UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En Vue De L'obtention Du Diplôme D'ingénieur d'Etat en science agronomique
Spécialité : Agronomie Saharienne
Option : Mise en valeur des sols saharienne

THEME

Contribution à l'étude de l'impact de la variabilité topographique à Oued Souf sur le niveau de drainage dans les Ghouts

Présenté et soutenu publiquement par :

Mr BAHRI Abdelbasset

Le 27/09/2010

Devant le jury :

Président :	Mr.HAMDI AISSA B.	M.C.A. Univ.K.M.Ouargla
Promoteur :	Mr. SAKER. M.L.	M.C.A.Univ.K.M.Ouargla
Co-promoteur:	Mr.DADDI BOUHOUN.M	M.A.A.Univ.K.M.Ouargla
Examinateur :	Mr. KAHELCEN. K	M.A.A.Univ.K.M.Ouargla
Examinateur :	Mr. LADJICI .AK	M.A.A.Univ.K.M.Ouargla
Membre invité:	Mr. HACINI.M	M.C.A.Univ.K.M.Ouargla

Année Universitaire : 2009/2010

Remerciements

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude avant tout à Dieu, le tout puissant qui ma aidé et donné le courage pour mener à bien ce modeste travail.

Ma gratitude et mes vifs remerciements vont aussi à mon directeur de mémoire M^{r}. SAKER M.L. Maître de conférences "A" à la Faculté des sciences de la nature et la vie et des sciences la terre et de l'univers à l'université Kasdi Merbah -Ouargla.

et notre co-promoteur M^{r}. DADDI BOUHOUN. M. Maître assistant "A" à la Faculté des sciences de la nature et la vie et des sciences la terre. Je remercie tout particulièrement messieurs les membres jury :

- Mr. HAMDI AISSA Baelhadj, Maître de Conférences à l'université Kasdi Merbah -Ouargla qui a accepté de présider ce jury.
- Mr. KAHELCEN. C., Maître Assistant à l'université Kasdi Merbah -Ouargla et Mr. LADJICI.AEK, Maître Assistant A à l'université Kasdi Merbah-Ouargla d'avoir bien voulu accepter d'assister à ce.et Mr.HACINI.M Maître de Conférences à l'université Kasdi Merbah -Ouargla qui a accepté de l'invitation.

,

Mes remerciements s'adressent à tous les enseignants du département d'agronomie, de l'université Kasdi Merbah -Ouargla.

Mes remerciements vont aussi aux responsables de l'ANRH de Ouargla et la DHW d' El-Oued pour leur aide multiforme.

Enfin, je tiens à remercier tous les amis et collgues qui m'ont aidé et encouragé pour réaliser ce mémoire, particulièrement : Ismail,Maamar, Attalahe, Hodayfa, Hamid, Ahmed, Mesoudane …….

DEDICACE

Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

A mes très chers parents en reconnaissance de leurs divers sacrifices, de leurs précieux conseils, de leur soutien moral et de leurs encouragements.

A mes chers frères

A ma très chère sœur

A toute la famille paternelle et maternelle

A tous (tes) mes amis (es)

A ceux qui ont attribué de prés ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail

ABDELLBASSET..

Liste de Tableaux

Tableau I. Inventaire des forages (Source : D.H.W., 2000)…….. **5**

Tableau II. Nombre et pourcentage de palmiers affectés par commune (Source : DSA, 1998)…… **13**

Tableau III. Bilan d'eau de la zone d'étude en 2001 (BG. 2007)…… **19**

Tableau IV. Bilan d'eau de la ville d'El Oued en 2001(BG. 2007)……... **19**

Tableau V. Dotation moyenne journalière par commune en 2000 (Service de l'hydraulique d'El-Oued 2006)……... **21**

Tableau VI. Profondeurs des ouvrages de captages des eaux à drainée (ONA. 2006**)**…….. **25**

Tableau VII. Données météorologiques de la région de Oued Souf, 1999 à 2008 (O.N.M., 2009) **.** **39**

Tableau VIII. Etat de la station des ghouts de Oued Souf (D.S.A, 1998)……..… **52**

Tableau X . Fiche des donneés geographiques des stations humide (ghouts)…… **53**

Tableau IX. Fiche des donneés geographiques de la station inondée (ghouts)…….. **55**

Tableau XI. Fiche des donneés geographiques des stations sèches (ghouts)…….. **57**

Liste de figures

Figure 1. Coupe schématique montrant l'évacuation des eaux usées dans les fosses septiques…… 7
Figure 2. Mécanisme d'alimentation de la nappe phréatique (COTE, 1998)…… 8
Figure 3. Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001 (A.N.R.H., 2003)…… 9
Figure 4.Carte de variations du niveau piézométrique d'eau de la nappe phréatique (Avril 2002-Avril 2001) (A.N.R.H., 2003)…… 11
Figure 5.La rémontée des eaux :noyau central des obstacles devant les axes de développement durable (KHECHANA, 2007)…… 14
Figure 6.Culture irriguée par puits dans la nappe phréatique (ONA ,2010)…… 15
Figure 7. Organigramme du bilan d'eau de la vallée d'Oued Souf (KHECHANA, 2007)…... 18
Figure 8. Drainage vertical par pompage de forages à Oued Souf (ONA, 2010)…… 23
Figure 9. Représentation schématique générale du projet…… 26
Figure 10 .Culture traditionnelle en Ghout (ONA, 2010)…… 28
Figure 11.Résultats de la simulation pour 2030 avec réseau de drainage (KHECHANA, 2007)…… 30
Figure12. Simulation pour 2030 sans réseau de drainage (KHECHANA, 2007)…… 32
Figure 13. Présentation géographique de la région de Souf (Google, 2008)…… 36
Figure 14. Carte de situation des communes de la willaya d'ElOued…… 37
Figure 15. Extrait de la carte topographique de la région d'ElOued…… 38
Figure 16. Diagramme ombrothérmique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Souf (période 1999-2008)…… 42
Figure17. Etage bioclimatique de Souf selon le Climagramme d'EMBERGER…… 43
Figure 18. Plan et coupe d'un ghout (MEDARAG NAROU BOUBIR et FARHI, 2009)…… 44
Figure 19. Couloir Robbah – El Oued – Kouinine…… 51
Figure 20. État des ghouts d'après (Cote 2001)…… 59
Figure 21.Carte présentative des ghouts d'études dans la région de Souf (google Earth, 2010)…… 60
Figure 22. Méthodologie de travail…… 64
Figure 23. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique…… 74
Figure 24. Salinité moyenne d'eau phréatique dans les ghouts…… 75
Figure 25. Le résidu sec moyen de la nappe phréatique dans les ghouts…… 76
Figure 26. pH moyenne des eaux phréatiques dans les ghouts…… 77
Figure 27. Variations spatiales des niveaux de la nappe phréatique…… 78
Figure 28. Variation spatial de la conductivité électrique de la nappe phréatique…… 79
Figure 29. Variations spatiales des résidus secs…… 80
Figure 30. Variations spatiales du pH…… 81
Figure 31. Carte des iso valeurs pour l'altitude des stations d'études…… 83
Figure 32 . Couloir Robbah – El Oued – Kouinine…… 84
Figure 33. Carte piézométrique de la nappe phréatique de la region d'étude…… 85
Figure 34. Profil Est-Ouest de la nappe phréatique passant par Magrane…… 86

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
A.N.R.H	Agence nationale de ressource hydrique
CI	Continental intercalaire
CE	Conductivité électrique
CT	Complexe terminale
D.S.A. El	Direction de service agricole El Oued
E.R.S.S	Etude des ressources en eau du Sahara septentrional
D.H.W	Direction d'hydraulique de la wilaya
D	Densité
L.A.D.E	Laboratoire d'Algérienne des eaux
O.N.M	Office nationale de météorologie
O.N.R.G.M	Office nationale de recherche géologique et minière
R.s	Résidu sec
H	L'humidité
CEs	Conductivité électrique du sol
CEn	Conductivité électrique de nappe phréatique
Rsn	Résidu sec de nappe phréatique
Pn	Profondeur de nappe phréatique
pHn	pH de nappe phréatique
Déc	Décimale
GPS	Global positioning system
GEO	Geographique

Liste de Photos

Photo 1. Ghout récemment remblayé…….. **16**

Photo 2. Nouveaux périmètres agricoles autour de la ville d'El-Oued…..……..… **16**

Photo 3. Drainage horizontal par conduites (ONA, 2006) ……..… **24**

Photo 4. Système de Ghout au Souf (KEDDADRA, 1991) ……..…..…… **45**

Photo 5. Ghout inondé dans la region du souf……..…… **54**

Photo 6. Ghout humide dans la région du souf……..… **56**

Photo 7. Ghout sec la région du souf……..…….……..... **58**

Photo 8. Messure du niveau de la nappe(A) et prélévement des eaux (B) ……..… **61**

Photo 9. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B) ……..… **62**

Photo10. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B) ….…… **62**

Photo 11. Appariel de mesure GPS……..……..….. **65**

Photo12. Logiciel de Mapinfo……..…… **66**

Photo 13. Logiciel de conversion de cordonnée……..…..…… **66**

Photo 14. Brise vents dans les ghouts secs d'Oued Souf…… **73**

Photo 15. Puit traditionnel dans les ghouts secs d'Oued Souf……..…...…..….. **73**

Photo 16. Risque d'ensablements, dans les ghouts secs d'Oued Souf….....…… **73**

Liste de Photos

Photo 1. Ghout récemment remblayé…….. **16**

Photo 2. Nouveaux périmètres agricoles autour de la ville d'El-Oued…..……..… **16**

Photo 3. Drainage horizontal par conduites (ONA, 2006) ……..… **24**

Photo 4. Système de Ghout au Souf (KEDDADRA, 1991) ……..…..…… **45**

Photo 5. Ghout inondé dans la region du souf……..…… **54**

Photo 6. Ghout humide dans la région du souf……..… **56**

Photo 7. Ghout sec la région du souf……..…….……..... **58**

Photo 8. Messure du niveau de la nappe(A) et prélévement des eaux (B) ……..… **61**

Photo 9. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B) ……..… **62**

Photo10. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B) ….…… **62**

Photo 11. Appariel de mesure GPS……..……..….. **65**

Photo12. Logiciel de Mapinfo……..…… **66**

Photo 13. Logiciel de conversion de cordonnée……..…..…… **66**

Photo 14. Brise vents dans les ghouts secs d'Oued Souf…… **73**

Photo 15. Puit traditionnel dans les ghouts secs d'Oued Souf……..…...…..….. **73**

Photo 16. Risque d'ensablements, dans les ghouts secs d'Oued Souf….....…… **73**

Introduction

Dans les Oasis de Oued Souf, c'est plutôt le deuxième procédé qui est appliqué et que le soufi surnomme les ghouts qui prennent la forme de cuvettes dans lesquelles sont implantés des palmiers dattier dont le captage des eaux des nappe superficiel (continental intercalaire et complexe terminal) par les systèmes hydrauliques modernes (forages) a provoqué la remontée des eaux ou l'inondation des ghouts et ensuite la mort des palmiers dattiers par asphyxie (REMINI, 2004).

L'utilisation accrue des eaux souterraines au Sahara septentrional pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable a engendré des problèmes hydrogéologiques et notamment la création et/ou la remontée des niveaux de nappes phréatiques nuisibles pour l'agriculture et l'environnement. La mauvaise gestion des ressources conjuguée à des problèmes pédoclimatiques et géomorphologiques ont fait apparaitre des phénomènes dus à des excès d'eau, particulièrement dans les willaya de Ouargla et d'El Oued. Ces phénomènes ont pris de l'ampleur après l'avènement de l'opération APFA (accession à la propriété financière agricole), menée souvent sans études préalables de sols ,de cultures adaptées et des besoins en drainage. Ceci a provoqué dans certaines régions un accroissement important de la salinité et la dégradation de grandes étendues de sols. De plus, les eaux de drainage saumâtres entraînent de sérieux problèmes par manque d'exutoire (KHADRAOUI, 2006).

L'objectif de notre travail est la contribution à l'étude de l'impact de la variabilité topographique sur le niveau de drainage dans les ghouts de Oued Souf.

En d'autres termes, une question est posée ?

Est-ce-que l'effet topographique constitue un facteur majeur de la remonté de la nappe phréatique et le manque de drainage naturel dans le ghout ?

Pour répondre à cette question, nous avons effectué notre recherche, en adoptant une méthodologie d'étude basée sur le choix de sites expérimentaux, selon le niveau de la nappe phréatique pour assurer une étude spatiale et des résultats précis dans la zone d'étude.

Notre étude se compose trois parties essentielles, à savoir :

La première partie de notre travail a été consacré à une synthèse bibliographique ayant trait à des généralités sur le phénomène de la remonté de la nappe phréatique et l'impact sur le couvert végétal dans le ghout (palmiers), et proposer les solutions nécessaires pour diminuer les dégâts nuisibles pour l'agriculture et l'environnement oasien.

La seconde partie a été réservée aux matériels et méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail.

La troisième partie, elle est inhérente aux résultats et discussions de notre travail.

Chapitre I : Le Souf et le phénomène de la remontée de la nappe phréatique

La vallée du Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des ghouts (cratères abritant les palmeraies), ainsi que les zones basses de la ville et sa périphérie. (A.N.R.H., 2000).

1. Description du phénomène

La nappe phréatique de la région du Souf subit une remontée progressive de son niveau piézomètrique depuis les années soixante, et semble s'aggraver avec les années (A.N.R.H., 2000). Les premiers signes d'une remontée de la nappe phréatique sont visibles dans les ghouts, car la profondeur de I'eau y est, en temps normal, de 1'ordre de 1 a 2 mètres. Une remontée de 1,5 mètres aura comme conséquence 1'apparition de tranches d'humidité (COTE,2001).

En système traditionnel, les eaux mobilisées, provenant des oueds ou des nappes phréatiques, sont rejetées dans les puits perdus après utilisation domestique, dans les zones d'épandage après utilisation agricole. La partie non évaporée percole et va rejoindre la nappe phréatique. Entre volume apporté et volume évacué, un équilibre s'établit sur le long terme, et le niveau de la nappe phréatique reste stable. (COTE, 1998).

Lorsque l'exploitation de la nappe s'accroît (passage du puits à balancier au groupe motopompe), et que l'évapotranspiration par les plantations croît, la restitution à la nappe se réduit, le niveau de celle-ci tend à s'abaisser : c'est le phénomène du rabattement noté dans de nombreuses oasis. (COTE, 1998).

Mais l'appel aux grands aquifères génère un autre type de déséquilibre. Les forts débits introduits dans le circuit sont à l'origine de forts volumes d'eaux usées qui ne retournent pas en profondeur, ils ne sont pas non plus évacués à l'extérieur du bassin hydraulique. Ils vont rejoindre la nappe phréatique, qu'ils gonflent d'autant. (COTE, 1998).

Lorsque la montée de celle-ci est limitée, elle peut se révéler bénéfique: une nappe proche et abondante incite les agriculteurs à équiper leurs puits de moto-pompes, à créer des exploitations nouvelles. Encore faut-il compter avec une certaine salure des eaux, qui ne permet pas toutes les cultures. (COTE, 1998).

Mais lorsque l'apport provenant de la profondeur est puissant et continu dans le temps, le niveau de la nappe phréatique s'élève, finit par être proche de la surface où elle menace cultures et habitations. Il est des cas où elle finit par affleurer, révélant au grand jour un déséquilibre écologique. (COTE, 1998).

2. Historique du phénomène

Avant les années soixante, les oasiens utilisaient uniquement les eaux de la nappe phréatique pour les besoins en eau potable et agricole; il existe un équilibre entre les prélèvements et les rejets, et le niveau piézométrique de la nappe restait stationnaire (D.S.A. 1998).Ce système de culture est bien adapté au milieu (Erg), mais fragile parce qu'il est étroitement lié au niveau de le nappe, et ceci plus que dans la technique d'exhaure de l'eau, dés que le niveau de celle ci s'abaisse (cas au milieu du XXème siècle), ou s'élève (cas actuellement), le palmier risque de mourir d'insuffisance ou trop d'eau (COTE, 1998).

Les premières apparitions de la remontée de la nappe phréatique durant 1'année 1969 dans les communes de Magrane et Hassi Khalifa (D.S.A., El 1998). A partir des années 80, une remontée maxima de la nappe a été observée tout autour de la ville. (A.N.R.H., 2003).L'eau qui était de 2 a 3 mètres sous le plancher des ghouts, n'a plus été qu'a 1 m, puis a affleuré en hiver et a fini par noyer en permanence le fond du ghout. Les répercussions sur la palmeraie sont directes : dépérissement des palmiers, puis mort et abandon du ghout (COTE, 1998).

Le phénomène est apparu aux portes immédiates de la ville d'EI Oued, puis l'auréole a grandi, au point de loucher aujourd'hui la moitié sud du Souf, de Kouinine a Nakhla. Schématiquement, On peut dire que 515 ghouts sont noyés et que 120000 palmiers sont morts (VOISIN, 2004).

3. Causes du phénomène

Les causes de la remontée de la nappe phréatique ont été rattachées à quelques suppositions, parmi les quelles :

3.1. La pluviométrie exceptionnelle : généralement, les précipitations dans la zone du Souf on lieu de novembre à février, le plus souvent fines et modérées et de courte durée. Ces pluies deviennent parfois torrentielles, et engendrent des dégâts, tels a été le cas en 1969 (D.S.A., 1993).

3.2. Utilisation des forages pour I' irrigation : avant, le mode I' irrigation dans le Souf, se faisait directement à partir de la nappe phréatique. Avec la baisse du niveau de la nappe, le recours aux nappes plus profondes (du complexe terminal et du continental intercalaire) a été imposé. Plusieurs puits forés dans le Souf servent aujourd'hui à des périmètres irrigués (Domaine Dhaouia) (L.A.D.E., 2004).

3.3. La topographie de la région : la topographie de la région d'El Oued est très vallonnée, avec des zones basses et des dépressions. Cette topographie conjuguée a une très forte perméabilité des sols (90 % de sable) facilite 1'infiltration des eaux d'irrigation et de pluie (70 mm/an) vers la nappe phréatique. Cette situation est aggravée par le manque d'exutoire naturel proche de la région (A.N.R.H., 1993).

3.4. Transfert des nappes profondes : I' utilisation des eaux des nappes profondes (CI et CT) pour 1'alimentation en eaux potable et l'agriculture contribue fortement à la remontée de la nappe superficielle. Ce transfert est facilité également par la communication inter-nappe, qui est due à la vétuste des équipements d'anciens forages et par les eaux usées. Il est à noter que les études techniques réalisées dans le Souf ne mentionnent pas 1'existence d'une interaction entre les différences, et ce par des mouvements de sol (failles, perméabilité…) (A.N.R.H., 1998).

Tableau I. Inventaire des forages (Source : D.H.W., 2000)

Complexe Terminal (CT)		Continental Intercalaire(CI)	
Nombre	Débit (l/s)	Nombre	Débit (l/s)
102	40	03	200

3.5. Absence d'un exutoire : la zone du Souf n'est pas pourvue d'un exutoire, les eaux usées n'ont qu'un seul chemin, traverser le sable pour atterir dans la nappe phréatique (ce qui provoque 1'asphyxie des palmiers). Au début, le système hydraulique du Souf ; alimentation-évacuation était simple et équilibré :

- L'alimentation se faisait à partir de la nappe phréatique.

- L'évacuation des eaux usées se faisait dans les fosses septiques pour rejoindre à la fin la nappe phréatique.

3.6. Absence d'un réseau d'assainissement : de toutes les localités du Souf, seule la ville d'El Oued est dotée d'un réseau d'assainissement, et encore sur un linéaire de 75 km de conduite en béton et amiante, ou 16% seulement sont raccordés, avec un rejet a 4 km à 1'extérieur de la ville (A.N.R.H., 1998).De plus, les habitants utilisent toujours les puits abandonnés et les ghouts pour 1'assainissement. Ceci influe sur le réservoir de la nappe phréatique et détériore davantage la qualité de l'eau (I.A.D.E., 2004).

3.7. Les systèmes traditionnels (fosses septiques) : le reste des habitants utilisent des systèmes traditionnels pour l'évacuation des eaux usées, qui permettent l'infiltration des eaux usées à la nappe phréatique, soit directement par l'utilisation de dispositifs individuels d'assainissement (puits à fonds perdus, appelés localement « fosses septiques ») dont le nombre est de 38700 à travers le territoire de la wilaya ; ces puits sont en général en contact directe avec la nappe phréatique et ne répondent à aucune norme de l'assainissement individuel ou indirectement par le déversement des eaux usées dans les rues par certains citoyens (sous la forme directe avec des seaux ou par des tuyaux en PVC qui permettent l'évacuation gravitaire et permanente des eaux usées ménagères ou industrielles vers l'extérieur du local consommateur).

Les dispositifs individuels utilisés pour l'évacuation des eaux usées, différents d'une zone à une autre selon le niveau de vie, les moyens financiers disponible, et principalement le degré de sensibilisation du citoyen.

L'utilisation des fosses non normalisées est la principale cause de la remontée des eaux souterraines, en raison des quantités d'eau incroyables qu'elles acheminent directement vers la nappe phréatique, sans parler de leur majeur inconvénient, qui est suite au démangeaison des parois à cause du gaz H_2S dégagé de la fermentation anaérobique, ces fosses deviennent un véritable danger pour les citoyens, puisque la plupart sont implantées dans les maisons, et elles ont causé la mort de plusieurs victimes.

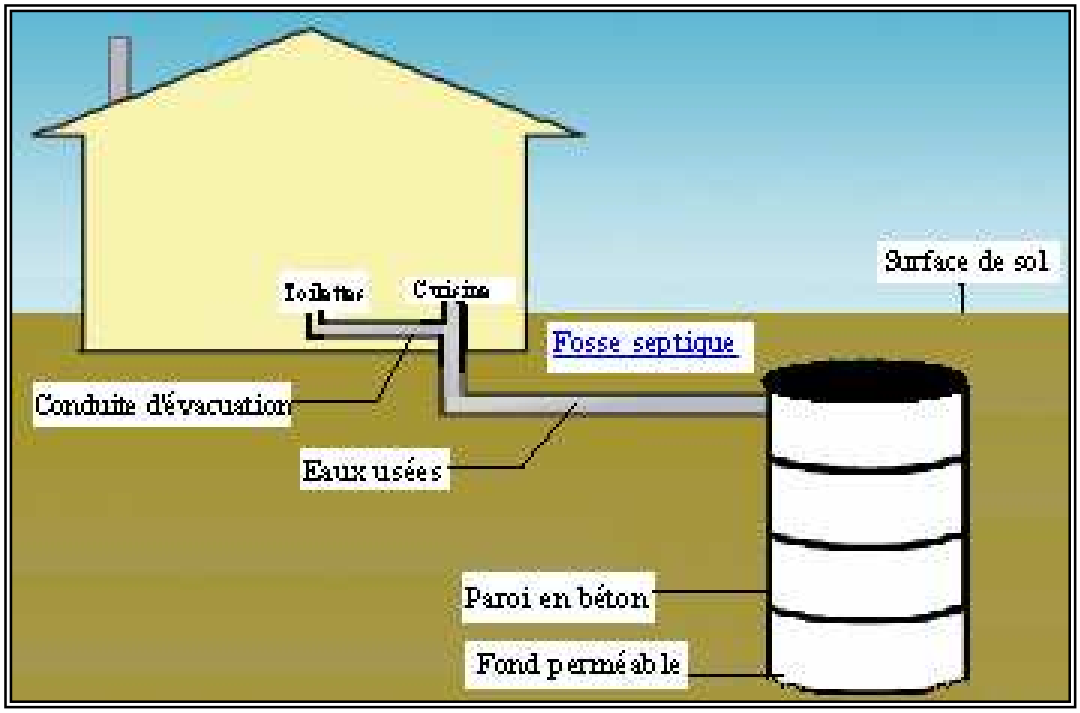


Figure 1. Coupe schématique montrant l'évacuation des eaux usées dans les fosses septiques

4. L'analyse technique de ce phénomène

L'explication est simple au niveau global, même si elle doit être nuancée localement. Elle réside dans le rapport alimentation/évacuation. L'alimentation en eau des villes et villages était assurée autrefois par des puits à la nappe phréatique ; les eaux usées, rejetées dans des puits perdus, regagnaient après autoépuration la dite nappe. Aujourd'hui, l'on répond aux besoins de l'agglomération d'El Oued, et de la plupart des localités par des forages profonds au continental terminal et au continental intermédiaire, qui les satisfont avec largesse : la ville a l'eau au robinet 24heures sur 24 (ce qui n'est pas le cas des villes du nord du pays). Le débit fourni par les services en tête de réseau est de l'ordre de 400 l/hab./jour, avec de nombreux piquages et d'importantes pertes en réseau. (COTE, 1998).

Autrement dit, l'on est passé d'un système où l'eau de la nappe phréatique aboutissait à la nappe phréatique, à un système où les eaux des trois nappes aboutissent à la seule phréatique (fig.2). (COTE, 1998).

L'explication est confirmée par la corrélation temporelle des faits :

- Dans les années 40-50, le Souf connaissait un rabattement de la nappe de l'ordre de 2 m par rapport au niveau antérieur. (COTE, 1998).

- En 1956, premier forage au continental terminal, pour les besoins en approvisionnement en eau potable d'El Oued. (COTE, 1998).

- De 1956 à 1970, un forage est réalisé chaque année pour les besoins domestiques ou agricoles (par exemple à Hobba) (COTE, 1998).

- 1969, les fortes pluies provoquent une montée spectaculaire (mais temporaire), qui révèle un renversement de tendance amorcé auparavant (COTE, 1998).

- De 1970 à 1995, chaque année, la réalisation de plusieurs forages (COTE, 1998).

- En 1987, premier forage au continental intermédiaire pour les besoins d'El Oued. (COTE, 1998).

- 1993, la nappe avait ennoyé la palmeraie sur 25 km dans le couloir Kouinine-Robbah. (A.N.R.H., 1993).

- Entre 1993 et 2000, une série d'investigations ont été entreprises pour connaître les caractéristiques géométriques, géologiques, physicochimiques et bactériologiques de l'aquifère et un important travail de recensement et la supervision des forages existants a été entrepris.

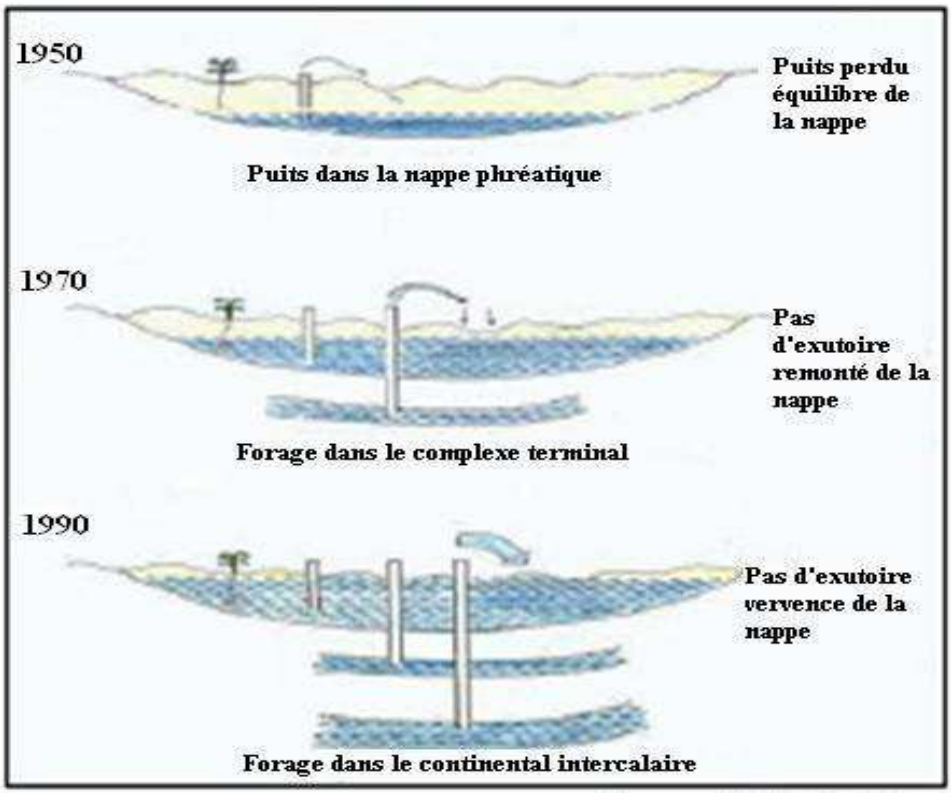


Figure 2. Mécanisme d'alimentation de la nappe phréatique (COTE, 1998).

5. Variation des niveaux piézométriques

5.1. Variations saisonnières

D'après 1'A.N.R.H. (1999), ces variations représentent les mouvements saisonniers de la nappe phréatique, entre mars - avril, et Septembre 2001

- Une montée de la nappe phréatique :

➢ Au niveau des plantations irriguées à partir de la nappe du complexe terminal, il s'agit du domaine Daouia et de la plantation de Foulia.

➢ Du rejet de la ville d'El-Oued.

➢ Des agglomérations d'Ouzitene, d'Ez Zeggoube et de Gummar.

- Une baisse montée de la nappe phréatique dans les zones agricoles.

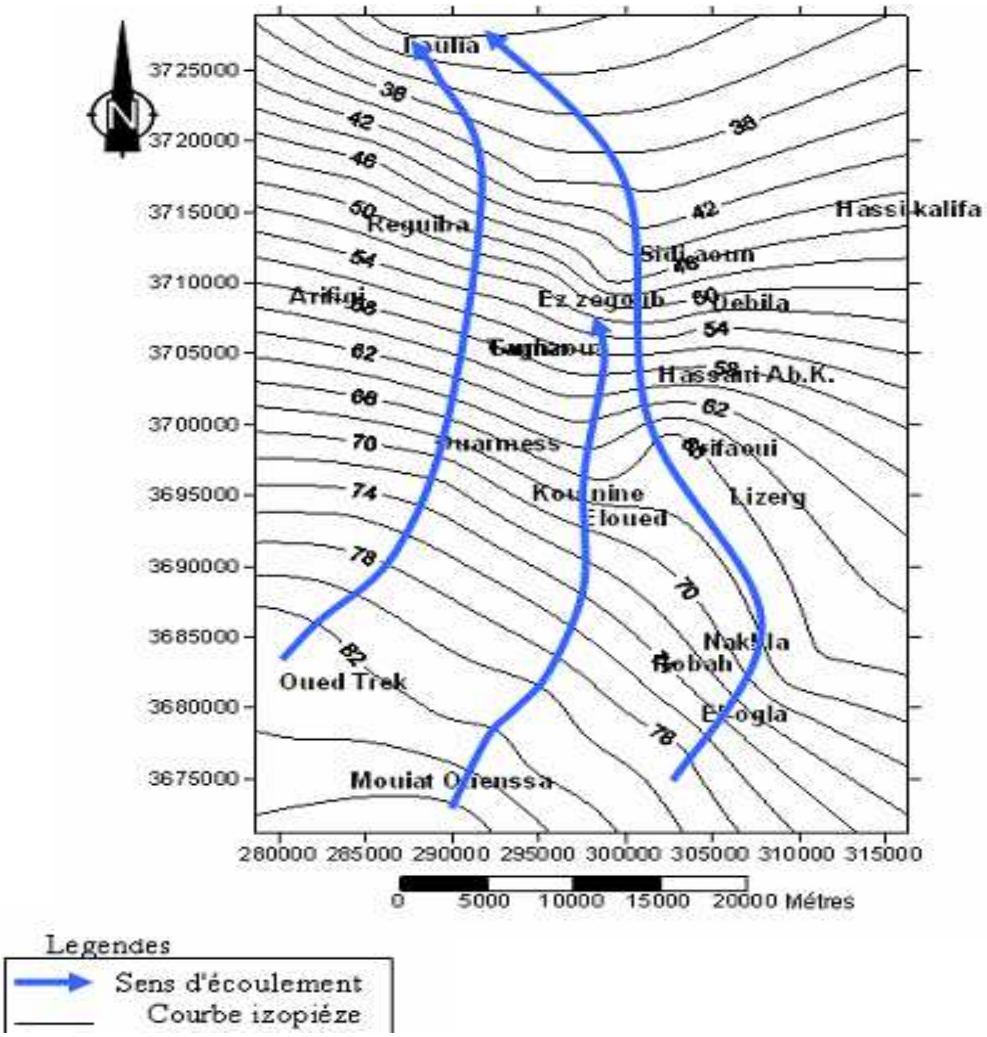


Figure 3. Carte piézométrique de la nappe phréatique en 2001 (A.N.R.H., 2003)

.

5.2. Variation annuelles (Avril 2002 et Avril 2001)

Ces variations sont représentées les mouvements annuels de la nappe phréatique entre Avril 2002 et Avril 2001, ces variations permettent de faire les observations :

⇒ En blanc, des variations de la nappe phréatique entre -0,1 et 0,1 mètres.

⇒ En vert, un rabattement de la nappe phréatique entre 0,1 et 2,2 mètres.

⇒ En rouge, une montée de la nappe phréatique entre 0,1 et 0,6 mètres.

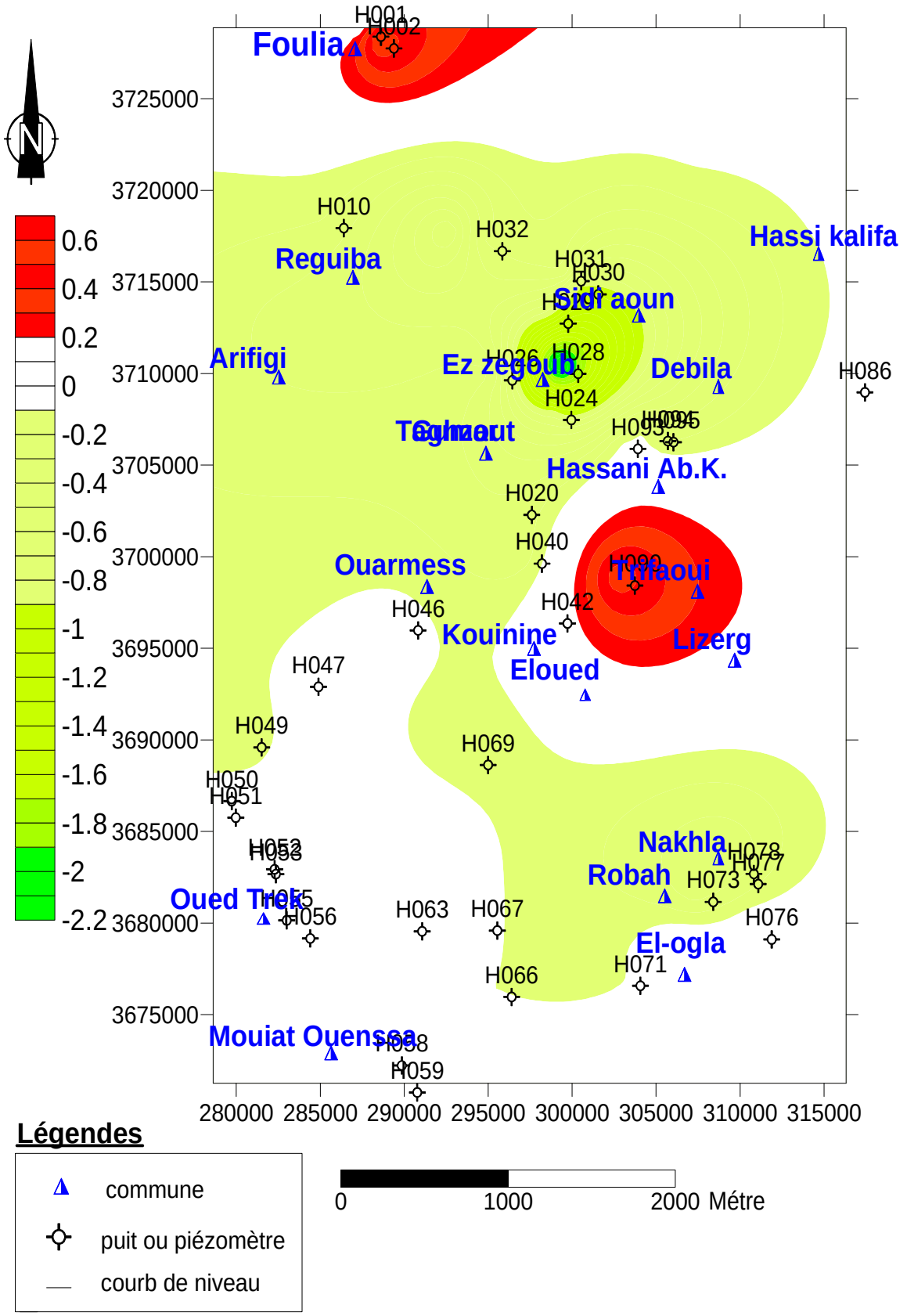


Figure 4. Carte de variations du niveau piézométrique d'eau de la nappe phréatique (Avril 2002-Avril 2001) (A.N.R.H., 2003).

6. Effets de la remontée de la nappe phréatique

Plusieurs effets on suivi ce phénomène :

6.1. Disparition des ghouts

En 1994, le nombre de ghouts inondés s'élevait à 500 (D.S.A., 1994).

En 2000, ce nombre avoisine 1000 ghouts inondes sur un total de 9500 que détient la région. (D.S.A., 2000).

6.2. Mort des palmiers dattiers

- Les répercussions de ce phénomène sur le palmier sont directes

Dans la profondeur du ghout, le sol est entièrement gorgé d'eau, ou recouvre momentanément les racines des palmiers, cela asphyxie les racines, ce qui entraine un dépérissement et la mort des palmiers (VOIS1N, 2004).

Le tableau II donne le nombre et le pourcentage de palmiers dattiers affectés par commune (D.S.A., 1998).

6.3. La santé des populations

Cette situation critique constitue une véritable menace pour la santé des populations ;

Augmentation des maladies à transmission hydrique, dégagement d'odeurs, prolifération des moustiques et des insectes nuisibles, ainsi que le danger de noyades d'enfants dans ces ghouts marécageux, puisqu'on a recensé un nombre important de ghouts dont la profondeur d'eau dépasse 1 mètre (VO1SIN, 2004).

Aujourd'hui, chaque été connait une infestation et des maladies à transmission hydrique, transmission par l'eau et les maladies de la peau se multiplient.

6.4. Impact sur l'environnement et l'activité touristique

Ces impacts sont encore plus nuisibles, car ils altèrent la vie humaine, ainsi que les richesses naturelles de la région (hydriques et paysagères). Certains habitants profitent de l'état dégradé des Ghouts inondés, et ils les utilisent pour rejeter leurs déchets domestiques – solides et liquides, parfois même des déchets industriels issus des industries de transformation (plastique, carrelage, menuiserie,…).

Les cratères situés en zones urbaines, se sont transformés malheureusement en « Ghouts poubelles », et ils sont devenues une véritable source de nocivité qui menace les citoyens et nuit à leur cadre de vie, à cause de la prolifération des moustiques, et la propagation des odeurs indésirables provenant des eaux polluées et des ordures, notamment lorsque ces dernières sont brûlées, en vue de les éliminer (KHECHANA, 2007).

Tableau II. Nombre et pourcentage de palmiers affectés par commune (Source : DSA, 1998).

Communes	Nombre total de palmiers dattiers	Nombre de palmiers dattiers affectés	Pourcentage de palmiers dattiers affectés
ElOued	17975	16178	90
Guemar	72300	10400	14
Reguiba	117000	5000	4
Taghzout	43000	6000	14
Ouarmas	28000	0	-
Kouinine	20400	9604	47
Robbah	26500	28175	95
Nakhla	75000	22500	30
ElBayada	35000	35000	100
ElOgla	20000	6000	30
Mih Ouensa	60000	1037	2
Oued ElAllenda	3500	0	-
Debila	59300	41510	70
Hassani Abdelkerim	51000	30600	60
Hassi Khalifa	65000	6500	10
Trifaoui	59750	4182	7
Magrane	55000	5500	10
Sidi Aoune	42600	3408	8

7. Interactions entre ces différents secteurs

L'interprétation globale des scénarios existaient dans la région avec une vue historique montrent bien la mauvaise gestion et la négligence des différents acteurs intervenants dans cette unité de ressource en eaux (agriculteurs, les élus locaux, citoyens…etc) qui conduisent la région à un grand problème de la remontée de la nappe phréatique qui a été un vrai obstacle devant les différents axes de développement durable qu'on peut les résumer dans les secteurs suivants: social, agricole, environnemental et touristique(KHECHANA, 2007).

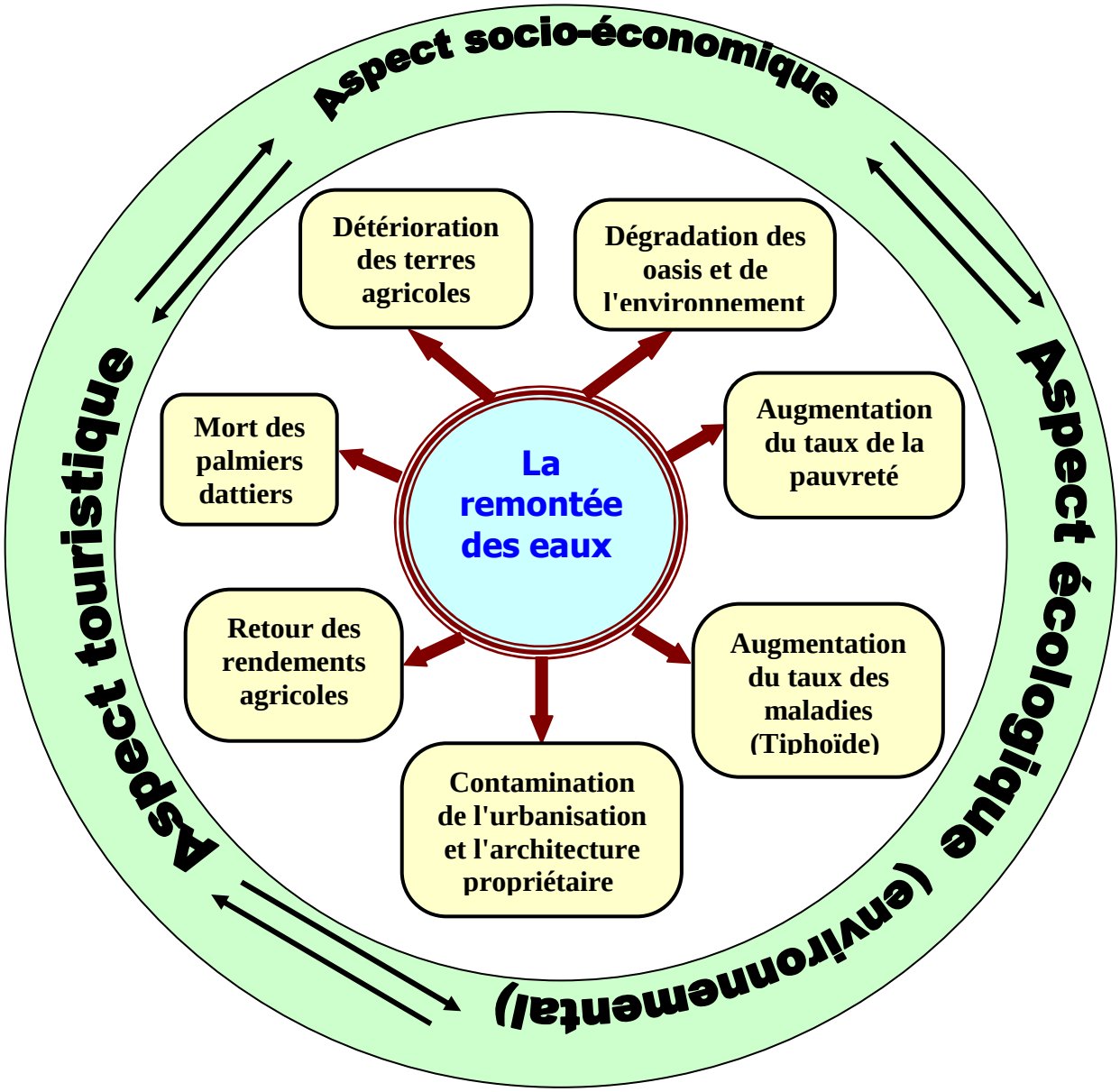


Figure 5. La remontée des eaux : noyau central des obstacles devant les axes de développement durable (KHECHANA, 2007).

8. La nécessite de faire appel à une nouvelle stratégie de gestion pour la lutte contre la remontée des eaux

8.1. Les premiers pas vers une gestion rationnelle des ressources en eaux

A l'échelle communale, à partir de l'an 2001, les élus locaux ont pris des mesures concrètes qu'ont été appliquées au début au niveau de la commune de Guemar puis exécutées sur tout le territoire de la wilaya, parmi ces mesures :

- La réduction des horaires d'allocations d'AEP (02 heurs/24 heurs au lieu de 24 heurs/24 heurs pour chaque cité).
- La création de nouveaux puits améliorés dans la nappe phréatique pour l'agriculture.

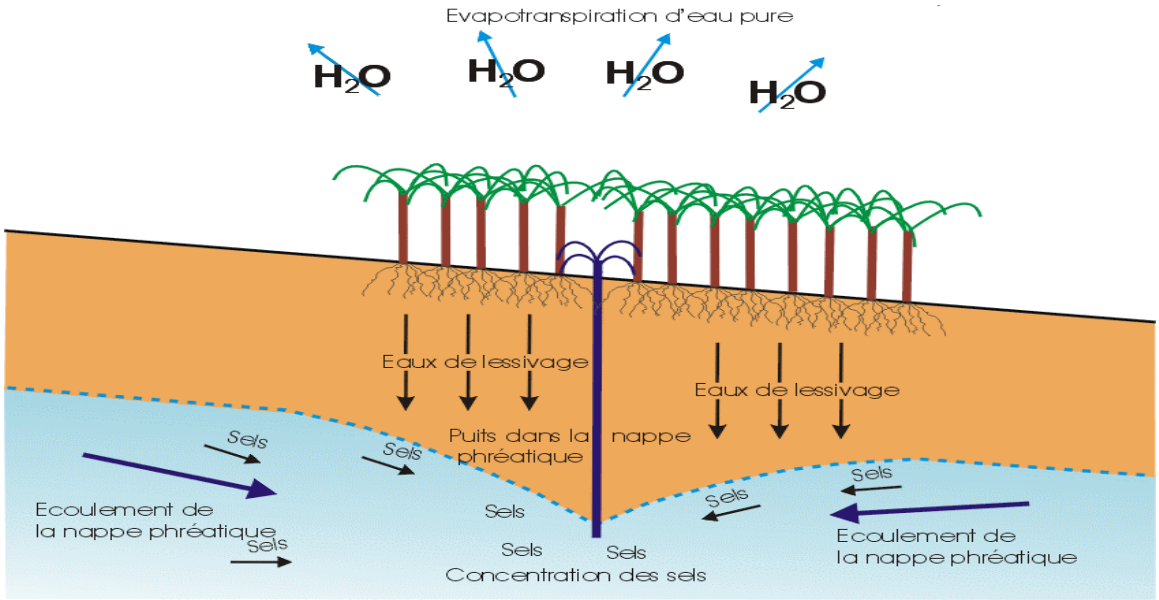


Figure 6. Culture irriguée par puits dans la nappe phréatique (ONA ,2010)

- L'arrêt d'exécution des nouveaux forages pour l'irrigation dans le CT et le CI remplacés par des puits dans la nappe phréatique.
- Développement de zones agricoles irriguées depuis la nappe phréatique.

  Le développement d'exploitations agricoles irriguées depuis la nappe phréatique dans ou aux alentours des zones touchées joue un rôle important pour stabiliser ou inverser la tendance à la remontée, ces exploitations rejetant dans l'atmosphère 10 000 à 15 000 m^3 d'eau/ha par an.
- Remblayage des Ghouts

Le remblayage des Ghouts ennoyés n'est pas une mesure pour inverser le phénomène, mais permet de limiter la prolifération de moustiques et de décharges en milieu urbain. Il évite que l'eau de la nappe se charge en sels par évaporation (KHECHANA, 2007).

Photo 1. Ghout récemment remblayé

La mise en valeur de nouveaux périmètres agricoles (Photo2) (irrigués par les méthodes modernes à savoir l'aspersion et la localité) a eu un impact positif remarquable par une stabilisation ou même une baisse du niveau piézométrique dans certaines des zones affectées comme le cas de la commune de Guemar.

Photo 2. Nouveaux périmètres agricoles autour de la ville d'El-Oued

Il a noter que ces mesures n'étaient pas pu appliquer qu'avec la collaboration des associations des cités et la participation intense des personnels locales dans l'application et les prises des décisions de ces mesures.

8.2. La gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) nouvelle vision via le problème

Dans la vallée d'El Oued, c'est donc la frénésie du forage à la recherche d'eau qui a conduit à une catastrophe et seuls les plus optimistes pensent qu'elle est encore réparable aujourd'hui.

Le gouvernement a décidé de s'attaquer sérieusement ce grave problème de remontée des eaux qui affecte la région, pour sauver la vallée au triple plan socio-économique, écologique et touristique, 150 milliards de centimes ont été accordés à la wilaya d'El Oued pour mener 11 opérations urgentes dans le cadre du programme du gouvernement visant à réduire le danger de la remontée des eaux. Entre autres objectifs : bouchage de 200 Ghouts dont se charge le ministère des travaux publics, bouchage de puits et extension du réseau d'assainissement de la ville aux "mille coupoles".

A cet effet, les 18 communes représentées la vallée d'Oued Souf, sont concernées par les opérations initiées dans le cadre d'un projet d'assainissement (doté d'une enveloppe financière de 26 milliards de dinars pour un délai de 34 mois) visant à la lutte contre la remontée des eaux (KHECHANA, 2007).

8.2.1. Diagnostic du problème et estimation de bilan

La recharge de la nappe phréatique est assurée par :

- les pluies torrentielles, viennent s'ajouter depuis quelques années.
- les eaux d'irrigation, provenant des nappes profondes (Pontien Barrémien).
- les eaux de rejets dues à l'inexistence d'un réseau d'assainissement et d'un exutoire naturel.

8.2.1.1. Le bilan d'eau

L'organigramme ci-dessous montre bien l'excès d'alimentation de la nappe phréatique par de nombreuses entrées conduisant à la surcharge et l'affleurement de son niveau à la surface, par contre la seule composante du deuxième coté de l'équation de bilan d'eau est l'évapotranspiration (ETR) voir l'inexistence d'une exutoire naturelle capable d'évacuer les quantités énormes des eaux rejetés dans cette nappe libre et qui sont proviennent des divers usages : domestique, agricole et industriel et d'origine différente (CT et CI et la nappe phréatique eu même) (KHECHANA, 2007).

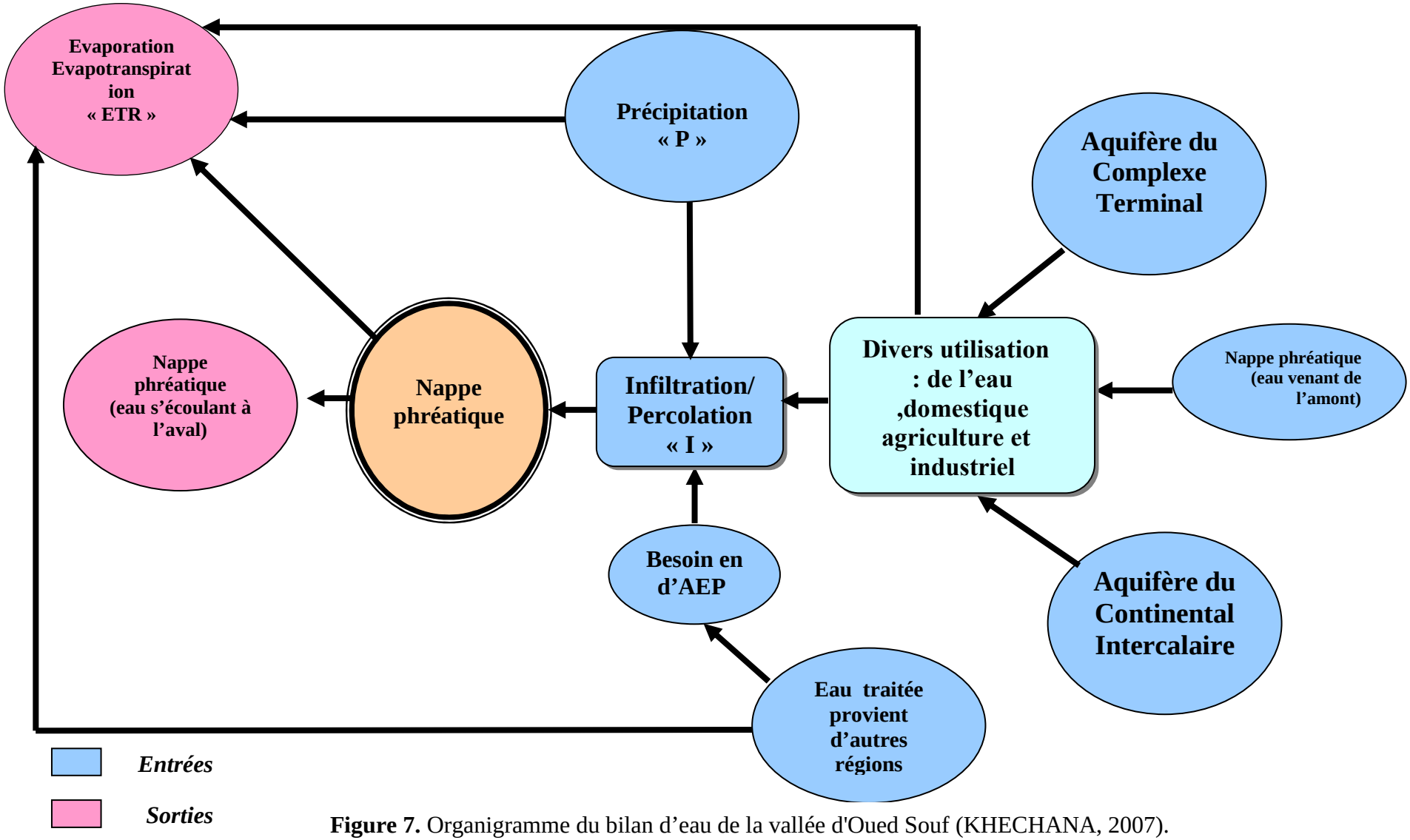


Figure 7. Organigramme du bilan d'eau de la vallée d'Oued Souf (KHECHANA, 2007).

Ce bilan se traduit par le fait que l'eau qui entre dans la zone par l'écoulement naturel, pluviométrie ou débit des forages profonds est évaporée ou s'écoule à l'aval. Le solde positif ou négatif s'accumule dans la nappe ou est prélevé sur ses réserves.

Tableau III. Bilan d'eau de la zone d'étude en 2001 (BG. 2007)

Elément de bilan	**Entrées (m^3j^{-1})**	**Sorties (m^3j^{-1})**
Apport amont	13 700	-
Apport des forages au CT	76 543	-
Apport des forages au CI	28 992	-
Déficit (déstockage de la nappe phréatique)	348 063	-
Ecoulement vers l'aval	-	11 322
Evapotranspiration des surfaces cultivées et des Ghouts	-	435 000
Evaporation par les animaux	-	2 651
Evaporation par les habitants et les ménages	-	11 750
Evaporation par les surfaces d'eau libres et humides	-	6 575
Totaux	**467 298**	**467 298**

En 2001, le bilan d'eau au niveau de la ville d'El-Oued était le suivant (hors écoulement naturel de la nappe, qui en première approximation peut être considéré comme équivalent à l'entrée et la sortie) :

Tableau IV. Bilan d'eau de la ville d'El Oued en 2001(BG. 2007)

Entrées (m^3j^{-1})		
Forages C.I.	El Oued DHW 101	17 928
	Chouhada DHW 102	8 298
Forages C.T	Chott (Soger Sud)	2 115
	Chouhada	2 145
	Lasnam	1 730
	Sidi-Mestour	555
Total		**32 771**

Sorties (m^3j^{-1})	
ETR (30 l/j/hab) humain et végétation urbaine	3 427
Drainage provenant de l'hôtel Louss	1 642
Drainage provenant de la station 10	3 840
Eaux usées	1 677
Totaux	**10 586**

Les entrées qui sont 32771 m^3j^{-1} correspondent à une dotation de 287 l/jour/hab (La population de la ville d'El-Oued en 2001 est 114233 habitants)

La comparaison de ces données avec celles relatives à la situation de l'an 2000 permet de mieux voir la destination des eaux mobilisées, ainsi que la demande en eau marquée par l'augmentation du nombre des forages :

- Le nombre des puits réalisés dans la nappe phréatique est 10012, et ils sont destinés à l'irrigation, et rarement pour l'alimentation en eau potable dans les zones rurales.
- 96 forages sont réalisés dans des deux nappes profondes (CT et CI), mais seulement 86 sont exploitées ; 71 sont destinés à l'alimentation en eau potable et 15 pour l'irrigation.
- La quantité totale d'eau mobilisée quotidiennement pour l'alimentation en eau potable est de 140000 m^3j^{-1} qui correspondent à une dotation moyenne journalière de 360 l/j/habitant (Nombre d'habitation est estimé de 385677 en 2000) (KHECHANA, 2007).

On constate que la dotation moyenne journalière en eau potable est très élevée, et qu'elle dépasse de loin toutes les normes reconnues ; sachant que la dotation nationale n'excède pas les 150 l/j/hab. Ceci est bien démontré dans le tableau ci-dessous :

Tableau V. Dotation moyenne journalière par commune en 2000 (Service de l'hydraulique d'El-Oued 2006)

Commune	**Taux de raccordement au réseau d'alimentation en eau potable (%)**	**Dotation moyenne journalière (l/j/habitant)**
Kouinine	98	464.30
Guemar	100	400.80
Ourmes	100	687.83
Taghzout	91	462.02
Reguiba	82	378.04
Debila	88	486.69
El-Oued	98	462.40
Hassani	90	387.91
Hassi Khalifa	97	450.87
Trifaoui	73	338.09
Magrane	91	302.12
Sidi Aoun	92	330.73
Robbah	85	219.01
El-Ogla	90	700.38
El-Nakhla	80	270.49
Mih Ounsa	65	227.15
Oued Alenda	45	562.39
Bayadha	75	168.38

Il est nécessaire de noter que ces valeurs élevées de ces dotations sont parfois causées par les fuites et les pertes des réseaux de distribution des eaux potables, en raison du mauvais état et la vétusté de certains de leurs tronçons, causant ainsi, le gaspillage inconsidéré d'une source d'eau rare, non renouvelable et d'origine fossile.

8.2.1.2. Quantités d'eau à drainer

La quantité d'eau à drainer ou, l'eau responsable à la remontée de la nappe est la différence entre les entrées et les sorties soit 22 185 m^3j^{-1} (8 097 525 m^3/an), rapportée à la surface bâtie (980 ha), représente une lame d'eau de 0,8 m (recharge annuelle). Celle-ci s'infiltre dans le sous-sol et fait monter le niveau de la nappe phréatique.

Pour l'éviter, il faudrait éliminer ces 22 185 m^3j^{-1}(260 l/s) par drainage ou évapotranspiration. Ce qui correspond à l'évapotranspiration de 600 hectares de superficies agricoles (13000m^3/année/hectare) soit à une surface équivalente au 2/3 de la surface de la ville.

L'eau produite par les forages au CT et au CI qui n'a été reprise ni par le réseau d'assainissement, ni par le drainage, ni par l'évapotranspiration s'infiltre sous la ville à raison de 22185 m^3j^{-1} (260 l/s). La plus grande part s'écoule dans le sous-sol en direction des points bas et du Chott où elle s'évapore. Le solde, environ 10% qui n'a pas pu s'écouler (à cause de la faible pente et malgré une perméabilité relativement élevée) fait monter le niveau de la nappe de 0,5 m par an.

Une ceinture verte ou des plantations agricoles aux alentours de la ville peuvent contribuer à éliminer une partie de l'eau excédentaire, dans la mesure où ces plantations sont irriguées à partir de l'eau drainée sous la ville (KHECHANA, 2007).

8.2.2. Planification d'un mega-projet a divers aspects

La nouvelle stratégie appliquée dans la vallée d'Oued-Souf est classée dans le concept de la gestion des risques associés aux aspects quantitatifs des ressources en eaux due au surplus d'eau (hydromorphie).

L'ordre de service (ODS) de la première tranche de ce projet a été notifié au mois d'octobre 2005, et cela a été suivi par l'installation des chantiers. Deux entreprises sont à pied d'œuvre pour sa réalisation. Le groupement algéro-chinois, Sinohydro-Cosider TP, s'occupera du réseau de drainage, du réseau d'assainissement, ainsi que du collecteur principal. L'autre entreprise, GCB (génie civil, bâtiment, filiale de

Sonatrach), réalisera la station d'épuration. Le suivi des travaux est assuré par un bureau d'étude algéro-suisse BG (Bonard et Gardel).

De cet effet, le projet fondé essentiellement sur deux volets :

- Schéma de drainage.
- Schéma d'assainissement.

8.2.2.1. Schéma de drainage

Le drainage vertical est constitué d'un réseau de 57 forages de 21 à 40 mètres de profondeur, équipés de pompes submersibles pouvant débiter 6 l/s, à une distance de 500 mètres entre eux, avec un réseau de conduites de 34 km,

Le bilan d'eau sera équilibré en éliminant le surplus par pompage dans ces forages répartis sous la ville d'El-Oued, à condition que :

- Si l'eau est de bonne qualité, elle peut être réutilisée localement pour des périmètres irrigués.
- Le rabattement pourrait être suffisant pour autoriser l'assainissement autonome.
- Le sous-sol peut être utilisé, dans certaines limites, pour stocker l'eau en période de faible demande en saison hivernale, à condition de déstocker en période estivale.

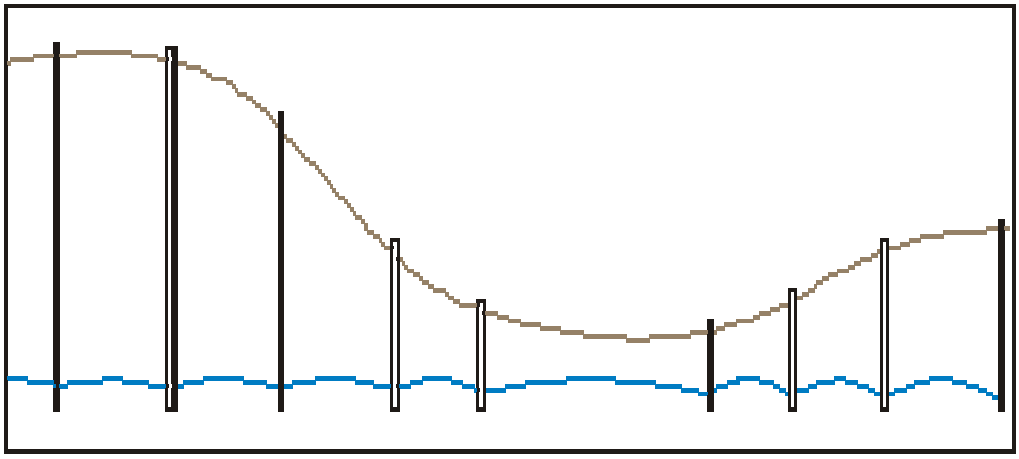


Figure 8. Drainage vertical par pompage de forages à Oued Souf (ONA, 2010)

Le drainage horizontal est assuré par des drains horizontaux de tel sorte que :

- L'eau drainée sous la partie haute de la ville est rejetée directement dans le réseau d'assainissement où elle se mélange avec les eaux usées.
- Les eaux de basses parties (Chott et Sidi Mestour) sont salées, leur drainage est collecté dans un réseau séparée et rejetées vers le Nord-Ouest par un conduite distincte de celles des eaux usées.
- L'eau qui ne serait pas utilisée pour l'irrigation devrait être évacuée vers le Nord, par un branchement au-delà de la station d'épuration au prix d'un surdimensionnement de la conduite d'évacuation des eaux d'assainissement et des pompes.
- L'eau collectée est évacuée vers le Nord par la conduite de rejet des eaux assainies par un branchement effectué à la sortie de la station de traitement.

Photo 3. Drainage horizontal par conduites (ONA, 2006)

Tableau VI. Profondeurs des ouvrages de captages des eaux à drainée (ONA. 2006**)**

N° de forage	Profondeur (en m)	N° de Forage	Profondeur (en m)	N° de forage	Profondeur (en m)
1	32.92	**20**	20.62	**39**	36.02
2	26.22	**21**	26.31	**40**	40.15
3	26.8	**22**	24.85	**41**	39.64
4	62	**23**	33.41	**42**	33.46
5	27.82	**24**	32.97	**43**	38.44
6	28.43	**25**	28.27	**44**	38.74
7	28.13	**26**	35.84	**45**	39.24
8	28.78	**27**	34.64	**46**	30.72
9	28.33	**28**	32.79	**47**	39.47
10	28.6	**29**	33.23	**48**	37.72
11	28.99	**30**	26.74	**49**	32.52
12	24.07	**31**	31.93	**50**	40.9
13	29.94	**32**	32.74	**51**	30.34
14	18.75	**33**	21.26	**52**	30.14
15	25.78	**34**	31.54	**53**	32.32
16	31.54	**35**	32.11	**54**	32.88
17	32.9	**36**	30.49	**55**	30.34
18	23.04	**37**	34.05	**56**	32.23
19	19.99	**38**	32.86	**57**	30.9

8.2.2.2. Schéma d'assainissement

Le schéma d'assainissement proposé est constitué par un réseau de canalisations dont l'objectif est de collecter les eaux usées des différentes agglomérations, et de les injecter dans des stations d'épuration (STEP), afin de les rendre exemptes de matières nuisibles à la santé publique et à l'environnement.

Une fois traitées, une partie de ces eaux sera utilisée pour l'irrigation des périmètres agricoles limitrophes aux STEP ; l'autre partie sera rejetée dans une zone de Chott située à 70 km au Nord-Ouest d'El-Oued par l'intermédiaire d'un collecteur alimenté par les différentes stations d'épuration.

Dans la première tranche, il s’agit d’installer le réseau d’assainissement de quatre communes (El Oued, Robbah, Bayadha et Kouinine), et de construire une station d’épuration (STEP) de 250000 équivalents/habitants. Les eaux usées et celles épurées seront évacuées par le biais d’un collecteur Nord-Sud au Chott Halloufa, à 70 km au Nord Ouest de la vallée (KHECHANA, 2007).

GCB a donc entamé le 11 janvier 2006 les travaux de réalisation de la Step, dont le délai est de 27 mois. Le réseau d'assainissement des quatre communes (Robbah, Bayadha, El-Ogla et Nakhla) s'étend sur une distance linéaire de 310 kilomètres. La deuxième tranche concerne la mise en place du réseau d'assainissement des 14 autres communes, tâche dévolue au groupement Sinohydro-Cosider TP dans 37 mois ; et de la réalisation de 3 Step, dont se chargera une entreprise portugaise, Tixera, durant 33 mois (KHECHANA, 2007)

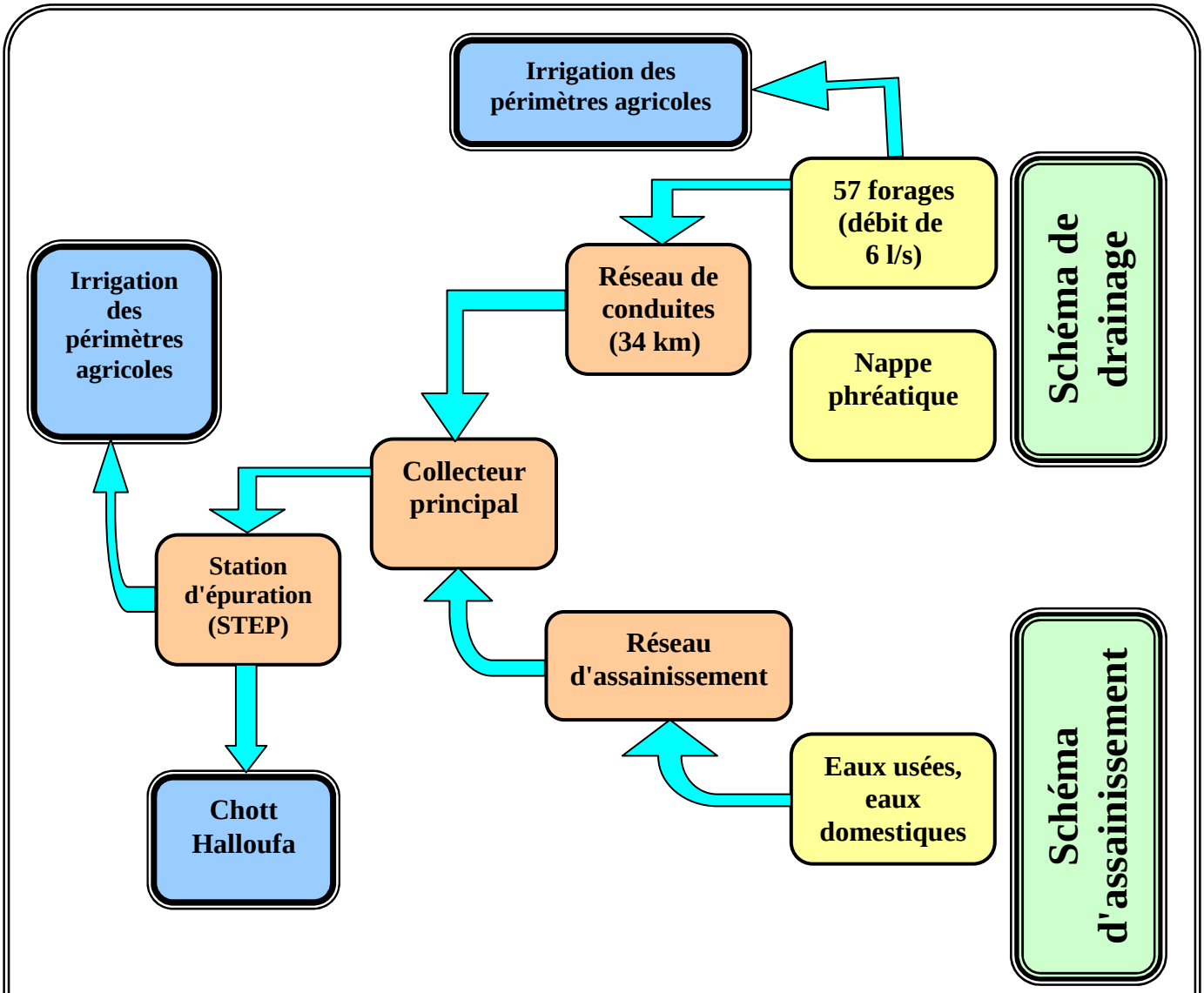


Figure 9. Représentation schématique générale du projet

8.2.3. Détermination des objectifs attendus de la nouvelle politique de gestion

La gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée d'Oued Souf concerne toutes les problématiques quantitatives et qualitatives, qui sont inters reliés, souvent en compétition et peuvent gérer dépendant avec des aspects socio-économiques et éco-systèmiques. Le choix du problème qui doit faire l'objet de la gestion intégrée est fait conformément aux besoins de la population et aux valeurs de la société. C'est pourquoi la gestion des ressources en eaux dans la vallée vise plusieurs objectifs :

8.2.3.1. Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe

Dans 34 mois, selon l'Office national d'assainissement (ONA) -qui présente le maître d'ouvrage, c'est-à-dire une fois la première tranche des travaux achevée, et le système mis en service, 4 communes, dont celle d'El Oued, en auront fini avec la remontée des eaux, et avec les nombreuses incidences néfastes qui en découlent, touchant plusieurs secteurs, notamment l'habitat, l'environnement et l'agriculture

La stabilisation de niveau piézométrique permettra de réduire les fluctuations des débits d'une période à l'autre (KHECHANA, 2007).

8.2.3.2. Réutilisation agricole des eaux drainées

Le prélèvement, pour la réutilisation, d'eaux de drainage et d'eaux traitées sera possible grâce à l'implantation d'ouvrages de piquage le long de la canalisation.

Entre El Oued (ST10) et la station ET1 (au droit de la STEP1), un piquage sera prévu au niveau de la bifurcation de la canalisation actuelle vers le rejet (3750 m de ST10 environ).

Plusieurs autres piquages pourront être réalisés le long de la canalisation CET, selon un schéma de principe donné dans l'étude d'assainissement.

Des prélèvements pourront aussi être réalisés facilement à partir des stations de refoulement, un robinet de prélèvement pour l'irrigation d'un espace vert est prévu à la sortie du local de protection de chacun des forages implanté dans les endroits publics (écoles, université et administrations publiques), qui permettra de garantir un certain degré d'approvisionnement en eau d'irrigation pour protéger une part important de la production agricole (KHECHANA, 2007).

8.2.3.3. Augmentation du pouvoir épurateur du sol

L'espacement entre les forages a été calculé pour qu'au cours de pompage, le niveau d'eau se maintienne à 1m au-dessus de la surface du sol des points les plus bas (Ghouts), ce qui proscrit l'assainissement autonome (KHECHANA, 2007).

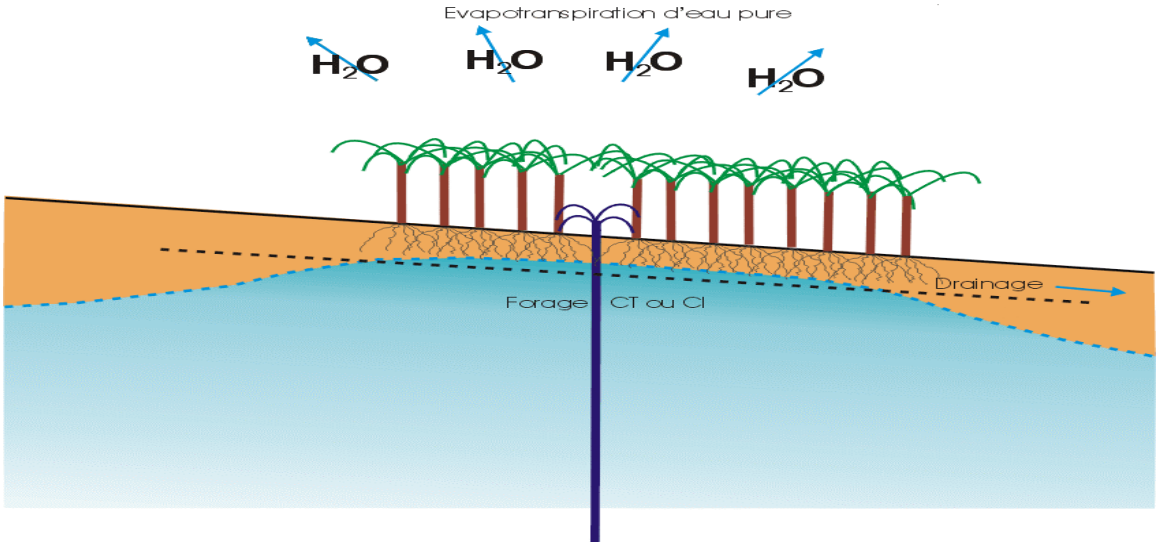


Figure 10 . Culture traditionnelle en Ghout (ONA, 2010)

8.2.3.4. Maintient écologique et sanitaire du site de rejets

L'évaluation environnementale stratégique et l'étude d'impact du site des rejets qui accompagnent ce projet, à savoir les contraintes et les potentiels environnementaux sur la santé et le milieu écologique ont pu être définis dans une perspective de développement durable.

Les responsables du projet ont souligné que le site devant servir de point de chute de l'ensemble des réseaux d'assainissement dans le cadre de ce projet, à savoir le chott de Haloufa, situé au Nord-Ouest de la vallée d'El-Oued, est maintenu et que le choix de ce site est judicieux et n'aura aucun impact négatif que ce soit sur l'environnement ou sur l'exploitation des gisements de sel, distants de plus de 20 km, et tout changement du choix du site entraînera inéluctablement l'apparition, à nouveau, du problème de la remontée des eaux, mais, des associations locales ont été appelées au changement de cet endroit pour des raisons écologiques vers l'erg oriental (KHECHANA,2007).

9. Modélisation et prévision des scenarios possibles

Chacun des 18 chefs-lieux de commune a fait l'objet d'une modélisation dans le cadre du schéma directeur d'assainissement pour simuler l'évolution du niveau de la nappe phréatique à 30 ans, avec et sans réseau d'assainissement.

Les agglomérations à risque de mises en évidence par cette première simulation (dans lesquelles la nappe serait peu profonde en 2030, limitant ou interdisant l'assainissement autonome) ont été modélisées avec réseau d'assainissement.

9.1. Résultats de la simulation pour 2030 avec drainage

En 2030, les effets conjugués du drainage et de l'assainissement collectif ont globalement amélioré la situation. Ils ont abaissé le niveau de la nappe phréatique dans toute la région. Les surfaces inondées ont diminué d'importance, les limites des zones insalubres se sont retirées de la plus grande partie de la ville. Toutefois, la situation des zones les plus basses à l'Est et à l'Ouest reste précaire. Le drainage n'est pas surdimensionné mais juste suffisant pour maintenir une situation saine sous la plus grande partie de la ville (KHECHANA, 2007).

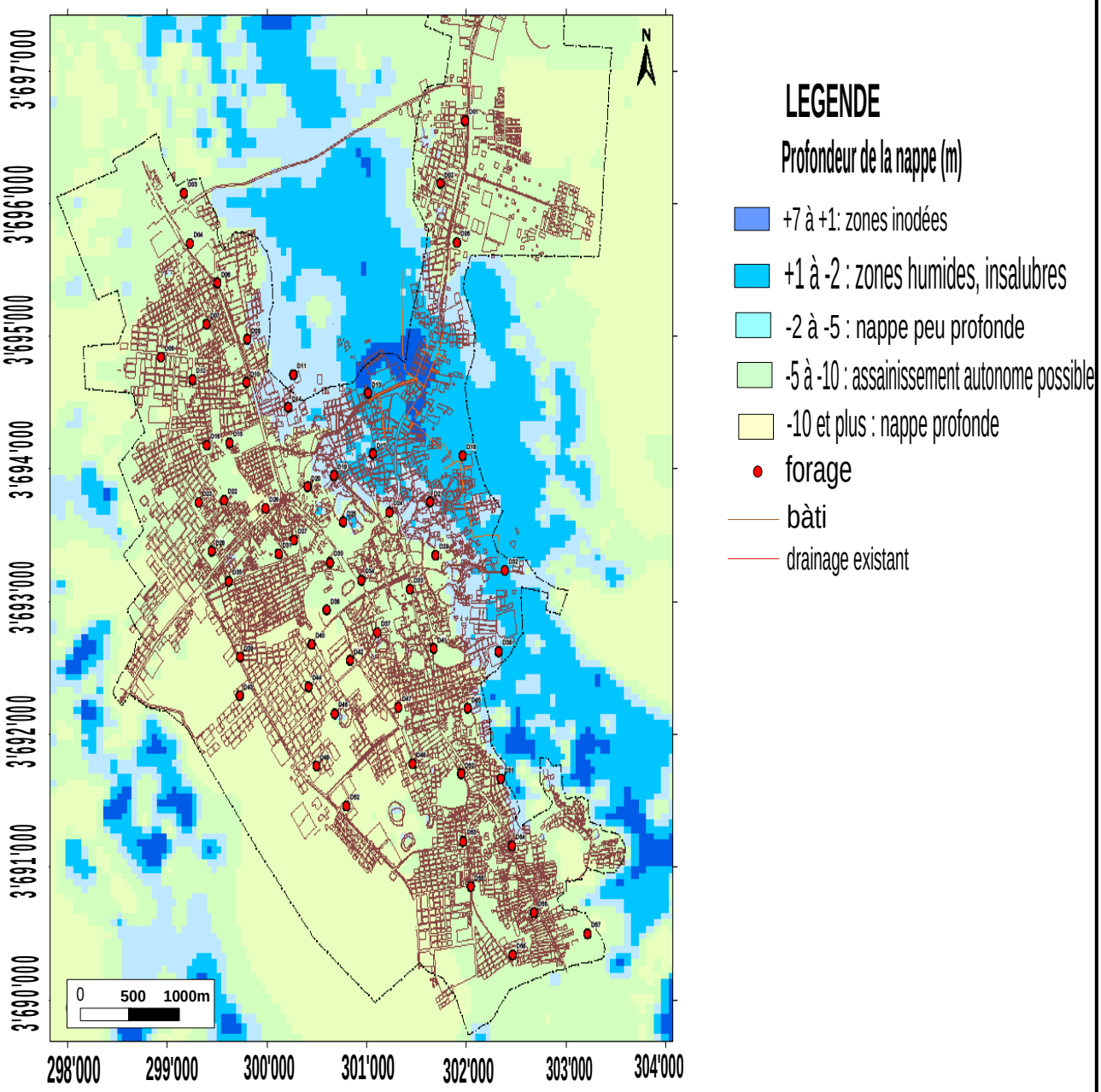


Figure 11.Résultats de la simulation pour 2030 avec réseau de drainage (KHECHANA, 2007).

Cette situation met en évidence l'importance qu'il y a :

- De maintenir le drainage horizontal de la station 10 pour améliorer la situation dans ses environs.
- D'assurer le pompage continu dans les 57 puits de drainage prévus.
- De maintenir le développement des surfaces agricoles irriguées à partir de la nappe phréatique à l'Ouest pour abaisser le niveau de la nappe dans cette région.

9.2. Résultats de la simulation pour 2030 sans drainage

En 2030, sans réseau de drainage vertical et malgré le développement de l'assainissement collectif, la nappe phréatique est montée dans toute la région. Les surfaces inondées ont en importance, les zones insalubres, humides ont envahi les quartiers bas de la ville et sur les deux tiers de celle-ci, la nappe est à moins de 5 m de profondeur, interdisant ou réduisant l'assainissement autonome.

La modélisation et les projections à l'horizon 2030 de la nappe phréatique de la zone d'étude indiquent qu'en l'absence de réseau d'assainissement la nappe pourrait monter de plus de 6m à El-Oued et que dans cette ville la nappe monterait encore de 2,5 m même avec un réseau d'assainissement. Dans les autres chefs-lieux, la montée est moins importante et il suffit au plus d'un réseau d'assainissement pour stabiliser la nappe (KHECHANA, 2007).

.

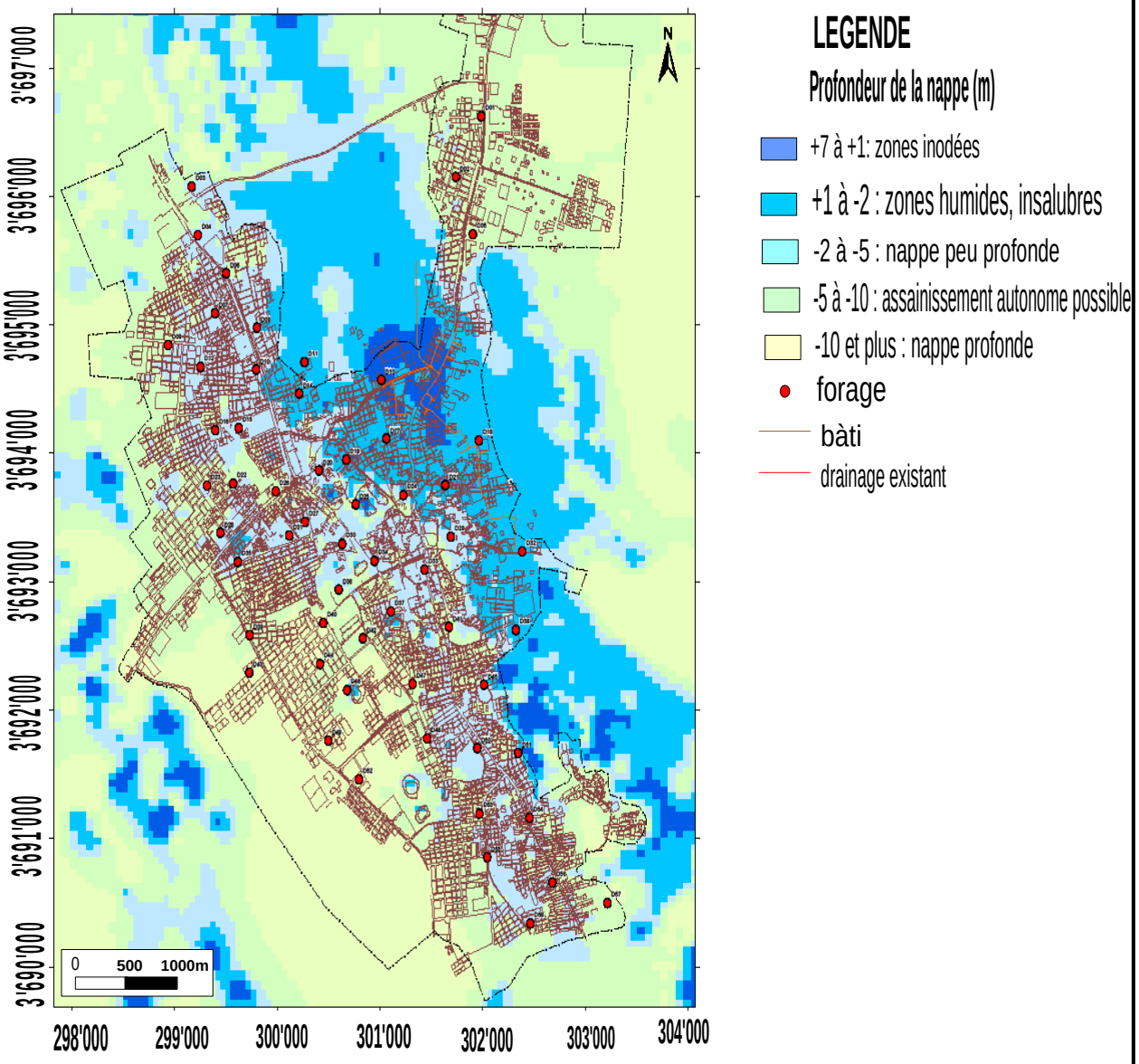


Figure12. Simulation pour 2030 sans réseau de drainage (KHECHANA, 2007).

Conclusion

Au cours de ce chapitre, on fait une description du problème par un diagnostic analysant les causes directes générant le problème de la remontée des eaux de la nappe phréatique qui fait partie des problèmes liées aux aspects quantitatives des ressources en eaux, puis, leurs conséquences et impactes sur les différents secteurs: socio-économique, environnemental, sanitaire et touristique souvent inter reliées les uns aux autres et ce problème considéré comme le noyau central des obstacles devant les axes de développement durable, ce qui nécessite l'appel à une nouvelle stratégie de gestion de cette ressource, c'est l'introduction du concept de la gestion intégrée des ressources en eaux (GIRE). La confrontation ressources – besoins nous permet de constater que le rythme de mobilisation actuelle sert à répondre aux différents besoins future en eau, même à long terme (2040) où la population de la vallée s'accroît à 1.3 millions habitants et la surface irriguée s'augmente à 1509 km^2.

Les premiers pas effectués sur terrain vers une gestion rationnelle commence par la mise en œuvre de certains mesures concrètes: remblayage des Ghouts inondés, réduction des horaires d'allocation en eau potable, développement de zones agricoles irriguées depuis la nappe phréatique, l'arrêt d'exécution des nouveaux forage dans le CT et le CI et remplacé par d'autres dans la nappe phréatique … Ces mesures n'ont pas été pour inverser le niveau d'eau mais ils permettent de limiter le danger de ce problème (la prolifération de moustiques, les décharges en milieu urbain, la charge des eaux de la nappe en sels…)

Le gouvernement a décidé de s'attaquer ce grave problème par la planification d'un méga projet à divers aspects comprend deux principaux volets : schéma de drainage et schéma d'assainissement.

La simulation des résultats et la prévision des scénarios possibles à l'an 2030 nous permettent de ressortir les bénéfices attendus de ce projet qui sont :

- Rabattre ou stabiliser le niveau de la nappe.
- Réutilisation agricole des eaux drainées.
- Augmentation du pouvoir épurateur du sol.
- Maintient écologique et sanitaire du site de rejets.

Chapitre II : Présentation de la région d'étude

L'étymologie du mot Souf n'a jamais pu être établie. Les uns veulent y voir le mot arabe "çouf" qui signifie : laine parce que le tissage de la laine était jadis une des principales ressources de la région.

D'autres révèlent qu'il s'agit du mot "siouf", mot signifiant "dunes en arêtes", et que ce mot se serait déformé en Souf, pour désigner le pays des dunes.

On peut encore expliquer le mot du Souf par ressemblance aux mots berbères archaïques "Isouf"ou"Asouf", en Kabyle moderne "Assif" signifiant vallée et par extension : rivière, comme d'ailleurs le mot arabe "Oued". Oued Souf serait donc un pléonasme .Le mot Souf se rencontre encore dans la toponymie targuée (le Souf Mellan : la rivière blanche) (VOISIN, 2004).

1. Situation géographique

La wilaya d'El Oued est situé au Nord-Est du Sahara Septentrional, elle s'étend sur une superficie de 44.586 km², avec une population de plus de 500.000 habitants, donnant ainsi une densité de 12 hab./km^2. La topographie se distingue par une importante dénivelée entre la ville d'El-Oued et d'El-Méghaier, respectivement de 75 m et -6 m. (A.N.R.H., 2005).

Elle est limitée par :

- Biskra, Khenchela et Tebessa au Nord.
- Djelfa au Nord- Ouest
- Ouargla au Sud et au Sud Ouest.
- La Tunisie à l'Est.

Géographiquement, la wilaya d'El Oued est limitée par les coordonnées suivantes :

XI=05°30' et X2 = 07°Est.

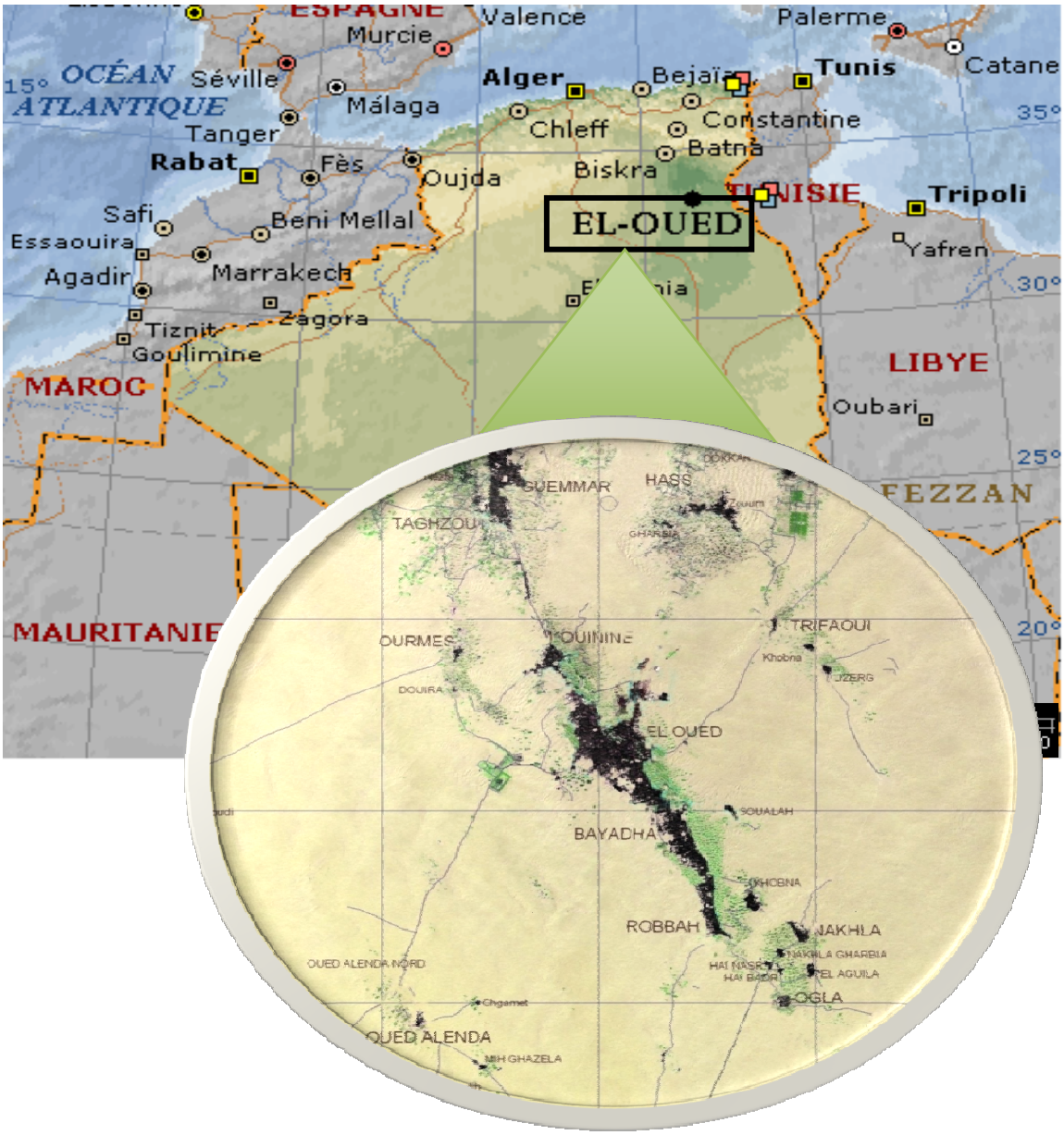
Y l=35°30' et Y2 = 37°Nord.

La Région du SOUF est une partie de la wilaya d'EL-OUED, située dans le Sud -Est algérien et au Nord du grand Erg oriental. Le SOUF est un vaste ensemble de palmiers, entouré de dunes blondes, limité par:

- La Zone des chotts (MELGHIGH et MEROUANE) au Nord.
- L'Extension de l'ERG oriental au Sud.
- La Vallée d'oued RIGH à l'Ouest.
- La Frontière Tunisienne à l'Est.

Le Souf est constitué par 10 Daïras :

1 - EL OUED.
2- REGUIBA.
3- GUEMAR.
4-DEBILA.
5- HASSI KHALIFA.
6- ROBBAH.
7 – BAYADA.
8- TALEB LARBI.
9- MIHA OUENSSA.
10- MAGRAN.



Échelle 1/80.000

Figure 13. Présentation géographique de la région de Souf (Google, 2008)

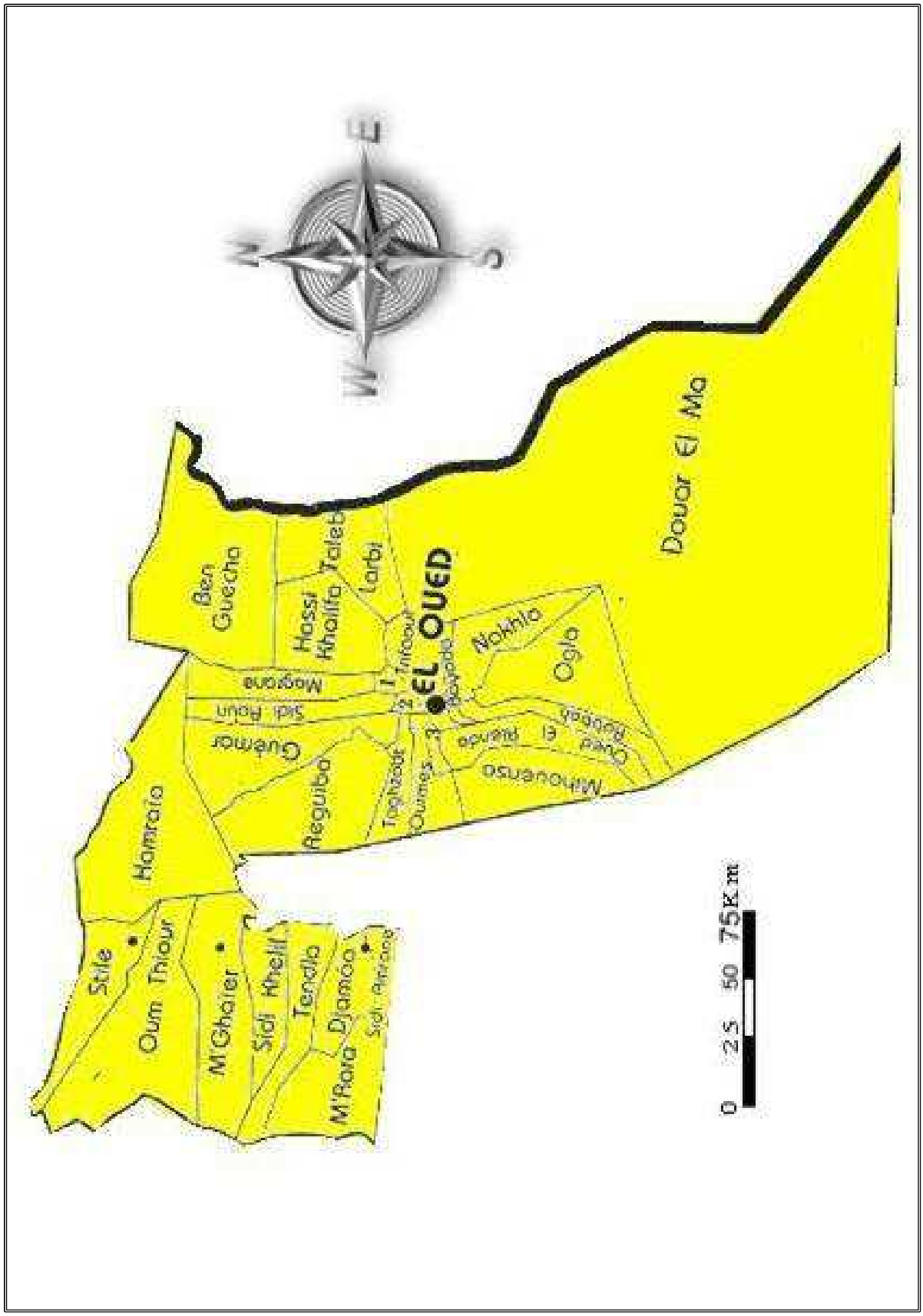
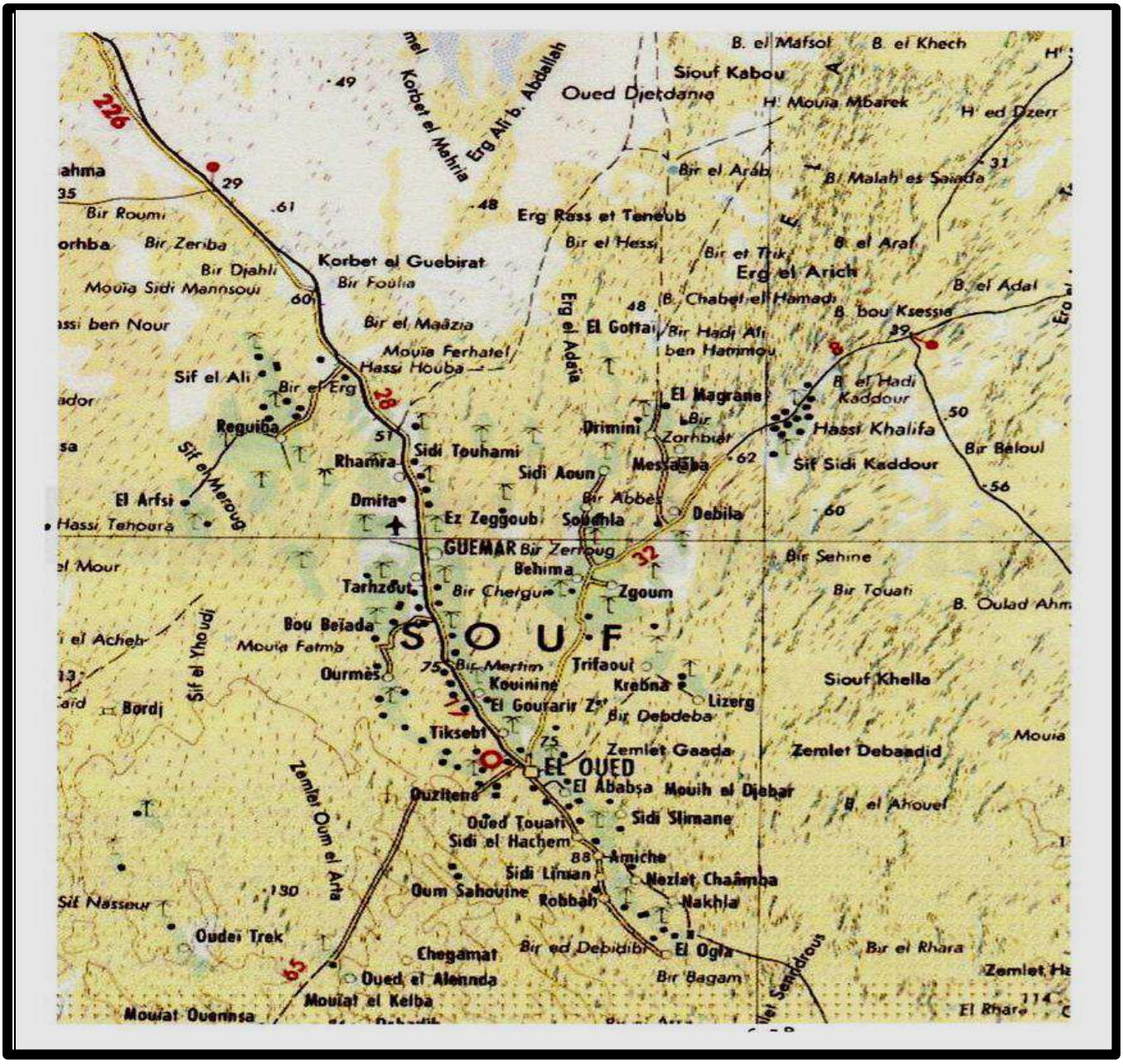


Figure 14. Carte de situation des communes de la willaya d'ElOued(KACHANA.2007)



ECHELLE: 1/200000

Figure 15. Extrait de la carte topographique de la région d'ElOued (KACHANA.2007)

2. Introduction

La connaissance des caractéristiques climatiques est nécessaire pour toute étude hydrogéologique, En effet, elle permet d'une part d' valuer l'alimentation des nappes souterraines et d'autre part d'avoir une idée sur les phénomènes météorologiques qui caractérisent la région d 'El-Oued (BOUSELSAL, 2007).

Le climat de la region de Oued Souf est de type saharien, désertique et se caractérise par des variations trés importantes des temperatures et des faibles precipitations.

La présente étude est basée sur les données disponibles à la station d'EOued durant 10 ans,de 1999 à 2008 ,donnent les resultants présents dans le tableauVII,(ONM,2009)

Tableau VII. Données météorologiques de la région du Souf (1999-2008)

Mois	Température (°C)	Humidité relative (%)	insolation (H/mois)	évaporation (mm/mois)	Pluviosité (MM)	Vitesse de vent(M/S)
Janvier	10.76	64.40	238.90	76.70	12.88	2.64
Février	12.92	53.70	239.10	104.00	1.82	2.58
Mars	17.84	45.10	274.60	162.00	5.06	3.90
Avril	21.56	42.80	278.40	212.00	9.15	4.02
Mai	26.45	39.20	301.10	265.30	1.96	4.09
Juin	31.30	32.70	344.90	288.00	0.62	3.87
Juillet	34.43	30.90	337.00	334.40	0.22	3.59
Août	33.83	34.80	327.60	280.90	2.91	3.08
Septembre	28.67	45.60	263.60	202.30	5.21	3.28
Octobre	25.33	52.30	245.00	155.70	7.01	2.26
Novembre	16.18	59.50	226.10	107.90	7.19	2.10
Décembre	12.65	67.70	204.50	95.80	11.61	2.32
moyenne annuelle	22.66	47.39	3280.80*	2285.00*	65.64*	3.14

*: cumul

2.1. Température

La température est un paramètre très important pour la détermination et la caractérisation du climat d'une région donnée. Les données climatiques enregistrées dans la tableau ci-dessus montrent:

- une température moyenne annuelle de 1'ordre de 22.66°C.
- les mois les plus chauds sont juillet et août, avec prospectivement 34.43 et. 33.83°C.

les mois les plus froids sont Janvier et décembre, avec 10.76 et 12.65°C.

2.2. La pluviométrie

La pluviométrie constitue une donnée fondamentale pour caractériser le climat d'une région. De ce fait, on remarque à travers le tableau que les précipitations sont peu abondantes et irrégulières. Les précipitations annuelles moyennes (1999-2008) sont de l'ordre de 65,64mm. La période pluviale de l'année est très courte (2 à 3 mois) par contre la période sèche s'étale presque sur toute l'année (fig. 15).

2.3. L'humidité relative de l'air

Dans la région du Souf, l'humidité relative est faible et varie beaucoup plus dans la journée et dans l'année par les effets des températures élevées et des amplitudes thermiques importantes. L'humidité moyenne annuelle est de l'ordre de 47,39% (1999-2008).

La valeur de l'humidité moyenne maximale dans la région du Souf est enregistrée pendant le mois de Décembre avec 67,70%, et la valeur de l'humidité moyenne minimale dans cette région est enregistrée pendant le mois de Juillet, avec 30,90% (Tabl. VIII) (O.N.M, 2009).

2.4. Evaporation

Elle est importante durant la période chaude de l'année. La valeur maximale est de 334,4 mm au mois de juillet et la valeur minimale est de 76,7 mm au mois de janvier. Le cumul annuel est de l'ordre de 2284,4 mm (Tabl. VIII).

2.5. Insolation

Les radiations solaires sont importantes au Sahara, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (TOUTAIN, 1979).

Dans la région du Souf, le pic est marqué pour le mois de juillet, avec un volume horaire de 347 heures. La moyenne annuelle de l'insolation est de 3295,2 heures/ mois (Tabl. VII).

2.6. Vents

Le vent est le composant climatique le plus marquant dans la région du Souf, c'est un facteur important à considérer dans l'agriculture, il joue un rôle essentiel dans le phénomène de la pollinisation, comme il peut provoquer le flétrissement de certaines espèces végétales sensibles.

Les vents dominants dans le Souf sont de direction Est Nord, provenant de la méditerranée libyque (DUBIEF, 1964), chargés d'humidité appelés (El-bahri) et qui soufflent très forts au printemps. Ils sont peu appréciés malgré leur fraicheur, car ils provoquent de la poussière (vents de sable) dans l'air et donnent une couleur jaune au ciel. Tandis que les vents du Sirocco ou "Chihili" qui apparaissent durant la période estivale ont une direction Sud Nord et Sud- Ouest, il se manifeste par des chaleurs excessives.

La vitesse moyenne annuelle du vent est de l'ordre de 3,16 m/s (Tabl. VII).

3. Synthèse climatique

3.1. Diagramme ombrothérmique de BAGNOULS et GAUSSEN, 1953

En se basant sur les données des précipitations et les données des températures mensuelles sur une période de 10 ans, on peut établir la courbe pluviométrique dont le but de déterminer la période sèche.

D'après BAGNOULS, 1953, un mois sec est celui où le total moyen des précipitations (mm) est inférieur ou égal au double de la température moyenne du même mois. Cette relation permet d'établir un diagramme pluviométrique sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations.

La figure (16) nous permet de déduire la saison sèche qui a une importance primordiale pour les besoins en eau d'irrigation. Lorsque les températures passent au dessus de la courbe des précipitations, la période correspondante est déficitaire en eau, alors que l'inverse indique une période humide.

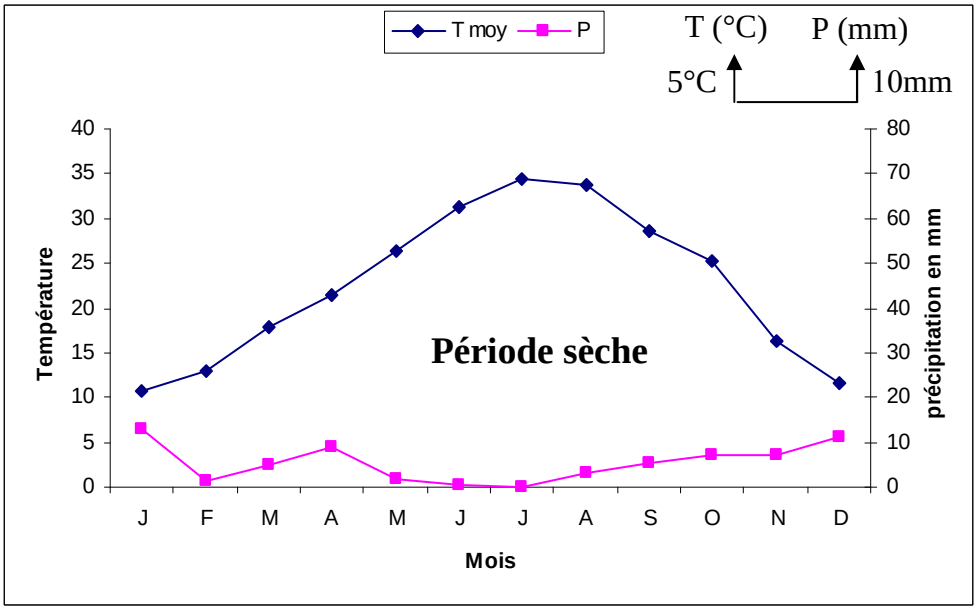


Figure 16. Diagramme ombrothérmique de BAGNOULS et GAUSSEN de la région de Souf (période 1999-2008)

3.2. Climagramme d'Emberger

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude et de donner une signification écologique du climat.

En abscisses, sont représentées les moyennes des minima des mois le plus froid.

En ordonnées, on a les valeurs du quotient pluviométrique (Q_2) (Fig.17) sur le climagramme sont portés les différents étages bioclimatiques sahariens, arides, semi-arides, sub-humides et humides.

Pour notre région, nous avons utilisé la formule de STEWART, adaptée pour l'Algérie et le Maroc, qui se présente comme suit :

$$Q_3 = 3{,}43\ P/\ (M-m)$$

P : cumul pluviosité annuelle en mm est égal à 64,92 mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C est égal à 41,84.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en °C est égale à 4,81.

Donc : Q_3 : quotient pluviothermique d'Emberger Q_3 = 6,01.

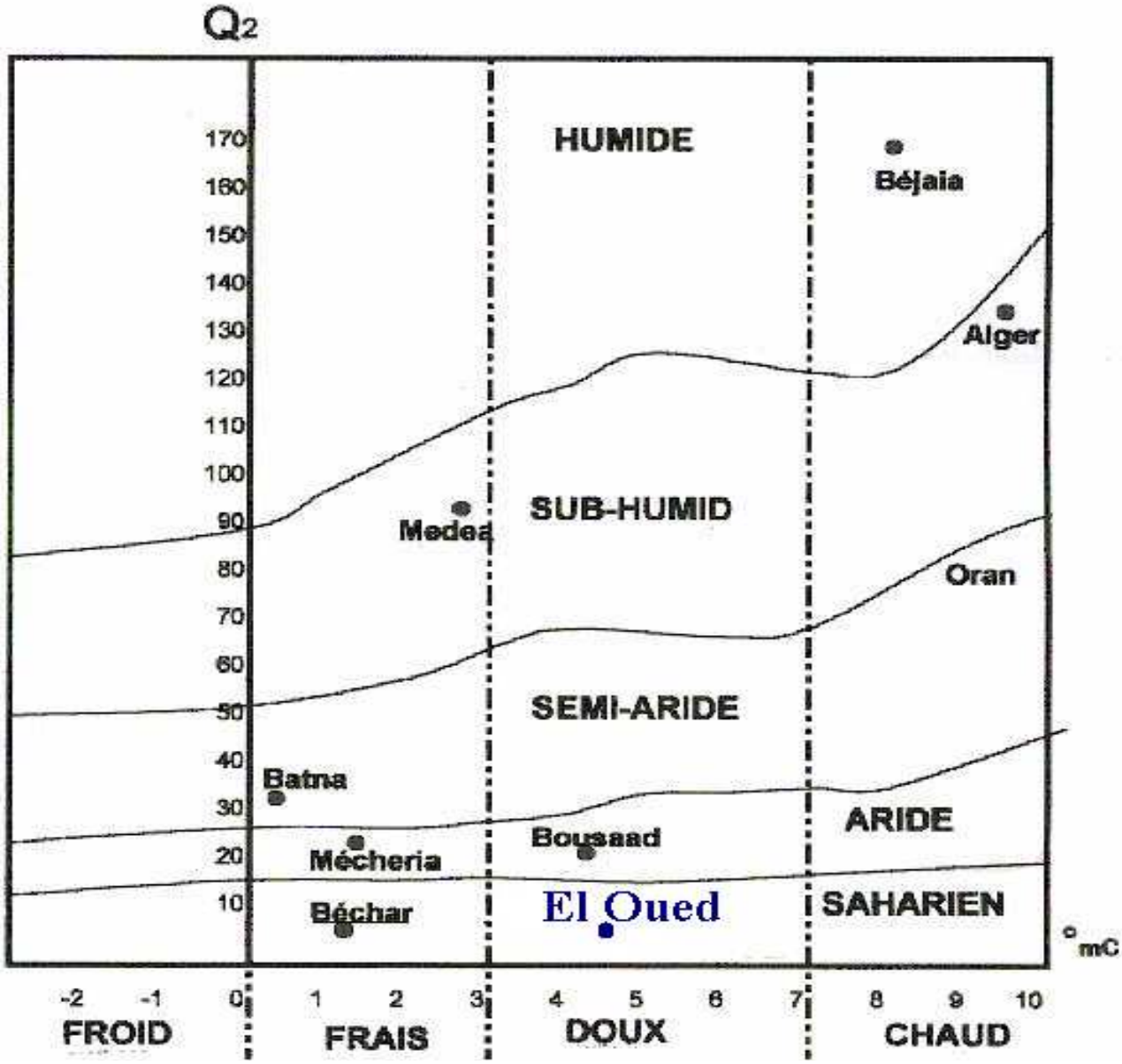


Figure17. Etage bioclimatique de Souf selon le Climagramme d'EMBERGER

4. Géomorphologie

On peut distinguer 5 formes géomorphologiques :

➢ **L'Erg :** est une région où le sable s'accumule en dunes, elle occupe les 3/4 de la surface totale de la Wilaya (VOISIN.2004).

➢ **Le Sahane :** est une région plate et déprimée, formant les dépressions fermées, entourées par les dunes avec une croûte gypseuse (VOISIN, 2004).

➢ **La Nebka :** est une petite dune édifice à faveur d'un obstacle (roche ou végétation) (B.N.E.D.R., 2006).

➢ **Les Ghouts :** le ghout est le plus ancien type de palmeraie connu dans la région du Souf, les Ghitanes (plusieurs ghouts) sont installés dans l'Erg en forme d'entonnoir, au fond duquel poussent les palmiers en nombre variable (CHETEHOUNA, 1992 in CHEDALA et MOULATI, 2008). Selon REMINI (2004), les palmiers sont implantés par groupe de 20 à 100 palmiers au centre d'une cuvette artificielle, d'une profondeur de 10m et d'un diamètre de 80 à 200m, et dont le fond à été amené à moins de 1m au dessus de la nappe phréatique. Les oasiens creusent progressivement dans le sol afin que les palmiers aient constamment leurs racines dans l'eau, ils n'ont pas besoin d'irrigation (Fig.18 et photo19).

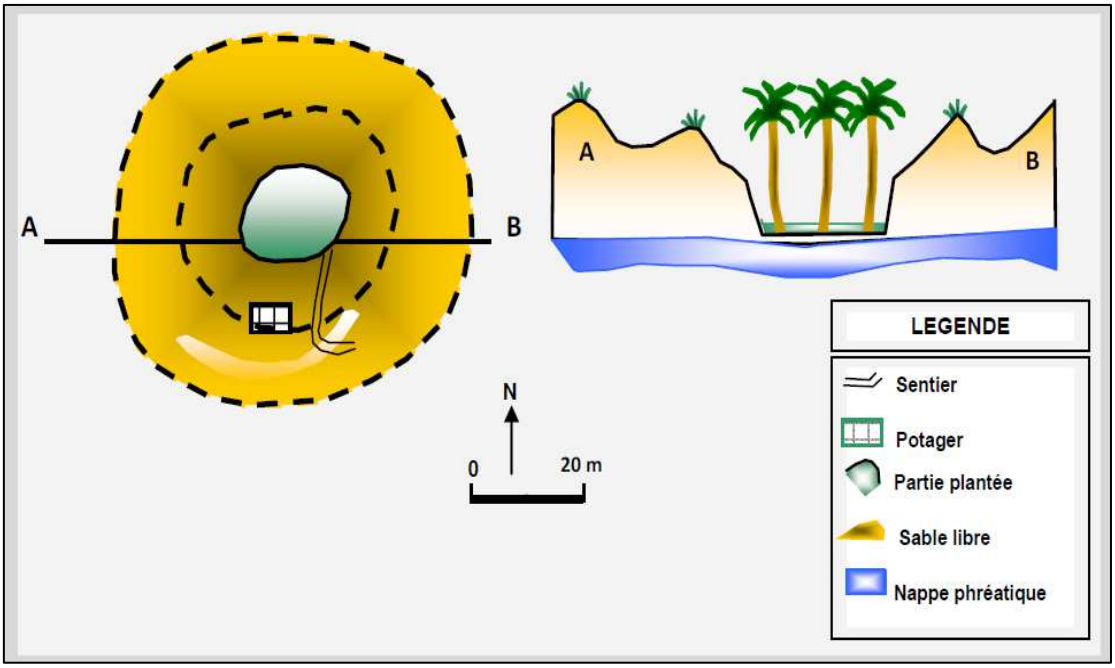


Figure 18. Plan et coupe d'un ghout (MEDARAG NAROU BOUBIR et FARHI, 2009)

Photo 4. Système de Ghout au Souf (KEDDADRA, 1991)

- **Particularités du système Ghout**

Par sa situation topographique et la densité des différents types de strates, ajoutées à la faible profondeur de la nappe, il règne dans le ghout un microclimat différent de celui de la région.

La température de l'air est inférieure de plusieurs degrés par rapport à la température de la surface hors ghout, avec des variations, selon le degré de recouvrement des sols dans le ghout. Pour un degré de recouvrement total, la luminosité est très faible, et le degré hygrométrique est très élevé. Si la palmeraie est très clairsemée, les cultures sous-jacentes subissent les conditions climatiques du milieu général (KEDDADRA, 1991).

Selon TOUTAIN (1979), dans une palmeraie à degré de recouvrement de 80 à 75%, le climat est favorable à une bonne végétation des cultures sous-jacentes.

De telles conditions :

- Éliminent la forte sécheresse de l'air.
- Réduisent l'évaporation des cultures herbacées.

Topographie, l’altitude moyenne de la région du Souf est de 80 mètres avec une diminution notable du sud au nord pour atteindre 25 mètres au dessous du niveau de la mer dans la zone des chotts qui occupent le fond de l’immense bassin du bas Sahara (A.N.R.H, 2005).

5. Caractéristiques édaphiques

Le sol est le produit d'altération des roches par différents agents atmosphériques (pluies, ,gel vents) ou biologiques (racines,micro-organismes).Les facteurs de la pédogénèse ne sont guére favorables à la constitution des sols en milieu désertique,en raison de la dureté et de la rareté de ces facteurs : pluies irrégulières ,variations thermiques très importontes ,rareté de la végétation (ACHOUR,1995) .

5.1. Paysages et reliefs

Oued Souf est la partie Nord orientale du grand Erg, elle englobe l'aire dépressionnaire des grands chotts (NADJAH ,1971).

La géomorphologie est les paysages permettent de distinguer trois sous régions du nord au sud (NADJAH, 1971).

- Au nord des chotts, les vastes piémonts parcourus par les oueds descendants des Aurès, correspondant au sud Nememcha et constituant une zone traditionnelle de parcours pour les Soufis.
- Au sud des chotts, on trouve dans les marges de l'Erg des placages de sable dans une grande épaisseur, mais modelés en bras Nord-est / Sud-ouest séparés par des dépressions riches en végétation. Les oasis sont limités par des cordons de dunes, qu'on appelle des sahanes.
- En dessous du 33° parallèle Nord, commencent les grandes accumulations sableuses en pyramides, formant de grandes dunes, les Ghroudes. Elles sont moins nombreuses et séparées par de larges sahanes au sud-ouest, dans la zone dite des Loudje, dont la végétation psammophile est abondante et offre de bons pâturages. Au sud-est, dans le Zemoul El Akbar les Ghroudes sont plus resserrées et plus nombreuses et la circulation y devient très difficile (E.N.A.G.E.O, 1993).

5.2. Sol

Les sols de Oued Souf prement deux aspects, le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses.

L'autre aspect est appelé localement « SHOUNES » (plusieurs sahane), où la surface du sol est parfois caillouteuse avec des croûtes gypseuses entourées par de hautes dunes (GHROUD) qui leur donnent ainsi une forme de cratères (ACHOUR, 1995).

Les résultats de l'étude géophysique du terre de Oued Souf permettent de caractériser quatre étages :

- Terrain superficiel, d'une épaisseur variable, allant de 30 à 50 m, correspondant aux sables dunaires.
- Terrain ayant une épaisseur variable allant de 50 à 80 m, correspondant aux sables argileux et aux argiles sableuses.
- La troisième couche n'existe pas dans toute la région, son épaisseur est plus importante et varie entre 5 à 90 m, elle correspond aux argiles sableuses.

La quatrième couche correspond au substratum argileux (E.N.A.G.E.O, 1993)

5.3. Ressources en eau

Les eaux souterraines représentent la principale ressource hydrique de la région de Oued Souf, elles sont constituées par les ensembles aquifères suivants :

- **La nappe phréatique**

Elle est comprise dans les dépôts sableux fins, de type éolien, localement intercalés de lentilles d'argiles sableuses et gypseuses. Elle est limitée par un substratum argileux imperméable. Son épaisseur est variable et peut atteindre localement une centaine de mètres.

Dans le Souf, cette nappe est exploitée par 1040 puits ,équipés de groupes motopompes (D.H.W. in COTE, 2001).

- **La nappe du complexe terminal (CT)**

Les formations du complexe terminal sont très hétérogènes. Elles englobent les assises perméables du Sénonien calcaire et du Miopliocène. En fait, il est possible d'y distinguer trois ensembles aquifères principaux, séparés localement par des horizons semi-perméables ou imperméables. Ces trois ensembles sont représentés par les calcaires et dolomites du Sénonien et de l'Eocène inférieur, par des sables, des grès et des graviers du pontien, et par les sables du miopliocène. La profondeur du Complexe Terminal est comprise entre 100 et 600 mètres et sa puissance moyenne est de l'ordre de 300 mètres. Elle est exploitée par 129 forages , dans toute la wilaya, dont 84 dans la zone d'étude. D'après l'inventaire des forages et une enquête sur les débits extraits de la wilaya d'El-Oued (A.N.R.H, 1999). Certains d'entre eux présentent un léger artésianisme dans la partie Nord.

- **La nappe du continental intercalaire (albien) (CI)**

La formation du continental intercalaire est représentée par des dépôts continentaux sablo gréseux et sablo-argileux du crétacé inférieur. C'est un système aquifère multicouches dont la profondeur atteint localement 2000 mètres et dont la puissance varie entre 200 et 400 mètres. Elle est exploitée par deux forages artésiens pour l'A.E.P d'El-Oued (1850 mètres pour le forage F1). La pression en tête de forage est de 22 à 23 bars et le débit artésien de 222 litres /seconde. La recharge actuelle de la nappe du continental intercalaire s'effectue par infiltration des précipitations sur les bordures du bassin, tout au long des oueds qui descendent des massifs montagneux, notamment de l'Atlas saharien au Nord-Ouest et du Dahar à l'Est. Des ruissellements en bordures des plateaux peuvent également participer à l'alimentation de la nappe sur le bord de Tademaït et sur le bord de Tinhert (SAIBI, 2003

6. La flore et la faune

- **La flore**

Des arbustes rabougris et des touffes d'herbes espacées croissent au pied des dunes: le Souf n'est pas une région stérile mais une région aride. La flore spéciale est caractérisée par un certain nombre de traits déterminés qui sont : la rapidité d'évolution, l'adaptation au sol et au climat, le petit nombre des espèces, le caractère discontinu du matériel végétal (OZENDA, 1958).

Les principales plantes caractéristiques du Souf sont **:** Le Drinn **(***Aristida pungens*), l'Alenda (*Ephedra alata*), l'Arta (*Calligonum comosum*), le Retem (*Retama retam*), l'Adhide (*Euphorbia guyoniana*), le Genêt (*Genista saharae*), l'Ethel **(***Tamarix articulata***),** le Saxaoul **(***Anabasis ammodendron*). (VOISIN, 2004).

- **La faune**

Les deux principaux embranchements représentés dans le Souf, sont les articulés (insectes, arachnides) et les vertébrés (mammifères, oiseaux, reptiles). Si tout le monde connaît le lézard, le scarabée, le scorpion, le fennec et la gerboise, on est plutôt surpris d'apprendre qu'il existe plus de 20 espèces d'oiseaux, 32 espèces de reptiles, (23 lézards et 9 serpents) dont 7 sont liées aux sables vifs des massifs de dunes et 25 sont des formes sahariennes vraies, 55 espèces de mammifères dont 24 sont proprement sahariennes. Parmi les 20 espèces d'oiseaux de passage ou sédentaires dans le Souf, 15 sont spécifiques au Sahara. On y voit également des papillons, des cigales, des grenouilles, des foulques... etc. (VOISIN, 2004).

Chapitre III. Matériels d'études

1. Choix de la zone d'étude

Dans le cadre de ce travail, nous avons essayé de saisir l'impact topographique sur le niveau de drainage dans le ghout dans la région du Souf.

Pour atteindre le but de ce travail, nous avons choisi trois zones d'études caractérisées par la différence de niveau de la nappe phréatique, zones (sèches, humide, inondées).

1.1. Critères de choix des zones d'études

Les zones études sont choisies après prospection sur le terrain, avec consultation d'organisme D.H.W. et O.N.A. (Office National de l'Assainissement) et D.S.A de spécialiser la sélection des zones d'études. Ils ont proposé plusieurs zones (Bayada, Kouinine, M. Ouensa, Nakhla, El. Ogla, Reguiba, H. Khalifa….), et pendant l'étude sur les le trois type de ghout qui spécifient de ces zones ou commune la plus touché par la rémontée de la nappe phréatique, nous avons choisi les zones suivantes : El Oued, Robbah et Kouinine.

Notre choix a porté sur la région de Oued Souf, ce choix repose sur les élément suivant :

- La localité dispose d'un nombre important total des ghouts (9562).
- un potentiel phoenicicole très important.
- la région est touchée par la remontée de la nappe phréatique.

Nous avons choisi la plus part des stations (60 stations) rapproché et voisin les une et autre et different niveau de la nappe phréatique, dans le couloir kouinine-Eloued -Robbah la plus concerné par le phénomène de la remontée de la nappe phréatique.

- Zone d'El Oued : située dans la commune d'El Oued, et est caractérisée par un niveau de la nappe phréatique superficiel.
- Zone de Robbah : située dans la commune de Robbah, et est caractérisée par un niveau de la nappe phréatique profond.
- Kouinine : située dans la commune de Kouinine, et est caractérisée par un niveau de la nappe phréatique moyennement profond.

Le couloir Robbah – El Oued – Kouinine, dans lequel la nappe montait de façon notable malgré le réseau d'assainissement, a été modélisé avec réseau de drainage complémentaire, optimisé pour stabiliser et abaisser le niveau. La carte d'occupation des sols (ODS) et les mesures de débit des forages ont servi de base à la modélisation.

Dans ce couloir, la surface topographique a été interpolée à partir de 14232 points nivelés au sol pour le réseau d'assainissement dans les zones urbaines et par 2341 points pour les zones non urbanisées, soit 16573 points couvrant la zone du modèle.

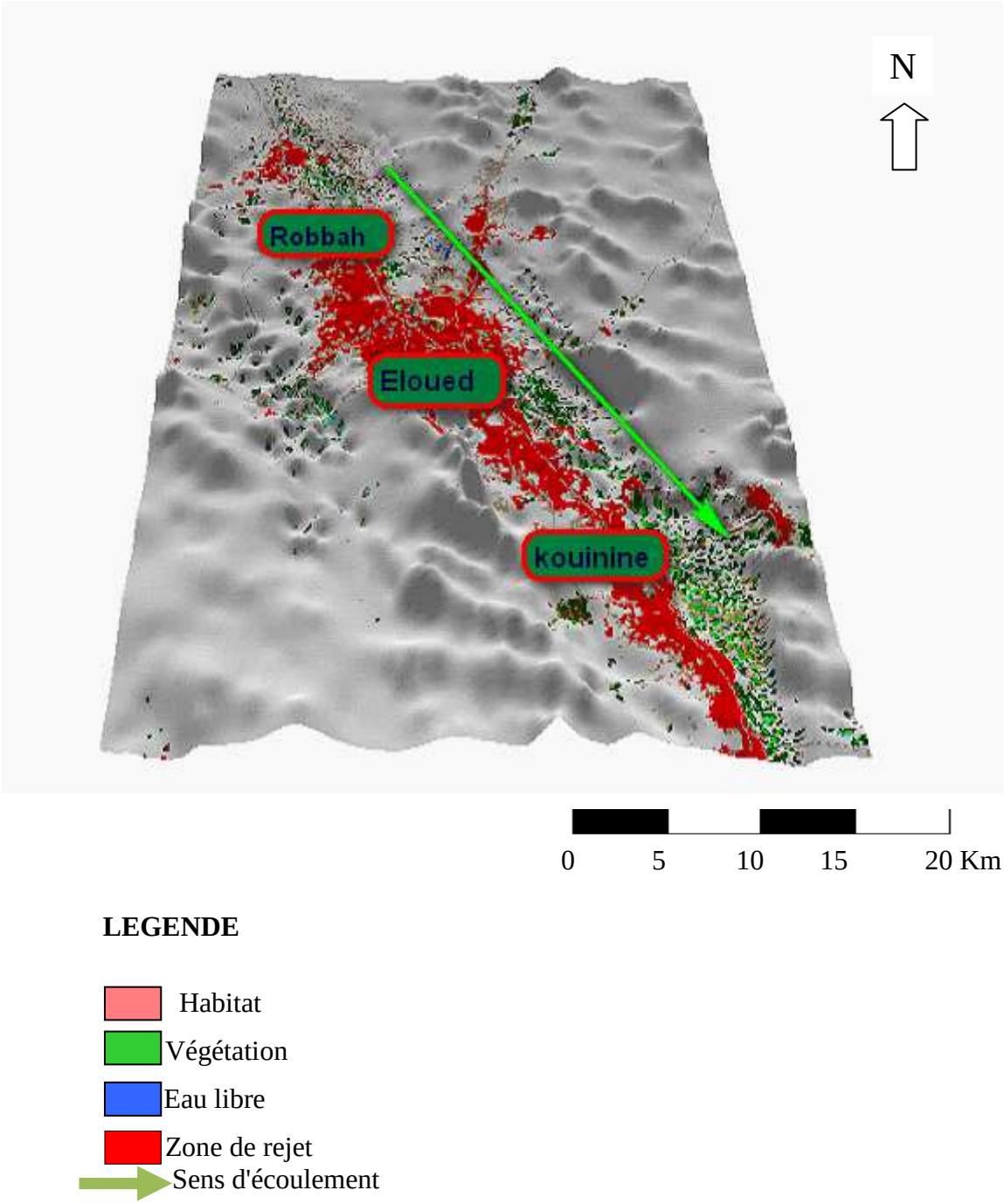


Figure 19. Couloir Robbah – El Oued – Kouinine

Représentation de la relief (BG,2006)

- En bleu la zone urbanisée de Bayadha au Sud, avec une superficie de 392 ha et une recharge de 684 mm/an.
- En vert la zone urbanisée d'El-Oued au centre, avec une superficie de 1426 ha et une recharge de 840 mm/an.
- En vert-bleu la zone urbanisée de Kouinine au Nord, avec une superficie de 196 ha et une recharge de 496 mm/an.
- En rouge la zone du rejet actuel au Nord-Est, avec une superficie de 8,5 ha et une recharge de 24 m/an.

Tableau VIII. Etat de la station des ghouts de Oued Souf (D.S.A, 1998)

Communes	Ghouts inondés	Ghouts humides	Ghouts secs	Total Ghouts	% Ghouts inondés
Bayadha	249	4	12	265	93
Koinine	186	160	66	412	45
H,Abedlkrim	171	340	375	886	19
El Oued	164	40	7	211	78
Robbah	77	27	59	163	47
Nakhla	29	82	13	124	23
Ourmes	13	160	133	406	3
Debila	11	334	296	641	2
Ogla	6	66	58	130	5
O, Allenda	4	52	244	300	1
Mih ouansa	3	22	863	888	0
Magrane	1	556	375	932	0
Tghzout	1	17	393	411	0
Sidi Aoun	0	76	486	562	0
Hassi khalifa	0	0	1997	1997	0
Trifaoui	0	21	476	497	0
Reguiba	0	143	594	737	0
Guemar	0	0	0	0	0
Total	915	2100	6447	9462	-

Le nombre de ghouts dans la région de Oued Souf à été estimé a partir de la donnée récente

Environ 9462 ghouts au total, parmi lesquels 6447 ghouts étaient secs et 2100 ghouts humides et 915 ghouts inondés.

Dans chaque zone, nous avons choisi vient station de ghouts (inondé, humide, sec), elles sont caractérisés par :

- Accessibles pour les moyens de transport.
- Présence de puits, notamment dans les stations sèches et humides pour effectue les mesures de niveau de la nappe phréatique.

2. Présentation des zones d'études

2.1. Zone d'El Oued

La zone d'El Oued est située dans la commune d'El Oued, elle est apparue pendant la période de la colonisation en 1957, sa superficie est environ 77,2 km^2, El Oued est limitée par :

Du Nord, les deux communes de Kouinine et Hassani Abdelkirim, du Sud, la commune de Bayada et de l'est, la commune de Trifaoui, et Oued Alenda de l'Ouest. Le nombre de sa population, d'après les dernières statiques plus de 130984 personnes (NECIB, 2009).

Cette commune qui caractériser par un grand nombre de type de ghout inondé parrapport les autre comune de Willaya comme (Guemar ,Hassi Khalifa …….etc).

Dans cette étude on va choisie vient ghouts différent la niveau de la nappe phréatique et approché selon les autre station vers l'axe d'étude (Robbah ,ElOued ,Kouinine).

Tableau IX. Fiche des donneés geographiques de la station inondée (ghouts)

N° de station	cordonné geographique (GPS)						
	x			y			z (m)
1	6°	53'	53"	33°	20'	12"	74.6
2	6°	53'	48"	33°	19'	41"	77.87
3	6°	52'	23"	33°	20'	26"	79.82
4	6°	49'	45"	33°	20'	57"	73.89
5	6°	52'	53"	33°	21'	37"	74.6
6	6°	52'	55"	33°	21'	50"	77.87
7	6°	52'	24"	33°	21'	42"	79.82
8	6°	51'	56"	33°	21'	29"	73.03
9	6°	50'	48"	33°	22'	43"	72.28
10	6°	52'	17"	33°	22'	12"	72.89
11	6°	52'	57"	33°	22'	22"	74.6
12	6°	51'	47"	33°	21'	24"	77.87
13	6°	58'	48"	33°	22'	43"	73.96
14	6°	50'	47"	33°	23'	14"	71.95
15	6°	52'	5"	33°	23'	21"	69.01
16	6°	51'	42"	33°	23'	8"	72.3

17	6°	52'	13"	33°	23'	3"	69.01
18	6°	50'	48"	33°	23'	13"	63.62
19	6°	49'	8"	33°	23'	15"	63.17
20	6°	50'	35"	33°	23'	31"	61.06

Ce type de ghout il représente 915 du nombre total des ghouts dans la région d'étude (D.S.A, 1998).

Ce sont des ghouts caractérisés par la colonisation des roseaux (prenant la place des palmiers dattiers), et se caractérisant aussi par des palmiers dattiers en très mauvais état, et un nombre important de pieds dépéris. **(**CHEDALA S et MOULATI H, 2008).

- Ces ghouts sont dans la majorité des cas abandonnés,

Photo 5. Ghout inondé dans la region du souf

2.2. Zone de Kouinine

Kouinine se situe au nord d'El Oued, soit à 6 Kms du chef lieu de la wilaya. Elle a une superficie de 116 Km^2, elle est limitée par la commune: au nord de Taghazout, à l''Est par Hassani Abdelkerim, à l'ouest par Ourmés et au sud par la commune d'El Oued.

Malgré son caractère para urbain, Kouinine est considéré comme une région rurale (D.S.A.EL, 1998).

Kouinine se caractérise par son terrain para plat, sa nature sablonneuse, avec des dénivellations entre (70, 82 – 77,02 m), et de ce fait, elle est considérée comme une région basse par rapport au niveau du terrain de la wilaya (D.S.A. EL, 1998).

Kouinine se caractérise par son terrain para plat, sa nature sablonneuse, avec des dénivellations entre (70, 82 – 77, 02 m), et de ce fait, elle est considérée comme une région basse par rapport au niveau du terrain de la wilaya (D.S.A. EL, 1998).

Pour notre cas, nous avons choisi 20 station d'étude selon leurs types de niveau de la nappe phératique , et voisiné le station d'ElOued pour donneé un étude spatial et précicer .

2.2.1. Caractéristiques des stations

- **Ghout inonde**

Ce type de ghout il représente 45% du total des ghouts dans la zone de Kouinine. Ce sont des ghouts caractéristique par la colonisation des roseaux (prennent le place des palmiers dattiers), et se caractérise aussi par des palmiers dattiers en très mauvais état, et un nombre important des pieds dépéris.

Ces ghouts, sont dans la majorité des cas abondons, et sont généralement dans ces ghouts, on trouve l'accumulation de déchets et des eaux domestiques.

- **Ghout humide**

Ce type représente 39% du nombre total des ghouts dans cette zone. Ces ghouts sont peu envahis par les roseaux et une faible production de palmiers dattiers.

- **Ghout sec**

Ce type représente 16 % du nombre total des ghouts, ces ghouts sont caractérisés par des palmiers, en bon état.

Tableau X . Fiche des donneés geographiques des stations humide (ghouts)

N° de station	cordonné geographique (GPS)						
	x			y			z (m)
1	6°	50'	13"	33°	24'	47"	51.21
2	6°	50'	48"	33°	23'	13"	52.72
3	6°	50'	26"	33°	23'	15"	66.86
4	6°	49'	8"	33°	25'	15"	68.65
5	6°	49'	41"	33°	23'	49"	68.05
6	6°	50'	12"	33°	23'	57"	68.86
7	6°	49'	41"	33°	23'	49"	66.46
8	6°	49'	24"	33°	23'	48"	62.95
9	6°	50'	13"	33°	24'	27"	62.8
10	6°	49'	58"	33°	24'	24"	63.25
11	6°	50'	13"	33°	24'	27"	63.98
12	6°	49'	58"	33°	24'	14"	59.21

13	6°	50'	13"	33°	24'	39"	58.93
14	6°	49'	23"	33°	24'	59"	59.31
15	6°	49'	57"	33°	25'	5"	55.59
16	6°	49'	40"	33°	24'	59"	51.48
17	6°	49'	3"	33°	25'	96"	51.88
18	6°	48'	51"	33°	26'	3"	51.2
19	6°	48'	43"	33°	26'	34"	55.01
20	6°	52'	42"	33°	25'	37"	66.23

Ce type de ghout représente 2100 du nombre total des ghouts dans la région d'étude (D.S.A, 1998). Ces ghouts sont peu envahis par les roseaux avec une faible production de dattes.

Photo 6. Ghout humide dans la région du souf

2.3. Zone de Robbah

La zone de Robbah est située dans la commune de Robbah, elle situe au sud de la wilaya d'El-Oued. Elle est limitée par :

Du Nord, la commune de Bayada, au Sud, les deux communes d'El Ogla et Douar El Maa, à l'est, la commune de Nakhla, à l'Oued Alenda de l'Ouest. Sa population, d'après les dernières statiques, se chiffre à 21828 personnes. Sa superficie est 499,20 km^2, et est située à 10km de la wilaya d'El Oued.

Tableau XI. Fiche des donneés geographiques des stations sèches (ghouts)

N° de station	cordonné geographique (GPS)						
	x			y			z (m)
1	6°	52'	23"	33°	20'	26"	85.27
2	6°	53'	6"	33°	20'	17"	71.14
3	6°	53'	53"	33°	20'	12"	70.5
4	6°	53'	11"	33°	19'	45"	73.99
5	6°	53'	58"	33°	19'	41"	71.09
6	6°	53'	26"	33°	19'	35"	72.8
7	6°	52'	31"	33°	18'	2"	73.41
8	6°	53'	26"	33°	18'	25"	83.78
9	6°	54'	10"	33°	17'	52"	78.34
10	6°	55'	53"	33°	17'	44"	91.47
11	6°	55'	14"	33°	17'	58"	86.33
12	6°	54'	32"	33°	19'	9"	82.36
13	6°	56'	43"	33°	16'	49"	84.16
14	6°	57'	9"	33°	48'	38"	81.75
15	6°	48'	38"	33°	19'	53"	96.23
16	6°	46'	14"	33°	17'	45"	98.52
17	6°	56'	48"	33°	16'	10"	96.69
18	6°	48'	38"	33°	21'	11"	79.98
19	6°	49'	45"	33°	20'	57"	77.87
20	6°	54'	2"	33°	18'	20"	89.22

Dans notre cas on va choisie vient ghouts dans cette zone et approcher les ghout qui situé a la centre d'ElOued.

Ce type représente 6745 du nombre total des ghouts(D.S.A, 1998).Ces ghouts sont caractérisés par des palmiers, en bon état.

Photo 7. Ghout sec la région du souf

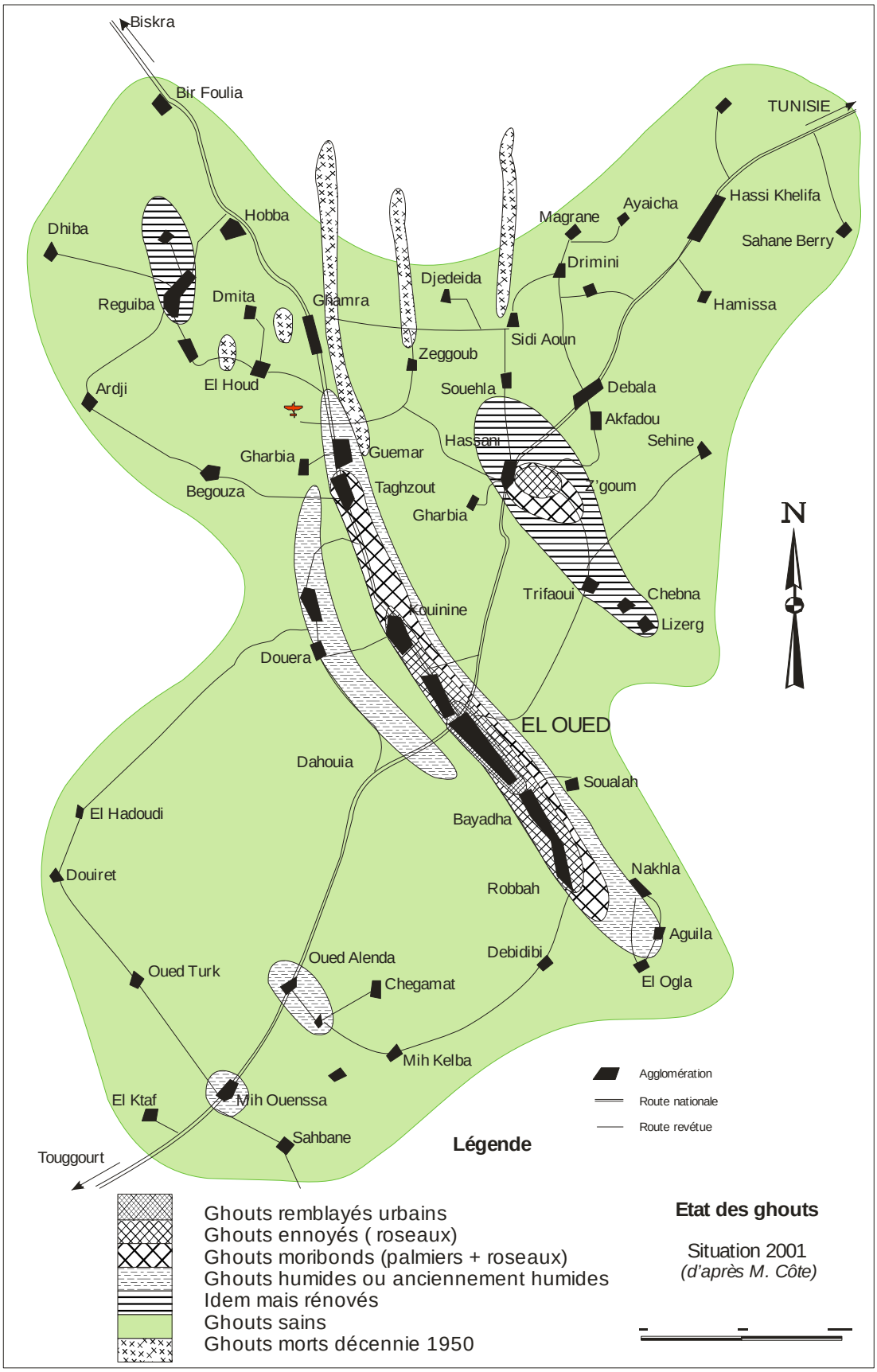


Figure 20. État des ghouts d'après (M. Cote 2001).

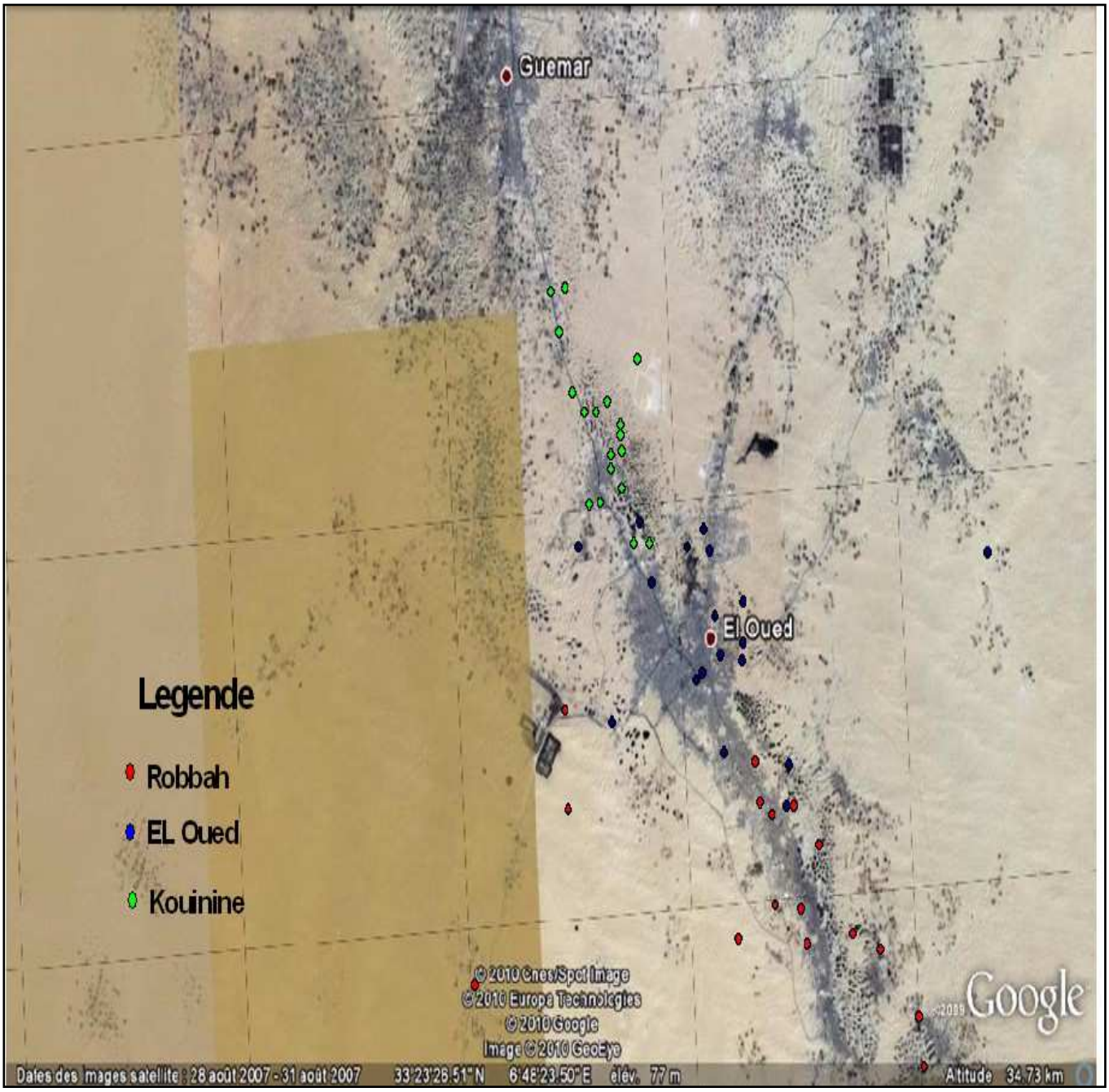


Figure 21. Carte présentative des ghouts d'études dans la région de Souf (google Earth, 2010)

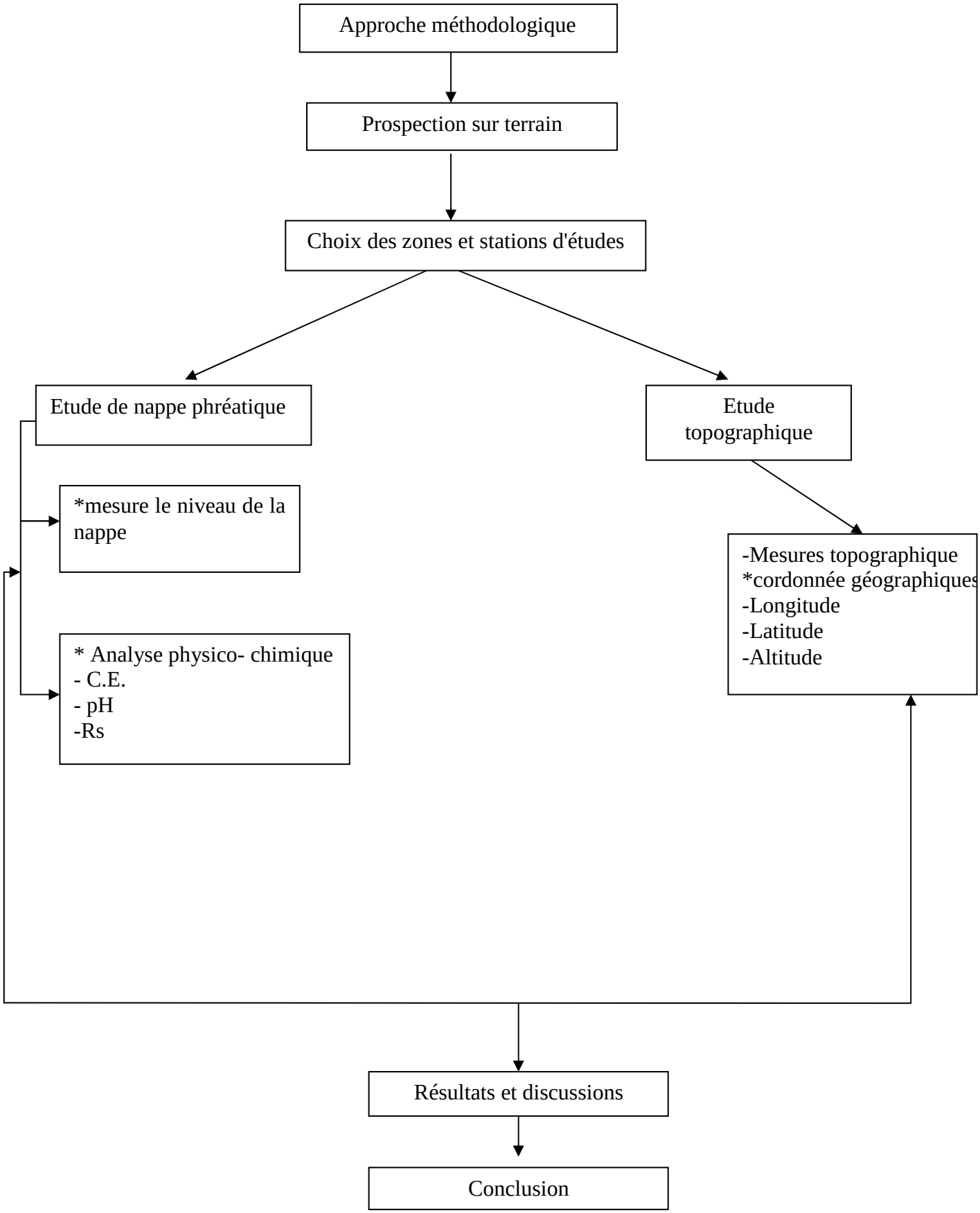


Figure 22. Méthodologie de travail

Chapitre IV. Méthodes d'études

1. Approches méthodologiques

Notre approche méthodologique a consisté l'étude de l'impacte topographique sur le niveau de drainage de Oued Souf, sur l'environnement hydro édaphique et agronomique. Cela effectué en étapes suivant :

1- Enquête.
2- Etude de la nappe phréatique et la qualité des eaux.
3- Etude topographique .

1.1. Travail d'enquêtes

En fonction de l'objectif fixé notre travail a nécessité la collecte du maximum d'information le plus important pour répondre à d'éventuelles anomalie, avec la collecte des données de septembre 2009 jusqu'à al fin mai 2010, et été établie comme suit :

- Localisation de ghouts (commune).
- Les systèmes d'irrigation.
- La superficie totale des Ghouts.

1.2. Etude de la nappe (pendant le printemps)

Pour l'étude de la nappe dans les stations d'étude (les ghouts), nous avons prélevé l'échantillon au niveau de chaque ghout, selon le type de ghout et nous avons mesuré le niveau de la nappe, ce prélèvement est réalisé pour les :

1.2.1. Ghouts Inondés

Pour les vignt ghouts inondés nous avons prélevé l'eau directement à la surface, lorsque l'eau est remontée dans ces ghouts (photo), et nous avons mesuré le niveau de la nappe, à l'aide d'une à l'aide d'une règle graduée.

Photo 8. Messure du niveau de la nappe(A) et prélévement des eaux (B)

1.2.2.Ghouts humides

Pour les vingt ghouts humides, nous avons mesuré le niveau de la nappe phréatique à l'aide d'une régle graduée et prélevé l'échantillon à l'aide d'un tuyau plastique, parce que le niveau de la nappe proche du sol.

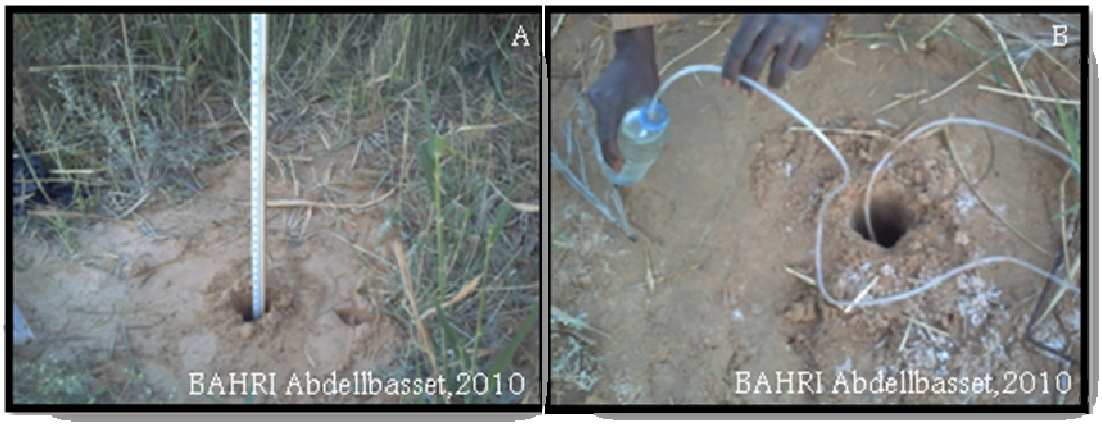


Photo 9. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B)

1.2.3.Ghouts secs

Dans les ghouts secs nous avons prélevé l'eau au niveau des puits, parce que le niveau de la nappe est très profond et pour déterminer le niveau de la nappe nous avons utilisé une sonde piézométrique.

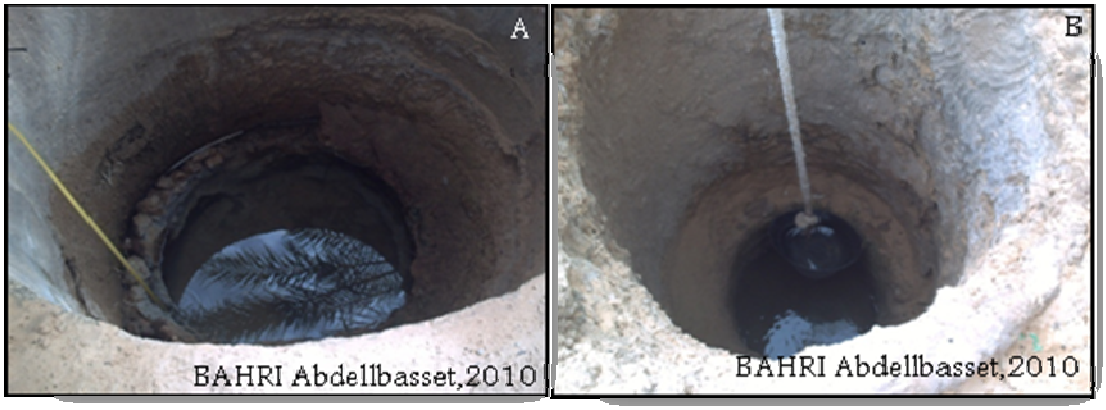


Photo10. Mesure du niveau de la nappe (A) et prélèvement des eaux (B)

Nous avons prélève des échantillons dans des bouteilles plastiques à partir des points d'eau. Ces bouteilles sont rincées par l'eau distillée et égoutées avant de les remplir d'eau, analyses et après, prendre les échantillons pour les analyse au laboratoire.

Au niveau de 1'étude de la nappe nous avons effectue les analyses des paramétre Physico-chimiques (la C E, le R.S et le pH).

2. Méthodes d'analyse

A fin d'avoir une idée sur quelques caractères des eaux, nous avons effectué les analyse ci-dessous :

Les différentes analyses des paramètres physico-chimiques et chimiques des eaux sont effectuées au laboratoire de l'ITAS (Ouargla).

2.1. Analyse des échantillons des eaux

Dans le cadre de notre étude portant sur la nappe phréatique, nous avons mesuré le paramètre suivant :

a. Conductivité électrique (CE) à 25° C : mesurée au conductimètre.

b. pH : mesuré au pH mètre.

c. Résidu sec (RS) : par dessiccation d'un échantillon d'eau à 105°C pendant 24h .la différence de poids consistue le résidu sec.

3. Etude topographique

Dans le cadre de notre étude on va fait un étude topographique et l'impacte sur le niveau de drainage dans le Oued Souf dans le Ghouts, cette realisation qui fait par un étape:

3.1. Phase de documentation

Au cours de laquelle nous avons utilise toute les documentations disponible à la region d'étude tellque les cartes topographiques de la region de Oued Souf à l'échell 1/2000000, ainssi que les coordonnées les forages fournnies par l'ANRH de Ourgla afin de coriger les point de station d'étude parraport les forages .

3.2. Phase de prospection

-Usage de Google Earth pour localisation des stations de travail.

- prospection on terrain et usage de GPS pour la détermination les coordonnées géographique des stations de travail (longitude, latitude, altitude).

3.3. Méthode de mesure

-A l'aide de GPS (G: Global, P: Positioning , S: System) , on fait un mésure à la surface et au fond du ghout pour apprécier l'altitude parrapport le niveau de la mer.

Photo 11. Appariel de mesure GPS

-Usage le logiciel topographique comme Mapinfo et surfer pour transformé les cordonnée sur un carte topographique.

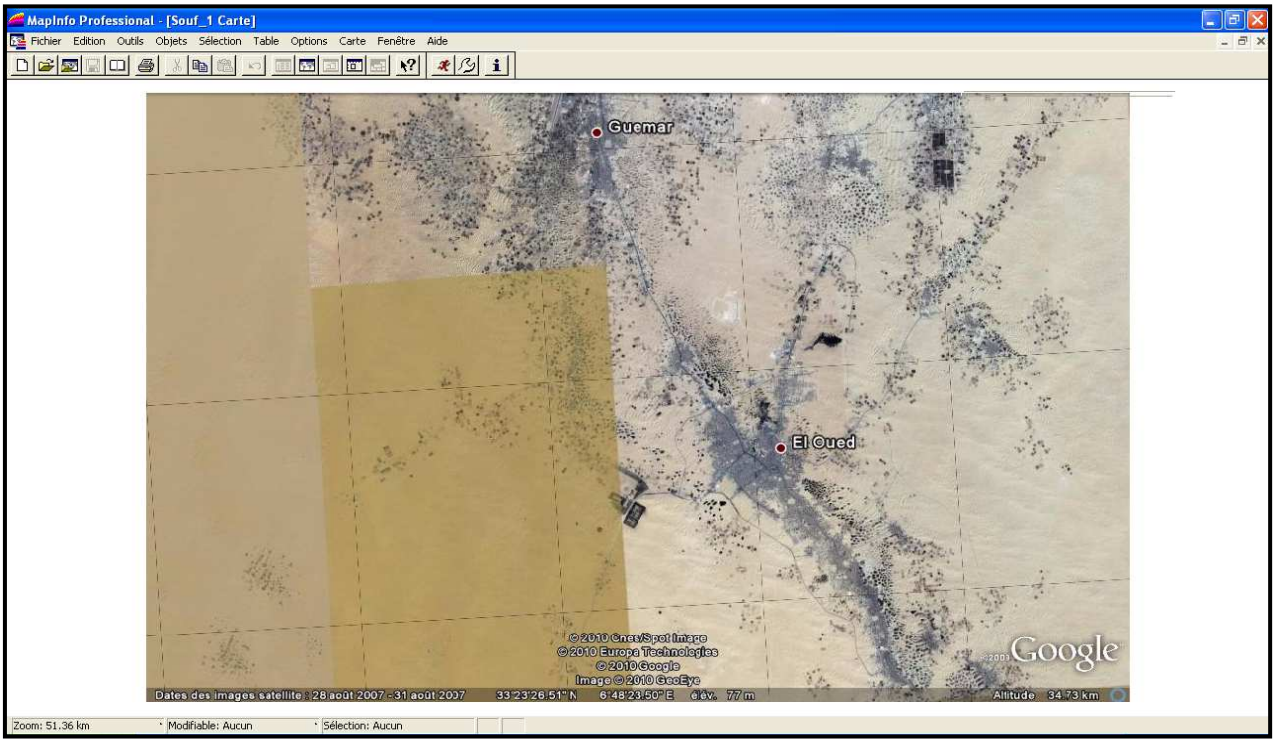


Photo12. Logiciel de Mapinfo

-Utilisation le logiciel conversion des cordonnées de UTM vers GEO et viée versa.

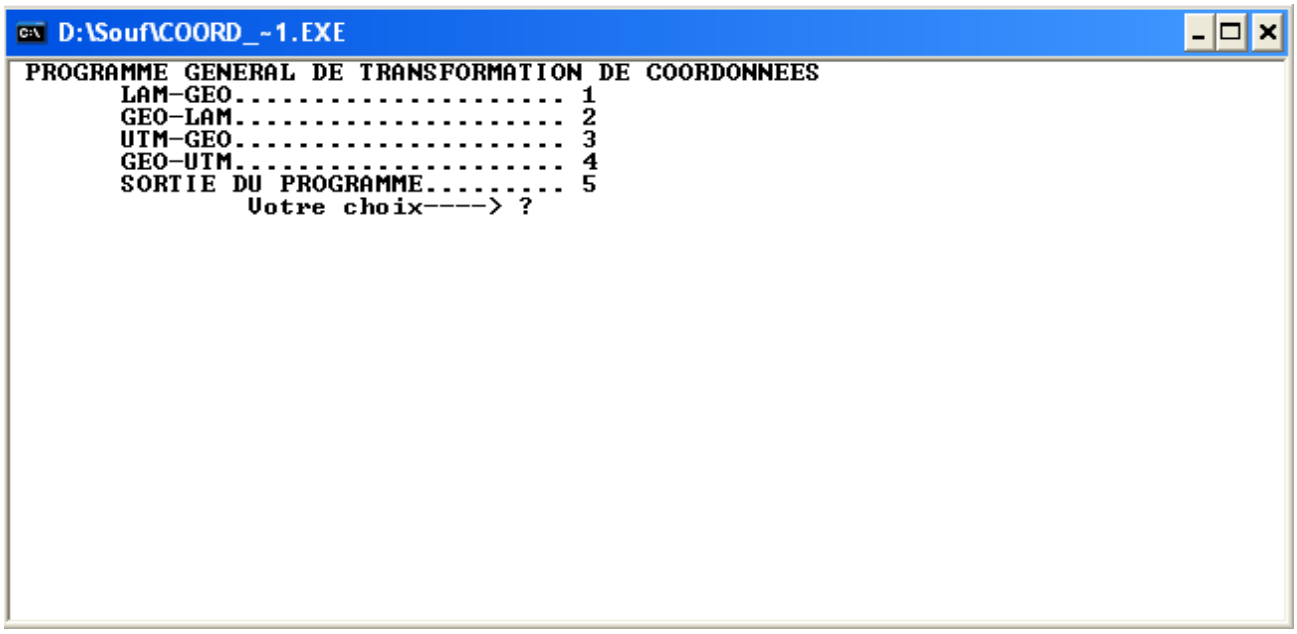


Photo 13. Logiciel de conversion de coordonnée

Chapitre V: Résultats d'enquêtés

1. Enquête administrative

1.1. Situation de l'assainissement dans la région du Souf

1.1.1 Assainissement

D'après HPO-BG (2003), l'assainissement des eaux résiduaires dans la vallée est caractérisé par la prépondérance d'un assainissement individuel (ou autonome) pour toutes les agglomérations de la Vallée du Souf. Les seules agglomérations pour lesquelles il existe un réseau d'assainissement des eaux usées sont Guemmar et El Oued.

1.1.1.1 Assainissement collectif

Pour Guemmar, le réseau qui concerne les quartiers nord de la ville a une longueur de 6 km environ.

En l'absence de station de pompage à l'aval, ce réseau n'a pas été mis en service.

Pour El Oued, l'ossature du réseau (diamètres de 200 à 600 mm) a une longueur de 23 km environ.

Selon les analyses effectuées en bout de réseau, une fraction de la population, de seulement 10% environ serait raccordée à ce réseau.

Les eaux provenant de ce réseau sont refoulées au N de la ville, ainsi que les eaux de drainage, pour être déversées dans des espaces inter dunaires, en bordure de la route vers Hassani Abdelkrim.

1.1.1.2 Assainissement individuel

Parmi les dispositifs utilisés pour l'assainissement individuel dans la vallée du Souf, on peut distinguer

· Les fosses non étanches "traditionnelles", avec des parois en maçonnerie, de roses des sables ("louss"), l'eau s'infiltrant par le fond après un séjour plus ou moins long dans la fosse.

· Les fosses non étanches "modernes", avec des parois constituées de viroles préfabriquées en béton armé, mises en place par havage, avec infiltration par le fond, comme avec les fosses "traditionnelles".

· Les fosses étanches (moins répandues), en maçonnerie ou en béton, ainsi que quelques variantes plus rares (fosses doubles par exemple, avec séparation des eaux usées, selon leur nature).

1.2. Situation de la nappe phréatique dans la région du Souf

D'àpres l'étude de HPO-BG 2003, la situation de la nappe phréatique dans la vallée du Souf et son évolution sont fortement variables selon le contexte. Deux phénomènes sont à considérer : les "anomalies" par rapport au niveau général de la nappe et l'évolution de ces anomalies.

1.2.1 Anomalies par rapport au niveau général de la nappe

1.2.1.1 Anomalies hautes

Les anomalies hautes sont localisées au droit :

· des agglomérations (l'analyse de ces anomalies montre qu'elles sont comprises entre 2 et 14 mètres pour 12 des 18 chefs-lieux de commune, et qu'elles sont inexistantes pour Ourmes, Sidi Aoun, Hassi Khalifa, Taghzout, Mihouensa, et Ogla à cause d'une activité agricole dans ces agglomérations et/ou de restrictions sévères dans la dotation en eau).

14 mètres à El-Oued

5 mètres à Bayadha

4 mètres à Oued Alenda Sud et 2 mètres à Oued Alenda Nord

3 mètres à Nakhla

2 mètres à Robbah

2 mètres à Kouinine

2 mètres à Guemmar

2 mètres à Trifaoui

2 mètres à Magrane

2 mètres à Reguiba

2 mètres à Debila

2 mètres à Hassani Abdelkrim (Zgoum)

· Des périmètres irrigués à partir du CT (5 mètres pour le domaine Daouia et 3 mètres à Foulia)

· Du rejet de la ville d'El Oued (7m)

· Entre Debila, Hassani Abdelkrim et Trifaoui sans doute en relation avec la plantation d'Akfadou irriguée jusque vers la fin des années 90 par des forages au CT

1.2.1.2 Anomalies basses

Des anomalies basses significatives (3m) ont été localisées au niveau des zones agricoles :

· Ogla – Aguila

· Guemmer – Djedida nord – Ghour Debaa et Dmitha

Cette analyse montre, s'il en était besoin, que les niveaux hauts de la nappe sont localisés là où il existe des apports importants des nappes du CT et du CI, liés soit à l'activité humaine, soit à l'agriculture.

1.2.2 Evolution temporelle des anomalies

Il est intéressant d'examiner ensuite l'évolution dans le temps de la nappe et de ses anomalies.

1.2.2.1 Evolution avril 2001-avril 2002

Une première comparaison entre les deux campagnes d'avril 2001 et avril 2002 montre :

· Une montée de la nappe de :

0,6 mètres à Reguiba

0,5 mètres à Robbah

0,4 mètres à El-Oued

0,3 mètres à Nakhla

0,3 mètres à Kouinine

0,2 mètres à Hassi Khalifa

0,1 mètres à Magrane

0,1 mètre à Oued Alenda Sud

1 m au niveau du rejet de la ville d'El Oued

0,6 m au niveau de la plantation de Foulia

· Une descente de la nappe de :

· 2.2 m pour les zones agricoles au nord-est de Guemmar

· 2.4 m à l'est de Z'goum

· 20 cm environ au nord et au sud du domaine Daouia

· 30 cm environ aux alentours de Nakhla, Nakhla Gharbia, Hai Nasr et Hai Badr

1.2.2.2 Evolution mars 1993-avril 2002

Cette comparaison fait cependant ressortir :

· Une remontée au niveau de la plantation de Foulia (1.4m), du domaine Daouia (3m) et du rejet de la ville d'El Oued (4.5 m au piézomètre H090, certainement plus au rejet lui-même)

· Un rabattement généralisé dans le reste de la zone d'étude atteignant :

5,8 m au NE de Guemmar

2,1 m dans la région de Reguiba

1,9 m dans la région de Hassi Khalifa

1,7 m au S de Nakhla

1,7 m dans la région d'Oued Turk

Aucune information ne peut être tirée de cette comparaison au niveau des agglomérations.

La tendance à la baisse du niveau dans le quasi totalité de la zone d'étude est liée aux mesures prises par l'agriculture pour lutter contre les phénomènes de remontée, notamment fermeture de forages au CT et puits améliorés.

2. Enquête agricole

2.1. Composition variétale

Les résultats de notre enquête montrent que les exploitants s'intéressent beaucoup plus à la plantation de la variété Deglet Nour, parce que c'est la variété la plus commercialisable.

Le palmier dattier est la première source de revenu et de subsistance, il ne compte pas moins de cent cinquante à deux cents variétés. Selon le travail de LEGRISSI (2007), les phoeniciculteurs du Souf classent en cinq catégories de palmiers dattiers :

a. Les Nehouch : comprennent toutes les variétés femelles peu exigeantes dont les fruits ne peuvent être conservés longtemps sans s'altérer, ce sont des variétés qui poussent à partir du noyau, il s'agit de pieds plus ou moins sauvages.

b. Les dégoul : désignent des variétés quelque peu voisines des premières. Cet arbre est fin, et élancé, son fruit se conserve assez longtemps. Les Dégoul ne se reproduisent que par la plantation d'un rejet et sont toujours désignés par un nom significatif qui rappelle souvent la forme ou la couleur du fruit : Dégla Beida (palmier à dattes blanches). En un mot, ce sont des variétés sélectionnées.

c. La variété Ghars : c'est la variété la plus rustique qui s'adapte en principe à tous les terrains, à tous les emplacements dans la palmeraie et dont les fruits emmagasinés à l'abri de l'air, compressés en pots, en sacs ou en jarres conçues à cet effet, se conservent plusieurs années.

d. La variété Déglet Nour : c'est la variété la plus cultivée au Souf, ses fruits plus fins, plus succulents, sont bien plus chers à la vente et ne sont consommables qu'entièrement mûrs. La Déglet Nour produit tous les ans. Très rares sont les années où il n'offre pas de récolte, alors que pour un quelconque phœnix dactylefera, il est assez normal de le voir produire une année sur deux. (NAJAH ,1971)

Aussi bien pour ses qualités et sa délicatesse, la Déglet Nour revendique un terrain riche, sablonneux ou calcaire, une eau douce, un emplacement très ensoleillé, privilégié dans la palmeraie, à l'abri des vents. Ainsi, se trouve-t-il bien à son aise dans le Souf, en sol Sahane. Sa production atteint le double de celle fournie dans l'Oued Righ.

Le ghout fournit les meilleures dattes au monde de par la qualité biologique et sa résistance dans le transport et autres conservations (NAJAH, 1971).

e. Les Dokkar

Les palmiers mâles ou Dokkars existent en nombre très limité, ils produisent du pollen utilisé en brins épillets pour la fécondation.

2.2. Les cultures maraîchères

On signale la présence de cette culture chez les 90 % de nos enquêtes et l'absence chez les restes, car ils n'ont pas assez de temps pour suivre leurs cultures qui demande beaucoup de soins culturaux et ils pratiquent une autre activité, telle que le commerce, l'industrie, l'artisanat … etc.

Les agriculteurs du Souf se livrent à quelques cultures maraîchères pour la consommation familiale et même pour la vente sur les marchés. Parmi ces cultures maraîchères, on trouve ; pastèques, melons, courges, courgettes, potirons aubergines, piments, tomates, oignons, ails, … etc.

Après la remontée de la nappe phréatique on enregistre que 10 % des enquêtes pratiquent cette culture dans les Ghout que dans la période printanière pour avoir les fruits et les légumes d'été, tels que les melons, pastèques, courges.

2.3. L'aménagement des exploitations

Généralement, la forme du Ghout offre un bon aménagement contre les aléas climatiques. Pour diminuer le phénomène d'ensablement et l'effet agressif du vent de sable, les exploitations ont la tendance à installer des haies de palmes sèches et pour stabiliser la localisation des dunes environnantes.

Malgré toutes les opérations de haute technicité dans le but d'assurer un bon aménagement des palmeraies contre les aléas climatiques (haies de palmes sèches, brises vents vivants ...etc.), ces opérations n'ont pu avoir un aménagement idéal contre les aléas climatiques, comme celles existant dans le système, par conséquent les exploitants souffrent des problèmes du vent de sable, les vents chauds (Sirocco) qui est la principale cause du dessèchement des fruits des dattes.

2.4. Le drainage

Dans ce cas, le problème de drainage n'était jamais posé, car la structure du sol est bénéfique pour ce dernier avec une pénurie en eau qui est constatée pour l'irrigation des cultures maraîchères et les arbres fruitiers.

Actuellement, le problème de drainage est le seul problème qui entrave les Ghouts, suite à une remonté inquiétante de la nappe superficielle. On signale que ce problème a engendré une grande destruction du patrimoine phœnicicole, surtout pour la variété Déglet Nour, qui était plantée à grande échelle.

Conclusion

Le palmier dattier dans le Souf repose sur un mode de culture particulier (le ghout), ce dernier qui a perduré depuis les temps les plus lointains, se trouve aujourd'hui dans une mauvaise situation. Beaucoup d'entraves compromettent la survie de ce système, et donc un patrimoine phoenicicole en péril. Ces contraintes sont comme suit :

L'absence d'un réseau de drainage, ce qui a entraîné une remontée de la nappe phréatique en surface des ghouts.

Cette remontée a eu une répercussion négative sur le bon fonctionnement des ghouts dont on a enregistré :

- un abandon des ghouts par les agriculteurs, suite à une mauvaise rentabilité des palmiers.
- beaucoup d'opérations culturales sont rarement pratiquées au sein des ghouts.
- le non entretien des brises vent.
- la mort d'un nombre important des palmiers dattiers.
- la prolifération des maladies.
-l'envahissement des palmeraies par les mauvaises herbes suite au non entretien.

Photo 14. Brise vents dans les ghouts secs d'Oued Souf

Photo 15. Puit traditionnel dans les ghouts secs d'Oued Souf

Photo 16. Risque d'ensablements, dans les ghouts secs d'Oued Souf

Chapitre V: Résultats d'enquêtés

1. Enquête administrative

1.1. Situation de l'assainissement dans la région du Souf

1.1.1 Assainissement

D'après HPO-BG (2003), l'assainissement des eaux résiduaires dans la vallée est caractérisé par la prépondérance d'un assainissement individuel (ou autonome) pour toutes les agglomérations de la Vallée du Souf. Les seules agglomérations pour lesquelles il existe un réseau d'assainissement des eaux usées sont Guemmar et El Oued.

1.1.1.1 Assainissement collectif

Pour Guemmar, le réseau qui concerne les quartiers nord de la ville a une longueur de 6 km environ.

En l'absence de station de pompage à l'aval, ce réseau n'a pas été mis en service.

Pour El Oued, l'ossature du réseau (diamètres de 200 à 600 mm) a une longueur de 23 km environ.

Selon les analyses effectuées en bout de réseau, une fraction de la population, de seulement 10% environ serait raccordée à ce réseau.

Les eaux provenant de ce réseau sont refoulées au N de la ville, ainsi que les eaux de drainage, pour être déversées dans des espaces inter dunaires, en bordure de la route vers Hassani Abdelkrim.

1.1.1.2 Assainissement individuel

Parmi les dispositifs utilisés pour l'assainissement individuel dans la vallée du Souf, on peut distinguer

· Les fosses non étanches "traditionnelles", avec des parois en maçonnerie, de roses des sables ("louss"), l'eau s'infiltrant par le fond après un séjour plus ou moins long dans la fosse.

· Les fosses non étanches "modernes", avec des parois constituées de viroles préfabriquées en béton armé, mises en place par havage, avec infiltration par le fond, comme avec les fosses "traditionnelles".

· Les fosses étanches (moins répandues), en maçonnerie ou en béton, ainsi que quelques variantes plus rares (fosses doubles par exemple, avec séparation des eaux usées, selon leur nature).

1.2. Situation de la nappe phréatique dans la région du Souf

D'àpres l'étude de HPO-BG 2003, la situation de la nappe phréatique dans la vallée du Souf et son évolution sont fortement variables selon le contexte. Deux phénomènes sont à considérer : les "anomalies" par rapport au niveau général de la nappe et l'évolution de ces anomalies.

1.2.1 Anomalies par rapport au niveau général de la nappe

1.2.1.1 Anomalies hautes

Les anomalies hautes sont localisées au droit :

· des agglomérations (l'analyse de ces anomalies montre qu'elles sont comprises entre 2 et 14 mètres pour 12 des 18 chefs-lieux de commune, et qu'elles sont inexistantes pour Ourmes, Sidi Aoun, Hassi Khalifa, Taghzout, Mihouensa, et Ogla à cause d'une activité agricole dans ces agglomérations et/ou de restrictions sévères dans la dotation en eau).

14 mètres à El-Oued

5 mètres à Bayadha

4 mètres à Oued Alenda Sud et 2 mètres à Oued Alenda Nord

3 mètres à Nakhla

2 mètres à Robbah

2 mètres à Kouinine

2 mètres à Guemmar

2 mètres à Trifaoui

2 mètres à Magrane

2 mètres à Reguiba

2 mètres à Debila

2 mètres à Hassani Abdelkrim (Zgoum)

· Des périmètres irrigués à partir du CT (5 mètres pour le domaine Daouia et 3 mètres à Foulia)

· Du rejet de la ville d'El Oued (7m)

· Entre Debila, Hassani Abdelkrim et Trifaoui sans doute en relation avec la plantation d'Akfadou irriguée jusque vers la fin des années 90 par des forages au CT

1.2.1.2 Anomalies basses

Des anomalies basses significatives (3m) ont été localisées au niveau des zones agricoles :

· Ogla – Aguila

· Guemmer – Djedida nord – Ghour Debaa et Dmitha

Cette analyse montre, s'il en était besoin, que les niveaux hauts de la nappe sont localisés là où il existe des apports importants des nappes du CT et du CI, liés soit à l'activité humaine, soit à l'agriculture.

1.2.2 Evolution temporelle des anomalies

Il est intéressant d'examiner ensuite l'évolution dans le temps de la nappe et de ses anomalies.

1.2.2.1 Evolution avril 2001-avril 2002

Une première comparaison entre les deux campagnes d'avril 2001 et avril 2002 montre :

· Une montée de la nappe de :

0,6 mètres à Reguiba

0,5 mètres à Robbah

0,4 mètres à El-Oued

0,3 mètres à Nakhla

0,3 mètres à Kouinine

0,2 mètres à Hassi Khalifa

0,1 mètres à Magrane

0,1 mètre à Oued Alenda Sud

1 m au niveau du rejet de la ville d'El Oued

0,6 m au niveau de la plantation de Foulia

· Une descente de la nappe de :

· 2.2 m pour les zones agricoles au nord-est de Guemmar

· 2.4 m à l'est de Z'goum

· 20 cm environ au nord et au sud du domaine Daouia

· 30 cm environ aux alentours de Nakhla, Nakhla Gharbia, Hai Nasr et Hai Badr

1.2.2.2 Evolution mars 1993-avril 2002

Cette comparaison fait cependant ressortir :

· Une remontée au niveau de la plantation de Foulia (1.4m), du domaine Daouia (3m) et du rejet de la ville d'El Oued (4.5 m au piézomètre H090, certainement plus au rejet lui-même)

· Un rabattement généralisé dans le reste de la zone d'étude atteignant :

5,8 m au NE de Guemmar

2,1 m dans la région de Reguiba

1,9 m dans la région de Hassi Khalifa

1,7 m au S de Nakhla

1,7 m dans la région d'Oued Turk

Aucune information ne peut être tirée de cette comparaison au niveau des agglomérations.

La tendance à la baisse du niveau dans le quasi totalité de la zone d'étude est liée aux mesures prises par l'agriculture pour lutter contre les phénomènes de remontée, notamment fermeture de forages au CT et puits améliorés.

2. Enquête agricole

2.1. Composition variétale

Les résultats de notre enquête montrent que les exploitants s'intéressent beaucoup plus à la plantation de la variété Deglet Nour, parce que c'est la variété la plus commercialisable.

Le palmier dattier est la première source de revenu et de subsistance, il ne compte pas moins de cent cinquante à deux cents variétés. Selon le travail de LEGRISSI (2007), les phoeniciculteurs du Souf classent en cinq catégories de palmiers dattiers :

a. Les Nehouch : comprennent toutes les variétés femelles peu exigeantes dont les fruits ne peuvent être conservés longtemps sans s'altérer, ce sont des variétés qui poussent à partir du noyau, il s'agit de pieds plus ou moins sauvages.

b. Les dégoul : désignent des variétés quelque peu voisines des premières. Cet arbre est fin, et élancé, son fruit se conserve assez longtemps. Les Dégoul ne se reproduisent que par la plantation d'un rejet et sont toujours désignés par un nom significatif qui rappelle souvent la forme ou la couleur du fruit : Dégla Beida (palmier à dattes blanches). En un mot, ce sont des variétés sélectionnées.

c. La variété Ghars : c'est la variété la plus rustique qui s'adapte en principe à tous les terrains, à tous les emplacements dans la palmeraie et dont les fruits emmagasinés à l'abri de l'air, compressés en pots, en sacs ou en jarres conçues à cet effet, se conservent plusieurs années.

d. La variété Déglet Nour : c'est la variété la plus cultivée au Souf, ses fruits plus fins, plus succulents, sont bien plus chers à la vente et ne sont consommables qu'entièrement mûrs. La Déglet Nour produit tous les ans. Très rares sont les années où il n'offre pas de récolte, alors que pour un quelconque phœnix dactylefera, il est assez normal de le voir produire une année sur deux. (NAJAH ,1971)

Aussi bien pour ses qualités et sa délicatesse, la Déglet Nour revendique un terrain riche, sablonneux ou calcaire, une eau douce, un emplacement très ensoleillé, privilégié dans la palmeraie, à l'abri des vents. Ainsi, se trouve-t-il bien à son aise dans le Souf, en sol Sahane. Sa production atteint le double de celle fournie dans l'Oued Righ.

Le ghout fournit les meilleures dattes au monde de par la qualité biologique et sa résistance dans le transport et autres conservations (NAJAH, 1971).

e. Les Dokkar

Les palmiers mâles ou Dokkars existent en nombre très limité, ils produisent du pollen utilisé en brins épillets pour la fécondation.

2.2. Les cultures maraîchères

On signale la présence de cette culture chez les 90 % de nos enquêtes et l'absence chez les restes, car ils n'ont pas assez de temps pour suivre leurs cultures qui demande beaucoup de soins culturaux et ils pratiquent une autre activité, telle que le commerce, l'industrie, l'artisanat … etc.

Les agriculteurs du Souf se livrent à quelques cultures maraîchères pour la consommation familiale et même pour la vente sur les marchés. Parmi ces cultures maraîchères, on trouve ; pastèques, melons, courges, courgettes, potirons aubergines, piments, tomates, oignons, ails, … etc.

Après la remontée de la nappe phréatique on enregistre que 10 % des enquêtes pratiquent cette culture dans les Ghout que dans la période printanière pour avoir les fruits et les légumes d'été, tels que les melons, pastèques, courges.

2.3. L'aménagement des exploitations

Généralement, la forme du Ghout offre un bon aménagement contre les aléas climatiques. Pour diminuer le phénomène d'ensablement et l'effet agressif du vent de sable, les exploitations ont la tendance à installer des haies de palmes sèches et pour stabiliser la localisation des dunes environnantes.

Malgré toutes les opérations de haute technicité dans le but d'assurer un bon aménagement des palmeraies contre les aléas climatiques (haies de palmes sèches, brises vents vivants ...etc.), ces opérations n'ont pu avoir un aménagement idéal contre les aléas climatiques, comme celles existant dans le système, par conséquent les exploitants souffrent des problèmes du vent de sable, les vents chauds (Sirocco) qui est la principale cause du dessèchement des fruits des dattes.

2.4. Le drainage

Dans ce cas, le problème de drainage n'était jamais posé, car la structure du sol est bénéfique pour ce dernier avec une pénurie en eau qui est constatée pour l'irrigation des cultures maraîchères et les arbres fruitiers.

Actuellement, le problème de drainage est le seul problème qui entrave les Ghouts, suite à une remonté inquiétante de la nappe superficielle. On signale que ce problème a engendré une grande destruction du patrimoine phœnicicole, surtout pour la variété Déglet Nour, qui était plantée à grande échelle.

Conclusion

Le palmier dattier dans le Souf repose sur un mode de culture particulier (le ghout), ce dernier qui a perduré depuis les temps les plus lointains, se trouve aujourd'hui dans une mauvaise situation. Beaucoup d'entraves compromettent la survie de ce système, et donc un patrimoine phoenicicole en péril. Ces contraintes sont comme suit :

L'absence d'un réseau de drainage, ce qui a entraîné une remontée de la nappe phréatique en surface des ghouts.

Cette remontée a eu une répercussion négative sur le bon fonctionnement des ghouts dont on a enregistré :

- un abandon des ghouts par les agriculteurs, suite à une mauvaise rentabilité des palmiers.
- beaucoup d'opérations culturales sont rarement pratiquées au sein des ghouts.
- le non entretien des brises vent.
- la mort d'un nombre important des palmiers dattiers.
- la prolifération des maladies.
-l'envahissement des palmeraies par les mauvaises herbes suite au non entretien.

Photo 14. Brise vents dans les ghouts secs d'Oued Souf

Photo 15. Puit traditionnel dans les ghouts secs d'Oued Souf

Photo 16. Risque d'ensablements, dans les ghouts secs d'Oued Souf

Chapitre VI. Caracterisation de la nappe phréatique

1. Etude du niveau de la nappe phréatique

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées simultanément avec les prélèvements des échantillons d'eau en printemps.

A la lumière des résultats enregistrés, selon la figure (23), nous avons :

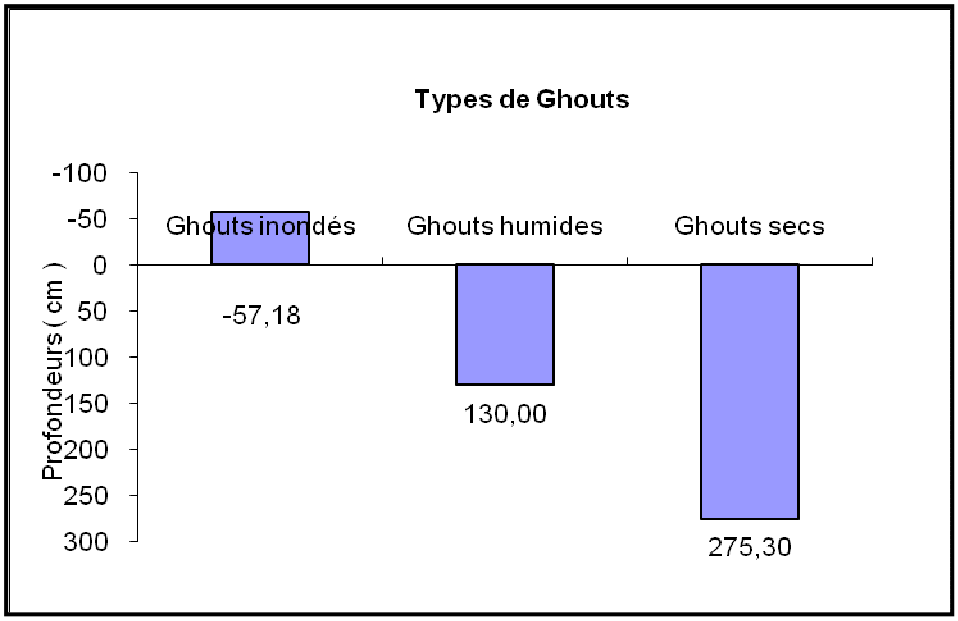


Figure 23. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique.

Le résultat montre que le niveau de la nappe dans la station des ghouts inondés est remonté à la surface du sol, il est de –57,18 cm.

Dans les ghouts humides, le niveau de la nappe est proche de la surface du sol que les ghouts secs. Il atteint dans les ghouts humides et secs, respectivement 130,00cm, et 275.30 cm. L'effet d'inondation et d'humidité excessive provoque l'asphyxie des végétaux.

2. Salinité globale

2.1. Conductivité électrique

La conductivité d'une eau est fonction des différents sels dissous dans cette eau et de leur concentration. Pratiquement, la mesure de la conductivité permet de reconnaître l'aptitude de l'eau à l'irrigation. Plus la conductivité est basse, plus l'eau est apte à l'irrigation dans la région considérée.

L'eau de la nappe phréatique est a salinité excessive dans les ghouts inondés (CE=10,39 mS/cm), que dans la station des ghouts humides (CE=7,31 mS/cm), et des ghouts secs (CE=6,82mS/cm) selon (DURANT J.,1958).

La conductivité électrique excessive provoque un stress saline chez les cultures dans les ghoutes inondé et humide.

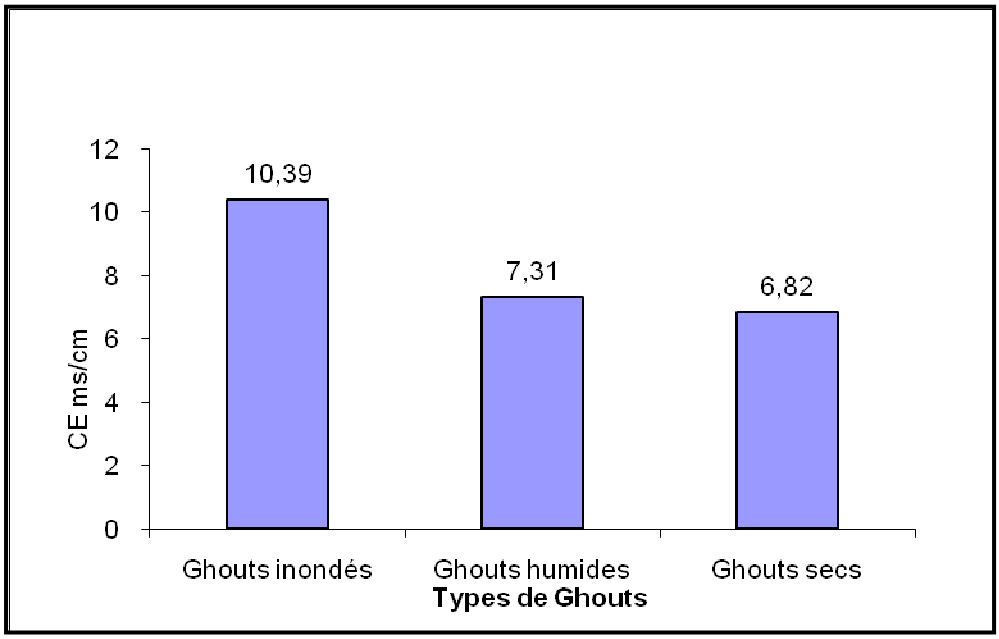


Figure 24. Salinité moyenne d'eau phréatique dans les ghouts

2.2. Résidus sec des eaux phréatique

Les résultats montrent que la moyenne du résidu sec dans les ghouts inondes, les ghouts humides et les ghouts secs est respectivement de 7,27, 5,73, 2,35, g/l. Selon (DURAND J.,1958) la nappe phréatique à une très forte salinité (2,25 < R.s < 5).L'effet d'augmentation du résidu sec des eaux phréatiques a provoquée est l'élévation de la charge de sels et contribue à la dégradation des palmiers dattiers. Selon les résultats, les rendements diminue avec augmentation la salinités globales (C.E, R.s) de la nappe phréatique augmentes de la nappe phréatique et avec son alcalinité .

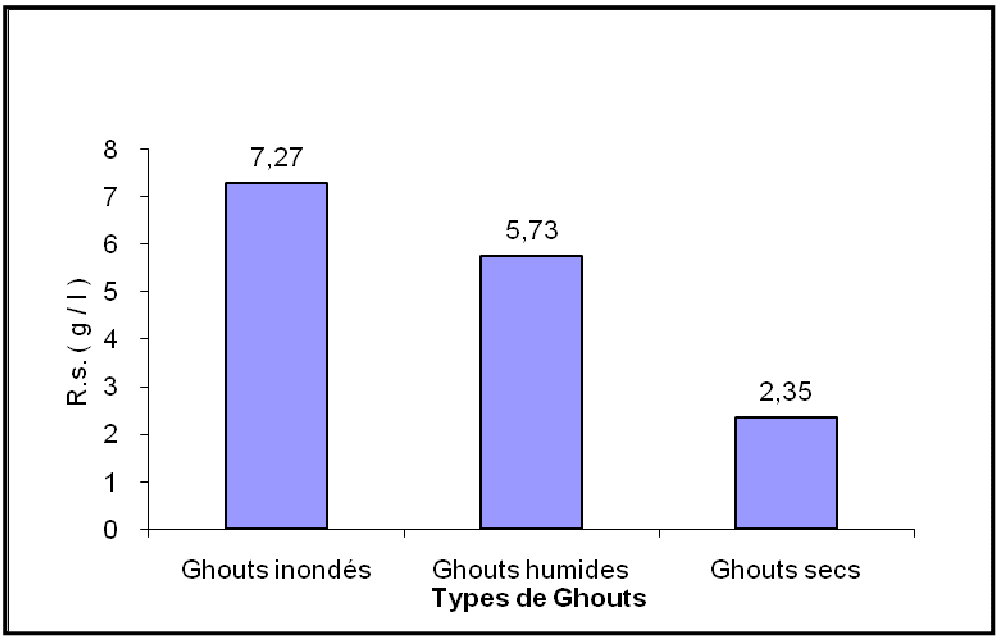


Figure 25. Le résidu sec moyen de la nappe phréatique dans les ghouts

3. pH des eaux phréatique

Les résultats montrent que la moyenne du pH sur les ghouts inondes, les ghouts humides les ghouts secs est respectivement de 7,92, 7,78, 7,28, Selon l'échelle de (GAUCHER ,1968 in SOLTNER ,1989) : le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans les ghouts secs (7,28), mais il est très alcalin dans les ghouts humides et inondés. L'effet de l'alcalinisation dans les ghouts inondés et humides pesé la déficience de nutrition minérale. Selon les résultats, les rendements diminue avec la profondeur des eaux phréatiques et leur alcalinité. L'augmentation de l'alcalinité de la nappe phréatique favorise la diminue les rendements relation significative.

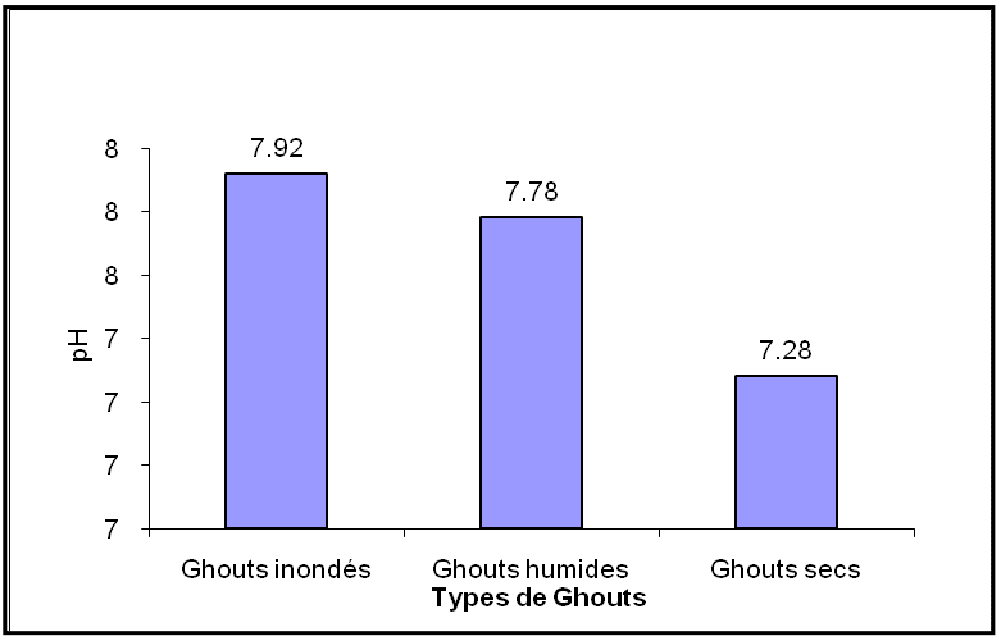


Figure 26. pH moyenne des eaux phréatiques dans les ghouts.

4. Etude spatiale

4.1. Niveau de la nappe phréatique

La carte des niveaux piézométriques présente :

– Des anomalies hautes localisées dans le couloir de Kouinine – Robbah- ElOued. Ces zones hautes correspondent à un surplus d'eau.

–Les résultats obtenir montre que les stations située proche des habitats dans la zone présente des problèmes de remontée de la nappe phréatique. Cependant, dans les stations qui se trouvent loin des habitats, elles présentent une nappe phréatique profonde .

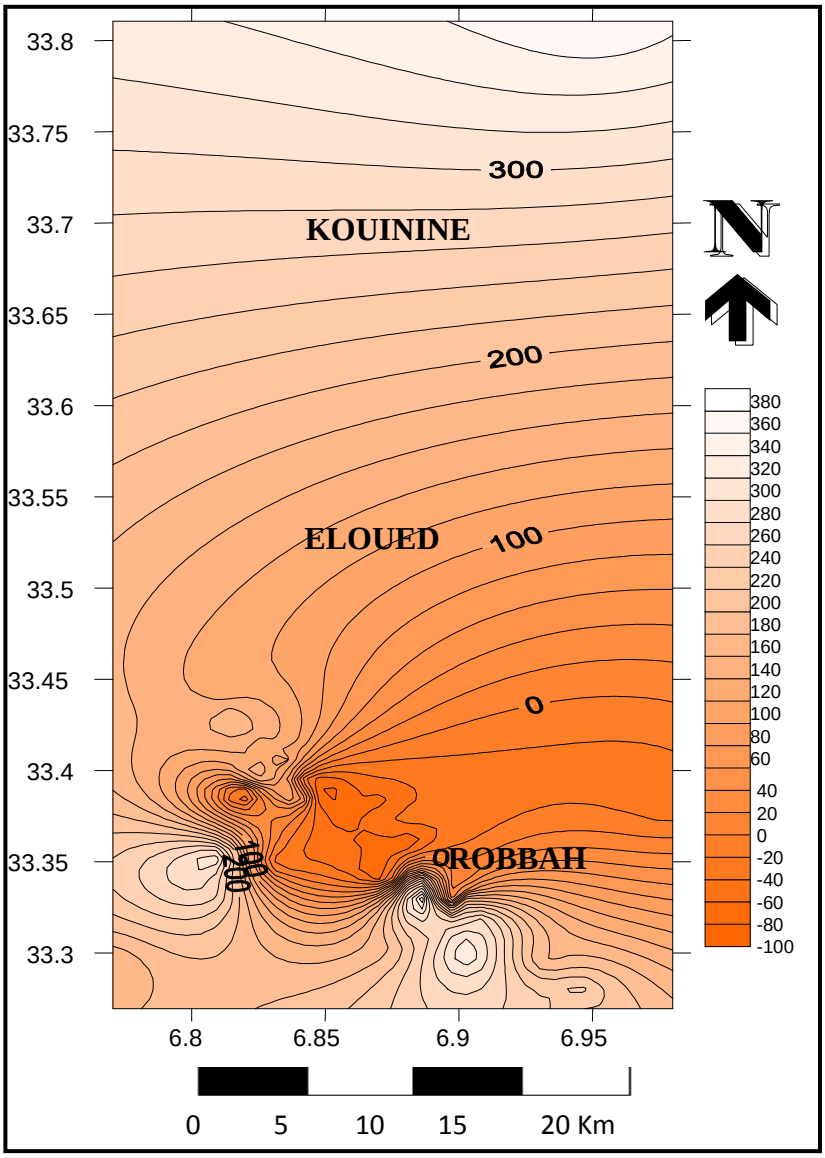


Figure 27. Variations spatiales des niveaux de la nappe phréatique

4.2. Variations spatiales du conductivite electrique

A partir de la Figure 28 on peut dire que les valeurs augmentent du Sud- Ouest et Nord-Ouest vers l'Est d'El Oued. Elles atteignent un maximum de 18.5 ms/cm tout au Nord-Ouest, au point le plus bas de la nappe.

D'autres points de forte conductivité se trouvent dans le prolongement Nord du couloir d'El Oued – Kouinine à cause de l'approche de la nappe phréatique dans ces zones.

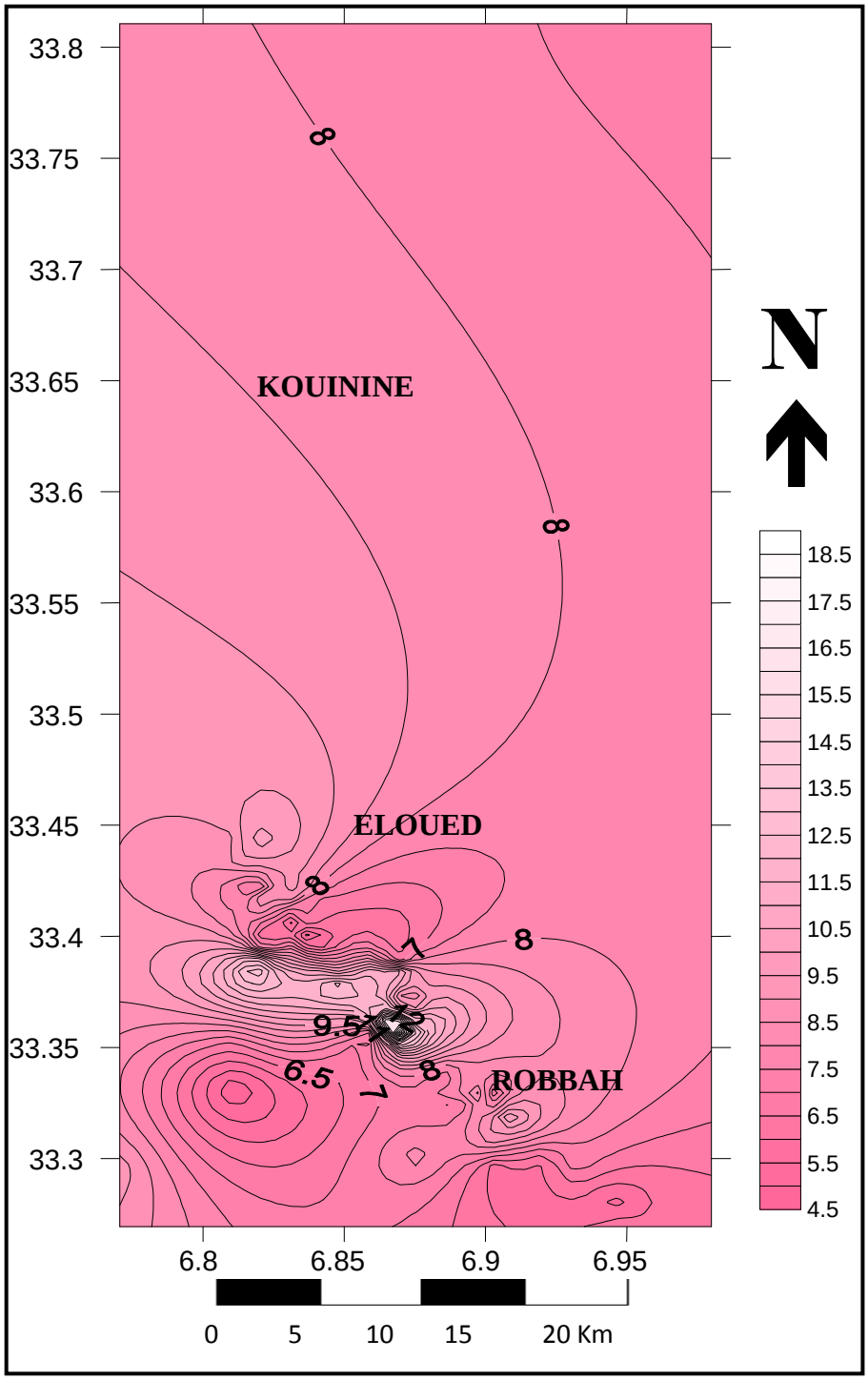


Figure 28. Variation spatial de la conductivité électrique de la nappe phréatique

4.3. Variations spatiales des résidus secs

A partir de la Figure 29 qui montre les variations spatiales des résidus secs, nous avons remarqué :

Des valeurs élevées, entre 5 et 15 (g/l) ont été mesurées dans des ghouts inondés, principalement dans les communes d'ElOued, Kouinine et El Robbah . On peut explique l'élévation de charge du sel dans ces communes par la contamination de la nappe phreatique par les eaux résiduelles, à cause de l'urbanisation et manqué le drainage naturel et le systéme d'assinissement surtout dans la centre ville de Eloued .

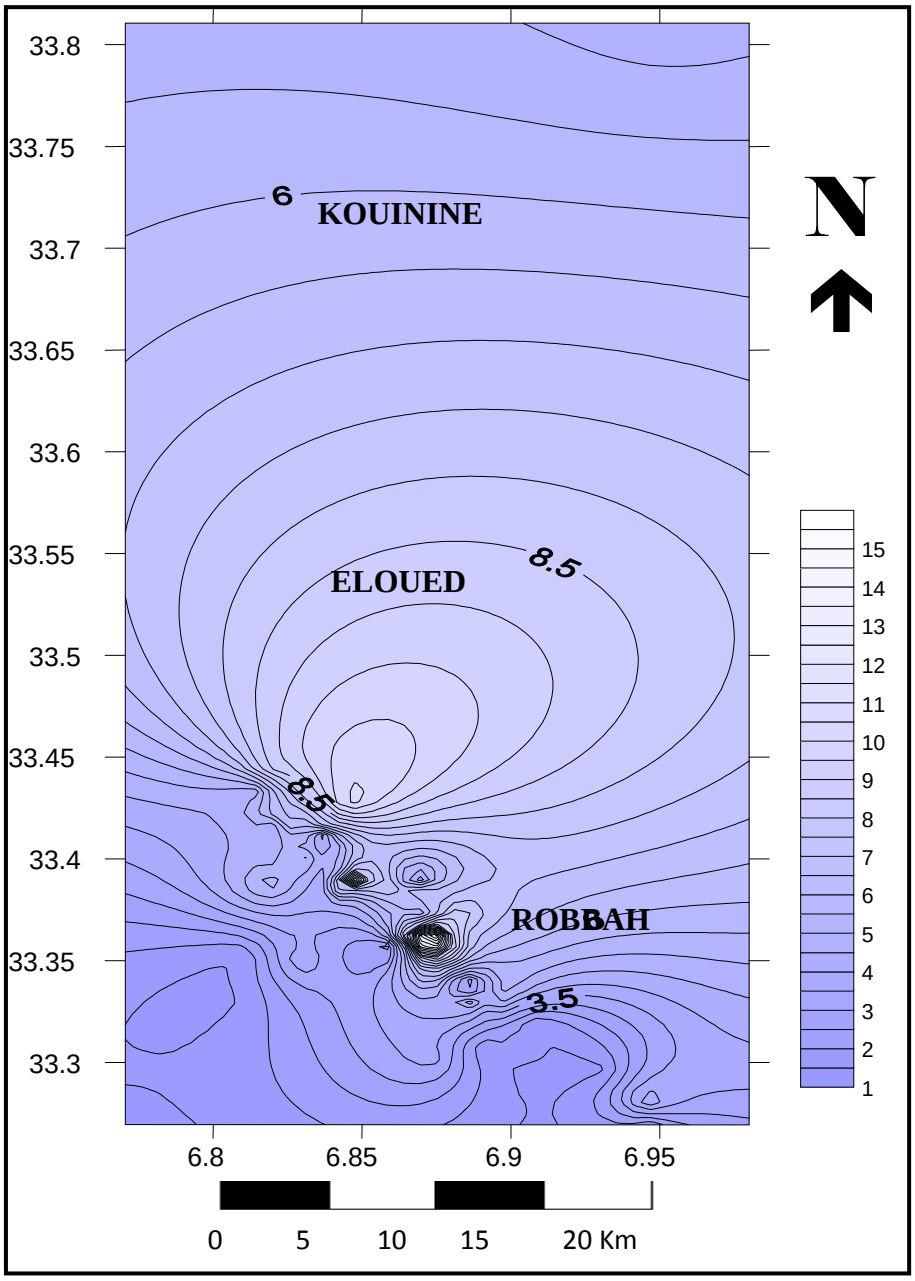


Figure 29. Variations spatiales des résidus secs

4.4. Variations spatiales du pH

La figure 30 montre que le pH est généralement très voisin de 7 et un peu supérieurs.

Des valeurs élevées, entre 8 et 8,7 ont été mesurées dans des ghouts inondés, principalement dans les communes d'ElOued, Kouinine et El Robbah (zone d'agglomération), et diminier selon le type de ghout

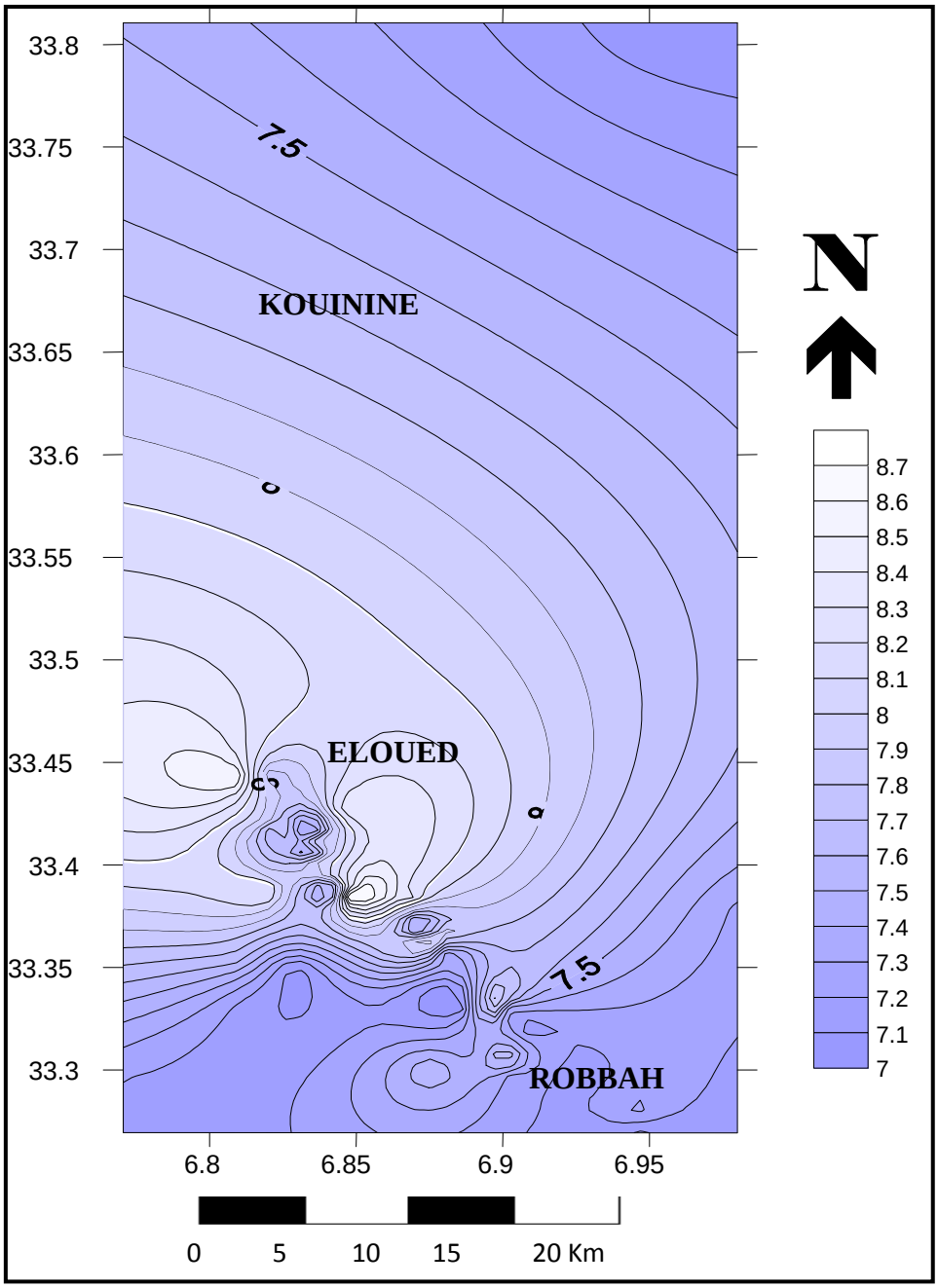


Figure 30. Variations spatiales du pH

Conclusion

Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux à salinité forte, avec une variance entre les différents types de ghouts. Les eaux dans les ghouts inondés sont plus salées que celles des ghouts humides et secs.

D'après les cartes des iso valeurs, on peut conclure qu'il y a une relation entre le niveau de la nappe phréatique et la salinité des eaux. Les zone où le niveau de la nappe est au dessus du sol (inondées) ou proches du sol, correspondent aux zones à forte salinité.

Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux alcalines dans toutes les stations d'études, mais le pH est plus élevé dans les stations inondées.

On peut conclure que le phénomène de la remontée de la nappe pose le problème de salinité des eaux de la nappe phréatique.

Chapitre VII. Etude topographique

1. Réalisation d'une carte d'altitude

Dans le cadre d'étude on fait un carte topographique à l'échelle précicé dans le station d'étude (60 ghouts) ,a l'aide de GPS pour obtenir les cordonnées géographiques et l'altitude de cette stations pour connaitre l'effet et l'impacte topographique sur le niveau de drainage, on présenté la carte suivant:

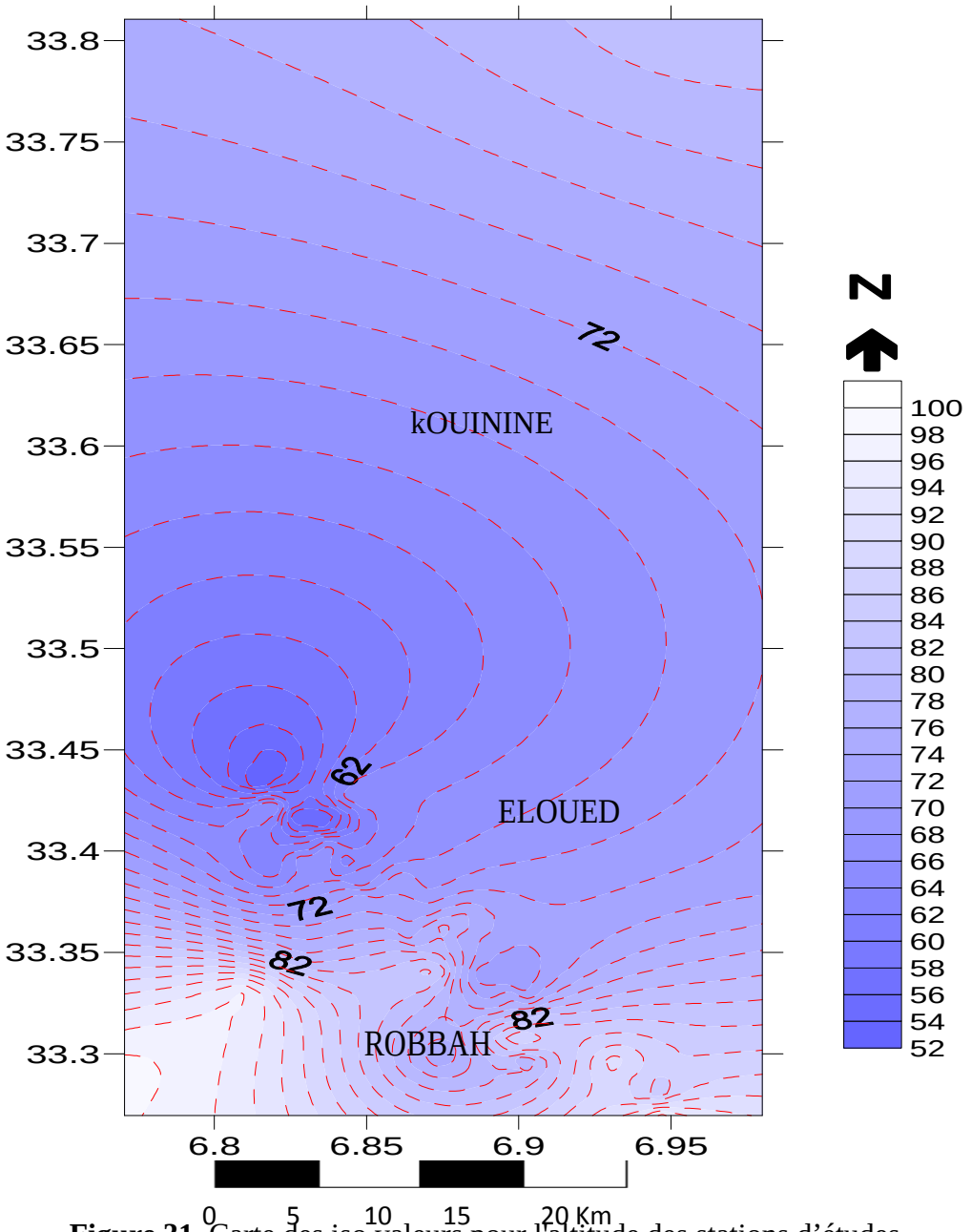


Figure 31. Carte des iso valeurs pour l'altitude des stations d'études

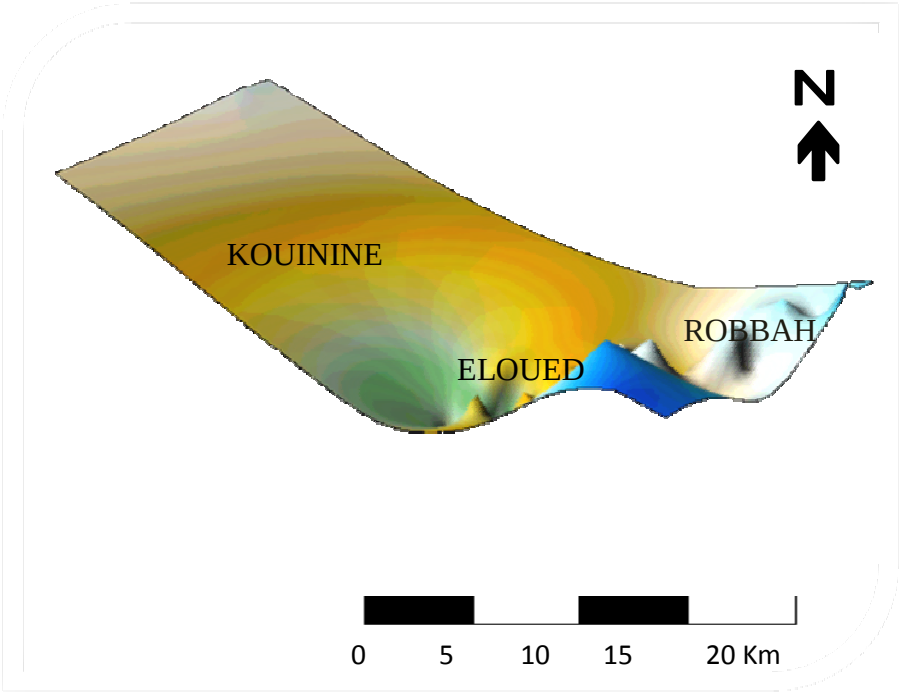


Figure 32 . Couloir Robbah – El Oued – Kouinine
Représentation de la releife

A lumiére de cette carte on conclue l'altitude qui varié selon la region d'étude (Robbah ,Eloued ,Kouinine), on observe les stations d'études dans Robbah qui caractérisés par un altitude plus haut varié entre 80 m jusqua à 100 m au niveau de la mer ,par contre le deuxiéme station se trouve dans Eloued a une altitude varié entre 52 m jus'qua à 68 m ,et dans la derniére stations d'études on enregistré un altitude entre 70 m jus'qua à 78 m . On remarque la coté topographique c'est jouer un role plus important dans le couvert végétale surtout la movement d'eau dans la nappe phréatique ,c'est à dire la l'effet sur le niveau de drainage naturel (captage d'eau) pour l'évacuation d'eau .

2. Niveau pizométrique de la nappe phréatique

La piézometrie dans la région du Souf varie entre 20m à Benguecha et 66m dans la région de Robbah.

Dans notre region d'étude se trouve le niveau statique varié entre 2.50 m à Robbah ,et 1,50 m à Kouinine ,et -1,20 m à Eloued ,on réalisé la carte pizométrique suivante:

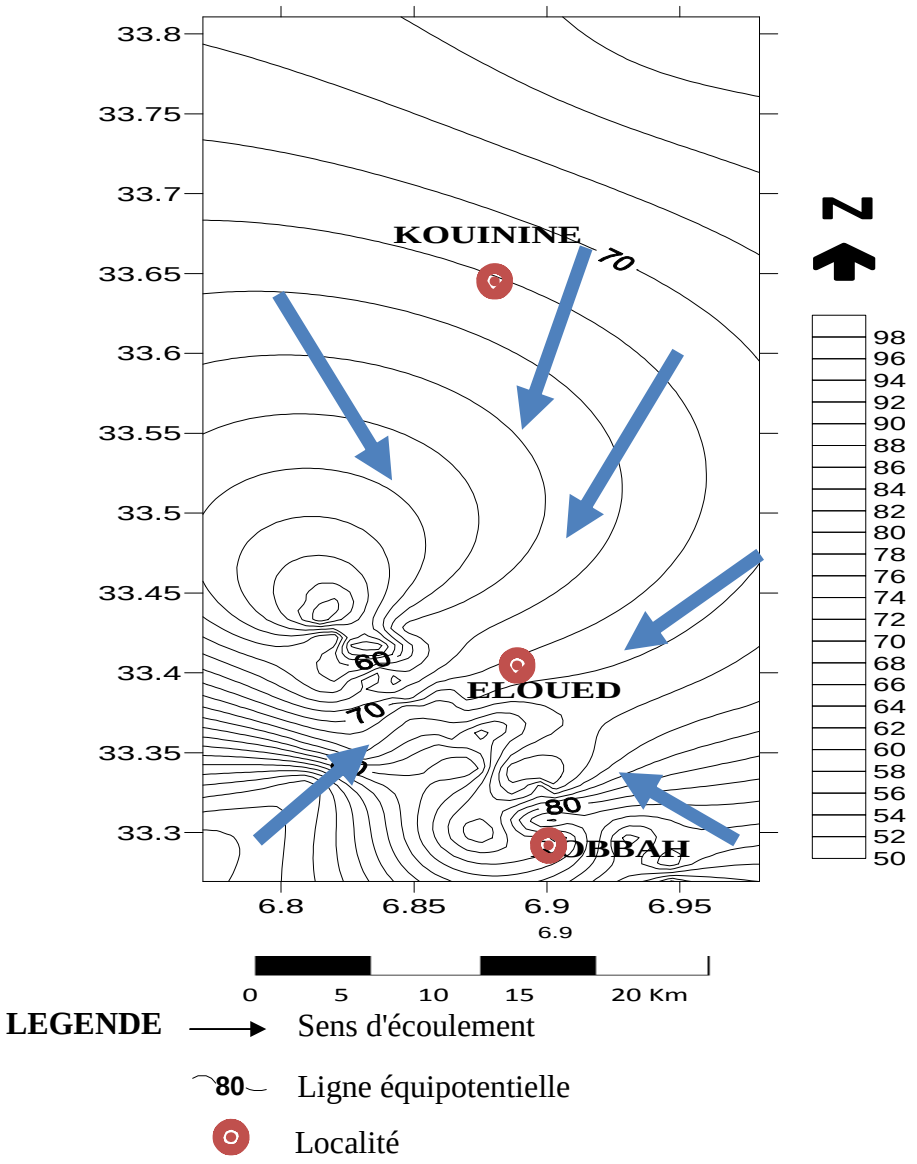


Figure 33. Carte piézométrique de la nappe phréatique de la region d'étude

Ainsi on peut facilement constater que la surface piézométrique n'est pas régulière et elle présente des points hauts dans les zones d'alimentation représentées par les agglomérations et les plantations irriguées à partir des nappes profondes et des points bas dans les zones de prélèvement et par évaporation des surfaces d'eau libre (Chott, Ghouts inondés) et évapotranspiration de la végétation (cultures traditionnelles en Ghouts, cultures irriguées par des puits traditionnels ou améliorés dans la nappe phréatique).

Le sens général d'écoulement des eaux souterraines est Sud-Ouest vers le Nord-Est.c'est à dire Robbah et kouinine vers Eloued Pour mieux comprendre l'allure de la surface piézométrique, on a pris un profils dans des différentes régions et de direction Est-Ouest ;

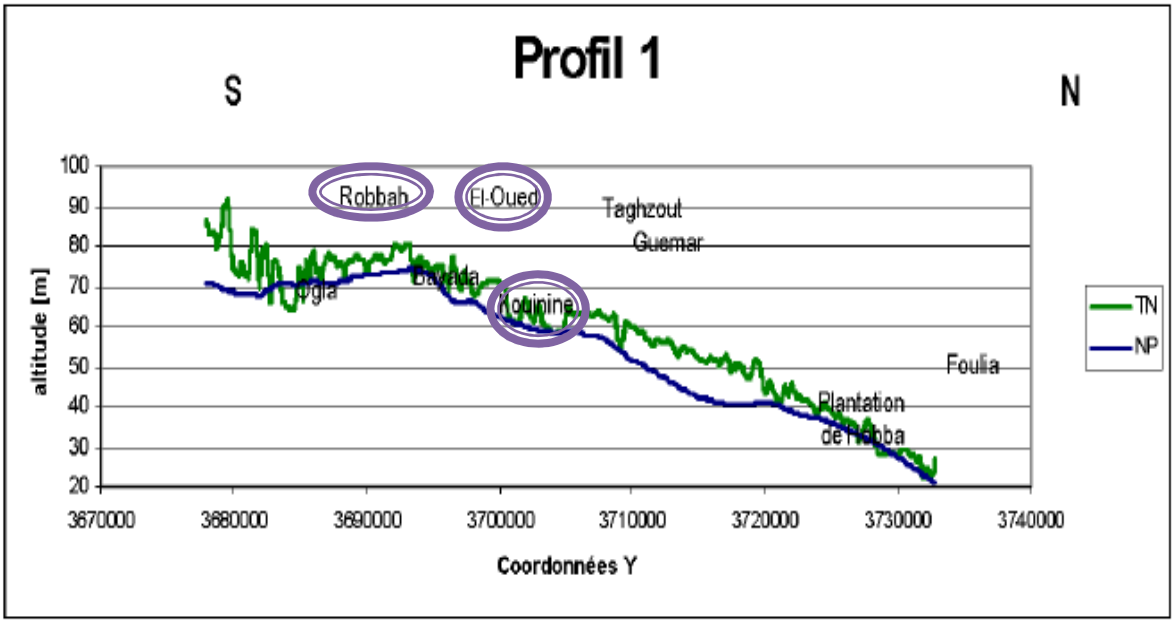


Figure 34. Profil Est-Ouest de la nappe phréatique passant par Magrane

TN : Terrain naturel

NP : Niveau piézométrique

Le profil 1 passe par les principales agglomérations, la nappe ennoie les Ghouts près de celles-ci. Allant vers le Nord, le profil piézométrique s'éloigne de la surface du sol ce qui est du probablement à l'irrigation traditionnelle à partir de la nappe phréatique (à Guemar et Taghzout), elle s'approche à la surface du sol qu'on allant vers Hobba et Foulia à cause de l'approche de substratum à la surface ainsi que l'exploitation des nappes profondes (notamment l'Albien) pour l'irrigation (fig.34).

Conclusion:

D’après l’étude topographique nous constatant que la région de Oued Souf est disposée d'une réserve hydrique très importante, présenté sous forme de trois nappes souterraines : La nappe du Continentale Intercalaire (CI), la nappe du Complexe Terminal (CT) et nappe phréatique. Le sens général d’écoulement des eaux souterraines de la nappe phréatique est orienté SW – NE, c'est à dire la direction d'écoulement la zone la plus haut vers la zone la plus base.

L’analyse de profils de la nappe phréatique montre que le niveau piézométrique s’éloigne ou s’approche du niveau topographique on fonction de la nature d’irrigation (traditionnelle à partir de la nappe phréatique ou grâce aux forages profonds).

L'impacte topographique sur le niveau de drainage naturel dans le ghout ,qui cause le plusieurs dégats sur le environment hydroagricol par exemple le phénomene de la rémonté phréatique surtout dans le ghout ,et l'effet sur le ghout et diminution la quantité et qualité de rendement .

Conclusion générale

Cette étude qui a pour intitulé , " contribution à l'étude de l'impact de la variabilité topographique à Oued Souf sur le niveau de drainage dans les Ghouts"

Les resultants obtenus montrent que le niveau et la qualité des eaux phréatiques varient en fonction des types de ghouts. Dans les ghouts secs, la nappe phréatique est caractérisée par un niveau profond et une bonne qualité des eaux par rapport aux ghouts humides et inondés. L'élévation du niveau de la nappe phréatique est accompagnée par une augmentation de la salinité globale et de l'alcalinité, ce qui provoque le stress salin, un déséquilibre de la nutrition et l'asphyxie racinaire dans les ghouts inondés, pouvant contribuer à la dégradation des palmiers dattiers dans les ghouts humides.

Au terme de cette étude de la nappe phréatique, il ressort que :

D'après notre étude spatiale, nous constatons que la remontée du niveau piézométrique de la nappe phréatique est généralement ressenti au niveau des centres urbains. Un rabattement de la nappe phréatique a été constaté en général au niveau des zones agricoles qui exploitent les eaux de la nappe phréatique.

Sur la base du traitement de nos données, on remarque que les eaux de la nappe phréatique du souf se caractérisent par un pH alcalin dans toutes les stations d'études. Dans les ghouts inondés, on remarque que la salinité est élevée par rapport aux ghouts humides et secs.

On remarque aussi que les mesures topographique effectuées montrent clairement leurs effets sur le drainage naturel de la nappe phréatique, surtout dans la zone basse par rapport aux autres zones (Eloued , Bayada, Sidi Mestour). On observe aussi que dans les autre zones que le niveau de la nappe phréatique est très profond (Hassi khalifa,Magrane…), c'est-à-dire se caractérisant par un niveau topographique très haut.

Suite aux dégâts graves qui ont touché le secteur agricole, occasionné par la remontée de la nappe phréatique, il est nécessaire d'envisager les measures et actions suivantes :

Améliorer le fonctionnement et la gestion du réseau de production, de stockage et de distribution d'eau potable en fonction du développement démographique.

Réorganisation des pratiques d'intervention sur le réseau de distribution pour les extensions et les branchements particuliers, seul le service pouvant intervenir dans la réalisations de ces opérations.

Installer des compteurs adéquats sur les branchements particuliers avec la sensibilisation des citoyens et la révision des tarifs de l'eau à la hausse.

Recherche des systèmes de fuites d'eau au niveau des conduites détériorées, devant être repartees.

Contrôler sévèrement et régulièrement le débit d'exploitation des forage destinés à l'AEP et à l'irrigation

Réaliser un réseau d'assainissement sous la base d'une étude sérieuse et détaillée

Mettre en place un système de suivi et de contrôle du niveau de la nappe remontant par le biais de piézomètres

Rationaliser l'utilisation de l'eau issue des nappes profondes, et ce tant pour la consommation humaine que celle de l'agriculture

Réaliser un certain nombre d'études visant une meilleure connaissance de l'évolution de cette nappe, son écoulement et sa communication éventuelle entre les nappes.

Références bibliographiques

A.N.R.H., 1993. Carte piézométrique de la nappe phréatique du souf

A.N.R.H., 1994. Inventaire de forages d'eau de la wilaya d'El oued.19p

A.N.R.H., 1998. Carte piézométrique de la nappe phréatique du souf

A.N.R.H., 1999. Note relative sur les ressources en eau de la wilaya d'El-Oued.

A.N.R.H., 2000. Note relative sur les ressources en eau de la wilaya d'El-Oued.

ACHOUR. A. ,1995. Diagnostic de l'état du patrimoine phœnicicole Algérien et essai d'analyse du cout de production dattier .Cas de la palmeraie du Souf.Mém. Ing .Univ. Ouargla, 65p

BAGNOU.S, 2001. La dynamique du sel soluble et leur impacte sur la nutrition minérale du palmier dattier. Cas de la région d'Ouargla .Mém. Ing. Agro. Ouargla, 82p.

BOUSALSAL B. 2007. Contribution à l'étude hydrogéologique et hydrochimique de la nappe libre de la vallée de Oued-Souf (sud-est algérien). Mém .Magi. Institut des sciences de la terre. Université de Annaba.6p

COTE M, (1998) : Des oasis malades de trop d'eau. Revue sècheresse. N° 02 Vol 03. pp 123-130

D.H.W ,2004-2005 Inventaire de forages .Direction hydraulique de la wilaya d'ElOued.pp 30

D.S.A, (2000). Fiche des données de la région de Souf. D.A.S.El Oued 2000

D.S.A., (1993). Fiche des données de la région de Souf D.A.S.El Oued 1993

D.S.A., (1998). Schéma directeur de mise en valeur de la wilaya d'El Oued .188p

DUBIEF., 1964. Essai sur l'hydrogéologie superficielle au Sahara, Institut de météorologie etde physique du globe de l'Algérie, Alger, 384p

DURAND J. H ., 1958. Les sols irrigables . étude pédologique . Ed .Imbert, Alger, 190 p

E.N.A.G.E.O. 1993. Entreprise nationale de géophysique, division exploitation sismique. Extension de l'étude géophysique par sondage électrique de la région du Souf.66p

KAHDROUI.A., (2006). Eaux et sols en Algerie .234 p

KECHANA.S., 2007. Etude de la gestion intégrée des ressources en eaux dans la vallée de Oued –Souf (Sud –Est algérienne).Mém .Mag.Univ.Annaba,156 p

KEDDADRA. Y (1991) : Caractérisation et évolution des sols de Ghout El-oued, caractérisation des accumulationsforme de gypse. Mémoire ingénieur agronomie I.N.A. El HARRACH. Alger. 110p

LERHRISSI. I. E (2007) : La place un système ingénieux "Ghout" dans la nouvelle dynamique agricole de la region du Souf. Mémoire. ing. Univ de Ouargla. 138p

NADJAH., 1971. Le Souf des oasis. Ed. la maison du livre Alger, 174p

OZENDA P. 1958. Flore du Sahara septentrional et central. C.N.R.S, Paris. 486p

OZENDA P.,1983. Flore du Sahara. Ed. Centre National des Recherches Scientifiques, Paris. 39 p.

REMINI.B,.2004 . La remontée des eaux dans la région d'El Oued Revue vecteur environnement Canada

SAIBI.H, 2003. Analyse qualitative des ressources en eau de la vallée du Souf et impact sur l'environnement, région aride à semi aride d'El Oued. Mém .Magister. Univ. Houari Boumediene ,160p

TOUTAIN.G. ,1977. Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Ed .La maison neuve. 1979 Paris,276p

TOUTAIN.G. ,1977. Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Ed .La maison neuve. 1979 Paris,276p.

VOISIN. R, 2004 : Le Souf monographie, Edit El Walid. 319p.

Résumé

Le présent travail porte principalement sur l’étude de l'impact topographique sur le niveau de drainge dans le ghout à Oued Souf.

L’étude a montré que les ghout inondés, présentent une nappe superficielle, très salée, alcaline avec un sol très humide, très salé, légèrement gypseux, modérément calcaire avec des pieds de palmiers dattiers en mauvais état végétatif, avec des rendements nuls. Mais les ghouts humides présentent une nappe phréatique moyennement profonde, salée, avec un sol moyennement humide, salé, alcalin, avec des pieds de palmiers dattiers en mauvais état, et un niveau topographique très bas. Pour les ghouts secs, nous avons enregistré que le niveau de la nappe phréatique est profond, elle est peu salée, avec un sol peu humide, peu salé, alcalin, légèrement gypseux, modérément calcaire, avec des palmiers dattiers caractérisés par un bon état végétatif, et un niveau topographique très haut.

Les mots clés : Souf, Nappe phréatique, ghout, niveau topographique,.drainage

ملخص

هذا العمل يهدف أساسا إلى دراسة التا! ير الطوبوغرافي على مستوى المصرف في الغوط بواد سوف.

الدراسة أ بتة# أ" الغيطا" المغمور% ت)تو* على ميا(سط)ية$ &ديد% الملو)ة$ 'اعدية وتربة &ديد% الرطوبة$ &ديد% الملو)ة$ 'اعدية$ 'ليلة ال/ب- وال.ل- أما الت,يل في)الة +مو سيئة$ والتبتا# ا0. ر سياد% هي التباتا# الم)بة للما3 والما42والمستوى الطوبوغرافي م+,6 5 بالتسبة لمستوى سط2 الب)ر4

أما في الغيطا" المبللة +/د$ ميا(/وفية متوسطة العم7$ مال)ة وتربة متوسطة الرطوبة$ مال)ة$ 'اعدية$ 'ليلة ال/ب- وال.ل- $ والت,يل في)الة +مو متوسطة$ وتباتا# ا0. ر سياد% في هذ(ا8غواط هي التباتا# الم)بة للما2 والما43 ول." في الغيطا" الافة +س/ل مستوى الميا(ال/وفية &ديد% العم7$ مال)ة وتربة 'ليلة الرطوبة$ 'ليلة الملو)ة$ $ والت,يل يتمي9 ب)الة +مو /يد%$ $ والمستوى الطوبوغرافي مرتة6: بالتسبة لمستوى سط2 الب)ر4

الكلمات الدالة; سوف$ ميا(/وفية$ غوط$ المستوى الطوبوغرافي ،المصرف

Abstract

The present experimental work focused on,in effet topographique in the ghouts depending on the groundwater and soil, in Souf region .The study showed that ghout flooded; present a slick surface, very salty, alkaline soil with a very wet, very salty, slightly gypsum, while the planters are in a very bad state, at all with a foot of a bad palmree vegetative state, , and the most dominant species are the hydro-halophile plants. But in humid ghouts are there moderately deep salty, water table, with a moderately moist soil, salty, alkaline, slightly gypsum, with one foot of a palmree print medium vegetative development, with a predominance of hydrophilic and halophile species, but in dry ghouts, we have recorded that the level of the water table very deep and salty soil has a little moist, slightly salty, alkaline, slightly gypsum, limestone at all. With one foot of palmree characterized by a vegetative state and good, yield very, with dominant of halophile and water species.and niveau the level topographie

Keywords: Souf - Groundwater, ghout, level topographie,drainage .