



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Chehid Hama Lakhdar El-Oued
Faculté des Sciences et de la technologie
Département : Hydraulique et de Génie civil

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي
كلية العلوم و التكنولوجيا
قسم : الري والهندسة المدنية

Option : conception des systèmes d'assainissement
et d'alimentation en eau potable

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme du Master en Hydraulique

Thème:

Contribution A L'Etude de la Conduite D'adduction Situé A Hassi Khalifa

Présenté par les étudiants :

- ✓ Ahmed Zeghouane
- ✓ Chaouki Razzag bara

Dirigé par :

l'enseignante : Soumia Megullati

Promotion : Juin 2018

Remerciement

Après une longue période de recherche et de travail acharné, nous avons enfin pu accomplir cette étude, pour cela nous remercions Dieu Tout-Puissant pour sa bénédiction. Et souhaitons présenter

nos plus sincères remerciement et reconnaissance à tout les professeurs: le Dr Ali Ghamri ,Farid Merigua , Mammeri Oussama ,Ali Shemssa pour les efforts et les conseils qu'ils nous ont fourni tout au long de cette recherche Ainsi que tout les responsables du centre de recherches scientifiques et études supérieures à l'Université d'El-Oued, un grand merci à eux ainsi qu'à tout ceux qui m'ont soutenu tout au long de la recherche, et qui ont été d'une aide précieuse et nous ont éclairée notre chemin , quelquefois obscure. Tout nos respects , concideration et remerciement.

Dédicace

Au nom de Dieu le Miséricordieux , nous vous présentons nos salutations chaleureuses, nous voudrions dédier ce travail à tous ceux qui ont fait preuve d'optimisme et nous ont fourni assistance et facilités grâce à Dieu le tout-Puissant et après tout les efforts et la fatigue. Aussi à tout ceux qui nous ont t soutenu et étaient la bougie qui nous a éclairée notre chemin, à nos parents malgré les obstacles qui nous ont soutenu inconditionnellement pour être ce que nous sommes aujourd'hui .Sans oublier de remercier nos professeurs, amis et collègues, ainsi que tout ce qui ont contribué de loin ou de près à l'achèvement de ce travail.

Résumé

L'objectif de cette modeste contribution est d'étudier la conduite d'adduction du point de vue technique et économique qui lie le forage et le réservoir de Hassi-Khalifa et entre temps de participer au calcul du réservoir d'air en but de protéger la conduite de refoulement contre le coup de bélier qui pourrait être se manifester.

Abstract

The aim of this modest contribution is to study the technical and economic adduction pipeline linking the Hassi-Khalifa reservoir and the reservoir, and in the meantime to participate in the calculation of the air reservoir in order to protect the discharge pipe against the water hammer that could be manifested.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة اقتصادية وتقنية لقناة التحويل التي تربط بين الخزان والمنقب المتواجد بحاسي خليفة وكذا دراسة الخزان الهوائي والذي بواسطته الحفاظ على القناة من ظاهرة المطرقة الممكن حدوثها.

SOMMAIRE

Introduction Généralité	8
-------------------------------	---

Chapitre I

Généralité

I-1 historique de la ville de Hassi Khalifa	11
I-2 Situation géographique et administrative	12
I-3-Climatologie	13
I-4 Température	14
I-5 Le Vent	15
I-6 Aperçue géologique	15
I-7 Ressources superficielles et souterraines	16
I-8 Situation topographique	17
I-9 situation démographique	18
I-10- Les ressources hydrauliques.....	18
I-10- Les ressources hydrauliques.....	18
I-11 Ouvrage de stockage	18
I-12 Réseau de l'AEP	18
I-13 Ressources naturelles	18
I-14 L'hydrologie à : El oued	18
I-15 Le complexe terminal	19
I-16 Le continental intercalaire	19
I-17 Conclusion	20

Chapitre II

Estimation des Besoins en eau

II-1- Introduction	22
II-2-Evaluation de la population.....	22
II-3- Etude des besoins en eau potable	23
II-4-Les Besoins domestique	23

II-5- Les Besoins Equipement	24
II-6- Etude des variations des débits de consommation dans le temps	25
II-7- Coefficients d'irrégularité :	25
II-7-1- Coefficients d'irrégularité journalière (k_j)	25
II-7-2- Coefficients d'irrégularité maximale horaire (k_h)	26
II-7-3- Coefficient de pointe K_P	27
II-7-4- Débit moyen journalier ($Q_{moy j}$)	27
II-7-5- Debit maximal journalier ($Q_{max j}$)	27
II-7-6- Debit horaire	27
II-7-7- Debit de pointe.....	28
II-8 Conclusion.....	29

Chapitre III

Etude du système d'adductions proposé

III-1 Introduction.....	31
III-2 Définition	31
III-3 Choix du tracé.....	31
III-4 Etude du réseau d'adduction proposé	31
III-4-1 Dimensionnement des conduites de refoulement.....	31
III-4-1-1 Choix du type de la conduite	31
III -4-1-2 Diamètre économique.....	32
III -4-1-3 Méthode de calcul.....	33
III -4-1-3 -1 Frais d'amortissement.....	33
III -4-1-4 Calcul de la conduite d'adductions.....	34
III-5 Conclusion.....	35

Chapitre IV

Protection des conduites contre le coup du bélier

IV-1-Introduction	37
IV-2 Analyse physique du phénomène du coup de bélier	37
IV-3 Valeur numérique du coup de belier	39
IV-4-Protection des conduites contre le coup de bélier	41
IV-5 Calcul simplifié d'un réservoir d'air	44
IV-6 Exemple de calcul d'un réservoir d'air	46
IV-5 Conclusion	47
• Conclusion générale	
• BIBLIOGRAPHIE	

LISTE DES FIGURES

Chapitre I :

Figure 1.1 : Situation de Ville Hassi Khalifa	11
Figure 1.2. : Situation de Ville Hassi Khalifa	12
Figure 1.3 : Situation de Ville Hassi Khalifa	12
Figure 1.4 : disposition des colonnes climatologie	14
Figure 1.5 : disposition des colonnes Température	14
Figure 1.6 : graphique Température.....	15
Figure 1.7 : Situation géologique de la Ville Hassi Khalifa	16
Figure 1.8 : hydrologie de la ville El Oued	19

Chapitre IV :

Figure IV-1: Analyse physique du phénomène du coup de bélier	38
Figure IV-2: dépression Hauteur de l'eau réservoir <i>et</i> forage	39
Figure IV-3:Fermeture brusque	41
Figure IV-4:Amortissement par Les pertes de charge	41
Figure IV-5: Les volants d'inertie	42
Figure IV-6: Les soupapes de décharge	42
Figure IV-7: Les réservoirs d'air	43
Figure IV-8: Les cheminées d'équilibre	43
Figure IV-9: Calcul simplifié d'un réservoir d'air	44
Figure IV-10:ABAQUE DE A.VIBERT	45

Liste du tableau

Chapitre I :

Tableau I-1: Climatologie	13
Tableau:I-2 Ressources superficielles et souterraines.....	16
Tableau:I-3 Caractéristiques hydrogéologiques des nappes continentales	17
Tableau : I-4 Récapitule les données nécessaires.(selon l'A.P.C)	18

Chapitre II :

Tableau II-1 :nombre d'habitants en fonction des années ciblées	22
Tableau II-2 consommation domestique	23
Tableau II-3:besoins scolaires	24
Tableau II-4 :besoins Mosquée	24
Tableau II-5 :besoins Services	24
Tableau II-6 :besoins Administratif	25
Tableau II-7 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants.	26

Chapitre III :

Tableau III-1 : résultat du calcul hydraulique.....	34
Tableau III-2 : bilan global des frais d'investissement	34

Introduction Généralité

Introduction générale :

L'eau est un composé chimique existant sur Terre, essentiel pour tous les organismes vivants. Le corps humain est ainsi composé à 65 % d'eau pour l'adulte, et 75 % chez les nourrissons et chez les embryons de 3 jours 94 %.

L'eau se trouve en général dans son état liquide et possède à température ambiante des propriétés uniques, c'est notamment un solvant efficace pour la plupart des corps solides trouvés sur Terre — l'eau est quelque fois désignée sous le nom de « solvant universel ». Pour cette raison, 'eau qu'on trouve sur Terre n'est qu'exceptionnellement un composé chimique.

La formule chimique de l'eau pure est H₂O. L'eau « courante » est une solution d'eau et de différents sels minéraux ou d'autres adjuvants

Le transport de l'eau (adduction) regroupe les techniques permettant d'amener l'eau depuis sa source à travers un réseau de conduites ou d'ouvrages architecturaux (Aqueduc) vers les lieux de consommation (ou d'habitation).

L'Adduction d'Eau Potable (AEP) peut se diviser en divers éléments :

La source qui peut être un forage équipé d'un système de pompage (cas le plus fréquent), un cours d'eau naturel ou un plan d'eau, notamment dans les premiers réseaux de l'histoire.

Un réseau de transport constitué de canalisations souvent enterrées, d'ouvrages d'arts (aqueduc) et d'un système automatisé ou non de vannes et de pompes.

Il y a deux types d'adduction :

L'adduction gravitaire, où l'écoulement de l'eau à des pressions importantes est causé par la différence des niveaux hydrauliques : l'altitude de la source est supérieure à l'altitude du point de consommation, et se déplace donc grâce à la force de gravitation d'où son nom.

L'adduction par refoulement où la pression sur le réseau et l'acheminement de l'eau se fait à l'aide de pompes à l'intérieur de stations de pompage.

Pour notre cas l'eau se refoule sans pompe vers le réservoir de stockage car nous avons une nappe albienne de pression importante.

Le problème qui joue le rôle de la bête noire pour les hydrauliciens est le phénomène de l'écoulement transitoire (**coup de bélier**) qui apparaît au moment de la variation brusque de la vitesse d'un liquide, **par suite d'une fermeture ou ouverture rapide d'une vanne**, de l'arrêt ou de démarrage d'une pompe.

Ce choc violent se traduit souvent par un bruit caractéristique, et peut entraîner la

rupture de la conduite dans les grosses installations, du fait de la quantité d'eau en mouvement. Ce problème peut être résolu avec la mise en place d'un anti-bélier.

Le présent travail est consacré à l'étude des adductions d'eau de la ville de Hassi Khalifa avec l'élimination des conduites en (amiante-ciment, fonte), et les remplacer par des conduites en PEHD, les protéger contre le coup de bélier et **arriver à dimensionner un réservoir d'air qui limite les surpressions et dépressions.**

Chapitre I

Généralité

CHAPITRE I : Généralité

I-1 historique de la ville de Hassikhalifa:

Hassi Khalifa est une Municipalité grâce au découpage administratif de 1984 conformément à la loi n ° 09/84 du 04/04/1984 selon la réorganisation régionale du pays. Sans oublier que Hassi Khalifa à l'époque coloniale était une commune conformément au décret n°= 6417 du 20/11/1958 et en 1963 fut partie intégrante des communes mixtes avec la commune de Debila et en 1991 elle est une daïra c'est à dire une sous-préfecture dont sa superficie est de 2 km.

Elle se situe au nord du siège de la wilaya (préfecture) plus précisément au sud de la latitude 32°. Elle est le prolongement de l'Erg orientale au Nord-Est, Elle est à 30 km du siège de la wilaya elle est limitée au nord par la commune Taleb Larbi et celle de Ben Gacha et au sud c'est la commune de Trifaoui et celle de Debila et à l'ouest la commune de Magrane. Sa population est de 16449 (dont 8554 masculin et 7895 féminin)

Avec une moyenne de croissance annuelle de 2.4 %. 1984 personnes habitent les zones rurales et 3947 personnes habitent les zones urbaines secondaires ainsi que 12502 occupent les zones principales. Vivant dans 330 logements pour les zones rurales, 1087 logements pour les zones urbaines secondaires et 3098 logements dans les zones urbaines principales.

Elle est l'une des régions les plus anciennes du souf avant elle n'était qu'une agglomération de sédentaires. L'élevage et l'agriculture (surtout les palmiers dattiers) sont le soutien de la société. Elle ouvre la voie vers d'autres ressources agricoles comme les cacahuètes, les pommes de terre ainsi que les légumes. Sans oublier l'utilisation des serres.

7 cités occupent le territoire communal. Sa géographie ressemble à celle de la wilaya : De petites chotts, une immense nappe phréatique un sous-sol gypseux-on peut dire que c'est une commune agricole.

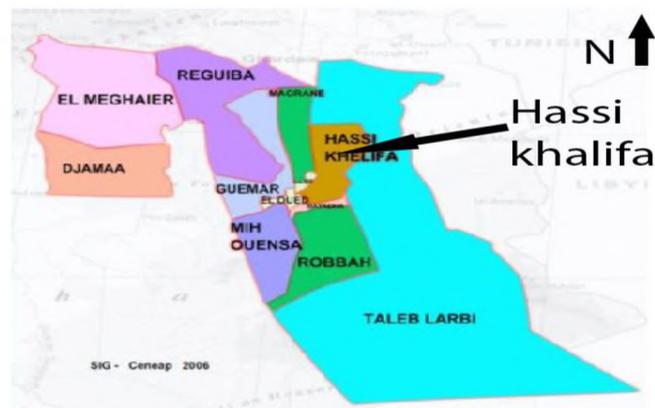


Figure I-1: Situation de ville Hassi Khalifa

CHAPITRE I : Généralité

I-2 Situation géographique et administrative :

La région d'études :

La commune de : Hassikhalifa est l'une des trente communes de la wilaya d'El Oued, elle s'étale sur une superficie de : 1112km² soit 2.03% du territoire de la wilaya.

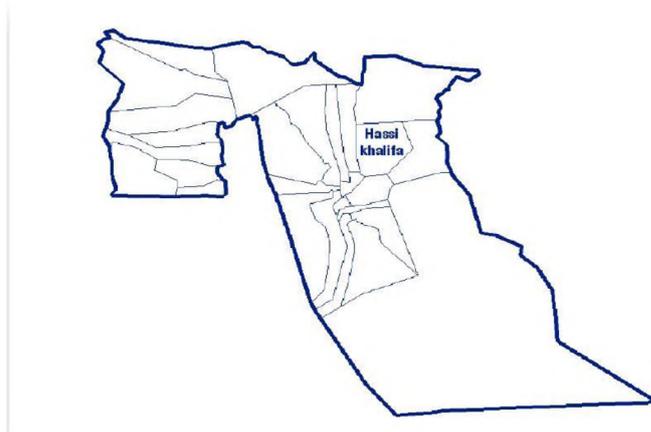


Figure I-2: Situation de ville el oued

Elle se distingue, par un nombre important des agglomérations Secondaires dont les plus connues sont:

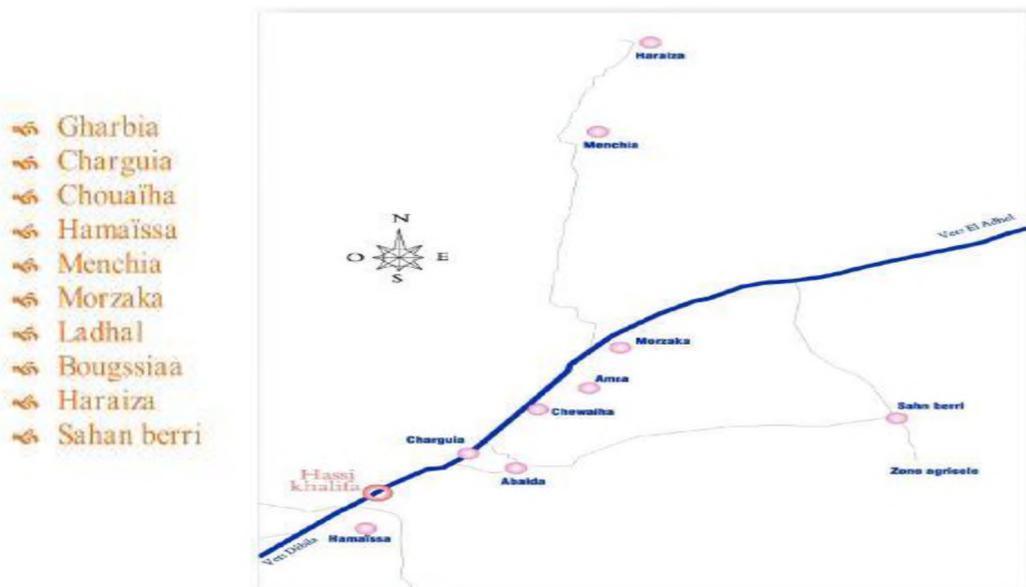


Figure I-3: Situation de ville Hassi Khalifa

CHAPITRE I :

Généralité

La localité concernée par la présente étude est : Charguia, elle Représente géo graphiquement l'extension nord-est du chef-lieu «HassiKhalifa», elle est limitée:

- ✓ Au Nord par l'agglomération secondaire : Chewaiha
- ✓ A l'Est par l'agglomération secondaire : Abaida
- ✓ Au Sud par le chef-lieu «HassiKhalifa»
- ✓ A l'Ouest par une zone agricole.

I-3-Climatologie

La commune de : HassiKhalifa fait partie de la région de : souf qui se caractérise par un climat aride de type saharien .

En hiver la température minimale absolue journalière peut atteindre 0c Alors qu'en été s'élève à 48c.

Tableau I-1: Climatologie

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Temp.max.en(°c)	16.9	20	28	30.2	36.2	40.8	42.7	41.2	37.9	32.2	27.2	19.2
Temp.min.en(°c)	4	6	11.2	15.3	19.8	25.3	27.3	24	22.1	18.2	11.3	3.1
précipitations en (mm)	7	5	10	6	4	1	0	1	6	8	8	8
Vitesse du vent (km/h)	7	9	10	10	10	10	7	7	6	7	6	6

Précipitation:

Comme toutes les régions sahariennes, les précipitations à la région d' ElOued souf faibles et ne dépassent pas pendant toute l'année les : 100 mm, type de précipitations est : la pluie.

CHAPITRE I : Généralité

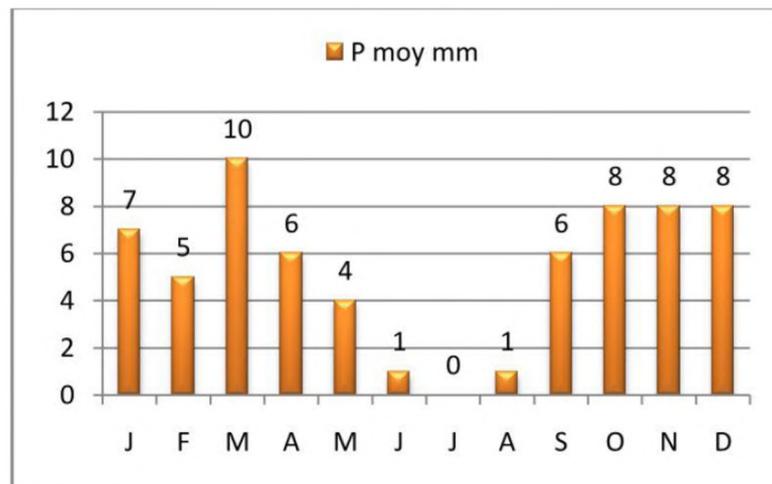


Figure I-4: disposition des colonnes climatologie

I-4Température :

Les données de température montrent que le plus froid est Janvier avec une température moyenne minimale de l'ordre de:4.0c,c'est le mois le plus chaud est : juillet dont la température moyenne maximale :42.7c.Il est à signaler que la température journalière minimale peut atteindre Des valeurs négatives pendant les mois froids.

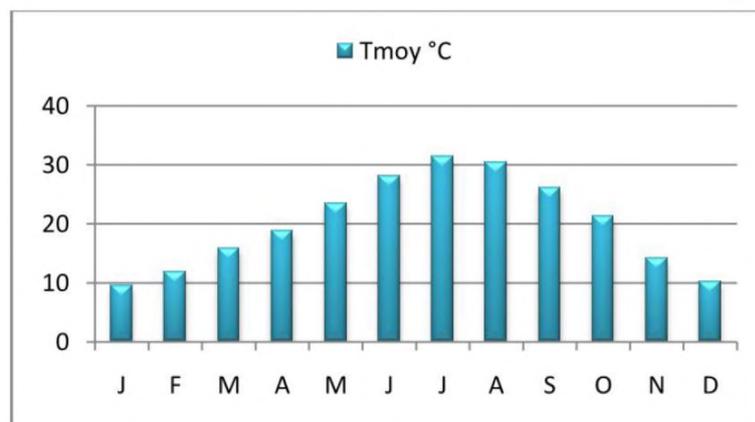


Figure I-5: disposition des colonnes Température

CHAPITRE I : Généralité

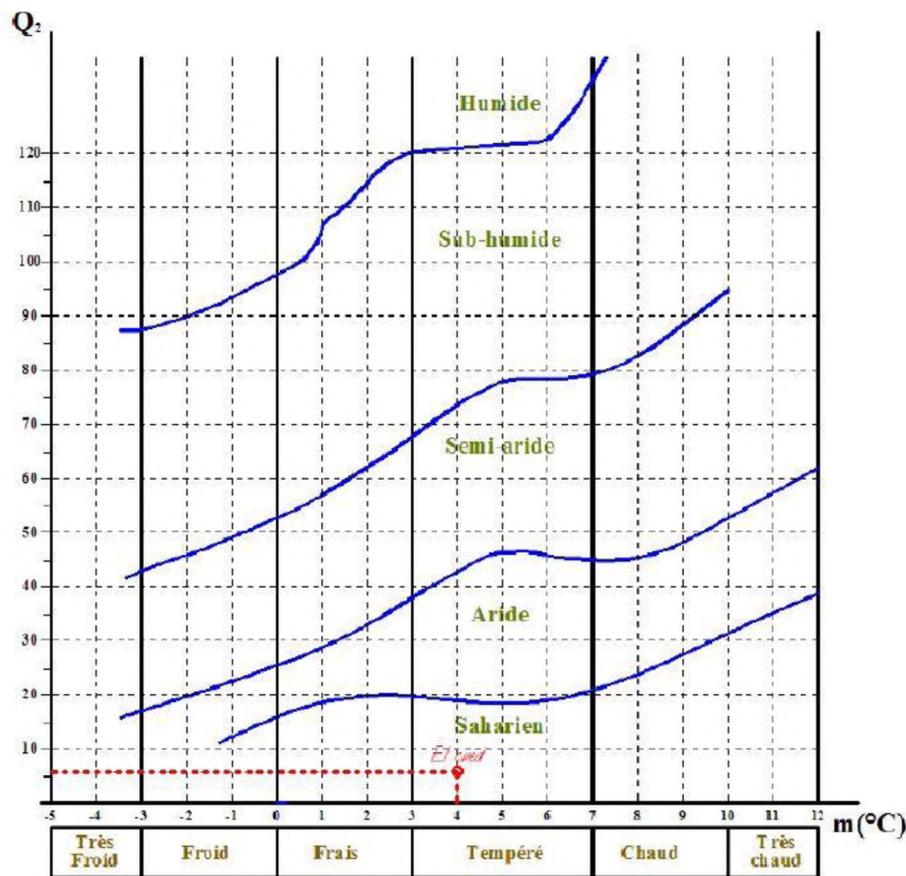


Figure I-6: graphique Temperatureclimatique dit Saharien-tempéré

Alors la région d'El Oued est classée dans un étage climatique dit :Saharien-tempéré

I-5Le Vent:

La région d'El Oued se caractérise par des vents saisonniers qui Dominentpendant:

La période du printemps : en général, ces vents viennent desDirections «Est» & «Nord-Est» ils sont chargés de sables.La période d'été : il s'agit du sirocco, qui est un vent chaud et sec vient des deux directions : « Ouest » et « Sud » ce type de vents peutProvoquebeaucoup de problèmes et des dégâts. (Dessèchement,Déshydratation).

I-6 Aperçuegéologique:

Les formations géologiques à la Wilaya d'El Oued remontent à laPériode géologique :«Paléozoïque » et ceci sur deux Epques qui sont:

Ordovicien : avant 500 ma

Carbonifère : avant 360 ma

CHAPITRE I : Généralité

En hydrogéologique la nappe du Continental intercalaire, plus souvent dite nappe albiennne correspond à un niveau plus réduit elle est définie par les formations continentales du créacé inférieur compris entre le néocomienEt le cénomanién qui sont constituées de sables, de grés avec intercalations d'argiles.

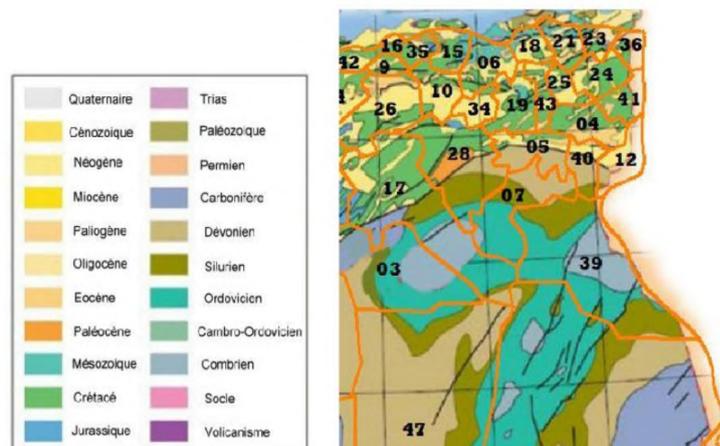


Figure I-7: Situation géologique de la ville de wilaya de el oued

I-7 Ressources superficielles et souterraines :(quelques chiffres)

Région d'El Oued volume soutiré des forages en service:

Tableau:I-2 Ressources superficielles et souterraines

Daira	Volume(hm^3 /an)	Forage En service (Nombre)
El oued	75.59	96
Taleb El larbi	4.14	12
Douar El maa	9.31	12
Ben Guecha	1.48	07
Djemaa	18.9	223
Meghaier	12.5	119
Taibet	0.2	10

CHAPITRE I :

Généralité

Caractéristiques hydrogéologiques des nappes continentales (CI) et du complexe terminal (CT)

Tableau: I-3 Caractéristiques hydrogéologiques des nappes continentales (Source A.D.E)

Daïra	Nappe	Prof (m)	Q (l/s)	RS (g/l)	NS (m)
El Oued	CT	290	28	2.8	30
	CI	1800	160	2.0	Art
Taleb El larbi	CT	400	20	3.0	Art-4
	CI	2250	25	3.0	Art
Douar El maa	CT	280	20	3.0	Art
	CI	1400	20	2.0	Art
Ben Guecha	CT	07	10	4	Art-5
Djemaa	CT	70-250	10-5	7	Art-45
	CI	1800	150	2	Art
Meghaier	CT	75-400	10-55	113	Art-40
	CI	2200	150	06	Art

Les sols:

Ils regroupent les caractéristiques connues des sols sahariens, Ce sont généralement des sols pauvres caractérisés par une texture sableuse et une structure particulière avec présence par fois d'un encroûtement gypseux ou calcaire sous forme de croûte Ou encroûtement et par fois sous forme diffuse

I-8 Situation topographique :

La topographie joue un rôle primordial dans la projection d'un Réseau d'alimentation en eau potable.

La zone objet de la présente étude fait partie de la région saharienne, son relief est peu accidenté et se caractérise par la Dominance de vastes étendues. D'après le levé, le relief servant d'assiette au présent projet ayant les caractéristiques suivantes:

COVADIS TOPO version 2004

(c) Géomédia S.A. 1993-2003

Après l'opération dite : l'étalonnage des points en NGA , on a Constaté que l'altimétrie du terrain varie de : 43.5m à 48.74 m , C'est-à-dire qu'il s'agit d'un écart de : 5 m environs .

CHAPITRE I :

Généralité

Une dépression de terrain s'est située au nord de la région «près de la station de pompage des eaux usées , en partant de Cette dernière vers les directions : «Est»& «Sud» l'allure du relief naturel prend des valeurs ascendantes que ce soit vers l'agglomération secondaire « Abaida » ou celle d'El-Gharbia .Il est à signaler que : 52% de la région urbaine est située dans le même étage « seuil » .

I-9 situation démographique :

Le Population actuelle : sa éduqué dans le tableau ci-dessous

Tableau : I-4 récapitule les données nécessaires.(selon l'A.P.C)

Agglomération	Nombre d'habitants
Hassikhalifa	16449

I-10- Les ressources hydrauliques

Ressources en eau : *Existantes :

L'agglomération de : Charguia est dépourvue de ce genre D'ouvrages. C'est-à-dire l'alimentation de la zone se fait à partir Du forage albien de : s'han Berri et la conduite venant de : Gharbia

I-11 Ouvrage de stockage :

L'agglomération de : Charguia est dépourvue aussi d'ouvrages de Stockage.(injection directe dans le réseau)

I-12Réseau de l'AEP:

La région dotée d'un réseau d'AEP vétuste , la matière Constitutive de ce réseau est l'amiante de ciment pour le réseau Principale et le polyvinyle de chlorure « Prv » pour le reste du réseau .

Il est à signaler que le réseau a subi un nombre d'intervention D'ordre minime (conduites tertiaires en PEHD) Le relief de zone de : Souf est formé principalement par les dunes de Sables aux aretes de "sif" (sabre), vue au passage du grand erg oriental Sur la zone.

L'hydrographie de la région est représentée par d'anciens lits d'écoulement qui traversent la wilaya d'El-Oued du sud vers le Nord, en particulier les oueds maya et Righ.

I-13Ressources naturelles:

La région du oued souf est classée à l'échelle nationale comme région à Forte potentialité hydrique .les ressources en eaux souterraines Mobilisables sont estimées à 4.9 milliards de m³ .(selon les services de DREW)

CHAPITRE I : Généralité

D'autre part , la wilaya recèle d'importants gisements : Sel Sédimentaire des chotts ,gypse , calcaire ,Argile et sables dunaires.

I-14 L'hydrologie à : El oued

La wilaya d'El Oued repose sur deux bassins hydrographiques qui sont : chott melhrir et le Sahara septentrional .la région d'oued Righ« zone du nord » appartient à chott melhrir par contre la zone du Sud « zone de Souf» appartient au Sahara septentrional.

La région de Souf se caractérise par un Phénomène hydrogéologique qui est :

(la remontée de la nappe phréatique) cette dernière est exploitée en majorité dans le domaine de l'irrigation. Nappes à distinguer dans la région sont :

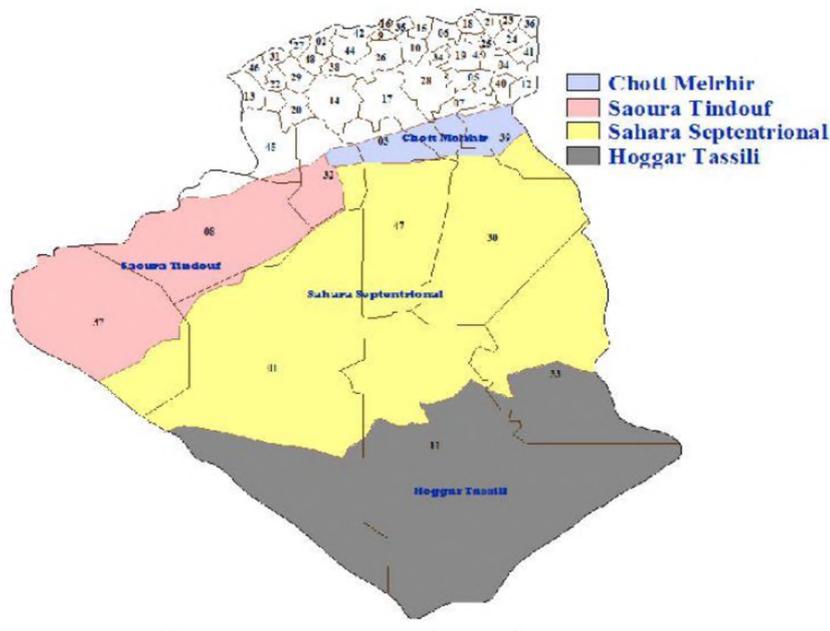


Figure I-8:hydrologie en Algérie

I-15 Le complexe terminal :

La nappe du complexe terminal est contenue dans les divers horizons Perméables du crétacé supérieur et du tertiaire .elle s'étend en Algérie sur Un vaste territoire allant de dorsale du M'zab à l'ouest jusqu'à hamada du Tinhert au Sud

I-16 Le continental intercalaire :

En géologie le continental intercalaire désigne les formations continentales qui se sont déposées entre le cycle marin du paléozoïque clôt par l'orogénèse Hercynienne et la transgression marine du céno manien. Elle couvre une large Période du trias à l'Albien.

CHAPITRE I :

Généralité

I-17 Conclusion

Dans la présente phase on a essayé de prestations les différents points essentiels influençant la conception du Projet à savoir: la topographie la pluviométrie, hydrogéologie, l'importance de l'agglomération et les infrastructures hydrauliques. La conception réelle et les conditions techniques Régissant ce genre du projet seront abordées dans les Prochaines phases d'études.

Chapitre II

Estimation des Besoins en eau

II-1- Introduction :

Une bonne conception de projet commence tout d'abord par une estimation convenable des multiples besoins en eau qu'exige l'agglomération à l'horizon qui a été pris en considération dans notre étude est 2038

II-2-Evaluation de la population :

En se basant sur le recensement général, de la population de 2008 la ville Hassi Khalifa avait un nombre d'habitants de 16449 l'évaluation de la population à l'horizon de calcul considéré est calculée par la formule des intérêts composés :

$$P_f = P_0 \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)^n \quad (2-1)$$

Tel que :

P_f : Population à l'horizon (hab).

P_0 : population de référence (hab).

τ : Taux d'accroissement 2.58 % (référence A.P.C de Hassi Khalifa)

Ce taux d'accroissement nous a été fourni par les services spécialisés de la wilaya D'el oued .la population ainsi calculée pour différents horizons est représentée dans la tableau ci-dessous:

Tableau II-1 : nombre d'habitants en fonction des années ciblées

Année	2018	2038
Population	27378	45568

$$p_{2018} = p_{2008} \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)^{10} = 27378$$

$$p_{2038} = p_{2018} \left(1 + \frac{\tau}{100}\right)^{20} = 45568$$

II-3- Etude des besoins en eau potable :

L'estimation des besoins en eau potable à l'horizon voulu se fait en se basant sur l'accroissement de la population et sur la projection des équipements nécessaires aux différents besoins de cette population.

II-4- Les Besoins domestiques:

La consommation moyenne journalière actuelle:

$$Q_{moyj} = \left(\frac{p_t \times d}{86400} \right) (l/s) \quad (2-2)$$

La consommation moyenne journalière future:

$$Q_{moyj} = \left(\frac{p_a \times d}{86400} \right) (l/s) \quad (2-3)$$

Tel que

P_a = Nombre D'habitant actuel (hab)

P_f = Nombre D'habitant futur (hab)

d = dotation (l/j/hab)

Tableau II-2 consommation domestique (référence A.P.C)

Année	Population (hab)	Dotation (l/j/hab)	Consommation (l/s)
2008	16449	150	28.55
2018	27378	150	47.53
2038	45568	150	79.11

II-5-Les Besoins des équipements :**Tableau II-3** : besoins scolaires (référence A.D.E)

Equipement	Unité	Dotation (l/j/élève)	Consommation (l/j)	Consommation (l/s)
Ecole 1	420 élèves	20 l/j/élève	8400 l/j	0.09
Ecole 2	450 élèves	20 l/j/élève	9000 l/j	0.10
Ecole 3	206 élèves	20 l/j/élève	4120 l/j	0.04
Ecole 4	500 élèves	20 l/j/élève	10000 l/j	0.11
C E M 1	850 élèves	20 l/j/élève	17000 l/j	0.19
C E M 2	850 élèves	20 l/j/élève	17000 l/j	0.19
Lycée	550 élèves	20 l/j/élève	11000 l/j	0.12
			total	0.84

Tableau II-4 : besoins Mosquée (référence A.D.E)

Equipement	Unité	Dotation (l/j / fidèle)	Consommation (l/j)	Consommation (l/s)
Mosquée 1	700	50 l/j / fidèle	35000	0.40
Mosquée 2	500	50 l/j / fidèle	25000	0.28
Mosquée 3	500	50 l/j / fidèle	25000	0.28
Mosquée 4	300	50 l/j / fidèle	15000	0.17
			total	1.13

Tableau II-5 : besoins Services (référence A.D.E)

Equipement	Unité	Dotation (l /j/m ²)	Consommation (l/j)	Consommation (l/s)
Station service	4000 m ²	5 l /j /m ²	20000	0.23
Usine de gypse	14500 m ²	5 l/j/m ²	72500	0.83
			total	1.06

Tableau II-6: besoins Administratif (référence A.D.E)

Equipement	Unité	Dotation (l /j/ personne)	Consommation(l/j)	Consommation (l/s)
poste	6 personne	10 (l /j/ personne)	60	0.0006
commune	40 personne	10 (l /j/ /personne)	400	0.04
Salle des soins	5 lit	20 (l /j/ personne)	100	0.0011
Administration	4 personne	10 (l /j/ personne)	40	0.0004
DUCH	5 personne	10 (l /j/ personne)	50	0.0005
			total	0.0426

II-6- Etude des variations des débits de consommation dans le temps :

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

- Variations annuelles en fonction de la croissance du nombre d'habitants.
- Variations mensuelle fonction du climat et de la nature de l'activité.
- variations journalières qui dépendent de climat et la nature l'activité.
- variations horaires qui dépendent de l'importance de l'agglomération et du régime de travail et du degré de confort.

II-7- Coefficients d'irrégularité :

II-7-1- Coefficients d'irrégularité journalière (k_j)

Du fait de l'existence d'une irrégularité de la consommation journalière suivant les journées de l'année, nous devons tenir compte de cette variation en déterminant le coefficient maximale journalier :

$$k_j = Q_{\max j} / Q_{\text{moy } j} \quad (2-4)$$

Qui exprime de combien le débit maximum journalier dépasse le débit moyen journalier pour la journée où la consommation est maximale. En général, la valeur de k_j varie entre 1.1 et 1.3. Pour la ville de Hassi Khalifa, vu son climat et sa situation plutôt active économiquement, on estime que $k_j = 1.15$.

II-7-2- Coefficients d'irrégularité maximale horaire (k_h)

Ce coefficient représente l'augmentation de la consommation horaire dans le jour, il tient compte de l'importance de l'agglomération ainsi que du degré du confort et du régime de travail ; d'une manière générale, ce coefficient peut être décomposé en deux autres coefficients β_{max} et α_{max} .

Tel que :

$$K_h = \beta_{max} \times \alpha_{max} \quad (2-5)$$

Avec :

α_{max} : Coefficient qui tient compte du confort et des équipements des habitations et de régime de travail, il varie de 1,2 à 1,4.

Dans le cas de la ville Hassi Khalifa, les habitations sont moyennement équipées et le régime de travail proche du rural $\alpha_{max} = 1.3$.

β_{max} : Est un coefficient étroitement lié au nombre d'habitants, le tableau suivant donne sa variation en fonction du nombre d'habitant.

Tableau II-7 : β_{max} en fonction du nombre d'habitants.

Habitant	< 1000	1500	2500	4000	6000	10000	20000	50000	≥ 100000
β_{max}	2,00	1,80	1,60	1,50	1,40	1,30	1,20	1,15	1,10

Pour notre cas ; nous avons un nombre d'habitant de 27378 hab. ce qui donne

$$\beta_{max} = 1.20$$

D'où la valeur k_h

$$k_h = 1.20 \times 1.3 = k_h = 1.56$$

II-7-3- Coefficient de pointe K_p :

C'est le produit du coefficient de variation journalière par le coefficient de variation horaire

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy j}}}$$

$$K_p = 1.61$$

II-7-4- Débit moyen journalier ($Q_{moy j}$):

C'est la somme de tous les besoins (domestique, scolaires, sanitaires, ... etc)

$$Q_{moy j} = \sum Q_{moy j} \quad (2-7)$$

$$Q_{moy j} = 82.19 \text{ (l/s)}$$

II-7-5- Débit maximal journalier ($Q_{max j}$) :

Ce débit relatif au jour de la plus grande consommation pendant la dernière année de la durée de vie du réseau, est utilisé comme élément de base dans les calculs de dimensionnement du réseau de distribution et d'adduction.

Il nous permet de dimensionner le réservoir et station de pompage c'est le produit du débit moyen journalier par le coefficient journalier k_j ce débit est donné par la formule suivante :

$$Q_{max j} = Q_{moy j} \times k_j \quad (2-8)$$

$$Q_{max j} = 8165.66 \text{ (m}^3\text{/j)} = 94.51 \text{ (l/ s)}$$

Avec

$Q_{max j}$: Débit maximum journalier en (l/s).

$Q_{moy j}$: Débit moyen journalier (l/s).

k_j : Coefficient d'irrégularité maximale journalière.

II-7-6- Débit horaire :

Généralement on détermine le débit horaire en fonction du développement des habitudes de la population et régime de consommation probable.

$$Q_h = Q_{max j} \times K_h \quad (2-9)$$

$$Q_h = 340.23 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

D'où :

Q_{maxj} : Le débit maximum journalier en (m³/h)

K_h : Le coefficient de variation horaire.

II-7-7- Débit de pointe :

C'est le produit de débit moyen journalier par le coefficient de pointe K_p

Donc:

$$Q_p = K_p \times Q_{moy\ maj} \quad (2-10)$$

α : la majoration de notre réseau est de l'ordre 20 %

$$Q_{moy\ maj} = 82.19 \times 1.2 = 98.62 \text{ (l/s)}$$

$$Q_p = 98.62 \times k_p$$

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy\ j}}}$$

$$K_p = 1.61$$

$$Q_p = 98.62 \times 1.61$$

$$Q_p = 158.77 \text{ (L/s)}$$

II-8 Conclusion :

Dans ce chapitre, on a calculé tous les besoins nécessaires pour différents secteurs utilisateurs de l'eau

Par conséquent les différents débits évalués sont:

$$Q_{moy\ domestique} = 79.11 \text{ (l/s)}$$

$$- Q_{moy\ équipement} = 3.08 \text{ (l/s)}$$

$$- Q_{moy\ total} = 82.19 \text{ (l/s)}$$

$$- Q_{moy\ maj} = 98.62 \text{ (l/s)}$$

$$- Q_{max} = 94.51 \text{ (l/s)}$$

$$- Q_{pointe} = 158.77 \text{ (L/s)}$$

Avec le débit de pointe Q_p calculé, le dimensionnement du réseau d'alimentation en eau potable s'effectue. Aussi avec le débit maximum on pourrait dimensionner la conduite d'adduction et de calculer la capacité du réservoir d'eau.

Chapitre III

Etude du système d'adductions proposé

III-1 Introduction :

Dans ce chapitre nous proposons un nouveau système d'adduction en remplacement de l'ancien jugé inadéquat et on procédera à l'étude détaillée de cette variante.

III-2 Définition :

Le terme d'adduction s'applique à l'ensemble des installations reliant la prise d'eau au point d'utilisation ou au réservoir de stockage. Dans le présent cas, nous dimensionnerons toutes les installations.

PARTIE A - Entre le forage Albienet le raccordement du système existant.

PARTIE B - Entre raccordement système existant et Chatou d'eau Hamaissa.

PARTIE C - Entre raccordement système existant et Labida.

III-3 Choix du tracé :

En vue de l'établissement de la conduite d'adduction, on est tenu à respecter certaines conditions

A- Avoir un tracé le plus court possible.

B- Avoir un tracé aussi régulier que possible.

C- Il est nécessaire d'éviter les contre-pentes.

D- Eviter le plus possible les singularités (coudes vifs ...).

E- Le tracé doit suivre, si possible, l'accotement des routes s'il y lieu tout en évitant les coudes fermés afin de se débarrasser des butées.

III-4 Etude du réseau d'adduction proposé :**III-4-1 Dimensionnement des conduites de refoulement :****III-4-1-1 Choix du type de la conduite :**

Le choix entre les différents type des conduites est établi sur des critères d'ordres techniques, à savoir le diamètre, la pression de service, les conditions de pose et sur des critères économiques qui englobent le prix de fourniture de transport et de pose, mais aussi la méthode et moyen de

réparation durant le fonctionnement de l'adduction .Dans le présent du projet, nous avons opté pour le choix des conduites en PEHD pour les avantages qu'elles présentent :

- A- Facile à poser (grande flexibilité)
- B- Permet de réaliser de rayons de courbures voulues.
- C- Fiable au niveau des branchements et pas de fuites.
- D- Durée de vie théorique 50 ans à 20°C
- E- Bonnes caractéristiques hydrauliques (coefficient de rugosité très faible).
- F- Répond parfaitement aux normes de potabilité.
- G- Résiste à l'entartrage.
- H- Résiste chimiquement lors du transport des fluides industriels et des eaux usées.
- I- Résiste à la corrosion interne, externe et micro biologique.
- J- Se raccorde facilement aux réseaux existants (fonte, acier).
- K- Insensible aux mouvements de terrain (tremblements de terre).

III-4-1-2 Diamètre économique :

Du point de vue économique, le diamètre de la conduite de refoulement et l'énergie consommée sont liés, en effet plus le diamètre de la conduite est petit pour un même débit plus les pertes de charges sont grandes plus l'énergie dépensée est importante. Il est donc intuitif de rechercher un diamètre économique pour la conduite de refoulement résultant d'un compromis entre :

Les frais d'exploitation du moteur d'entraînement qui décroissent lorsque le diamètre augmente, par suite de la diminution de pertes de charges.

Les frais d'amortissement de la conduite qui croissent avec l'augmentation du diamètre de la canalisation.

Pour notre cas en tenant compte d'un seul facteur qui est le facteur d'investissement car la nappe que nous exploitons actuellement est une nappe Albienne de pression 10 bars., on se

trouve devant un problème de choix et on est amené à déterminer un diamètre pour lequel le prix de revient d'un mètre cube d'eau transportée soit réduit au minimum. Donc le choix du diamètre de la conduite dépend de l'étude économique.

Pour aboutir à un choix du diamètre économique, on se fixe sur une série de diamètres qui vérifie la condition des vitesses suivante : $0,5 \leq V \leq 1,5$ (m/s).

III-4-1-3 Méthode de calcul :

Dans la pratique le diamètre optimale est déterminé par rapport à une fourchette de vitesse à respecter, ce diamètre est déterminé approximativement par les formules de BONNIN et BRESSE, ces formules sont données comme suite :

$$\text{La formule de BONNIN : } D = \sqrt{Q}. \quad (3-1)$$

$$\text{La formule de BRESSE: } D = 1,5 \times \sqrt{Q}. \quad (3-2)$$

Avec :

D: diamètre de la conduite en mètre;

Q: débit véhiculé en (m³/s)

III -4-1-3 -1 Frais d'amortissement :

Les frais d'amortissement est calculé comme suit: les frais d'investissement multiplié par l'annuité A.

Dans notre cas nous supposons que les frais seront amortis sur une période de 20 ans (durée d'exploitation) ce qui conduit donc au calcul de l'annuité «A».

Avec :

I: Taux d'intérêt (égal à 8% en Algérie).Donc :

$$A = I + \frac{1}{(I+1)^{n-1}} = 0,08 + \frac{0,08}{(0,08+1)^{20-1}} = 0,101852208. \quad (3-11)$$

III -4-1-4 Calcul de la conduite d'adduction :

- Forage Albien Sahan Berri vers Chatou d'eau Hamaissa : Conduite PN 16 bars.

Tableau III-1 :Résultat du calcul hydraulique

L(m)	Q(l/s)	D(mm)	V(m/s)
5998	100	0.315	1.28
		0.400	0.79
		0.500	0.50
10063	75	0.315	0.96
		0.400	0.59
		0.500	0.38
655	25	0.160	1.24
		0.200	0.79
		0.250	0.50

Tableau III-2 : bilan global des frais d'amortissement

nom	L(m)	D(mm)	Prix(DA/ml)	Prix total(DA)	Anuité (A)	Fa (DA)
PARTIE A	5998	315	6.881,37	41.274.457,26	0.10185221	4.203.894,68
		400	11.116,05	66.674.067,9		6.790.901,16
		500	17.335,76	103.979.888,5		10.590.581,44
PARTIE B	10063	315	6.881,37	69.247.226,31	0.10185221	7.052.983,03
		400	11.116,05	111.860.811,2		11.393.270,87
		500	17.335,76	174.449.752,9		17.768.092,86
PARTIE C	655	160	1.786,51	1.170.164,05	0.10185221	119.183,79
		200	2.805,48	1.837.589,4		187.164,54
		250	4.340,56	2.843.066,8		289.572,63

Référence des prix : les prix ont été donnés par l'A D E

III-5 Conclusion :

D'après nos calculs très précis de la conduite d'adduction qui est divisée en trois tranches fondamentales selon la répartition de l'eau, on déduit ce qui suit :

En utilisant les formules de BONNIN et BRESS pour avoir une gamme de diamètres dont on a fait l'étude technico-économique.

L'étude technico-économique comprend seulement le calcul des frais d'amortissement pour chaque diamètre adopté sans tenir compte du calcul des frais d'exploitation car la nappe utilisée est une nappe Albienne dont on a pas une pompe nécessaire pour refouler l'eau vers le réservoir (c'est une nappe Artésienne de pression 10bars)

On a tenu compte de trois tranches au calcul.

- PARTIE A:de linéaire le 5998 ml, **le diamètre économique adopté est: 315 mm**

- PARTIE B:de longueur: 10063 ml **le diamètre adopté est 315 mm**

- PARTIE C:de longueur 655 ml ,**le diamètre économique adopté est: 160 mm**

Chapitre IV

**Protection des conduites contre le
coup du bélier**

IV-1-Introduction

Le coup de bélier est un phénomène oscillatoire de la pression (entre surpressions et dépressions) dont les causes sont les suivantes :

- la fermeture instantanée d'une vanne située au bout d'une conduite d'adduction
- l'arrêt brutal d'une pompe alimentant une conduite de refoulement.

Le coup de bélier peut atteindre plusieurs fois la pression de service de la conduite et il est susceptible d'entraîner la rupture du tuyau. Il faut alors limiter ses effets, pour des soucis d'économie et de sécurité dans l'alimentation en eau.

Une onde prend alors naissance dans la conduite, se propageant avec la célérité du son " a ", dont la valeur dépend de la compressibilité de l'eau et de l'élasticité du tuyau.

Allievi donne, pour la vitesse a de l'onde, la valeur suivante (en m/s):

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k \frac{D}{e}}} \quad (4.1)$$

Ou D : le diamètre de la conduite (en m)

e : l'épaisseur du tuyau (en m)

k = 1(P E H D); 0.5(acier); 4.4(amiante-ciment); 5(plomb, béton);

= 0.5 pour le béton armé avec une épaisseur équivalente en acier: $e = e_a + e_b/m$ (e_a : épaisseur de l'acier, e_b : épaisseur du béton et **m**: coefficient d'équivalence $\cong 10$)

IV-2 Analyse physique du phénomène du coup de bélier :

Prenons le cas d'une pompe, refoulant un débit donné dans une conduite de longueur L, qui se trouve brusquement arrêtée. Quatre phases peuvent alors être envisagées:

1^{re} phase : Par suite de son inertie, la colonne d'eau va poursuivre son chemin ascendant, mais, n'étant plus alimentée, il va en résulter une dépression (l'eau se

déprime). Chaque tranche de la conduite se contracte successivement par diminution élastique du diamètre. Une onde de dépression prend alors naissance au départ de la pompe et se propage jusqu'au réservoir à une vitesse a , donnée par (Figure IV-1). Pour atteindre le réservoir, l'onde met un temps égal à " L/a ", au bout duquel la conduite est en dépression sur toute sa longueur et l'eau est immobile.

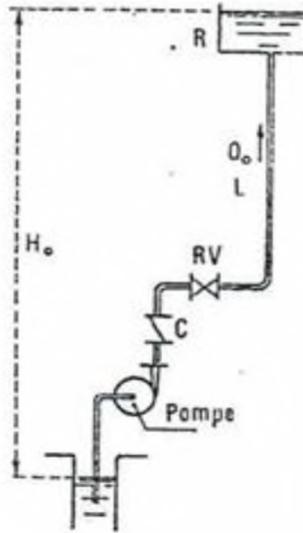


Figure IV-1: Analyse physique du phénomène du coup de bélier

2^e phase : Par suite de son élasticité, la conduite reprend son diamètre initial et cela de proche en proche en partant du réservoir. L'eau revient alors dans la conduite et, au bout d'un nouveau temps L/a (soit $2.L/a$ à partir du début du phénomène), toute l'eau est descendue mais va se trouver arrêtée par le clapet de la pompe.

3^e phase : A cause de cet arrêt, l'eau en contact avec le clapet se trouve comprimée, entraînant une dilatation de la conduite. Les tranches d'eau vont subir le même sort, et l'onde de pression gagne toute la canalisation, jusqu'au réservoir, de proche en proche. Au bout d'un nouveau temps L/a (soit $3.L/a$ à partir du début du phénomène) toute la **conduite sera dilatée** avec une eau **sur pressée** et immobile.

4^e phase : Grâce à l'élasticité de la conduite, agissant comme un ressort, celle-ci reprend son diamètre initial, de proche en proche en partant du réservoir. Au bout d'un nouveau temps L/a (soit $4.L/a$ à partir du début du phénomène) nous nous retrouvons dans la même situation qu'au moment de l'arrêt brusque de la pompe.

La **période** du mouvement est donc de " $T = 4.L/a$ Le phénomène est **amorti** par les **pertes de charge** résultant du frottement de l'eau dans la conduite.

Dans le cas d'un arrêt brusque d'une pompe, le phénomène du coup de bélier est donc caractérisé, tout d'abord, par une dépression, puis par une surpression . L'analyse du phénomène, dans le cas **d'une fermeture rapide d'une vanne** située à l'extrémité d'une conduite d'adduction en provenance d'un réservoir est exactement le même sauf qu'il commence par une **surpression** puis une **dépression** (phases 3^e, 4^e ensuite 1^{re} et 2^e).

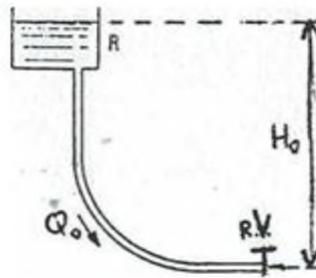


Figure IV-2: dépression Hauteur de l'eau réservoir et forage

IV-3 Valeur numérique du coup de bélier:

Supposons que la vitesse moyenne dans la conduite (de longueur L) avant la fermeture d'une vanne (ou l'arrêt d'une pompe) est U_0 . La valeur du coup de bélier dépend du type de fermeture:

a). Cas d'une fermeture brusque : Si le temps de fermeture est inférieur à $2.L/a$

la **valeur maximale** du coup de bélier peut atteindre $B = \frac{aU_0}{g}$

Dans laquelle a est la célérité de l'onde et g est l'accélération de la pesanteur.

b). Cas d'une fermeture lente: Si le temps de fermeture t_f est supérieur à $2.L/a$.

La **valeur maximale** du coup de bélier peut atteindre $b = \frac{2LU_0}{gt_f}$

Notons que cette **valeur maximale** est retrouvée dans une zone **proche de la vanne**, dans le cas d'une conduite d'adduction, ou **proche de la pompe**, dans le cas d'une conduite de refoulement.

Ceci montre donc que le coup de belier est **proportionnel** à la vitesse de l'eau dans la conduite avant la fermeture U_0 et à la longueur de la conduite L . D'autre part, le coup de belier **diminue** lorsque le **temps de fermeture augmente**. D'où l'intérêt, pour les conduites d'adduction, d'adopter des robinets à **fermeture lente**: des **robinets-vannes à course longue**.

Si on tient aussi compte de la pression H_0 dans la conduite avant la fermeture, la **pression maximale** dans la conduite, suite à l'apparition du coup de belier, sera alors (en mètres d'eau) :

$H_0 + B$ OU brusque	$H_0 + \frac{aU_0}{g}$	la surpression en cas d'une fermeture 4.2
$H_0 + b$ OU	$H_0 + \frac{2LU_0}{g t_f}$	la surpression en cas d'une fermeture lente 4.3

Et la **pression minimale** dans la conduite est de :

$H_0 - B$ OU	$H_0 - \frac{aU_0}{g}$	la dépression cas d'une fermeture brusque 4.4
$H_0 - b$ OU	$H_0 - \frac{2LU_0}{g t_f}$	la surpression en cas d'une fermeture lente 4.5

L'expression (4.4) montre qu'une conduite peut être mise sous vide. En réalité, la valeur négative de la pression donnée par (4.4) ne dépassera jamais, en valeur absolue, celle de **l'apparition de la vapeur** d'eau (soit environ **-8,0 m**).

Un bref calcul: Soit une conduite d'adduction d'eau, en acier, de diamètre **1 m** et d'épaisseur **e=1 cm**. => **a = 1000m/s** Avant fermeture **U₀ = 2 m/s** et **H₀ = 50 m**. En cas de **fermeture brusque**, la **surpression** ($a U_0 / g$) est d'environ 200 m. Soit une pression **maximale** dans la conduite de **H_{max} = 250m** Si **L=1000 m** et **t_f = 10s** => **H_{max} = 100m** seulement.

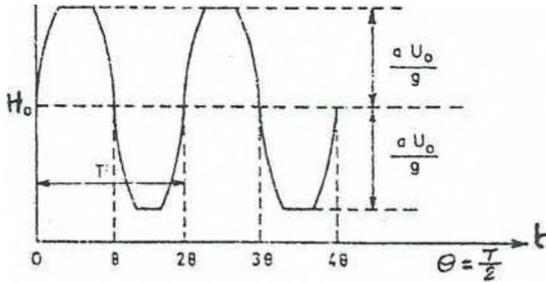


Figure IV-3: Fermeture brusque

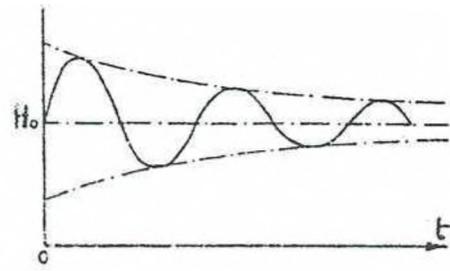


Figure IV-4: Amortissement par les pertes de charge

IV-4- Protection des conduites contre le coup de belier :

Pour le cas d'une **conduite d'adduction**, le meilleur moyen de protection contre les coups de belier est l'utilisation **d'un robinet-vanne à course longue** qui sera manœuvré lentement. Toutefois, pour les grandes conduites, on peut aussi utiliser un anti-belier, pour plus de sécurité.

Le cas d'une **conduite de refoulement** est plus grave, puisque l'arrêt de la pompe peut survenir brutalement (coupure ou disjonction du courant alimentant le moteur).

Il n'est pas possible de supprimer totalement les effets du coup de belier. On cherche alors à les limiter à une valeur compatible avec la résistance de la conduite : **limitation de la surpression et/ou de la dépression**. On utilise pour cela un appareil appelé **anti-belier**.

Les appareils **anti-belier** les plus utilisés sont les suivants :

- les **volants d'inertie** « pour la limitation des dépressions;
- les **souppes de décharge** « pour la limitation des surpressions»
- les **réservoirs d'air** et les **cheminées d'équilibre** « pour la limitation « à la fois » des Surpressions et des dépressions;

a)- Les volants d'inertie :

Le **volant d'inertie** est un **disque**, de grande inertie, dont la masse est concentrée près de la périphérie. Cal sur l'arbre du groupe motopompe, le volant accumule de l'énergie pendant la marche normale, et il la restitue au moment de l'arrêt du moteur. Il permet ainsi **d'allonger le temps d'arrêt** de la pompe, donc de diminuer l'intensité du coup de bélier dans la conduite de refoulement. Les caractéristiques géométriques du volant (R_1 , R_2 , I et la masse) sont déterminées en fonction de la puissance de la pompe et du temps d'arrêt minimum pour limiter suffisamment la valeur du coup de bélier.

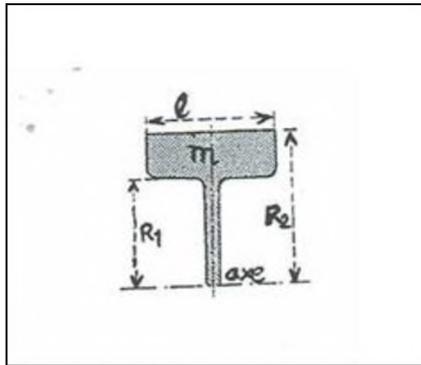


Figure IV-5: Les volants d'inertie

b)- Les soupapes de décharge :

C'est un **ressort à boudin** qui, en exploitation normale, par sa compression, obture un orifice placé sur la conduite au point à protéger. En cas de surpression, il **s'ouvre** très rapidement pour **libérer le débit** de retour dans la conduite, il permet ainsi de limiter la valeur de cette surpression. Cette soupape ne s'ouvre que si la **pression** dans la conduite **dépasse de 5' %** la **pression maximale** de fonctionnement **normal**.

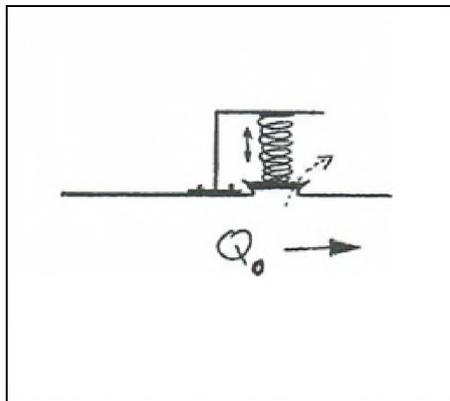


Figure IV-6: Les soupapes de décharge

c)- Les réservoirs d'air :

C'est un **réservoir** placé sur la conduite et contenant **de l'eau et de l'air sous pression**. La pression dans l'air, en marche normale, équilibre la pression dans la conduite. En cas de coup de bélier, ce réservoir va **alimenter** la conduite en eau lors de la **dépression** (par suite de la dilatation du volume d'air) et **récupérer** l'eau à partir de la conduite lors de la **surpression** (par suite de la compression du volume d'air). Ainsi, il permet de **limiter** aussi bien la **dépression** que la **surpression**.

A cause de sa simplicité et de son efficacité, le **réservoir d'air** est le moyen de **protection** contre les coups de bélier **le plus utilisé** en alimentation en eau.

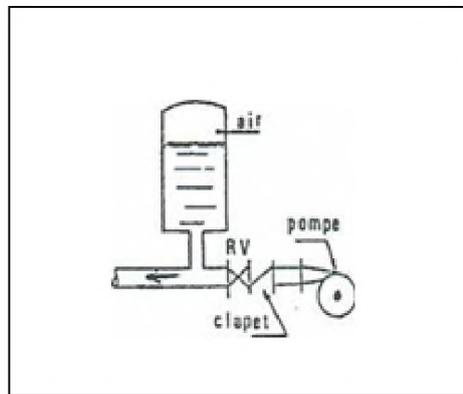


Figure IV-7: Les réservoirs d'air

d)- Les cheminées d'équilibre :

A la place d'un réservoir d'air sous pression, on peut utiliser un **réservoir à l'air libre** appelé "**cheminée d'équilibre**". Cette cheminée jouera donc le même rôle que le réservoir d'air. Elles sont **très rarement utilisées**, puisque leur Hauteur devrait être énorme. Par contre, elles peuvent trouver leur emploi sur le tracé de la Conduite si celui-ci comporte des points hauts.

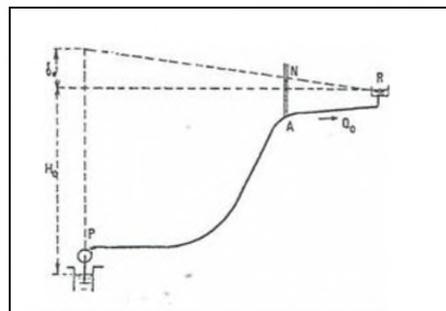


Figure IV-8: Les cheminées d'équilibre

IV-5 Calcul simplifié d'un réservoir d'air :

En négligeant les pertes de charge, la compressibilité de l'eau et l'élasticité de la conduite, **Vibert** arrive à une expression simple qui donne le volume V_0 . d'air contenu dans le réservoir en régime de marche normale. Ce volume d'air V_0 . est à la **pression absolue Z_0** . Exprimée en mètres d'eau (c'est la pression dans la conduite $H_0 + 10$ m).

A la fin de la **dépression**, le volume d'air se dilate et atteint V_{max} à la pression absolue Z_{min} .

A la fin de la **surpression**, le volume d'air se comprime jusqu'à V_{min} .  la pression absolue Z_{max} .

L'expression donnant V_0 est la suivante :

$$\frac{V_0}{LS} = \frac{U_0^2}{2gZ_0} - \frac{1}{F(z/z_0)} \tag{4.6}$$

Avec: $F\left(\frac{z}{z_0}\right) = \left[\frac{z_0}{z_{min}} - 1 - \log\frac{z_0}{z_{min}}\right]$

U_0 = La vitesse moyenne dans la conduite en marche normale (en m/s)

L = La longueur de la conduite (en m)

S = la section de la conduite (en m^2)

V_0 = Volume d'air (en m^3); Z_0 et Z_{min} en m.

Cette expression fait l'objet d'un **abaque de Vibert**, qui est donné ci-dessous, dans Lequel.



Figure IV-9: Calcul simplifié d'un réservoir d'air

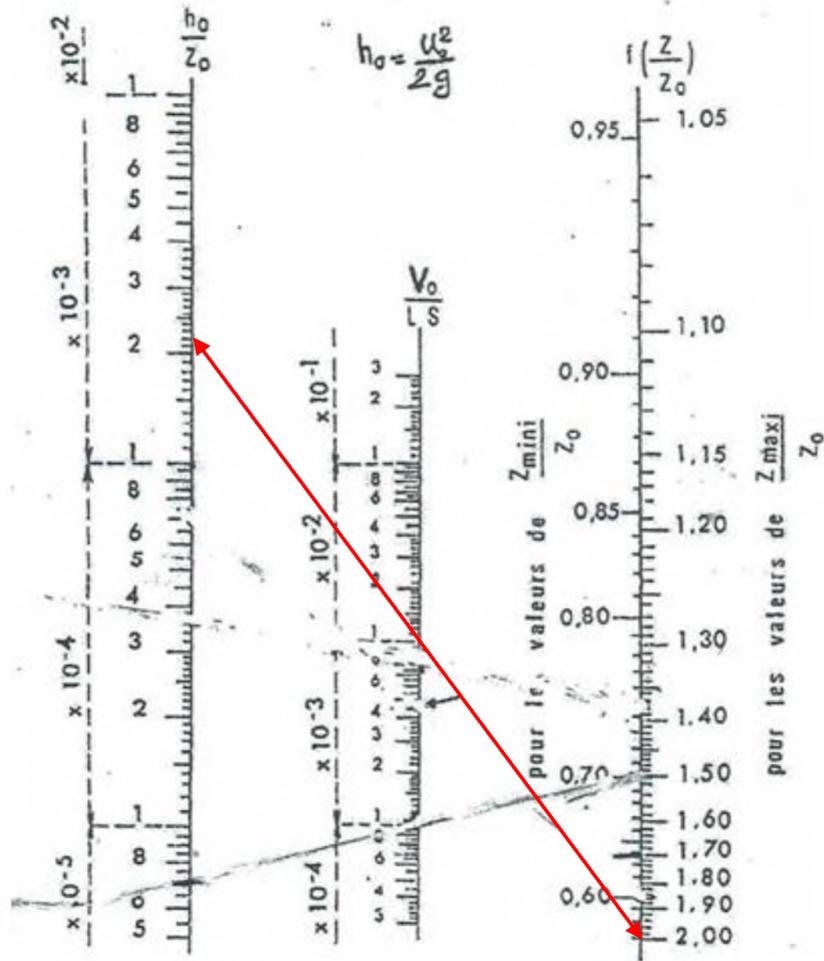


Figure IV-10: ABAQUE DE A.VIBERT

IV-6 Exemple de calcul d'un réservoir d'air :

Soit une conduite en PEHD, présentant les caractéristiques suivantes:

$$L = 5961 \text{ m} ; D = 0,315 \text{ m} ; Q_0 = 100 \text{ l/s} ; V_0 = 1,41 \text{ m/s} ; e = 2 \text{ cm} \text{ et } H_0 = 31 \text{ m}$$

=>La valeur de la **célérité** de l'onde est alors $a = 1222 \text{ m/s}$ environ.

Soit un temps de valeur $2L/a = 9,75$ secondes.

Le temps mis pour la fermeture de la vanne est de 3 secondes par supposition.

D'où la fermeture est brusque.

le coup de bélier peut atteindre la valeur :

$$B = \frac{av_0}{g} = 172 \text{ m d'eau} ; \text{ ce qui donne une pression maximale}$$

dans la conduite de : $B + H_0 = 31 + 172 = 203 \text{ m}$, soit **20 bars** environ

Si l'on s'impose de ne pas dépasser pour la conduite une pression de **10 bars**, le calcul du volume du **réservoir d'air** nécessaire s'effectuera comme suit :

$$Z_0 = 31 + 10 = 41 \text{ m}; \quad Z_{max} = 100 + 10 = 110 \text{ m} \Rightarrow Z_{max}/Z_0 = 110/41 \cong 2 \text{ limite de l'abaque de Vibert.}$$

$$h_0 = \frac{V_0^2}{2g} = 0.099 \quad \text{et} \quad \frac{h_0}{z_0} = \frac{0.099}{40.271} = 2.46 \times 10^{-3}$$

Les alignements 2 lu sur l'échelle de $\frac{Z_{max}}{Z_0}$ et 2.46×10^{-3} lu sur l'échelle $\frac{h_0}{z_0}$ donnent sur l'**abaque**:

$$\frac{V_0}{LS} = 10^{-2} \quad \text{et} \quad \frac{Z_{min}}{z_0} = 0.57$$

Comme $V_0 = 4.64 \text{ m}^3$

Si on suppose que $V_0 \cdot Z_0 = V_{max} \cdot Z_{min} = V_{min} \cdot Z_{max}$ on en tire $V_{max} = 8.09 \text{ m}^3$

$V_{min} = 1.72 \text{ m}^3$

Afin qu'il reste encore de l'eau quand l'air atteint son volume maximum, on prend une capacité totale du réservoir $V_{rés} = 1.2V_{max}$

Soit alors : $V_{rés} = 9.69 \text{ m}^3$

$$Z_{min} = 0.57 \times 41 = 23.5 \text{ m}$$

IV-7 Conclusion :

L'étude de réservoir d'air approximativement qui pourrait être installé près du forage en tenant compte toutes les caractéristiques de la conduite d'adduction liant le forage et le réservoir de stockage est la suivante:

Le calcul nous a mené à avoir un volume du réservoir d'air de capacité maximale de l'ordre de **8 m³** avec une pression minimale de l'air de l'ordre de **23.5 m .c.e .**

Ce réservoir qui joue un rôle très important pour la limitation de la surpression et de la dépression par conséquent la protection de la conduite d'adduction.

Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE :

Au terme de ce travail, nous pouvons conclure que l'utilisation des eaux mobilisées pour l'alimentation en eau, potable de la ville de Hassi Khalifa n'est pas conforme aux normes techniques les plus élémentaires, ce qui engendre de grandes pertes d'eau et une mauvaise répartition sur le tissu urbain de toute la ville.

Nous avons étudié la conduite d'adduction à partir du forage vers le réservoir réalisé en présentant une variante que nous jugeons meilleure, tous en tenant compte des facteurs technico- économique.

La variante que nous jugeons la plus indiquée a été étudiée avec détails vis-à-vis l'étude technico économique et nous estimons qu'elle est faisable et peut contribuer à améliorer grandement la desserte des abonnés de la ville de Hassi Khalifa . Néanmoins ce travail doit être considéré comme une modeste contribution et par conséquent on recommandera de compléter cette étude par les étudiants de prochaine promotion en but d'étudier le réseau d'alimentation en eau potable en fonction des résultats obtenus.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE:

- [1] **GUERREE. H, GOMELLA. C** « les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales, EYROLLES, Paris.1982.
- [2] **AZZAZ RAHMANI. F**, Mémoire de fin d'études d'assainissement, conception et gestion des réseaux d'assainissement de la ville de Theneit el had (w. Tissemsilt),ENSH 2007.
- [3] **FRANÇOIS G, BRIERE**, distribution et collecte des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal 1997.
- [4] **GOMELLA, C., GUERREE, H** « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1), EYROLLES, Paris, 1986.
- [5] **SALAH, B.**, « polycopé d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA. 1993.
- [6] **BOURAI. S**, Mémoire de fin d'études d'assainissement, Diagnostic du réseau d'assainissement de la ville de FOUKA (W.TIPAZA) ENSH 2005.
- [7] **DERNOUNI.F**. Cours d'assainissement, 4^{ème} année, ENSH2006.
- [8] **Office Nationale D'assainissement** (ANA 2016) .
- [9] **TEREA BILAL - TIDJANI Med SEGHIR** Diagnostic et dimensionnement du réseau d'assainissement de la ville de ROBBAH (W.EL OUED) Université El oued Octobre 2015 .
- [10] **GHOMRI ALI – COURS DU PROGRAMME DE CONCEPTION DES SYSTEEMES D'ASSAINISSEMENT ET D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE** .Maitre de conférence Université El oued Octobre . 2018.