
257.8	1380	34.72	0.665	166567.37	0.0103	102.74	1.239	1.3629	104.103
327.4	1380	34.72	0.413	131157.81	0.0098	102.74	0.360	0.3959	103.136
409.2	1380	34.72	0.264	104939.07	0.0095	102.74	0.114	0.125	102.865

Tableau III.19: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°5 :

Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1380	219419.1582
163.6	2805.48	1380	344569.0536
204.6	4340.56	1380	533107.5792
257.8	6881.37	1380	845169.8634
327.4	11116.05	1380	1365273.261
409.2	17335.76	1380	2129178.043

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.20: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°5 :

Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	148.5283	61.69415269	540440.7776	5961061.8
163.6	117.0973	48.63866783	426074.7302	4699604.3
204.6	107.2484	44.54774493	390238.2456	4304327.8
257.8	104.1029	43.24121126	378793.0106	4178086.9
327.4	103.1359	42.83954065	375274.3761	4139276.4
409.2	102.86501	42.7270146	374288.6479	4128403.8

Tableau III.21: Bilan du tronçon N°5 :

Forage Beb El-Gharbi vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	219419.1582	5961061.777	6 180 480.94
163.6	344569.0536	4699604.274	5 044 173.33
204.6	533107.5792	4304327.849	4 837 435.43
257.8	845169.8634	4178086.907	5 023 256.77
327.4	1365273.261	4139276.368	5 504 549.63
409.2	2129178.043	4128403.786	6 257 581.83

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 0,913 m/s et sur une longueur de 1380 m.

IV-2-7. Dimensionnement de tronçon N°6 : Forage 19 mai vers forage Beb Echargui :

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow D_{eco} = 182 \text{ mm} .$$

Le diamètre est : **D_{eco} = 182 mm.**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.22: Calcul de la HMT du tronçon N°6 :

Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1290	33.33	2.482	315183.97	0.0116	97.95	35.865	39.451	137.401
163.6	1290	33.33	1.587	251993.05	0.0111	97.95	11.246	12.37	110.32
204.6	1290	33.33	1.014	201495.91	0.0107	97.95	3.531	3.8845	101.834
257.8	1290	33.33	0.639	159914.91	0.0103	97.95	1.068	1.1743	99.1243
327.4	1290	33.33	0.396	125919.56	0.0098	97.95	0.310	0.3411	98.2911
409.2	1290	33.33	0.254	100747.95	0.0095	97.95	0.098	0.1077	98.0577

Tableau III.23: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°6 :

Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1290	205109.2131
163.6	2805.48	1290	322097.1588
204.6	4340.56	1290	498339.6936
257.8	6881.37	1290	790050.0897
327.4	11116.05	1290	1276233.701
409.2	17335.76	1290	1990318.606

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.24: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°6 :

Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	137.4014	54.79301649	479986.8244	5294254.7
163.6	110.3203	43.99358942	385383.8433	4250783.8
204.6	101.8345	40.60959994	355740.0955	3923813.3
257.8	99.1243	39.52884229	346272.6585	3819387.4
327.4	98.2911	39.19658252	343362.0629	3787283.6
409.2	98.05771	39.10350157	342546.6737	3778289.8

Tableau III.25: Bilan du tronçon N°6 :

Forage 19 mai vers forage Beb Echargui

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	205109.2131	5294254.673	5 499 363.89
163.6	322097.1588	4250783.792	4 572 880.95
204.6	498339.6936	3923813.253	4 422 152.95
257.8	790050.0897	3819387.423	4 609 437.51
327.4	1276233.701	3787283.553	5 063 517.25
409.2	1990318.606	3778289.811	5 768 608.42

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1290 m.

IV-2-8. Dimensionnement de tronçon N°7 : Forage 19 mai vers forage Dhahraouia :

Le débit du pompe est = 33.33 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{33.33 \times 10^{-3}} = 0,182 \Rightarrow D_{eco} = \mathbf{182 \text{ mm}} .$$

Le diamètre est : **D_{eco} = 182 mm.**

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.26 : Calcul de la HMT du tronçon :

Forage Dhahraouia vers le point plus loin et la plus haute de la zone de distribution

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
204.6	1200	33.33	1.014	201495.91	0.0107	3.52	3.285	3.6135	7.133

Tableau III.27: Calcul de la HMT du tronçon N°7 :

Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1970	33.33	2.482	315183.97	0.0116	67.50	54.771	60.248	127.748
163.6	1970	33.33	1.587	251993.05	0.0111	67.50	17.174	18.891	86.391
204.6	1970	33.33	1.014	201495.91	0.0107	67.50	5.393	5.9321	73.432
257.8	1970	33.33	0.639	159914.91	0.0103	67.50	1.630	1.7933	69.293
327.4	1970	33.33	0.396	125919.56	0.0098	67.50	0.474	0.5209	68.021
409.2	1970	33.33	0.254	100747.95	0.0095	67.50	0.150	0.1645	67.664

Tableau III.28 : HMT Total du tronçon N°7

D (mm)	L total(m)	HMT(m)
130.8	3170	134.881
163.6	3170	93.525
204.6	3170	80.566
257.8	3170	76.427
327.4	3170	75.154
409.2	3170	74.798

Tableau III.29: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°7 :

Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1970	313228.7983
163.6	2805.48	1970	491884.8084
204.6	4340.56	1970	761030.3848
257.8	6881.37	1970	1206510.602
327.4	11116.05	1970	1948977.047
409.2	17335.76	1970	3039478.801

Source : SARL CHIALI Tubes

Tableau III.30: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°7 :

Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	134.8810	53.78791953	471182.1751	5197139.4
163.6	93.5246	37.29577121	326710.9558	3603621.8
204.6	80.5656	32.12797333	281441.0463	3104294.7
257.8	76.4268	30.47751397	266983.0224	2944822.7
327.4	75.1544	29.97010951	262538.1593	2895795.9
409.2	74.7979	29.82796264	261292.9527	2882061.3

Tableau III.31: Bilan du tronçon N°7 :

Forage 19 mai vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	313228.7983	5197139.391	5 510 368.19
163.6	491884.8084	3603621.843	4 095 506.65
204.6	761030.3848	3104294.741	3 865 325.13
257.8	1206510.602	2944822.737	4 151 333.34
327.4	1948977.047	2895795.897	4 844 772.94
409.2	3039478.801	2882061.268	5 921 540.07

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 1,014 m/s et sur une longueur de 1970 m.

IV-2-9. Dimensionnement de tronçon N°8 : Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia :

Le débit du pompe est = 30.00 l/s

$$D_{eco} = \sqrt{30.00 \times 10^{-3}} = 0,173 \Rightarrow D_{eco} = 173 \text{ mm}.$$

Le diamètre est : $D_{eco} = 173 \text{ mm}$.

Les résultats trouvés pour le calcul du diamètre économique de ce tronçon sont regroupés dans les tableaux suivants :

Tableau III.32 : Calcul de la HMT du tronçon :

forage Dhahraouia vers la point plus loin et la plus haute de la zone de distribution

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
204.6	1200	30.00	0.913	181346.32	0.0107	3.52	2.661	2.9269	6.447

Tableau III.33: Calcul de la HMT du tronçon N°8 :

Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia

D (mm)	L (m)	Q (l/s)	V (m/s)	Re	λ	H _g (m)	$\Delta H_{lin}(m)$	$\Delta H_T(m)$	HMT(m)
130.8	1830	30.00	2.234	283665.57	0.0116	88.38	41.211	45.332	133.712
163.6	1830	30.00	1.428	226793.75	0.0111	88.38	12.922	14.214	102.594
204.6	1830	30.00	0.913	181346.32	0.0107	88.38	4.058	4.4635	92.844
257.8	1830	30.00	0.575	143923.42	0.0103	88.38	1.227	1.3494	89.729
327.4	1830	30.00	0.357	113327.6	0.0098	88.38	0.356	0.392	88.772
409.2	1830	30.00	0.228	90673.159	0.0095	88.38	0.113	0.1238	88.504

Tableau III.34 : HMT Total du tronçon N°8

D (mm)	L total(m)	HMT(m)
130.8	3030	140.159
163.6	3030	109.041
204.6	3030	99.290
257.8	3030	96.176
327.4	3030	95.219
409.2	3030	94.951

Tableau III.35: Calcul des frais d'amortissement du tronçon N°8 :

Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	Prix de ml (DA)	Longueur (m)	F _{amort} (DA)
130.8	1786.51	1830	290968.8837
163.6	2805.48	1830	456928.5276
204.6	4340.56	1830	706947.0072
257.8	6881.37	1830	1120768.732
327.4	11116.05	1830	1810471.064
409.2	17335.76	1830	2823475.231

Tableau III.36: Calcul des frais d'exploitation du tronçon N°8 :

Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	HMT(m)	P _{abs} (kw)	E (kwh)	F _{exp} (DA)
156.8	140.1594	50.30353969	440659.0077	4860468.9
163.6	109.0413	39.13517405	342824.1247	3781350.1
204.6	99.2904	35.63557805	312167.6637	3443209.3
257.8	96.1763	34.5178987	302376.7926	3335216
327.4	95.2189	34.17428801	299366.763	3302015.4
409.2	94.9507	34.07802715	298523.5179	3292714.4

Tableau III.37: Bilan du tronçon N°8 :

Forage 20 Aout vers forage Dhahraouia

Diamètre (mm)	F _{amort} (DA)	F _{exp} (DA)	Bilan (DA)
156.8	290968.8837	4860468.855	5 151 437.74
163.6	456928.5276	3781350.096	4 238 278.62
204.6	706947.0072	3443209.331	4 150 156.34
257.8	1120768.732	3335216.023	4 455 984.75
327.4	1810471.064	3302015.395	5 112 486.46
409.2	2823475.231	3292714.402	6 116 189.63

Conclusion

Selon la combinaison des frais d'amortissement et d'exploitation, le diamètre économique est de **250 mm**, avec une vitesse de 0,913 m/s et sur une longueur de 1830 m.

CONCLUSION

L'étude faite dans ce chapitre a permis de choisir la variante d'adduction la plus avantageuse du point de vue économique et technique, ainsi que le calcul des diamètres adéquats pour chaque tronçon.

CHAPITRE IV

LA SECURISATION DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

INTRODUCTION

La sécurité de l'alimentation en eau potable vise à en assurer la disponibilité. Toute collectivité et tout exploitant sont tenus de prévoir les mesures nécessaires au maintien de la satisfaction des besoins prioritaires de la population, notamment en matière d'alimentation en eau potable. Les installations d'alimentation en eau potable sont vulnérables à ruptures (ruptures de canalisations, sécheresse, difficultés techniques : pannes de pompes, pannes électriques, ...);

I. TYPES DE REPTURES

L'alimentation en eau par forage est constamment vulnérable aux pannes de la pompe ou des dommages au niveau du canal principal et parfois, des effondrements se produisent à l'intérieur du forage, ce qui oblige à penser à un système de renforcement entre les différents forages à niveau de la ville.



Photo IV.01: Forage de remplacement Beb Elgharbi.

II. SCENARIO DE RENFORCEMENT

Dans ce chapitre on propose des scénarios de renforcement pour assurer l'alimentation en eau potable dans les cas de la rupture dans les 04 importantes sources d'alimentation en eau potable (forage 20 Aout, forage Dhahraouia, forage Beb Elgharbi, forage Beb Chargui).

II-1. Renforcement du forage 20 Aout :**Tableau IV.01:** Cas Normal forage 20 Aout (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage 20 Aout	890.82	2592.00	8.25
Forage El-Houd	808.88	2880.00	6.74

Tableau IV.02: Cas de crise forage 20 Aout (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage 20 Aout	890.82	0	0
Forage El-Houd	808.88	2880.00	14.16

Tableau IV.03: Cas Normal forage 20 Aout (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage 20 Aout	1820.43	2592.00	16.86
Forage El-Houd	1652.98	2880.00	13.77
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	6.96

Tableau IV.04: Cas de crise forage 20 Aout (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage 20 Aout	1820.43	0	0
Forage El-Houd	1652.98	2880.00	17.73
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	17.73

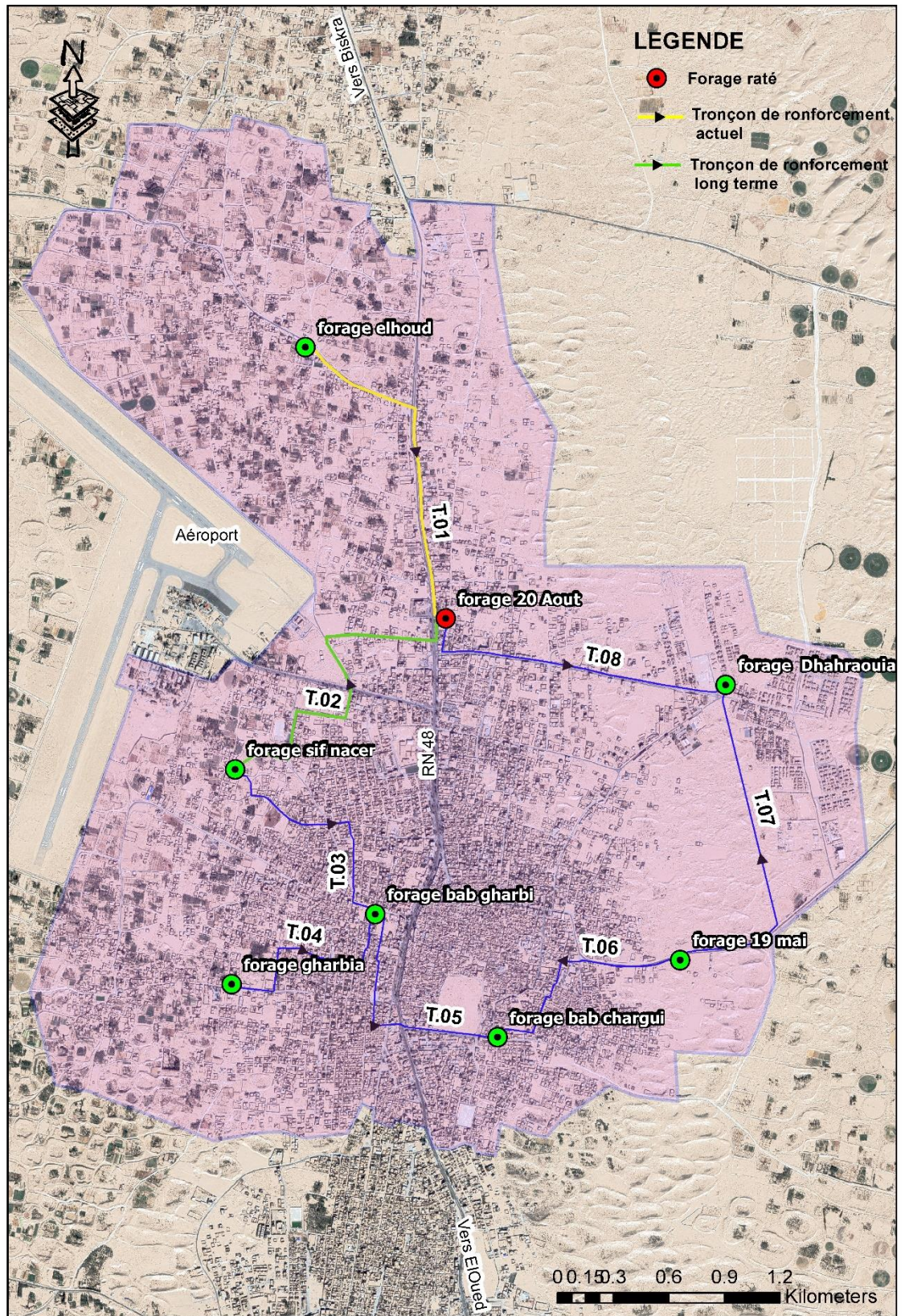


Fig IV.01: Renforcement forage 20 Aout.

II-2. Renforcement du forage Dhahraouia :**Tableau IV.05:** Cas Normal forage Dhahraouia (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Dhahrouia	1017.16	2880.00	8.48
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	3.18

Tableau IV.06: Cas de crise forage Dhahraouia (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Dhahrouia	1017.16	0	0
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	11.66

Tableau IV.07: Cas Normal forage Dhahraouia (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Dhahrouia	2078.61	2880.00	17.32
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	6.50
Forage 20 Aout	1820.43	2592.00	16.86

Tableau IV.08: Cas de crise forage Dhahraouia (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Dhahrouia	2078.61	0	0
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	20.52
Forage 20 Aout	1820.43	2592.00	20.52

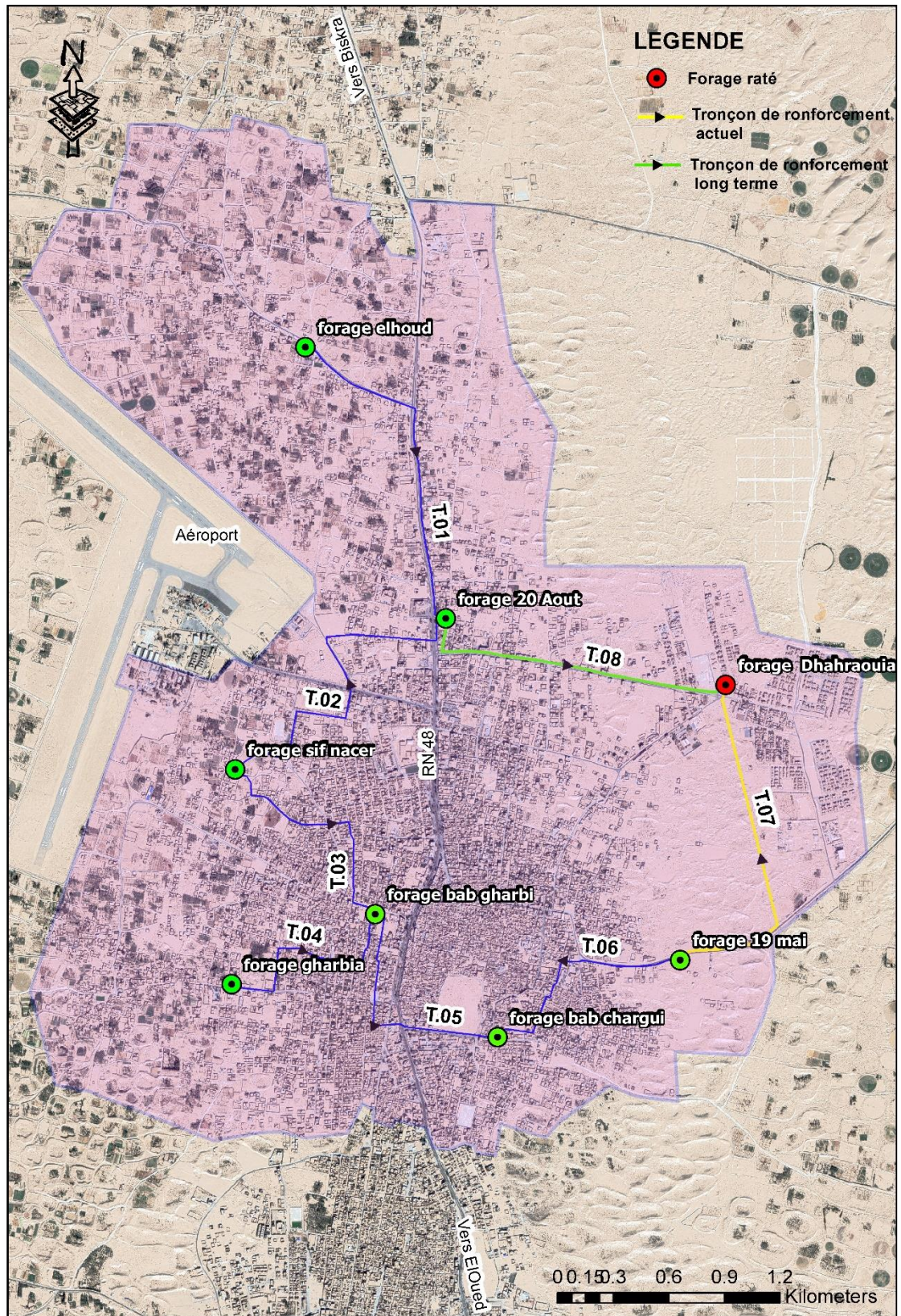


Fig IV.02: Renforcement forage Dhahraouia.

III-3. Renforcement du forage Beb Elgharbi :**Tableau IV.09:** Cas Normal forage Beb Elgharbi (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Elgharbi	1299.01	3000.00	10.39
Forage Sif Nacer	425.78	3000.00	3.41

Tableau IV.10: Cas de crise forage Beb Elgharbi (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Elgharbi	1299.01	0	0
Forage Sif Nacer	425.78	3000.00	13.80

Tableau IV.11: Cas Normal forage Beb Elgharbi (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Elgharbi	2654.59	3000.00	21.24
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	6.96
Forage Gharbia	2847.90	2880.00	23.73

Tableau IV.12: Cas de crise forage Beb Elgharbi (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Elgharbi	2654.59	0	0
Forage Sif Nacer	870.11	3000.00	26.01
Forage Gharbia	2847.90	2880.00	26.01

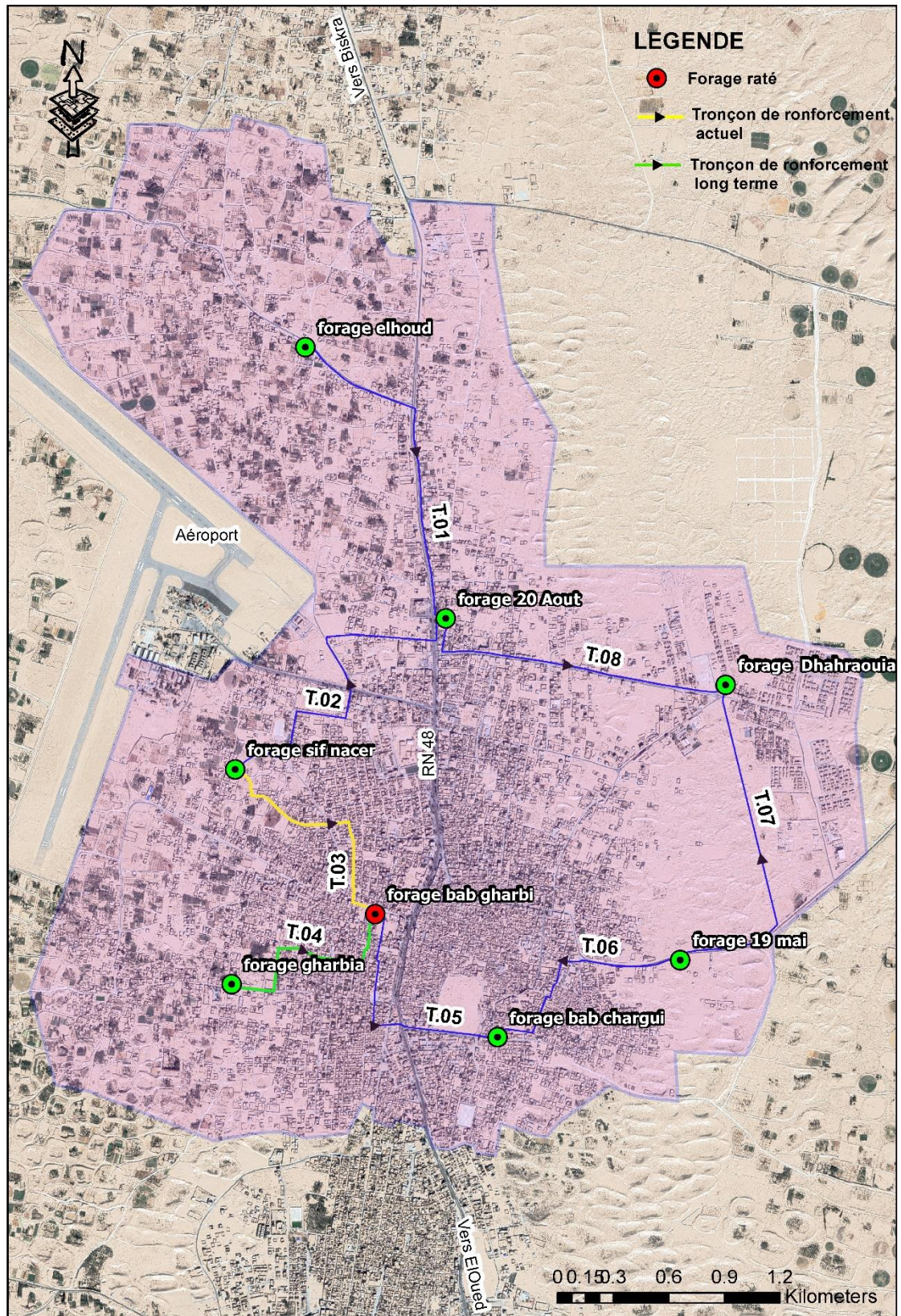


Fig IV.03: Renforcement forage Beb Elgharbi.

III-4. Renforcement du forage Beb Chargui :**Tableau IV.13:** Cas Normal forage Beb Chargui (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Chargui	1784.00	2880.00	14.87
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	3.18

Tableau IV.14: Cas de crise forage Beb Chargui (actuel 2020)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Chargui	1784.00	0	0
Forage 19 Mai	381.60	2880.00	18.05

Tableau IV.15: Cas Normal forage Beb Chargui (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Chargui	3645.68	2880.00	30.38
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	6.50
Forage Beb Elgharbi	2654.59	3000.00	21.24

Tableau IV.16: Cas de crise forage Beb Chargui (long terme 2045)

Forage	Qmaxj (m3 /j)	Production (m3 /j)	N° d'heure d'exploitation
Forage Beb Chargui	3645.68	0	0
Forage 19 Mai	779.81	2880.00	28.90
Forage Beb Elgharbi	2654.59	3000.00	28.90

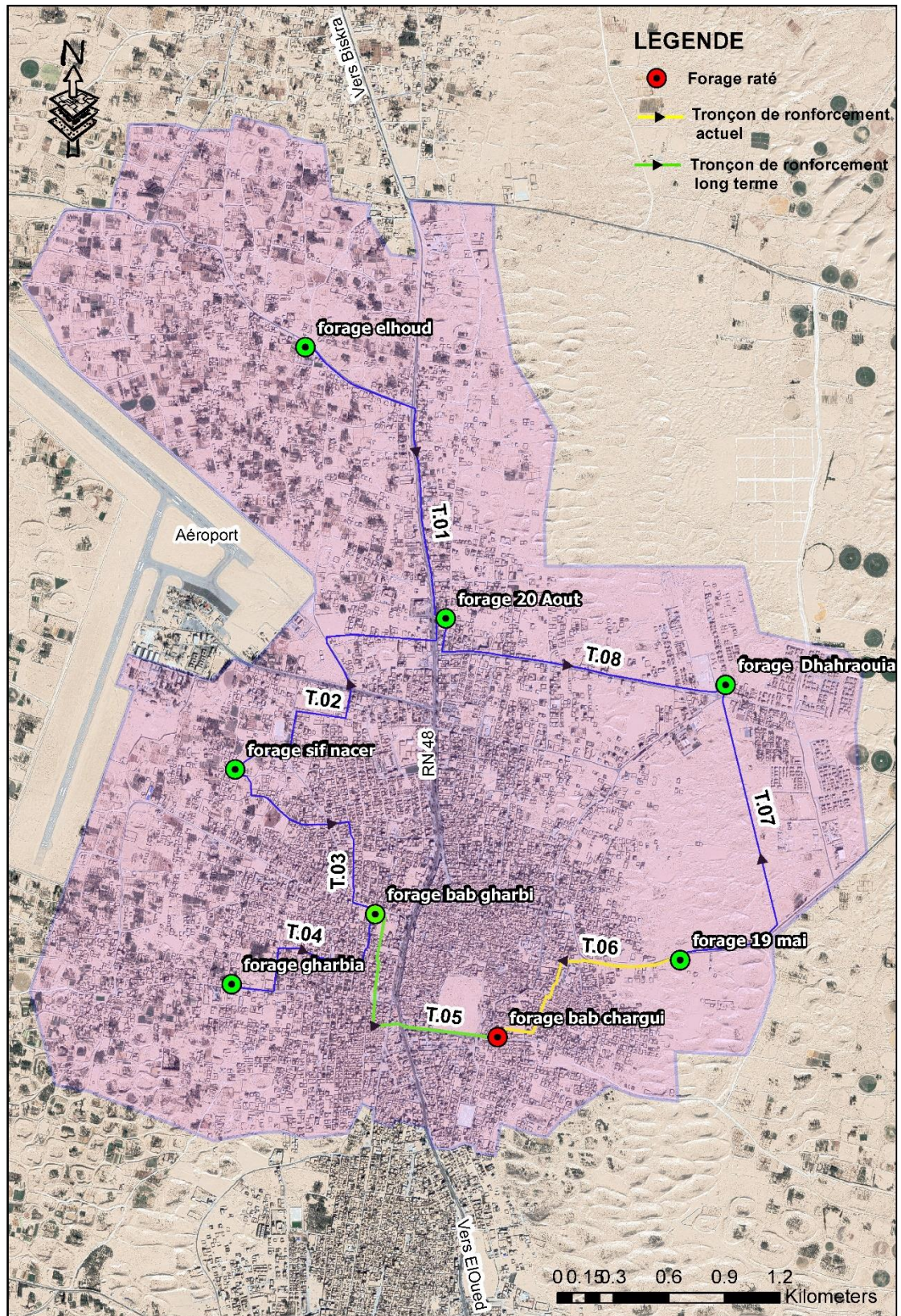


Fig IV.04: Renforcement forage Beb Chargui.

CONCLUSION

L'étude du scénario faite dans ce chapitre a permis de choisir la direction et le temps de renforcement la plus avantageuse des 04 forages les plus importants, ainsi que le calcul des besoin et temps de pompage résulte qu'il nécessite d'un nouveau forage pour renforcer les zones alimentées par les forages (Beb chargui, Beb Elgharbi, ElGharbia).

CHAPITRE V

PROTECTION DES CONDUITES CONTRE

LE COUP DE BELIER

INTRODUCTION

Dans l'exploitation des systèmes hydrauliques (alimentation en eau potable) les ingénieurs sont confrontés aux problèmes récurrent du coup de bélier, qui nuit au bon fonctionnement de ces systèmes. Dans cette optique, la protection des conduites doit être envisagée pour lutter contre ce phénomène.

I. DEFINITION

On appelle le coup de bélier les variations des pressions (suppression dépression) provoquée par le changement du régime du liquide s'écoulant dans la conduite. Ces variations de pression sont d'autant plus importantes, qu'elles se traduisent souvent par un bruit caractéristique, et peuvent entraîner la rupture de la conduite dans les grosses installations, du fait de la quantité d'eau en mouvement.

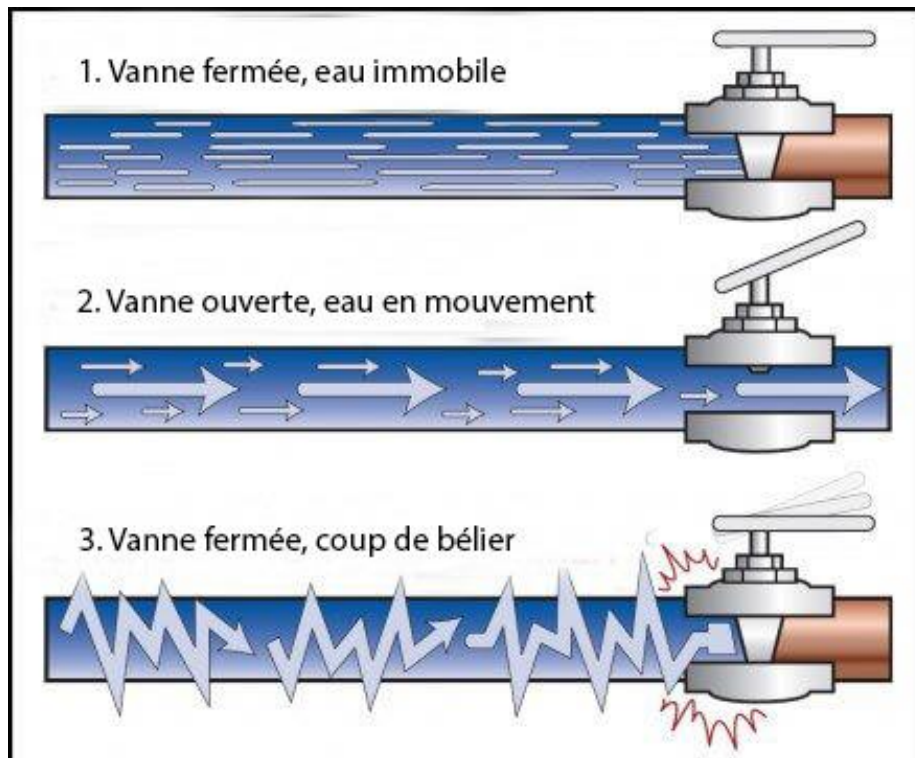


Fig V-1 : le Coup de Bélier

II. LES CAUSES DU COUP DE BELIER

- Fermeture / ouverture rapide d'une vanne ;
- Fermeture / ouverture rapide d'un robinet ;
- Démarrage / arrêt d'une pompe.

III. LES CONSEQUENCES DE CE PHENOMENE

- Déboîtement des conduites et ruptures des joints ;
- Déboîtement des accessoires (vannes, robinets) ;
- Eclatement de la conduite dans le cas d'une dépression ;
- Eclatement de la conduite par surpression.

➤ Cas de la surpression

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par une pression importante se produisant à la suite d'une fermeture instantanée ou rapide d'une vanne de sectionnement ou bien à la suite d'une dépression causée par l'arrêt brusque d'une pompe. Si la pression totale c'est-à-dire la pression en régime permanent majorée de la valeur de surpression due au coup de bélier dépasse la pression maximale admissible des tuyaux il y a risques de rupture de ces derniers et déboîtement des joints (les anneaux d'étanchéité seront délogés).

➤ Cas de dépression

C'est une conséquence du coup de bélier engendrée par l'apparition d'une pression relative négative, à la suite d'un arrêt brusque d'une pompe ou d'une ouverture instantanée d'une vanne de sectionnement. Si cette pression devient inférieure à 10mce, il se produira une poche de cavitation. Si le profil en long de la canalisation est déformable la canalisation peut être aplatie par implosion et les joints aspirés. Le phénomène de cavitation, une fois apparu, peut provoquer la détérioration de la couche d'enduit intérieur du tuyau.

➤ Fatigue de la canalisation

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

IV. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU RESERVOIR ANTI-BELIER

En fonctionnement normal la pression de la conduite s'équilibre avec celle de l'air dans le réservoir. A la fermeture brusque d'une vanne ou à l'occasion d'une disjonction électrique, il se crée alternativement une surpression et une dépression.

Au moment de dépression, la pression de l'air dans le réservoir chasse l'eau vers la conduite pour combler cette baisse de pression. Quand la vitesse devient nulle, l'onde revient en arrière, et la conduite reprend progressivement, par élasticité sa forme normale. La première tranche arrêtée par le clapet, qui se trouve en principe fermé, sera comprimée par les tranches suivantes. Il se crée une surpression qui progresse du clapet vers le réservoir. Et le mouvement reprend encore. Au moyen d'une tuyère (ou d'un diaphragme) disposée sur le tuyau de raccordement Conduite– réservoir d'air, l'énergie de l'eau est dissipée par perte de charge et l'on obtient un amortissement par compression de l'air dans le réservoir.

En conséquence, il convient de bien dimensionner le réservoir d'air en fonction des caractéristiques hydraulique et technique de l'installation, tout en évitant les dépenses inutiles par un sur dimensionnement.

V. EQUIPEMENTS ET MOYENS DE PROTECTION

En présence d'une station de pompage, il est plus difficile de contrôler l'ampleur du phénomène étant donné que l'arrêt des pompes peut se produire subitement, par suite d'une interruption du courant qui alimente les moteurs électriques.

Ils existent différents moyens de protection des installations contre le coup de bélier :

V-1. Volant d'inertie :

L'utilisation d'un volant d'inertie monte sur l'arbre du groupe électropompe peut permettre l'augmentation du temps d'arrêt. Economiquement, cette solution n'est viable que pour des conduites de refoulement de quelques centaines de mètres : de plus grandes conduites nécessiteraient des volants de taille exagérée ou impliqueraient des appels d'intensité de courant lors des phases de démarrage trop importants.

La deuxième famille de solutions se compose principalement de dispositifs tels que les cheminées d'équilibre et les réservoirs à air.

V-2. Cheminée d'équilibre :

Lorsque les conditions topographiques et les hauteurs géométriques le permettent, il peut être envisagé d'introduire une cheminée d'équilibre, constituée par un réservoir en contact avec la surface libre. Ce dispositif permet de réduire les effets du coup de bélier. Cependant, un autre phénomène d'oscillation en masse, d'une nature complètement différente, apparaît entre la cheminée et le réservoir. Il est toutefois à noter que ce dispositif anti-bélier est plutôt réservé pour les transferts d'eau brute et les forts débits et on l'utilise pour des hauteurs géométriques très faibles pour ne pas déborder l'eau par la cheminée d'équilibre à ciel ouvert.

V-3. Réservoir à air comprimé :

Un réservoir à air comprimé est un réservoir fermé dont la partie supérieure contient de l'air sous pression et la partie inférieure un certain volume d'eau. Ainsi, lors d'un arrêt des pompes (par exemple), le réservoir se décomprime et fournit de l'eau à la conduite, réduisant l'abaissement de pression du au coup de bélier. Lorsque le sens de l'écoulement s'inverse, l'air du réservoir se comprime permettant ainsi de stocker un volume d'eau.

V-4. Soupape de décharge :

La soupape de décharge est définie comme étant un appareil anti-bélier qui écrête les surpressions en dérivant un certain débit à l'extérieur de la conduite dès que la pression dépasse une certaine valeur de réglage, estimée généralement à $1,04 \div 1,1$ de la pression maximale admissible. Ces appareils font intervenir un organe mécanique, un ressort à boudin généralement, qui par sa compression obture en exploitation normale, un orifice placé sur la conduite au point à protéger, c'est à dire où la compression à craindre est maximale. L'ouverture doit pouvoir s'effectuer très rapidement pour que l'opération soit efficace. Il importe donc de réduire à l'extrême l'inertie de ces appareils et c'est sur ce point que les efforts de constructeurs ont particulièrement porté.

Remarque : Parmi tous ces anti béliers, on a remarqué que le réservoir d'air à anti bélier est le meilleur, grâce à quelques avantages qu'il présente :

- Intervient dans la protection contre la dépression et la surpression.
- Simple à l'installer et facilement contrôlable.
- Choisi, pour les moyennes et grandes hauteurs de refoulement.

Les conduites de refoulements seront protégées par des réservoirs d'air anti bélier.

VI. ANALYSE PHYSIQUE DU PHENOMENE

Phase 01 : Une onde de dépression prend naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse où célérité désignée par a .

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

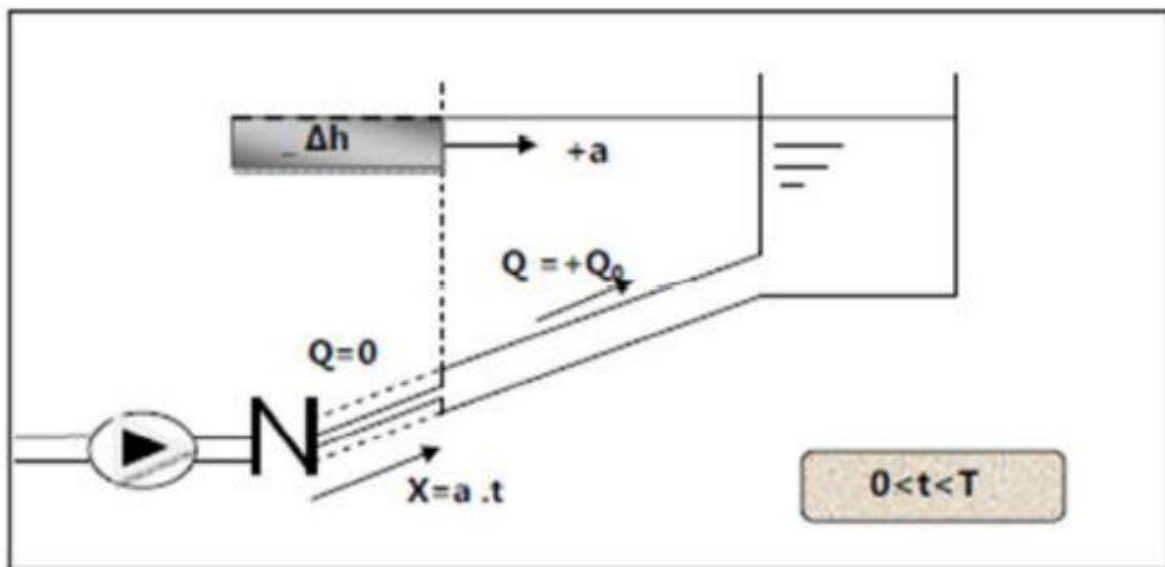


Fig V-2 : L'état de la conduite pendant la phase 1

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/a c'est-à-dire à $2L/a$ depuis l'origine du phénomène toute l'eau est redescendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe qui entre temps s'est fermé.

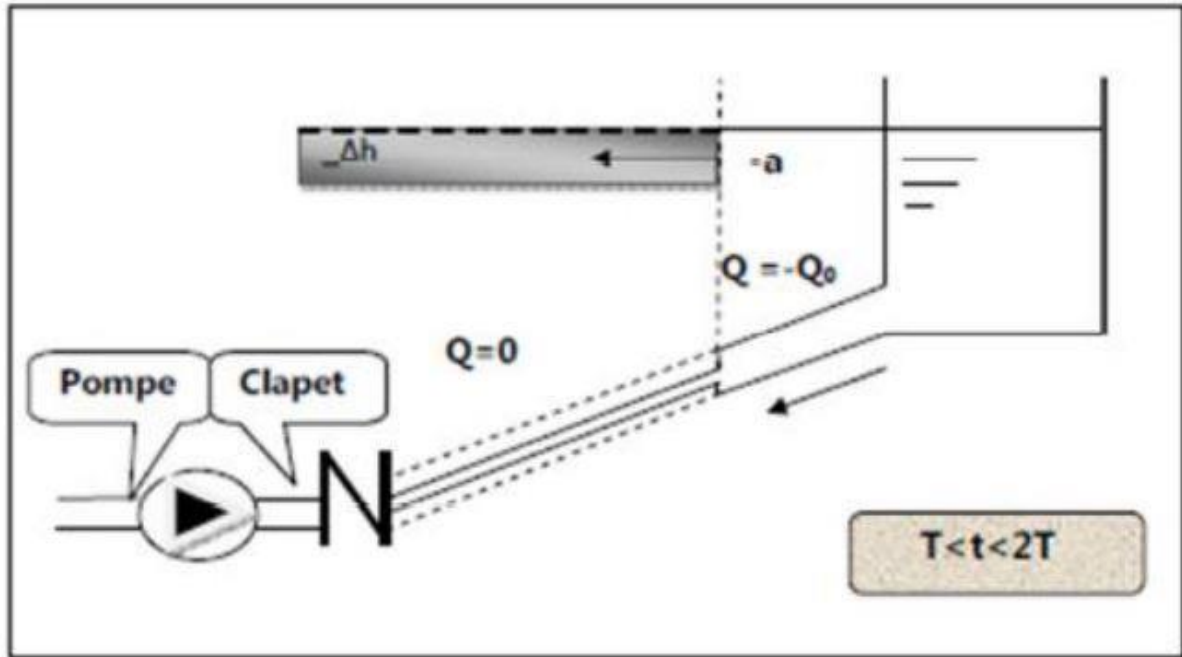


Fig V-3 : Représentation de la phase 2 du coup béliér

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/a c'est-à-dire à $3L/a$ depuis l'origine toute la conduite sera dilatée avec une eau sur pressée immobile.

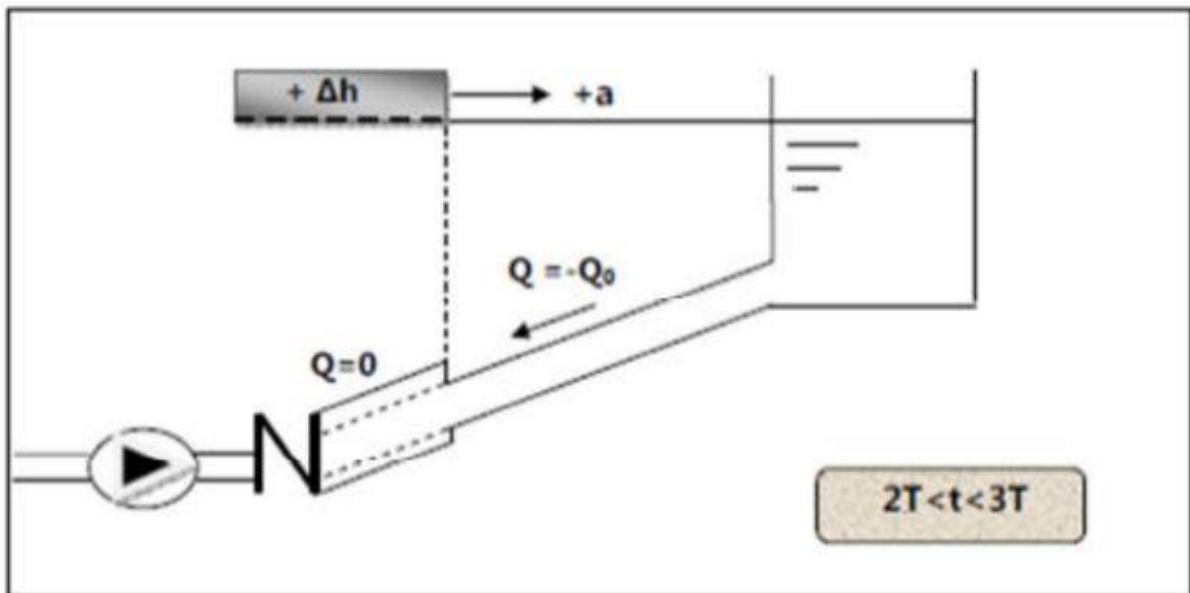


Fig V-4 : Représentation de la phase 3 du coup de béliér

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/a c'est-à-dire à $4L/a$ depuis l'origine nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe.

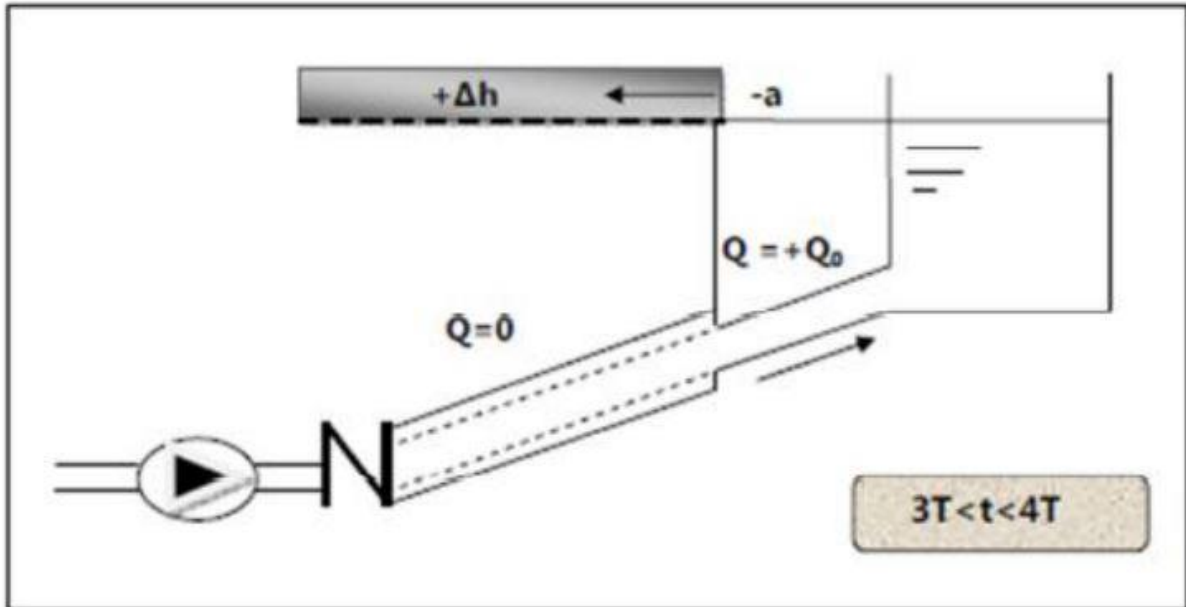


Fig V-5 : Représentation de la phase 4 du coup de bélier

La période du mouvement est donc $4L/a$.

VII. ETUDE DU COUP DE BELIER

VII-1. Calcul de la célérité :

Calcul de la vitesse de l'onde de pression dans une canalisation en Acier : Le calcul de la vitesse de l'onde de pression est basé sur la formule d'ALLIEVI. Elle est donnée ci-dessous, sous une forme plus pratique :

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

a : Vitesse de l'onde de pression (m/s) ;

D : Diamètre intérieur de la conduite (mm) ;

e : Epaisseur de la conduite (mm) ;

k : Coefficient qui dépend du matériau, pour PEHD notre cas k=83.

Tableau V-1 : Coefficient K dépend la nature de la conduite.

Matériaux	Fer	Acier	Fonte ductile	PVC	PEHD	Béton	Amiante ciment
k	0.5	0.5	0.59	33	83	5	4

VII-2. Calcul de la valeur de coup de bélier :

Par la suite, nous avons déduit la valeur du coup bélier qui est :

$$B = \pm \frac{a * V_0}{g}$$

V_0 : Vitesse d'écoulement de l'eau en régime normal (m/s).

a : Vitesse de propagation ou célérité (m/s).

g : Accélération de la pesanteur ($g=9,81 \text{ m/s}^2$).

VII-3. Calcul de la surpression et de la dépression :

Elles sont données respectivement par les formules :

$$H_{max} = H_0 + \frac{a * V_0}{g} \quad H_{min} = H_0 - \frac{a * V_0}{g}$$

H : Pression totale avant l'apparition du phénomène de coup de bélier (m).

VIII. ETUDE DU PHENOMENE DANS LES CAS DE L'ADDUCTION

VIII-1. TRONÇON N°01 : Forage El-Houd vers Forage 20 Aout

Tableau V-2 : Les caractéristiques du tronçon 1.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	33.33	1915	204.6	22.7	1.014	97.43	103.195

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de béliet par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.014}{9.81} = 36.27 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 97.93 + 36.27 = 133.7\text{m} \quad H_{min} = 97.93 - 36.27 = 61.16\text{m}$$

$$H_{max} = 13.37 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.11 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 13,37 bars et 6,11 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti béliet.

VIII-2. TRONÇON N°02 : forage sif nacer vers forage 20aout

Tableau V-3 : Les caractéristiques du tronçon 2.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	34.72	2115	204.6	22.7	1.057	103.54	110.45

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de bélier par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.057}{9.81} = 37.78 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 103.54 + 37.78 = 141.32\text{m} \quad H_{min} = 103.54 - 37.78 = 65.76\text{m}$$

$$H_{max} = 14.13 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.57 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 14,13 bars et 6,57 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti bélier.

VIII-3. TRONÇON N°03 : forage sif nacer vers forage Bab Elgharbi

Tableau V-4 : Les caractéristiques du tronçon 3.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	34.72	1380	204.6	22.7	1.057	100.88	105.38

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de bélier par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.057}{9.81} = 37.78 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 100.88 + 37.78 = 138.66m \quad H_{min} = 100.88 - 37.78 = 63.10m$$

$$H_{max} = 13.86 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.31 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 13.86 bars et 6,31 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti béliet.

VIII-4. TRONÇON N°04 : forage Gharbia vers forage Bab Elgharbi

Tableau V-5 : Les caractéristiques du tronçon 4.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	33.33	1270	204.6	22.7	1.014	98.51	102.33

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de béliet par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.014}{9.81} = 36.27 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 98.51 + 36.27 = 134.78m \quad H_{min} = 98.51 - 36.27 = 62.24m$$

$$H_{max} = 13.47 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.22 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 13.47 bars et 6,22 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti béliér.

VIII-5. TRONÇON N°05 : forage Bab Elgharbi vers forage Bab Chargui

Tableau V-6 : Les caractéristiques du tronçon 5.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	34.72	1380	204.6	22.7	1.057	102.74	107.24

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de béliér par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.057}{9.81} = 37.78 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 102.74 + 37.78 = 140.52m \quad H_{min} = 102.74 - 37.78 = 64.96m$$

$$H_{max} = 14.05 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.49 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 14.05 bars et 6.49 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti béliér.

VIII-6. TRONÇON N°06 : forage 19 mai vers Bab elgharbi**Tableau V-7 : Les caractéristiques du tronçon 6.**

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	33.33	1290	204.6	22.7	1.014	97.95	101.83

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de bélier par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.014}{9.81} = 36.27 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 97.95 + 36.27 = 134.22 \text{ m} \quad H_{min} = 97.95 - 36.27 = 61.68 \text{ m}$$

$$H_{max} = 13.42 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 6.16 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 13.42 bars et 6.16 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti bélier.

VIII-7. TRONÇON N°07 : forage 19 mai vers forage Dhahraouia**Tableau V-8** : Les caractéristiques du tronçon 7.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	33.33	1970	204.6	22.7	1.014	67.50	80.56

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de bélier par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 1.014}{9.81} = 36.27 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 67.50 + 36.27 = 103.77 \text{ m} \quad H_{min} = 67.50 - 36.27 = 31.23 \text{ m}$$

$$H_{max} = 10.37 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 3.12 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 10.37 bars et 3.12 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti bélier.

VIII-8. TRONÇON N°08 : forage 20 Aout vers forage Dhahraouia**Tableau V-9** : Les caractéristiques du tronçon 8.

Matériaux	Q (L/s)	L (m)	D _{inter} (mm)	e (mm)	V ₀ (m/s)	H _g (m)	HMT (m)
k	30.00	1830	204.6	22.7	0.913	88.38	99.29

Donc :

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 83 * \frac{204.6}{22.7}}} = 350.81 \text{ m/s}$$

La valeur du coup de bélier par la relation suivante :

$$B = \pm \frac{350.81 \times 0.913}{9.81} = 32.65 \text{ m d'eau}$$

La valeur de dépression et surpression sont déduits par les relations :

$$H_{max} = 88.38 + 32.65 = 121.03 \text{ m} \quad H_{min} = 88.38 - 32.65 = 55.73 \text{ m}$$

$$H_{max} = 12.10 \text{ bars}$$

$$H_{min} = 5.57 \text{ bars}$$

La conduite de refoulement d'une pression nominale égale à 16 bars et après avoir déterminer les valeurs de la surpression et la dépression qui sont respectivement 12.10 bars et 5.57 bars.

La pression nominale (PN) de la conduite est supérieure à la pression admissible calculée, donc il n'y a pas nécessité de protection anti bélier.

CONCLUSION

Le calcul de coup bélien est nécessaire après le dimensionnement de l'adduction pour protéger les tuyaux et les pompes, même la protection des canalisations et les équipements a été planifiée pour augmenter la durée de service des canalisations et réduire l'agressivité de l'eau.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la sécurisation de l'alimentation en eau potable de l'agglomération principal de Guemar.

On a commencé par la collecte des données sur terrain dans le but d'actualiser le schéma vertical du système de distribution de l'eau potable dans l'agglomération principal de Guemar, ce schéma qui nous a servi par la suite tout d'abord à comprendre le mode d'alimentation des consommateurs dans l'agglomération principal de Guemar et par la suite à proposer des scenarios de dysfonctionnement de ce système.

Au terme de ce présent travail, nous pouvons conclure que le renforcement du réseau d'alimentation de notre région d'étude présenté dans le transfert des eaux potable entre les points de production principaux (les 08 forages) sont désignées comme nœuds de production , doit être composé de conduite Ø250mm.

Par conséquent on a proposé des scenarios qui peuvent être assurez la continuité de l'alimentation en eau potable.

Des solutions qui peuvent palier au déficit causé par ces perturbations ont été proposé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ouvrages généraux

- [01] **A. DUPONT** « Hydraulique urbaines (Exercices et projets) » Edition EYROLLES Paris 1980, p.120, 121, 122, 124, 125, 156, 157, 159.
- [02] **A. DUPONT Paris 1977** « Hydraulique urbaine », Tome II, édition Eyrolles, p.237, 260, 267, 275-280, 287, 319, 322, 323, 326.
- [03] **A.G.H.T.M Paris 1982** « les stations de pompage », édition Technique et Documentation, p.101, 102, 103, 104, 105.
- [04] **A. LENCASTRE Paris 1983** « Hydraulique générale », édition Eyrolles, p.49, 150.
- [05] **C.GOMELL et H.GUERREE** « La distribution d'eau dans les agglomérations de petite et moyenne importance » Edition EYROLLES, 2004, université LAVAL, p.58, 59, 60, 61, 62.
- [06] **B.SALAH** « polycopie d'Alimentation en Eau Potable », p.11, 27, 29, 72, 78, 79, 140.
- [07] **M. CARLIER Paris 1972** « Hydraulique générale et appliquée », édition Eyrolles, p.289.
- [08] **Technique de l'ingénieur** « Adduction et distribution d'eau », p.5, 9, 37, 40, 195.
- [09] **H. GODART** « Technique de l'ingénieur (technologie de l'eau) », édition T.I., p.C5195 – 10, 16, 18, 25, 42, 43.

Catalogues

- [10] **CAPRARI** « pompes multicellulaires à haute pression ».
- [11] **BADORIS** - Document de synthèse relatif à une barrière technique de sécurité (BTS) Version 1.1 – janvier 2008.
- [12] **Electrostal Algérie SPA** « Tuyaux et raccords en fonte ductile ».
- [13] **V.AMBARTSOUMIAN** « Recommandations méthodologiques » 2^{ème} Edition 11/1994, p.5, 6, 9, 10, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23.