

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
« ARBAOUI Abdallah »

DEPARTEMENT GENIE DE L'EAU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE

OPTION : Conception des Systèmes d'irrigation et de drainage

THEME

CONTRIBUTION A L'ETUDE D'UN RESEAU DE
DRAINAGE DE LA LOCALITE M'NAGUEUR
W.OUARGLA

Présenté par
M^r: GHODBANE SAID

Promotrice :
M_{me} : LEULMI .S

MEMBRES DE JURY:

Copromoteur:
M^r : ZEGAIT RACHID

Président :
M^r B.BENLAOUKLI

Examineurs
M^{me} A.AZIEZ
M^{me} D.DJOU DAR
M^r R.REKROUK
M^r D.KOLIAI

Novembre 2011

Dédicace

Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en signe de respect et de reconnaissance à :

*Ma mère **DJABARA***

*Mon père **AMARA***

Pour tous leurs sacrifices et leurs soutiens moraux et matériel dont ils ont fait preuve pour que je réussisse.

Je le dédie également à

Mes frères et mes sœurs: Houari, Kamel, Ayman, Laila, Karima, Fatna, Massouda et petite sœurs Maroi.

Pour le petit Abd Arazake et Housin.

Mes amis : Zakaria, Ayoub, Ridha, Oussama, M^{ed} seghir, Masri, Bilal Larbi, Hamza, Ouassama, Ghazala, Ali, nous oublie pas l'homme Ammiha Atya surtout Ouagbi, Larousi, Sahad, Kalifa, Said, Brahim, Lazhar, Doubi (Bachir), fathi, yousef, abd alkamel, ...

En un mot, à toute ma famille, mes amis, au plus beau cadeau que mon offre dieu dans ma vie et ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation.

Ghodbane Said

Remerciements

Au terme de cette modeste étude, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à mes parentes pour avoir contribué à l'élaboration de cette présentation de thème et à ma formation durant les années d'études.

Je remercie également tous mes enseignants et particulièrement, ma promotrice M_{me} LEULMI.S, Mme Bahbouh, Mme Aziez et ma Copromoteur Zegait Rachid, pour l'aide précieuse, qu'ils m'ont apporté durant l'élaboration de ce modeste travail.

Aussi, je me permets d'exprimer tout mon respect aux membres de jury qui me feront l'honneur d'apprécier notre travail.

*Said
Des 2011*

ملخص:

في إطار هذه المذكرة المتمثلة في المساهمة في تحليل ظاهرة صعود مياه الطبقة السطحية (الفرياتكية) على مستوى منخفض منقر ووصف لبعض الحلول الممكنة للسيطرة على هذه الظاهرة. تركز هذه المساهمة على دراسة ثلاثة محاور أساسية:

- ✓ تشكيل حوصلة مائية عامة لهذه الطبقة، تحديد كميات الماء المساهمة في تغذية هذه الطبقة و الكميات الضائعة منها
- ✓ دراسة تغيرات مستوى مياه هذه الطبقة
- ✓ دراسة الخصائص الفيزيولوجية لهذه الظاهرة
- ✓ الدراسة الفيزيوكيميائية لمياه هذه الطبقة تبين رداءة هذه المياه و عدم صلاحيتها للشرب وحتى في بعض الأحيان مع ظهور علامات تلوث خاصة على مستوى الشطوط من بين الحلول المقترحة على مدى المتوسط على الأقل وضع شبكة صرف المياه الإرجاع عموما من المدينة باتجاه واد ريغ التخفيف من استغلال مياه الطبقات الباطنية او التعويض عنها بالمياه المعالجة للطبقة ذاتها

Résumé :

Dans le cadre de la présente note est de contribuer à l'analyse du phénomène de la hausse de la couche superficielle de l'eau (phréatique) à un faible niveau de M'Nagueur et une description de certaines solutions possibles pour contrôler ce phénomène Cette contribution est basée sur l'étude de trois éléments clés.

- ✓ La formation d'eau publique gésier pour cette couche pour identifier les quantités d'eau qui contribuent à l'alimentation de cette couche et sa quantités perdues
- ✓ Etude de l'évolution du niveau d'eau de surface de cette classe.
- ✓ Etude physico-chimiques des caractéristiques de cette eau.
- ✓ Etude physico-chimique des eaux de cette couche en évidence la faiblesse de cette eau qui n'est pas potable et même pour l'irrigation, parfois avec une apparition des signes de pollution, au niveau des lacs. Parmi les solutions proposées dans le moyen terme au moins le développement d'un retour de l'eau de drainage du système général de la ville vers oued Righ. ou d'atténuer de l'exploitation des nappes d'eau souterraines et l'indemnisation pour le traitement de l'eau de la couche elle-même.

Abstract:

As part of this note is to contribute to the analysis of the phenomenon of the increase in the surface layer of water (water) at a low level of M'Nagueur and a description of some possible solutions to control this phenomenon, this contribution is based on the study of three key elements.

- ✓ The formation of gizzard public water for this layer to identify the quantities of water to help feed this layer and the quantities of them has lost.
- ✓ Study of the changing levels of surface waters of this class.
- ✓ Physico-chemical's study of characteristics of this water.
- ✓ Studying the Physico-chemical water of this layer show the weakness of this water and not suitable for drinking and even for irrigation, sometimes with the appearance of signs of pollution, especially lake level One solution proposed in the medium term at least the development of a return of the water drainage system of the city's general oued Righ . And to reverse or mitigate the exploitation of groundwater and compensation for the treatment of water from the layer itself.

Sommaire

Introduction général.....	1
I-Analyse des conditions naturelles	
I-1 Situation géographique et administrative	2
I-2 Localisation du Projet	3
I-3 Climatologie du la Région.....	4
I-3-1 Climat	4
I-3-2 Pluviométrie	5
I-3-3 Température.....	5
I-3-4 Les vents.....	6
I-3-5 Humidité de l'air	6
II-3-6 L'évaporation :	7
I-4 Situation géologique et hydrogéologique.....	8
I-4-1 Géologie régionale	8
I-4-2 hydrogéologie générale	9
I-4-2-1 la nappe du complexe terminal	10
I-4-2-2 la nappe du continental intercalaire.....	10
I-4-2-3 la nappe phréatique	11
I-5 Topographié du la Région d'étude	11
Conclusion.....	12
II-Qualité des eaux et ressource en sol	
II-1 Qualité des eaux	13
II-2 Classification des eaux d'irrigation.....	13
II-3 L'analyse de l'eau d'irrigation	15
II-3-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe C.T.....	15
II-3-2 Caractéristiques hydro-chimiques des eaux de la nappe phréatique.....	16
II -4 Ressource en sol	17
II -4 -1 Les sols de Sahara	17
II -5 Les résultats analytiques des sols	18
II- 6 Classification Pédologique	20
II-7 Classification des Sols Salés	20
Conclusion	21

III-analyse hydraulique et problématique

Introduction	22
III-1 Situation démographique	22
III-1-1 Evaluation de la population.....	22
III-1-2 L'accroissement de la population	22
III-2 Développement du secteur d'agriculture dans la région M'Nagueur.....	22
III-3 Les ressource en eaux.....	24
III-3-1 Les ressource en eaux destinent à L'A.E.P	24
III-3-2 Les ressource en eaux destinent à L'IRRIGATION	24
III-4 Situation des réseaux d'assainissement de la commune M'Nagueur	25
III-5 Identification des contraintes naturelles et artificielles.....	25
III -6 Description générale des problèmes	26
III -6-1 Emplacement des zones du Stagnation	28
III -6-2 Les causes de remonte de la nappe phréatique	28
Conclusion.....	30

IV-PROJECTION DU RSEAU DE DRAINAGE

Introduction	31
IV -1 Effets positifs de l'assainissement du sol.....	31
IV-2 Les techniques de drainage habituelles	31
IV-3 Amélioration le drainage naturelle	31
IV-3-1 Le sous solage	31
IV-3-2 Le Drainage taupe	32
IV-3-3 Le Drainage Artificielle	32
IV-3-2 Drainage par drains enterrés.....	34
IV-3-4 Drainage par puits	36
IV-4 Système de drainage a préconiser.....	36
IV-5 Les interventions prévues sur le système de drainage.....	37
IV-6 Systèmes de collecte de drainage	37
IV-6-1 Eaux de drainage	37
IV-6-2 Estimation de débits de drainage le volume de remblai des zones de stagnation.....	39
IV-7 Conditions des calculs hydrauliques	43

IV-8 Calcul hydraulique.....	43
IV-9 Mode de calcul.....	45
IV-10 Description de réseau de collecte	48
IV-11 Dimensionnement de la station de refoulement	49
IV-11-1 Dimensions de la bache.....	50
IV-11-2 Choix du nombre et de type de pompes.....	51
IV-12 Ouvrage d'évacuation.....	54
IV-12-1 Analyse technico-économique des variantes proposées	54
IV-13 Localisation de la zone définitive de rejet.....	55
IV-13-1 Présentation de la région	55
IV-13-2 Caractéristiques du canal d'Oued Righ	55
Conclusion.....	58
V-Gestion, entretien et exploitation du réseau	
Introduction.....	59
V-1 La connaissance du réseau.....	59
V-1-1 Surveillance du réseau de drainage.....	59
V-1-2 Organisation de l'entretien du réseau.....	59
V-1-2-1 Enlèvement des dépôts.....	60
V-1-2-2 Détection des fuites.....	60
V-1-2-3 Entretien des joints.....	60
V-1-2-4 Entretien du réseau par télévision.....	60
V-2 Entretien et exploitation du réseau.....	61
V-3 Technique d'exploitation du réseau.....	61
V-3-1Curage mécanique des regards visitables.....	62
V-3-2Curage des regards non visitables.....	62
V-4 Réhabilitation du réseau.....	63
V-4-1 Le fraisage des obstacles.....	63
V-4-2 L'injection des produits comatants.....	64
V-4-3 le tubage intérieur.....	64
V-4-4 Le gainage intérieur.....	64
V-4-5 Le chemisage extérieur.....	64
Conclusion	64
Conclusion général.....	66

List de figure

I-Analyse des conditions naturelles

Fig. I-1: Situation Administratif de la Zone D'étude.....	2
Fig. I-2 : Répartition de superficie par La daïra de Taibet.....	3
Fig. I-3 : situation géographique de la zone d'étude.....	4
Fig. I-4 : Représentation de la pluie en fonction du mois	5
Fig. I-5 : Représentation de la température en fonction du mois.....	6
Fig. I-6 : Représentation de l'humidité en fonction du mois.....	7
Fig. I-7 : Représentation de l'évaporation en fonction du mois	8
Fig. I-8 : Carte géologique du grand erg oriental.....	9
Fig. I-9 : Coupe hydrogéologique à travers le Sahara.....	10
Fig. I-10 : Carte topographique du M'Nagueur	12

II-Qualité des eaux et ressource en sol

Fig. II-1 Diagramme de classification des eaux d'irrigation.....	14
Fig. II-2: Sol de La région d'étude.....	20

III-analyse hydraulique et problématique

Fig. III-1 Histogramme d'évaluation de la population	23
Fig. III-2 Caractéristiques du réseau d'assainissement de la ville de M'Nagueur	25
Fig. III- 3 Emplacement des zones du Stagnation d'eau au niveau de.....	28
Fig. III-4 Schéma descriptive du problème.....	29
Photo III-1 Le remonté de La Nappe au niveau de M'Nagueur.....	27
Photo III-2 Zone de stagnation d'eau au niveau de M'Nagueur	27
Photo III-3 Zone de stagnation d'eau au sein milieu urbain au niveau de	28

IV-Projection du rseau de drainage

Fig. IV-1 Schéma du principe drainage taupe.....	32
Fig. IV-2 Schéma du principe drainage par fossé.....	33
Fig. IV-3 Schéma du Fossé Remblayé.....	34
Fig. IV-4 Drainage par drains enterrés.....	35
Fig. IV-5 Drains de drainage.....	36
Fig. IV-6 Caractéristique du réseau projeté.....	49
Fig. IV-7 Tracé du réseau de drainage proposé.....	49

Fig. IV-8 la courbe caractéristique de la pompe	55
Fig. IV-9 composante de la HMT pour une pompe.....	55
Fig. IV- 10 l'emplacement géographique du canal.....	58

List de tableaux

I-Analyse des conditions naturel

Tableau. I-1 : quantité et nombre des jours de précipitation	5
Tableau. I-2 : Température moyenne mensuelle pour l'année 2006	6
Tableau. I-3 : Vitesse et la force maximale du vent mensuelle.	6
Tableau. I-4 : Pourcentage de l'humidité mensuelle	7
Tableau. I-5 : L'évaporation mensuelle pour l'année 2006.....	7

II-Qualité des eaux et ressource en sol

Tableau. II-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe C.T.	15
Tableau. II-2 les caractéristiques chimiques de la nappe phréatique de La zone	16
Tableau. II-3 fiche d'analyse de sol du profil n° 1	18
Tableau. II-4 fiche d'analyse de sol du profil n° 2.....	19

III-Analyse hydraulique et problématique

Tableau III-1 Estimation de la population future.....	23
Tableau III-2 Superficies agricoles (DSA-Ouargla).....	23
Tableau III-3 Les ressources en eau potable (DHW-OUARGLA)	24
Tableau III-4 Les ressources en eau d'irrigation (DSA-Ouargla).....	24

IV-PROJECTION DU RSEAU DE DRAINAGE

Tableau IV-1 Identification des zones de stagnations de M'NAGUEUR	38
Tableau IV-2 Estimation de débit de drainage et volume de remblai des zones	41
Tableau IV-3 Calcul hydraulique de réseau	47
Tableau IV-4: représentation la longueur et le diamètre de la conduite.....	48
Tableau IV-5 Dimensions de la bache d'aspiration.....	51
Tableau IV-6 Variantes pour le choix du nombre de pompes	52
Tableau IV-7 Tableau de comparaison des variantes	55

INTRODUCTION

L'eau est partout et lie tous les hommes; qu'importe la culture ou l'époque, l'eau sert à satisfaire la soif, besoin impérieux. Si un humain peut survivre plusieurs semaines sans manger, seuls quelques jours sans boire le séparent de la mort. Exception faite de la respiration, nulle action n'est plus immédiatement essentielle à la survie humaine que l'hydratation. Polyvalente, l'eau sert aussi pour l'hygiène, la cuisine, la dilution, le transport ou la production d'énergie : davantage que le pétrole ou toute autre ressource naturelle, l'eau est au cœur du développement socioéconomique des sociétés humaines modernes. Au surplus, l'eau revêt une grande importance culturelle.

Malheureusement, dans plusieurs régions algériennes, surtout celles situées au Sahara, sont confrontées aujourd'hui à des problèmes liées à des aspects quantitatif et qualitatif des ressources en eaux dues essentiellement à la remontée des eaux provenant des nappes phréatiques, qui sont néfastes pour les cultures et les habitations. D'une manière générale, les eaux destinées pour l'alimentation en eau potable et à l'irrigation, ainsi que celles destinées pour les besoins industriels, proviennent surtout des eaux souterraines. De point de vue quantité, l'eau au Sahara est généralement disponible et ce, grâce à d'importants aquifères, surtout au bas Sahara (Sahara septentrional); mais la qualité de cette eau, dans certaines régions est le plus souvent médiocre. [12]

La gestion intégrée et rationnelle des ressources en eau et la maîtrise des techniques hydro agricoles sont aujourd'hui une nécessité en vue d'assurer un développement harmonieux et durable et ce, pour une agriculture moderne et performante.

La gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE), est un nouveau concept très large qui fait l'objet d'un très grand nombre de documents aux objectifs variés, des sites Internet entiers lui sont consacrés. Ce mode de gestion ayant pour finalité la protection et la restauration de la ressource en eau, des écosystèmes qui lui sont associés ainsi que leurs usages pour le bien-être des citoyens. L'adoption de la GIRE a pour effet d'orienter progressivement les ressources humaines, matérielles, financières et informationnelles ainsi que des divers secteurs privés et publics vers la recherche de résultats concrets et mesurable de l'eau et aux écosystèmes que la population voulut voir protégés, restaurés ou mis en valeur. [12]

Par conséquent, chaque pays l'applique en l'adaptant selon la nature et l'intensité des problèmes liées à l'eau, les ressources humaines, les capacités institutionnelles, les forces et les caractéristiques relatives des acteurs de l'eau, le paysage culturel et les conditions naturelles qui lui sont propres.

L'étude présentée dans ce mémoire de fin d'étude se compose de cinq (05) chapitres. Dans les premiers chapitres nous avons fait une présentation des conditions naturelles, de la qualité des eaux et des ressources en sol. En suite, nous procédés au dimensionnement ainsi

qu'à une projection d'un réseau de drainage. La gestion et l'entretien du système de drainage est présentée dans le dernier chapitre, en terminant cette étude par une conclusion générale.

I-Analyse des conditions naturelles

I-1 Situation géographique et administrative

Le périmètre de la présente étude fait partie du territoire de la wilaya d'Ouargla, elle-même sise au Nord Est du Sahara algérien. Il est contenu sur la carte dans le quadrant allant de 04° 10' à 05° 25' Est et de 31° 50' à 32° 30' Nord. La wilaya d'Ouargla est limitée par [1] :

- ✓ La wilaya d'El Oued au Nord Est ;
- ✓ La wilaya de Ghardaïa à l'Ouest et un contact de quelques kilomètres avec les wilayas de Djelfa et de Biskra au Nord Ouest;
- ✓ Les wilayas d'Illizi et de Tamanrasset au Sud.
- ✓ La frontière Tunisienne à l'Est

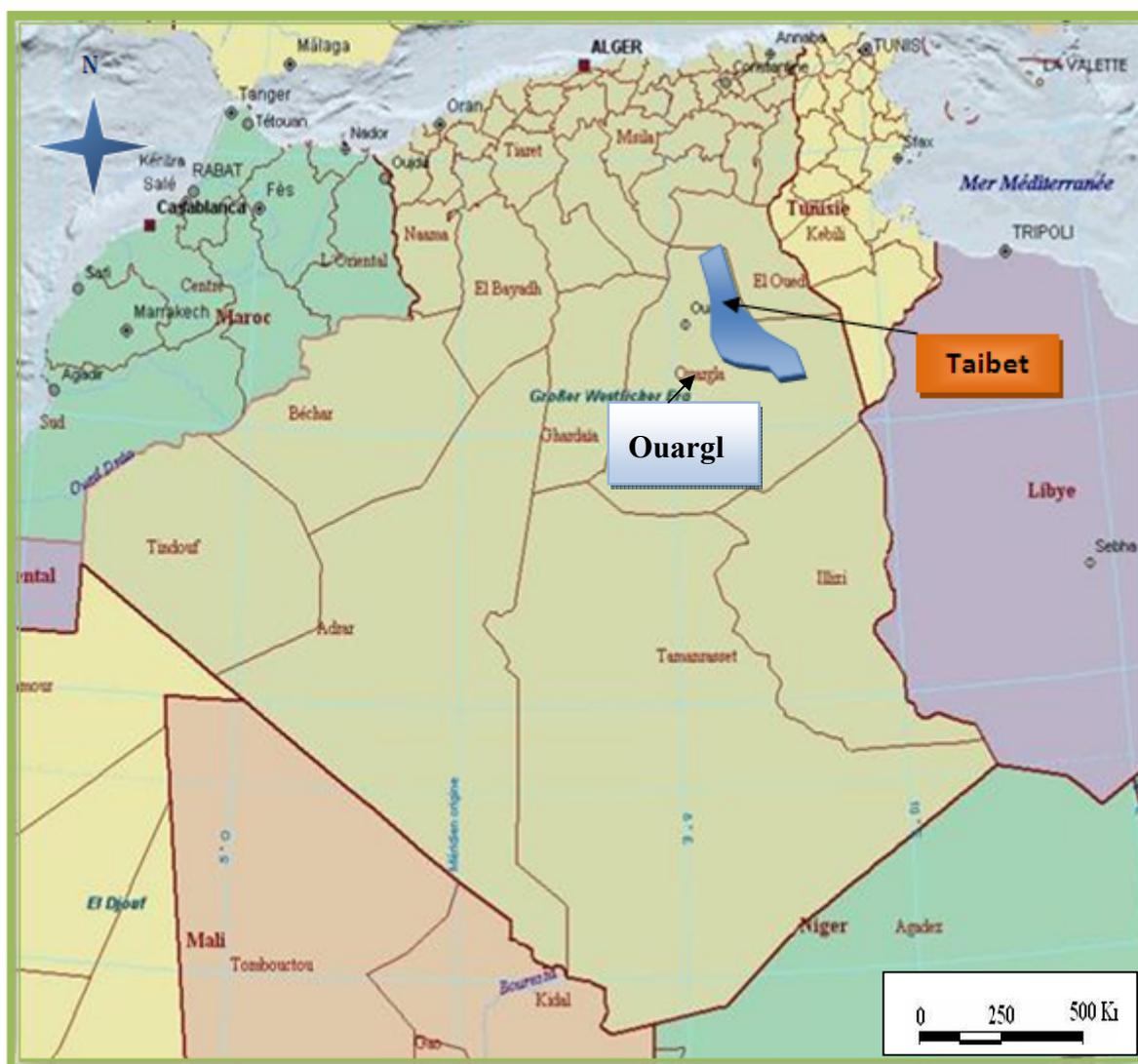


Fig. I-1: Situation Administratif de la Zone D'étude

I-2 Localisation du Projet

Notre Projet du La commune de M'Nagueur qui fait partie de la daïra du Taibet

La daïra de Taibet est considérée comme une zone d'équilibre entre les deux wilayas du Sud **OUARGLA** et **EL-OUED**. Sa superficie totale de **15551 Km²**, et constituer de trois communes, Bennaceur, Taibet et M'Nagueur.

La commune concernée pour l'étude est la commune du M'Nagueur qui couvre une superficie de **2590 Km²**.

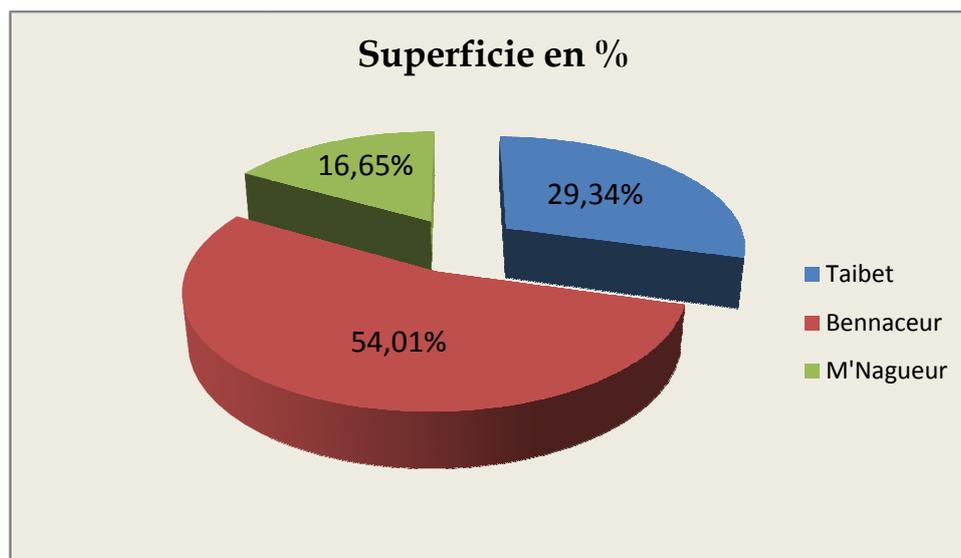


Fig. I-2 : Répartition de superficie par La daïra de Taibet

A l'échelle locale et d'après le découpage administratif de 1984 la commune M'Nagueur est limitée par [1] :

- ✓ Au NORD par la Wilaya de EL -OUED
- ✓ Au SUD par la daïra de HASSI MESSAOUD
- ✓ A l'Ouest par les daïras (TOUGGOURT, EL HADJIRA, MEGARINE, TEMACINE)
- ✓ A l'Est par la commune de TAIBET

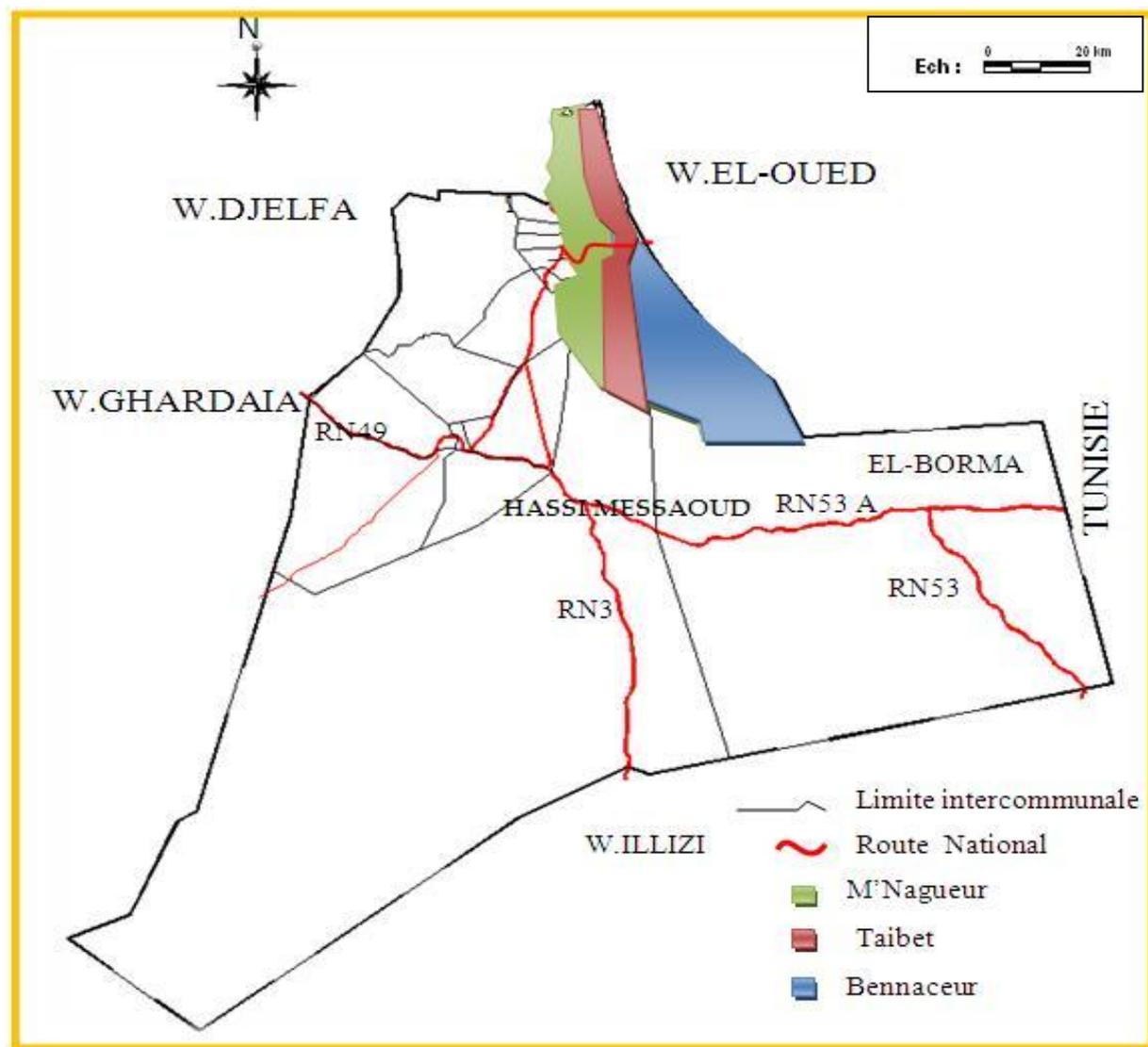


Fig. I-3 : situation géographique de la zone d'étude

I-3 Climatologie de la Région

I-3-1 Climat

La station la plus proche à la zone d'étude est celle de Touggourt où l'office de la météorologie est doté d'une station professionnelle dont les données recensées lors de la dernière décennie.

Le climat de la zone d'étude est similaire à celui de Touggourt d'où sont type désertique caractérisé par des fortes chaleurs et la sécheresse qui influent sur l'activité humaine et l'urbanisme de toute la région.

I-3-2 Pluviométrie

Le premier constat qui nous interpelle est la très faible, variation du pluviomètre saisonnière : 38,70 mm en janvier à 0,20 mm en juillet.

Tableau. I-1 : quantité et nombre des jours de précipitation (station de Ouargla 2008)

Mois	jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
N de jour	4	2	0	2	3	1	1	3	4	2	2	2	26
Pluie mm	38,70	1,10	néant	3,20	1,10	0,40	0,20	2,20	14,50	14,20	2,70	6,60	84,90

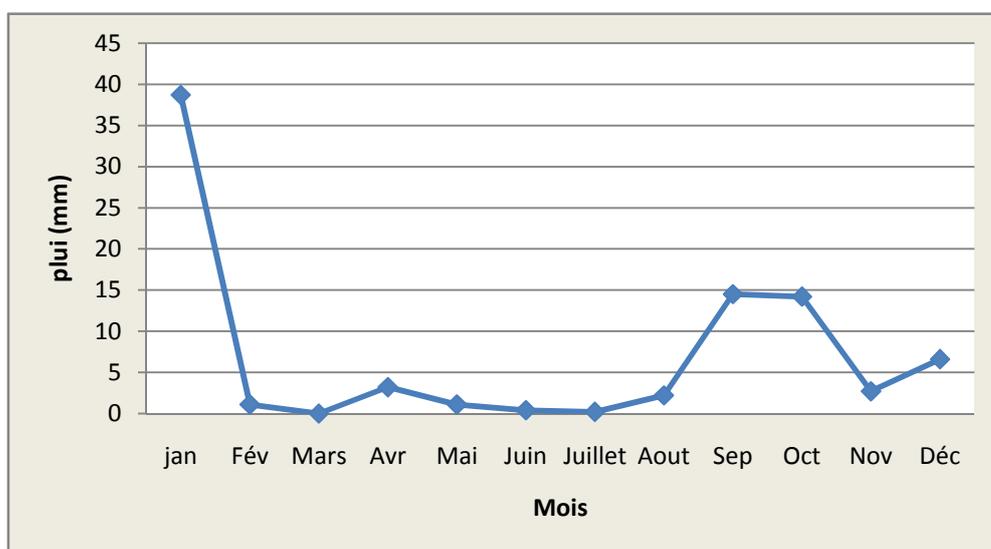


Fig. I-4 : Représentation de la pluie en fonction du mois

I-3-3 Température

Les températures mensuelles varient de (9.1°C) jusqu'à (34.1°C) On peut théoriquement diviser le climat en trois périodes :

- ✓ Période froide à partir de (Novembre) jusqu'à (Février).
- ✓ Période tempérée de (Février) à (Avril) et de (Octobre) à (Novembre).
- ✓ Période chaude de (Mars) à (Septembre).

Tableau. I-2 : Température moyenne mensuelle pour l'année 2008 (station de Ouargla)

Mois	jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Moy Min	3,30	6,60	10,50	16,30	21,10	24,10	27,10	26,30	20,40	17,60	9,60	7,10
Moy Max	14,90	18,30	26,10	31,10	35,50	39,20	41,00	40,90	33,50	31,80	23,60	17,90

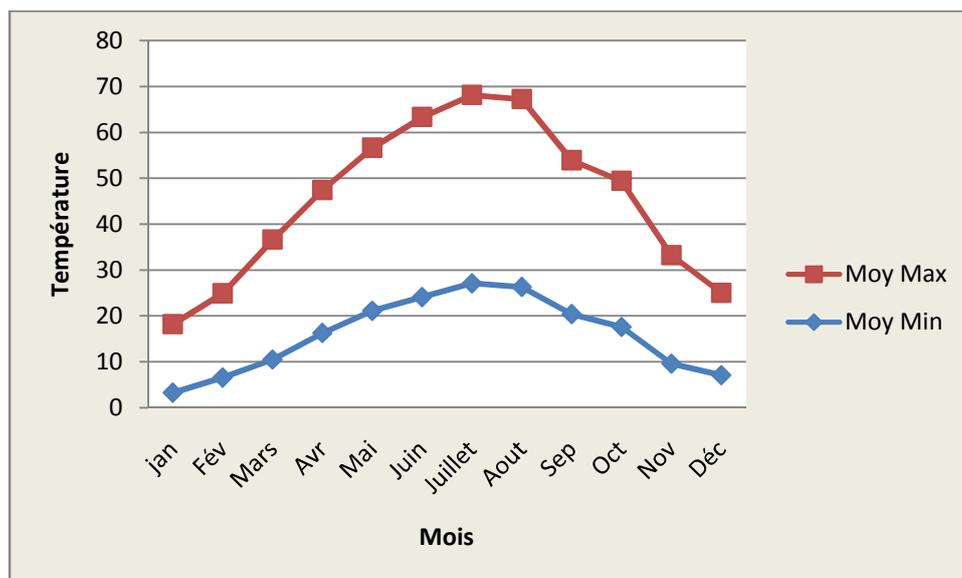


Fig. I-1 : Représentation de la température en fonction du mois

I-3-4 Les vents

Les vents fréquents sont des vents NNE et SSE avec une vitesse pouvant atteindre et parfois dépasser 20m/s. le sirocco (vent chaud et sec) peut être observé à toute époque de l’année.

Tableau. I-3 : Vitesse et la force maximale du vent mensuelle (station de Ouargla 2008)

MOIS	jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
vitesse maximale des vents (m/s)	040/12	360/25	360/18	360/24	220/28	040/16	140/18	060/22	060/17	250/16	310/11	090/16

I-3-5 Humidité de l’air

La moyenne annuelle de l'humidité de l'air est de 45.08%, et la moyenne mensuelle atteindre à son maximum au moi de Décembre avec une valeur de 72% et à son minimum au moi de Juin avec une valeur de 25%

Tableau. I-4 : Pourcentage de l’humidité mensuelle (station de Ouargla2008)

MOIS	jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Humidité (%)	66	57	39	37	32	25	29	35	44	47	58	72

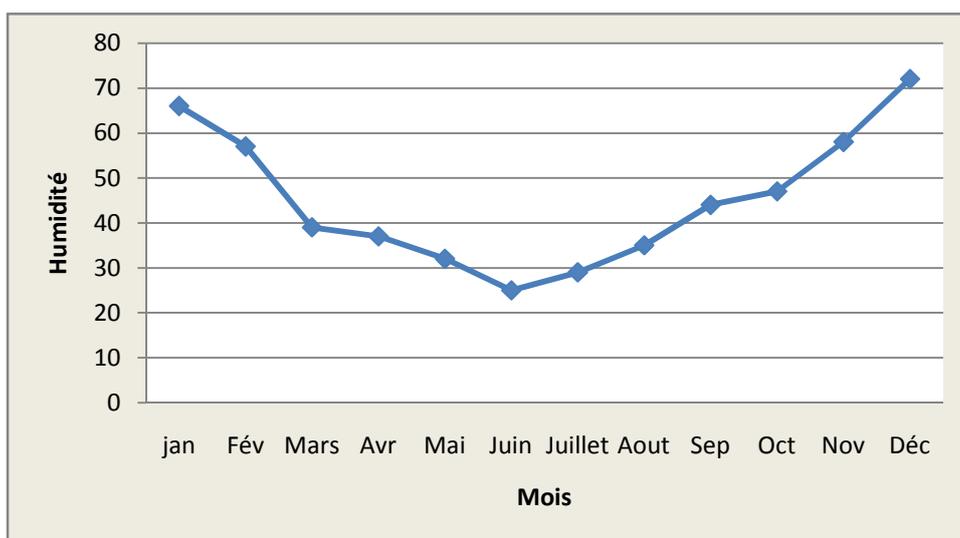


Fig. I-2 : Représentation de l’humidité en fonction du mois.

II-3-6 L’évaporation :

D`après les valeurs moyennes cumulées de l’évaporation mensuelle, l’évaporation maximale est enregistrée en mois de Juillet avec 319 mm, l’évaporation minimale est enregistrée en mois de Janvier qui atteint 49 mm.

Tableau. I-5 : L’évaporation mensuelle pour l’année 2008 (station de Ouargla)

Mois	jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
Evaporation (mm)	49	102	176	192	201	295	319	248	160	158	84	55

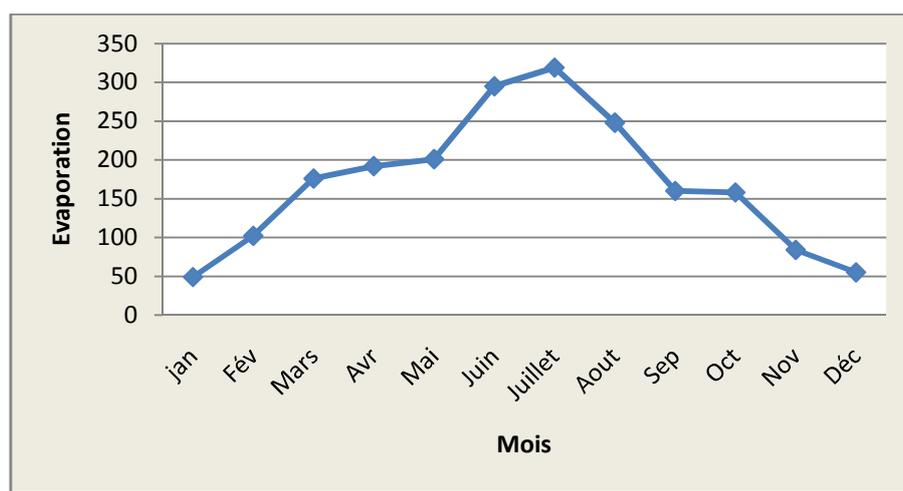


Fig. I-7 Représentation de l’évaporation en fonction du mois

I-4 Situation géologique et hydrogéologique

I-4-1 Géologie régionale

La région M'Nagueur fait partie du bassin sédimentaire du Sahara Nord-est septentrional (Fig8), dont les grands traits de la géologie sont :

- ✓ Au sud de l'accident Sud atlasique qui sépare la zone mobile maghrébine du reste de l'Afrique occidentale, le bouclier rigide est formé de terrains sédimentaires et éruptifs, plissés et métamorphisés.
- ✓ Le paléozoïque du Sahara correspond à des dépôts de climat désertique périglaciaire. Autour des affleurements du socle, s'étagent des couches gréseuses et schisteuses des Tassilis, les mouvements hercyniens du Permo-Carbonifère, vont provoquer l'érosion du bouclier. Il s'installe alors une grande période continentale avec pénéplanation post-hercynienne pendant le Trias et le Jurassique et formation d'un manteau de grès, de sable et d'argile, qui va constituer le " Continental Intercalaire".
- ✓ Au Trias, le dépôt des évaporites dans la région occupée actuellement par le Grand Erg Occidental et la faible épaisseur de la série gréseuse évoquent un climat aride.
- ✓ Au Jurassique, la production d'argiles grisées à Kaolinite indique une très forte hydrolyse par opposition aux argiles vertes qui dénotent une hydrolyse de moindre intensité. Au-dessus, se forme un grès cuirassé, produit dans des bas fonds, le climat était alors au moins humide.
- ✓ Au Crétacé, se met en place une nappe de grès très tendre, étendu sur plus de 15° de latitude Nord, formée de galets et même de blocs conglomératiques. Tellement l'hydrodynamisme était puissant, qu'elle s'est produite en série tabulaire, avec un avancement progressif probablement à la faveur de Tornades Sporadiques sur une surface très plane. Il y aurait donc une alternance rapide des conditions climatiques avec de nombreux épisodes humides. Pendant cette période, il s'est produit des invasions marines sur la plate-forme saharienne:
- ✓ Crétacé inférieur dépôts de calcaire à proximité des sites d'études, alors que le crétacé inférieur est Fulvio-lacustre dans le Tidikelt, avec une alternance de phases désertiques.
- ✓ Cénomaniens : dépôts d'argiles et d'anhydrite.
- ✓ A l'Eocène inférieur, l'Atlas saharien se soulève. Il y a alors érosion des dépôts d'argiles et de sables qui forment le soubassement d'Oued Rhir et du Grand Erg Oriental. Les mouvements tectoniques au Nord provoquent des ondulations à grand rayon de courbure, responsables de la formation de la dorsale du M'Zab et du Synclinal du Tademaït. Avec dans le même temps l'effondrement du Sahara central.

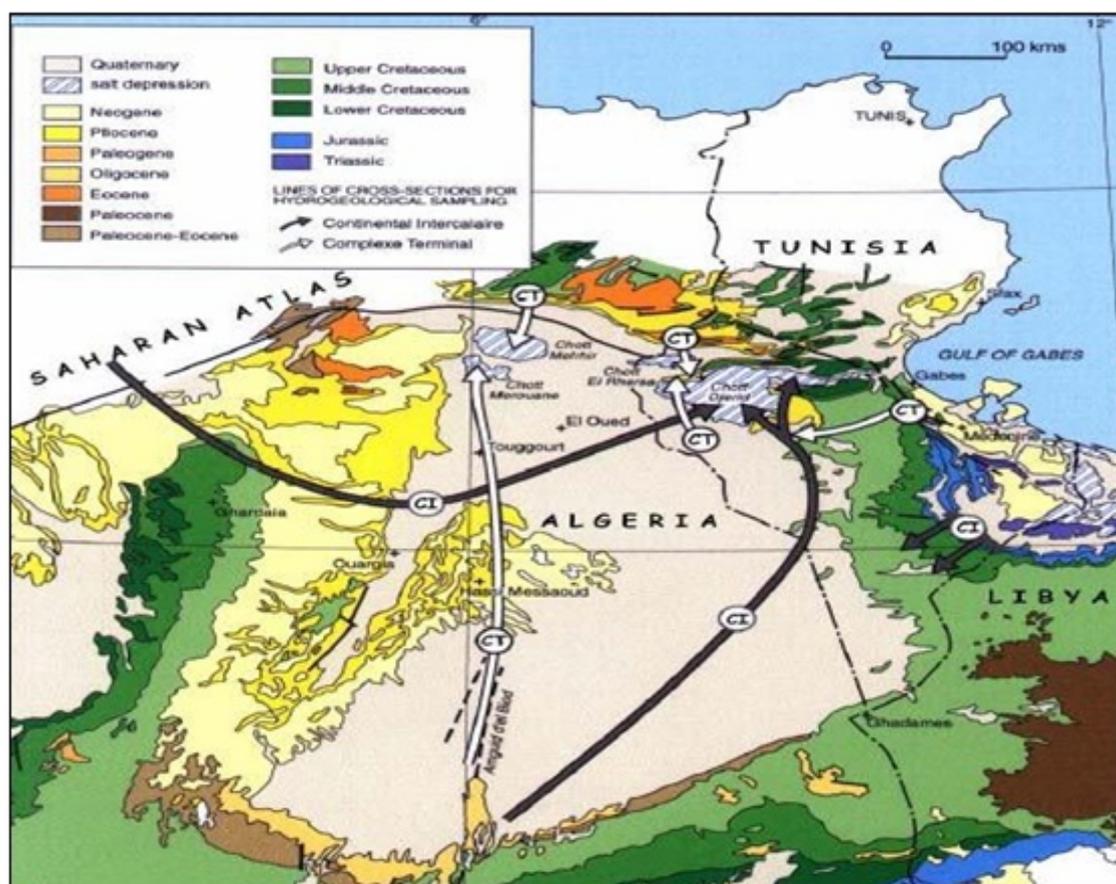


Fig. I-8 Carte géologique du grand erg oriental

I-4-2 hydrogéologie générale

M'Nagueur appartient au Bas Sahara algérien. Il s'agit d'un immense bassin sédimentaire, en forme de synclinal dissymétrique, particulièrement bien doté en couches perméables favorables à la circulation souterraine des eaux. Certaines, recouvertes de terrains imperméables, assurent l'existence de nappes captives alors que d'autres, situées au sommet des dépôts et sans couverture étanche, permettent la formation de nappes phréatiques (fig. I-9).

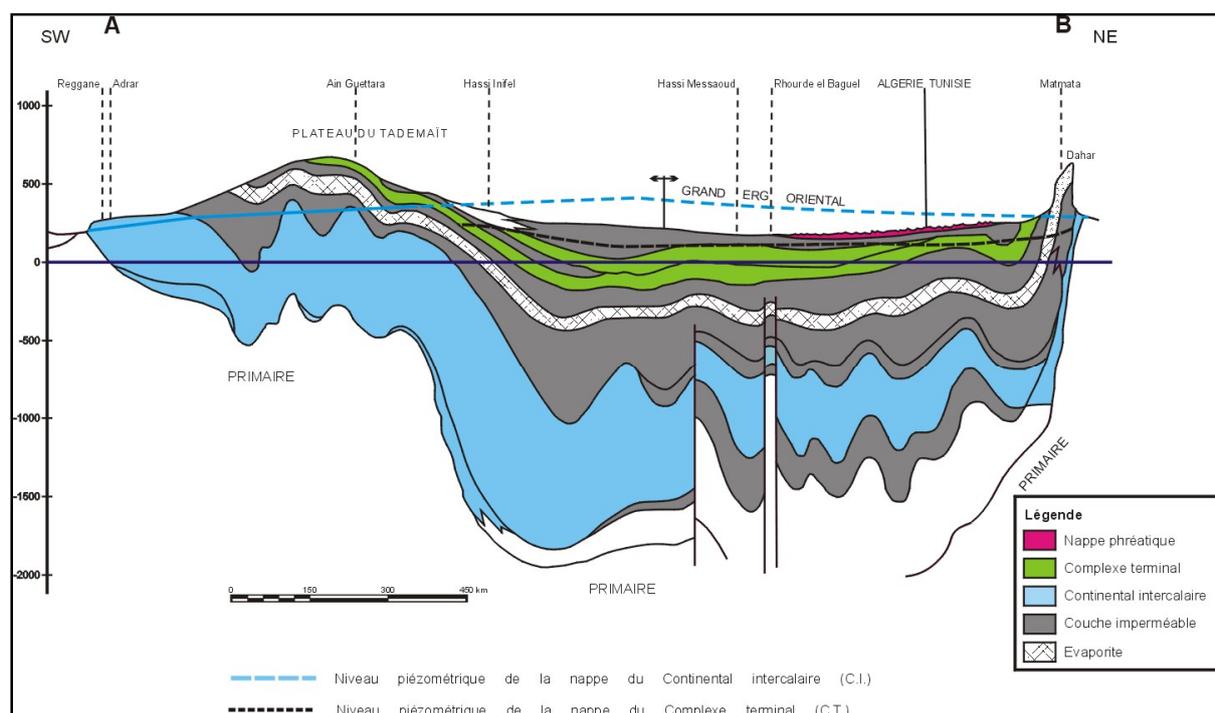


Fig. I-9 Coupe hydrogéologique à travers le Sahara

Bénéficiant de cette structure, les eaux souterraines constituent plusieurs ensembles superposés : la puissante nappe artésienne du Continental intercalaire gréseux, la nappe captive des calcaires marins du Sénonien et de l'Eocène, les nappes captives du continental terminal sableux (Mio-Pliocène) regroupées avec la précédente sous le nom de Complexe Terminal, enfin des nappes phréatiques largement étalées dans les formations continentales superficielles.

I-4-2-1 la nappe du complexe terminal

Les formations du Complexe Terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Mio-Pliocène. En fait, il est possible d'y distinguer trois corps aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois corps sont représentés par les calcaires et dolomies du Sénonien et de l'Eocène Inférieur, par les sables, grès et graviers du Pontien, et par les sables du Mio-Pliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 mètres et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 m.

I-4-2-2 la nappe du continental intercalaire

La formation du Continental Intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo argileux du Crétacé Inférieur. C'est un système aquifère multicouche dont la profondeur atteint localement 2000 mètres et dont la puissance varie entre 200 et 400 m. A M'Nagueur, il est exploité entre 1150 m et 1350 m de profondeur.

I-4-2-3 la nappe phréatique

La nappe phréatique se situe dans les couches sable gypseuses quaternaires, cette nappe coule de l'EST vers l'OUEST en infero_flux. Sa surface libre où la frange capillaire se manifeste souvent sur le sol sous forme de petits chotts qu'on trouve de part et d'autre de la localité de M'Nagueur. Cette nappe est alimentée par les eaux d'irrigation, les fuites de réseau d'AEP ainsi que les eaux usées et les rares précipitations qui contribuent à alimenter la nappe.

I-5 Topographié du la Région d'étude

La région du M'Nagueur est caractérisé par aplanissement pour le cote 100 et l'augmentation de niveau du terrain vers le nord jusque 104m (dune de sable) par leur faible pente du terrain et l'existence des zones de stagnations qui considéré comme des zones de la dépression

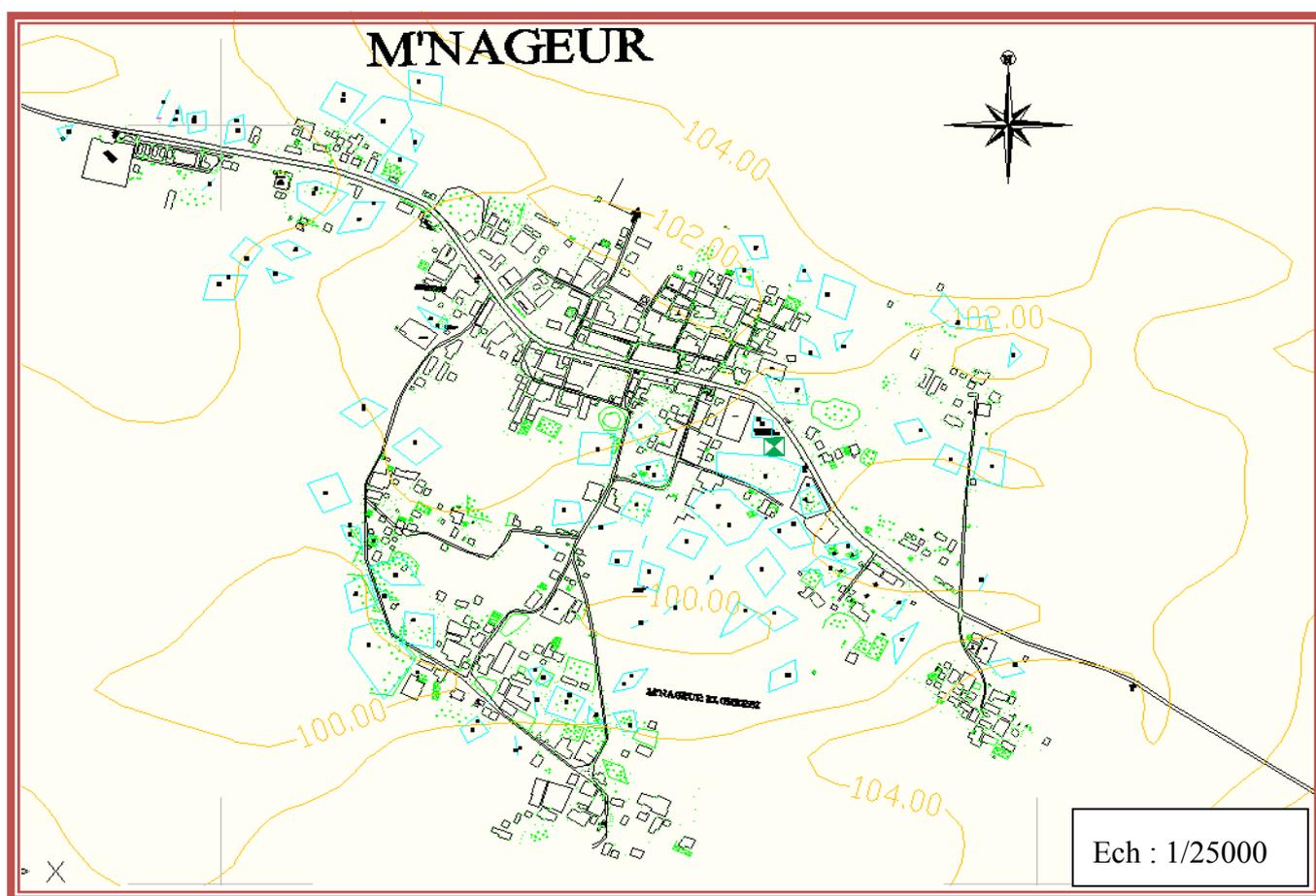


Fig. I-10 : Carte topographique du M'Nagueur

CONCLUSION

L'étude hydro-climatique représente les bases de données indispensables pour un bilan hydrique, lequel est indispensable pour la gestion des ressources hydriques souterraines.

Notre région d'étude est caractérisée principalement par une irrégularité des

Précipitations, ainsi qu'une humidité remarquable qui caractérise l'Automne et l'hiver.

Les vents sont généralement doux, mais au printemps ils deviennent violent et donnent naissance aux vents de sables. Le vent est le paramètre le plus régulier dans la zone d'étude. Généralement le taux

D'évaporation est important, elle reprend pratiquement toute l'eau précipitée.

Les infiltrations sont estimées à 40 % des valeurs des précipitations et le ruissellement Est quasiment nul.

II-Qualité des eaux et ressource en sol

II-1 Qualité des eaux

La salinité de l'eau d'irrigation entraîne une modification de la composition chimique du sol. Il est donc impératif de bien gérer et exploiter cette ressource.

La qualité de l'eau d'irrigation est représentée traditionnellement par deux paramètres : la salinité totale et l'alcalinité.

a) la salinité totale

Elle s'exprime par la conductivité électrique mesurée à 25 °C et est proportionnelle à la quantité d'ions en solution.

b) l'alcalinité

Dans l'eau d'irrigation les cations usuels se divisent en deux : d'une part Na^+ qui a une action dé flocculant sur le sol, donc néfaste, et d'autre part Ca^{++} et Mg^{++} dont l'action est flocculant et donc bénéfique pour la structure de sol. L'effet négatif d'une eau sur la perméabilité de sol peut être lié à une pauvreté en calcium et en magnésium ou un excès de sodium. L'alcalinité d'une eau d'irrigation est définie par le SAR (sodium adsorption Ratio) qui est donné par la relation suivante

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}} \quad \dots\dots\dots (\text{II-1})$$

II-2 Classification des eaux d'irrigation

Nous savons que les graves problèmes que rencontre la palmeraie sont dus essentiellement à l'augmentation de la concentration en sels solubles au sein des sols.

Ces sels sont : CaSO_4 , Na_2SO_4 , MgSO_4 , MgCl_2 , NaCl et NaHCO_3 .

D'après la classification de L'U.S. salinity laboratory (USSL) .les eaux d'irrigation peuvent être classé en fonction de conductivité électrique (CE) et en fonction de l'alcalinité (SAR)

- $\text{CE} < 0,25 \text{ mmhos/cm}$: Risque de salinisation faible.
- $0,25 < \text{CE} < 0,75 \text{ mmhos/cm}$: Risque de salinisation moyen.
- $0,75 < \text{CE} < 2,25 \text{ mmhos/cm}$: Risque de salinisation élevée.
- $\text{CE} > 2,25 \text{ mmhos/cm}$: Risque de salinisation très élevée.

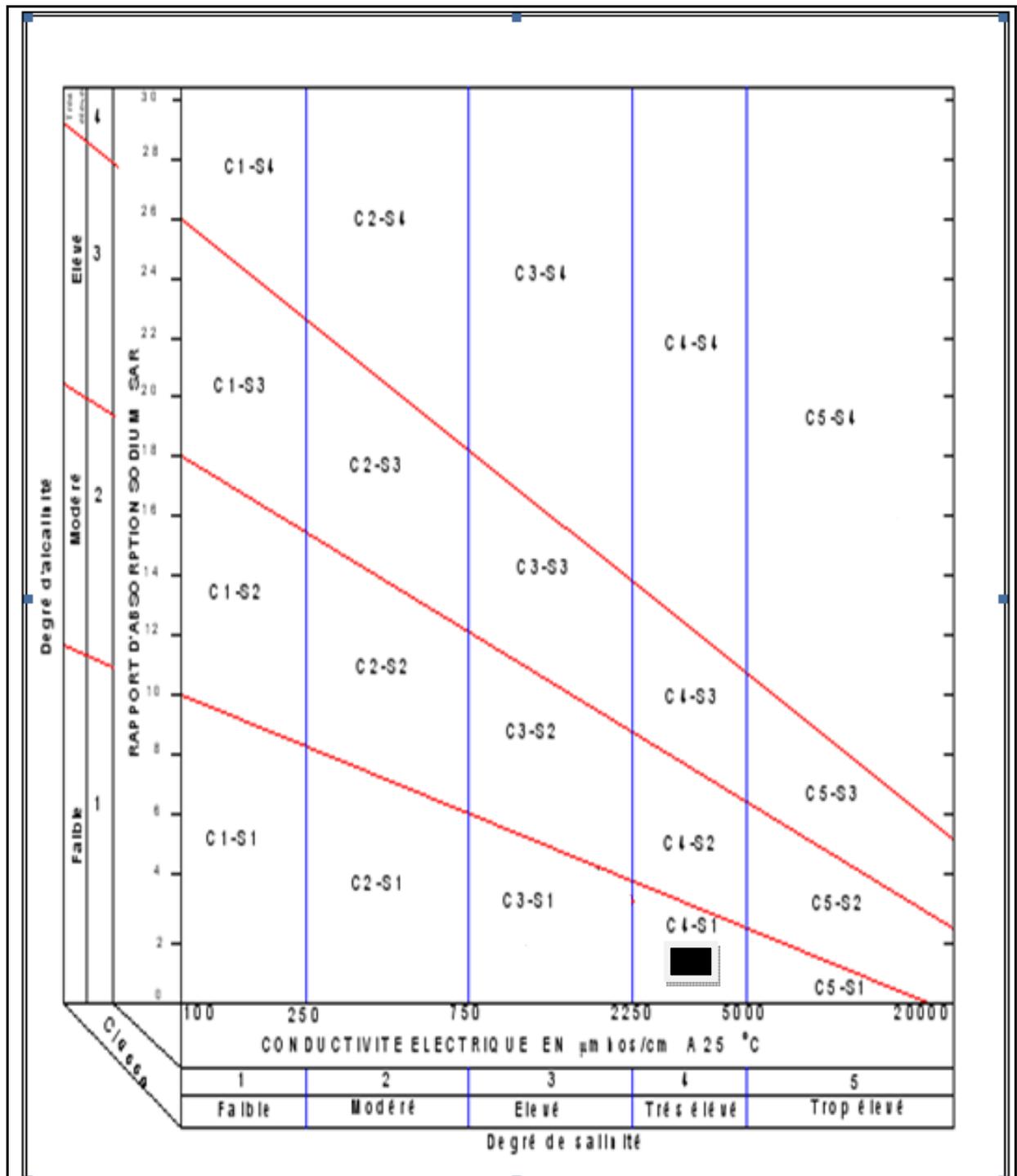


Fig. II-1 Diagramme de classification des eaux d'irrigation
(D'après United States Salinity Laboratory, U.S.S.L établi 1954)

II-3 L'analyse de l'eau d'irrigation

A partir des collectes des données et les différentes enquêtes, il a été établi que la plus part des forages d'irrigation sont des forages du complexe terminal.

Les résultats d'analyse de ces eaux sont résumés ci après

II-3-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe C.T.

L'ANRH en novembre 2006 sur 104 forages captant le CT, ont permis d'identifier les caractéristiques suivantes

Tableau. II-1 Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe C.T.

Elément	mg /l	meq/l
Ca ²⁺	272,50	13,63
Mg ²⁺	176,70	14,48
Na ⁺	655	28,48
K ⁺	28	0,72
Cl ⁻	1062,50	29,93
(SO ₄)-2	1387,50	28,91
(CO ₃)-2	00	0,00
(HCO ₃)-	125,05	2,05
(NO ₃)-	14	0,23
Somme des cations (méq/l)	57,36	
Somme des anions (méq/l)	61,10	
Résidu sec à 105°C (mg/l)	4166	
Conductivité 25°C (ms/cm)	3,86	
PH	7,54	
SAR	7.6	

D'après les valeurs de la conductivité électrique et du la SAR, les eaux du complexe terminale de la région du **Taibet** appartiennent à la classe C4 S1 avec:

Classe S1 : le SAR varie de 0 à 10 donc la quantité de sodium est presque moyenne et l'eau pose des problèmes pour les sols à texture fine.

Classe C4 : la conductivité électrique varie de 2.25 mmhos/cm à 5 mmhos/cm, c'est-à-dire la salinité est très forte .cette eau n'est utilisable que si l'on pratique un lessivage intense et pour des cultures très tolérantes; sinon l'eau est inutilisable car elle est très dangereuse sur sols faiblement drainés et peut présenter dans une certaine mesure un danger sur la plupart des cultures.

II-3-2 Caractéristiques hydro-chimiques des eaux de la nappe phréatique

Le tableau présente les caractéristiques chimiques de la nappe phréatique de La zone de M'Nagueur

Tableau. II-2 les caractéristiques chimiques de la nappe phréatique de La zone de M'Nagueur

Eléments	Teneurs (mg/l)
Ca ⁺⁺	252.5
Mg ⁺⁺	298.1
Na ⁺	1076
K ⁺	81.7
Cl ⁻	1750
SO ₄ ⁻⁻	1888
HCO ₃ ⁻	207.40
CO ₃ ⁻⁻	00
NO ₃ ⁻	17
Dureté totale (°F)	187.3
Résidu sec à 110°C (mg/l)	9712
Conductivité (ms/cm)	7.42
pH	8.16
Minéralisation (mg/l)	4600
SAR	21.6

II -4 Ressource en sol

L'étude pédologique permet de déterminer le niveau de fertilité des sols et de chercher le moyen ou les méthodes visant à la mettre en valeur pour un accroissement conséquent de la production agricole.

L'étude pédologique permet aussi de connaître les problèmes liés au sol de la région pour donner des solutions.

II -4 -1 Les sols de Sahara

La formation et l'évolution des sols dans ce vaste territoire sont essentiellement conditionnées par le climat et la salinité.

Le climat très aride influe sur la pédogenèse par la très forte évaporation, ce qui a engendré dans certaines zones de fortes accumulations salines surtout après la mise en irrigation .ce phénomène est aggravé le plus souvent par une topographie généralement plane , qui ne facilite pas le drainage naturel des eaux excédentaires et par une eau d'irrigation relativement chargée en sels .

La roche mère des sols de ces régions est le plus souvent (Sahara septentrional) du continental intercalaire, elle se caractérise par des formations gréseuses plus ou moins compactes avec des passées argileuses.

Ces formation sont hétérogènes : elles présentent une texture le plus souvent sableuse .mais on peut rencontrer des textures limono sableuses des dépôts marneux ou un plan d'eau a' une profondeur variable ces sols ne sont pas généralement calcarifères. Mais, ils sont tous affectés plus ou moins de salinité. Ces caractères de sols expliquent en grande partie la prédominance de ces facteurs pédogénétiques sur l'évolution des sols du Sahara .qui sont principalement : la texture, la structure, la salinité (halomorphie) et l'action de l'eau (hydromorphie).

II –5 Les résultats analytiques des sols

Profil N°=1

Localité : M'Nagueur

Temps : ciel dégagé

Aspect de surface : croutes salines et boursouflées

Sol : halomorphes à structure non dégradée

Relief : plat

Végétation : présence

Description morphologique

- **0-35 cm :** Sableux-limoneux brun rouge (5YR 3/8) peu de racine et matière organique, structure fragmentaire, sec avec présence de sel, cohésion et consistance faible, effervescence a l' HCL fort
- **35-65 cm :** Sableux-argileux brun rouge (5YR 3/8) peu de racine et matière organique, structure compacté, cohésion et consistance moyen, subhumide, effervescence a l' HCL fort
- **65-110 cm :** Sableux -argileux brun rouge (5YR 3/8) peu de racine et matière organique, structure compacté, cohésion et consistance moyen, subhumide, effervescence a l' HCL fort

Tableau. II-3 fiche d'analyse de sol du profil n° 1 [12]

TYPE D'ANALYSE	HORIZON (cm)	35-80	0-35	80-120
Granulométrie	A%	4	20	26
	L%	26	12	22
	S%	70	68	52
	Texture	SL	SA	SA
Mat-org	MO%	1.92	1.31	1.75
Réserves minérales	Calcaire total (caco3)%	5.8	7.1	6.7
	Gypse total (Ca So4)%	0.31	0.12	0.5
	P2O5Assim (ppm)	0.17	0.11	0.12
	k2O(en meq/100g)	1.15	0.98	1.23
	SIO2(en meq/100g)	91.22	91.65	91.36
	Nacl(en meq/100g)	0.23	0.31	0.54
Solution du sol	PH	7.67	7.96	7.95
	CE (mmhos/cm)	4.9	4.82	4.85
Paramètre physique	Densité app (da)	1.24	1.25	1.24
	Densité réel (dr)	2.31	2.33	2.32
	Porosité %	0.41	0.42	0.38
	Perméabilité (m/j)	3.7	2.6	2.3

Profil N°=02

Localité : M'Nagueur Aspect de surface : croutes salines et boursouflées Sol : peu évolués xériques, subdésertiques modaux. Relief : plat Végétation : présence Temps : ciel dégagé
--

Description morphologique

- **0-35 cm :** Sable fin limoneux jaune (**5YR 5/3**), présence de racine, structure fragmentaire, sec, présence de sel, cohésion et consistance faible, Effervescence à l' HCL faible
- **35-80 cm :** Sableux- limoneuse brun rouge (**5YR 3/8**), présence des racines et matière organique, structure compacté, cohésion et consistance moyen, subhumide, effervescence à l' HCL fort
- **80-120 cm :** Sableux- limoneuse brun rouge (**5YR 3/8**), présence des racines et matières organique, structure compacté, cohésion et consistance fort, subhumide, effervescence à l' HCL fort

Tableau. II-4 fiche d'analyse de sol du profil n° 2 [12]

TYPE D'ANALYSE	HORIZON (cm)	0-35	35-80	80-120
Granulométrie	A%	6	10	20
	L%	20	22	46
	S%	74	68	34
	Texture	SL	SL	SL
Mat-org	MO%	0.33	2.33	2.67
Réserve minérales	Calcaire total (caco3)%	0.22	4.2	6.2
	Gypse total (Ca So4)%	12.3	15.1	15.1
	P2O5Assim (ppm)	0.03	0.23	0.21
	k2O(en meq/100g)	0.23	1.55	1.65
	SiO2(en meq/100g)	82.13	76.56	74.56
	NaCl(en meq/100g)	4.71	5.21	1.88
Solution du sol	PH	6.92	7.14	7.35
	C, E (mmhos/cm)	4.65	4.52	4.25
Paramètre physique	Densité app (da)	1.26	1.23	1.25
	Densité réel (dr)	2.31	2.32	2.58
	Porosité %	0.45	0.37	0.35
	Perméabilité (m/j)	3.8	3.6	2.1



Fig. II-2: Sol de La région d'étude

II- 6 Classification Pédologique

Comme ils montrent les tableaux des profils pédologiques nous distinguons 2 type de sol au niveau de la région du Taibet

- Sols peu évolués xériques, subdésertiques modaux
- Sols halomorphes à structure non dégradée

II-7 Classification des Sols Salés

Comme le phénomène de salinité est un problème majeur dans la région, il est indispensable d'intégrer la classification des sols salés

D'après les normes Internationales des sols le sol devient Salé si leur Conductivité électrique supérieure à 4 mmohs/cm.

Donc On a : la plupart des sols et des couches considérés comme des sols salés.

Conclusion

Les sols étudiés sont des sols peu évolués ou des sols halomorphe Pauvres en matière Organiques et en réserves minérales, présentent en outre les contraintes suivantes

- Salinité extrême qui dans l'état actuel inhibe le développement de toute végétation.
- Texture grossière, d'où faible pouvoir de rétention en eau et en élément fertilisants.
- Réserve minérale très faible.
- Encrouement gypseux observé au niveau de plupart des profils
- Avant tout exploitation culturale des sols, il faut procéder à des prés-irrigations pendant quelques jours pour provoquer le lessivage des sels en excès dans la zone racinaire et prévenir une dose de lessivage calculée à la base de qualité d'eau d'irrigation applicable pendant la période de croissance des végétaux.
- le drainage interne (naturel) n'est pas efficace pour les sols de notre région d'étude
- l'encrouement gypseux observé au niveau de quelques profils pédologiques ne constitue pas une contrainte majeure pour la mise en valeur.

III-analyse hydraulique et problématique

Introduction

Le problème de remontée de la nappe phréatique est lié à plusieurs facteurs. Il est indispensable de connaître la situation hydraulique et agronomique actuelle ainsi que toutes les caractéristiques de la région qui peuvent nous donner une vue globale sur ce problème.

III-1 Situation démographique

Tenant compte des potentialités de la daïra en eau et en sol, ainsi que du développement socio-économique, réalisé depuis ces dernières années, le principe de projection de population est basé sur l'hypothèse d'une attractivité moyenne de la daïra

La distribution de cette population au niveau de chaque commune sera conforme aux directives d'aménagement, pour un bon équilibre

L'annuaire statistique (avril 2008) stipule que la population en 31 décembre 2007 a été pour la commune de M'Nagueur **14 557 hab.**

III-1-1 Evaluation de la population

Se basant sur l'estimation de la population extrait de l'annuaire statistique 2008 nous pouvons faire une estimation pour les horizons ultérieurs de l'étude en se référant au taux d'accroissement de l'année 2008.

Le nombre d'habitant sera calculé à l'aide de la formule suivante :

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

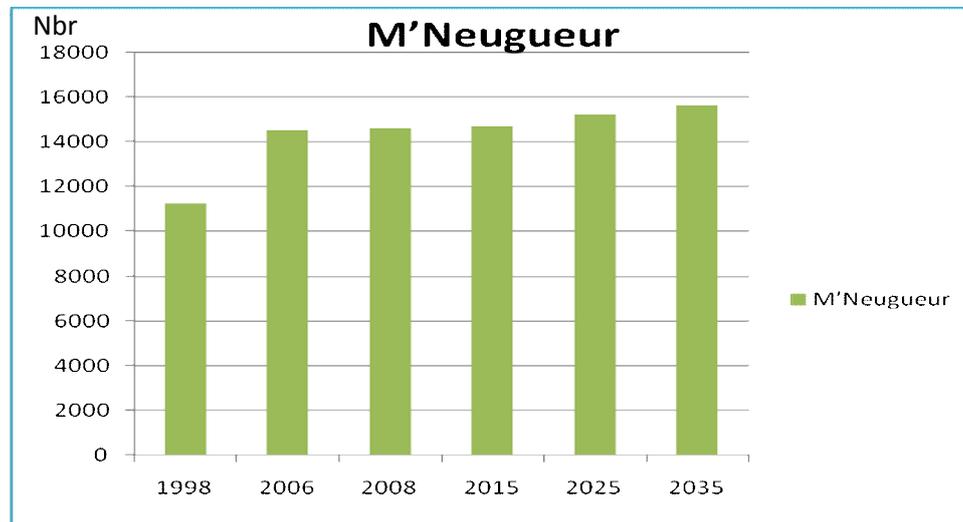
- P : Population de l'horizon à estimer ;
- P₀ : population de l'horizon initial ;
- τ: Le taux d'accroissement (%);
- n : nombre d'années séparant les deux horizons.

III-1-2 L'accroissement de la population

Le taux d'accroissement utilisé est celui énoncé par l'annuaire statistique 2008 est **0.25%** M'Nagueur.

Tableau III-1 Estimation de la population future (ONA-Ouargla)

	1998		2006		2008		2008	2015		2025		2035
Désignation	Pop	T (%)	Pop	T (%)	Pop	T (%)	Pop	Pop	T (%)	Pop	T (%)	Pop
M'Nagueur	11243	0.25	14557	0.25	14630	0.25	14201	14704	0.25	15265	0.25	15651

**Fig. III-1** Histogramme d'évaluation de la population

III-2 Développement du secteur d'agriculture dans la région M'Nagueur

La zone d'étude possède une agriculture variée, dominée par le phœnix culture, néanmoins cette zone rencontre certains problèmes d'une part la remontée des eaux, ce qui influe sur le type de culture cultivée et d'autre part le manque de gestion durable et de moyen humains et matériels.

Tableau III-2 Superficies agricoles (DSA-Ouargla a 2008)

Commune	Superficie agricole totale (has)	Superficie agricole utilisée (has)	Superficie prairies naturelles	Superficie phœnix culture (has)	Superficie réservée aux cultures secondes (has)
M'Nagueur	91 115	620	0	602	14

III-3 Les ressources en eaux

Il y a deux types d'utilisation des eaux souterraines, eau destinée à l'AEP et à l'irrigation

III-3-1 Les ressources en eaux destinées à l'A.E.P

Tableau III-3 Les ressources en eau potable (DHW-OUARGLA a 2008)

Désignation	Profondeur (m)	Débit (L/s)	Niveau Statique	Niveau Dynamique	Date De réalisation
Oum Z'bed	173	48	17	23.85	1985
Mouih ben ali	203	50	20.13	28.18	1986
M'nagueur	175	28	14.18	17.04	1973

III-3-2 Les ressources en eaux destinées à l'IRRIGATION

Tableau III-4 Les ressources en eau d'irrigation (DSA-Ouargla)

Désignation	Profondeur (m)	Débit (L/s)	Niveau Statique	Niveau Dynamique	Date De réalisation
Haoud-Etine I	145	45	16.60	26.45	1985
Haoud-Etine II	133	40	18.05	27.60	1986
Mouih Rabah	128	44	16.92	22.64	1986
Boufagoussa I	247	45	6.5 4S	35.57	1987
Boufagoussa II	253	45	ARTES 42.50	2.82	1989
Boufagoussa III	242	45	ARTES 30	4.86	1989

III-4 Situation des réseaux d'assainissement de la commune M'Nagueur

Le réseau d'évacuation de la ville de M'Nagueur a été réalisé au fur et à mesure du développement et de l'expansion de la ville. Ci-après donne un aperçu du réseau de M'Nagueur à l'état actuel.

Le réseau s'articule au tour de collecteurs principaux, secondaires et tertiaires. Le tout desserve les eaux usées vers leurs destinations finales : le lieu de rejet, sont réseau d'assainissement a été mis en service en 2003, à l'état actuel ce dernier est en bon état[2].

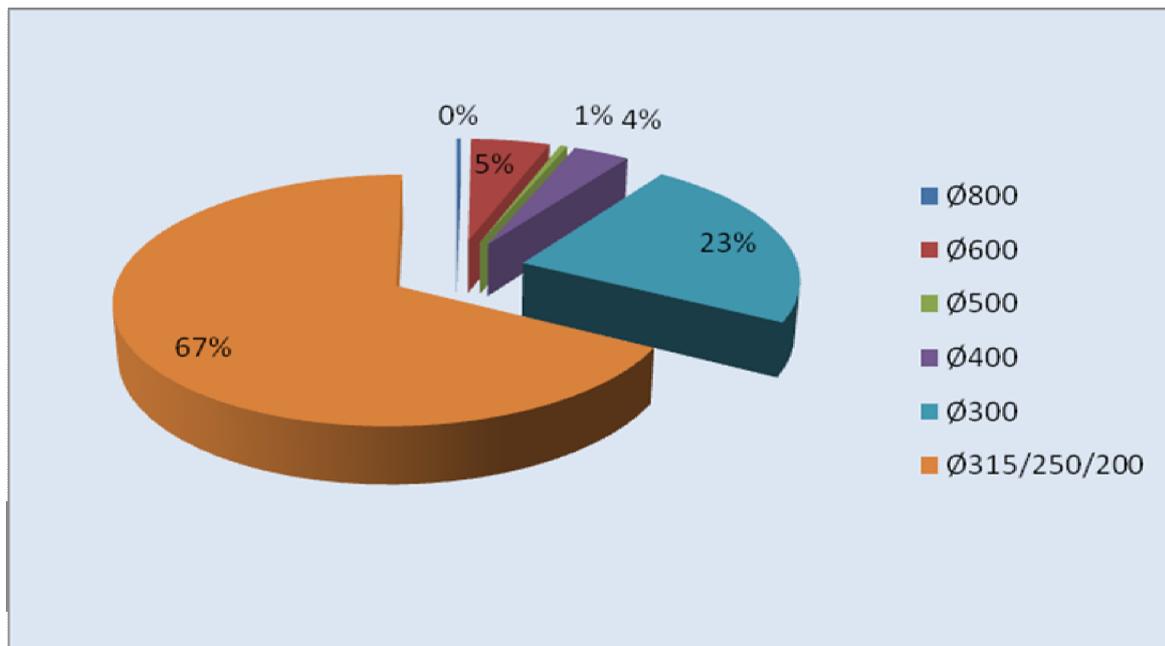


Fig. III-2 Caractéristiques du réseau d'assainissement de la ville de M'Nagueur (ONA-Ouargla)

III-5 Identification des contraintes naturelles et artificielles

La zone d'étude est confrontée à certaines contraintes, comme la remontée de la nappe ainsi que sa situation géographique, située sur un Erg, ce qui provoque un dysfonctionnement des réseaux d'assainissement et d'eau potable, par l'intrusion des particules de sable dans les conduites et les ouvrages hydrauliques annexes.

III -6 Description générale des problèmes

La région de M’Nagueur souffre depuis longtemps d’un excès d’eau, ayant créé des problèmes écologique dans les zones urbaines et agricoles. En effet, les fluctuations saisonnières du niveau de la nappe phréatique provoquent souvent des affaissements de terrain.

Dans les zones agricoles, la nappe phréatique a créé un milieu anaérobie, néfaste pour les cultures et le palmier.

Au cours de la dernière décennie, le niveau piézométrique de la nappe a régulièrement augmenté. Actuellement il est devenu critique.



Photo III-1 Le remonté de La Nappe au niveau de M’Nagueur



Photo III-2 Zone de stagnation d'eau au niveau de M'Nagueur



Photo III-3 Zone de stagnation d'eau au sein milieu urbain au niveau de M'Nagueur

III -6-1 Emplacement des zones du Stagnation

L'un des problèmes qui a augmenté le danger de ce phénomène c'est leur disposition arbitraire au sein du milieu urbain et même dans les zones Agricole qui peuvent créer des problèmes sanitaires de développement des maladies

L'emplacement des zones de la stagnation a créé aussi une difficulté pour les gestionnaires de trouver la méthode efficace pour résoudre le problème

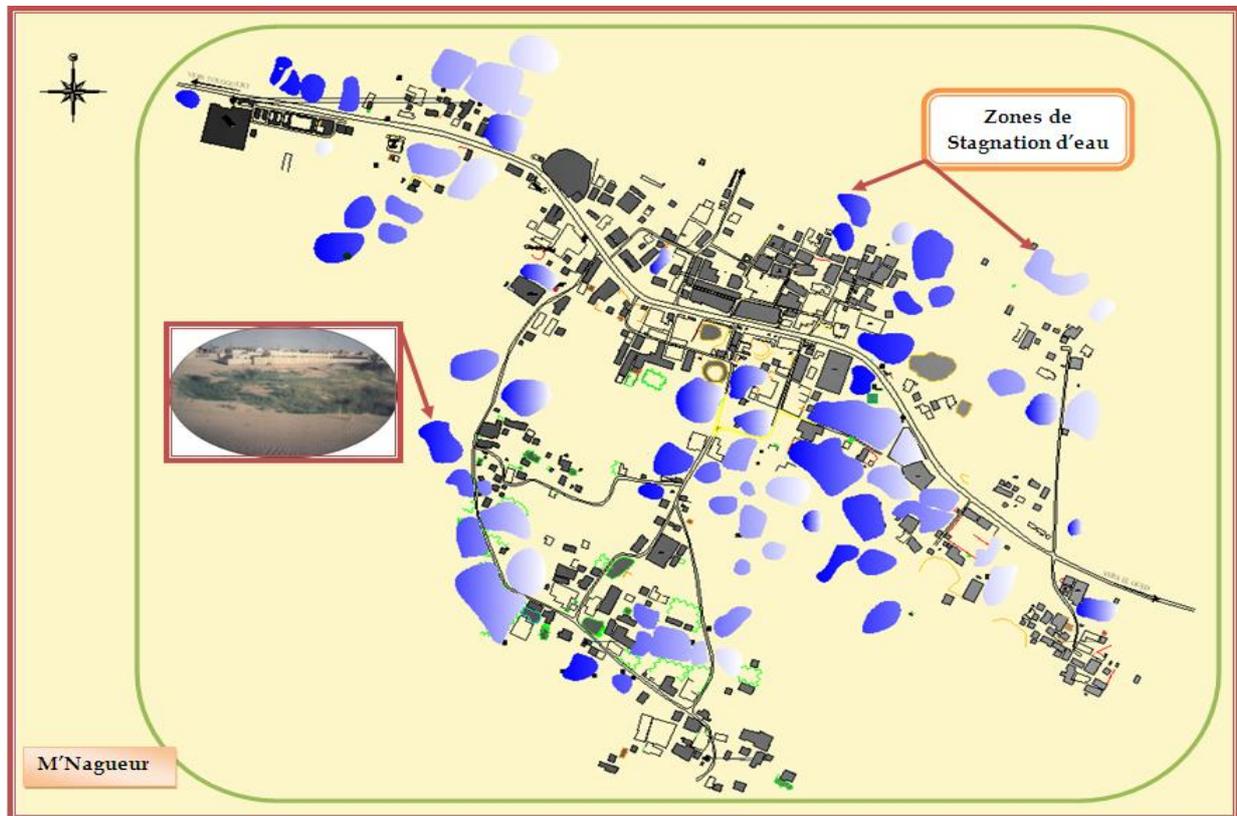


Fig. III- 3 Emplacement des zones du Stagnation d'eau au niveau de M'Nagueur

III -6-2 Les causes de remonte de la nappe phréatique

Le facteur principal qui a causé le problème c'est la surexploitation de la nappe profonde et le remplissage de la nappe phréatique par une irrigation non contrôlée dans des Jardins des maisons du M'Nagueur ; le mode d'irrigation (Submersion) de ces jardins reste aussi parmi les causes du problème.

Il y a des autres facteurs qui contribuent dans le développement du problème

- ✓ Les fuites de réseau d'AEP
- ✓ Les fuites de réseau d'assainissement
- ✓ L'assainissement autonome
- ✓ Facteur de topographie très plane
- ✓ L'inexistence de réseau de drainage efficace

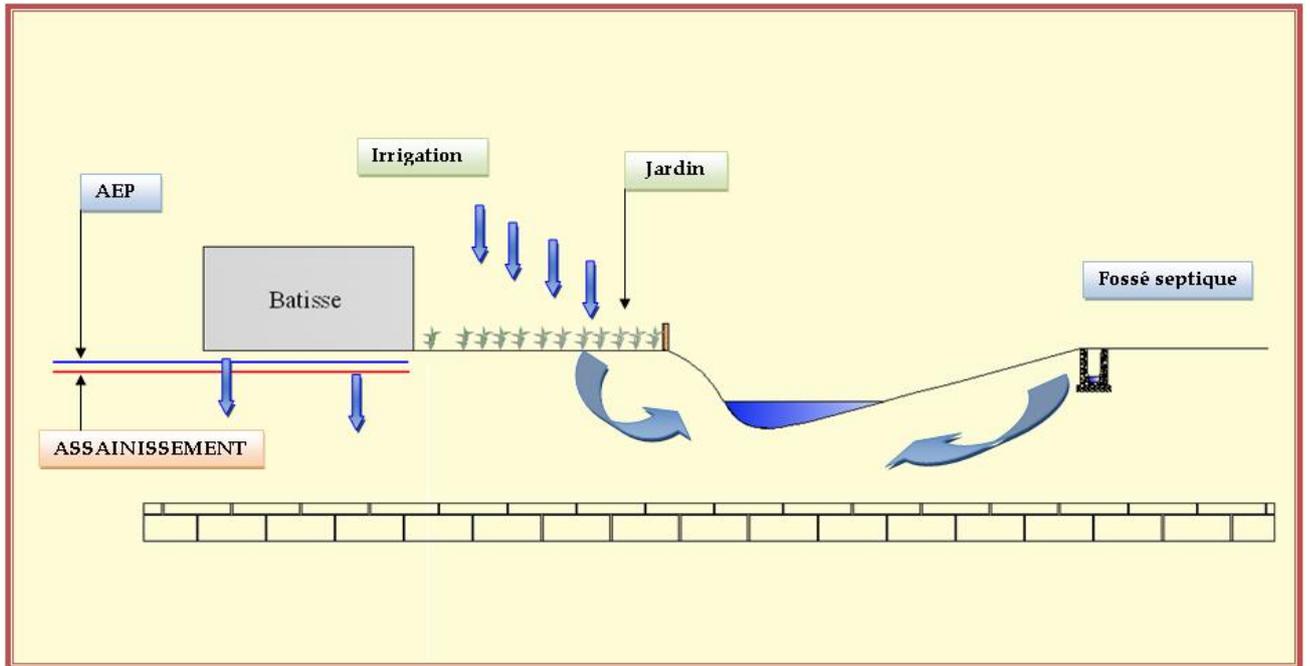


Fig. III-4 Schéma descriptive du problème

CONCLUSION

Dans ce chapitre nous essayons fait un résumé par toute l'analyse et les problèmes du phénomène de la rampe de la nappe dans la localité de M'Nagueur.

- ✓ Pour préciser toutes les calculs de ce réseau sur tous les calculs hydrauliques
- ✓ Pour donner un bon fonctionnement de ce réseau

IV-PROJECTION DU RESEAU DE DRAINAGE

Introduction

Le drainage est l'évacuation des eaux de surface ou souterraines excédentaires par des moyens naturels ou artificiels en vue de l'assèchement d'un terrain trop humide ou inondé, afin de le valoriser pour l'agriculture, l'élevage ou la construction.

Le drainage permet de réguler l'humidité excessive des sols, due à leur nature ou à la présence de sources ou de nappes d'eau près de la surface. Cette humidité entraîne nombre d'inconvénients, parmi lesquels une diminution de l'activité biologique de la terre, de mauvais échanges thermiques néfastes au développement des cultures, une résistance inférieure des plantations aux sécheresses, une diminution de l'efficacité des engrais, un manque d'oxygène entraînant une asphyxie des racines, une désagrégation des particules, et une instabilité du sol lui-même.

IV -1 Effets positifs de l'assainissement du sol

- ✓ Milleara aeration du sol.
- ✓ Amélioration de la structure du sol.
- ✓ Pénétration plus profonde des racines.
- ✓ échauffements plus rapides du sol.
- ✓ Augmentation des processus de nitrification.
- ✓ Diminution des mauvaises herbes et des maladies des cultures.
- ✓ Accès possible aux parcelles en temps opportun.



Augmentation du rendement des cultures et amélioration de la qualité des récoltes.

IV-2 Les techniques de drainage habituelles

L'objectif d'une technique de drainage est de permettre l'évacuation d'un certain volume d'eau en un certain temps d'une zone bien délimitée. Il ya deux type de solution.

- amélioration l'aptitude naturelle du sol à évacuer l'eau qu'il contient
- créer une aptitude artificielle

IV-3 Amélioration le drainage naturelle

IV-3-1 Le sous solage

Le sous solage c'est l'amélioration la structure de sol a travers la création dans le sol un réseau de fissures aussi dense que possible.

La fracturation ou la fissuration du sol ne peuvent être obtenus que si le sol est à un teneur en eau inférieure à la limite de plasticité.

On peut associer le sous solage à un amendement calcique qu'il peut provoquer la floculation.

IV-3-2 Le Drainage taupe

C'est une technique qui consiste à façonner dans le sol des galeries moulées par un engin appelé charrue taupe.

L'utilisation de cette technique n'est possible qu'en terrain suffisamment cohérent et humide (Argile $\geq 35\%$)

Les galeries doivent avoir une pente comprise entre 0,2% limite de sédimentation et 0,5% limite d'érosion.

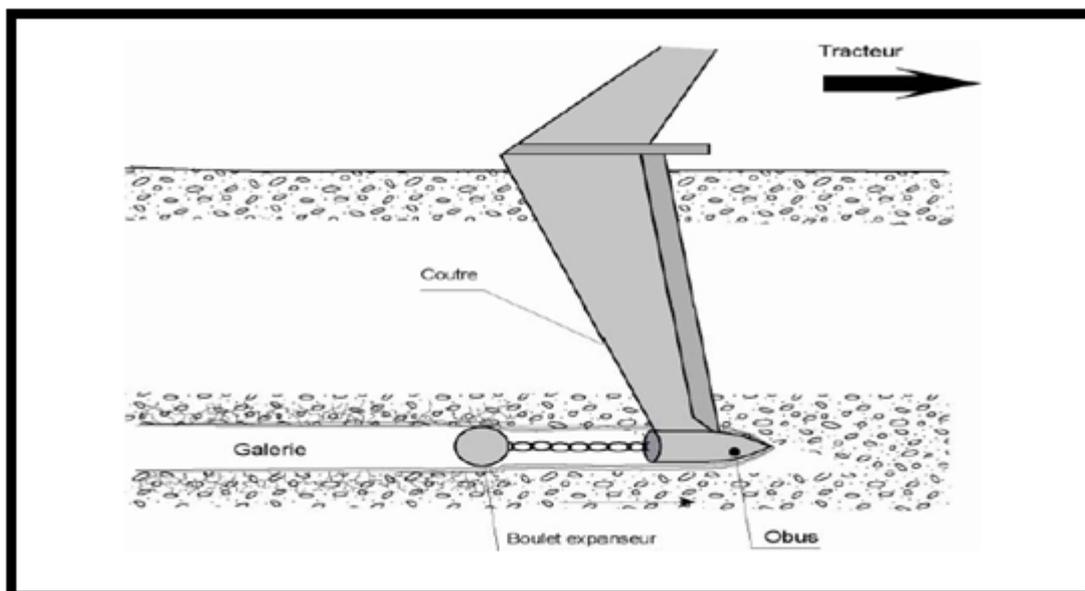


Fig. IV-1 Schéma du principe drainage taupe

IV-3-3 Le Drainage Artificielle

IV-3-3-1 drainage par fosses à Ciel Ouvert

C'est une technique consistant à creuser dans le sol à intervalles réguliers des fossés de profondeur pouvant atteindre 2 m ou plus et de largeur entre 0.3 et 0.5 m ou plus.



Photo IV-1 Drainage par fossé à Ouargla

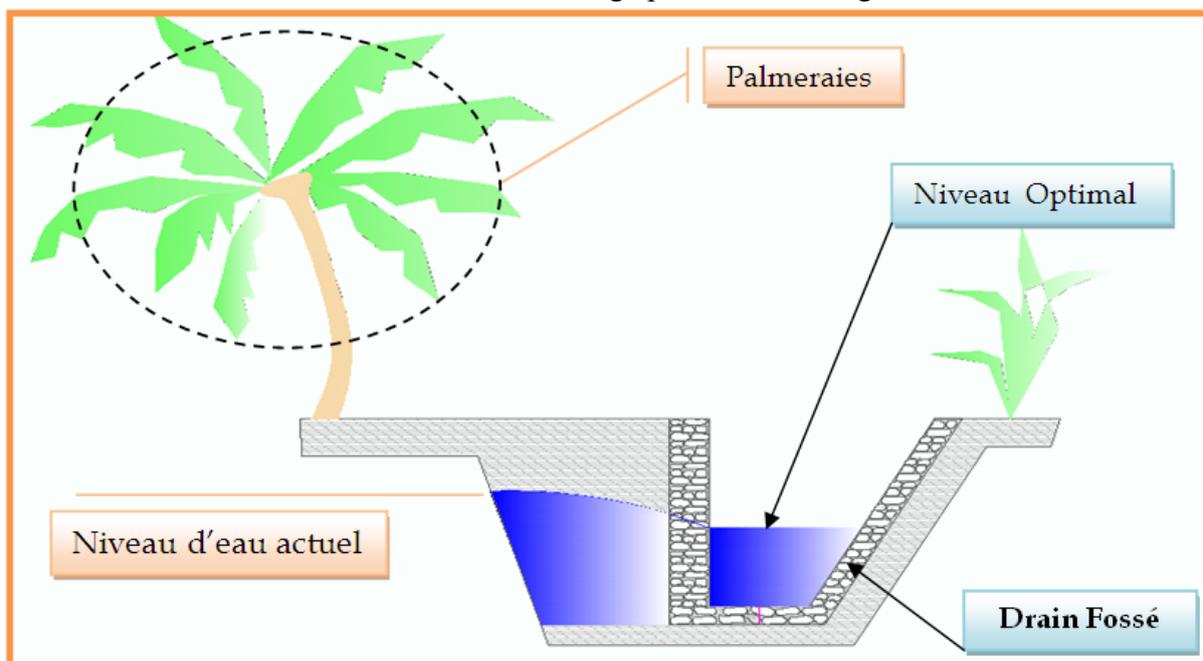


Fig. IV-2 Schéma du principe drainage par fossé

a) Le rôle des fosses

- ✓ Intercepter le ruissellement superficiel et évacuer ainsi un excès d'eau de surface
- ✓ Créer un gradient hydraulique et provoquer ainsi un écoulement souterrain depuis le sol vers le fossé drainé.

b) Avantage des fosses

- ✓ Mise en œuvre simple et rapide
- ✓ Coût peu élevé

c) Inconvénients

- ✓ perte de surface cultivable
- ✓ gêne les façons culturales, labour et autre travail mécanisé
- ✓ entretien régulier (curage des fossés) pour maintenir une capacité d'écoulement
- ✓ maladies hydriques

IV-3-3-2 drainage par fossés Remblayés

C'est le même principe des fossés à ciel ouvert sauf que on place au fond du fossé un matériau filtrant puis on le remblai la tranchée avec le sol original pour éviter la perte de terrain et l'entretien.

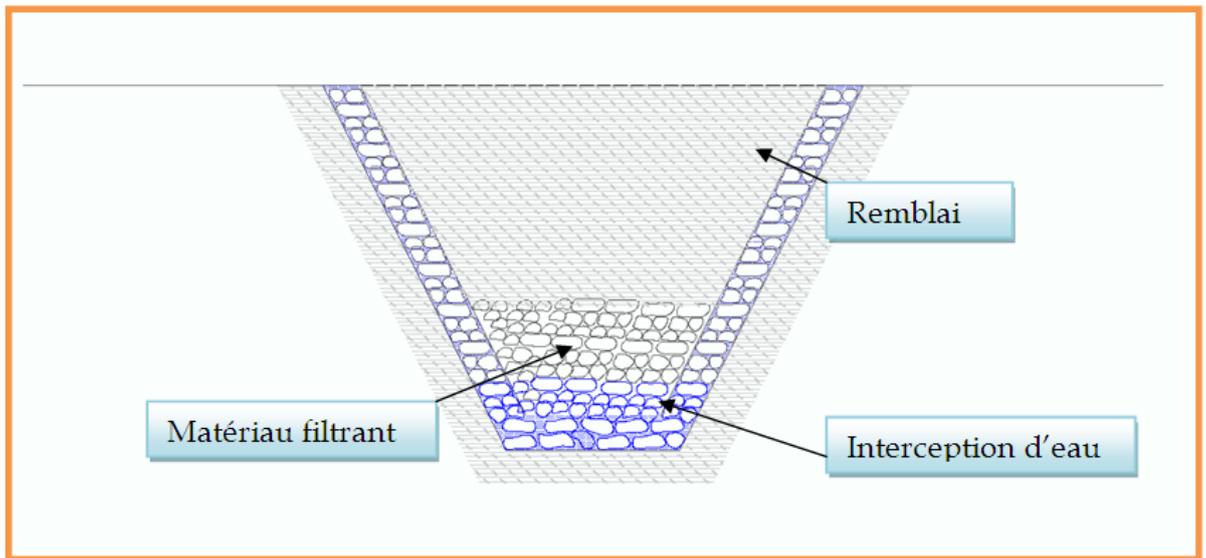


Fig. IV-3 Schéma du Fossé Remblayé

a) Inconvénients

- ✓ n'intercepte plus le ruissellement
- ✓ durée de vie aléatoire, car il y a risque de colmatage rapide du matériau filtrant

IV-3-2 Drainage par drains enterrés

Cette technique se présente sous des aspects variés dont les bases théoriques sont à peu près identiques, mais dans le mode de réalisation est constitué essentiellement

- ✓ Soit des fossés couverts.
- ✓ Soit de drains moulés dans la terre.
- ✓ Soit de canalisations en tuyaux de poterie, de ciment ou de plastique perforés.

Ces canalisations enterrées constituent les éléments fondamentaux d'un grand nombre de réseaux d'assainissement.

Ces canalisations sont capables, comme les fossés, de jouer les deux rôles fondamentaux, à savoir recueillir les eaux en excès et les conduire hors du périmètre à aménager.

Les canalisations doivent être bien cylindriques, c.à.d. présentent une section parfaitement circulaire (et non ovalisée) et un axe longitudinal rectiligne ; les extrémités doivent être perpendiculaires à l'axe longitudinal. L'épaisseur varie avec le diamètre et aussi quelque peu selon les usines ; elle ne doit jamais descendre au-dessous de 0.001m. La cuisson doit être régulière et suffisante.

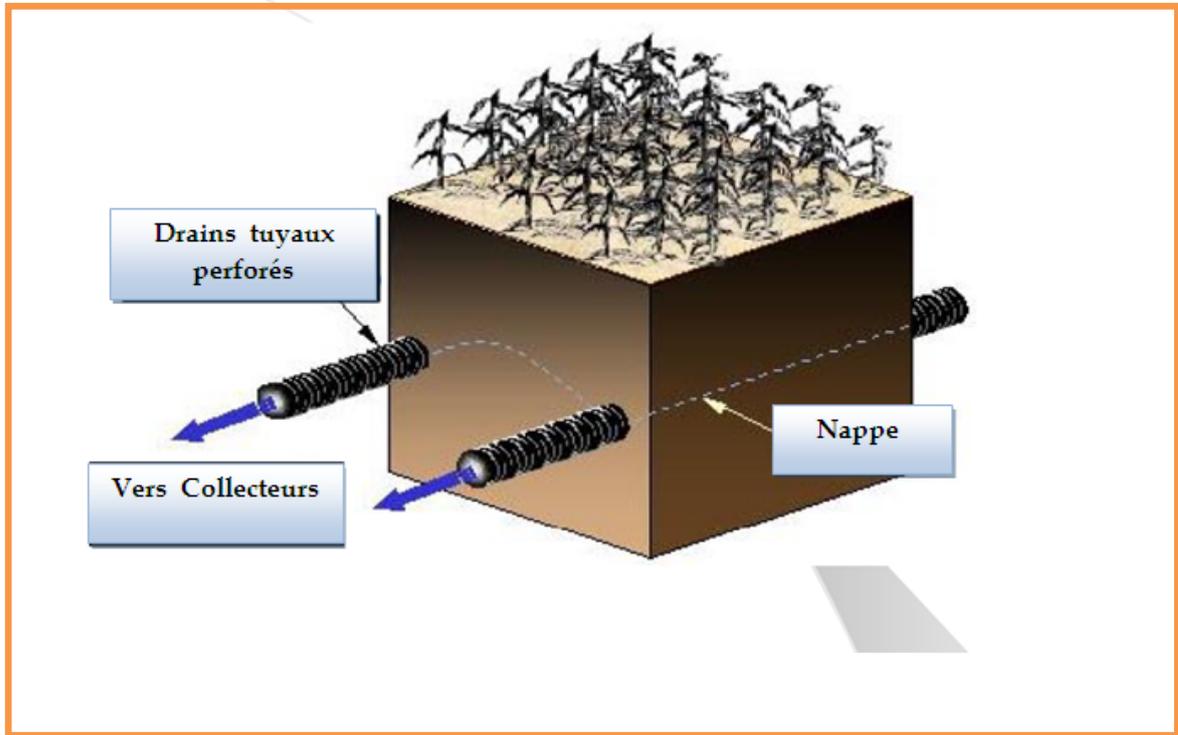


Fig. IV-4 Drainage par drains enterrés

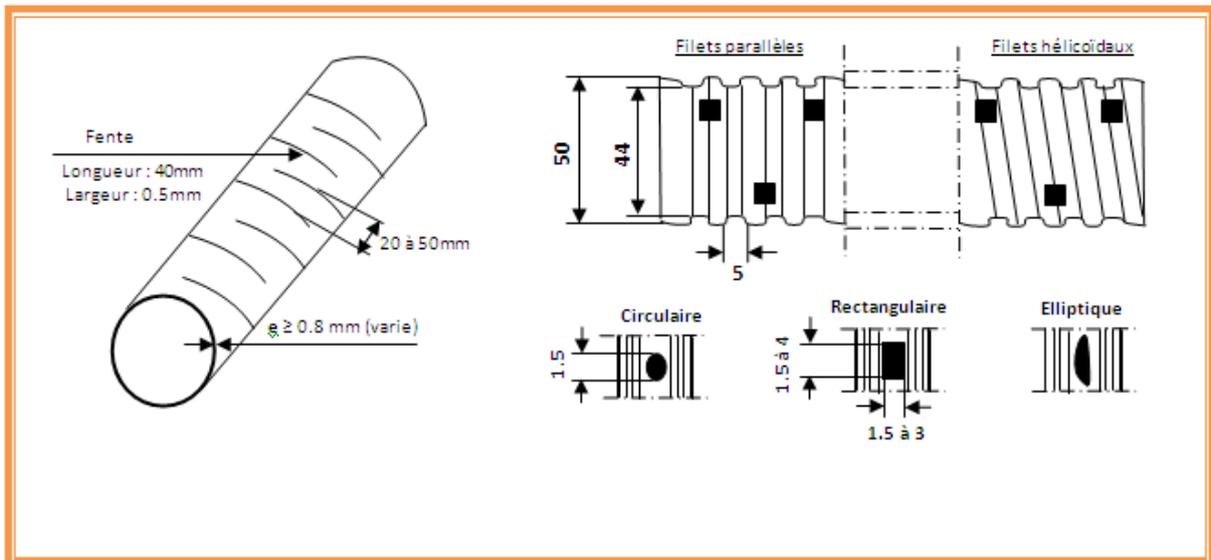


Fig. IV-5 Drains de drainage



Photo IV-2 drains enterrés en matière plastique (P.V.C)

IV-3-4 Drainage par puits

Technique utilisé dans le cas où il n'existe pas d'émissaire assez bas pour recevoir les eaux de drainage et si les constructions d'un émissaire artificiel ou le pompage des eaux est trop coûteux.

Donc c'est une technique qui permet d'évacuer les eaux excédentaires sans émissaire au moyen de puits verticaux dans des couches sous-jacentes lorsque ces dernières sont très perméables.

IV-4 Système de drainage à préconiser

D'après notre analyse sur les systèmes de drainage

Le sous solage et le drainage Taupe n'est possible qu'en terrain suffisamment cohérent et humide et un taux d'argile acceptable.

Le drainage par des fossés remblayés n'est pas applicable dans notre zone d'étude car leur durée de vie est aléatoire et possède une grande possibilité de colmatage des matériaux filtrants sans possibilité d'entretien.

Le drainage de surface horizontal, est un moyen de fossés horizontaux à ciel ouvert. Cette méthode est économique et caractérisée par la simplicité de mise en œuvre et la rapidité mais elle engendre à des inconvénients tels que les pertes considérables de la surface cultivable, les difficultés d'accès aux parcelles et l'entretien périodique.

Dans notre cas on ne peut pas l'appliquer car la disposition arbitraire des zones de stagnation et leur situation dans le milieu urbain.

Le drainage par drains enterrés n'est pas applicable car nous avons un niveau de la nappe fixe et il faut une mise en œuvre spécialisée et la difficulté d'entretien en cas de colmatage.



Photo IV-3 drains enterrés en matière plastique (P.V.C)

Il reste le drainage par puits ; dans notre cas il est applicable, si on place un puits drainant au niveau de chaque zone de stagnation

Donc d'après l'analyse citée avant, Les types de drainage à préconiser, c'est Le drainage vertical par puits

IV-5 Les interventions prévues sur le système de drainage

- ✓ Notre intervention prévue sur le système de drainage sera
- ✓ Création d'un puits drainant dans chaque zone de Stagnation
- ✓ Remblaiement de toutes les zones de stagnation pour éviter l'affleurant des eaux sur la surface de sol
- ✓ Rattachement tout les puits par un réseau des regards
- ✓ Collecté tout les eaux vers un exutoire

IV-6 Systèmes de collecte de drainage

IV-6-1 Eaux de drainage

La commune de M'NAGUEUR c'est la zone la plus basse parmi les trois communes de la daïra de TAIBET, pour cette raison les travaux proposés de lutte contre la remontée de la nappe phréatique commence par cette zone.

Le nombre des zones de stagnations recensés dans la commune de M'NAGUEUR et de **76 zones** avec une superficie totale de **409153.72m²** identifiées dans le tableau suivant

Tableau IV-1 Identification des zones de stagnations de M'NAGUEUR
(SEDAT-Ouargla a 2010)

N°= de zone	Surface (m ²)	Côte terrain naturel(m)	Côte plan d'eau (m)	Côte fond (m)
1	2014,56	98,65	Humide	96,74
2	2075,66	100,089	Humide	97,039
3	1942,33	99,8	99,65	97,22
4	3579,89	99,18	Humide	97,24
5	3667,79	98,38	97,13	97,009
6	1181,298	98,519	Humide	97,729
7	8029,57	98,37	Humide	96,97
8	4975,99	99,6	97,007	96,76
9	2879,264	97,34	97,29	97,049
10	4026,71	99,99	97,339	97,139
11	9133,2	100,64	97,65	97,22
12	8355,173	100,799	97,14	97,07
13	9680,5965	101,139	Humide	97,49
14	13956,24	100,6	101,6	97,69
15	2217,94	98,65	97,029	97,94
16	7615,0855	101,9	97,92	97,61
17	8852,63	100,75	97,76	97,6
18	3709,5008	102,059	Humide	98,64
19	7543,17	99,85	97,52	97,94
20	8977,4202	100,389	Humide	98,559
21	8004,7866	101,179	Humide	97,469
22	2872,4051	99,269	97,469	97,409
23	1089,5633	99,329	Humide	98,139
24	8084,2615	99,249	Humide	98,199
25	6324,3727	99,479	Humide	98,249
26	9651,5593	98,709	Humide	97,729
27	10060,87	98,369	Humide	97,859
28	1249,1763	98,349	Humide	98,329
29	4209,8748	102,769	Humide	98,749
30	1852,3152	99,759	Humide	98,669
31	2275,3763	99,289	Humide	98,419
32	3001,0743	99,309	98,319	98,579
33	7713,1878	102,789	100,469	98,469
34	2073,5736	101,759	Humide	98,779
35	3586,1188	101,869	Humide	98,749
36	4387,9135	100,479	Humide	98,629
37	1254,0373	99,539	98,799	98,639
38	2072,291	99,329	98,799	98,629
39	4123,7848	100,439	Humide	98,899
40	4805,8562	101,029	Humide	98,909

40'	5579,853	103,029	98,679	98,409
41	9523,7673	102,899	Humide	99,259
42	2198,3542	99,669	98,769	99,059
43	4797,6456	100,199	Humide	98,929
44	2807,1404	101,529	Humide	99,149
45	1984,1385	101,829	98,769	98,719
46	6260,4233	101,699	Humide	99,539
47	2727,1908	100,429	Humide	99,269
48	914,6101	99,659	Humide	98,859
49	6511,3706	100,739	99,049	98,789
50	6163,1047	99,349	98,949	99,129
51	17236,7311	99,899	98,889	99,109
52	4844,494	101,249	99,379	99,469
53	10602,094	101,469	99,359	99,129
54	5367,3567	101,959	Humide	99,599
55	18908,7261	100,409	99,189	98,859
56	4853,8123	99,999	Humide	99,439
57	3430,557	101,299	99,459.	99,239
58	4783,492	102,379	Humide	99,639
59	1192,3996	100,269	Humide	99,289
60	4486,4313	101,299	99,249	99,079
61	6410,2286	101,389	Humide	99,249
62	2688,9883	101,169	99,359	99,099
63	6285,9233	100,219	99,279	99,139
64	8508,327	101,519	Humide	99,219
65	5481,5951	100,549	98,949	98,699
66	2544,6974	101,899	Humide	98,709
67	4962,7815	100,519	99,009	98,779
68	9473,9235	102,409	Humide	98,219
69	8422,521	102,299	99,319	99,179
70	2801,8121	101,869	99,079	98,989
71	2763,8705	101,929	98,789	98,649
72	10708,37	103,469	Humide	98,959
73	2640,3891	101,098	Humide	99,079
74	4478,6395	101,959	98,599	98,459
75	2701,5442	101,189	Humide	99,249

IV-6-2 Estimation de débits de drainage le volume de remblai des zones de stagnation

IV-6-2-1 Débit de drainage

Les essais effectués sur terrain, nous ont permis de déterminer les débits de la remontée de la nappe dans chaque zone.

Rappelle que ces essais consistent à creuser un trou de dimensions déterminées au niveau des zones de stagnation pour tirer les données suivantes :

D'après les essais in situ à M'Nagueur et on utilisant la méthode de PORCHET le débit spécifique moyen est de **0.000063 l/s.m²**.

D'autre part si on se base sur le rapport étude de sol M'Nagueur élaboré par **LABORATOIRE DES ETUDES GEOLOGIQUES ET DE MECANIQUE DES SOLS (GEOSOL)**

On obtient

Nature de sol essentiellement détritique constitué par des sables beiges alluvionnaires, la coupe type rencontrée est :

- 0 / 4 m : Sable beige moyen à grossier

- 4 / 6 m : Sable jaune moyen à grossier à dragées de quartz.

La nappe phréatique affleure au point le plus bas du terrain avoisinant soit -4m du niveau de la route.

En utilise la courbe granulométrique pour déterminer la perméabilité du sol K ?

D'après la courbe «Engineering for dams».

D20 : diamètre de tamisa correspond 20%.

$$K=0.00004\text{m/s}$$

$$Q=V \times S \text{ ET } V=K \times I \quad \Longrightarrow \quad Q=K \times I \times S \dots\dots\dots (IV-1)$$

Q : débit d'infiltration par unité de surface (m³/s).

K: perméabilité (m/s).

I : ($\Delta h/\Delta l$) gradient hydraulique comme notre terrain est saturée I=1.

S: surface.

$$\text{D'où } Q=K \times (\Delta h/\Delta l) \times S\dots\dots\dots (IV-2)$$

Dans notre calcul on utilise le débit caractéristique **Q=0.00051 l/s m²**.

IV-6-2-2 Volume de remblai

Le volume calculé par la relation suivante :

$$V=S \times H \dots\dots\dots (IV-3)$$

- V: volume en (m3).
- S : Surface de la zone de stagnation (m2).
- H: différence entre côte de plan d'eau et côte fond en (m).

Les résultats présentés dans le tableau suivant

Tableau IV-2 Estimation de débit de drainage et volume de remblai des zones de stagnation à M'NAGUEUR

N° de zone	Côte de terrain naturel(m)	Côte de Fond (m)	Q spq (l/s.m ²)	Surface (m ²)	Q à drainé (l/s)	Hauteur de Remblai(m)	Volume de Remblai(m ³)
1	98,65	96,74	0,000063	2014,560	0,126917	1,91	2565,21
2	100,089	97,039	0,000063	2075,660	0,130767	3,05	4220,51
3	99,8	97,22	0,000063	1942,330	0,122367	2,58	3340,81
4	99,18	97,24	0,000063	3579,890	0,225533	1,94	4629,99
5	98,38	97,009	0,000063	3667,790	0,231071	1,371	3352,36
6	98,519	97,729	0,000063	1181,298	0,074422	0,79	622,15
7	98,37	96,97	0,000063	8029,570	0,505863	1,4	7494,27
8	99,6	96,76	0,000063	4975,990	0,313487	2,84	9421,21
9	97,34	97,049	0,000063	2879,264	0,181394	0,291	558,58
10	99,99	97,139	0,000063	4026,710	0,253683	2,851	7653,43
11	100,64	97,22	0,000063	9133,200	0,575392	3,42	20823,70
12	100,799	97,07	0,000063	8355,173	0,526376	3,729	20770,96
13	101,139	97,49	0,000063	9680,597	0,609878	3,649	23549,67
14	100,6	97,69	0,000063	13956,240	0,879243	2,91	27075,11
15	98,65	97,94	0,000063	2217,940	0,139730	0,71	1049,82
16	101,9	97,61	0,000063	7615,086	0,479750	4,29	21779,15
17	100,75	97,6	0,000063	8852,630	0,557716	3,15	18590,52
18	102,059	98,64	0,000063	3709,501	0,233699	3,419	8455,19
19	99,85	97,94	0,000063	7543,170	0,475220	1,91	9604,97
20	100,389	98,559	0,000063	8977,420	0,565577	1,83	10952,45
21	101,179	97,469	0,000063	8004,787	0,504302	3,71	19798,51
22	99,269	97,409	0,000063	2872,405	0,180962	1,86	3561,78
23	99,329	98,139	0,000063	1089,563	0,068642	1,19	864,39

24	101,759	98,199	0,000063	8084,262	0,509308	3,56	19186,65
25	101,869	98,249	0,000063	6324,373	0,398435	3,62	15262,82
26	100,479	97,729	0,000063	9651,559	0,608048	2,75	17694,52
27	99,539	97,859	0,000063	10060,870	0,633835	1,68	11268,17
28	99,329	98,329	0,000063	1249,176	0,078698	1	832,78
29	100,439	98,749	0,000063	4209,875	0,265222	1,69	4743,13
30	101,029	98,669	0,000063	1852,315	0,116696	2,36	2914,31
31	103,029	98,419	0,000063	2275,376	0,143349	4,61	6992,99
32	102,899	98,579	0,000063	3001,074	0,189068	4,32	8643,09
33	99,669	98,469	0,000063	7713,188	0,485931	1,2	6170,55
34	100,199	98,779	0,000063	2073,574	0,130635	1,42	1962,98
35	101,529	98,749	0,000063	3586,119	0,225925	2,78	6646,27
36	101,829	98,629	0,000063	4387,914	0,276439	3,2	9360,88
37	101,699	98,639	0,000063	1254,037	0,079004	3,06	2558,24
38	100,429	98,629	0,000063	2072,291	0,130554	1,8	2486,75
39	99,659	98,899	0,000063	4123,785	0,259798	0,76	2089,38
40	100,739	98,909	0,000063	4805,856	0,302769	1,83	5863,14
40'	99,349	98,409	0,000063	5579,853	0,351531	0,94	3496,71
41	99,899	99,259	0,000063	9523,767	0,599997	0,64	4063,47
42	101,249	99,059	0,000063	2198,354	0,138496	2,19	3209,60
43	101,469	98,929	0,000063	4797,646	0,302252	2,54	8124,01
44	101,959	99,149	0,000063	2807,140	0,176850	2,81	5258,71
45	100,409	98,719	0,000063	1984,139	0,125001	1,69	2235,46
46	99,999	99,539	0,000063	6260,423	0,394407	0,46	1919,86
47	101,299	99,269	0,000063	2727,191	0,171813	2,03	3690,80
48	102,379	98,859	0,000063	914,610	0,057620	3,52	2146,28
49	100,269	98,789	0,000063	6511,371	0,410216	1,48	6424,55
50	101,299	99,129	0,000063	6163,105	0,388276	2,17	8915,96
51	101,389	99,109	0,000063	17236,731	1,085914	2,28	26199,83
52	101,169	99,469	0,000063	4844,494	0,305203	1,7	5490,43
53	100,219	99,129	0,000063	10602,094	0,667932	1,09	7704,19
54	101,519	99,599	0,000063	5367,357	0,338143	1,92	6870,22
55	100,549	98,859	0,000063	18908,726	1,191250	1,69	21303,83
56	101,899	99,439	0,000063	4853,812	0,305790	2,46	7960,25
57	99,249	99,239	0,000063	3430,557	0,216125	0,01	22,87
58	99,479	99,639	0,000063	4783,492	0,301360	0	0,00
59	98,709	99,289	0,000063	1192,400	0,075121	0	0,00
60	98,369	99,079	0,000063	4486,431	0,282645	0	0,00
61	98,349	99,249	0,000063	6410,229	0,403844	0	0,00
62	102,769	99,099	0,000063	2688,988	0,169406	3,67	6579,06
63	99,759	99,139	0,000063	6285,923	0,396013	0,62	2598,18
64	99,289	99,219	0,000063	8508,327	0,536025	0,07	397,06
65	99,309	98,699	0,000063	5481,595	0,345340	0,61	2229,18
66	102,789	98,709	0,000063	2544,697	0,160316	4,08	6921,58

68	102,409	98,219	0,000063	9473,924	0,596857	4,19	26463,83
69	102,299	99,179	0,000063	8422,521	0,530619	3,12	17518,84
70	101,869	98,989	0,000063	2801,812	0,176514	2,88	5379,48
71	101,929	98,649	0,000063	2763,871	0,174124	3,28	6043,66
72	103,469	98,959	0,000063	10708,370	0,674627	4,51	32196,50
73	101,098	99,079	0,000063	2640,389	0,166345	2,019	3553,96
74	101,959	98,459	0,000063	4478,640	0,282154	3,5	10450,16
75	101,189	99,249	1,74	2701,544	0,170197	1.94	3494,00
Total				409153,720	25,776684		610030,74

D'après le tableau on trouve un débit de drainage égal à **25,77 l/s**, et volume de remblai De 610030,74 m³.

IV-7 Conditions des calculs hydrauliques

L'objectif de calculs hydrauliques du réseau de drainage est de déterminer la coupe horizontale de conduites de drainage et de collectes qui assurent le drainage du débit maximal en vitesses acceptables. Pour effectuer le calcul hydraulique il faut dessiner les coupes transversales d'éléments du réseau tout entier et on doit aussi installer son joint vertical. Principe de joint vertical d'élément du réseau réalisent les conditions suivantes:

- assurer le fonctionnement normal de conduites de drainage ainsi que celles d'assainissement.
- la pente de conduites et les collectes enterrées dans le sol est ainsi :
 - ✓ $I \geq 0.002$ pour les diamètres inférieure ou égale 100mm.
 - ✓ $I \geq 0.015$ pour les diamètres entre 125 pour 200mm.

Toutes les pentes jusqu'à 0.001 en cas de diamètre supérieur de 200mm.

La jointure entre la conduite de drainage et la collecte se fait à travers les regards de joint.

Le joint dans le regard se fait à condition que l'arête inférieure de la conduite de drainage soit plus haute que l'arête supérieure de la collecte. (ABRAMOV.S.K 1971)

IV-8 Calcul hydraulique

Dans le calcul des canalisations on utilise les différentes formules d'écoulements qui ont été développés par des chercheurs scientifiques parmi ses formules on a

a) Formule de CHEZY

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \dots\dots\dots (IV-4)$$

Où : V : vitesse d'écoulement.

I : Pente du collecteur (m/m).

Rh : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de CHEZY, il dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement. Le coefficient « C » est donné à son tour par la formule de BAZIN :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}} \dots\dots\dots (IV-5)$$

γ : Coefficient de BAZIN qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Dans laquelle :

$\gamma = 0.06$ pour les collecteurs d'eaux pluviales.

$\gamma = 0.16$ pour les collecteurs d'eaux usées.

b) Formule de MANNING

$$V = \frac{\alpha}{n} R_h^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (IV-6)$$

Où : V : vitesse d'écoulement.

α : est un coefficient d'unité qui vaut 1 en système international et 1,486 en système anglo-saxon.

n : coefficient de MANNING il dépend des parois des conduites.

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : Pente du collecteur (m/m).

c) Formule de MANNING-STRICKLER

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I} \dots\dots\dots (IV-7)$$

Avec :

K_s : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler

$$K_s = 26 \left(\frac{1}{d_{35}} \right)^{1/6} \dots\dots\dots (IV-8)$$

Où :

d_{35} : est le diamètre en mètre correspondant à 35 % passant en poids.

IV-9 Mode de calcul

Le procédé de calcul se fait comme suit

Avec la pente et le débit ; on tire de l'abaque le diamètre normalisé, le débit à pleine section et la vitesse à pleine section. Ensuite, on calcul les rapports :

$RQ = Q/QPS$ (rapport des débits) ;

$RV = V/VPS$ (rapport des vitesses) ;

$Rh = h/D$ (rapport des hauteurs) ;

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

V : vitesse d'écoulement de l'eau (m/s) ;

h : hauteur de remplissage dans la conduite (m) ;

QPS : débit à pleine section (m³/s) ;

VPS : vitesse à pleine section (m/s) ;

D : diamètre normalisé de la conduite (mm) .

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau de drainage en écoulement à surface libre, on considère les hypothèses suivantes

L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.

La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.

Avant tout on définit les paramètres suivants :

➤ **Périmètre mouillé (P)**

C'est la longueur du périmètre de la conduite qui est en contact avec l'eau (m).

➤ **Section mouillée (S)**

C'est la section transversale de la conduite occupée par l'eau (m²).

➤ **Rayon hydraulique (R_h)**

C'est le rapport entre la section mouillée et le périmètre mouillé (m).

➤ **Vitesse moyenne (v)**

C'est le rapport entre le débit volumique (m³/s) et la section mouillée (m²).

L'écoulement dans les collecteurs est considéré un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité

$$Q = V \cdot S \quad \dots\dots\dots (IV-9)$$

Avec

Q : Débit (m³/s).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

S : Section mouillée (m²).

Pour cela on utilise la formule qui nous donne la vitesse moyenne. Si on choisit la formule de Manning-Strickler, la vitesse en (m/s) est déterminée par l'expression :

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I} \dots\dots\dots (IV-10)$$

K_s : Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

Et on tire l'expression du débit :

$$Q = K_s \cdot S \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{I} \dots\dots\dots (IV-11)$$

D'où le diamètre est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036Q_t}{K_s \sqrt{I}} \right)^{3/8} \dots\dots\dots (IV-12)$$

Le débit en pleine section est donné donc par la relation :

$$Q_{ps} = V_{ps} \frac{\pi(D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots (IV-13)$$

- ❖ $R_h = -11,423 Rq^6 + 40,641 Rq^5 - 55,497 Rq^4 + 37,115 Rq^3 - 12,857 Rq^2 + 2,8373 Rq + 0,0359$III-14
- ❖ $R_v = -25,63 Rq^6 + 93,647 Rq^5 - 134,25 Rq^4 + 95,24 Rq^3 - 35,151 Rq^2 + 7,0395 Rq + 0,2263$III-15

Tableau IV-3 Calcul hydraulique de réseau

N	tronçon	Q_{t1} (m^3/s)	Pente (m/m)	D (mm)	Q_{P1} (m^3/s)	V_{P1} (m/s)	R_Q	R_h	R_V	V (m/s)	hauteur (m)
1	57 - 54	0,00045	0.002	90	0.0124	0.19	0.36	0.40	0.92	0.18	0.036
2	54 - 52	0,00062	0.002	90	0.0124	0.19	0.50	0.49	1.00	0.20	0.044
3	52 - 51	0,00206	0.002	110	0.00215	0.23	0.96	0.77	1.13	0.26	0.085
4	51 - 48	0,00224	0.002	160	0.00603	0.30	0.37	0.41	0.92	0.28	0.065
5	48 - 47	0,00308	0.002	160	0.00603	0.30	0.51	0.49	1.00	0.30	0.079
6	47 - Sr	0,00330	0.002	160	0.00602	0.30	0.55	0.52	1.02	0.31	0.083
7	46 - 45	0,00050	0.002	90	0.00124	0.19	0.40	0.43	0.94	0.18	0.039
8	45 - 44	0,00063	0.002	90	0.00124	0.19	0.51	0.49	1.00	0.20	0.044
9	44 - 42	0,00112	0.002	90	0.00124	0.19	0.90	0.73	1.13	0.22	0.066
10	42 - 40	0,00124	0.002	90	0.00124	0.19	1.00	0.81	1.14	0.22	0.072
11	40 - 37	0,00150	0.002	110	0.00215	0.23	0.70	0.60	1.07	0.24	0.066
12	37 - 36	0,00213	0.002	110	0.00215	0.23	0.99	0.80	1.14	0.26	0.088
13	36 - 35	0,00274	0.002	160	0.00603	0.30	0.45	0.46	0.97	0.29	0.0735
14	35 - 34	0,00314	0.002	160	0.00603	0.30	0.52	0.50	1.01	0.30	0.080
15	34 - 32	0,00332	0.002	160	0.00603	0.30	0.55	0.52	1.02	0.31	0.083
16	32 - 30	0,00383	0.002	160	0.00603	0.30	0.63	0.57	1.05	0.32	0.091
17	30 - 08	0,00430	0.002	160	0.00603	0.30	0.71	0.61	1.08	0.32	0.98
18	29 - 28	0,00057	0.002	90	0.00124	0.19	0.46	0.46	0.98	0.19	0.042
19	28 - 27	0,00087	0.002	90	0.00124	0.19	0.70	0.61	1.07	0.21	0.055
20	27 - 26	0,00113	0.002	90	0.00124	0.19	0.91	0.74	1.13	0.22	0.066
21	26 - 25	0,00213	0.002	110	0.00215	0.23	0.99	0.80	1.14	0.26	0.088
22	25 - 24	0,00252	0.002	160	0.00603	0.30	0.42	0.44	0.95	0.29	0.070
23	24 - 22	0,00283	0.002	160	0.00603	0.30	0.47	0.47	0.98	0.29	0.075
24	22 - 21	0,00613	0.002	160	0.00603	0.30	1.02	0.83	1.13	0.34	0.133
25	21 - 18	0,00732	0.002	200	0.01114	0.36	0.66	0.58	1.06	0.38	0.116
26	18 - 17	0,00808	0.002	200	0.01114	0.36	0.73	0.62	1.08	0.38	0.124
27	17 - 16	0,00844	0.002	200	0.01114	0.36	0.76	0.64	1.09	0.39	0.128
28	16 - 13	0,00878	0.002	200	0.01114	0.36	0.79	0.66	1.10	0.39	0.132
29	13 - 09	0,00984	0.002	200	0.01114	0.36	0.88	0.72	1.12	0.40	0.143
30	09 - 08	0,01041	0.002	200	0.01114	0.36	0.93	0.75	1.13	0.40	0.150
31	08 - ST	0,01471	0.002	250	0.02057	0.42	0.71	0.61	1.08	0.45	0.154
32	07 - 06	0,00048	0.002	90	0.00124	0.19	0.39	0.42	0.93	0.18	0.038
33	06 - 05	0,00136	0.002	110	0.00215	0.23	0.63	0.57	1.05	0.24	0.062
34	05 - 03	0,00189	0.002	110	0.00215	0.23	0.88	0.71	1.12	0.25	0.078
35	03 - 02	0,00247	0.002	160	0.00603	0.30	0.41	0.43	0.95	0.28	0.069
36	02 - 01	0,00361	0.002	160	0.00603	0.30	0.60	0.55	1.04	0.31	0.088
37	01 - ST	0,00437	0.002	160	0.00603	0.30	0.72	0.62	1.08	0.33	0.099
38	SR - R	0,01907	-	-	-	-	-	-	-	-	-

IV-10 Description de réseau de collecte

Le nombre de puits drainants dans la zone de M'NAGUEUR est 45 puits, linéaire total est de 8432ml répartie comme suit

Tableau IV-4: représentation la longueur et le diamètre de la conduite

Diamètre (mm)	Ø250mm	ø 200mm	ø160mm	ø110mm	ø90mm
Linéaire (m)	3939	912	1554	888	1139

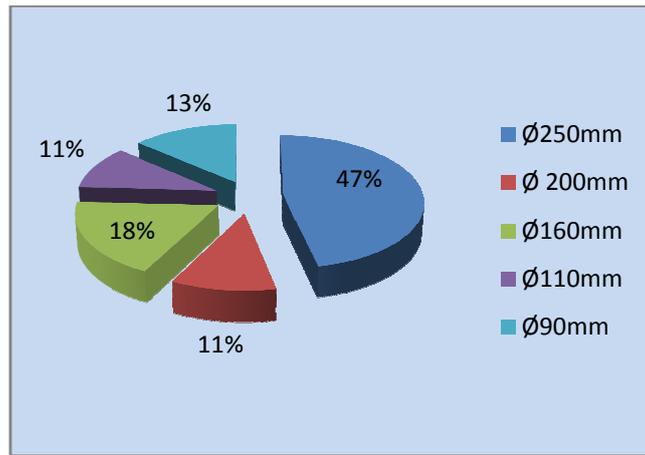


Fig. IV-6 Caractéristique du réseau projeté

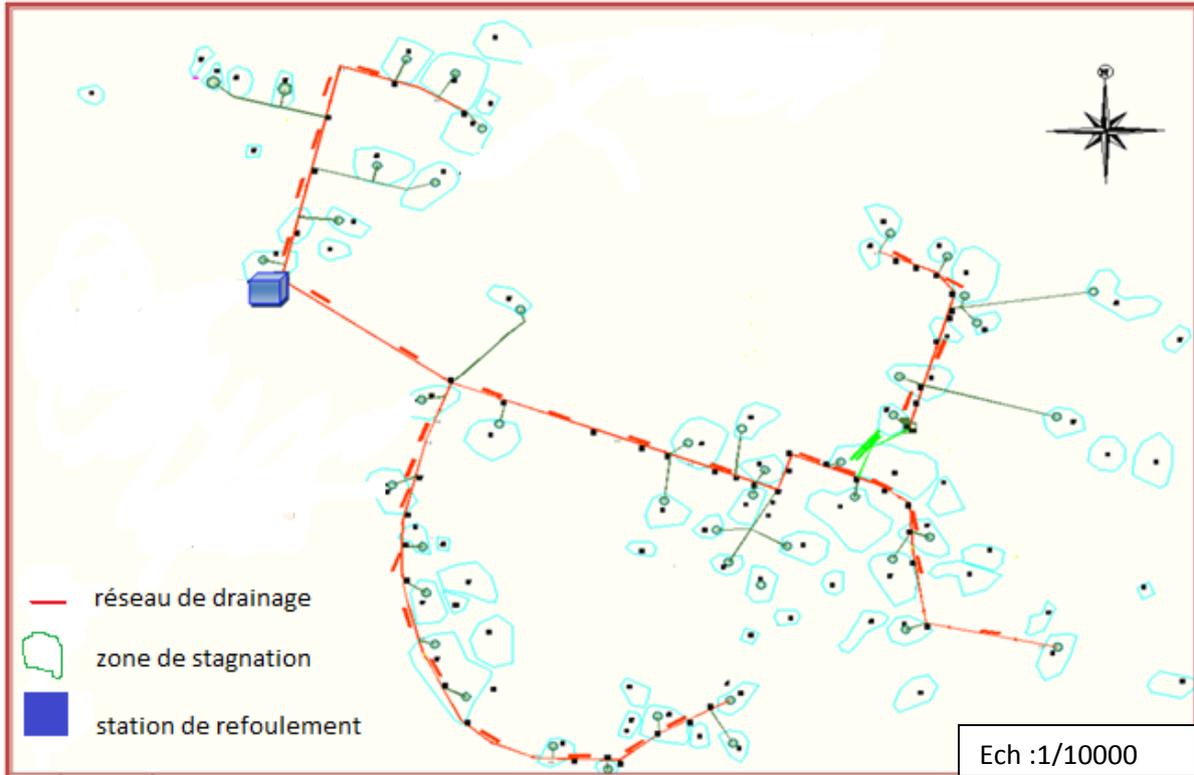


Fig. IV-7 Tracé du réseau de drainage proposé

IV-11 Dimensionnement de la station de refoulement

L'évacuation d'eau de drainages a partir de la localité se fait par les stations de refoulements.

✓ La hauteur manométrique $HMT = H_g + \sum h_p$ (IV-14)

$$\begin{aligned} \text{On a } H_g &= C_{\max} - C_{\min} \\ &= 109 - 100 = 9\text{m} \end{aligned} \quad \longrightarrow \quad H_g = 9\text{m}$$

H_g : la hauteur géométrique.

C_{\max} : cote maximal du réservoir

C_{\min} : cote minimal de la station de refoulement

- Pertes de charges

Les pertes de charges sont la somme des pertes de charge linéaires et des pertes de charge singulières.

Les pertes de charge linéaires ont été évaluées à partir de la formule universelle :

$$\sum h_{p1} = \frac{8 \times \lambda \times L_r \times Q^2}{g \times \pi^2 \times D^5} \quad (\text{m}) \quad \dots \dots \dots \text{(IV-15)}$$

$$\text{Avec : } \lambda = [1,14 - 0,86 \times \text{Ln}(\varepsilon / D)]^2 \quad \dots \dots \dots \text{(IV-16)}$$

$$L_{\text{ref}} = 3505.915 \text{ m}$$

$$Q = 0.01907 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (débit total arrivé à la station de relevage)}$$

$$\varepsilon = 0.0002 \text{ m (la conduite de refoulement est en type PVC)}$$

Le diamètre de refoulement est calculé par la formule de BONIN

$$D = \sqrt[3]{Q} \quad (\text{mm}) \quad \dots \dots \dots \text{(IV-17)}$$

Alors on trouve $D = 0.160 \text{ m}$

Et en prend un diamètre normalisé $D = 0.160 \text{ m}$

$$\lambda = 0.0199$$

Les pertes de charge singulières représentent 10% des pertes de charge linéaire.

$$\text{D'où les pertes de charge total : } \sum h_{pT} = 1.10 \times 20 = 22\text{m} \quad \sum h_{pT} = 22\text{m}$$

La hauteur d'élévation vaut donc : **HMT=31m**

Donc la longueur de conduit=3.3km inverse $\sum h_p = 22 \text{ ml}$

IV-11-1 Dimensions de la bête

Pour notre station la bête de stockage à deux fonctions ; la première est d'accumulation des eaux de drainage et la deuxième d'être une bête d'aspiration pour les pompes de refoulement

a) volume de la bête

Le volume du réservoir de stockage de la station est adopté égal au débit des eaux usées arrivant en un temps déterminé.

$$\text{On a : } V_t = Qxt \dots\dots\dots (\text{IV-18})$$

V_t : volume de la bête en (m^3).

Débit total de drainage de la localité M'Nagueur $Q=0,01907 m^3/s$

t : temps de stockage des eaux dans la bête pendant l'arrêt des pompes, Pour un meilleur fonctionnement des pompes, et un bon entretien du matériel, la durée du cycle s'échelonne entre 6 et 15 min.

Donc : on fixe $t = 12$ minutes.

$$V_t = 0.01907 \times 12 \times 60 = 13.73 m^3$$

Le volume total de la bête sera $V = 13.8 m^3$

b) surface de la chambre

$$\text{On a : } S = \frac{V}{H} \dots\dots\dots (\text{IV-19})$$

- S : surface de la chambre en (m^2)
- V : volume de la chambre en (m^3)
- H : la hauteur de la chambre en (m), on fixe cette hauteur à $H = 2,20$ m

c) Longueur et largeur de la chambre

$$\text{On a : } S = B \cdot L \dots\dots\dots (\text{III-20})$$

- L : la longueur de la chambre en (m)
- B : la largeur de la chambre = $\sqrt{S/2} \dots\dots\dots (\text{IV-21})$

Tableau IV-5 Dimensions de la bache d'aspiration

Dimensions	Chambre
Volume (m ³)	13.80
Hauteur (m)	2,20
Surface (m ²)	6.30
Longueur (m)	3.50
Largeur (m)	1.80

IV-11-2 Choix du nombre et de type de pompes

La station de pompage doit être équipée d'un nombre suffisant de pompes assurant le débit forcé tel que $N = n + 1$

Où : N: nombre de pompes installées

np: nombre de pompe de fonctionnement

Le chiffre 1 veut dire qu'on a une pompe de secours installée. Ce nombre varie suivant le nombre de pompes, pour un nombre inférieur à 4 comme dans notre cas le nombre de pompes de secoure est égale à 1.

Compte tenu des exigences d'exploitation, il est conseillé de projeter le minimum de groupes possible dans la station, ce qui rendra les dimensions de la station plus raisonnables et le fonctionnement des pompes se fait avec une souplesse.

✓ Critères du choix du nombre de pompes:

- nombre minimale de pompes.
- puissance absorbée minimal.
- (NPSH) r minimal.
- meilleur rendement.
- la vitesse de rotation élevée.

Pour le choix du type de pompe dans notre projet, on utilise catalogue KSB.

On à besoin de refouler un débit total égale 19,07 l/s sur une hauteur de 31m

Donc le choix se fait à partir des variantes présentées dans le tableau III-6

Tableau IV-6 Variantes pour le choix du nombre de pompes

N	Q (débit total) (m ³ /h)	H _{MT} (m)	Pompe choisie	η(%) rendement	Nombre de tours N (tr/min)	P _{abs} (puissance absorbée) (Kw)	(NPSH) r (m)
1	68.65	31	Amarex KRTK80	65	2900	11	2.68
2	34.33	31	Amarex KRTK40	55.9	2900	5.17	-
3	22.88	31	Amarex KRTK40	52.5	2900	3.7	-

Les pompes choisies sont des pompes immergées de type **Amarex KRTE**. On remarque qu'on a des bonnes caractéristiques pour la 1^{ème} variante donc on prend une installation de deux pompes (une en fonctionnement et l'autre secoure) de désignation 80-315/122 XG-S.

Donc il faut équiper la station par deux groupes électropompes submersibles, sachant que le groupe refoule un débit de 68.65m³/h. chaque groupe est équipé par deux cellules pour satisfaire la hauteur manométrique total (31m).

**Photo IV-4** pompe centrifuge submersible

Source : logiciel KSP

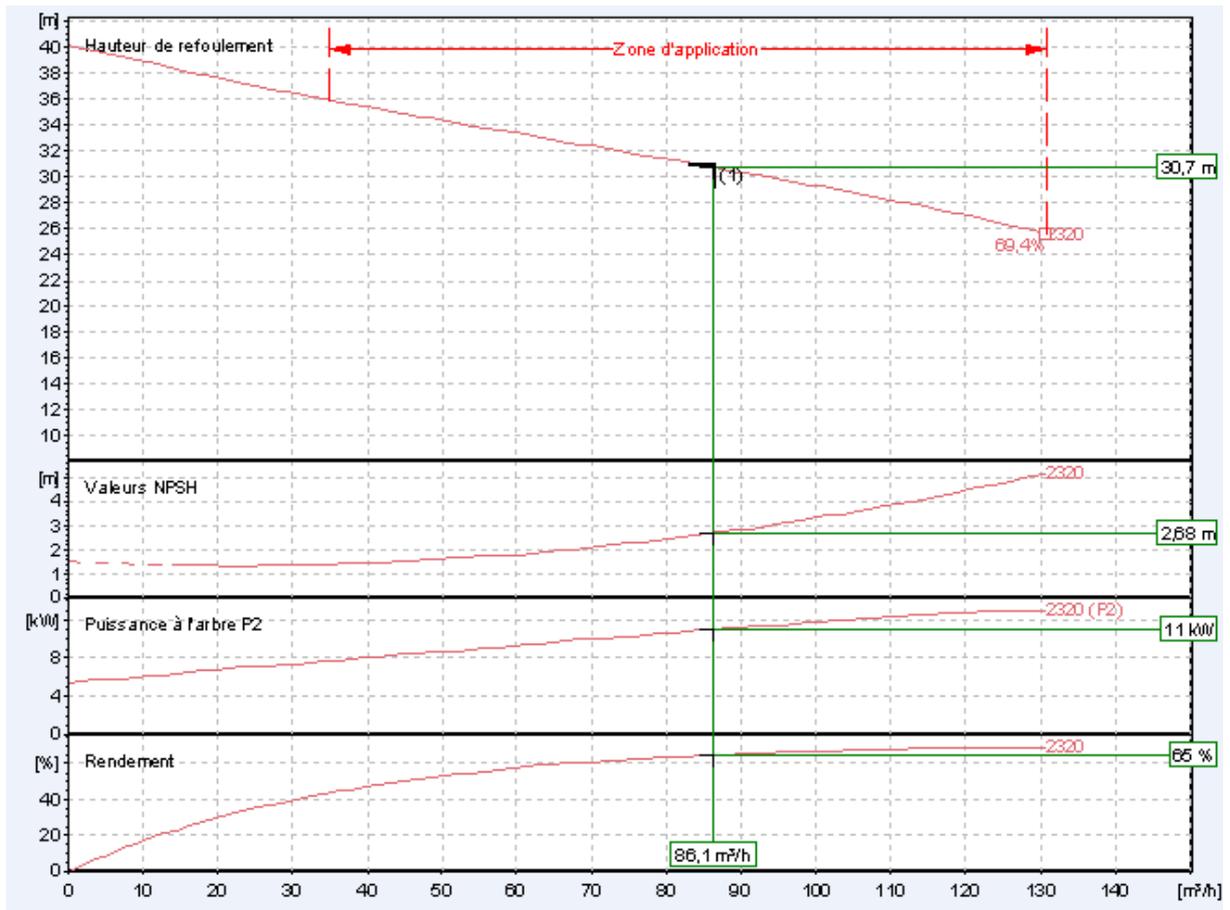


Fig. IV-8 la courbe caractéristique de la pompe

Source : logiciel-KSP

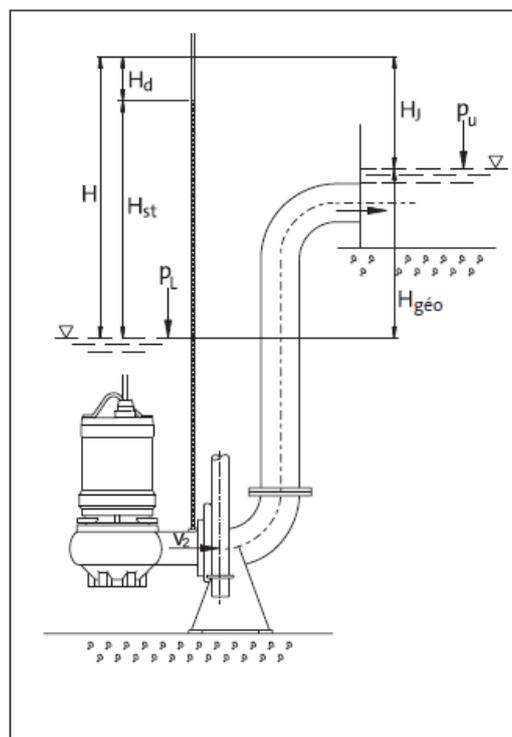


Fig. IV-9 composante de la HMT pour une pompe submersible

IV-12 Ouvrage d'évacuation

Après la collection de toutes les eaux de drainage au niveau de la station de refoulement on achemine les eaux vers un ouvrage d'évacuation qui reçoit aussi les eaux de drainage et permet d'éloigner toutes les eaux de drainage avec une charge vers le lieu de rejet final (OUED RIGH).

Sous l'influence des contraintes naturelles on est contraint de choisir l'évacuation avec des conduites enterrées de 800mm PRV en deux variantes :

- **Première variante :** le tracé d'évacuation dirigé vers le lieu de rejet situé à MEGGARINE, entre Bourkhisse et Ksour à la cote 52.24m sur une longueur de 17641ml.
- **Deuxième variante :** le tracé d'évacuation suivra la route liée entre TAIBET et TOUGGOURT dirigé vers le lieu de rejet situé à TEBESBEST à la cote 60.3m sur une longueur de 14020ml.

IV-12-1 Analyse technico-économique des variantes proposées

Dans le tableau suivant on fait une comparaison entre les deux variantes

Tableau IV-7 Tableau de comparaison des variantes

Variante n°=01	Variante n°=02
Lieu de rejet proposé N°01 à MEGGARINE.	Lieu de rejet proposé N°02 à TOUGGOURT.
Côte terrain naturelle en amont égal à 106,13m.	Côte terrain naturelle en amont égal à 106,13m.
Côte terrain naturelle en aval égal à 52,24m.	Côte terrain naturelle en aval égal à 60,3m.
Longueur du tracé 17641ml.	Longueur du tracé 14020ml.
Pente moyenne de 2‰.	Pente moyenne de 1.7‰.
Volume terrassement très important	Moins volume de terrassement.
Réalisation et gestion difficile (inaccessible)	Réalisation et gestion facile (près de la route nationale N°16).
La conduite sera isolée.	La conduite sera toujours contrôlée.

D'après notre évaluation on trouve la variante n°=02 techniquement mieux que la variante n°=01 à cause de

- Réalisation et gestion facile c'est-à-dire l'accès des engins et moyens de transports sans obstacle.
- Toujours contrôlé, éviter les propriétés privées.

Même point de vue économique malgré la différence de cote terrain naturel en aval on a une pente suffisante dans les deux cas donc on profite de 3621ml dans la 2^{ème} variante, et moins volume de terrassement en cours.

IV-13 Localisation de la zone définitive de rejet

IV-13-1 Présentation de la région

La vallée de Oued Righ est une entité géographique située sur un axe Nord –Sud (Biskra – Ouargla) sur environ 150 km, prenant son origine légèrement au Sud de la palmeraie d'El Goug et débouchant sur le chott Merouane. La pente générale est de l'ordre de 1%; cependant, le profil longitudinal de la vallée est très irrégulier et on note une succession de petits chotts communiquant entre eux par des seuils bas.

Le fond de la vallée est comblé de sédiments sableux entrecoupés de lentilles d'argile salifère. La dénivelée entre le haut et le bas est de quelques mètres seulement et le relief est peu marqué.

C'est une zone dépressionnaire à écoulement d'eau permanent dans le collecteur principal de drainage est l'Oued Righ, elle présente deux millions de palmiers, répartis sur 15 000 ha, l'évolution des sols est conditionnée par de fortes températures, une forte teneur en sels ainsi que par l'excès d'eau.

Les natifs de la vallée pêchaient du poisson dans le canal, voire même la baignade, ce qui est actuellement de l'imaginaire vu la pollution des eaux causées par les rejets domestiques et industriels dans les grandes agglomérations.

Les localités concernées par notre étude s'enclavent dans cette vallée, de ce fait, le canal de Oued Righ conçu pour drainer les eaux d'irrigation est appelé à jouer un second rôle, qui est l'évacuation de leurs eaux usées.

Par conséquent, la zone de rejet idéale ne peut être que le canal de Oued Righ ; et ainsi toutes les eaux épurées, à défaut de les réutilisées pour l'irrigation, trouvent refuge dans le canal.

IV-13-2 Caractéristiques du canal d'Oued Righ :

Le canal de Oued Righ est situé au Nord Est du Sahara algérien, entre la wilaya de Ouargla et celle d' El Oued, son point de départ est à El Goug pour finir dans le chott de Marouane en passant par : Blidet Amor, Temacine, Touggourt, Maggarine, Sidi Slimane, Sidi Amrane, Tikdidine, Maa Zehar, Kantra, Sidi Cheikh, et Dndouka.

Sa longueur totale est de 130 km, sauf 116 km sont aménagées, une pente de 0.28 % et une forme plus en moins trapézoïdale le caractérisent

L'écoulement gravitaire est assuré grâce à la différence de niveau entre l'amont et l'aval du canal, le niveau le plus bas à l'amont est à 83.97 m d'altitude, par contre ce lui de l'aval est à 6.03 m d'altitude.

Son étude est finalisée en 1978, il a fallu attendre trois ans plus tard pour voir ces travaux débutés ; ils ont été achevés en 1984

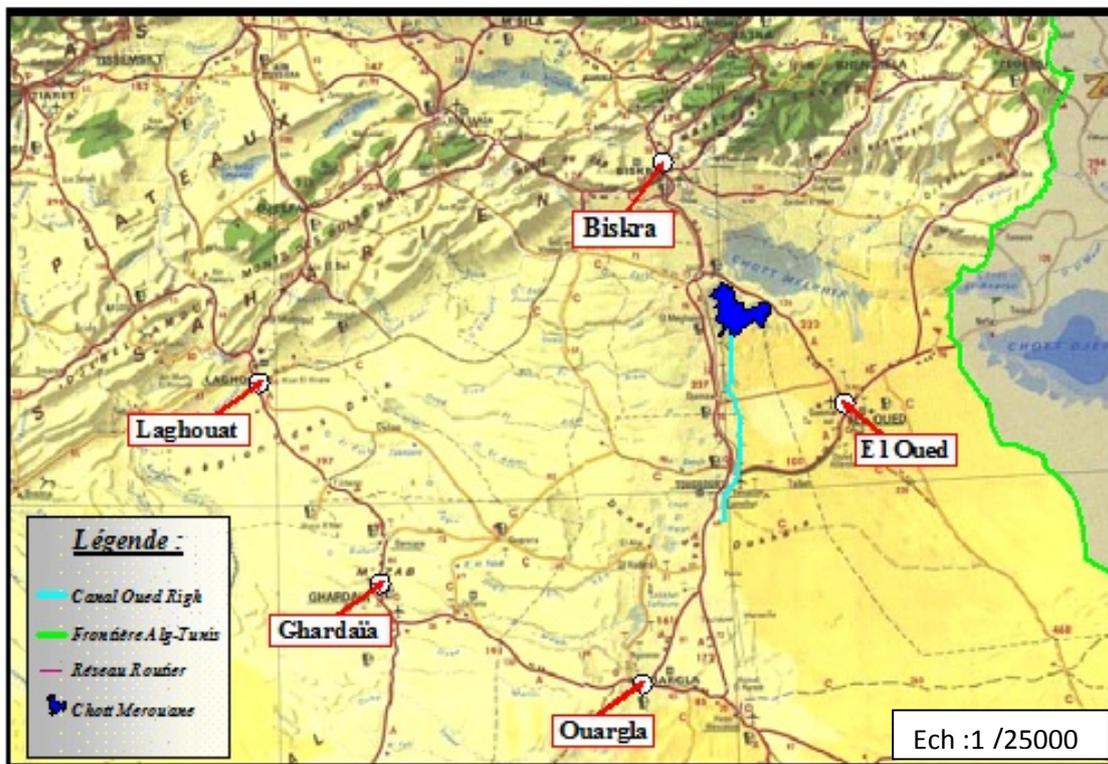


Fig. IV- 10 l'emplacement géographique du canal



Photo IV-5 Canal Oued Righ

La présence du canal de 'Oued Righ le long de la zone d'étude et l'utilisation d'autres ressources (forages) pour l'irrigation de la palmeraie et les autres cultures dans la région de Oued Righ, sont les atouts qui nous permettent d'appuyer notre choix du canal en question comme milieu récepteur des eaux épurées.

Un avantage majeur fait surface une fois les eaux sont rejetées dans le canal en question et qui va sans aucun doute rendre l'aspect économique plus intéressant, il s'agit d'éviter les équipements de refoulement des eaux épurées, et sachant que les systèmes d'épuration prévus sont à quelques mètres du canal ; un écoulement gravitaire via un collecteur permet aux eaux de rejoindre ce canal.

Conclusion

La projection de réseau du drainage par puits et de collecté vers le Grand canal du Oued Righ considéré no seulement projet de résolution de problème de remonté de la nappe mais c'est un projet de développement d'agriculture le long de conduite de collecte d'après le programme de réutilisation des eaux de drainage en irrigation.

V-Gestion, entretien et exploitation du réseau

Introduction

La mise en service du réseau et de ses installations s'effectue progressivement, au cours de cette opération s'exécutent toutes les mises au point, la vérification de fonctionnement correct du réseau et les contrôles des performances des ouvrages d'évacuation des effluents.

En effet la tendance actuelle, pour une meilleure exploitation et gestion de réseau de drainage tend vers la recherche d'une approche qui tient compte à la pérennité des ouvrages et l'entretien courant du réseau, les techniques et les moyens susceptibles d'être mise en œuvre sont variables en fonction des contraintes, la plus importante de celle-ci est l'accessibilité à l'intérieur des ouvrages.

V-1 La connaissance du réseau

La première condition pour une exploitation rationnelle du système de drainage est de connaître :

- Le tracé exact de celui-ci.
- Toutes ces caractéristiques hydrauliques (débit, vitesse...etc.).
- Toutes ces caractéristiques topographiques. (Pente, côte...etc.).

V-1-1 Surveillance du réseau de drainage

Toute mise en place d'un système quelconque de surveillance nécessite au préalable l'établissement de la carte d'identité du réseau que l'on désire contrôler. Elle apportera une connaissance en fonction des résultats recherchés et des caractéristiques du réseau :

Les caractéristiques géographiques et géométriques

Pour les réseaux : Situation en plan, type ou section, côtes de sol et de fil d'eau, pentes etc....

La surveillance d'un réseau répond à plusieurs objectifs, parmi ceux-ci on citera :

- La sécurité du personnel ;
- La maintenance du réseau ;
- La protection du milieu urbain et de l'environnement ;

V-1-2 Organisation de l'entretien du réseau

L'entretien du réseau de drainage est nécessité quotidienne de bon fonctionnement. Le curage du réseau, l'extraction des boues, l'évacuation des déchets, la révision des organes mécaniques des matériels et des installations, est autant d'opérations indispensables au fonctionnement normal.

L'organisation de l'entretien des réseaux doit être fondée sur une parfaite connaissance du réseau dans tous ses éléments constitutifs et dans son fonctionnement.

Un programme de visite s'avère indispensable afin de mener dans de bonnes conditions des opérations d'entretien, de curage et de contrôle des réseaux.

V-1-2-1 Enlèvement des dépôts

Parmi les problèmes du réseau du drainage est le dépôt des matières en suspension, surtout, le sable. Le curage peut se faire automatiquement par des regards de chasse, mais ces derniers ont monté leur limite d'utilisation, donc il vaut mieux prévoir des chasses hydrodynamique ou faire un curage à la main.

V-1-2-2 Détection des fuites

Les causes principales des fuites sont :

- Les fissures au niveau des collecteurs ou au niveau des regards.
- Les joints qui ne remplissent plus leur rôle.

V-1-2-3 Entretien des joints

Les ouvrages (canalisation) peuvent présenter des défauts d'étanchéité et même des ruptures dues aux mouvements du sol, vibration dues à la circulation lourde et dues aux agressions chimiques.

Les défauts généralement se manifestent au niveau des joints. L'entretien consiste à réparer les joints en mauvais état, supprimer les intrusions des racines, réparer les sections corrodées par des déversements chimiques, procéder à l'étanchement des conduites, tant pour les eaux provenant de l'extérieur que de l'intérieur des égouts.

V-1-2-4 Entretien du réseau par télévision

Le diagnostic des désordres constatés sur les canalisations non visitables est extrêmement difficile. Il est pratiquement impossible d'avoir une vue directe pour examen par source lumineuse et miroir, sur un tronçon de canalisation entre deux regards espacés de **40** à **50**mètres, lorsque le diamètre est inférieur à **600** millimètres ou lorsqu'une anomalie est décelée au passage d'un engin de curage. On ne peut pas savoir s'il s'agit d'un joint dégradé, d'une fissure, d'un branchement particulier en saillie, d'un dépôt incrustant ou d'un corps étranger. L'inspection des égouts non visitables est possible par l'utilisation des circuits fermés de télévision. Le principe de cette technique est : un caméra tracté par un câble initialement passé entre deux regards de visite donne de l'intérieur de la canalisation visitée une image visible sur l'écran du téléviseur. Il est évident que ce matériel de visite des canalisations apporte beaucoup d'efficacité lors de l'exploitation d'un réseau.

- L'inspection télévisée apporte énormément dans de nombreux autres domaines
- La détection rapide de la nature des anomalies ainsi que leur repérage précis ;
- Le suivi de l'évolution des matériaux constitutifs des tuyaux ;
- La validité dans le temps des techniques de pose de canalisation ;
- La possibilité de contrôle des intrusions d'eau de nappe dans le réseau ;
- L'élaboration à moyen terme de programme de nettoyage des canalisations en fonction de leur vitesse d'encrassement ;
- Le contrôle de l'efficacité des têtes d'hydro curage et la détermination du matériel le mieux adapté au nettoyage en fonction des déchets perturbant...

V-2 Entretien et exploitation du réseau

L'exploitation est la somme des exigences physiques assurant le bon fonctionnement du réseau au profit des usagés et des collectivités. C'est pourquoi la fiabilité de l'ensemble de ces ouvrages et appareillages mécaniques repose sur un certain nombre de conditions et d'actions auxquelles le responsable de cet équipement public doit satisfaire :

- la connaissance complète des objectifs relatifs à l'efficacité des installations, au respect de l'environnement et du milieu récepteur
- la compétence technique relative au fonctionnement et à l'aménagement du réseau existant permettant en déduire toute la capacité pour l'extension de l'agglomération provoqué par l'urbanisation.
- La pratique des travaux d'entretien concernant le réseau, les ouvrages annexes..
- La protection du personnel et l'amélioration des conditions de travail.
- L'obligation de la surveillance et du contrôle des appareillages en vue d'assurer le niveau de qualité exigée par les collectivités avant tout rejet dans le milieu naturel.
- La nécessité de créer une organisation rationnelle des services (personnel, matériel, véhicules et matière). Permettant le fonctionnement de l'équipe publique aux moindres coûts, en respectant l'équilibre des dépenses et des recettes sans oublier les économies d'énergie possibles.

On admet que les modalités d'exploitation que l'on vient d'énumérer sont aussi importantes que la conception des équipements et les ouvrages

V-3 Technique d'exploitation du réseau

Les réseaux de drainage, qui véhicule à faible vitesse des débits de temps, nécessitent pour qu'ils soient protégés des dépôts et de l'encrassement, des opérations de curage.

Les techniques et les moyens susceptibles d'être mis en œuvre sont variables en fonction des contraintes, la plus importante de celle-ci est l'accessibilité à l'intérieur des ouvrages.

Aussi on est amené à distinguer les interventions périodiques suivantes

V-3-1 Curage mécanique des regards visitables

Dans le domaine du curage mécanique des regards visitables, nous envisagerons successivement les moyens mécaniques avec

- les ouvrages en eau (ouvrages eaux de drainage en cas des hautes eaux)
- les ouvrages à sec (ouvrage d'eaux de drainage en cas des basses eaux).

A) Curage mécanique en présence d'eau

Le curage s'effectue à l'aide d'une vanne mobile susceptible de se déplacer longitudinalement dans la conduite à nettoyer.

La vanne a une forme semblable à la coupe transversale de l'égout (partie inférieure limitée par une horizontale située environ au niveau de la naissance de la voûte).

Cette vanne comporte à sa partie inférieure, au niveau du radier de l'égout, une lumière obturée par une vanne secondaire. On ouvre alors la lumière qui constitue un ajustage de section réglable par lequel s'échappe un jet d'eau tangent au radier de regard, la vitesse de l'eau étant proportionnelle à la racine carrée de la dénivelée entre les plans d'eau amont et aval.

Les sédiments sont déplacés vers l'aval à une distance variant de quelques centimètres à quelques dizaines de mètres en fonction de la vitesse de l'eau d'une part, de la granulométrie et de la densité des sédiments d'autre part.

B) Curage mécanique sans présence d'eau

Le curage ne peut être exécuté en utilisant l'énergie de l'eau puisque le débit de temps sec est très insuffisant. Donc on doit extraire cette matière accumulée dans l'égout au moyen des techniques rustiques basées sur les bras, la pelle et la pioche.

V-3-2 Curage des regards non visitables

Les réseaux d'égout non visitables font appel pour le curage à deux types de procédés:

- Procédé manuel.
- Procédé hydrodynamique.

A) Les procédés manuels de curage

L'entretien réalisé selon ces procédés impose au personnel d'être directement en contact avec l'effluent.

a)-1 La chasse d'eau

Ce procédé consiste à réaliser une retenue en amont par obstruction de la canalisation au moyen d'un bâtard d'eau. L'ouverture rapide de cette retenue crée en aval une chasse qui entraîne une grande partie des dépôts existants.

Ce procédé présente un certain nombre d'inconvénients, parmi lesquels: la mise en charge du réseau qui se répercute sur les branchements particuliers ainsi que le phénomène du dépôt dans la partie amont pendant la retenue.

a)-2 La boule roulante

Elle active l'auto curage du collecteur. La boule a un diamètre de l'ordre de **50** cm et comporte des bourrelets en forme de (S). Le lâchage quotidien d'une boule dans les collecteurs entraînée par le courant remet en suspension et entraîne les dépôts.

B) Le procédé hydrodynamique

Le curage hydrodynamique est généralement exécuté par des aspiratrices ou par des cureuses hydromécaniques.

b)-1 Cureuses hydromécaniques

Ce sont des appareils qui se déplacent de l'amont vers l'aval du collecteur, un jet central désagrège les boues tandis d'autres jets latéraux poussent les boues émulsionnées vers le regard afin d'être aspirées.

b)-2 les aspiratrices

Ces équipements, montés sur châssis camion, se composent d'une cuve d'un volume de **4 à 25 m³** mise en dépression par une pompe à vide, d'un débit variant entre **500 et 1000 m³/h**. Les matières déposées sur le radier de l'ouvrage sont ainsi aspirées par l'intermédiaire d'un tuyau souple raccordé à l'arrière de la cuve.

Les aspiratrices sont principalement utilisées pour le nettoyage des bouches d'engouffrement, des bacs de dessablement.

Elles sont également, utilisées lors du curage des collecteurs visitables, car leur puissance d'aspiration permet d'aller chercher les sables assez loin par allongement des tuyaux d'aspiration.

V-4 Réhabilitation du réseau

Le réseau de drainage est considéré comme inexploitable lorsque les préjudices qu'il cause au milieu naturel ou aux citadins ne sont plus tolérables, dans un tel cas on a deux choix : soit le réparer ou le changer. Le remplacement d'un réseau d'assainissement s'avère très coûteux et les travaux de réalisation causent beaucoup plus de désagrément que lors de la réparation. Les travaux de réhabilitation que l'entrepreneur doit entreprendre sont :

- Le fraisage des obstacles intérieurs.
- Le tubage intérieur.
- Le graissage intérieur.
- L'injection de produits colmatant.

V-4-1 Le fraisage des obstacles

C'est une opération destinée à l'élimination des racines d'arbres qui s'introduisent par les joints, l'opération est effectuée par une brosse circulaire dure qu'est actionnée par un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal. Le mouvement de rotation est assuré par un moteur électrique.

V-4-2 L'injection des produits colmatants

Cette technique est utilisée pour les conduites de gros diamètres, elle consiste à projeter par centrifugation une couche de mortier de ciment où résine hypoxydique qui se stabilise à l'état de gel ce qui permet d'obturer tous trous ou fissures.

V-4-3 le tubage intérieur

On adopte cette technique pour les conduites ayant un diamètre de 1000mm ou plus, son principe ne consiste à placer des tuyaux à l'intérieur de la canalisation.

L'assemblage se fait par collage, par emboîtement, par joint caoutchouc ou par thermo soudage.

V-4-4 Le gainage intérieur

Ce procédé est utilisé pour les conduites de diamètre allant de **200mm** à **1000mm**, avant la mise en place de la gaine on procède à une inspection de la canalisation par une caméra TV. On place à l'intérieur de la conduite une gaine qu'on gonfle avec de l'air sous pression (de **0,1** à **0,5** bar).

V-4-5 Le chemisage extérieur

L'opération est appliquée pour les canalisations traversant des terrains marécageux, ou des soles agressifs. Elle consiste à enrober la canalisation d'une gaine étanche et qui résiste aux attaques chimiques, la gaine est en suite entourée par une couche de sable pour faciliter le drainage des eaux qui se stagnent autour de la conduite.

Conclusion

En Algérie, la gestion des réseaux drainage par des conduites est presque inexistante ; c'est l'absence totale de la maintenance préventive par manque de moyens matériels ; jusqu'à présent, on procède uniquement à la maintenance curative qui concerne toutes les opérations nécessaires pour remettre en état un ouvrage ; il s'agit donc essentiellement d'opérations de nettoyage qui ne sont pas programmables.

Cette maintenance est effectuée pour les réseaux visitable par des grandes entreprises, par contre pour les réseaux non visitable c'est l'A.P.C qui s'encharge des travaux d'entretiens.

Durant les dernières décennies, l'investissement a représenté l'effort principal des collectivités locales. L'entretien et la conservation des patrimoines, jusqu'ici quelque peu négligés, représentent pour l'avenir une nouvelle voie d'intérêt. En effet si on veut optimiser le coût global, l'on doit trouver un équilibre entre, d'une part les ouvrages neufs et d'autre part, les travaux de conservation les mieux conduits possible, c'est-à-dire des économies en effectuant des réparations sans attendre que l'importance des dégradations majore le coût de restauration.

CONCLUSION GENERALE

Les disponibilités hydriques naturelles doivent exister en quantités suffisantes, même dans les régions arides et déshéritées, pour que leur répartition et leur utilisation ne présentent pas de difficultés particulières. Mais, en notre époque moderne, caractérisée par un essor démographique, industriel et agricole sans précédent, des utilisations nouvelles sont venues s'ajouter aux usages anciens et traditionnels de l'eau. L'exploitation de plus en plus poussée des potentiels de production, jointe à la nécessité d'alimenter des collectivités plus nombreuses et où les besoins de chaque individu sont en augmentation constante, exigera dans les années qui viennent des ressources hydriques toujours plus importantes.

La localité de M'Nagueur « zone aride » est caractérisée par l'existence de trois nappes aquifères différentes : le Complexe Terminal, le Continental Intercalaire et la nappe phréatique.

- ✓ La nappe phréatique située entre 10 à 40 mètres de profondeur (1ère nappe)
- ✓ Le Complexe Terminal situé entre 220 à 800 mètres de profondeur (2^{ème} nappe)
- ✓ Le Continental Intercalaire ou « Albien » situé entre 1800 et 2000 mètres de

Profondeur

Ces trois nappes représentent donc une ressource hydrique intéressante à Exploiter pour les usages domestiques et pour la mise en valeur de M'Nagueur. Néanmoins, leur taux de salinité significatif pose encore un sérieux problème pour la Boisson.

L'étude géologique de notre région montre que le réservoir du Continental Intercalaire est contenu dans les formations continentales des horizons sableux et argilo gréseux du Crétacé inférieur.

L'historique du phénomène de la remontée des eaux a montré un accroissement rapide des besoins en eau, c'est pourquoi des forages atteignant les nappes profondes ont été réalisés. Notre recherche a montré que le facteur principal qui a provoqué le phénomène est la surexploitation intensive des nappes profondes pendant ces dernières années.

L'étude hydrochimique, nous a donné un aperçu global sur la qualité des eaux de ces nappes, permettant de constater que leur pollution est due à une dissolution (mise en solution) et au lessivage par les eaux usées qui constitue une contamination dangereuse de la nappe.

En général, les teneurs en éléments chimiques dépassent les limites des normes admises par O.M.S. Ces quantités excessives des éléments indésirables dans l'eau posent le problème de la potabilité des eaux et présentent un risque pour la santé publique qui doit être pris en considération par les autorités de la région.

Nous nous sommes intéressés dans ce document à l'étude des impacts et des dégâts du phénomène de la remontée des eaux sur la région de M'Nagueur, qui est de notre point de vue un exemple d'une catastrophe environnementale, qui doit être remédiée le plutôt possible aussi bien pour l'agriculture, que l'urbanisme ainsi que le tourisme. Pour cela, des solutions ont été proposées afin de réduire autant que possible ces impacts environnementaux négatifs. L'une des solutions majeures est la projection d'un réseau de drainage pour toute la région

afin d'éviter la majorité des problèmes environnementaux ainsi et que la mise en place d'une station d'épuration dont les normes sont bien définies.

En fin, nous suggérons une étude géophysique bien déterminée de la région de M'Nagueur afin de régler le problème de la remontée des eaux d'une façon idéal.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- [1] : D.H.W Direction d'hydraulique de la wilaya d'El-Oued.2008 Rapport d'étude d'APS (avant projet de M'Nagueur) du système de drainage vertical pour la récupération des eaux D'infiltration sous l'agglomération de M'Nagueur
- [2] : O.N.A Office nationale d'assainissement de la Wilaya Ouargla.2008 Rapport O.N.A : le phénomène de remontée des eaux dans la vallée de M'Nagueur
- [3] : O.N.M Office nationale de métrologique De la Wilaya Ouargla
- [4] : D.S.A direction de Service Agricole.2008
- [5] : O.N.S Office National de Statistique.2008
- [6] : D. S direction de la santé 2008
- [7] : A.N.R.H Agence nationale des ressources Hydraulique Ouargla.
- [8] : HPO-BG mission II : Etude d'assainissement des eaux(2002) résiduaires, pluviales et d'irrigation. Mesures Complémentaires de lutte contre la remontée de La nappe phréatique
- [9] : Benhamida.S Etude hydrogéologique de la région De M'Nagueur (1993) Rapport A.N.R.H Ouargla.
- [10] : Abderrazak Khadraoui sole et hydraulique agricole dans les oasis algériennes.
- [11] : Abderrazak Khadraoui Eaux et sols en Algérie.
- [12] : Abderrazak Khadraoui Eau et impact environnemental dans le Sahara algérien.

Liste des abréviations

A.E.P : Alimentation en Eau Potable.

A.D.E : Algérienne Des Eaux.

A.N.R.H : Agence National des Ressources Hydraulique.

C.I : Continental Intercalaire.

C.T : Complexe Terminal.

D.H.W : direction Hydraulique de la Wilaya.

D.S.A : direction de Service Agricole.

M.T.H : Malade Transmission Hydrique.

O.N.A : Office National d'Assainissement.

O.N.M : Office National de Météorologie.

O.N.S : Office National de Statistique.

S.T.E.P : Station d'Epuration.

S.A.U : Superficiel Agricole Utile.

J : Hectare

SAR : L'alcalinité d'une eau d'irrigation (sodium adsorption ratio)

SP : Station de pompage

USSL : United States Salinity Laboratory

LR : leaching Requirement (fraction de lessivage)

Ce : Conductivité électrique

mmhos/cm : millimhos par centimètre

ESP : Le taux de sodium échangeable

Logiciel (KSP) en utilisation pour choisir le type et le nombre des pompes des stations de refoulement

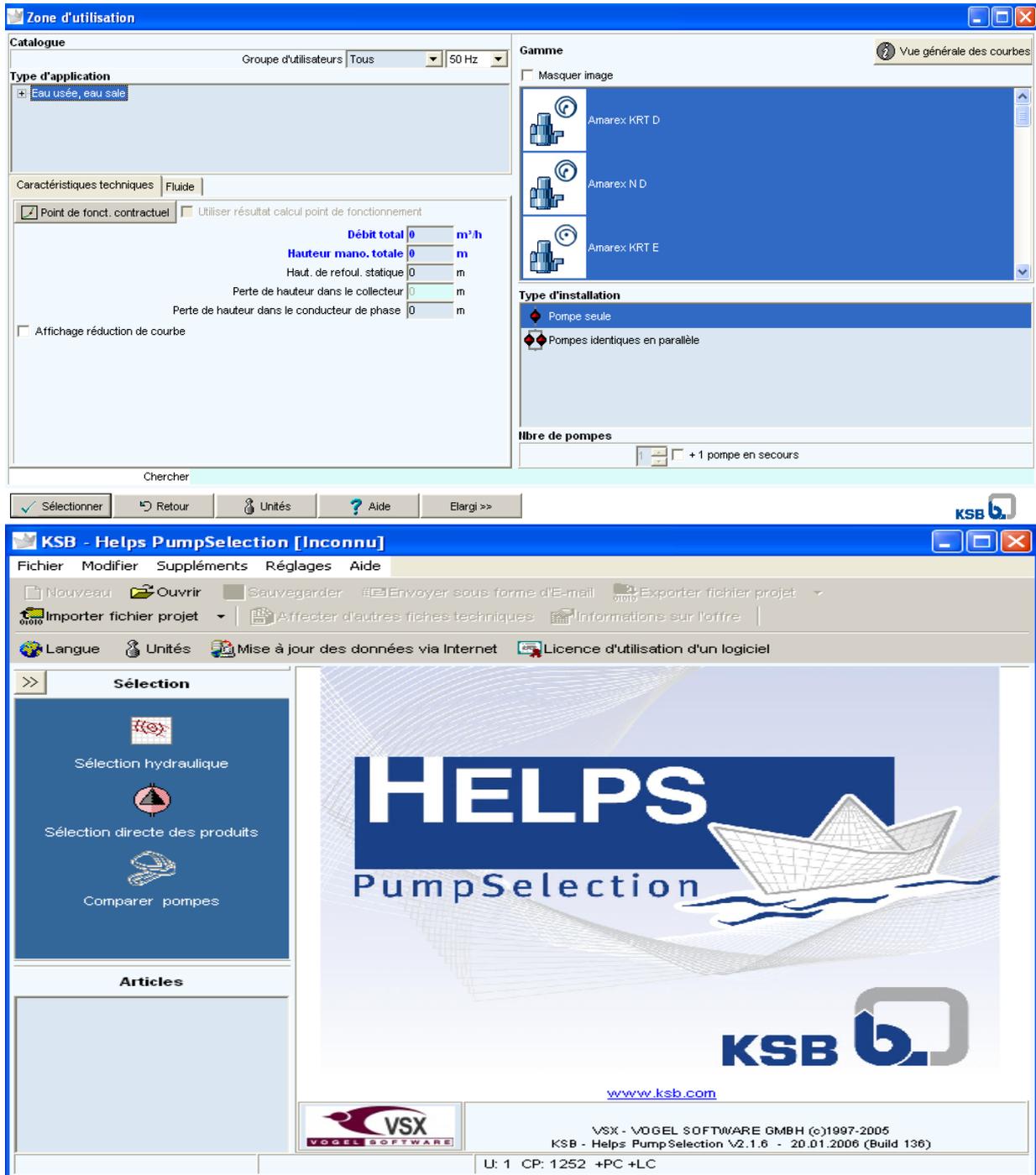


Photo de logiciel KSP

Logiciel (CALCUL) en utilison pour calculeé les carscteristique hydraulique

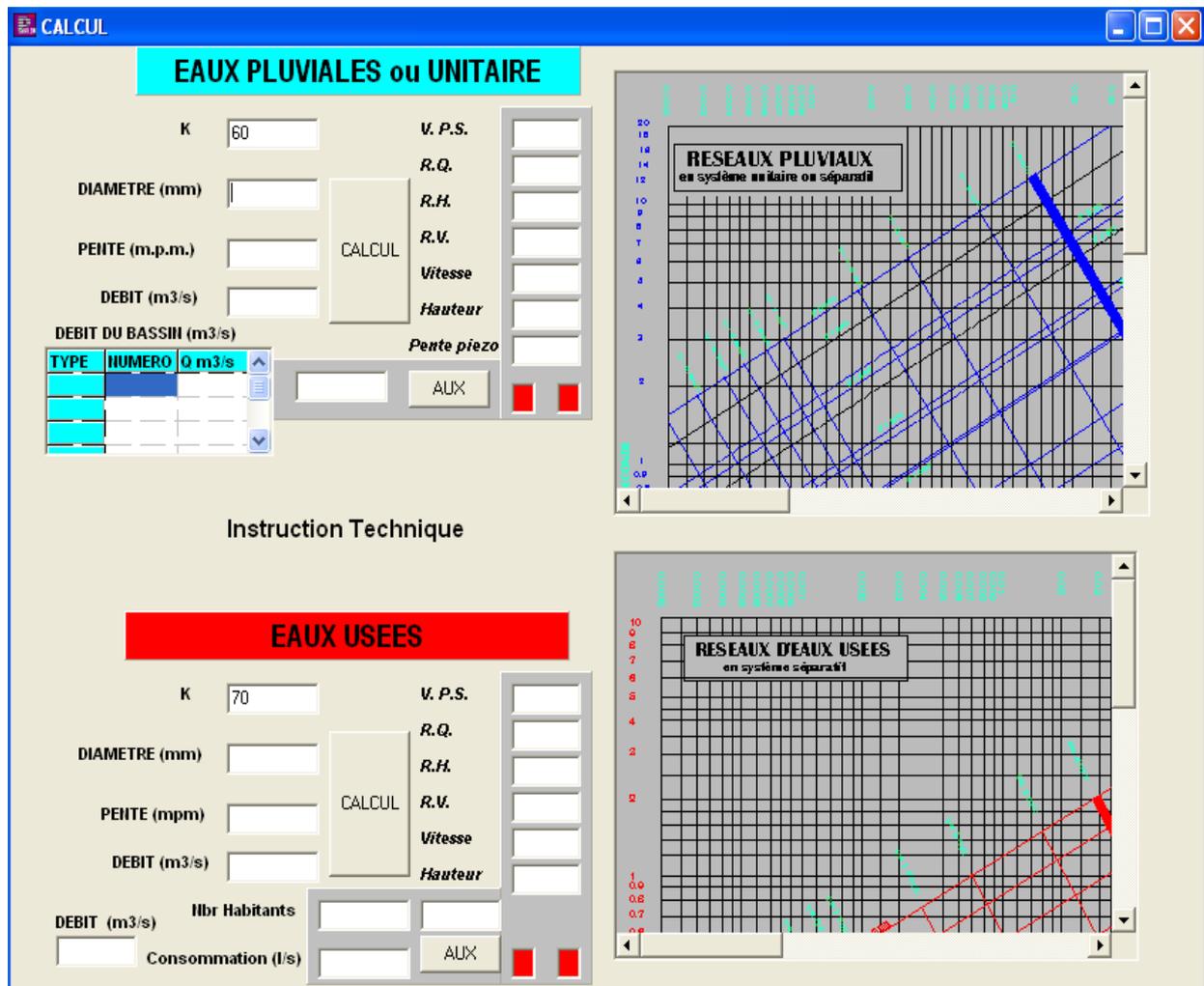
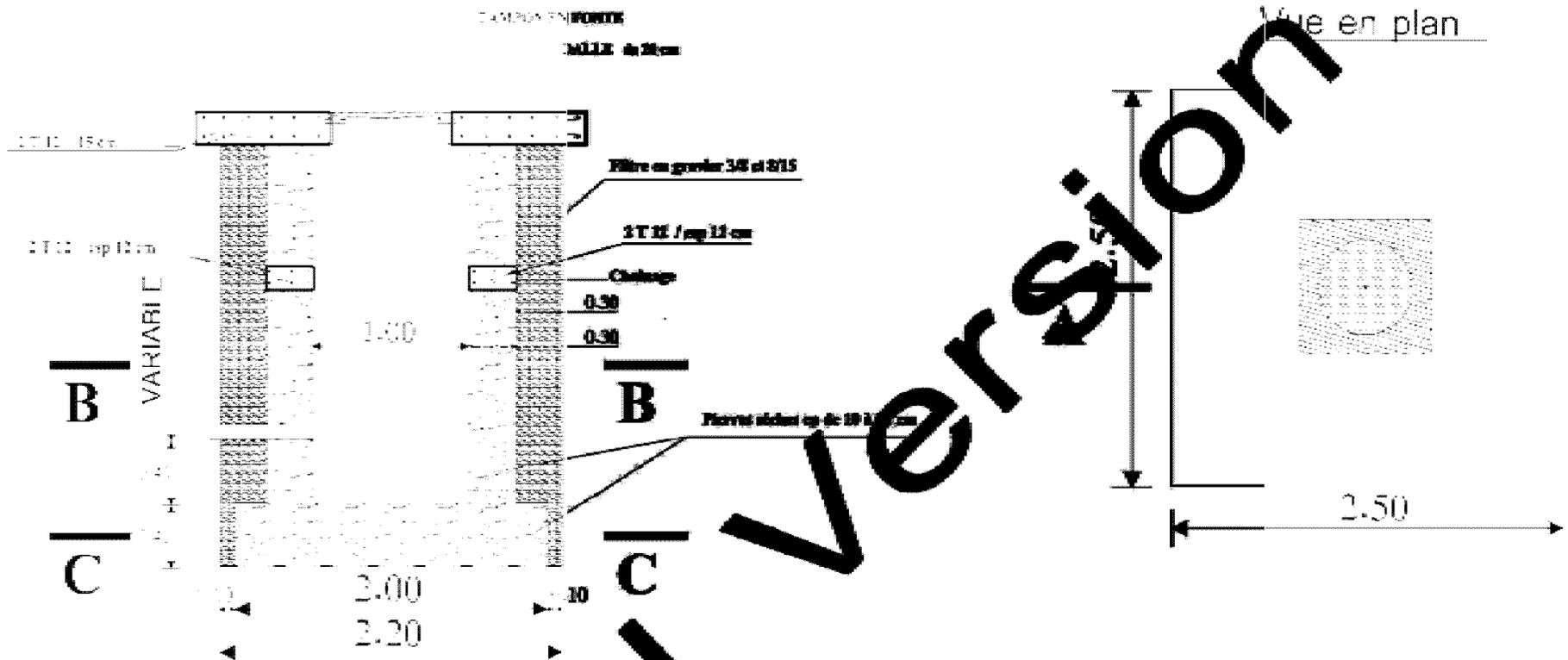


Photo de logiciel calcul

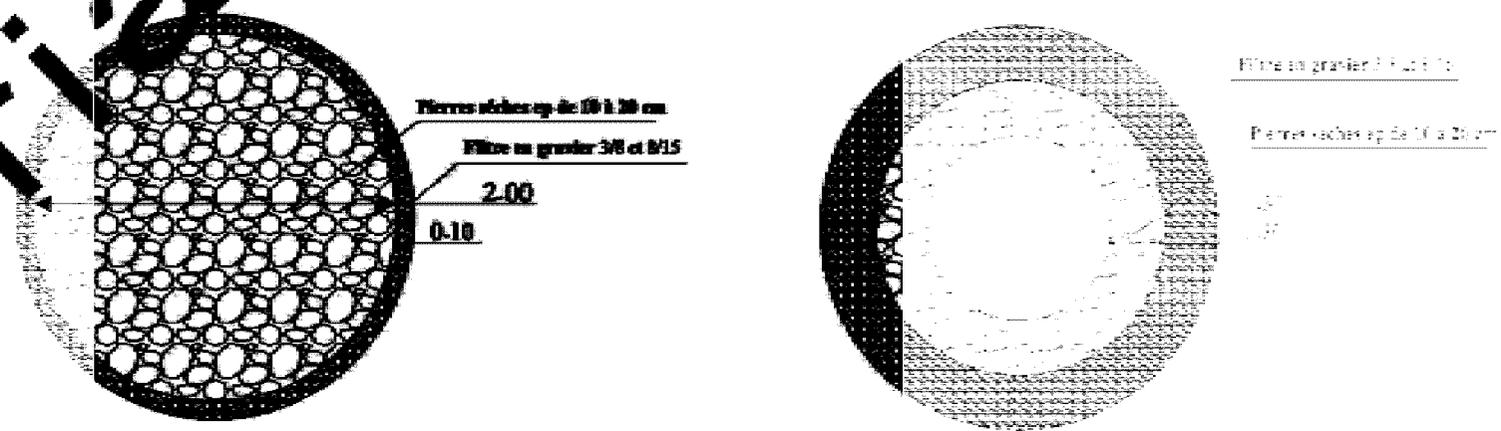
Coupe A- A

Vue en plan



Coupe C- C

Coupe B- B



NOTES:

1. Puits de diamètre 1,50 m et profondeur de 3,20 m.
2. Puits en béton armé de diamètre 1,50 m et hauteur de 3,20 m.
3. Puits en béton armé de diamètre 1,50 m et hauteur de 0,30 m.
4. Puits en béton armé de diamètre 1,50 m et hauteur de 0,10 m.
5. Puits en béton armé de diamètre 1,50 m et hauteur de 0,30 m.
6. Puits en béton armé de diamètre 1,50 m et hauteur de 0,10 m.

Schéma des vues des puits de drainage