

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA

TERRE ET DE L'UNIVERS

DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE

En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur d'État en Biologie

Filière : Ecologie végétale et environnement.

Option : Ecosystèmes steppiques et sahariens

THÈME

Contribution à l'étude spatiale du phénomène de la remontée de la nappe phréatique : Problèmes posés et conséquences sur l'écosystème oasien à Touggourt.

Présenté par :

GUEZZOUN Omar.

Composition du jury :

Président :	Mr. ZENKHRI S.	Maitre assistant chargé de cours.
Promoteur :	Mr. SAKER ML.	Maitre de conférences.
Co-promoteur :	Mr. DADDI BOUHOUN M.	Maitre assistant chargé de cours.
Examineurs :	Mme. BABAHANI S.	Maitre assistante chargé de cours
	Mme. HEDJAIDJI F.	Maitre assistante chargé de cours.

Année universitaire : 2008/2009

Remerciements

Avant tout louange à dieu le tout puissant pour m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de terminer ce travail.

Au terme du présent travail, je tiens d'abord nous sincères remerciement à l'égard de :

M^r SAKER M.L., mon promoteur pour ses conseils et son attention qu'il a portée pour la réalisation de ce mémoire.

M^r DADDI BOUHOUN M., mon co-promoteur pour sa précieuse aide, sa patience, son appui et des conseils précieux.

Je suis très heureux d'exprimer notre reconnaissance à **M^r ZANKHRI** d'avoir acceptée de présider ce jury.

M^{me} HDJAIDJI F. et M^{me} BABAHANI S. qui m'ont honoré d'avoir examiné ce modeste travail

Mes remerciements vont également aux personnels du laboratoire du département de nous avoir aidé dans la réalisation de ce présent travail, et mes camarades surtout MESBAHI Abdel haï, Chokri , kechha, hodaifa, ibrahim...etc ,mes amies de TIKSEBT.

Enfin, à ma famille mon père, ma mère, ma sœur et mon frère respectives qui ont fait beaucoup d'effort et des sacrifices pour permettre cet aboutissement en vue de l'accomplissement de cette noble mission scientifique.

Liste des abréviations

(A) : Profondeur de (0m - 20m).

(B) : Profondeur de (20m - 40m).

(C) : Profondeur de (40m - 60m).

(D) : Profondeur de (60m - 80m).

(E) : Profondeur de (80m -100m).

(F) : Profondeur de (100m - 120m).

A.E.P. : Agence d'eau potable.

A.N.R.H. : Agence nationale des ressources hydrauliques.

A+L : Limon plus argiles

C : Calcaire

C.E.n : Conductivité électrique de la nappe

C.E.s. : Conductivité électrique du sol

CI : Complexe intercalaire.

CT : Complexe terminale.

D.S.A. : Direction des services agricoles.

F.A.O.: Food agriculture organization.

G : Gypse

H : Humidités du sol

M.O : Matière organique

Nr : Nombre de régimes

O.N.M : Office national de météorologie

Pdr : Profondeur de début des racines.

Pfr : Profondeur de fin des racines.

pHn. : pH de la nappe.

pHs. : pH du sol.

Pn. : Profondeur de la nappe phréatique.

R.s,n : Résidu sec de la nappe.

R.s.s : Résidu sec du sol.

Rt : Rendement.

S.f. : Sable fin

S.g : Sable grossies

Table de matière
Première partie
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE
Chapitre I: L'écosystème Oasien

Généralités sur l'écosystème oasien.....	3
1. L'écosystème oasien	3
2. Classification des oasis.....	3
2.1. Les Oasis qui utilisent principalement les eaux superficielles	3
2.2 L'oasis à foggaras	3
2.3. L'oasis a puits ordinaire.....	4
2.4 Le Ghoût.....	4
2.5. Les Oasis à puits artésiens jaillissants (Oued Rhir -Ouargla)	5
3. Types de palmeraies de l'Oued-Rihg.....	5
4. Exigences écologiques du palmier dattier	8
4.1. Ecologie du palmier dattier	8
4.2. Exigences climatique du palmier dattier	8

Chapitre II : La nappe phréatique

1. Définition.....	9
2. La répartition des nappes phréatiques en Algérie	9
3. Modes d'alimentation des nappes phréatiques.....	9
4. Méthodes d'études de la nappe phréatique	10
5. Remontée des eaux phréatiques	10
5.1. Notion historique de la remontée de la nappe phréatique à Oued-Righ.....	10
5.2. Causes de la remontée des eaux phréatiques à Oued-Righ	11
5.3. Description du phénomène de la remontée des eaux	11
6. Pollution des eaux	12
7. Sources et qualité des eaux d'irrigation au Sahara	12
8. Drainage -Nappe phréatique.....	12
9. Problèmes et Conséquences de la remontée des eaux phréatiques sur l'écosystème oasien à Oued-Righ	14
10. Conséquences sur le sol	14
10.1. Dégradation des sols.....	14
10.1.1. La salinisation	14
10.1.2. Hydromorphie	16
11. Conséquences sur la plante	17
11.1. Stress salin.....	17
11.2. Stress hydrique	18

Chapitre III : Présentation de région d'étude

1. Situation géographique et administrative de la région de Touggourt	19
2. Climat.....	22
2.1- Données météorologiques de la région de Touggourt 1997-2007	22
2 -1-1- Températures	23
2 -1-2- Précipitations	23
2 -1-3- Humidité relative.....	23
2 -1-4- Evaporation	23
2 -1-5- Insolation	23
2-1-6- Vents.....	23
2-2. Classification du climat.....	23

3. Structure géomorphologique	26
4. Géologie.....	26
5. Hydrogéologie	26
5.1 - Nappe du continental Intercalaire CI (Albien).....	27
5.2 - Nappe du complexe terminal (CT)	27
5.3 - Nappe phréatique	27
6. Pédologi.....	29

Deuxième partie

MATERIELS ET METHODES D'ETUDES

Chapitre IV : Matériels d'études

1. Zone d'étude.....	30
2. Choix de station d'étude.....	30
3. Présentation des sous stations d'études	30
2.1 Stations inondées.....	32
2.2 Stations humides	33
2.3 Stations sèches.....	34

Chapitre V :Methode d'etudes

1. Approche méthodologique	35
1.1. Objectif.....	35
1.2. Etude de la nappe	35
1.3. Etude du sol.....	36
1.4. Etude du pieds de palmiers dattiers.....	37
1.5. Etude de peuplement végétal.....	37
2. Méthode d'analyse	38
2.1. Analyse des échantillons des eaux :	38
2.2. Analyse des échantillons de sol.....	39
2.2.2. Paramètres physico- chimiques de l'extrait 1/5	39
2.2.3. Paramètres chimiques.....	39

Troisième partie :

RESULTAT ET DISCUSSIONS

Chapitre VI : Etude de la nappe phréatique

1. Etude du niveau de la nappe.....	40
1.1 En hiver	40
1.2 Au printemps	40
1.3 Comparaison entre l'étude de la nappe en hiver et au printemps	41
2. Etude de la salinité globale (C.E, R.s.) et le pH.....	41
2.1. Conductivité électrique	41
2.2. Les résidus secs	42
2.3. pH.....	42
3. Etude spatiale	44
3.1. L'étude spatiale de niveau de la nappe phréatique.....	44
3.2. L'étude spatiale de la conductivité électrique	45
3.3. L'étude spatiale de résidu sec des eaux.....	46
3.4. L'étude spatiale du pH	47

Chapitre VII :Etude du sol

1. Etude des propriétés physiques	49
1.1. Humidité du sol	49
1.1.1. Profile de l'humidité moyenne des stations d'études.....	49
1.1.2. Variation spatiale de l'humidité du sol	50

1.2. Granulométrie.....	52
1.2.1. Profil des Granulométries des sols inondés dans les palmeraies	52
1.2.2. Profil des Granulométries des sols humides dans les palmeraies	53
1.2.3. Profil des Granulométries des sols secs dans les palmeraies	54
1.2.4. Variation spatiale du sable.	55
2. Etude des propriétés physico-chimiques	57
2.1. Conductivité électrique des sols	57
2.1.1. Profil de C .E. moyenne du sol dans les stations d'études	57
2.1.2 . Variation spatiale de C.E. du sol	59
2.2. Résidus secs des sols	61
2.2.1. Profil de R.s. moyenne du sol dans les stations d'études	61
2.2.2. Variation spatiale de R.s. du sol	62
2.3 .pH des sols	64
2.3.1. Profil de pH. moyenne du sol dans les stations d'études	64
2.3.2. Variation spatiale de pH. du sol	66
3. Etude des propriétés chimiques.....	68
3.1. Taux de gypse.....	68
3.1.1. Profil de Gypse moyenne du sol dans les stations d'études	68
3.1.2. Variation spatiale de Gypse. du sol	70
3.2. Taux de calcaire	72
3.2.2. Variation spatiale de calcaire du sol.....	74
3.3. Matière organique	76
3.3.1. Profil de C .E. moyenne du sol dans les stations d'études	76
3.3.2. Variation spatiale de matière organique. du sol	78

Chapitre VIII : Etude des pieds de palmiers dattiers

1. L'enracinement.....	81
2. Les rendements.....	82
2.1. Nombre de régimes	82
3.2. Le rendement	82

Chapitre IX : Identification des espèces

1. Identification et répartition des espèces végétales dans les stations d'études.....	84
2. Caractérisation des espèces	85

Chpitre X : Etude du peuplement vegetal

1.. Densité des espèces végétales dans les stations d'études :.....	98
2. Le taux de recouvrement des espèces végétales dans les stations d'études	100
3. Dominance des espèces végétales dans les stations d'études :	102
Conclusion générale	105
Référence bibliographique.....	
Annexe.....	

Liste des photos

Photos 1 . Station inondée à temacine.....	32
Photos 2. Station humide à Tamellaht.....	33
Photos 3. Station sèche à Touggourt.	34
Photos 4. Prélèvement des eaux et mesure du niveau de la nappe phréatique (A et B).....	35
Photos 5. Prélèvement des eaux et mesure du niveau de la nappe phréatique (A et B).	36
Photos 6. Prélèvement d'échantillon du sol (A et B).	37

Liste des figures

Figure 1. Répartition du palmier dattier dans la vallée d'Oued-Righ	7
Figure 2: le canal principal d'Oued-Righ (A.N.R.H, 2005).....	13
Figure 3.Situation géographique de la région de Touggourt (Encarta 2009).....	21
Figure 4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région de Touggourt .	24
Figure 5. Etage bioclimatique de la région de Touggourt selon le climagramme d'Emberger.	25
Figure 6. Ressources en eaux souterraines (A.N.R.H, 2005).....	28
Figure 7. Carte présentative des stations d'études dans la région de Touggourt.	31
Figure 8 . Méthode d'échantillonnage.....	37
Figure 9. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique en hiver	40
Figure 10. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique au printemps.....	40
Figure 11. C.E des eaux de la nappe phréatique.....	41
Figure 12. R.s des eaux de la nappe phréatique.	42
Figure 13. pH des eaux de la nappe phréatique.....	42
Figure 14. Carte des iso-valeurs pour le niveau de la nappe phréatique.....	44
Figure 15. Carte des iso-valeurs de la C.E. de la nappe phréatique.	45
Figure 16. Carte des iso-valeurs du R.s. de la nappe phréatique.....	46
Figure 17. Carte des iso-valeurs du pH de la nappe phréatique.....	47
Figure 18. Variations de l'humidité moyenne du sol dans les stations d'études.	49
Figure 19.Carte des iso-valeurs de l'humidité du sol.	51
Figure 20. Variations de la granulométrie des sols inondés dans les palmeraies.....	52
Figure 21. Granulométrie des sols humides dans les palmeraies	53
Figure 22.Granulométrie des sols secs dans les palmeraies.....	54
Figure 23.Carte des iso-valeurs de sable du sol.	56
Figure 24. Variations de la C.E. moyenne du sol dans les stations d'études	57
Figure 25.Carte des iso-valeurs de C.E. du sol.	60
Figure 26 .Variations du R.s. moyenne du sol dans les stations d'études.	61
Figure 27.Carte des iso-valeurs de R.s du sol	63
Figure 28. Variations du pH du sol dans les stations d'études.	64
Figure 29.Carte des iso-valeurs de pH du sol.....	67
Figure 30.Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études	68
Figure 31.Cartes des iso-valeurs de Gypse du sol.....	71
Figure 32.Variations du taux de calcaire du sol dans les stations d'études.....	72
Figure 33 .Carte des iso-valeurs de Calcaire du sol.....	75
Figure 34 .Variations du taux de matière organique des sols dans les stations d'études.	76
Figure 35.Carte des iso-valeurs de matière organique du sol.....	79
Figure 36. Profondeurs moyennes d'enracinement dans les stations d'études.	81
Figure 37. Rendements moyennes des palmiers dattiers dans les stations d'études.	82
Figure 38. Densité moyenne des espèces dans les stations d'études.	99
Figure 39.Taux de recouvrement moyen des espèces dans les stations d'études.	101
Figure 40.Dominance moyenne des espèces dans les stations d'études.	103

Liste des tableaux

Tableau I. Exigences climatiques du palmier dattier	8
Tableau II. Données météorologiques de la région de Touggourt (1997-2008).	22
Tableau III. Log stratigraphique et l'hydrogéologie de la région de Touggourt	29
Tableau IV. Les principales caractéristiques des stations inondées.....	32
Tableau V. Les principales caractéristiques des stations humides.....	33
Tableau VI. Les principales caractéristiques des stations sèches.....	34
Tableau VII. Taux de l'humidité du sol dans les stations d'études.....	49
Tableau VIII . Taux de granulométrie du sol dans les stations inondées	52
Tableau IX .Taux de granulométrie du sol dans les stations humides	53
Tableau X.Taux de granulométrie du sol dans les stations sèches.....	54
Tableau XI.Taux de C.E. du sol dans les stations d'études.....	57
Tableau XII.Taux de R.s du sol dans les stations d'études	61
Tableau XIII. pH du sol dans les stations d'études	64
Tableau XIV. Taux de Gypse du sol dans les stations d'études	68
Tableau XV.Taux de calcaire du sol dans les stations d'études	72
Tableau XVI. Taux de matière organique dans les stations d'études	76
Tableau XVII. Profondeurs d'enracinement dans les différentes stations	81
Tableau XVIII. Les rendements des palmiers dans les différentes stations.....	82
Tableau I. Tableau de présence des espèces végétales dans les stations d'études.....	84

Introduction générale

Le milieu saharien forme l'environnement par excellence pour les êtres vivants. Particulièrement les communautés végétales dans le cadre de leur dynamique d'évolution spatio-temporelle, déterminant à la fois, leur localisation géographique et leur fonctionnement (KHOUKHOU et MIHNA, 2004)

Les zones sahariennes, à l'heure actuelle, se caractérisent par une certaine fragilité. La végétation, particulièrement le palmier dattier connaît une certaine dégradation, parfois très intense, liée le plus souvent à l'impact des eaux de la nappe phréatique et à la qualité médiocre des sols. (NETTARI et ROUAS, 2004).

Dans la région de l'Oued-Rhig (Touggourt), le problème de la remontée de la nappe phréatique a connu au cours de la dernière décennie une situation critique et menaçante, avec des conséquences graves sur l'environnement oasien, particulièrement phoenicicole. Le niveau piézométrique de la nappe phréatique ne cesse d'augmenter. Ce phénomène de la remontée des eaux est à l'origine de l'activité anthropique, principalement (A.N.R.H 2005).

Aussi, les besoins croissants pour la consommation en eau potable, pour l'irrigation, pour l'industrie, imposent une mobilisation des nouvelles ressources en eau. Egalement, l'état défectueux des réseaux des drainages, l'évacuation des eaux, la distribution, la collecte des eaux usées les forages abandonnés, ont largement contribué à l'alimentation de la nappe phréatique.

Cette situation a engendré de graves problèmes écologiques et environnementaux dans les zones urbaines et agricoles. Les eaux fortement chargées en sels, menacent les palmeraies et la végétation spontanée y afférente.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'impact et les problèmes de la remontée de la nappe phréatique sur l'écosystème oasien à travers l'étude des différents paramètres hydro-édaphiques, caractérisation végétative et ses répartitions spatiales.

Notre étude comporte trois parties essentielles, se présentant comme suite :

La première partie est relative à la synthèse bibliographique et la présentation de la zone d'étude, la deuxième partie présente l'approche expérimentale a porté notamment sur les

aspects suivants : l'étude des eaux de la nappe phréatique, l'étude de sol, l'étude spatiale (carte des iso-valeurs), et l'étude du peuplement végétal sous palmerais.

Enfin, la troisième partie de ce travail présente l'essentiel des résultats obtenus et les discussions s'y rapportant.

Généralités sur l'écosystème oasien

1. L'écosystème oasien

L'oasis saharienne est un ensemble de palmeraies, où le palmier dattier, adapté aux conditions de la vie désertique ne prospère qu'avec une irrigation suffisamment abondante, effectuée avec de l'eau non stagnante.

On conçoit donc que la régularité du débit disponible soit au Sahara, un facteur essentiel de prospérité.

Les faits géographiques qui déterminent le mode d'existence des ressources en eau, offrent donc les éléments de classification des Oasis (KEDDADRA, 1992).

2. Classification des oasis

Le type d'oasis dépend de la nature et de l'exploitation de la ressource en eau, de la nature du sol et sa topographie. On distingue dans cette étude quatre types :

2.1. Les Oasis qui utilisent principalement les eaux superficielles

Toutes les Oasis qui jalonnent la façade méridionale de l'Atlas saharien ont pour caractère commun d'utiliser des eaux superficielles. Il est toutefois nécessaire de distinguer les oasis irriguées et celles arrosées par les Oueds. Les premières bénéficient d'un constant, les secondes variables, en disposent que des eaux de rivières. Les deux éléments, sources et Oueds, peuvent coexister comme dans l'oasis de Biskra, de Laghouat et de Sidi Okba. (ZELLA, 2006)

2.2 L'oasis à foggaras

Les oasis de Touat et de Gourara se distinguent par une autre technique d'exploitation des eaux souterraines. Un système de captage des eaux souterraines par gravité, autrement dit un puits horizontal, connu sous le nom de foggara en Algérie. Elle est d'origine perse. La foggara s'est développée dans les régions sud-ouest du pays où les conditions hydrogéologiques et topographiques sont idoines à ce type de captage. Les eaux de la nappe sont drainées jusqu'au point bas où l'eau émerge à la surface du sol. Pour augmenter le débit à l'exutoire ou quand la foggara est morte, il est nécessaire d'allonger la galerie à l'amont ou de multiplier le nombre de bras des galeries drainantes.

Ils susceptible d'irriguer 3000 ha. Le système de gestion des eaux captées par la foggara a nécessité la mise en place d'un cadre juridique et technique très élaboré. Il est l'émanation du niveau social, culturel et géographique de l'époque de la création de l'oasis. La propriété de l'eau est acquise à celui qui, par son travail ou ses deniers, a contribué à la réalisation de la foggara. Chaque individu est propriétaire d'une part d'eau proportionnelle à sa contribution. Le détenteur d'un droit d'eau peut en faire usage, le vendre ou le louer pour une période déterminée. Il peut également en faire associer d'autres usagers. Comparé au mode d'exploitation par puits, la foggara offre l'avantage de fournir une eau en permanence par gravité, ce qui sous-entend en toute gratuité. Les contraintes techniques et économiques sont épargnées (ZELLA, 2006).

2.3. L'oasis a puits ordinaire

La palmeraie de Béni-Isguen est l'une des oasis à puits, elle couvre une superficie d'environ 250ha et date du XI^{ème} siècle. Cette oasis fait partie du site M'Zab, classe" patrimoine de l'humanité par l'UNESCO.

A la suite des crues de l'Oued N'Tissa, les limons, déchets organiques et les pierres charriées sont récupérés pour être utilisés à la confection de terrasses aux pieds des collines où l'élevage et la culture du palmier dattier, des arbres fruitiers et les autres cultures herbacées sont pratiquées Ceci permet non seulement un curage des cours d'eau après chaque crue, et également une extension continue des superficies agricoles dans une région où les espaces agricoles sont très limités .Dans des conditions d'aridité où la moyenne des précipitations n'excède guère 60mm par an, des puits de profondeur moyenne (25-70m) sont creusés pour l'irrigation des jardins. La majorité de ces anciens puits reste toujours fonctionnels. En plus des eaux de crues et des puits, des forages profonds participent également à l'irrigation de la palmeraie pour couvrir les déficits.

Un système de partage des eaux de pluies, dont la pertinence et la précision reflètent une harmonie de l'oasien avec la nature (ZELLA, 2006)

2.4 Le Ghoût

Le ghoût est le plus ancien type de palmeraies connu dans la région du Souf. Les Ghitanes (plusieurs Ghoûts) sont installés dans l'Erg, en forme d'entonnoir, au fond duquel poussent les palmiers en nombre variable. Les palmiers sont implantés par groupe de 20 à 100 palmiers au centre d'une cuvette artificielle, d'une profondeur de 10 m et d'un diamètre de 80 à 200m, et dont le fond a été amené à moins de 1 m 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 (REMINI, 2004).

2.5. Les Oasis à puits artésiens jaillissants (Oued-Rihg -Ouargla)

Ouargla est une oasis, située dans la cuvette de l'Erg Oriental. L'eau d'irrigation était extraite des nappes phréatiques et celles du miocène par des puits traditionnels, utilisant le balancier. Leur nombre (250 à 300 puits) a décliné en raison du tarissement de la nappe, accéléré par l'introduction des premières motopompes. Comme partout au Sahara, l'eau appartient à celui ou ceux qui l'ont (ont) fait jaillir, indépendamment de la propriété foncière. Le partage de l'eau entre les membres de la communauté se fait en unité de temps, selon la technique subtile des tours d'eau en cours, dans de nombreuses oasis (ZELLA, 2006).

3. Types de palmeraies de l'Oued-Rihg

Le patrimoine phoenicicole de la vallée de l'Oued-Rihg est réparti sur une cinquantaine d'oasis, mais il y a trois grandes agglomérations entourées par des palmeraies (Touggourt, Djamaa et Meghaier). On note la présence de trois types de palmeraies ; modernes, semi-modernes et traditionnelles (Douadi, 1996).

3.1 Palmeraies de la zone de Touggourt

La zone de Touggourt comprend les palmeraies des trois localités principales : Touggourt, Temacine et Meggarine. Ces palmeraies sont proches des agglomérations (Douadi, 1996).

Les palmeraies de la région de Touggourt couvrent une superficie de 17229,8 ha.

Le nombre total de palmiers est évalué à 626 067 palmiers y compris les palmeraies de Temacine et Meggarine (D.S.A, 2004).

On rencontre trois types de plantations :

- Les plantations traditionnelles: les palmiers dattiers sont plantés classiquement. La densité de plantation est très grande, dépassant en général les 150 pieds par hectare. Ces plantations sont parfois délaissées et même abandonnées.

- Les plantations semi organisées: dans ces palmeraies, l'alignement est respecté, mais les distances de plantation entre lignes et entre palmiers sont très faibles.

- Les plantations organisées: ce sont les palmeraies qui appartenaient aux colons et les palmeraies plantées dans le cadre de la mise en valeur. En général les palmeraies sont très proches des agglomérations et l'accessibilité est très facile, elle permet même l'entrée des véhicules et des engins agricoles.

Chapitre 1 **=====** L'écosystème oasien

La diversité génétique est assez faible par rapport au nombre de palmiers existants. Les Khalts ou les pieds issus de graines sont inexistant dans les palmeraies

Organisées: plusieurs Khalts (semis de graines) offrent des dattes intéressantes mais ne font l'objet d'aucune multiplication.

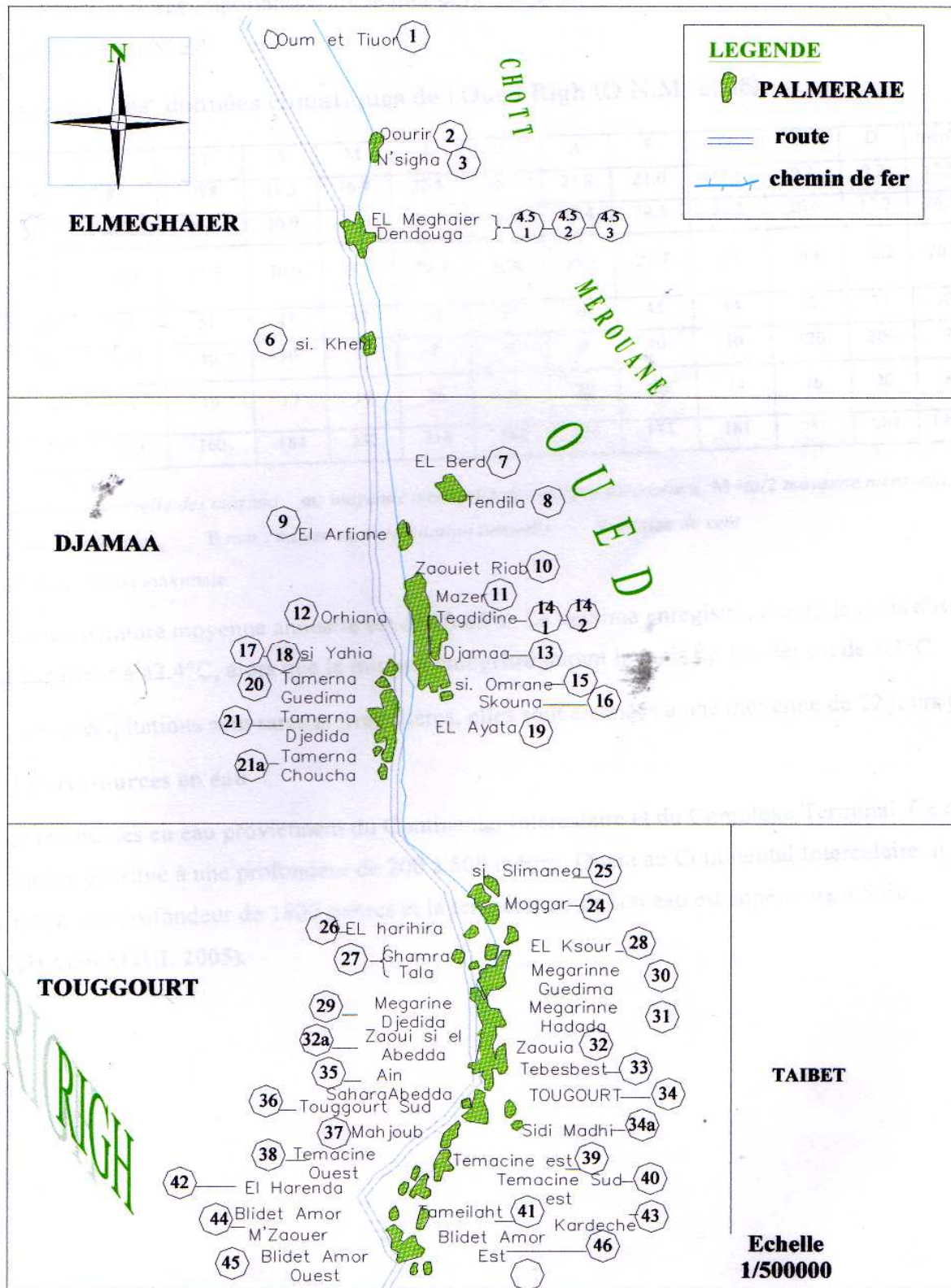


Figure 1. Répartition des palmeraies dans la vallée de l'Oued-Righ (I.N.R.A.A 2005).

4 Exigences écologiques du palmier dattier

4.1. Ecologie du palmier dattier

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi arides du globe. Bien qu'originaires des pays chauds et humides, cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions, grâce à sa variabilité.

Ainsi, sa culture est pratiquée en zones marginales, soit par tradition, soit en raison des conditions historiques ou économiques particulières (PYRON, 2000).

Le palmier dattier est une espèce thermophile, son activité se manifeste à partir d'une température variant de 7 à 10° C, selon les individus, les cultivars et les conditions climatiques locales (MUNIER., 1973).

5. Exigences climatique du palmier dattier

Tableau II. Exigences climatiques du palmier dattier (MUNIER, 1973 ; AM1N, 1990)

Facteurs climatiques	Exigences du dattier
1)-Température	le zéro de végétation : 10°C l'intensité de végétation : Entre 20°C et 38°C. la somme des températures nécessaires à sa croissance est de 4500°C à 5000°C. l'activité végétative : à partir de 7°C. la résistance au gel : - 9°C jusqu'à-15°C. le zéro de floraison : entre 17°C et 24°C (selon les régions) la nouaison des fruits a des températures journalières à 25°C la somme des températures pour la fructification : 1000°C à 1660°C (1854 à Touggourt et 1620 à Béchar)
2)- Lumière	Forte luminosité (la lumière a une action positive sur la photosynthèse et la maturation des fruits).
3)- Humidité	Une faible humidité pendant la période de fructification et de floraison (pour éviter la pourriture des inflorescences et le regorgement d'eau des dattes).

Chapitre II : La nappe phréatique

1. Définition

La nappe phréatique, c'est une nappe aquifère souterraine, libre et contenue dans les espaces interstitiels des roches sédimentaires et dans les fissures des roches les plus compactes (Encarta, 2003). Elle affleure parfois à la surface du sol, sous forme de sources ou bien elle peut être captée au moyen de puits. Les eaux de la nappe phréatique sont à caractère très salé (OMEIRI, 1994).

2. La répartition des nappes phréatiques en Algérie

Dans la plus grande partie du Sahara, une nappe phréatique est rencontrée dans la partie supérieure des formations continentales. Il s'agit généralement de nappes peu profondes (2 à 10 m).

Ces nappes viennent augmenter les réserves hydriques du Bas Sahara. Elles sont présentes dans les oasis de l'Oued-Righ, du Souf et d'Ouargla. Elles permettent dans certains cas seulement l'entretien des palmeraies. On les trouve par ailleurs, à faibles profondeurs, dans une grande partie de la cuvette du Bas Sahara ou elles sont exploitées par des puits de parcours.

La nappe phréatique se localise surtout dans les plates formes marginales, caractérisées par des accumulations épaisses de sédiments meubles où l'eau de la nappe occupe de vastes régions (HALILAT, 1998).

3. Modes d'alimentation des nappes phréatiques

D'après GAUCHER et BURDIN (1974), les nappes phréatiques sont des accumulations d'eau, généralement superficielles, possédant des réserves suffisantes pour se maintenir pendant la saison sèche au cours des années dont la pluviométrie est moyenne.

Les régions à sols salés se rencontrent le plus souvent sous climats arides ou semi arides, dont les précipitations sont nettement inférieures à l'évaporation, et pour que les réserves phréatiques puissent se créer, il est nécessaire qu'interviennent d'autres modes d'alimentation en eau que celui réalisé par l'action directe de la pluie, ces modes sont (GAUCHER et al, 1974):

- le rassemblement et l'accumulation des eaux de ruissellement dans les formes de relief en cuvettes où elles s'infiltrent vers les nappes,
- les infiltrations qui se produisent dans le lit des cours d'eau principaux ou permanents.

- les inondations qui recouvrent partiellement ou entièrement les zones basses lors des périodes de fortes précipitations.
- Dans les zones où l'irrigation est pratiquée, il faut tenir compte des arrosages excessifs (FENENAKH, 2003).

4. Méthodes d'études de la nappe phréatique

D'après l'A.N.R.H. (1999), trois sortes de renseignements sont utilisés pour l'étude de la nappe phréatique, à savoir :

- la profondeur de l'eau par rapport au sol qui permet de préciser les fluctuations des niveaux des nappes phréatiques.
- la piézomètre de la nappe qui donne le sens d'écoulement des eaux.
- les données des variations chimiques de l'eau

5. Remontée des eaux phréatiques

La remontée des eaux phréatiques est un problème qui résulte du déséquilibre entre le volume d'eau apporté et celui évacué dans le milieu (COTE, 1998).

5.1. Notion historique de la remontée de la nappe phréatique à Oued-Righ

La remontée de la nappe phréatique dans la région Oued rhig est un ancien problème et dû à l'importance volume et quantité des eaux usées et forte pluie exceptionnelle, en 1912 la région comptait environ 49 oasis étendus tout au long de l'oued rhig, les irrigations et le manque d'un système d'évacuation a créé les stagnations des eaux causant à son tour à se qu'on appelle actuellement la remontée des eaux, autre fois appelée localement « les eaux de NAZ ».

La dégradation d'écosystème et de l'environnement de la région a attirée l'attention des responsables français. Plusieurs études ont été faites et les analyses géomorphologiques et topographiques ont données une précieuse découverte : une pente naturelle et descente de 1% à partir de Goug à Touggourt jusqu'au chott merouane à mghaier de (-31m) au dessous de la mer.

Après cette découverte les travaux se sont élancés et le canal d'Oued rihg a vu le jour en 1924. Toutes les palmeraies ont été connectées à ce canal en mettant fin à ce problème.

Mais malheureusement après l'indépendance, l'entretien de ce canal a été totalement négligé d'où l'apparition ce phénomène de nouveau et ce malgré, les efforts fournis par l'état. En 1980 société (SONARIAH) fut créée, mais en vain .l'apparition des roseaux ont empêché l'écoulement des eaux (la diminution de la vitesse de l'eau et augmentation de son niveau), et le canal est négligé depuis 1989 et a conduit à l'émergence des eaux. (BOUSMAIL et ACHI, 2008).

Quelles sont les causes de la remontée des eaux phréatiques ?

5.2. Causes de la remontée des eaux phréatiques à Oued-Righ

La remontée capillaire est un phénomène qui reste limité dans l'espace; elle est caractérisée par plusieurs causes :

-les caractéristiques géomorphologiques, topographiques et hydrologiques du terrain.

La perméabilité, les caractéristiques physico-chimiques du sol (structure, texture) (OMEIRI, 1994).

-l'apport des eaux des nappes profondes vers la nappe superficielle à travers l'implantation de nombreux forages.

-l'admission de l'influence très intense des rejets (urbains et industriels) (LABAR et al, 2005).

-l'irrigation incontrôlée et le manque d'entretien des réseaux de drainage (RAHMMANI, 2000)

5.3. Description du phénomène de la remontée des eaux

La remontée capillaire est un phénomène qui reste limité dans l'espace; elle dépend beaucoup de la perméabilité des sols, et par conséquent de leur granulométrie et de leur structure. Ainsi, parmi les facteurs les plus importants qui sont à l'origine de la saturation et de la salinisation des sols par la remontée capillaire, on trouve l'aridité du climat à laquelle s'ajoutent la géomorphologie, la topographique, l'hydrologie du terrain, les caractéristiques physico-chimiques du sol (structure, texture etc.), et les techniques d'aménagement des sols et des eaux.

Après l'irrigation, l'eau se perd en partie dans le sous - sol, une partie des pertes par percolation peut être considérée comme bénéfique parce qu'elle contribue à lessiver régulièrement le sol, ce qui est nécessaire. Une seconde partie provoque la remontée du niveau phréatique si important que la zone racinaire des cultures et même la surface du sol deviennent accessibles au mouvement capillaire. L'eau salée, une fois au contact de la surface, elle s'évapore et une couche blanchâtre de sels se dépose sur les horizons supérieurs du sol.

Il faut noter que le phénomène se produit avec ou sans irrigation (HAROUNA, 2001), et le sel se dépose à partir d'une concentration de 2 g par litre. (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1998).

6. Pollution des eaux

La qualité de l'eau de la nappe phréatique et parfois celle de la nappe profonde, sub-affleurant se trouve aujourd'hui menacée par les pollutions, d'origine industrielle (CHALBAOUI, 2000).

D'après FAURIE et *al* (1998), la pollution de l'eau, est un déversement, écoulement, rejet, dépôts directs ou indirects de matières de toutes natures, et plus généralement tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux, en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou même dans la limite, des eaux territoriales .

7. Sources et qualité des eaux d'irrigation au Sahara

Du fait de l'extrême faiblesse des précipitations en zones phoenicoles, l'eau nécessaire à la végétation des plantes est fournie à partir des ressources superficielles (cours d'eau, oueds crues...etc.) et souterraines (sources résurgences, nappes phréatiques, nappes profondes etc.) (TOUTAIN, 1979).

Dans le Sahara septentrional, comme à Oued-Righ, on rencontre les deux aquifères qui sont parmi les plus étendus du monde : au somme de l'aquifère multicouches du complexe terminal, constitué par les terrains du miopliocène et du Crétacé supérieur, au dessous, la nappe du Continental Intercalaire qui se développe dans les formations sablo - argileuses de l'Albien et du barrémien (C.D.A. R. S, 1999 in OMEIRI, 1994).

*Qualité des eaux d'irrigation

La qualité des eaux d'irrigation varie selon la nature et la teneur des sels dissous, selon (RICHARD et *al* 1954 in HALILAT 1998), deux principaux critères sont définis pour apprécier la qualité de l'eau, à savoir : la salinité et l'alcalinité.

8. Drainage -Nappe phréatique

Afin d'évacuer les eaux d'irrigation en excès, on pratique le drainage qui doit être effectué parallèlement à l'irrigation pour maintenir la nappe à un niveau acceptable et éviter sa remontée et sa stagnation à la surface du sol, car elle entraîne l'accumulation des sels.

L'installation du grand canal collecteur (figure 02), qui s'étend sur une longueur de 150 km était en 1924 (A.N.R.H, 2005),

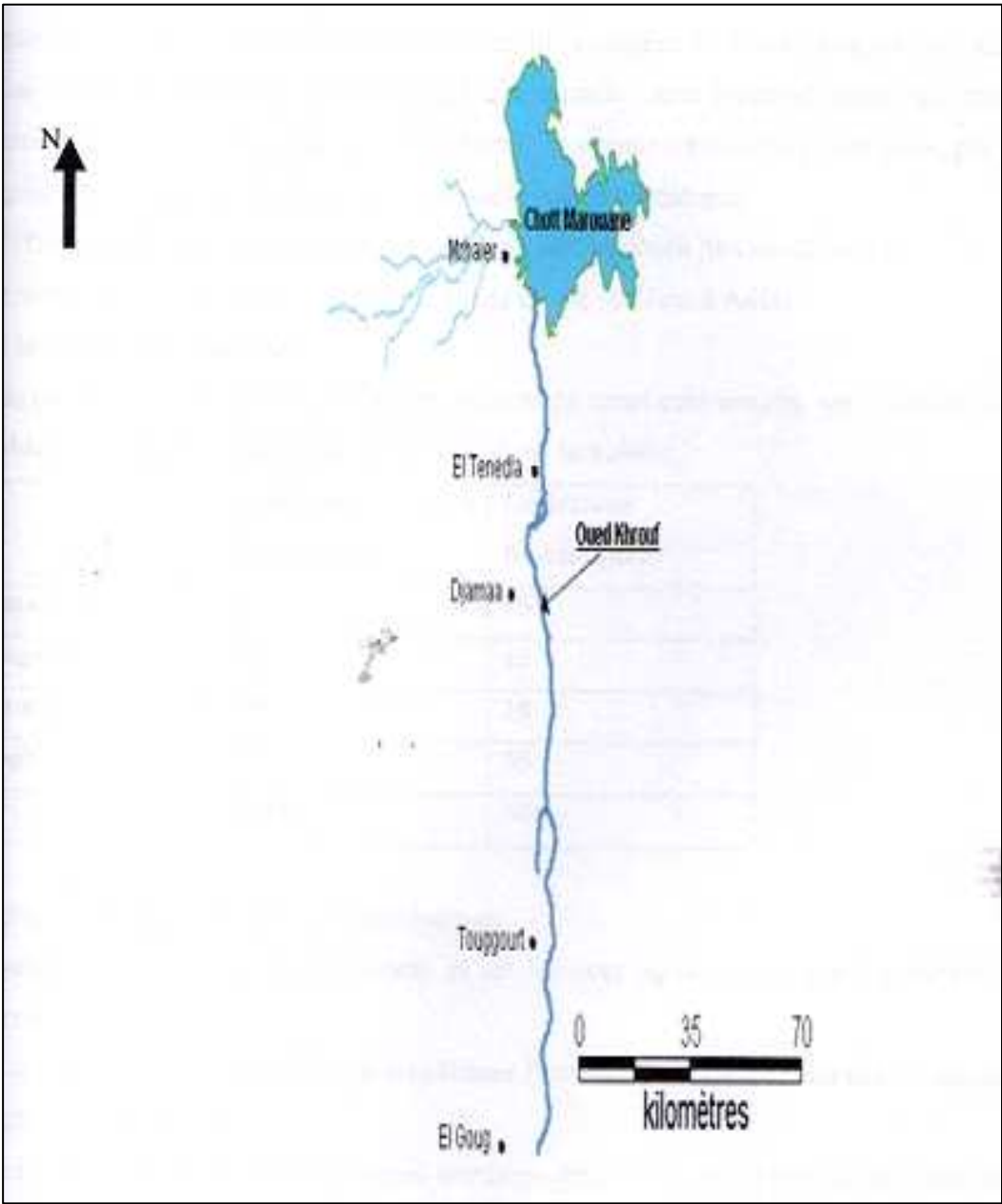


Figure 2: le canal principal d'Oued-Righ (A.N.R.H, 2005).

9. Problèmes et Conséquences de la remontée des eaux phréatiques sur l'écosystème oasien à Oued-Righ

D'après COTE (1998), les oasis ont longtemps fonctionné dans le cadre de systèmes hydrauliques limités, mais fermés et équilibrés. Mais les techniques modernes ont bien bouleversé les données hydrauliques en milieu aride. Le phénomène de la remontée de la nappe phréatique constitue actuellement un sérieux problème pour l'environnement observé dans les zones à basses altitudes et à l'intérieur de l'agglomération, et surtout dans la saison hivernale.

Selon DURAND (1983) et KASSAH (1998), deux problèmes sont engendrés par la remontée de la nappe phréatique et la salinisation, ainsi que l'engorgement (hydromorphie) des terrains affectés par la dégradation des palmeraies.

Il est en fait, le résultat de la confrontation de plusieurs contraintes naturelles et anthropiques (COTE, 1988).

10. Conséquences sur le sol

10.1. Dégradation des sols

La dégradation des sols est la baisse de la qualité et l'altération des propriétés d'un sol. Les différents processus qui peuvent y contribuer à l'érosion, la contamination, le drainage, l'acidification, l'altération et la disparition de la structure du sol, ou encore la combinaison de ces facteurs (Encarta, 2003).

10.1.1. La salinisation

C'est un phénomène de dégradation qui touche principalement les plaines agricoles irriguées (Encarta, 2003).

On peut la définir comme une concentration excessive de sels solubles dans le sol qui limite le développement des plantes (MAATOUI, 2001).

D'après CHEVERRY (1998), la salinisation du sol est le résultat de la salinisation des eaux de la nappe et des sols auparavant, atténuée par la situation topographique des parcelles, par la texture filtrante des sols et la qualité de l'eau, et par l'intervention des activités de l'homme, en trois façons spécifiques.

- a- Irrigation** : les eaux d'irrigation fortement chargées en sels, conduisant à une salinisation des terres (RAYMOND *et al*, 2000).

b- Fumure : l'utilisation des engrais chimiques, des fumiers et des amendements qui contiennent beaucoup de sels, à des concentrations élevées, peut créer ou aggraver le problème de la salinité (AYERS et WESTCOT, 1988 in NETTARI et RAOUAS, 2004).

c- Régularisation des eaux : la construction d'ouvrages régulateurs (barrages) entraîne toute extension brute des zones salées dans l'avenir (GAUCHER, 1950 in HULLIN, 1983 in NETTARI et RAOUAS, 2004).

10.1.1.1. Aspects pédologiques de la salinisation

Les auteurs GAUCHER et BURDIN (1974), précisent les aspects pédologiques de la salinisation, qui sont comme suit:

1)- Salinisation primaire

Le processus d'halomorphose débute avec la pédogenèse, c'est à dire que le caractère halomorphe est congénital, par exemple le dépôt et l'émersion d'une vase salée à l'affleurement ou le dépôt d'alluvions dans une eau salée (sebkha ou chott). Autrement dit, on considère une salinisation primaire, lorsque le sel qui se trouve dans le sol provient de l'altération des roches salifères primaires.

2)- Salinisation secondaire

Dans ce cas, le sol avait déjà formé et avait acquis une personnalité pédologique. Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer, bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Il en est de même d'un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée.

Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphe (SANAA, 2001).

10.1.1.2. Effet de la salinité sur le sol

La concentration saline des solutions du sol augmente le sel qui se dépose en surface des terres en fin d'été. Il se forme de minces couches grisâtres ou blanchâtres (les effervescences salines) qui peuvent devenir dans les sebkhas et les chotts des régions telliennes et sahariennes (VIENNOT *et al*, 1960).

D'après COTE (1998), la modification du réservoir renfermant la nappe phréatique, les battements hiver / été de la nappe, provoquent des concrétionnements gypseux qui gênent la circulation de l'eau, et aussi, selon RUELLAN (2003), impose que la croûte gypseuse limite l'épaisseur utilisable des sols. Mais le phénomène de modification du réservoir ancien, n'explique en rien le changement du comportement depuis une décennie (COTE, 1998).

La destruction de la structure du sol par la dégradation chimique du complexe, la destruction de la structure colloïdale des sols (MAATOUI, 2001), et par conséquent, la diminution de la perméabilité (OUSTANI, 1989 in OULDABDI, 1997).

La concentration de la solution du sol dans un sol, comme il a été signalé par (DAOUD, (1988) in OULD ABDI, 1997), entraîne une augmentation de la pression osmotique et conduit à une réduction de la disponibilité en eau.

La perturbation des échanges ioniques (MAATOUI, 2001), la présence de sels solubles diminue la valeur du pH du sol, leur action augmente avec la valence des cations (OULDABDI, 1997).

La salinité réduit la biomasse microbienne et le dégagement de CO₂ et inhibe la nitrification (DELLAL et HALITIM, (1992) in KHOUKHOU et MIHNA, 2004).

10.1.2.Hydromorphie

Le phénomène est dû à un excès d'eau dans la couverture pédologique ou à un horizon. Il peut être plus ou moins durable; se traduisant par une saturation de toute la porosité accessible par l'eau (MAZOYER, 2002).

En fonction des caractéristiques propres au sol (nature et distribution de l'espace poral) et des facteurs du milieu (nature du substrat géologique, climat, topographique, végétation ...), les causes de l'hydromorphie peuvent être diverses

1)- La présence d'une nappe phréatique; elle fluctue plus ou moins dans le profil, mais elle est peu mobile latéralement. L'hydromorphie est alors due à la remontée de la nappe assez près de la surface du sol.

2)- La présence d'une nappe perchée, d'origine pluviale.

3)- La saturation par inhibition capillaire prolongée (MERIAUX, 2003).

10.1.2.1. Impact de l'excès d'eau sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol

1)- Altération physique

L'eau en excès favorise la dégradation de la structure du sol et la rend moins stable, et le tassement précipite cette dégradation, en écrasant les agrégats devenus plastiques (SERVANT, 1966).

L'eau en excès diminue l'aération des sols et les rend plus froids; l'eau de saturation occupe la macroporosité. L'ensemble des espaces normalement remplis d'air, comme il faut plus

d'eau que celle du sol, un sol humide de réchauffement, c'est un sol " froid " et tardif. L'effondrement du terrain et la création de marécages (MRE et FAO, 2005).

2)- Altération chimique

L'excès d'eau est tout aussi néfaste, puisqu'il rend le milieu :

- Asphyxiant, accélérant son acidification et détruisant le complexe argilo-humique (FAURIE et al, 1998).

Il accélère la décalcification du sol, le complexe argilo-humique se disperse aisément, compacte et plus imperméable encore, et il rend le sol réducteur (SOLTNER, 2003).

3)- Altération biologique

L'excès d'eau diminue l'évolution de la matière organique et la prolifération des micro-organismes anaérobies (LECLECH, 2000). Il favorise le développement des maladies cryptogamiques, par exemple la fusariose (FAURIE et al, 1998).

11. Conséquences sur la plante

Parallèlement, l'impact de la remontée de la nappe phréatique salée sur la plante impose deux situations extrêmes : qui sont le stress salin et le stress hydrique (hydromorphie), qui engendrent une troisième situation stressante qui est le stress physique.

11.1. Stress salin

Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques, et réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu « physiologiquement sec » (TREMBLIN, 2000).

11.1.1. Effet de la salinité sur la plante

L'excès de sels solubles engendre deux problèmes sur la plante, qui sont:

1)- Toxicité

Le problème de toxicité est généralement lié à un ou plusieurs contenus dans l'eau de la solution du sol (SANAA, 2001). L'intoxication peut engendrer un déséquilibre nutritionnel et des symptômes au niveau des tissus des végétaux (SANAA, 2001).

Ex:

-Le chlore : les seuils critiques de la toxicité sont cependant très variables, selon les espèces. Les symptômes de toxicité Cl⁻ ont été décrits par divers auteurs en pigments et des tâches ou marginales et un début d'enroulement des feuilles (LOVE, 1986).

-Le bore : les symptômes de la toxicité, provoquant une nécrose progressive des feuilles qui progresse entre les nervures latérales vers la nervure centrale, et évolue en brunissement, puis en nécrose, et les feuilles tombent prématurément (LOVE, 1986).

-Le sodium : les symptômes caractéristiques sont la brûlure et le rabougrissement du feuillage, ainsi qu'une nécrose des tissus, situés sur le bord des feuilles (SANAA, 2001).

2). Effet« manque d'eau »

La salinité entraîne l'accumulation des sels dans la zone racinaire, ceci entraîne la réduction de l'absorption de l'eau BERSTEIN et FRANCOIS (1973 in SANAA, 2001).

D'après SIMONEAU et ALBERT (1963 in SANDA, 2001), la sécheresse physiologique qui détermine le rabougrissement des sujets.

11.1.2 Tolérance du palmier dattier à la salinité

D'après PEYRON (2000), le palmier dattier se développe normalement sur un sol salé, lorsque la concentration de la solution en sels est inférieure à 10%. Il constitue, selon DJERBI (1994 in SANAA, 2001), l'arbre le plus tolérant au sel.

La tolérance du palmier dattier aux sels est donc forte. Toutefois, elle dépend de la nature des sels en présence, de la qualité du drainage, la profondeur de la nappe phréatique et de ces fluctuations saisonnières. Elle dépend enfin et surtout des disponibilités en eau d'irrigation.

La toxicité des sels, essentiellement les chlorures de sodium et de magnésium dépend du taux d'humidité du sol.

11. 2 Stress hydrique «Hydromorphie»

C'est le stress d'inondation qui s'allie à un stress d'anoxie (LECLERC, 1999). La submersion et l'inondation périodique du sol, phénomènes qui accompagnent souvent la remontée de la nappe phréatique, provoquant l'asphyxie du pédoclimat (LEMAISSI, 2003).

11.2.1. Effet de l'hydromorphisme sur la plante

L'excès d'eau dans le sol permet la germination plus lente, le flétrissement et le jaunissement des parties aériennes. Aussi, il favorise la prolifération et le développement des mauvaises herbes et la prolifération des champignons parasites (LECLECH, 2000).

Enfin, il limite le développement et la nutrition des racines et provoque leur asphyxie. Les racines souffrent en effet de trois manières de l'excès d'humidité du sol, à savoir :

1- *Des obstacles mécaniques qui s'opposent à leur pénétration* : les zones tassées ou semelles formées par le travail du sol, en période humide.

2- *Des obstacles biochimiques, s'opposant à leur développement* : l'absence d'oxygène, la présence de produits toxiques, issus des fermentations anaérobies, telles que les acides organiques, le gaz carbonique, l'hydrogène, le méthane ...etc.

3- *L'absence de microbes aérobies* : dans la rhizosphère, elle limite leur alimentation. Or, ils sont indispensables et les intermédiaires entre les racines et les substances minérales et organiques (SOLTNER, 2003).

11. 2. 2 Tolérance du palmier dattier à l'anoxie

La tolérance du palmier dattier, d'après PEYRON(2000), à l'asphyxie selon le niveau de remontée des nappes phréatiques dans les sols, mais le phénomène d'asphyxie a lieu, s'il y a une inondation qui recouvre les racines de respiration, pendant plusieurs mois ou une combinaison d'inondations ou de crues, avec dépôts de limon.

11.3. Stress physique

Le développement des racines est fonction de la rigidité et de la résistance mécanique que lui oppose le sol, ainsi que les facteurs propres à la plante qui déterminent la forme, la longueur et la répartition des racines (MAZOYER, 2002).

Dans les régions arides et semi-arides, la présence d'une croûte gypseuse ou d'une croûte calcaire, qui résulte d'un stress physique, limite l'épaisseur utilisable des sols, et rend difficile l'enracinement de la végétation (RAHMANI, 2000 et RUELLAN, 2003).

11.3.1. Adaptation de la plante au stress physique du sol

Une plante, qui est en partie physiquement détruite, peut éventuellement réagir favorablement dans un sol hydromorphe ou engorgé d'eau. Des racines adventives vont se développer, assez près des nouvelles surfaces du sol et permettront d'éviter l'anoxie (LECLERC, 1999).

La morphologie des racines est modifiée également par la texture du sol, notamment au niveau des poils absorbants. Dans le sable, la quantité de poils absorbants est beaucoup plus importante que dans l'argile et dans le limon, Elle est variable, selon la texture dans le sable. Ces poils sont longs et disposés perpendiculairement à la racine. Ils prospectent donc un volume de sol plus important que dans le limon et dans l'argile, où ils sont plus courts et plus tangents à la racine (CALLOT et al, 1982) .

1. Situation géographique et administrative de la région de Touggourt

Touggourt était le capitale historique de la région de l'Oued-Righ comprise entre le grand Erg Oriental, au Sud -Est et la zone des chotts, au Nord.

D'un point de vue administratif, la daïra de Touggourt appartient actuellement à la wilaya de Ouargla. (Figure 2 et 3). Elle est située à 600 Kms au sud-est d'Alger dans le Sahara nord oriental entre le grand Erg oriental et le massif des Aurès.

La région de Touggourt est située entre les latitudes nord 32° 54' et 34°9' et les longitudes est 5°30' et 6°20'. L'altitude est proche de 70 m (HELAL et al, 2004).

Cette région, peuplée d'environ 206868 habitants, couvre une superficie de 1874 km².

Elle est divisée administrativement en 3 daïras et 8 communes qui sont les suivantes :

© TOUGGOURT.

ZAQUIAT SIDI EL ABED OU (ZAOUIA)

NEZLA.

TEBESBEST.

TOUGGOURT.

© MEGGARINE.

SIDI SLIMANE.

MEGGARINE.

© TEMACINE.

BELIDET AMOR.

TEMACINE.

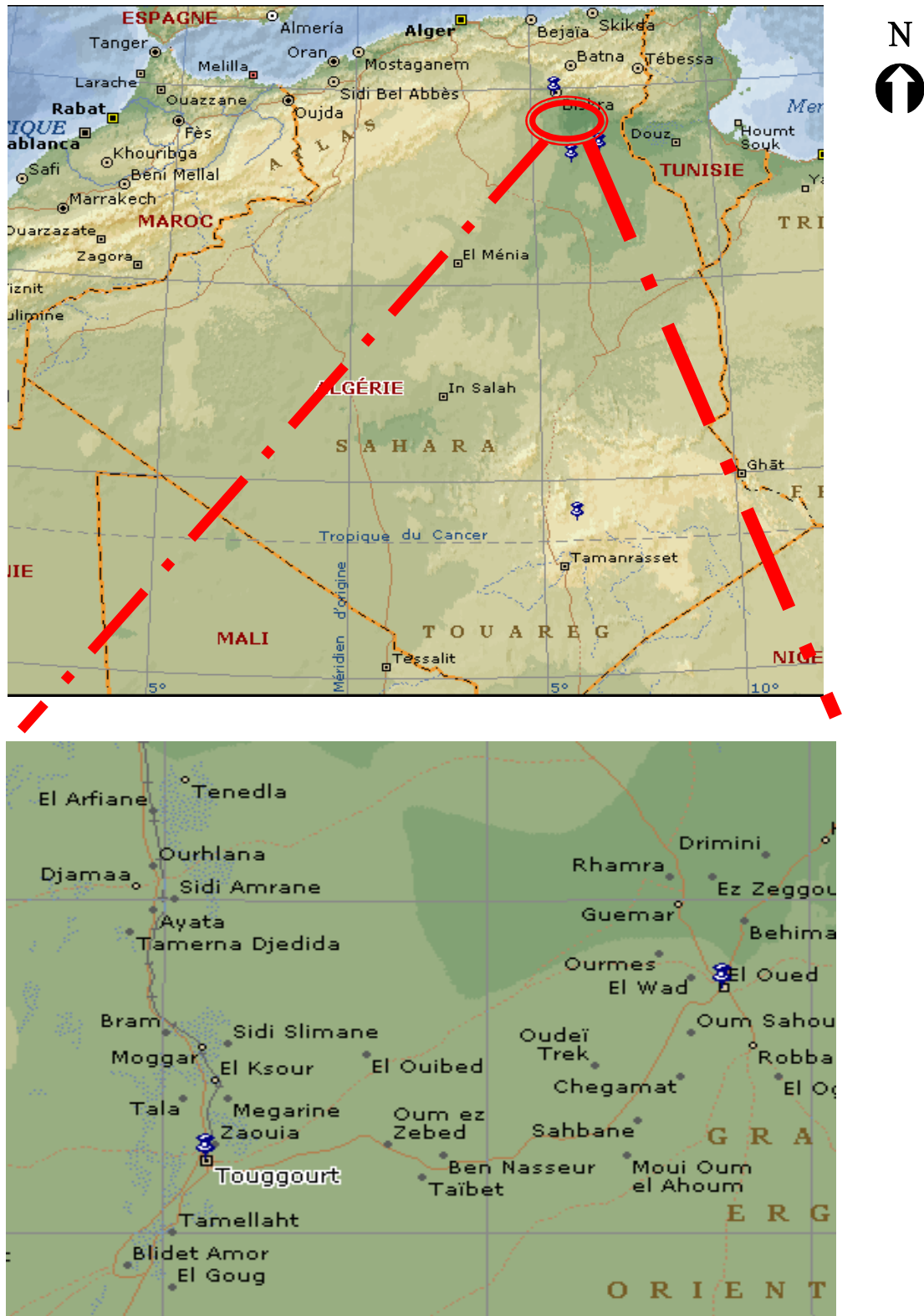


Figure 3. Situation géographique de la région du Touggourt (Encarta 2009).

2. Climat

Le climat de la vallée d'Oued-Righ est typiquement saharien et se caractérise par des précipitations très faibles, capricieuses, une température élevée et une humidité relativement faible (BEN HAMIDA et TALBI, 2004).

2.1- Données météorologiques de la région de Touggourt 1997-2008.

Pour une meilleure caractérisation du climat de la région de Touggourt, nous avons utilisé les données de la station météorologique de cette ville, en se rapportant à une période de (1997-2008) (Table II).

Tableau III. Données météorologiques de la région de Touggourt (1997-2008), (O.N.M., 2008).

paramètre Mois	T M (°C)	T m (°C)	H (%)	V (m/s)	Evap (mm)	Ins (h)	T moy (°C)	Préc (mm)
janvier	30,127	4,17	66,09	2,418	82,090	225,8	10,68	9,86
février	19,673	6,0182	54,64	2,6	110,09	237,6	12,85	1,57
mars	24,464	10,264	46	3,318	175,54	284,3	17,55	2,63
avril	28,564	14,418	41,36	3,836	212,36	284,1	21,43	6,4
mai	33,927	20,227	37,27	3,964	283,18	306,1	27,15	2,37
juin	39,427	25,027	31,73	3,327	324,27	342,5	32,02	1,37
juillet	40,673	26,018	33	3,145	347,90	356	33,78	0,16
août	40,018	26,455	33,45	2,982	297,72	312,5	33,73	3,90
septembre	35,818	22,518	41,64	2,918	227,09	266,1	29,49	5,51
octobre	30,582	17,282	50	2,682	181,09	251,6	24,14	5,03
novembre	22,6	9,7818	58,09	2,636	131	224,9	16,05	5,97
décembre	17,745	5,5727	66,73	2,691	85,545	217,5	11,45	6,38
Moyenne	30,302	15,646	46,67	3,043	2457,9*	3309*	22,53	51,2*

*: cumul

2 -1-1- Températures

La région de Touggourt est caractérisée par une température moyenne annuelle 30,30 °C. Les mois les plus froids sont février et décembre, avec respectivement 19,67 et 17,74 °C, et les températures les plus élevées et chaudes sont 40,67 et 40,01°C, et correspondent aux mois de juillet et août.

2 -1-2- Précipitations

Les précipitations sont très rares et irrégulières, leur répartition est marquée par une sécheresse quasi absolue du mois de mai jusqu'au mois d'août, et un maximum au mois de janvier, avec 9,86 mm.

2 -1-3- Humidité relative

L'humidité relative de l'air est faible, elle est de l'ordre de 31,73 % en juin, atteignant un maximum de 66,73 % au mois de décembre et une moyenne annuelle de 46,67 %.

2 -1-4- Evaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds, elle est de l'ordre de 2458 mm/an, avec un maximum mensuel de 347,9 mm au mois Juillet et un minimum de 82,09 mm en Janvier.

2 -1-5- Insolation

L'ensoleillement est considérable à Touggourt avec 275,8 h/mois, avec un maximum de 356 heures en Juillet et un minimum de 217,5 heures en décembre, la durée d'insolation moyenne annuelle entre 1997 - 2007 est de 3309 h/mois, soit environ 9,06 h/jour.

2-1-6- Vents

Les vents dominants sont de direction N.N.E en hiver et S.S.E en été. Ils se caractérisent par une vitesse qui dépasse parfois 18 km/h, provoquant le déplacement des dunes et le dessèchement des végétaux. Le sirocco qui est un vent chaud, souffle particulièrement durant les mois d'avril à juillet.

2-2. Classification du climat

***. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN**

Le diagramme ombrothermique de (BAGNOULS et GAUSSEN, 1953 in DADDI BOUHOUN, 1997) permet de suivre les variations mensuelles des températures et des précipitations. Il est représenté à travers une échelle où $p = 2T$.

L'aire comprise entre les deux courbes (figure.3) représentés la période sèche. Dans la région de Touggourt cette période s'étale sur toute l'année.

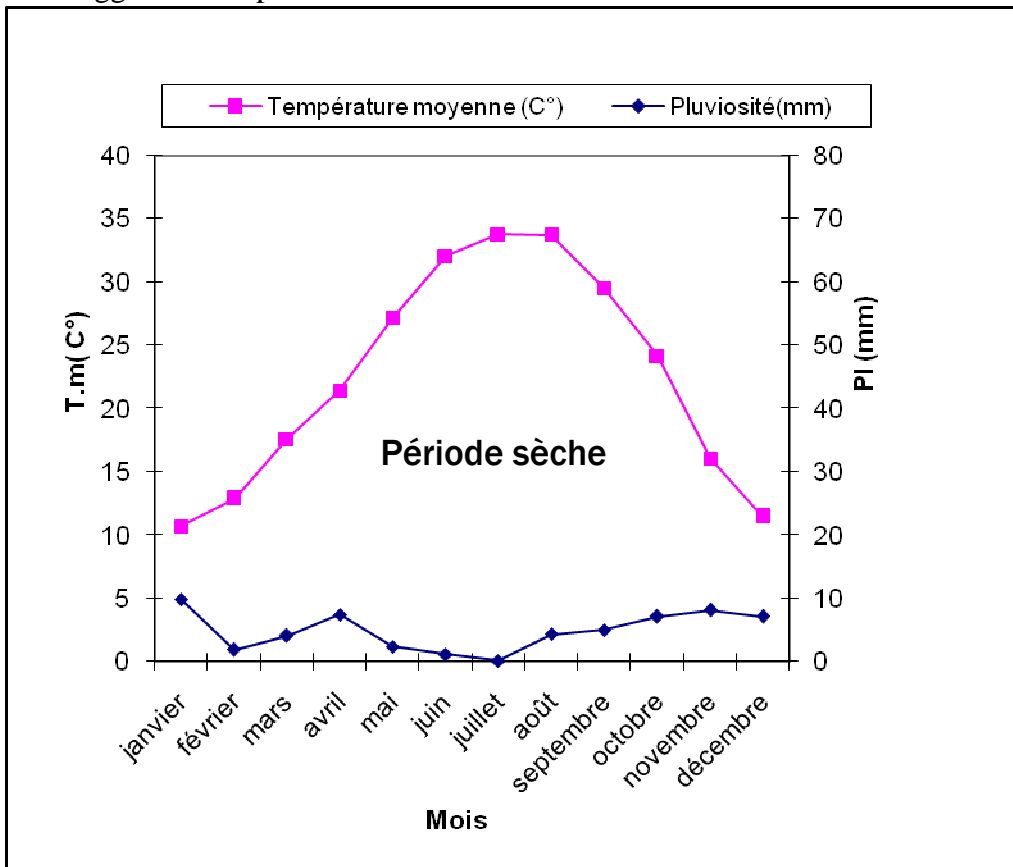


Figure 4. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen appliqué de la région de Touggourt (1997-2008).

***. Le Climagramme d'EMBERGER :**

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté ;

En abscisse, par la moyenne des minima du mois le plus froid

En ordonnées, par le quotient pluviométrique (Q2). (Fig. n°5) sur le climagramme sont portés les différents étages bioclimatiques sahariens, arides, semi-arides, semi-humides et humides.

Nous avons utilisé la formule de (STEWART, 1969 in BOUZID, 1993) adopté pour l'Algérie, qui se présente comme suit:

$$Q2 = 3,43 * P/M-m.$$

Q 2: quotient pluviométrique d'EMBERGER Q2= 4,83.

P : cumul pluviométrie moyenne annuelle en mm est égale à 51,2.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C est égal à 40,67.

m : moyenne des minima du mois plus froid en °C est égale à 4,32.

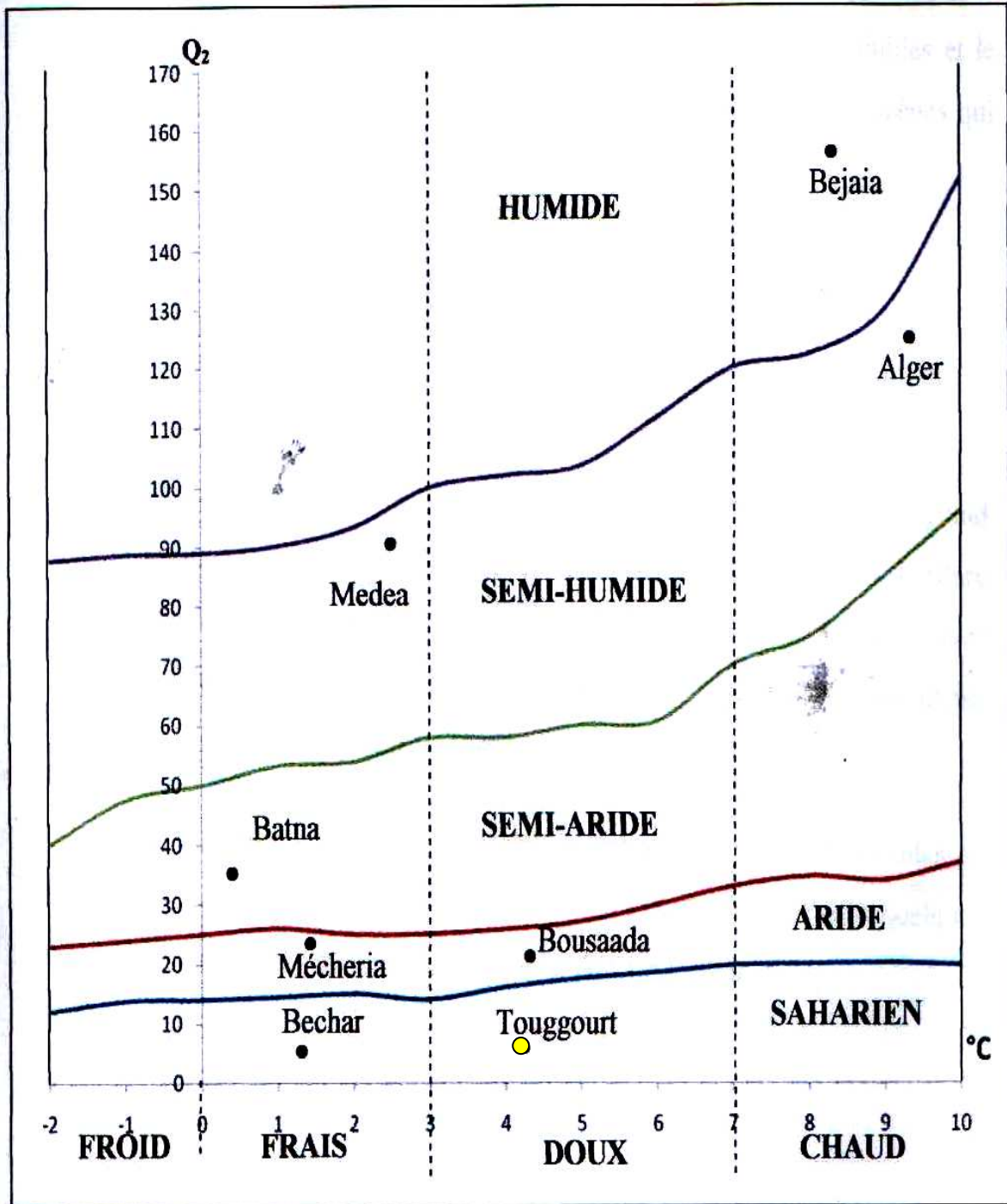


Figure 5. Etage bioclimatique de la région de Touggourt selon le climagramme d'Emberger.

3. Structure géomorphologique

La vallée d'Oued-Righ est une large fosse de direction Sud Nord, prenant son origine au Sud de la palmeraie d'El- Goug et débouchant sur le chott Merouane.

La pente générale est de l'ordre de 1%. La dénivellation entre le haut et le bas du paysage est de quelques mètres seulement. Les pentes sont faibles et le relief est peu marqué, reposant sur les formations mio-pliocènes et éocènes qui s'enfoncent progressivement vers le Nord (HELAL et al, 2004in Berritima et al, 2006).

4. Géologie

La région de Touggourt fait partie du bas Sahara, et elle est limitée :

- Au nord, par l'accident sud Atlasique, et les premiers contreforts des monts des Aurès.
- Au sud, par la falaise méridionale du TINHERT
- A l'est, par les affleurements crétacés du DAHRA.
- A l'ouest, par la dorsale du M'Zab.

La région de Touggourt se présente comme une cuvette synclinale du grand bassin sédimentaire du Bas Sahara. Ce dernier se situe entre la bordure septentrionale du Hoggar et la bordure méridionale de l'Atlas Saharien, avec plus de 600 Km de diamètre. Elle couvre 720 000 km² de superficie. Il s'étend des pieds de l'Aurès au nord jusqu'au Tassili au sud.

Tous les terrains, depuis le Cambrien jusqu'au Tertiaire sont dissimulés en grande partie par le grand Erg oriental, soit 125 000 km². Cependant, quelques affleurements sont observés sur les bordures (HELAL et al, 2004in Berritima et al, 2006).

5. Hydrogéologie

Les ressources en eau souterraines du Sahara septentrional sont contenues dans deux grands aquifères, qui s'étendent au-delà des frontières algériennes. Ceux du continental Intercalaire (CI) et du complexe Terminal (CT). Les formations sont constituées par une série de dépôts, alternativement marins et continentaux, déposés dans un vaste bassin sédimentaire. Dans la région de Oued-Righ, il existe plusieurs niveaux aquifères dont: la nappe phréatique au nord ; le complexe terminale d'âge du sénono-éocène carbonaté et d'âge du Mio-pliocène sablo argileux, et le continental Intercalaire d'âge du crétacé inférieur (HELAL et al, 2004in Berritima et al, 2006).

5.1 - Nappe du continental intercalaire CI (Albien)

C'est un aquifère qui est partagé entre les trois pays maghrébins ; l'Algérie, Libye, Tunisie" (figure n. 6), le CI de la partie algérienne couvre 600 000 km², elle stocke un volume d'eau estimé à environ 60 000 milliards de m³, Elle se situe à une profondeur de 1400 à 2200 m dans la région de Oued-Righ.

Du point de vue lithologique, le continental intercalaire est formé par une succession de deux couches de sable et de grès argileux.

La porosité moyenne de cette nappe se situe entre 22 et 29 % (A.N.R.H, 2005).

5.2 - Nappe du complexe terminal (CT)

Le complexe couvre la majeure partie du bassin oriental du Sahara septentrional (figure n°6), avec une superficie de 350 000 km² environ, sa profondeur oscille entre 100 et plus de 500 m, et une épaisseur moyenne de 50 à 100 m.

Dans la vallée de l'Oued-Righ, les nappes du CT étaient à l'origine jaillissantes. Le complexe Terminal est constitué par des formations d'âge et de lithologie différents : à la base, il y a le sénono-éocène carbonaté, et au sommet, on trouve le mio-pliocène sablo-argileux. Cette nappe était artésienne historiquement dans la région. Mais actuellement, elle est exploitée par pompage, visant à assurer un débit régulier pour l'irrigation (A.N.R.H., 2005).

5.3 - Nappe phréatique

Par convention, on désigne sous le nom de nappe phréatique, les aquifères superficiels, dont la profondeur n'excède pas 50 m et dont les eaux sont généralement exploitées par des puits. Ces nappes sont partout présentes au Sahara dans les dépressions ou les vallées. Elles sont alimentées par les pluies, les crues, les écoulements diffus, les eaux de drainage et aussi par les remontées naturelles en provenance des aquifères plus profonds (DUBOST, 1991).

La salinité de cette nappe est très élevée (9 g/l), ce qui rend son utilisation dans les palmeraies très délicate (DUBOST, 1991).

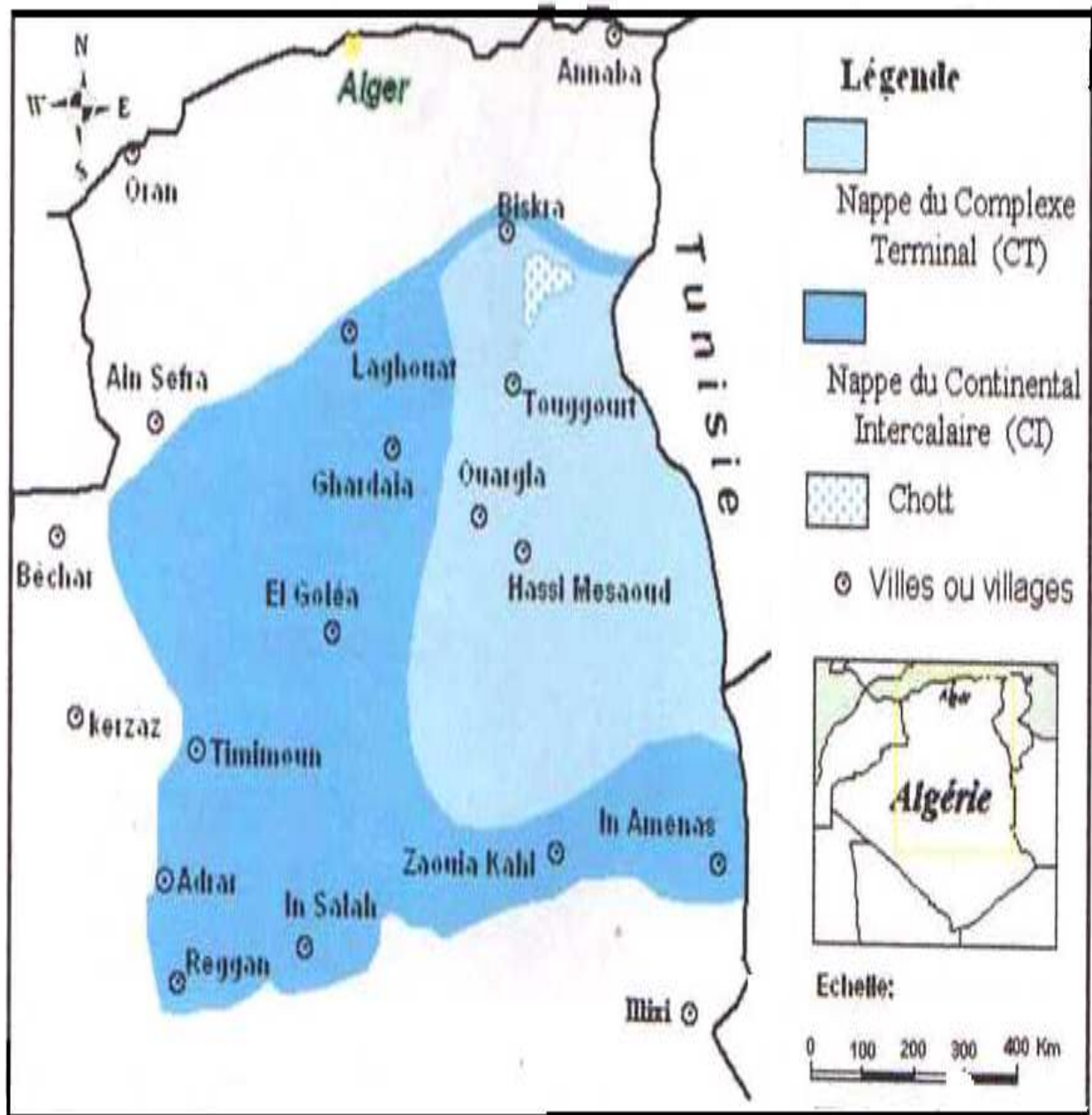


Figure 6. Ressources en eaux souterraines (A.N.R.H, 2005).

6. Pédologie

Au Sahara, la couverture pédologique présente une grande hétérogénéité (table III) et se compose des classes suivantes: sols minéraux, sols peu évolués, sols halomorphes et sols hydro-morphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable.

La fraction organique est très faible, et ne permet pas une bonne agrégation. Ces sols squelettiques sont très peu fertiles, car leur rétention en eau est très faible, elle représente environ 8 % en volume d'eau disponible (DAOUD et al, 1994in Berritima et al, 2006).

Tableau IV. Log stratigraphique et l'hydrogéologie de la région de Touggourt (A.N.R.H., 2005)

Ere	Etages	Prof	Chronostratigraphie	Lithologie		
QUATERNAIRE		10m	Sable			
			Argile			
			Évaporite			
			Sable			
	CÉNOZOÏQUE	Mio-pliocène		Argile		
				Gravie		
				Grés		
				Argile		
		ÉOCÈNE	Moyen	180m	Argile Lagunaire	
			Inférieur		Dolomie	
MESOZOÏQUE		SÉNONIEN	280m	Calcaire		
			500m	Evaporite		
		LAGUNAIRE		Anhydrite		
				Sel massif		
		Argile				
		Marne				
	TURONIEN	1100m	Calcaire marneux			
		1160m	Dolomie Argile Anhydrite Marne			
	CÉROMANIEN					
		1320m	Argile et dolomie			
ALBIEN		1450m	Sable			
			Grés			
			Argile sableuse			
		1660m	Dolomie			
APTIEN		1680m	Sable			
			Et			
BARRÉMIEN			Grés			

1. Zone d'étude

Dans l'Oued-Righ, dès les années 1970, une grande partie de la nappe phréatique provient des fuites des forages profonds . En 2001, on estimait les fuites à au moins 50 % du débit théorique des forages profonds, soit environ 2001/s. La nappe phréatique est ainsi rechargée par les fuites de l'AEP mais aussi par celles de l'assainissement qui collecte 95 % des eaux usées.

2. Choix de station d'étude

Notre étude a été réalisée dans trois stations de la région de Touggourt, selon les situations de Touggourt, nous avons choisi trois stations (Temacine, Meggarine et Touggourt) située au niveau d'écosystème oasien. Le choix de ces stations a été effectué en fonction des critères suivants : le niveau de la nappe phréatique, l'état des palmeraies, l'état des drains.

Chaque niveau de la nappe comprend de 07 sous stations, dont 07 sèches, 07 humide et 07 inondées.

3- Présentation des sous stations d'études

Cette carte (Figure 7.) met en évidence la situation géographique des stations d'études qui sont : seches, humides et inondées par utilisation des cordonnées réalisées par un logiciel du micro ordinateur (GOOGLE EARTH).

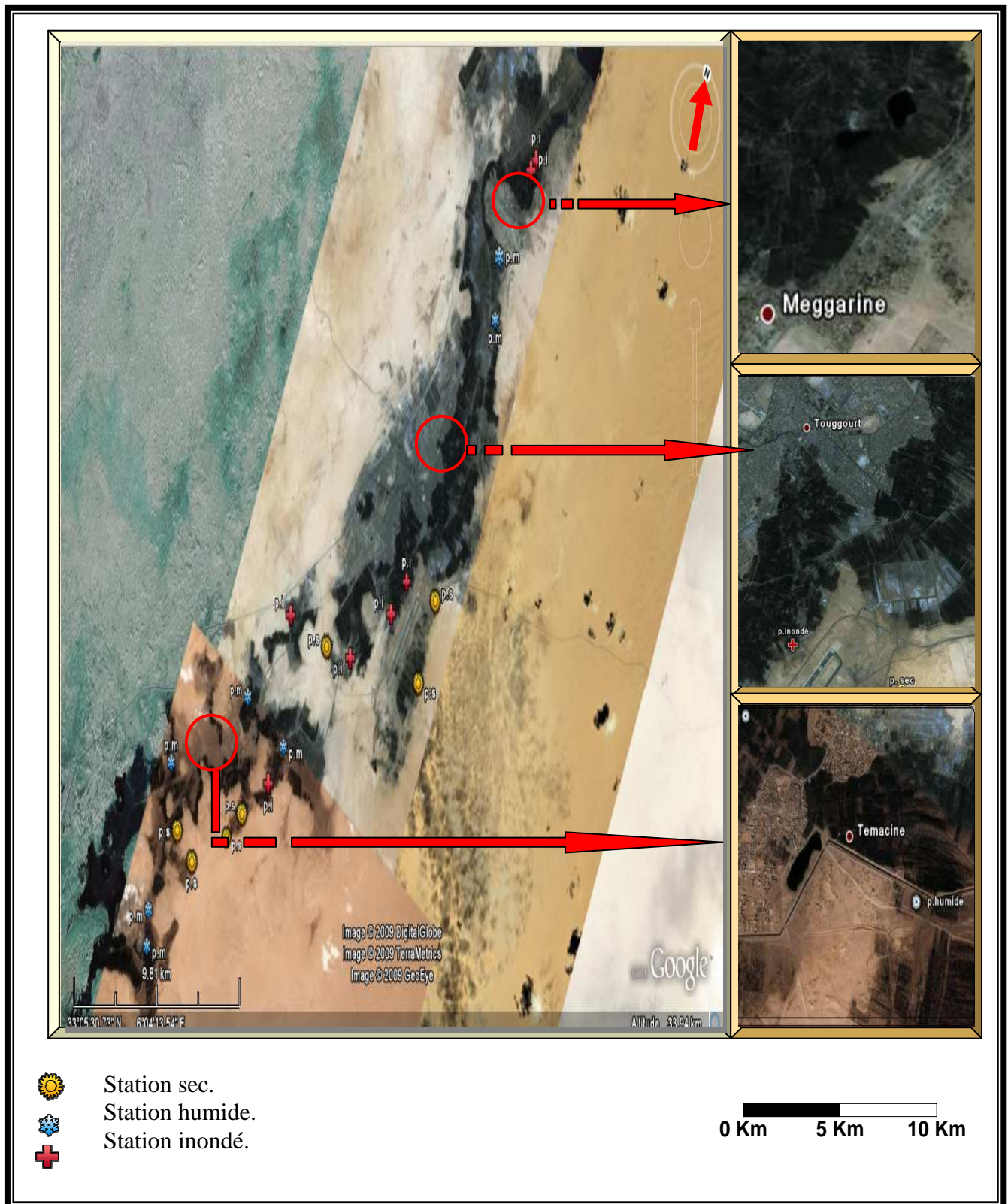


Figure 7. Carte représentative des stations d'études dans la région de Touggourt.

2-1 Stations inondées

Ce sont des palmeraies ennoyées, et caractérisées par : une absence de l'exploitant au sein de la palmeraie, salinité très élevée des sols, des palmiers dattiers en mauvaise état, absence des opérations culturales, un nombre important de pieds dépéris, le drain en mauvaise état à cause de mauvaise herbe (roseau).

Ce sont généralement des palmeraies péri urbain ou les eaux domestiques et déchets se sont accumulés. Les racines superficielles des palmiers sont complètement noyées dans l'eau de la nappe, ce qui entraine inévitablement leur asphyxie et donc la mort des palmiers dattiers. (Table IV).



Photos 1 . Station inondée à Temacine (elbhour).

Tableau V. Les principales caractéristiques des stations inondées

Station	N° Pz	Altitude (m)	Latitude	Longitude	X	Y	communes
Inondé	1	77	33°00'19.28	6°02'17.76	227933,8	3673277,62	Touggourt
	2	64	33°03'11.17	6°03'56.98	223276,8	3671560,12	Touggourt
	3	68	33°04'22.84	6°04'56.14	222858,4	3656771,15	Touggourt
	4	66	33°05'03.38	6°05'09.68	216521,5	3653251,77	Touggourt
	5	60	33°12'09 .33	6°05'49.40	217920,6	3647661,05	Temacine
	6	62	33°12'21.85	6°05'54.75	217920,6	3647661,05	Meggarine
	7	72	33°02'47.59	6°01'36.96	219743,3	3656859,61	Meggarine

N° Pz :Nombre de palmeraies

x et y coordonnées par UTM

2.2 Stations humides

Ce sont des stations à une faible production des palmiers dattiers, peu envahis par les roseaux, absence et irrégularité dans la réalisation des opérations culturales.

Ces palmerais organisant risquent d'envoyer s'il n'y a pas une intervention dans des courts délais.

Cependant, sur les pourtours élevés de ces palmerais, des palmiers restent vivant et ne présentant aucun symptôme de dépérissement et le drain à mauvaise état



Photos 2. Station humide à Tamellaht.

Tableau VI. Les principales caractéristiques des stations humides

Stations	N° Pz	Altitude (m)	Latitude	Longitude	X	Y	communes
Humide	1	60	33°10'35.60	6°05'28.97	227933,8	3673277,62	Touggourt
	2	60	33°09'45.58	6°05'51.79	223276,8	3671560,12	Touggourt
	3	75	33°01'04.33	6°02'27.38	222858,4	3656771,15	Temacine
	4	79	32°59'06.70	5°58'52.19	216521,5	3653251,77	Temacine
	5	82	32°56'53.90	5°59'21.67	217920,6	3647661,05	Temacine
	6	84	32°56'24.74	5°59'36.74	217920,6	3647661,05	Temacine
	7	78	33°01'08.27	6°00'50.91	219743,3	3656859,61	Temacine

N° Pz : Nombre de palmeraies

x et y coordonnées par UTM

2.3 Stations sèches

Ces stations sont généralement loin des agglomérations ou les exploitants omniprésents, les palmiers sont en bon état phytosanitaire, la majorité des pratiques culturales sont appliquées. -Le drain est en bon état, l'irrigation par submersion et les principales caractéristiques des stations sèches dans la table VI.



Photos 3. Station sèche à Touggourt (Draa- elbaroud).

Tableau VII. Les principales caractéristiques des stations sèches

Stations	N° Pz	Altitude (m)	Latitude	Longitude	X	Y	communes
SEC	1	87	32°58'18.28	5°59'39.92	218026,6	3651358,31	Touggourt
	2	87	32°58'08.75	6°00'28.10	219585	3651313,74	Touggourt
	3	88	33°03'56.83	6°06'24.79	229190,6	3660294,33	Touggourt
	4	74	33°02'58.16	6°03'03.65	224467,9	3658575,89	Témacine
	5	75	33°05'14.89	6°06'16.93	229292,8	3663991,48	Témacine
	6	79	32°59'31.96	6°01'40.06	221195,9	3653118,03	Témacine
	7	84	32°59'01,83	6°01'20.15	221195,9	3653119,03	Témacine

N° Pz : Nombre de palmeraies

x et y coordonnées par UTM

Pour atteindre notre objectif de travail, nous avons adoptés la démarche suivante :

1. Approche méthodologique

1.1. Objectif

Pour l'étude spatiale de la remontée de la nappe phréatique et leurs problèmes et conséquence sur l'écosystème oasien. Nous avons choisi des stations, nous avons effectué au début, une enquête sur le terrain avec les anciens agriculteurs (annexe 1).

Après l'enquête, nous avons réalisé des travaux sur le terrain et au laboratoire, qui consiste :

1.2. Etude de la nappe

Pour l'étude de la nappe, au moment de l'étude de sol dans les périodes d'étude dans les stations d'études, nous avons prélevé l'échantillon au niveau de chaque station, selon le type de station et le niveau de la nappe. Ce prélèvement est réalisé pour :

- **Stations inondées:** pour les stations inondées nous avons prélevé l'eau directement à la surface, lorsque l'eau est remontée dans ces stations (photo 4), et nous avons mesuré le niveau de la nappe, à l'aide d'une règle graduée (photo 4).



Photos 4. Prélèvement des échantillons des eaux et mesure du niveau de la nappe phréatique (A et B).

- **Stations humides:** dans les stations humides, nous avons prélevé l'échantillon au niveau des horizons (6 horizon dans chaque station) lorsque le niveau de la nappe est proche du sol. Ce prélèvement est réalisé par un tuyau plastique transparent et fin (photo 9), et nous avons mesuré le niveau de l'eau avec une règle graduée (photo 5).



Photos 5. Prélèvement des échantillons des eaux et mesure du niveau de la nappe phréatique (A et B).

- **Stations sèches** : dans les stations sèches nous avons prélevé l'eau au niveau des drains, lorsque le niveau de la nappe est très profond, et pour déterminer le niveau de la nappe nous avons utilisé pour cela sonde piézométrique.

Nous avons prélevé des échantillons dans des bouteilles plastiques à partir des points d'eau. Ces bouteilles sont rincées à l'eau distillée et égouttées avant de les remplir avec l'eau, analyser, et après prendre l'échantillon pour des analyses au laboratoire.

- Au niveau de l'étude de la nappe nous avons effectué les analyses des paramètres physico-chimiques (la C E, le R.S et le pH).

1.3. Pour l'étude de sol

Nous avons étudié le sol au niveau de période d'études, au début de l'hiver (novembre - décembre). Pour l'étude du sol, pour chaque station, On a relevé les principales caractéristiques et après, nous avons choisi les points de prélèvement au niveau de chaque station. Nous avons procédé à la détermination des horizons, jusqu'à une profondeur de 1.2 m, en utilisant la tarière pour relever les échantillons (photo 6), Nous avons introduit la terre dans des sachets en plastique avec des étiquettes pour préciser les profondeurs. Au niveau de chaque sous station, au début de l'hiver, et nous avons analysé les échantillons au laboratoire.

- Au niveau du laboratoire, nous avons effectué pour l'étude des caractères physiques (granulométrie, l'humidité), nous avons effectué les analyses physicochimiques :

conductivité électrique (CE) et le résidu sec (R.S) et pH et aussi nous avons réalisé la caractérisation chimique au niveau du gypse, calcaire et matière organique.



Photos 6. Prélèvement des échantillons du sol (A et B).

1.4. Pour l'étude du palmier

Au moment de l'étude du sol, nous avons étudié 3 pieds de palmiers dattiers dans chaque station pour connaître l'effet directe de la remonté des eaux sur les palmeraies.

Nous avons dénombré le nombre de régimes, et mesurer la profondeur des racines par rapport à la surface du sol.

1.5. Etude du peuplement végétal

1.5.1. Echantillonnage

Pour l'étude de caractérisation floristique des stations d'études, on utilise l'échantillonnage subjectif dans les stations sèches et humides, et l'échantillonnage au hasard dans les stations inondées.

L'emplacement du relevé est basé sur l'observation en fonction de l'homogénéité floristique, écologique et structural dans les cadrons d'échantillonnage, situés dans les différents stations.

L'étude du peuplement végétal a été réalisée au printemps (mars - avril) à cause de la floraison de la plupart des espèces végétales qui va faciliter leur identification .L'étude est effectuée sur une superficie de 100 m², Mais dans les stations inondées nous avons pris trois parcelles élémentaires de 1m² à cause de danger d'entrer (fig. 8).

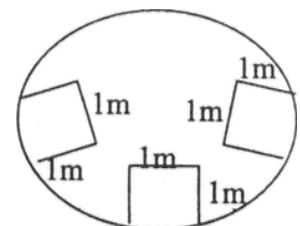


Figure 8. Emplacement d'échantillonnage

1.5.2. Richesses spécifiques

Pour cette étude, nous avons étudié quelques indices écologiques, tels que :

* **La densité** : on compte le nombre de pieds de chaque espèce sur une unité de surface.

***le recouvrement** : d'après GOUNOT, (1969), le recouvrement est calculé par la projection sur le sol de la partie aérienne de la plante, l'approche du calcul de recouvrement est variable à cause de la forme de la plante qui peut être circulaire, dans ce cas, on calcule le diamètre (d). Soit rectangulaire, on calcule la longueur (a) et la largeur (b), donc :

a) $R = n \cdot (d/2)^2$ pour le recouvrement circulaire.

b) $R = a \cdot b$ pour le recouvrement rectangulaire.

***La dominance** : la dominance d'une espèce, représente la place occupée par la plante (FAURIE et al, 1984 in SAIS et ZEGHIDI, 2006). Donc :

Do = D * R.

D : la densité moyenne totale

R : recouvrement moyen total.

2. Méthode d'analyse

Afin d'avoir une idée sur quelques caractères des eaux et des sols, nous avons effectué les analyses ci-dessus:

- Les différentes analyses des paramètres physiques, physico-chimiques des sols et d'eaux et l'analyse chimique du sol ont été réalisées au laboratoire de L'ITAS (Ouargla).

2.1. Analyse des échantillons des eaux :

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

b- pH : mesuré au pH mètre

c- Résidu sec (RS): par dessiccation à 110°C.

d- Salinité : mesurée au conductimètre.

2.2. Analyse des échantillons de sol

2.2.1. Paramètre physique

a- Granulométrie

Cette analyse permet de connaître la répartition des particules minérales < 2mm .Elle a pour but la détermination des pourcentages de sables, des argiles et des limons.

Nous avons utilisé les tamis (tamis de 1mm-0.5mm, 0.2mm-0.1mm et 0.05mm consiste le limon et l'argile) (AUBERT ,1978 ; APNOR ,1999)

b- Humidité

La méthode consiste à sécher l'échantillon de terre à l'étude à (105°), durant 24h jusqu'à atteindre un poids constant

2.2.2. Paramètres physico- chimiques de l'extrait 1/5

a- Conductivité électrique (CE) à 25C° mesure au conductivimetre.

b- Résidu sec (R.S) par dessiccation à 110 C°.

d- pH mesure au pH mètre.

2.2.3. Paramètres chimiques

a- Calcaire total (CaCO₃): méthode volumétrique, calcimetre de BERNARD.

b- Gypse (CaSO₄): diverses méthodes analytiques chimiques ont été appliquées dosage du gypse dans les sols (PORTA, 1998, in HAMDIAISSA ,2001).

Dans notre étude, le gypse est dosé par le principe gravimétrique (précipitation des sulfates par le chlorure de baryum), et est exprimé en % de terre séché à l'air libre et passé au tamis 1mm. Cette méthode est adoptée pour les sols gypseux (COUTINET, 1965).

C-Matière organique: (méthode de perte au feu)

Selon MORENO et al. (2001), Cette méthode est utilisée pour faire la détermination de la matière organique par incinération (perte au feu ou perte par calcination). La perte au feu permet de mesurer directement la matière organique dans le sol. On place les échantillons pendant une nuit (16 heures) dans un four à moufle à 375 °C. La perte de poids, après calcination, nous donne la matière organique.

1. Etude du niveau de la nappe

1.1 En hiver

Les mesures du niveau de la nappe phréatique ont été effectuées en parallèle avec les échantillons du sol en hiver, et à la lumière des résultats enregistrés {Fig. 9} nous avons :

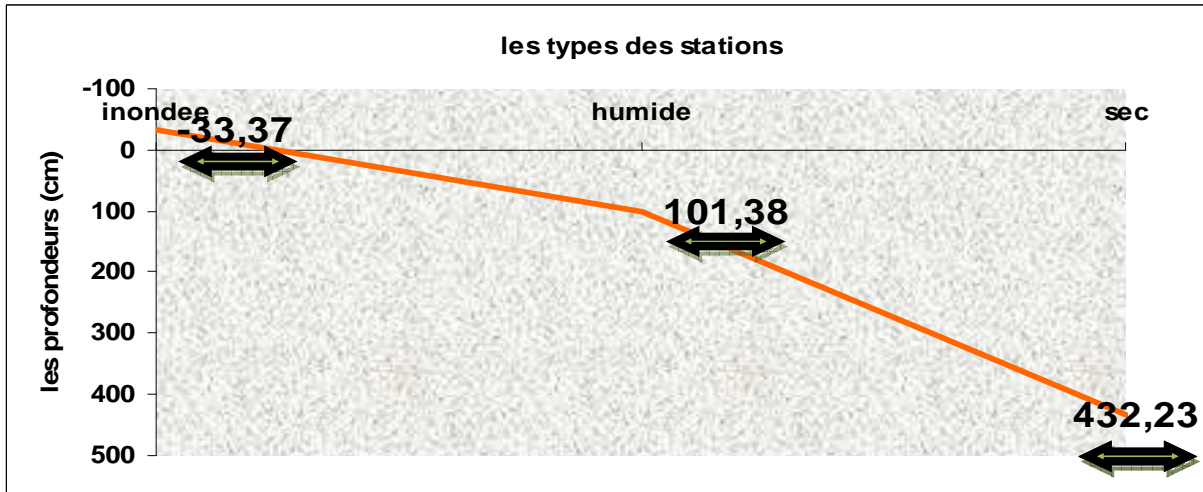


Figure 9. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique en hiver

Le niveau de la nappe dans les stations des exploitations inondées est remonté à la surface du sol, il est de -33.92cm . Dans les exploitations humides, le niveau de la nappe est proche de la surface du sol que les stations sèches. Il atteint dans les stations humides et sèches respectivement 101.38cm , et 432.23cm .

1.2 Au printemps

Nous avons mesuré le niveau de la nappe après le prélèvement des échantillons du sol dans les stations d'études au printemps (mars - avril).

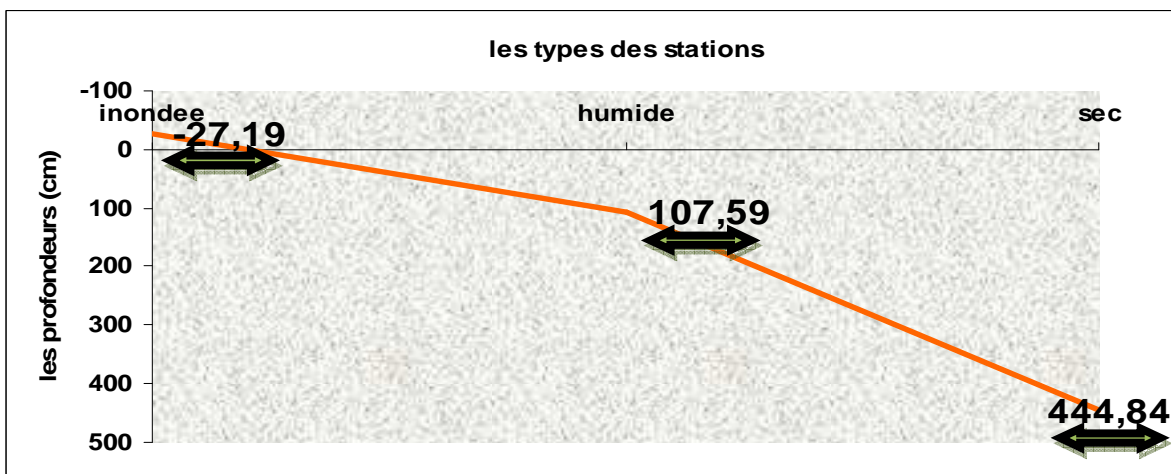


Figure 10. Moyenne des mesures du niveau de la nappe phréatique au printemps

D'après les résultats obtenus, nous avons remarqué que le niveau de la nappe par rapport à la surface du sol est différent d'un point à l'autre, et est compris entre (-27,19cm) dans les stations inondés et 444,84cm dans les stations sèches, (fig. 10).

1.3 Comparaison entre l'étude de la nappe en hiver et au printemps

D'après les résultats obtenus, nous avons enregistré un rabattement important au niveau de la nappe au printemps par rapport à la profondeur mesurée en hiver, par exemple, si nous faisons une comparaison entre les résultats des stations inondés, le niveau de la nappe dans ces stations est de (-33.37cm) en hiver et (-27.19cm) au printemps .Dans les stations humides, il est de 101.38cm en hiver et de 107.59cm au printemps, et dans les stations sèches, il est de 432.23cm en hiver et de 444.84cm au printemps. Nous avons constaté que le rabattement est compris entre 6.18cm à 12.60cm.

Nos mesures ont montré qu'il y a un rabattement important dans notre site d'étude expérimental. Ce rabattement est dû principalement à l'évaporation d'eau au printemps

2. Etude de la salinité globale (C.E, R.s.) et le pH.

2.1. Conductivité électrique

:

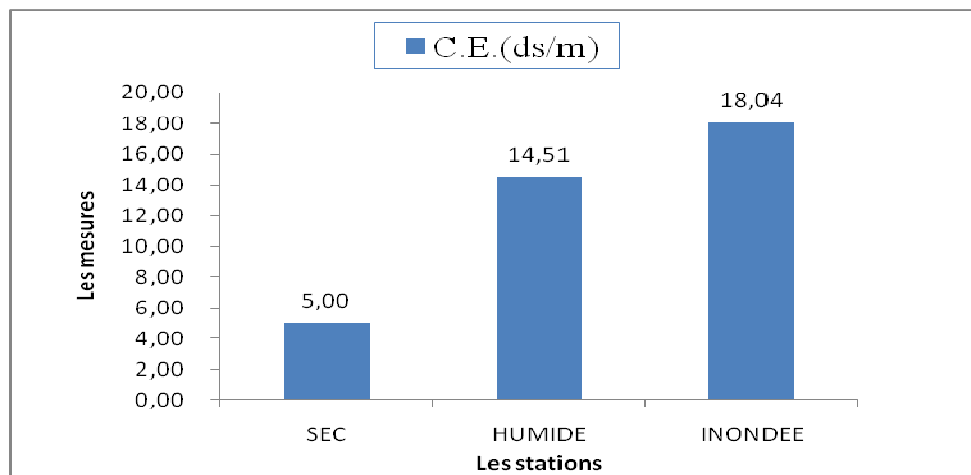


Figure 11. C.E des eaux de la nappe phréatique

2.2. Les résidus secs

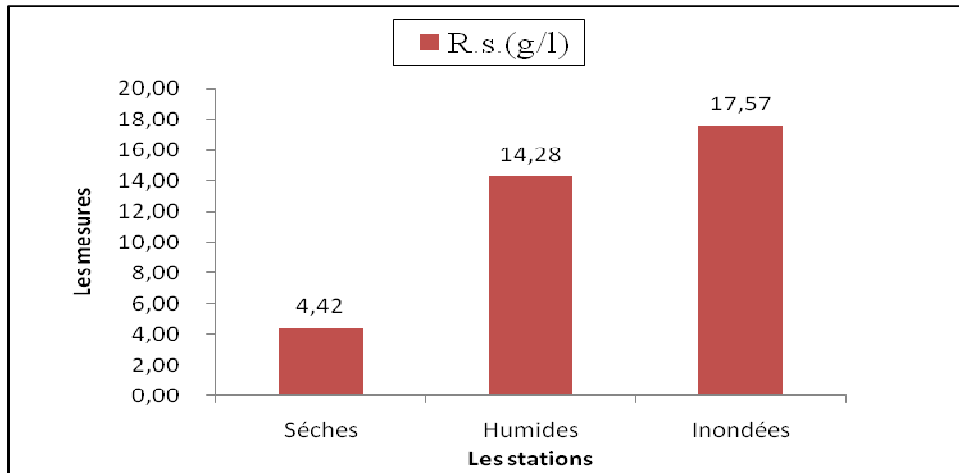


Figure 12. R.s des eaux de la nappe phréatique.

2.3. pH

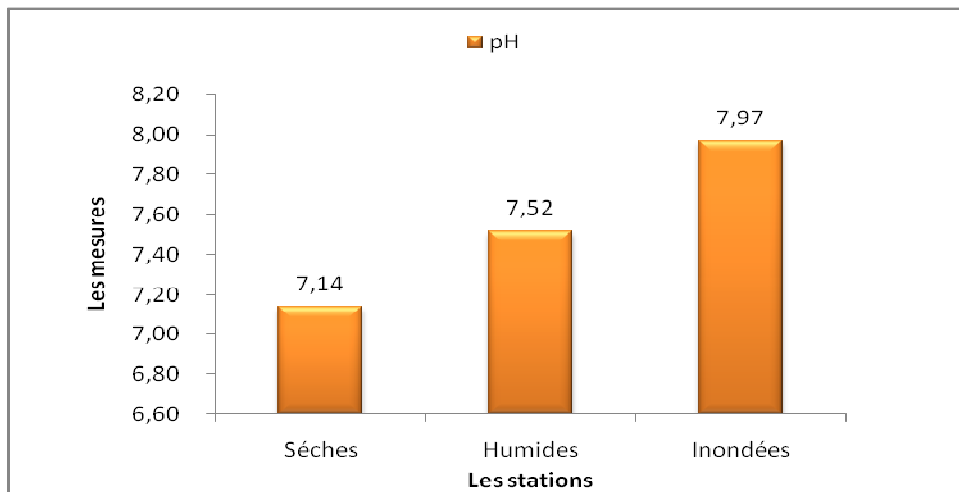


Figure13. pH des eaux de la nappe phréatique.

D'après la figure (11, 12,13), nous remarquons que :

Selon l'annexe 3, l'eau de la nappe phréatique est à salinité excessive dans les stations inondés ($R_s=17.57\text{g/l}$, $CE=18.04\text{ds/m}$), que dans les stations humides ($R_s=14.28\text{g/l}$, $CE=14.51\text{ds/m}$), et dans les stations sèches ($R_s=4.42\text{ g/L}$, $CE=5.00\text{ ds/m}$), l'eau est très forte salinité.

Le pH des eaux de la nappe phréatique est alcalin dans toutes les stations d'études (annexe 2).

3. L'étude spatiale

3.1. L'étude spatiale de niveau de la nappe phréatique.

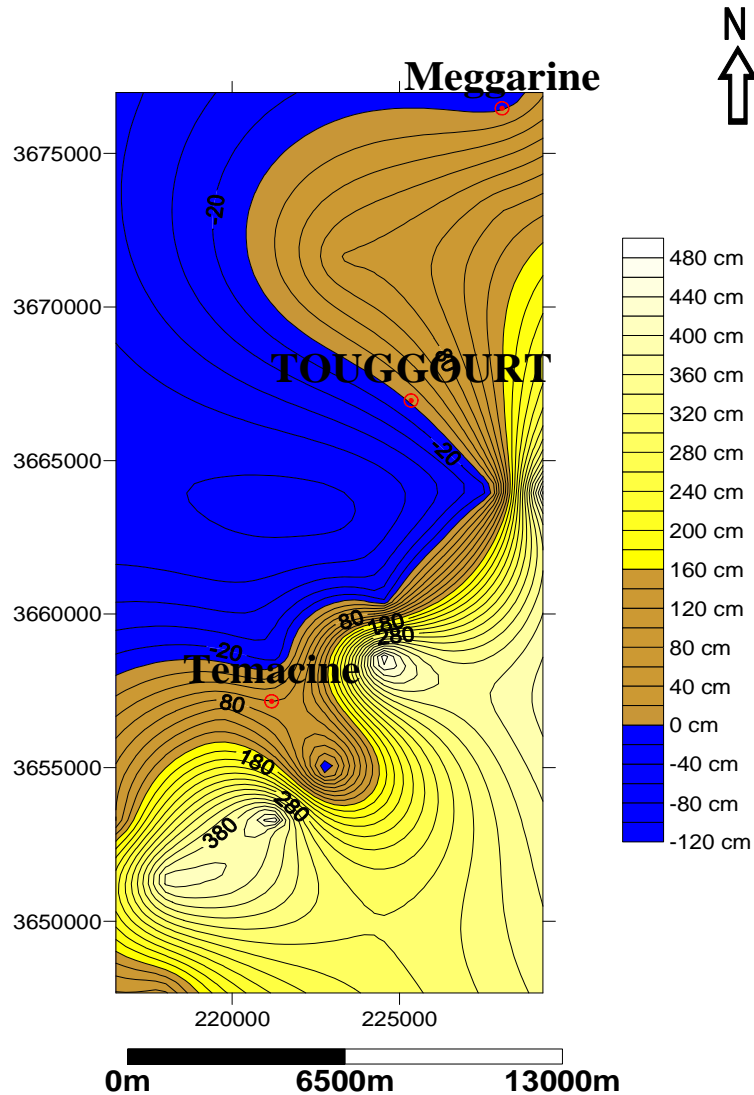


Figure 14. Carte des iso-valeurs pour le niveau de la nappe phréatique.

On remarque ici que le niveau de la nappe phréatique est varié entre -120 m jusqu'à 480m. Donc les stations des couleurs bleus sont des stations inondées qui se trouve a la périphérie des habitats (ville Touggourt) de palmerais (-120m a 0m) (fig.14).Les stations des couleurs marrons sont des stations humides qui se trouve à la prolongation des palmerais (0m a 160m).Les stations des couleurs jaunes sont des stations sèches qui située à la périphérie plus loin des agglomérations.

3.2. L'étude spatiale de la conductivité électrique

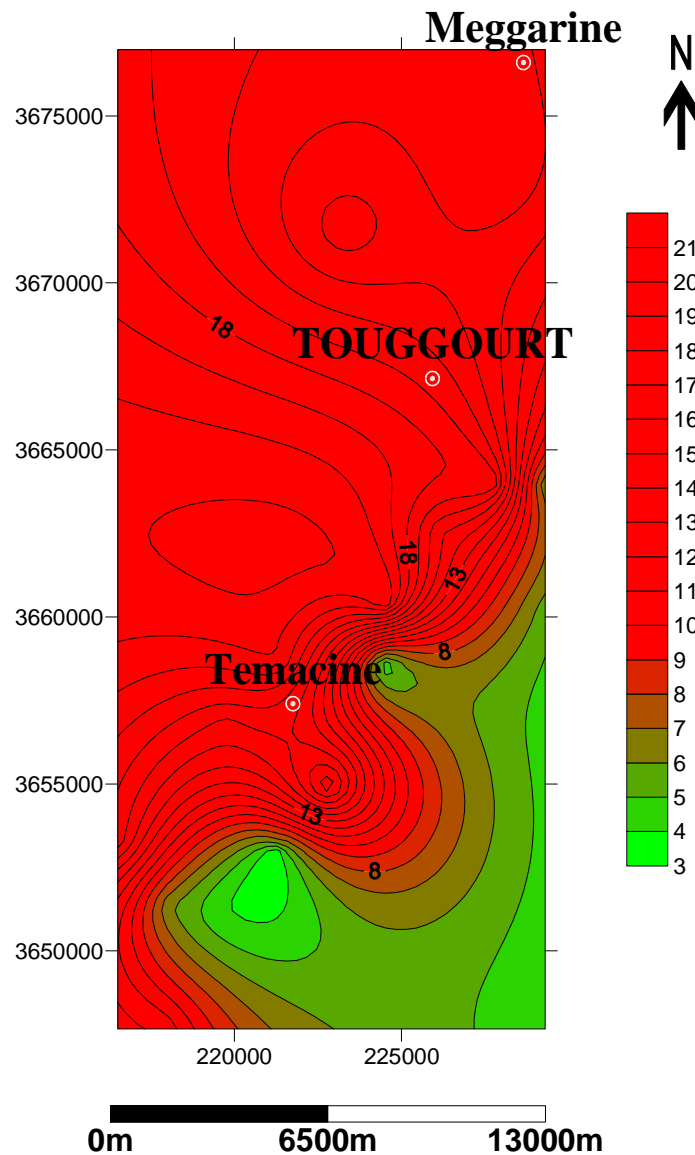


Figure 15. Carte des iso-valeurs de la C.E. de la nappe phréatique.

Selon l'annexe 2 (fig.15). On observe que la couleur verte (3ds/m à 6ds/m) qui représente des eaux très salées (AUBERT,1978) qui couvrent les stations sèches mais, la couleur rouge plus de 6ds/m représente des eaux extrêmement salées (AUBERT,1978) qui couvrent les stations humides et inondées.

3.3. L'étude spatiale de résidu sec des eaux

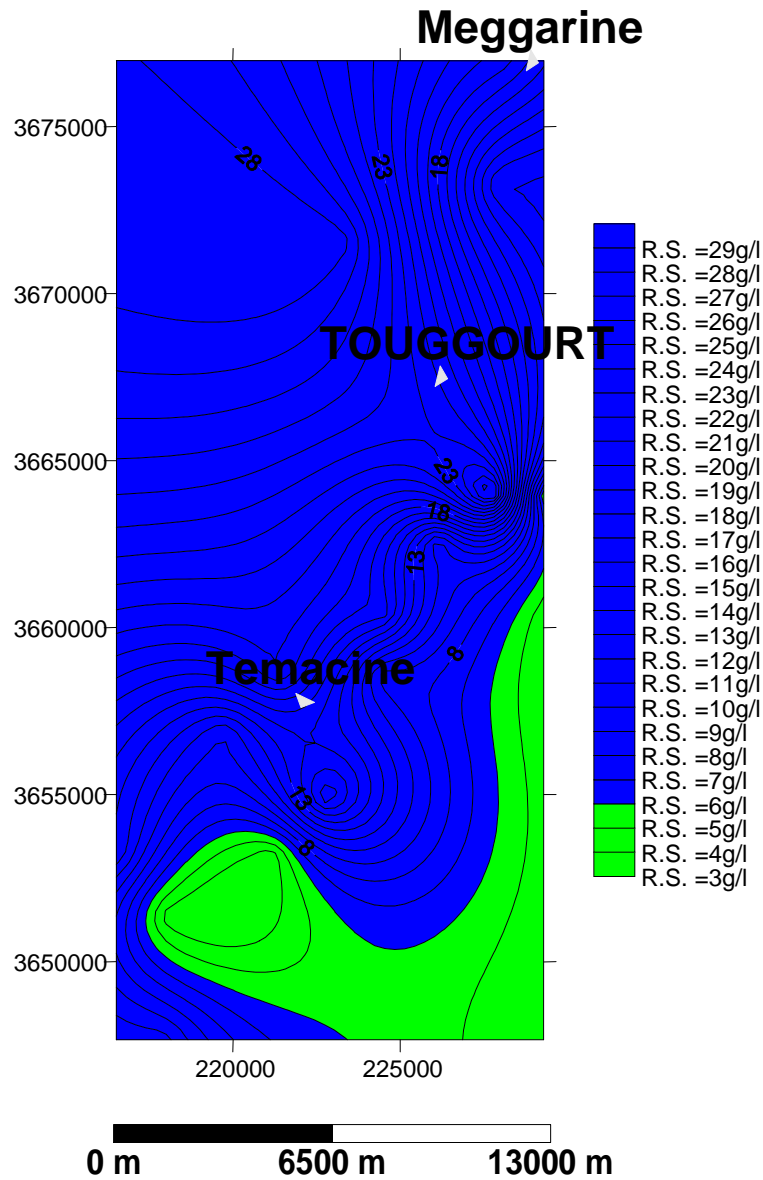


Figure 16. Carte des iso-valeurs du R.s. de la nappe phréatique.

D'après les résultats obtenus et selon (DURAND J.H,1958) (fig.16), on observe que le R.S. comme la C.E. la couleur verre qui représente des eaux très forte salinité (3g /l à 5g/l) couvre les stations sèches et la couleur bleu qui représente des eaux à salinité excessive (6g/l à 29g/l) repartis sur deux autres stations humides et inondées.

3.4. L'étude spatiale du pH

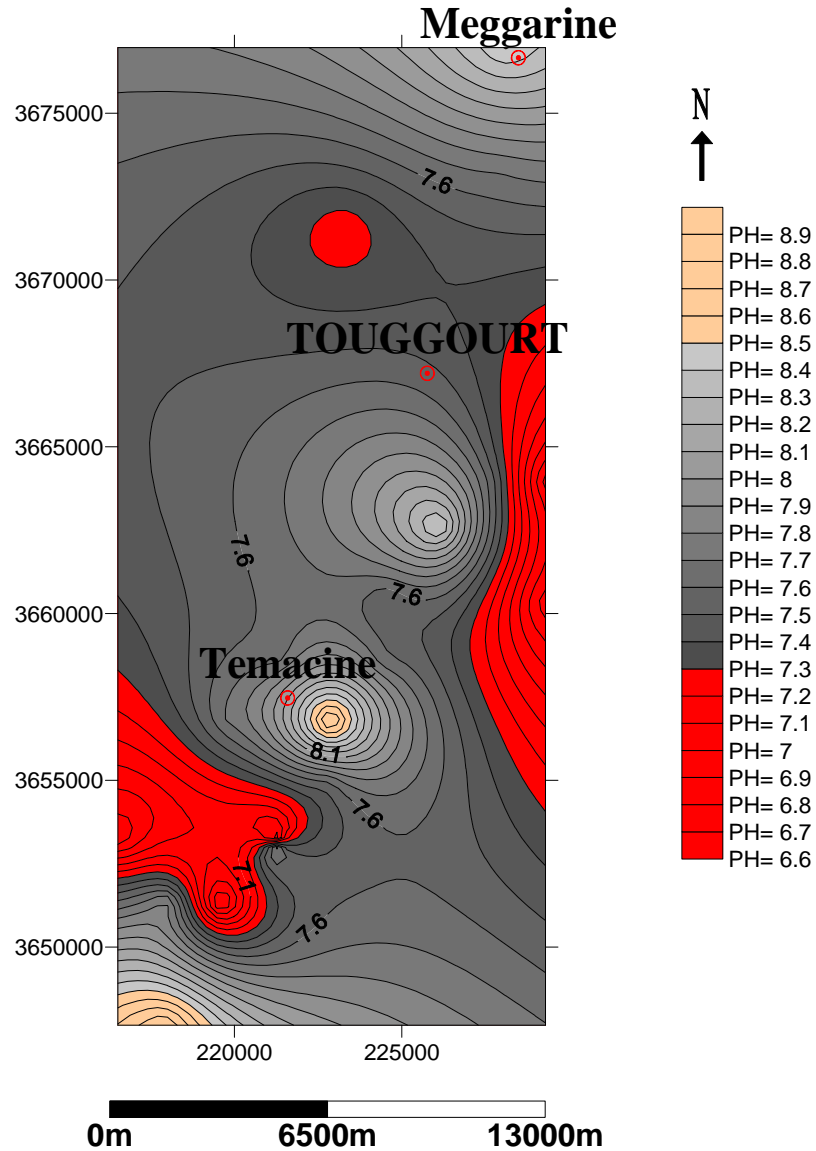


Figure 17. Carte des iso-valeurs du pH de la nappe phréatique.

On n'observe que la couleur rouge représente des eaux à un pH neutre (6,6 à 7,2) selon (SOLTNER, 1989), mais la couleur gris et rose représente des eaux à un pH alcalin et très alcalin respectivement selon (SOLTNER, 1989).

De manière générale, les eaux a un pH alcalin.

Conclusion

Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux de salinité très excessive, mais elle varie entre les types des stations. La salinité est très forte dans les stations inondées que dans les stations humides et sèches.

Nous avons trouvé qu'il y a une relation hautement significative positive (annexe 3) entre la salinité de la nappe et son niveau.

La nappe phréatique a subi un rabattement important elle est comprise entre 6,18 cm à 12,60 cm au printemps par rapport à l'hiver. Ce rabattement est du à l'évaporation les eaux au printemps.

Les cartes des iso valeurs permettent de conclure que le niveau de la nappe phréatique est dessus de la surface sur les palmerais que se trouve plus proche des agglomérations.

La salinité des eaux se concentre dans les zones touchées par le phénomène de la remontée de la nappe phréatique (voir la figure 15 et 16) .et l'eau généralement à un PH alcalin.

I. Analyses du sol

1. Etude des propriétés physiques

1.1. Humidité du sol

1.1.1. Profile de l'humidité moyenne des stations d'études

Tableau VIII. Taux de l'humidité du sol dans les stations d'études

profondeurs (cm).	sol		
	humidité (%)		
	sec	humide	inondé
0-20	12,24	31,98	35,68
20-40	13,22	32,08	37,07
40-60	13,33	32,83	37,20
60-80	13,68	30,02	37,73
80-100	14,10	31,65	38,89
100-120	14,15	37,76	42,72

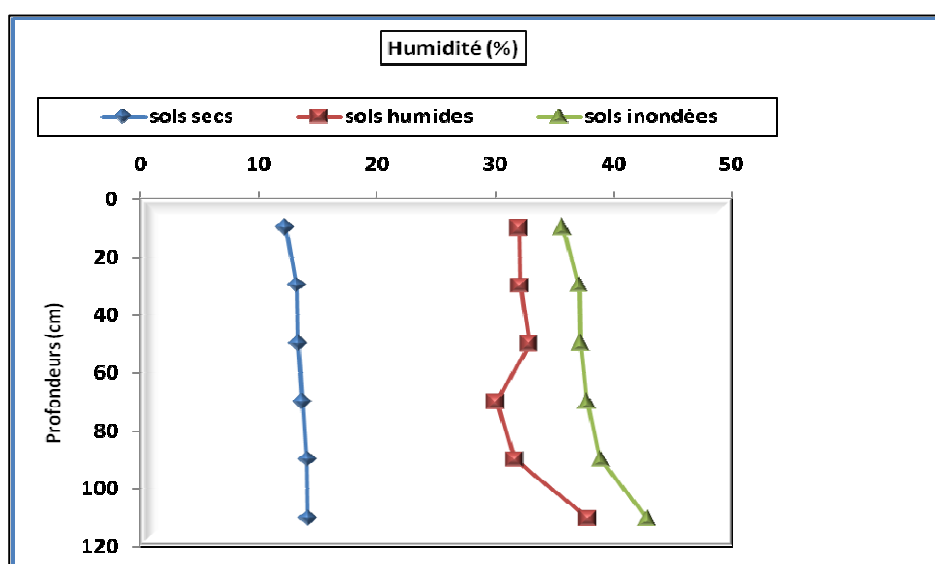
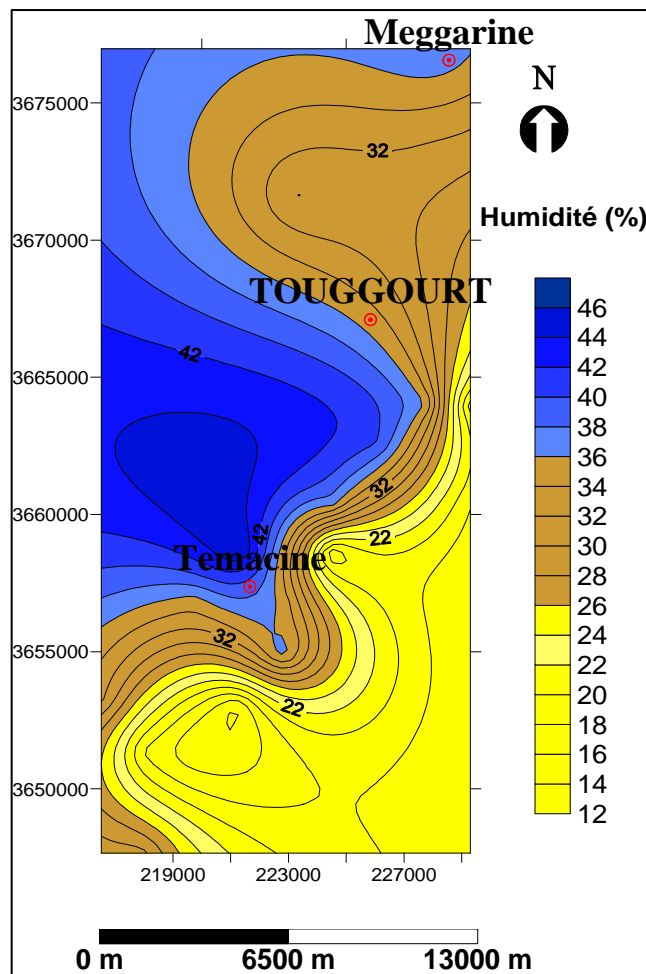


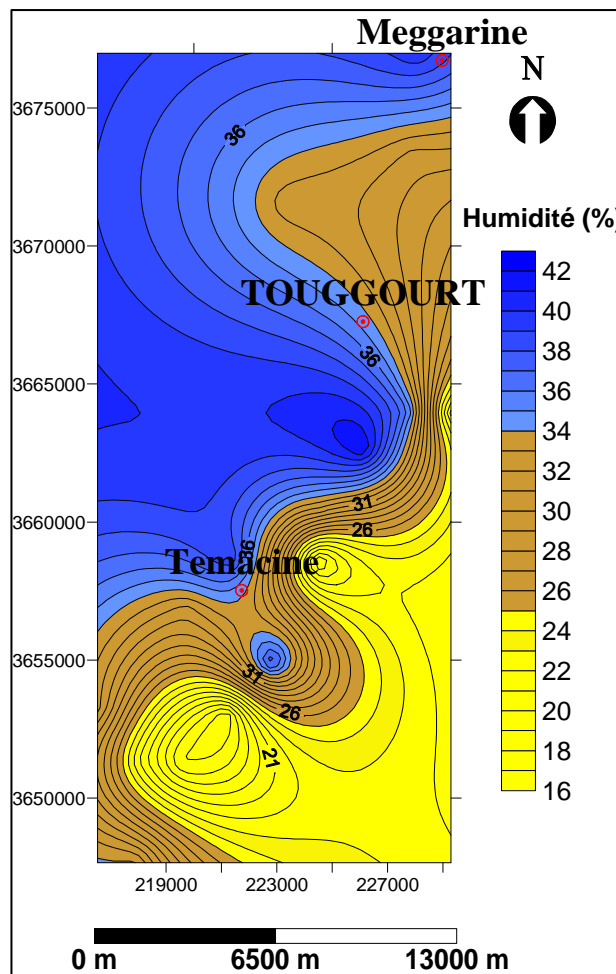
Figure 18. Variations de l'humidité moyenne du sol dans les stations d'études.

Les résultats (Fig. 18). (Table VII) montrent que l'humidité du sol est variable dans les stations inondés, humides et sèches entre la surface à la profondeur du sol respectivement est 35.12 à 42.72 %, 31.98 à 37.76 %, et 12.74% à 14.23%. On remarque que l'humidité du sol augmente en fonction de profondeur dans les trois types des stations, à cause de la remontée de la nappe phréatique, cette phénomène pose un effet négatif de mort et disparition total des palmiers dattiers dans les stations inondés et asphyxie et dépérissements des racines dans les stations humides, cependant, dans les stations sèches pose un stress hydrique par déficience

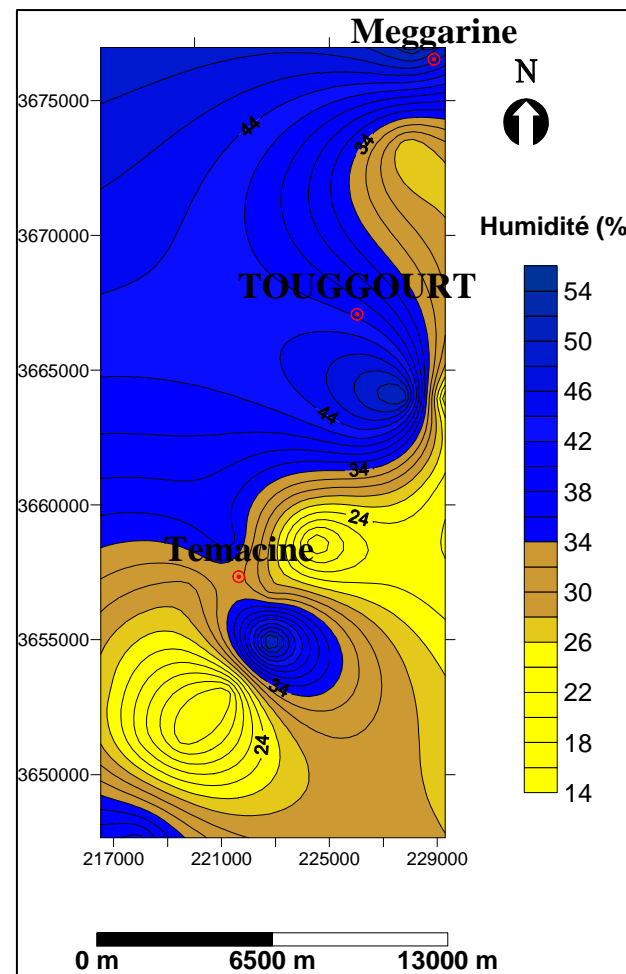
1.1.2 Variation spatiale de l'humidité du sol



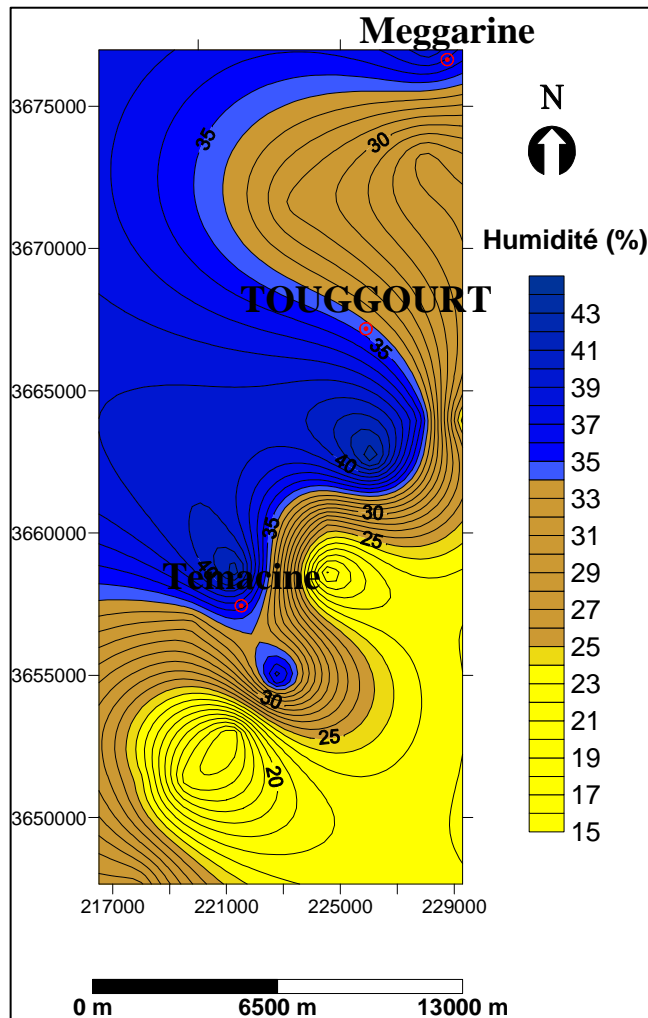
(A)



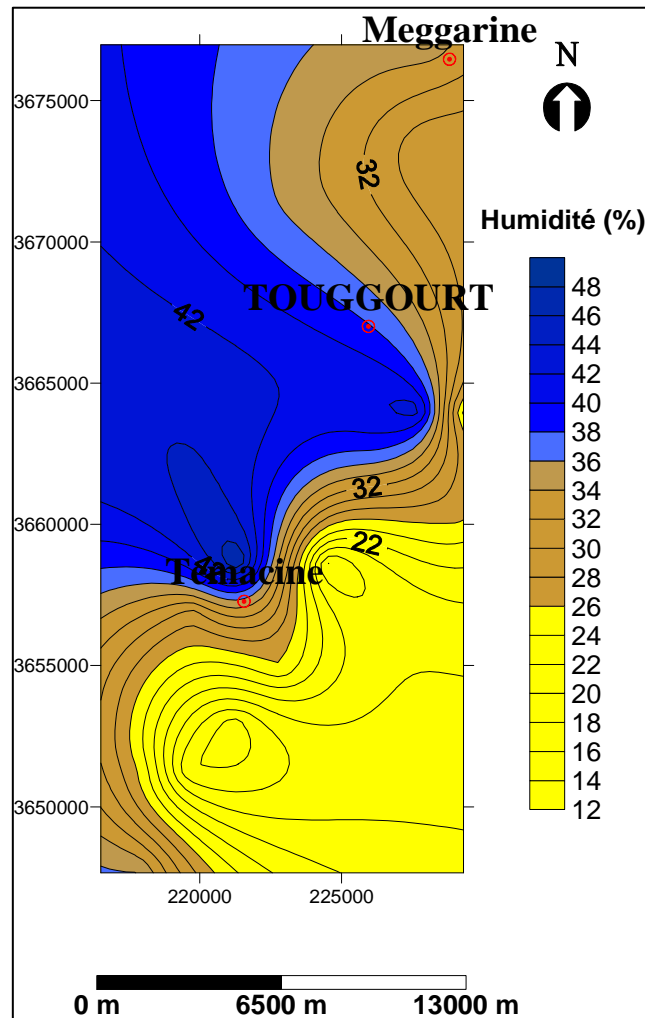
(B)



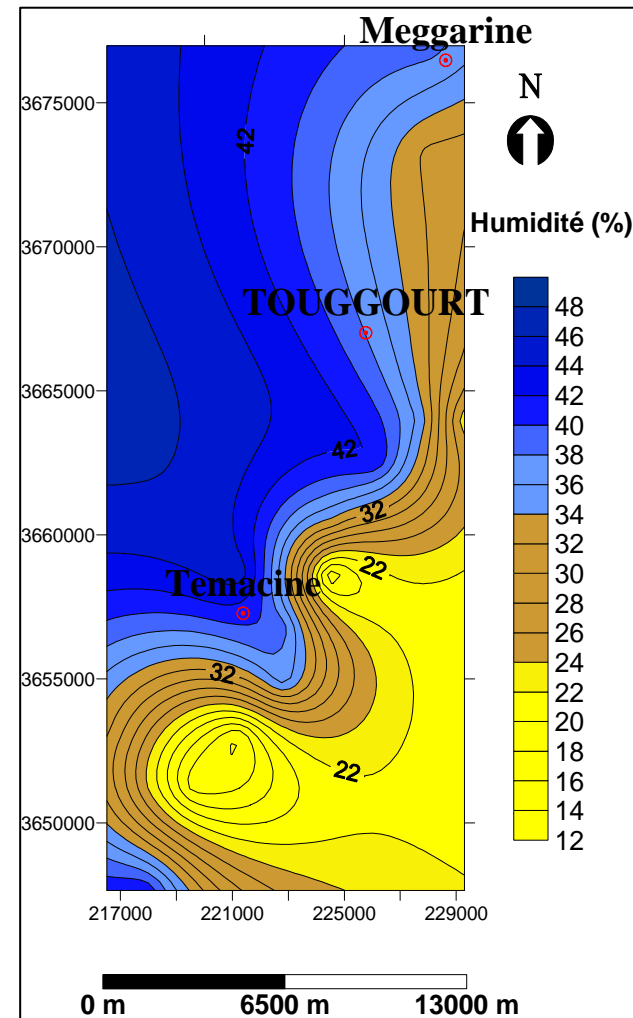
(C)



(D)



(E)



(F)

Figure19 .Carte des iso-valeurs de l'humidité du sol.

Nous avons remarqué que la couleur jaune a H.R (15% à 24%) se trouve dans les stations sèches .La couleur marron repartis dans tout les stations humides des trois cartes, elle est varie entre(25% à 33%) et la couleur bleu présente les stations inondé donc l’humidité relative est en maximum (34%<H.R.<48%).En générale les stations inondée a une humidité plus grand que deux autres stations .

1.2. Granulométrie

1.2.1. Profile des Granulométries des sols inondés dans les palmeraies

Tableau IX.Taux de granulométrie du sol dans les stations inondées

Granulométrie(%) profondeurs (cm).	sol sec		
	SF	SG	A+L
0-20	53,88	22,84	23,26
20-40	51,26	23,77	24,96
40-60	57,10	22,20	20,68
60-80	46,03	31,03	22,93
80-100	44,52	32,77	22,69
100-120	50,52	36,71	12,75

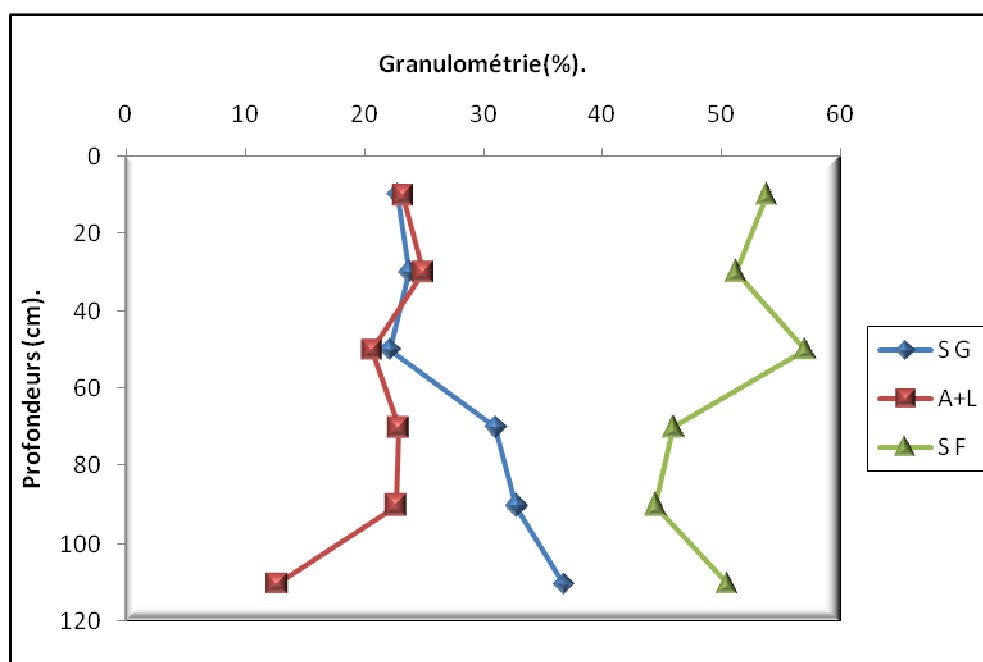


Figure 20. Variations de la granulométrie des sols inondés dans les palmeraies.

Dans ces stations, le sol est caractérisé par la présence de sable fin (44.27% <sf < 57.13%), et sable grossier (22.20% < sg < 36.71%), argile plus limon (12.5 < A+L

<25.07).L'analyse granulométrique de la terre (Fig.20) (TableVIII), montre que la texture de tous les horizons est de type sableuse.

On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par les sables fins.

1.2.2. Profile des Granulométrie des sols humides dans les palmeraies

Tableau X.Taux de granulométrie du sol dans les stations humides

profondeurs (cm).	Granulométrie(%)		
	SF	SG	A+L
0-20	40,26	31,60	28,12
20-40	49,18	30,14	20,67
40-60	52,99	28,06	18,93
60-80	61,16	20,97	17,86
80-100	61,7	12,03	26,26
100-120	45,89	20,33	33,76

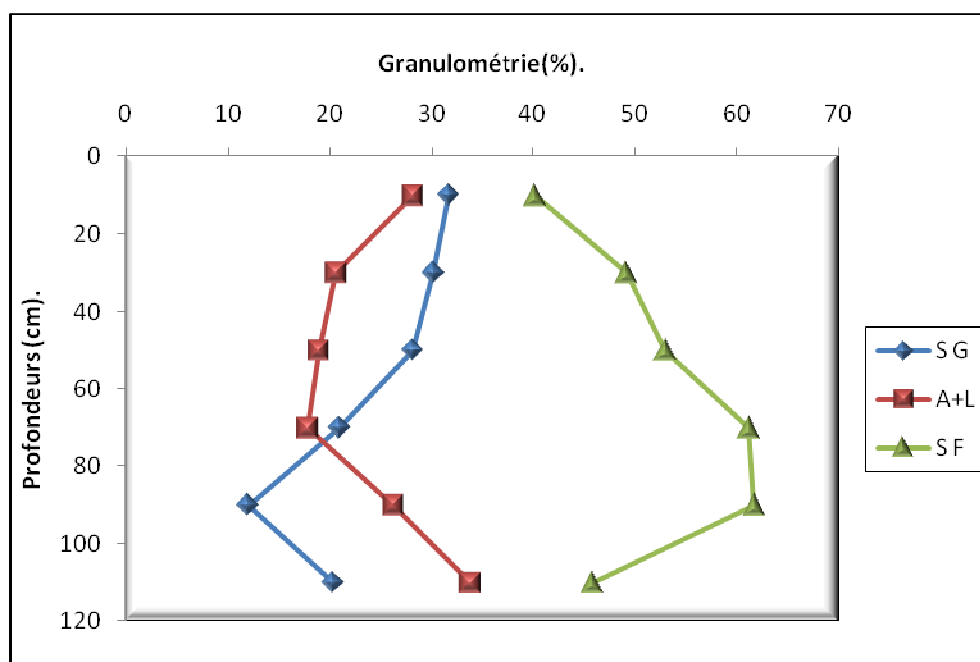


Figure 21. Granulométrie des sols humides dans les palmeraies

D'après la (fig. 21) (Table IX), la composition texturale est formée principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé, et les valeurs varient entre 40.3% et 61.55%, avec une texture de limon augmente vers le profondeur 17,86% et 33,76% ,par contre le sable grossier diminue vers le profondeur 31 ,60 % et 12,03%.

1.2.3. Profile des Granulométries des sols secs dans les palmeraies

Tableau XI. Taux de granulométrie du sol dans les stations sèches

profondeurs (cm).	sol inondé		
	SF	SG	A+L
0-20	37,68	40,26	22,23
20-40	28,96	49,18	23,13
40-60	25,16	52,99	26,35
60-80	27,62	61,16	28,84
80-100	28,38	61,70	29,96
100-120	30,05	45,89	32,75

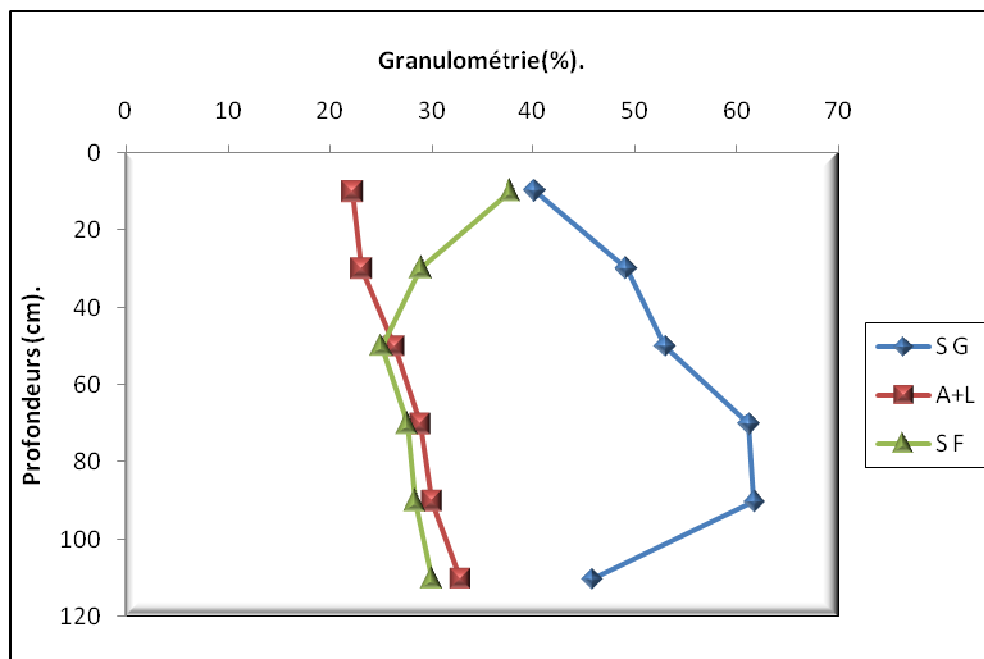
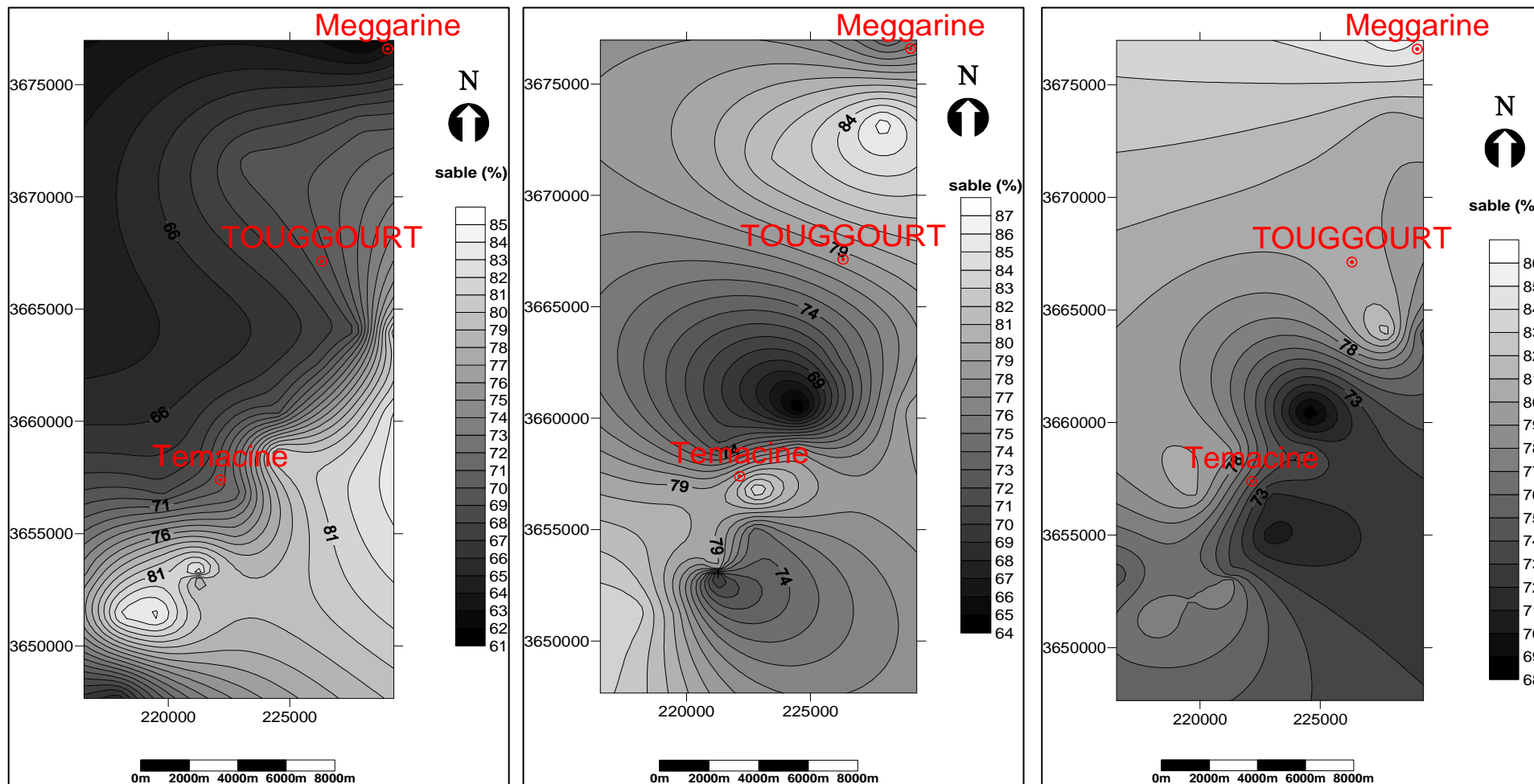


Figure 22 .Granulométrie des sols secs dans les palmeraies.

Les analyses granulométriques (fig. 22) (Table .X), montrent que notre sol est sableux pour tous les horizons. On remarque aussi que la fraction sableuse est dominée par le sable grossier, mais on observe que le sable fin est dominé à la première et le deuxième horizon et diminue vers la profondeur par rapport de l'argile et limon, ces dernier va augmentée vers la profondeur dans les autres horizons.

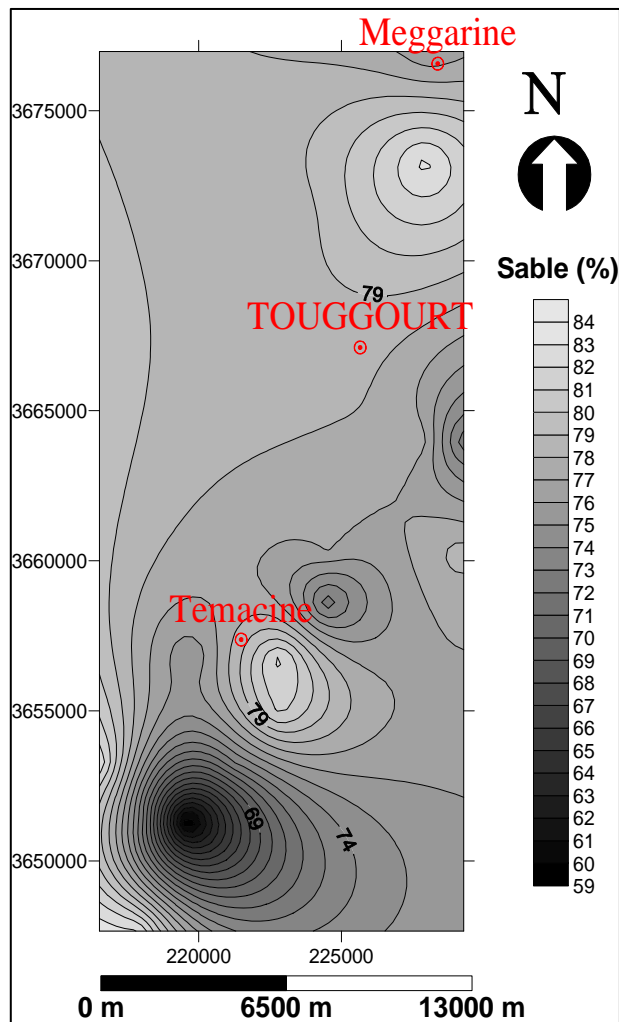
1.2.4 Variation spatiale du sable.



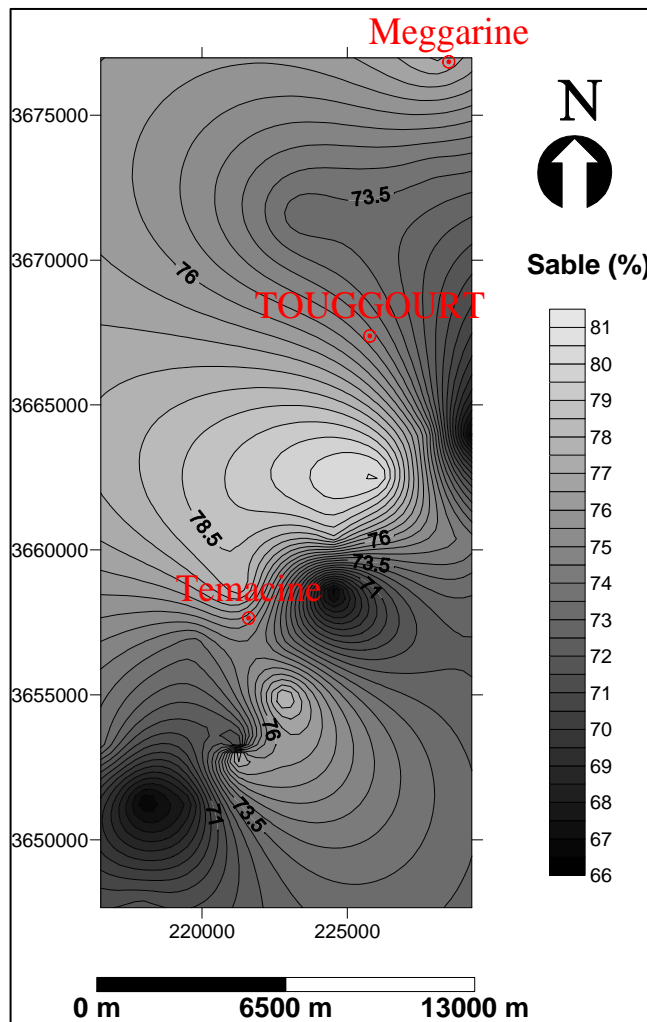
(A)

(B)

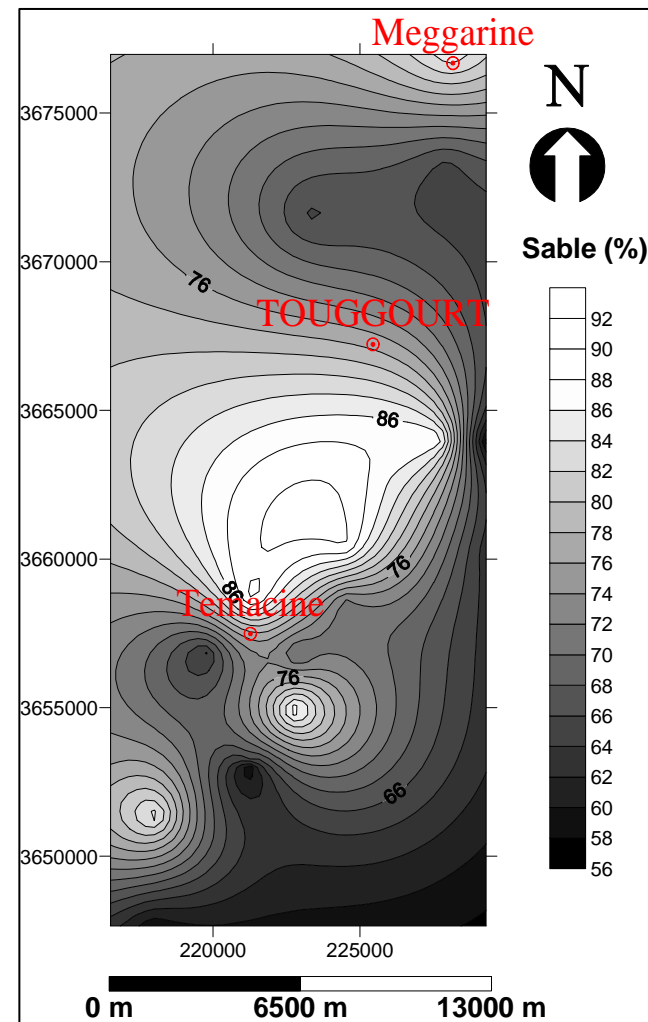
(C)



(D)



(E)



(F)

Figure 23. Carte des iso-valeurs de sable du sol.

2. Etude des propriétés physico-chimiques

2.1. Conductivité électrique des sols

2.1.1. Profile de C.E. moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XII. Taux de C.E. du sol dans les stations d'études

sol profondeurs (cm).	C.E. (dS/m).		
	sec	humide	inondé
0-20	2,42	5,32	3,59
20-40	3,45	5,16	3,77
40-60	2,87	2,98	3,76
60-80	2,80	3,52	3,54
80-100	3,28	3,38	3,90
100-120	2,97	3,35	3,50

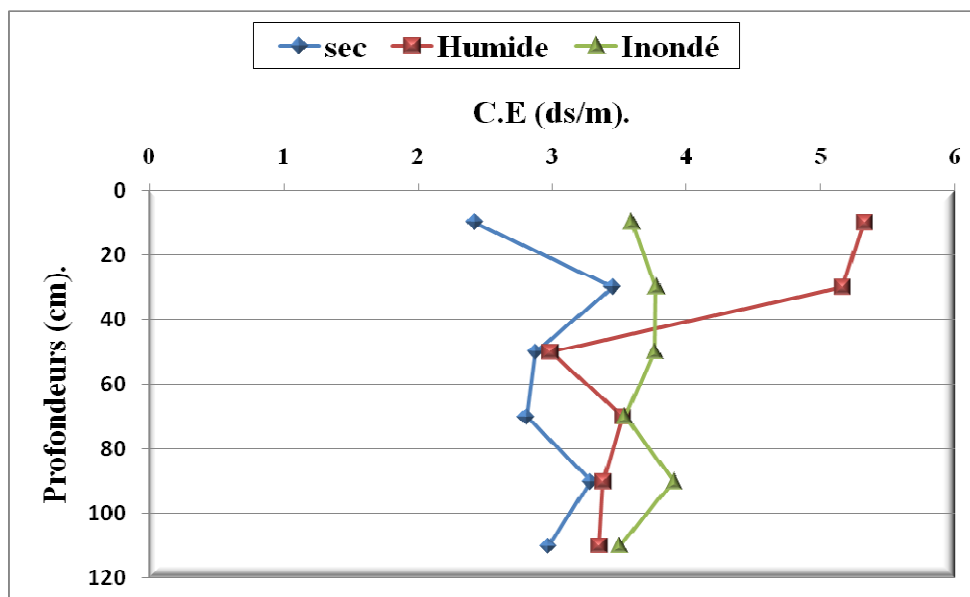


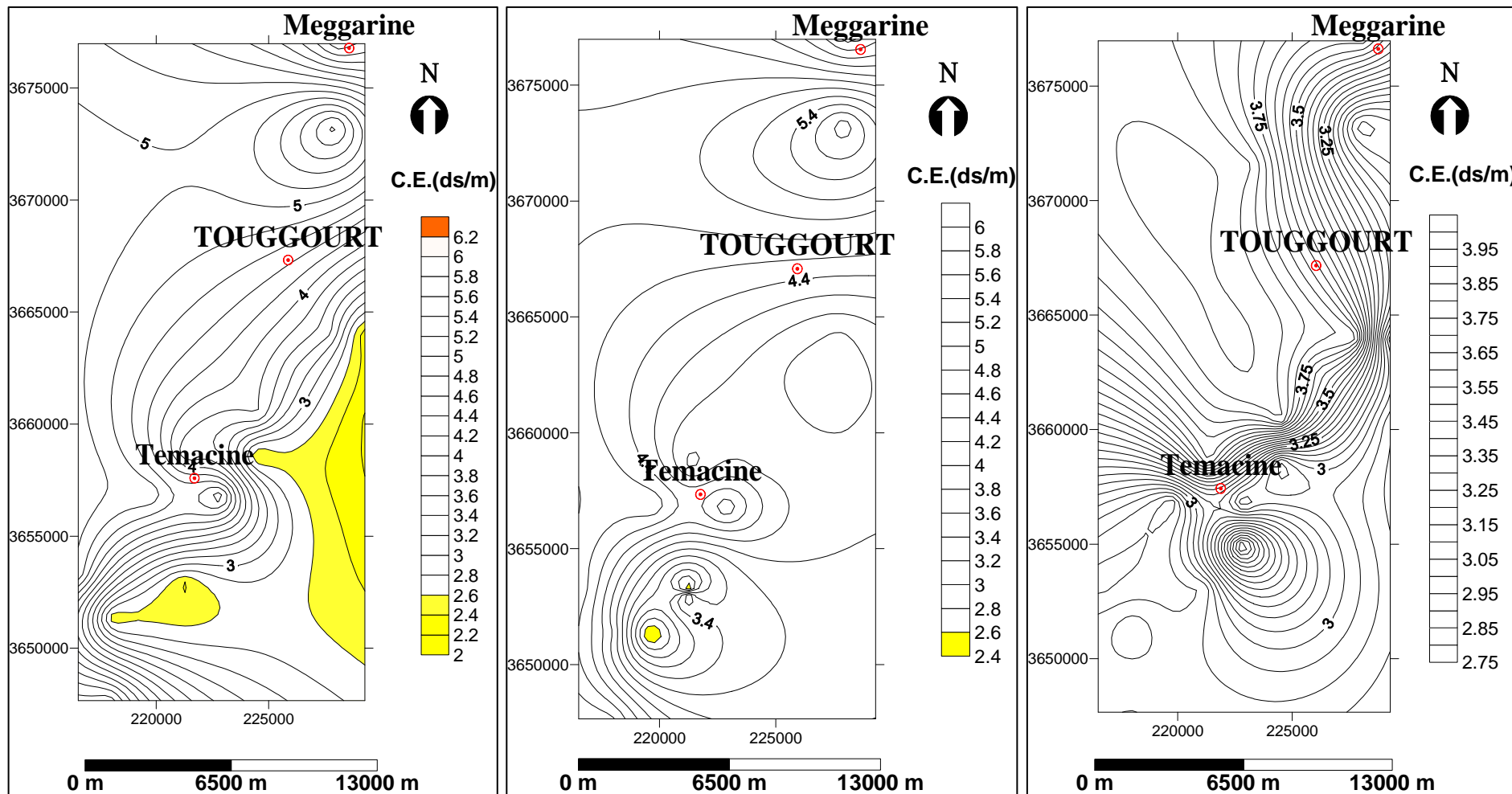
Figure 24. Variations de la C.E. moyenne du sol dans les stations d'études

Selon AUBERT (1978) (annexe 2). La conductivité électrique du sol (fig. 24) (Table. XI) dans les stations inondées est variable vers la profondeur ($3,50 \text{ dS/m} < CE < 3,90 \text{ dS/m}$).

Donc le sol est très salé, et pour les stations humides la conductivité est élevée en surface, et faible en profondeur ($5,32 \text{ dS/m} < CE < 2,98 \text{ dS/m}$). Le sol reste aussi très salé, et pour les stations sèches, elle est irrégulière et reste très salée ($2,42 \text{ dS/m} < CE < 3,45 \text{ dS/m}$).

La conductivité électrique a montré que les sols des trois stations est très salé, dans les stations humides les sols sont très salé à la surface à cause de l'accumulation des sels au cours de l'évaporation, mais dans les stations inondés, les sols sont très salés par rapport aux deux autres stations, car le niveau de la nappe au dessus de la surface du sol, ce qui expliqué pour la remontée de la nappe en surface.

2.1.2 Variation spatiale de C.E. du sol



(A)

(B)

(C)

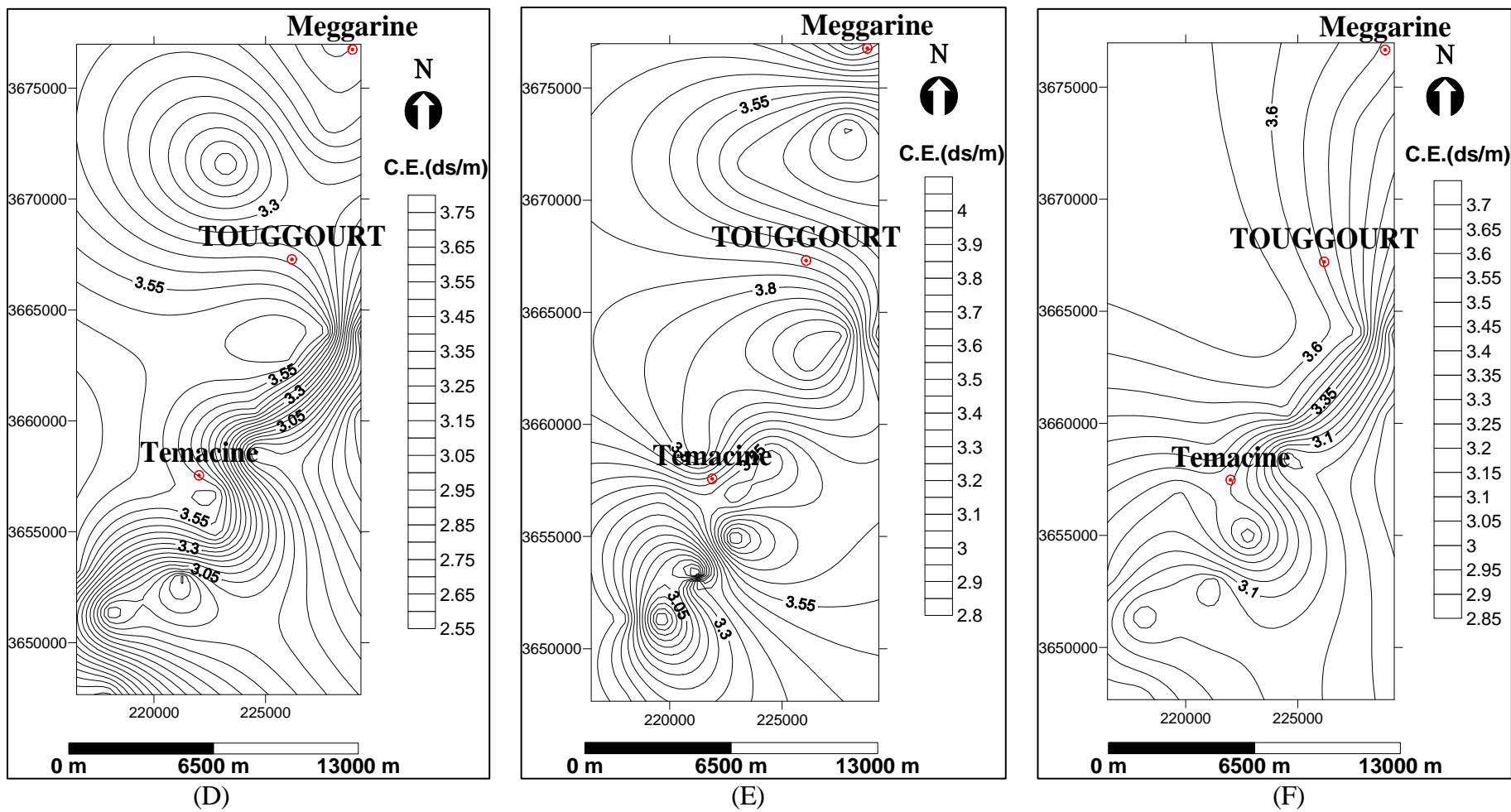


Figure 25. Carte des iso-valeurs de C.E. du sol.

D'après les six cartes, on observe d'après (Aubert, 1978) (fig.25) le sol salé ($2 < C.E < 2,4$) est seulement dans la profondeur (0- 40 m) de station sèches selon les carte, mais dans les autres profondeurs le sol très salé ($2,4 < C.E < 6$) à cause l'eau de la nappe est très salé.

2.2. Résidus secs des sols

2.2.1 Profil de R.s. moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XIII. Taux de R.s du sol dans les stations d'études

sol profondeurs (cm).	R.s. (g/l)		
	sec	humide	inondé
0-20	3,14	4,28	3,5
20-40	3,21	4,35	3,85
40-60	3,14	3,14	4,5
60-80	2,64	4,35	3,85
80-100	3,21	3,64	5,35
100-120	3,35	3,78	5,14

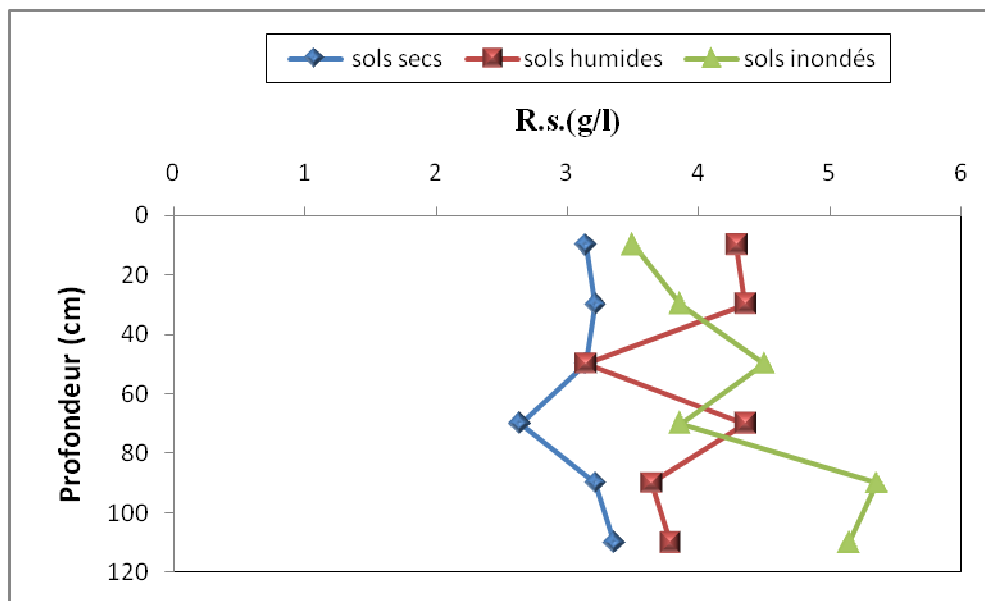
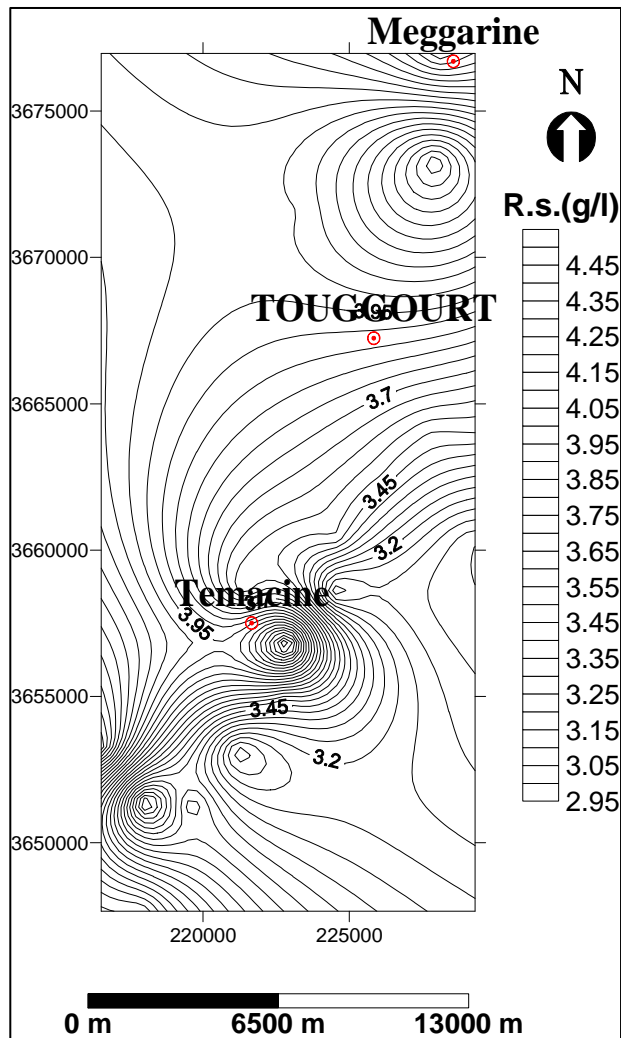


Figure 26. Variations du R.s. moyenne du sol dans les stations d'études.

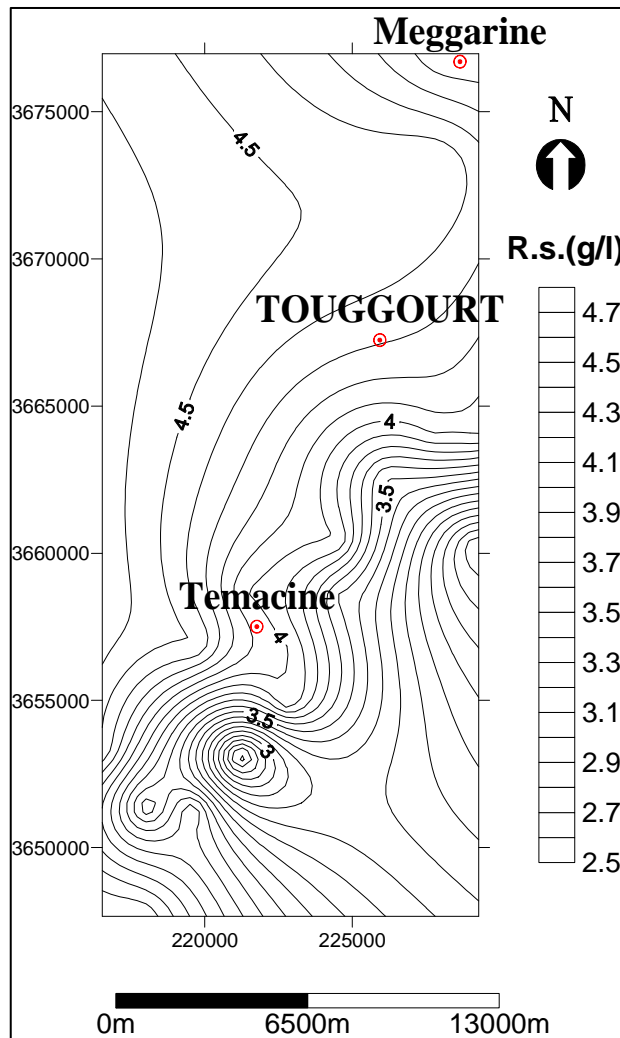
D'après la figure 26. (Table. XII), la teneur du résidu sec dans les stations inondées entre (3.5 à 5.35g/l), dans les stations humides entre (3.14 à 4.35g/l), et dans les stations sèches entre (2.64 à 3.35g/l).

Dans les trois stations d'études, le résidu sec est faible à la surface et augmente en la profondeur. Mais dans les stations inondées, le résidu sec est élevé par rapport à stations humides et sèches.

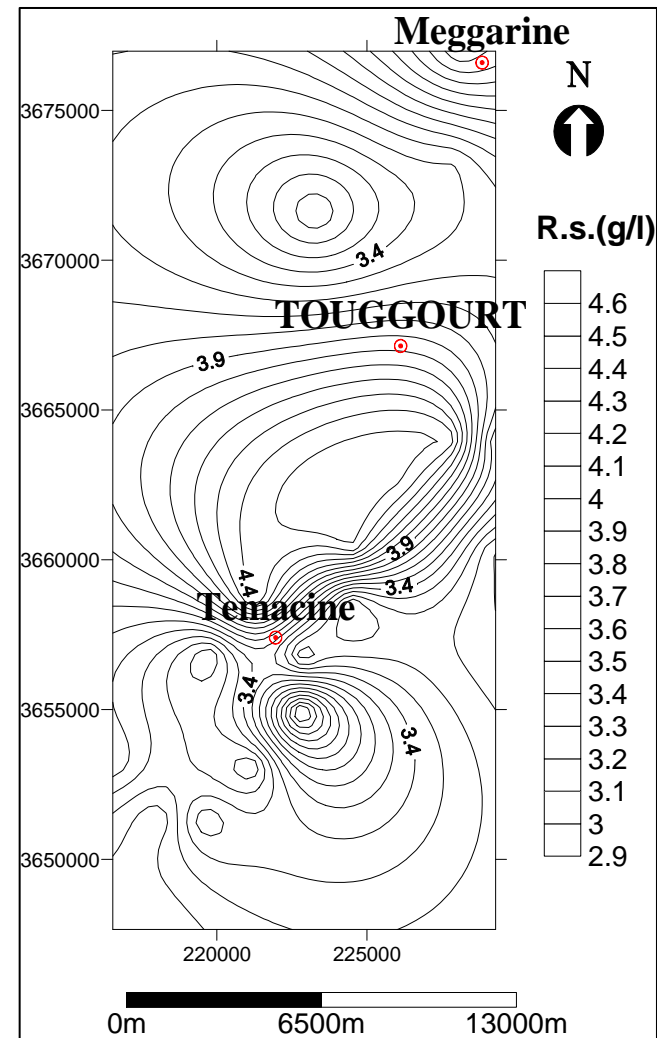
2.2.2 Variation spatiale de R.s. du sol



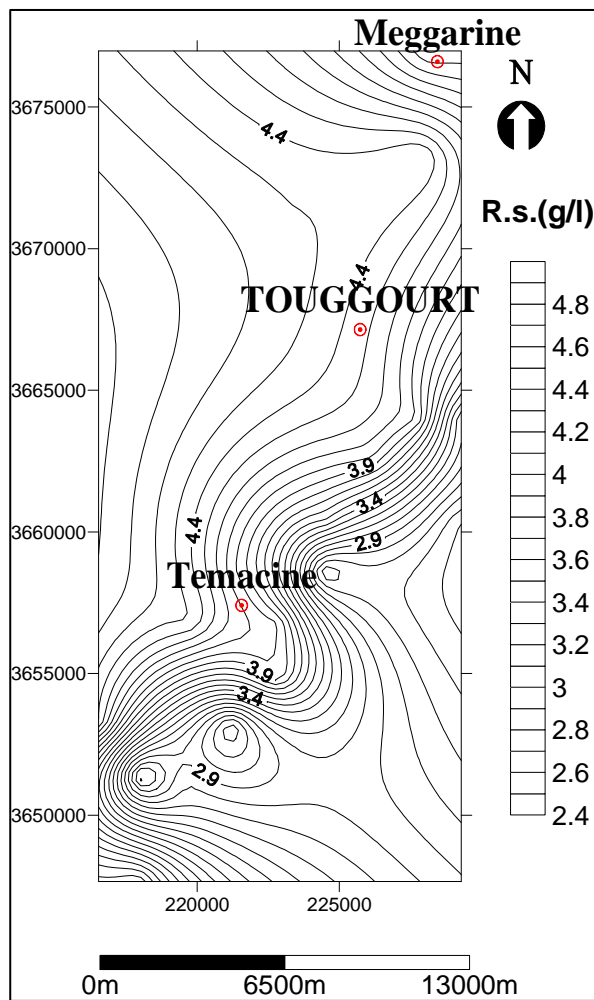
(A)



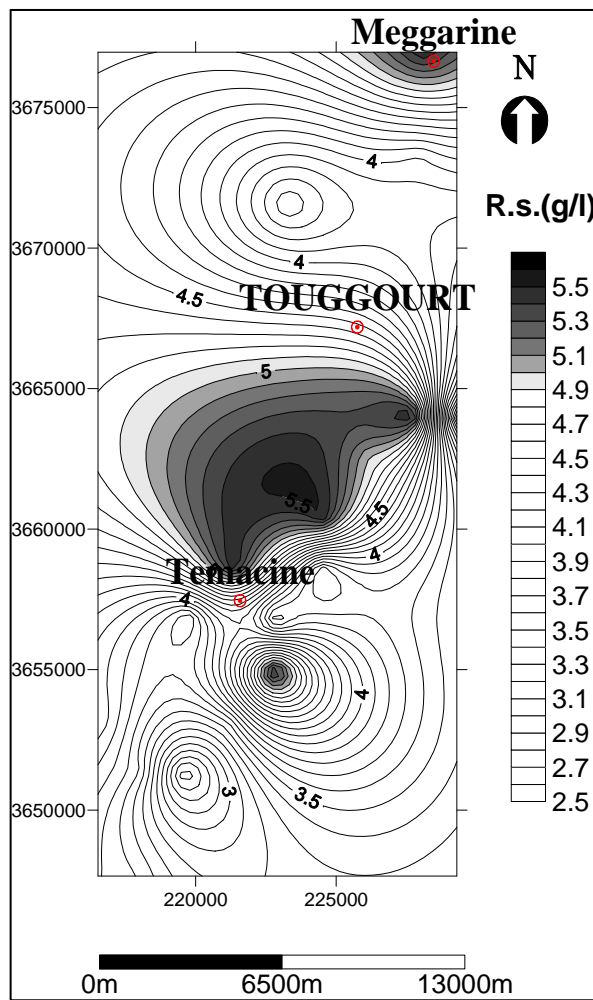
(B)



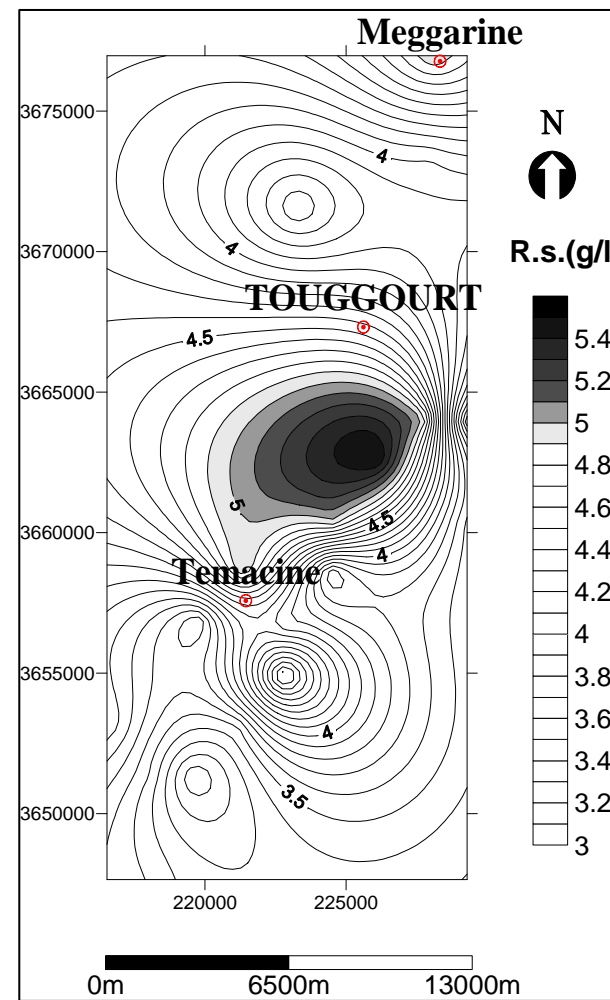
(C)



(D)



(E)



(F)

Figure 27. Carte des iso-valeurs de R.s. du sol

On remarque que la quantité de R.S de l'extrait du sol à profondeur (0-40m et 40- 80m) est varié entre 2,4 g /l et 4,9g /l c .à. d selon (DURAND J.H, 1958) le sol a forte salinité , mais dans la profondeur (80m et 120m) le sol est varié de forte salinité et très forte salinité sur les stations plus proche des agglomérations à cause de la remonté de la nappe phréatique.

2.3 .pH des sols

2.3.1 Profil de pH moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XIV. pH du sol dans les stations d'études

sol profondeurs (cm).	pH		
	sec	humide	inondé
0-20	7,30	7,51	7,40
20-40	7,59	7,78	7,32
40-60	7,37	7,45	7,30
60-80	7,38	7,41	7,62
80-100	7,30	7,47	7,55
100-120	7,65	7,34	7,55

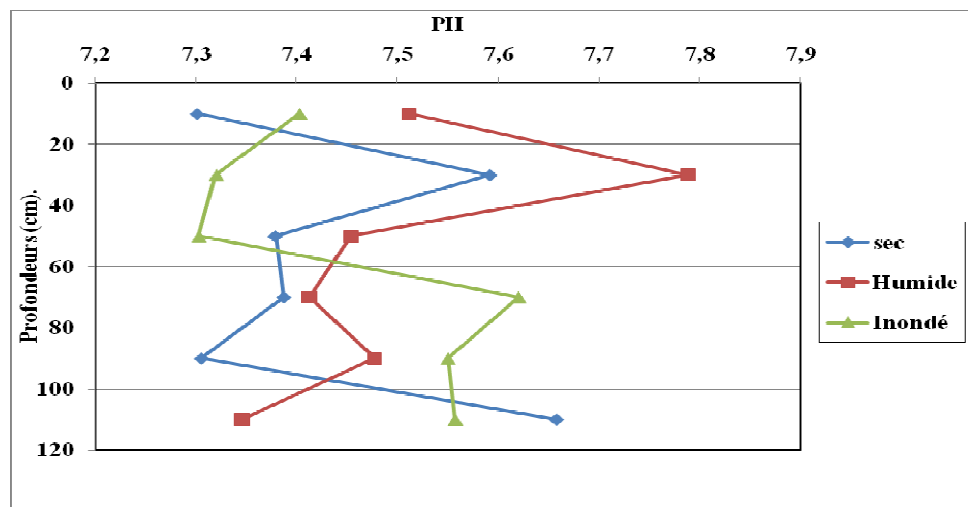


Figure 28. Variations du pH du sol dans les stations d'études.

Dans les régions arides, la gamme relative aux sols s'étend d'un pH légèrement inférieur à 7, à un pH d'environ 9 (BUCKMAN et al, 1965 in BACI, 1982).

D'après les résultats obtenus (Fig. 28) (Table), on peut classer selon l'échelle du pH de l'extrait 1/5, selon SOLTNER (1989), sont présentés en annexe 2.

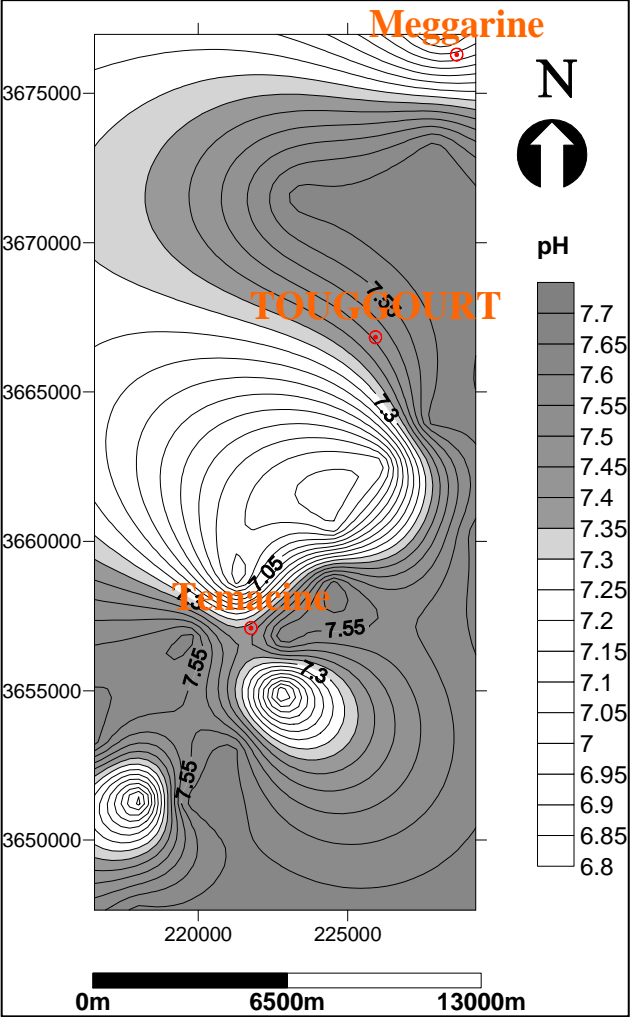
Le pH du sol dans les stations inondés est alcalins ($7.31 < \text{pH} < 7.62$), et irrégulière en profondeurs.

Le pH du sol dans les stations humides est alcalin ($7.34 < \text{pH} < 7.78$), il est variable selon les profondeurs.

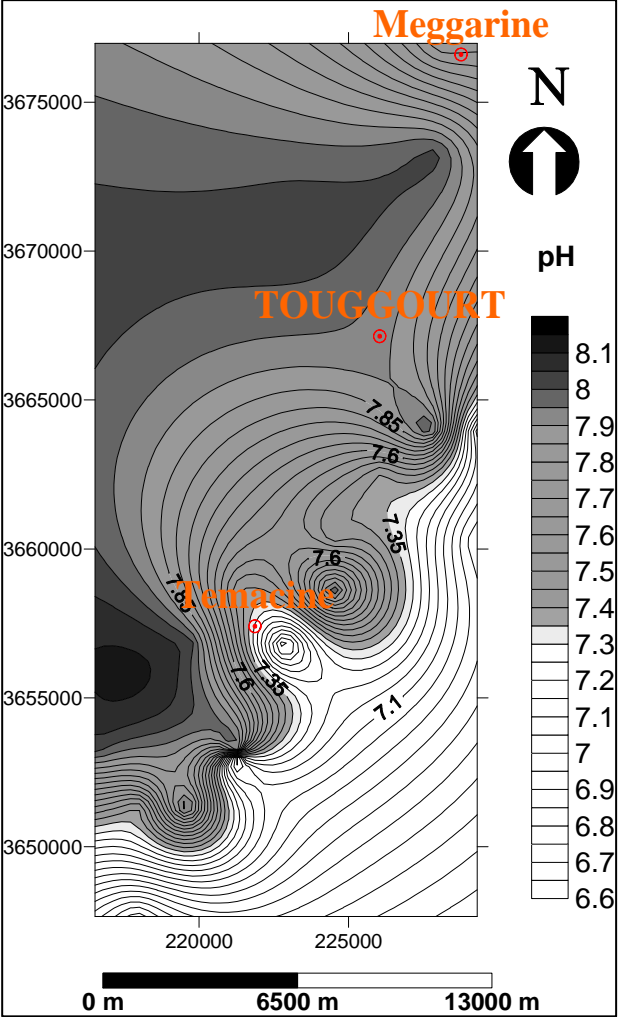
Le pH du sol dans les stations secs est aussi alcalin ($7.30 < \text{pH} < 7.65$).

D'une manière générale, le pH du sol dans les trois stations inondés, humides, sèches, il est alcalin ($7.30 < \text{pH} < 7.78$)

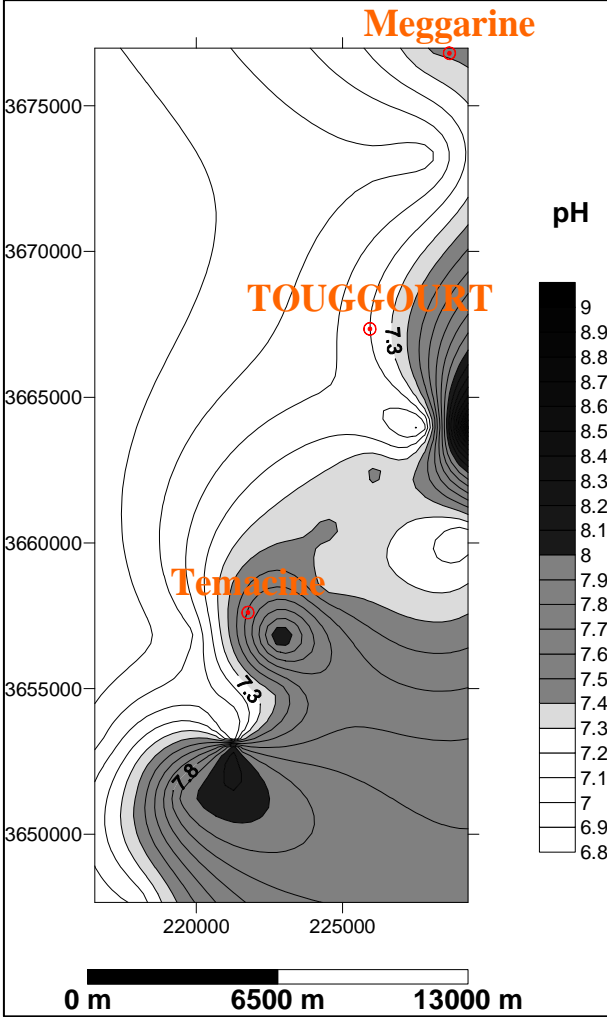
2.3.2 Variation spatiale de pH. du sol



(A)



(B)



(C)

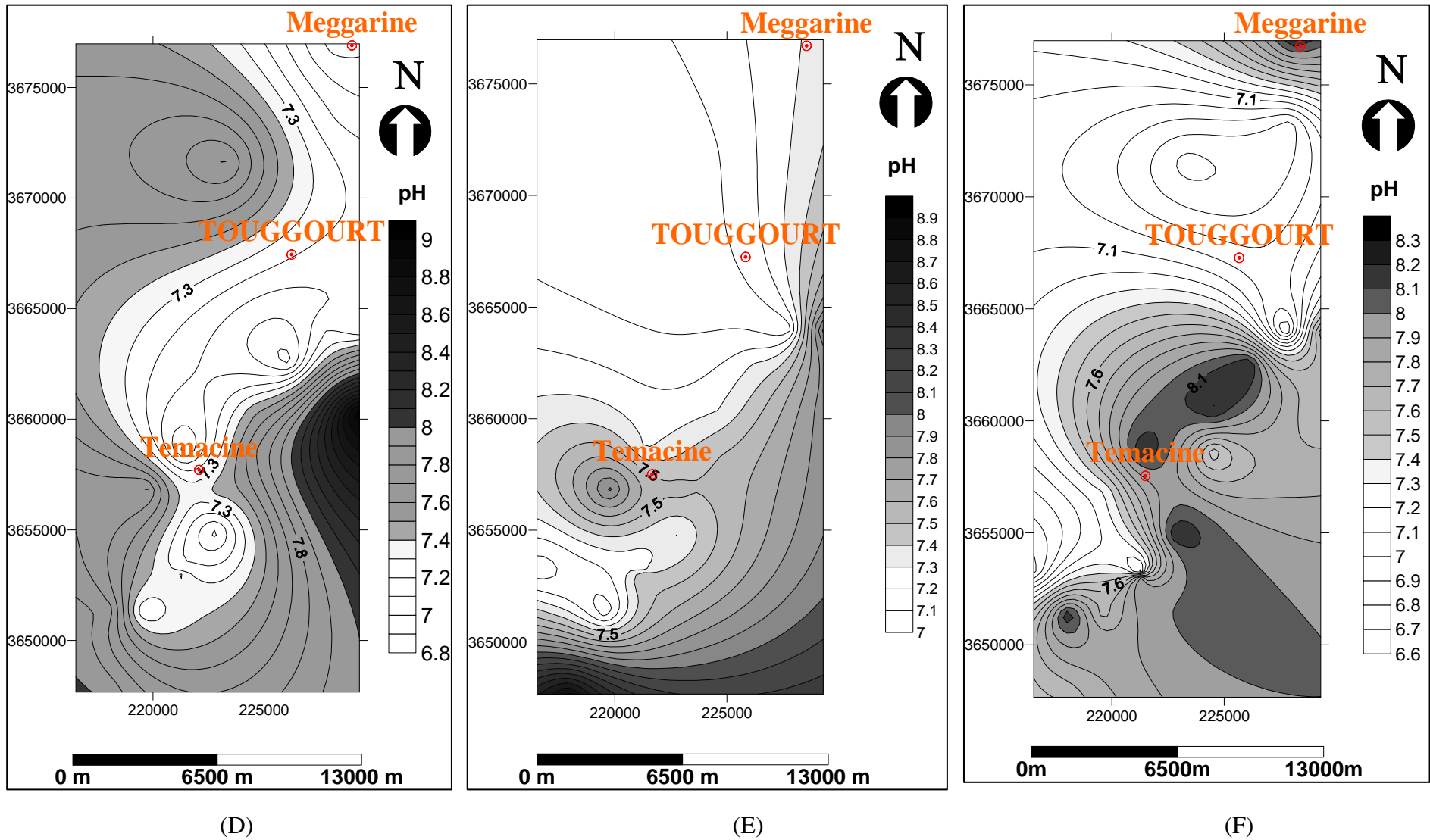


Figure 29. Carte des iso-valeurs de pH du sol.

On observe que la couleur blanc présente de sol a un pH neutre selon (SOLTNER, 1989)(Annexe 2), que se trouve dans les zones plus riche en gypse et la couleur gris présente de sol a un pH alcalin selon (SOLTNER, 1989), car d'absorption racinaire et les sels que reste de nature alcalins et que se trouve dans les stations plus moins en gypse.

3. Etude des propriétés chimiques

3.1. Taux de gypse

3.1.1 Profile de Gypse moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XV. Taux de Gypse du sol dans les stations d'études

sol profondeurs(%)	Gypse (%).		
	sec	humide	inondé
0-20	5,22	4,84	4,53
20-40	6,768	4,13	4,82
40-60	6,03	4,91	5,37
60-80	6,26	5,48	5,94
80-100	4,53	6,49	6,28
100-120	3,81	8,91	6,53

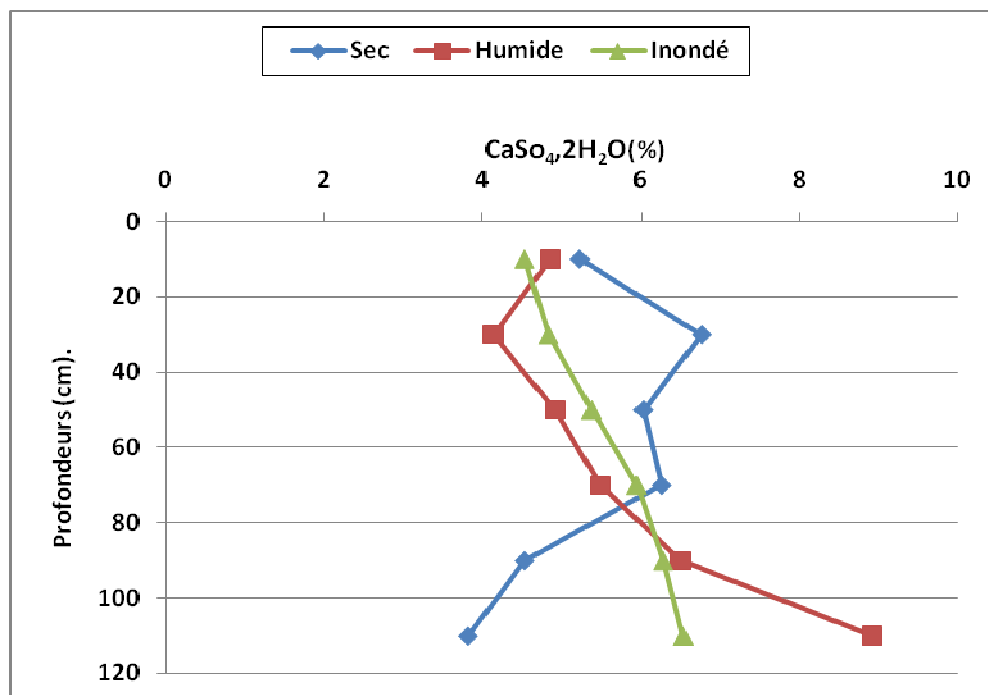


Figure 30. Variations du taux de gypse du sol dans les stations d'études.

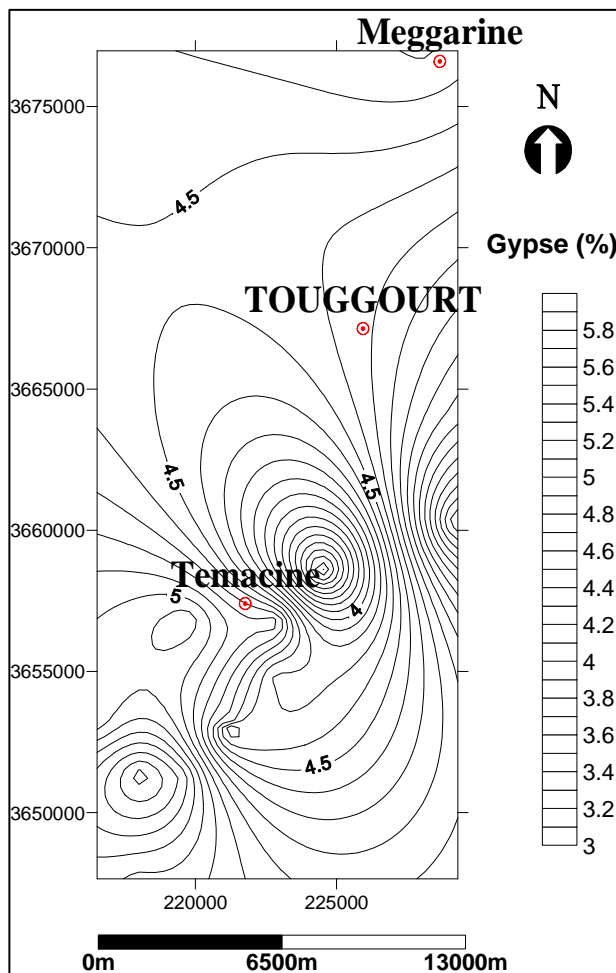
Selon la (Fig. 30), on remarque que la concentration en gypse est augmentée dans les deux stations d'études (humide, inondé), à cause de la fluctuation de la nappe phréatique entre l'été et l'hiver, résultant de la précipitation du gypse dans la zone de fluctuation par le

phénomène de sursaturation. Mais, par contre le taux de gypse diminue vers la profondeur dans les stations sèches à cause ces stations est plus loin à la fluctuation de la nappe phréatique.

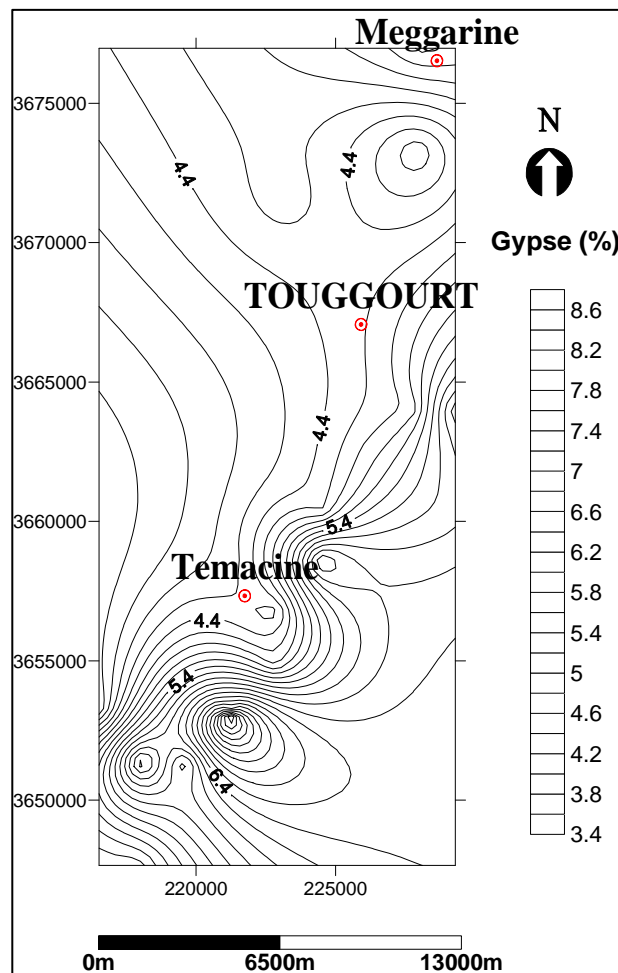
Le taux de gypse est compris entre 4.53 à 6.53% (Table.XIV) dans les stations inondés, entre 4.13 à 8.91% dans les stations humides, et entre 3.81 à 6.76 % dans les stations sèches.

Selon (BARZADJI, 1973in ABDESSELEM, 1999) (annexe 2), Le sol des trois stations est un sol légèrement gypseuse, ($3.81\% < \text{CaSO}_4, 2\text{H}_2\text{O} (\%) < 8.91\%$).

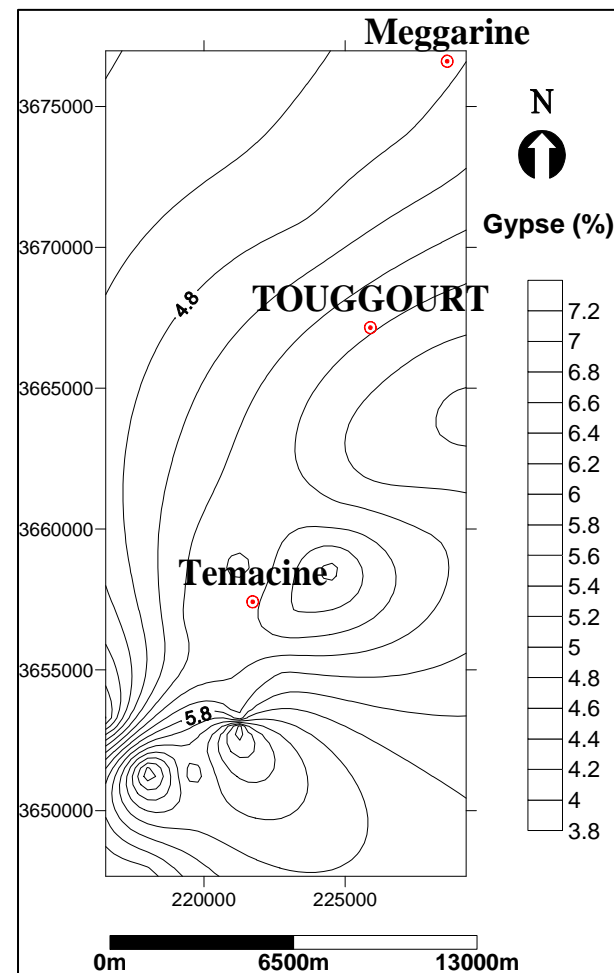
3.1.2 Variation spatiale de Gypse. du sol



(A)



(B)



(C)

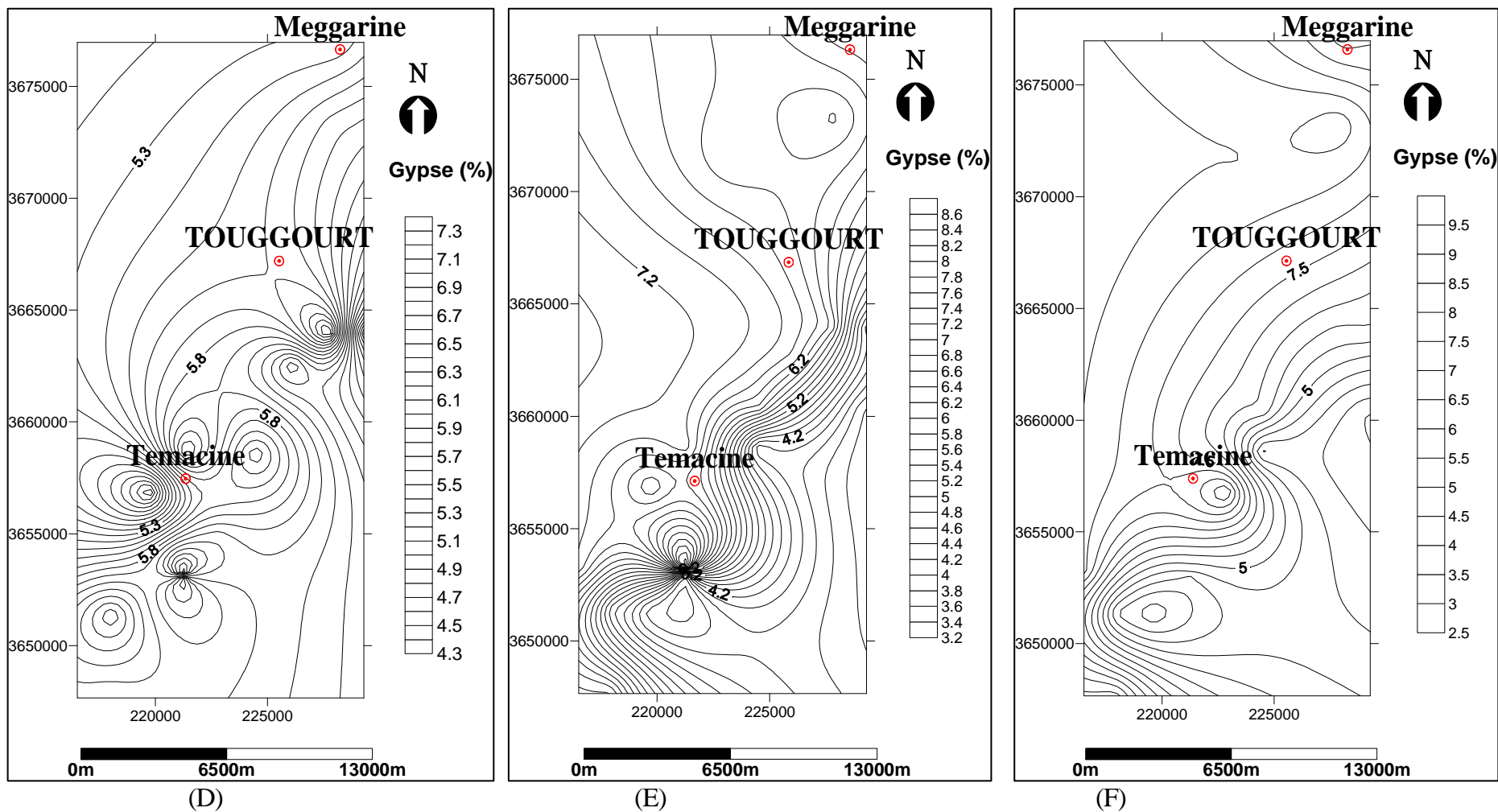


Figure 31. Cartes des iso-valeurs de Gypse du sol.

Selon les résultats obtenus, on observe que la couleur blanc représente le pourcentage de gypse sur le sol, on remarque que les trois horizons sont blanc, mais le taux de gypse est varié selon la profondeur, le taux de gypse sur l'horizon (80m-120m) plus que l'horizon (0m-80). Et selon (BARZADJI, 1973 in ABDESSELEM, 1999.) (Annexe 2), Le sol des six profondeurs est un sol légèrement gypseux

3.2. Taux de calcaire

3.2.1 Profil de calcaire moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XVI. Taux de calcaire du sol dans les stations d'études

sol profondeurs (cm)	Calcaire (%)		
	sec	humide	inondé
0-20	4,38	3,00	2,27
20-40	4,02	3,33	2,20
40-60	2,95	2,85	2,21
60-80	3,41	4,62	4,15
80-100	3,51	4,15	4,09
100-120	3,43	4,18	3,73

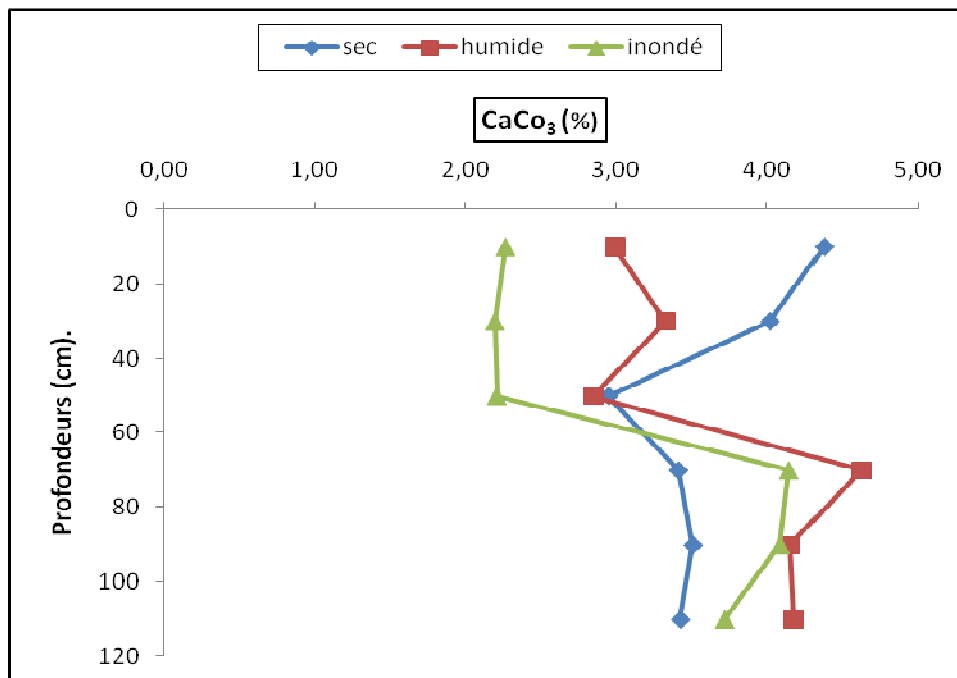


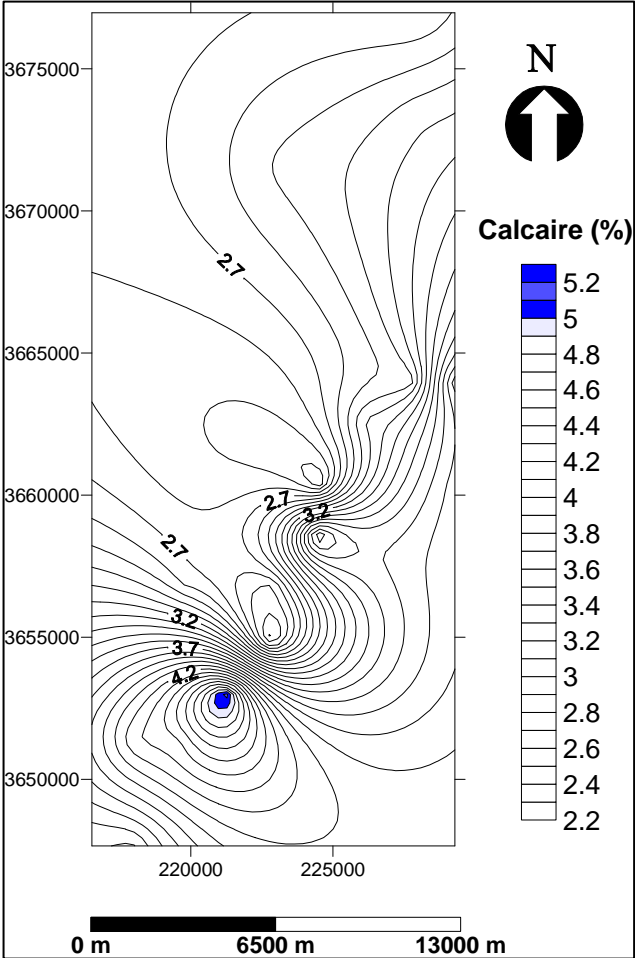
Figure 32 . Variations du taux de calcaire du sol dans les stations d'études.

A la lumière des résultats obtenus (fig. 32) (Table. XV), nous remarquons que le taux de calcaire est compris entre 2.27 à 4.38% dans les couches superficielles de toutes les stations d'études, et on remarque aussi une diminution vers l'horizon trois ($2,21 < \text{CaCO}_3 <$

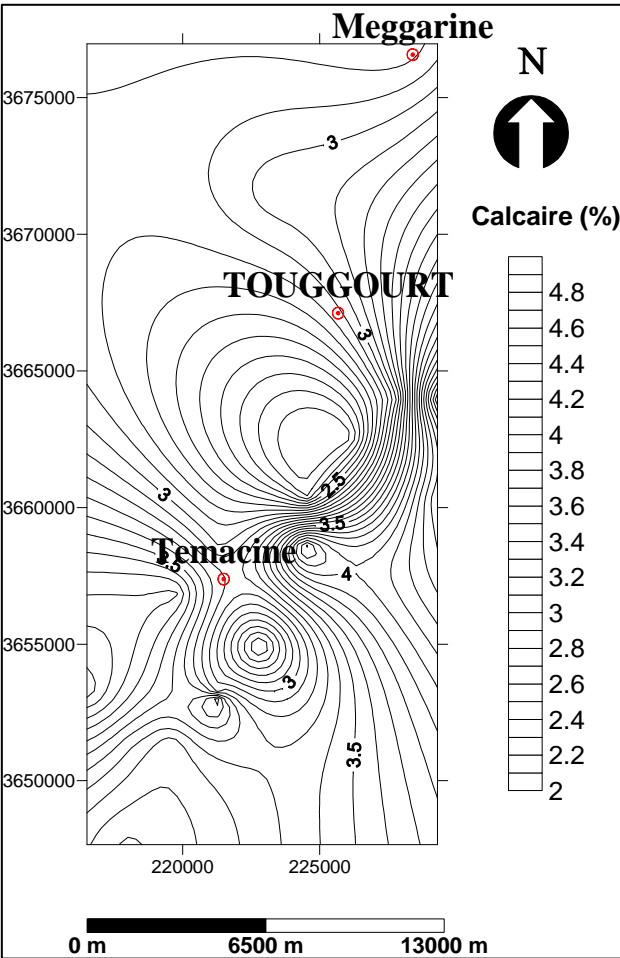
2,95), et après ça on observe l'augmentation de taux de calcaire vers les couches profondes 3,41 < CaCO₃ < 4,62.

Selon l'échelle de classification du calcaire (annexe 2), on peut classer les sols de toutes stations d'études, comme des sols peu calcaires. Il est compris entre 2.20 et 4.15% dans les stations inondés, entre 2.85 à 4.62 % dans les stations humides et entre 2.95 à 4.38% dans les stations sèches.

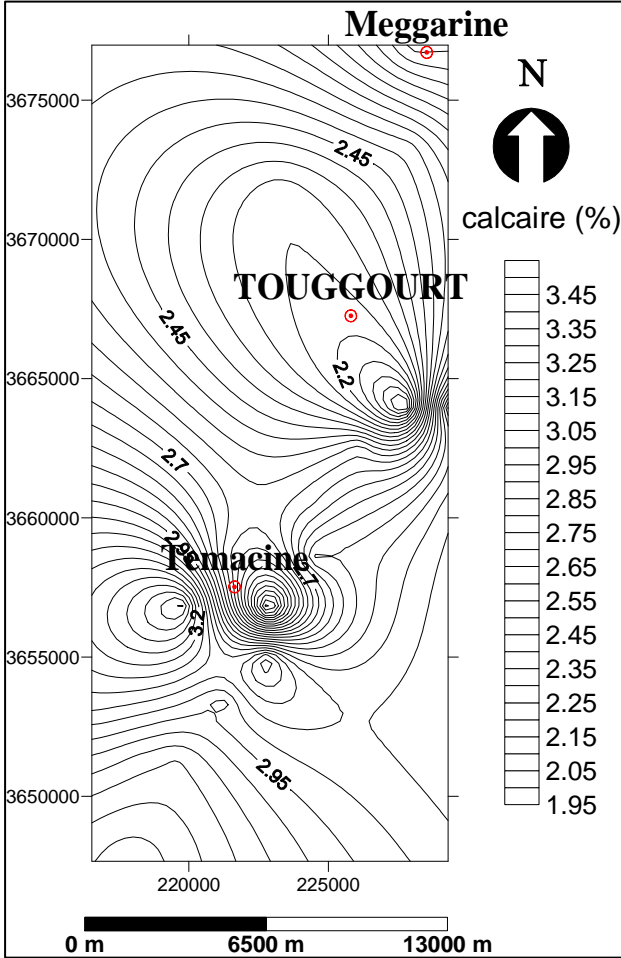
3.2.2 Variation spatiale de calcaire du sol



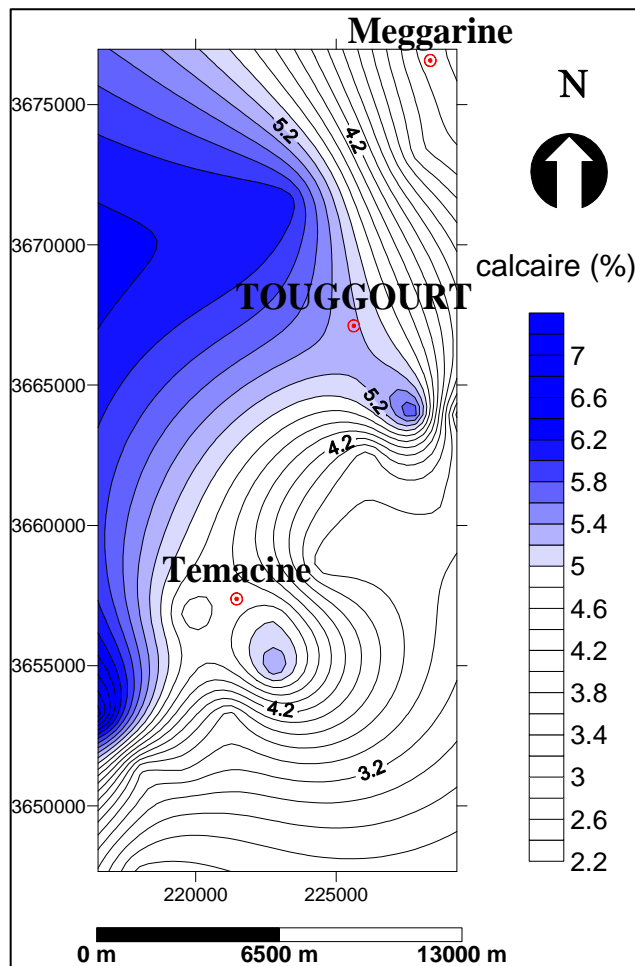
(A)



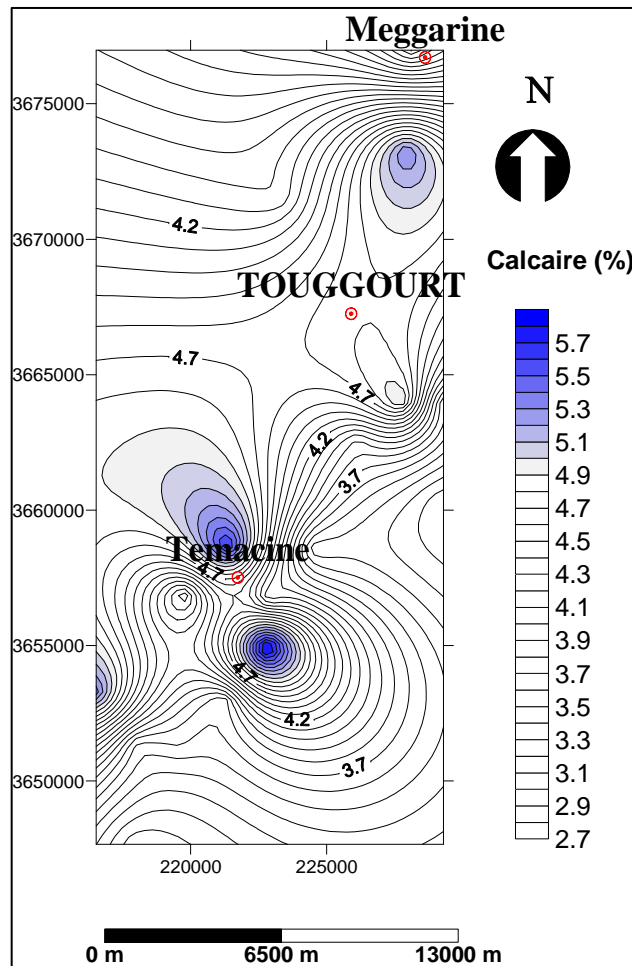
(B)



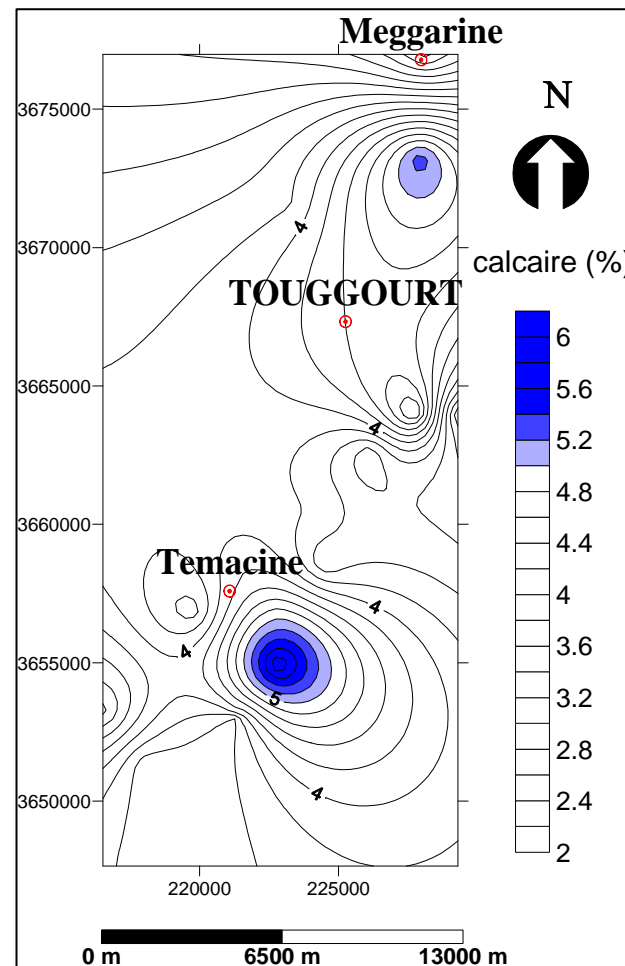
(C)



(D)



(E)



(F)

Figure 33 .Carte des iso-valeurs de Calcaire du sol.

Selon (BAISE, 1988) (fig.33), on observe que la couleur blanc est le sol peu calcaire, elle est repartis sur la plupart des cartes, et la couleur bleu est le sol modérément calcaire, elle est repartis sur le sol humide et inondée de profondeur (40m -120m) .et nulle sur la profondeur (0m-40m).a cause de fluctuation de la nappe phréatique. Donc la précipitation de calcaire

3.3. Matière organique

3.3.1 Profil de C.E. moyenne du sol dans les stations d'études

Tableau XVII. Taux de matière organique dans les stations d'études

sol profondeurs (cm)	M.o.(%).		
	sec	humide	inonde
0-20	0,58	0,58	1,60
20-40	0,90	1,25	1,24
40-60	0,85	1,28	1,46
60-80	1,02	1,13	1,77
80-100	0,97	1,29	1,49
100-120	0,90	0,88	1,76

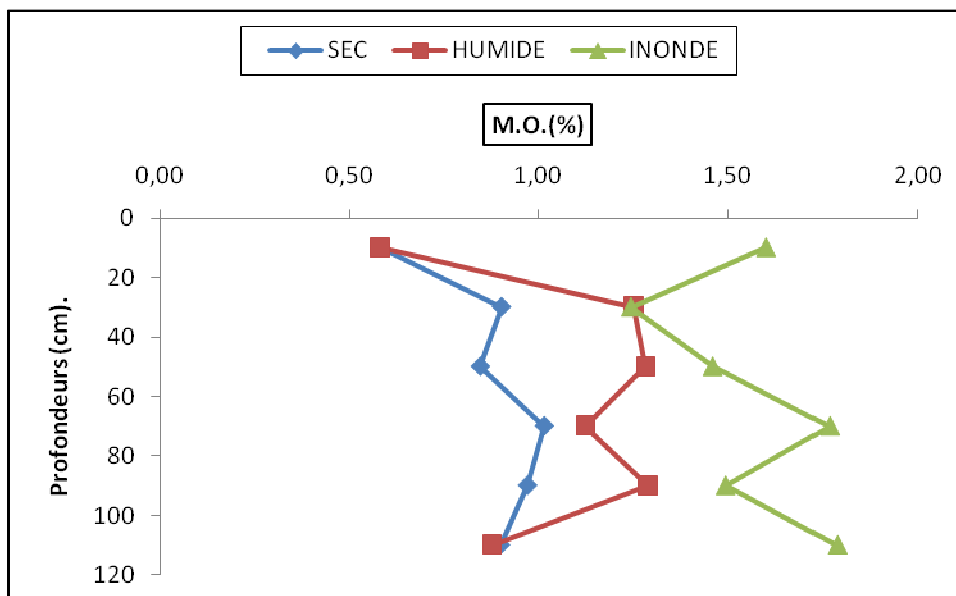


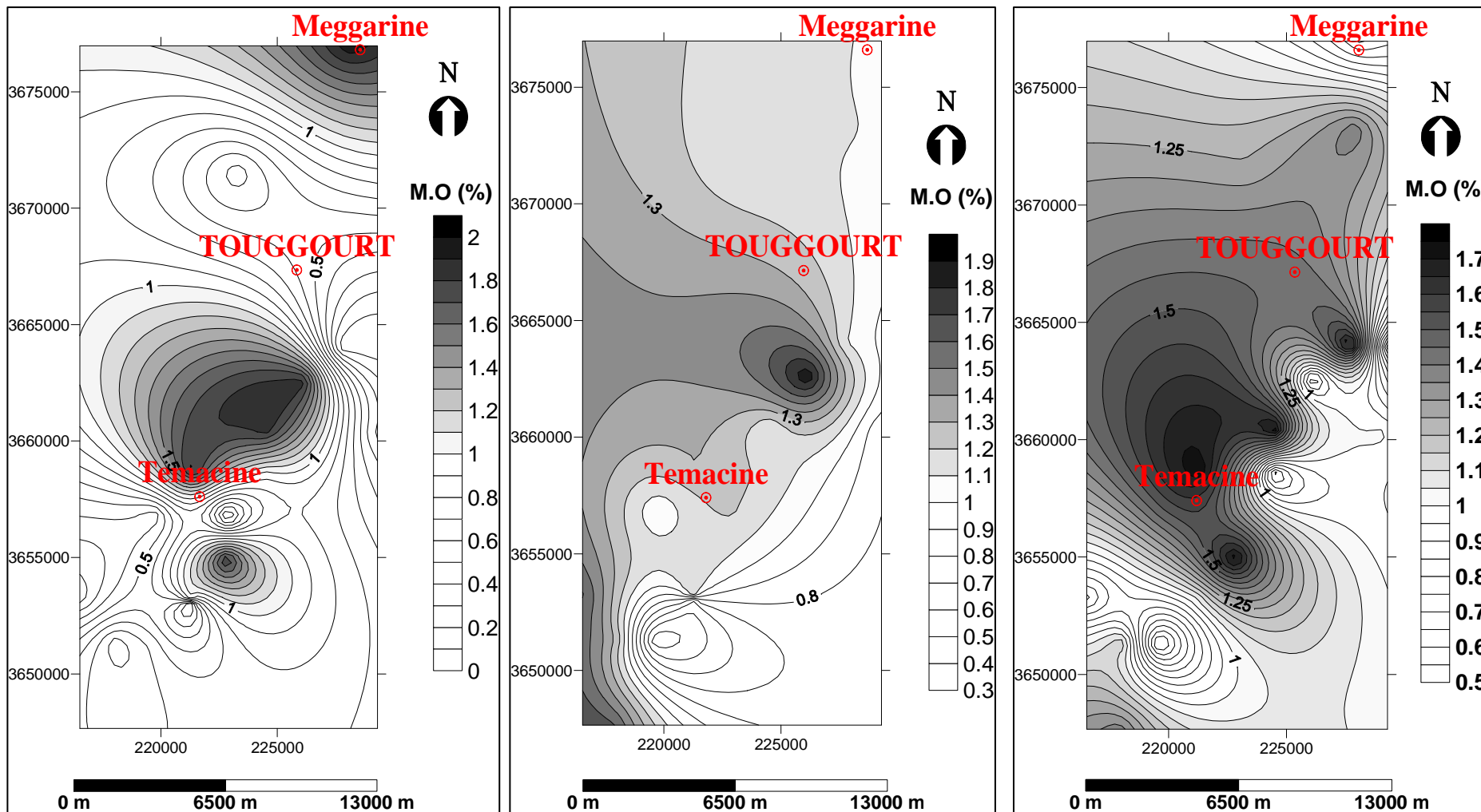
Figure 34 .Variations du taux de matière organique des sols dans les stations d'études.

A la lumière des résultats obtenus (fig. 34) (Table. XVI), nous remarquons que le taux de matière organique est compris entre 0.58% et 1.60% dans les couches superficielles de toutes les stations d'études. Toutefois, on remarque une augmentation excessive vers les couches profondes des stations sèches et humide grâce d'amendement des matières

organiques par l'homme. Mais, dans les stations inondées reste irrégulier et augmente vers la profondeur à cause dépérissement et dégradation racinaires des plantes.

Généralement le taux de matière organique reste faible à très faible dans tous les stations d'études (selon Mordon, 2001 in LABOUZ, 2005) (annexe 2)

3.3.2 Variation spatiale de matière organique. du sol



(A)

(B)

(C)

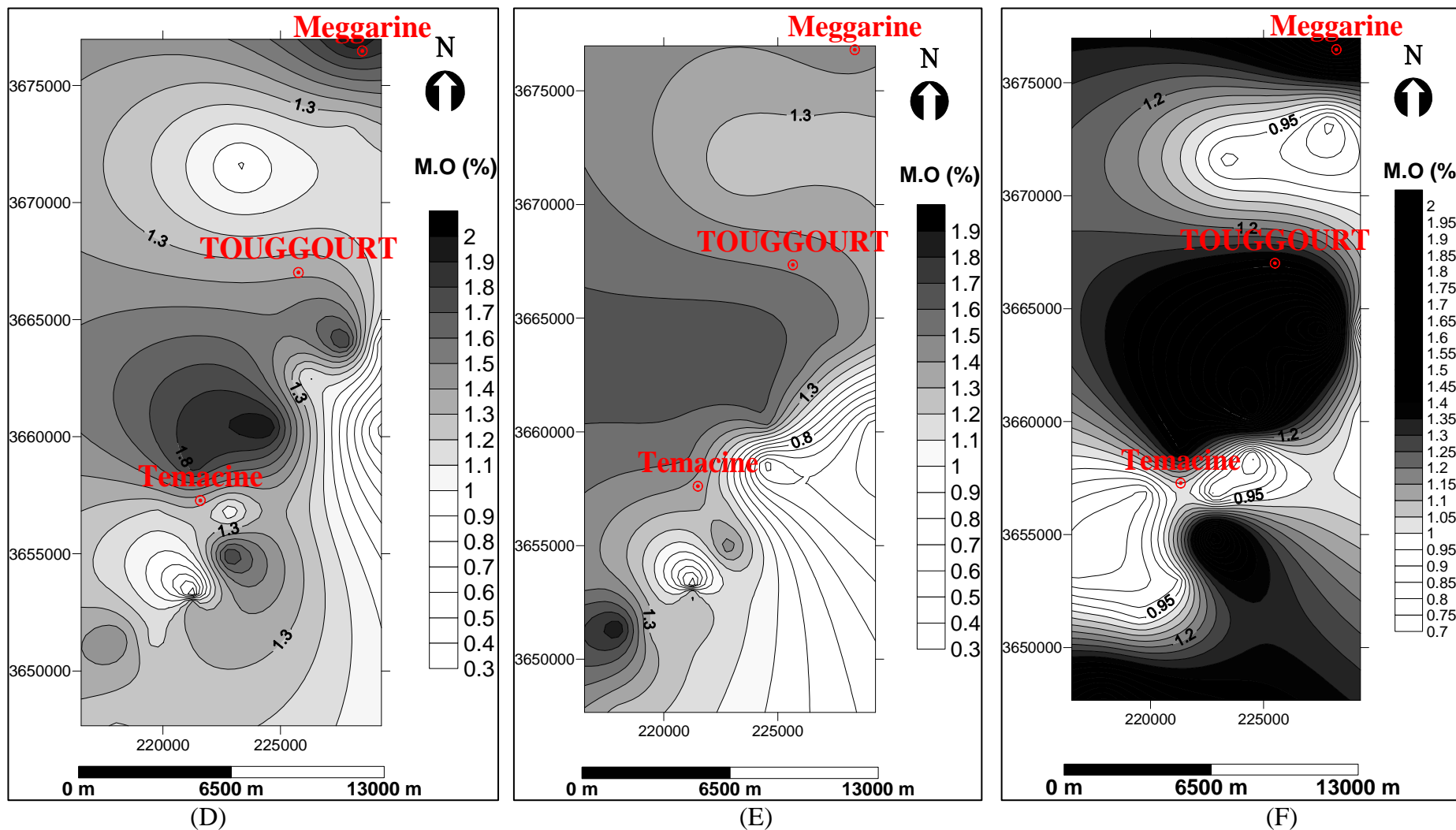


Figure 35. Carte des iso-valeurs de matière organique du sol.

D'après les trois cartes (fig. 35), on observe que le taux de M.O. est variable de faible à très faible (faible= couleur noir, très faible=couleur blanc), dans le premier carte on observe que le taux de M.O. est faible dans les stations inondées et très faible dans les stations humides et sèches, et augmente vers la profondeur dans les stations (humide et inondée) à cause de dégradation racinaires des plantes et l'amendement du matière organique par l'homme, mais en générale le taux de matière organique reste faible ne dépasse pas (2%).

Conclusion

L'étude de sol de nos stations d'études montre que le taux d'humidité est varié entre les stations. Il est élevé dans les stations inondées par rapport aux autres stations humides et sèches, à cause de la remontée de la nappe phréatique. Ces taux est diminuée en printemps dans toutes les stations. Les analyses granulométriques des sols de toutes stations sont formées principalement par la fraction de sable fin qui présente le pourcentage le plus élevé. Cet approvisionnement se fait par les biais du transport éolien et humain.

D'après les résultats analytiques, les sols des stations inondées sont très salés par rapport deux autres stations. Cette augmentation de la salinité est justifiée par l'augmentation de la salinité de la nappe et de l'évaporation.

Le pH du sol des toutes les stations d'études est alcalin à cause le sol est chargé des sels basiques.

Les sols de toutes stations d'études sont de peu à modérément calcaires.

De manière générale, les sols du Touggourt sont des sols légèrement gypseux.

Le taux de matière organique est très faible à faible dans la différente station (Mo >2%).

Les résultats d'étude spatiale des sols montrent que les stations inondées situées plus proches des habitats et présentent des problèmes de la remontée de la nappe phréatique et de salinité du sol, Cependant, dans les stations sèches qui se trouvent loin des habitats, elles présentent une nappe phréatique profonde, et la salinité faible par rapport deux autres stations, mais les stations humides se trouvent à la prolongation des palmeraies

Etude des pieds des palmiers dattiers

1. L'enracinement

- Dans les stations inondées la profondeur du début des racines est de 42,84 cm et fin en profondeur de 74,83 cm cela peut être expliqué par la présence d'une nappe phréatique proche de la surface du sol

- Dans les stations humides, la profondeur du début des racines est 50,24 cm la profondeur de fin des racines est de 114,94 cm. Mais dans les stations sèches, les niveaux du début des racines est 69,12 cm, mais la profondeur de fin des racines est supérieure à 124 cm. Cela peut être expliqué par l'absence de nappe phréatique dans les stations sèches, ce qui permet un bon développement des racines pour la recherche de l'eau (fig.36) (Table. XVII).

Tableau XVIII. Profondeurs d'enracinement dans les différentes stations

stations \ Longueur des racines	Début (cm)	Fin (cm)
stations secs	69,12	124
stations humides	50,24	114,94
stations inondés	42,84	74,83

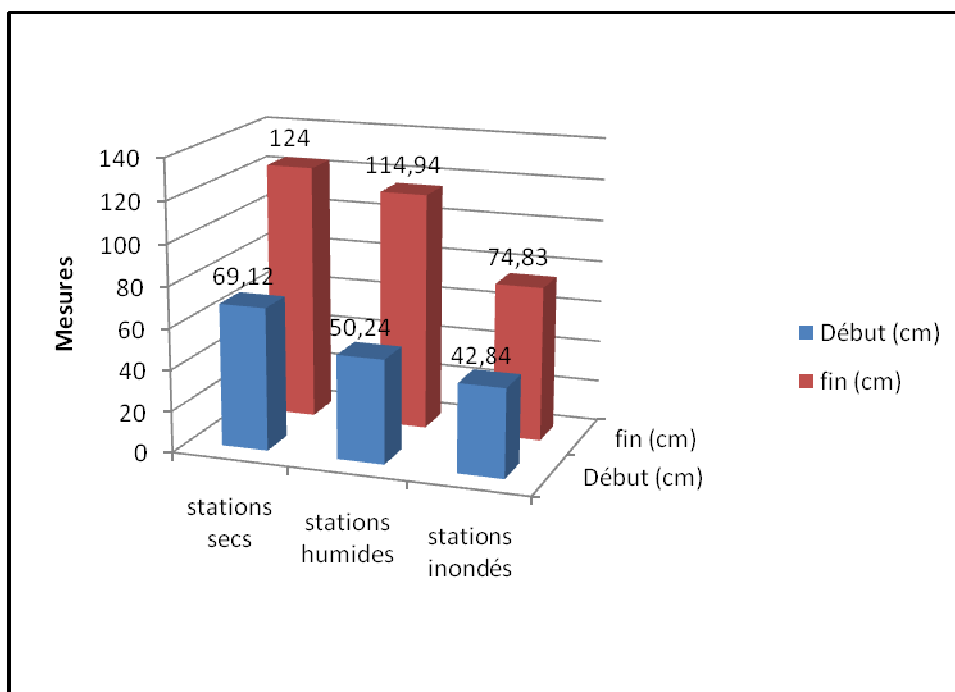


Figure 36. Profondeurs moyennes d'enracinement dans les stations d'études.

2. Les rendements

2.1 Nombre de régimes

Dans les stations inondées, les palmiers sont morts, cela s'explique par l'effet de la remontée de la nappe phréatique. Par contre, dans les stations humides, le nombre de régimes sont 7,88 régime / pieds, et dans les stations sèches, il est 16,87 régimes / pieds (fig.37) (Table. XVIII).

Tableau XIX. Les rendements des palmiers dans les différentes stations

stations	Rendemen	Nr	Rt(Kg/P)
stations secs		16,87	63,24
stations humides		7,88	25,22
stations inondés		0	0

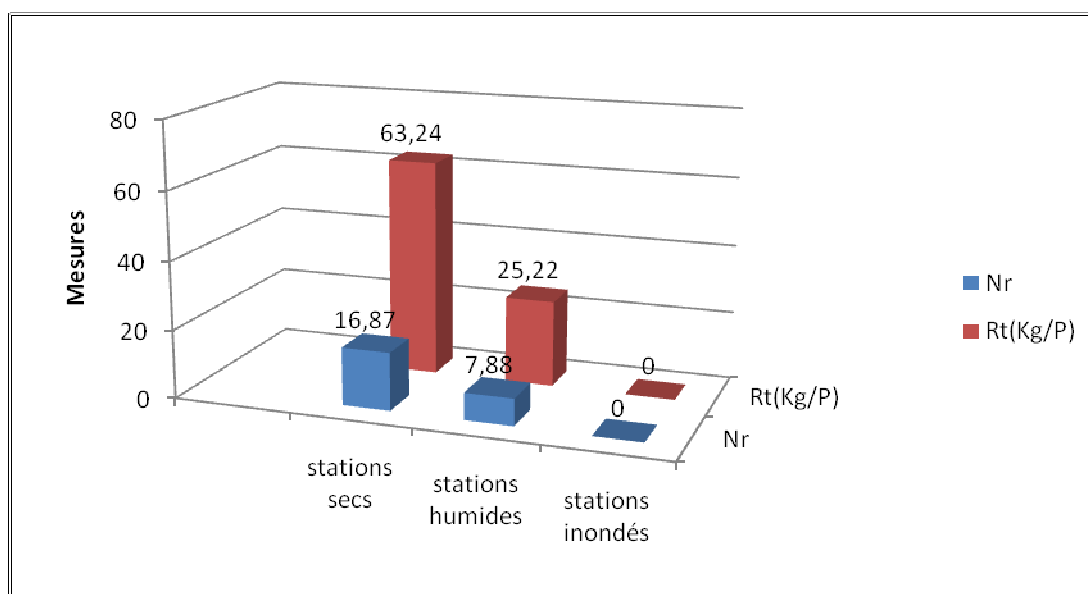


Figure 37. Rendements moyennes des palmiers dattiers dans les stations d'études.

3.2. Le rendement

La figure 37. Montre que le rendement total est nul dans les stations inondées et moyen (25,22 kg /pied) dans les stations humides, lorsqu'il existe le problème de la remontée de la nappe, avec la salinité du sol et de l'eau. Par contre, le rendement est (63,24 Kg /p) dans les stations sèches, lorsque les conditions sont favorables, avec une bonne qualité d'eau et de sol.

Conclusion

L'étude les caractères végétatifs des pieds de palmiers dattiers dans les stations d'études montre que :

- Le niveau du début des racines et le niveau de fin des racines est plus proche de la surface dans les stations inondés à cause de la présence de la nappe, mais dans les deux autres stations, ces niveaux est varient, selon le niveau de la nappe phréatique, le nombre de régimes est élevé dans les stations sèches, par contre, il est nul dans les stations inondés, est moyen dans les stations humides.
- Le rendement total est nul dans les stations inondés, et moyen dans les stations humides, et maximal dans les stations sèches, lorsque les conditions sont très favorable avec une bonne qualité de l'eau et du sol.). Donc, il y a une relation hautement significative négative entre le rendement et le niveau de la nappe phréatique. (Annexe 4).
- L'étude de la conséquence de la nappe phréatique sur l'enracinement montre que la nappe agit sur la profondeur de l'enracinement en fonction de son niveau, parce que les eaux phréatiques ont formé un obstacle hydrique contre le développement racinaire en la profondeur

1. Identification et répartition des espèces végétales dans les stations d'études.

Les espèces végétales qui existent dans nos sites expérimentaux, sont identifiées durant la période d'étude.

Tableau XX. Tableau de présence des espèces végétales dans les stations d'études.

familles	Espèces	A	s sèche	s humide	s inondée
Amaranthaceae	<i>Cornulaceae monocantha.D</i>	Cm	+	+	-
	<i>Salicornia herbacea.P</i>	S he	-	+	-
	<i>Salsola tetragona.D</i>	S te	+	-	-
	<i>Suaeda fruticosa.F</i>	S fr	-	+	-
Asteraceae	<i>Sonchus maritimus.C</i>	S ma	-	+	+
	<i>Sonchus olearaceus.F</i>	S ol	-	+	-
Caryophyllaceae	<i>Spergularia salina.D</i>	S sa	+	+	-
Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis.D ; C</i>	C ar	-	-	+
Fabaceae	<i>Medicago sativa.B</i>	M sa	-	+	-
Frankeniaceae	<i>Frankenia pulverulenta.L</i>	F pu	-	+	-
Joncaceae	<i>Juncus maritimus.V</i>	J ma	+	+	-
Malvaceae	<i>Malva parviflora..L</i>	M pa	-	+	-
Orobanchceae	<i>Cistanche violacea.F</i>	C vi	+	-	-
Plombaginaceae	<i>Limoniastrum guyonianum.B</i>	L gu	+	-	-
	<i>Limonium delicatulum.L</i>	L de	+	+	-
Poaceae	<i>Imperata cylindrica.L</i>	I cy	-	+	-
	<i>phragmites communis.T</i>	Ph co	-	+	+
Tamaricaceae	<i>Tamarix gallica.L</i>	T ga	-	+	-
zygophyllaceae	<i>Zygophyllum album.L</i>	Z al	+	+	-
13	19		8	15	3

A : Abreviation.

S : Station.

2. Caractérisation des espèces.

La caractérisation des espèces a été réalisée dans ces fiches.

Cornulaca monacantha (Amaranthaceae)

Nom vernaculaire : Hadd

Habitat : sols sableux, Regs argilo- sableux.
On le recensé hors palmeraie.

Description : arbrisseau élevé, très ramifié.
Feuilles alternes, dures.

Floure plongées dans une laine épaisse à l'aisselle des feuilles.

Usage : médicinale (Pharmacopée), pastorale.

Divers : plante psammophile.

Source : (QUEZEL et SANTA, 1962 ; OZENDA, 1983; CHEHMA, 2004).



Salicornia herbacée (Amaranthaceae) .

Nom vernaculaire : non trouvée.

Habitat : terrains salés bords des eaux.
A été recensé dans la palmeraie.

Description : plante très rameuses.
Tiges charnues, d'un vert sombre.
Feuilles épaisses petite ou plus ou moins concrescentes avec la tige. Feuilles charnues.

Usage : non trouvée.

Source : (DEYSSON, 1967 ; OZENDA, 1983).



Salsola tetragona (Amaranthaceae)

Nom vernaculaire : Belbel.

Habitat : terrain graveleux surtout sur les regs, steppes désertiques. On le recensé hors palmeraie.

Description : rameaux à quatre angles bien marqués. Feuilles opposées, courtes, écailleuses, grisâtres, très serrées portés sur un petit tubercule.

Usage : Intérêt pastorale.

Source : (QUEZEL et SANTA, 1962 ; OZENDA ,1983 ; CHEHMA, 2004; référence électronique (3)).



Suaeda fruticosa(Amaranthaceae)

Nom vernaculaire : souide.

Habitat : sol salé et humide dans les sebkhas et les palmeraies. A été recensé dans et hors palmeraie.

Description : plante extrêmement polymorphe, au point que les diverses branches d'une même buissonnent souvent suivant leur âge et leur position, un aspect très différent.

Feuilles complètement sessiles, étroites longues de 1 cm environ d'un vert sombre, noircissant en séchant.

Usage : fourragère, Intérêt pastorale (pour les dromadaires).

Source : (QUEZEL et SANTA, 1963 ; QUEZEL, 1965 ; OZENDA. 1983; CHEHMA, 2004).



Aethusa cynapium (Apiaceae)

Nom vernaculaire : non trouvée.

Habitat : jardins, champs.

Description : plante de 10-60 cm, glabre, rassemblant au persil, à feuilles plates. Tiges dressées, creuse, un peu glauques, sillonnées dans ses longueurs Rameuses. Feuilles alternes, de forme triangulaire ,2-3 fois complètement Devisée en segments allongés découpés en lobes aigus, d'un vert sombre. Fleures petites, blanches, réunies en ombelles terminales à 5-12 rayons inégaux Racine principale développée et allongée.



Usage: non trouvée Divers: plante annuelle et toxique, provoque des troubles digestifs'.

Source : (COUPLAN et STYNER, 1994).

Launaea nudicaulis (Asteraceae)

Nom vernaculaire : non trouvée.

Habitat : champs incultes et pâturage des régions sèches et désertiques et sur les terrains caillouteux.

Description : plante herbacée de 20 à 40 cm de haut présente à la base une rosette de feuilles allongées, bien découpées en lobes, bords de petite dents brillantes.

Du centre de la rosette partent des tiges très rameux, certaines couchées, d'autres plus ou moins dressées portant de nombreux capitules liguliflores disposés le long.

Feuilles en languettes sont jaunes.

Usage : fourragère, alimentaire, pâturage pour les chamelles

Source : (BENCHELAH et al, 2000)



Pulicaria inuloides (Asteraceae)

Nom vernaculaire : non trouvée

Habitat : Marais, Dayas, lieux humides.

Description : plante à capitules nombreux en grappes ramifiée; les achaines portent deux aigrettes de poils. Feuilles non ondulées sur les bords, à limbes plats, celles du bas de la tige très allongées, les autres sessiles et courtes. Tige très rameuse dans le haut, portant des capitules très nombreux non radies

Usage : fourragère.

Source : (ABBAYES et al, 1963; QUEZEL, 1965; OZENDA, 1983).



Sonchus maritimus (Asteraceae)

Nom vernaculaire : Rghime

Habitat : plante aquatique (marais, bords de rivières, fosses) on le recensé au bordure le seguia

Description : feuilles à la base, a une seul tige, fleurs au sommet, de couleur jaune, ouvertes avec l'apparition du soleil.

Usage : fourragère (connaissance des agriculteurs) .

Source : (OZENDA, 1983, QUEZEL et SANTA, 1963)



Sonchus oleraccus(Asteraceae)

Nom vernaculaire : tiffef, touffef.

Habitat : communes dans les champs et au voisinage des cultures et des lieux de passage

Description : plante annuelle, tiges dressées, creuses (OZENDA, 1983), feuilles moyennes, embrassant et a limbe divise en segments, dont le terminal est plus grand et triangulaire ; feuilles inferieures, a pétioles largement ailes, ligules jaunes, a chaines, brunâtres, rugueux, stries en travers (OZENDA, 2004).

Usage : Fourragère, alimentaire (salade).

Source : (OZEND 1983, BONNIER ,1986.).



***Spergularia Salina* (Caryophyllaceae)**

Nom vernaculaire : redjel djaja.

Habitat : un peu partout au Sahara septentrional.

Description : plante vivace, mais a racines ordinairement non renflées; graines aptères circonferance de la graine portant des papilles cristallines (OZENDA, 2004).

Usage : fourragère.

Source : (QUEZEL, 1965, OZENDA ,1983.).



***Convolvulus arvensis* (Convolvaceae).**

Nom vernaculaire : loway,lebena.

Description : plante vivace par des rhizomes blanchâtres (d = 2 a 3 mm), s'enfonçant profondément dans le sol, tiges rampantes qui s'élèvent en s'enroulant sur les végétaux voisins, feuilles glabres ou très peu velues, en forme de fer de flèche, fleurs généralement roses et parfois blanches, corolle en forme d'entonnoir, fruits a capsule, libérant des graines. C'est une mauvaise herbe.



A noter, les fleurs sont éphémères, ouvertes avec l'apparition du soleil et fanées avant même qu'il ait disparu.

Usage : médicinale, le sue de la tige et des feuilles a la dose de 1 g, et employer comme purgatif .

Source :(I .D.G.C. 1976, BENISTON et AIT HOMMOUDI, 1985, BONNIER , 1986).

***Medicago sativa* (Fabaceae)**

Nom vernaculaire : non trouvée

Nom vernaculaire : Fessa.

Habitat : terrains cultivées.

Description : plante de 10-30 cm, à tiges couchées. Fleure violets.

Fruits enroules en spirale et portant de petites épines.

Usage : fourragère.

Source : (OZENDA ,1983).



***Melilotus Indica* (Fabceae)**

Nom vernaculaire : fassate ELAgrave.

Habitat : sur les berges des canaux d'irrigation amenant l'eau non chargée en sel, se rencontrer dans les oasis à l'état sub spontané.

Description : fleur jaunes, très petites, en longues grappes dépassant nettement les feuilles et sa globe portant de forte nervures transversales, réunies en réseau.

Usage : non trouvée .

Source : (QUEZEL ,1965 ; OZENDA, 1983)

***Frankenia pulverulenta* (Frankeniaceae)**

Nom vernaculaire : meliha.

Habitat : terrains salées, humides, hauts plateaux et oasis du Sahara

Septentrional, méditerranéen

Descriptions Plante annuelle a tiges grêlés et étalées sur le sol. .Herbe verte ou rougeâtre).

Feuilles, plante; fleurs petites

(3 -4mm) a pétales dépassant peu les sépales, calice a cotes peu marque^ (OZENDA, 1983).

Usage : fourragère (connaissances des agriculteurs).

Source : (QUEZEL et SANT 1963, OZENDA ,1983).



***Juncus maritimus* (Joncacée).**

Nom vernaculaire : Smar.

Habitat : endroit humides, chotts, drains.
On la recensé à la palmerais et hors palmerais.

Description : plante de 3 à 10 dm, à couche traçante, s'ensachant difficilement. Tiges nues, terminées par une pointe raide qui surmonte l'inflorescence.

Feuilles portant toutes la souche, raides, dure et terminée en pointe.

Inflorescence d'une verte pale, lâche.

Usage : pastorale, artisanat (chapeaux, H'sir ...).

Source : (QUEZEL et SANTA, 1963 ; OZENDA 1983 ; CHEHMA, 2004).



***Malva parviflora* (Malvaceae).**

Nom vernaculaire : Khobyse.

Habitat : Champs cultivé.

On la recensé dans la palmeraie et hors palmeraie à la périphérie des serres.

Description : feuilles à limbe circulaire peu profondément denté. Corolles très petites dépassant à peine le calice, d'un blanc bleuâtre.

Usage: fourragère, médicinal (malades de la peau).

Source : (QUEZEL et SANTA, 1963)



Cistanche violacea (Orobanchaceae).

Nom vernaculaire : Danone

Habitat : sol sableux, lits d'oued. On la recensé dans la palmeraie et hors palmeraie.

Description : plante de 2 à 5 dm.

Fleurs bleues violettes, ainsi que toute la plante, corolle à tube s'évasant progressivement.

Usage : alimentation (la partie souterraine), médicinale (antidiabétique).

Source : (OZENDA, 1983)



Limoniastrun guyonianum (plombaginaceae).

Nom vernaculaire : Zita.

Habitat : Sebkha, terrain salé.

Description : arbuste élevé de 5 à 10 dm, à tiges très rameuse, portant des feuilles allongées étroites et épaisses.

Feuilles entières ou à peine dentées, grisâtre, charnu, et un peu coriaces.

Fleurs roses ou pourpres.

Usage : Médicinale, pastorale.

Source : (QUEZEL et SANTA, 1963 ; QUEZEL, 1965 ; OZENDA 1983.).



limonium delicatulum(plombaginaceae).

Nom vernaculaire : non trouvée

Habitat : : sebkhas , terrains salés ..

Description : plante élevée, de 3-9 dm, à rameaux de l'inflorescence aplaties et bordées d'ailes dans le haut.

Feuilles radicales larges ayant 5-7 nervures principales parallèles, pyramides lâches, à épillets. (OZENDA, 2004).

Usage : fourragère

Source : (QUEZEL, 1965 ; OZENDA 1983).



Aeluropus littoralis (poaceae).

Nom vernaculaire : Akriche.

Habitat : les terrains humides et un peu salés.

On la recense dans et hors palmeraie.

Description : plante à souche longuement rampant.

Tige dressées de 10 à 20 cm.

Feuilles courtes, raides et aiguës disposées sur deux rangs opposés.

Inflorescence dense, un peu lobée, dissymétriques, formée d'épillets de 3 à 10 fleurs.

Usage : Fourragère.

Source : (ABBAYES et al, 1963 ; OZENDA, 1983).



***Imperata cylindrica* (Poaceae).**

Nom vernaculaire : Diss .

Habitat : lieux humides surtout sablonneux.

A été recensé dans et hors palmeraie.

Description : espèce à rhizome longuement rampante.

Tige de 60 à 80 cm. feuilles étroites, raides aigues.

Inflorescence cylindrique, dense, blanche, soyeuse, épillets par deux l'un sessile, l'autre pédoncule, glumes rougeâtres portant de longs poils soyeux, glumelles inégales sans arêtes

Usage : Fourragère.

Source : (QUEZEL et SANTA, 1962 ; ABBAYES et al, 1963 ; OZENDA, 1983)

***Phragmites communis = Phragmites australis* (Poaceae)**

Nom vernaculaire : gossiba.

Habitat : bords des eaux, lits des torrents. A été recensé dans et hors palmeraie.

Description : plante à rhizome rampant, très ramifiée. Tiges nombreuses, élevées de 0.60 à 2 m, dures et luisantes. Feuilles glauques, à ligule courte et ciliée à limbe de plusieurs décimètres de long et large d'un pouce. Inflorescence grande, très étalée, brun-jaunâtre. Epillets très nombreux grand (1-2 cm) à glumes très inégales à axes sineux très velu, portant 4-10 fleurs à arête.

Usage : fourragère, industrielle.

Source : (QUEZEL, 1965 ; OZENDA ,1983 ; BONNIER, 1986)



Polygonum convolvulus=*Fallopia convolvulus* (Polygonaceae)

Nom vernaculaire : non trouvée

Habitat : champs cultivés autours des habitations. On la recensé dans la palmeraie et hors palmeraie.

Description : tige (longueur 15-100 cm) grimpante ou traînante. Feuilles triangulaires avec 2 lobes pointes à la base. Petite grappes de fleurs blanchâtres à rougeâtres au sommet des tiges et l'aisselle des feuilles. Floraison estivale.

Les grains germent à l'ombre des autours plantes dans les champs cultivés et s'enroulent autour des graminées.

Usage: non trouvée .

Source: (Référence électronique).



Tamarix gallica (Tamaricaceae).

Nom vernaculaire : tarfa.

Habitat : fréquent dans les terrains salés très commun dans tout le Sahara méditerranéen (OZENDA, 1983). Cosmopolite (OZENDA, 2004).

Description : les tamarix sont des arbres ou arbustes fréquents dans les terrains salés, ils sont caractérisés par de petites feuilles écailleuses, souvent imbriquées, donnant aux rameaux l' apparence de ceux de certains genévriers, les feuilles sont souvent ponctuées de minuscules trous correspondant a des entonnoirs au fond desquels se trouvent places les stomates et par où exsude un mucus contenant du sel et du calcaire, les racines sont en générale très développées, les fleurs petites forment des chatons de 3 a 4 mm de diamètre, les anthères apiculées, bractées, élargies à la base (OZENDA, 1983).

Usage: médicinale.

Source : (QUEZEL 1963 ; OZENDA, 1983.)



Zygophyllum album (zygophyllaceae)

Nom vernaculaire : Agga.

Habitat : terrain salées ou gypseux.

Répartition : on la recensé à la palmeraie et hors palmeraie.

Description : plante en petite buissons.
Feuilles composées, à deux folioles.
Pédoncule fructifère bien plus court que le fruit, la partie libre des carpelles sensiblement aussi longue que la partie soudée.

Usage : plante médicinale : Analgésique.

Sources : (QUEZEL et SANTA, 1963 ; OZENDA, 1983).



1. Densité des espèces végétales dans les stations d'études :

Les résultats obtenus, d'après la (fig. 38), concernant l'évaluation du degré de densité des espèces des trois stations :

$$\text{Densité(\%)} = \frac{\text{nombre d'individus d'une espèce}}{\text{nombre totale d'individus de toutes les espèces}} \times 100$$

❖ Dans les stations inondées :

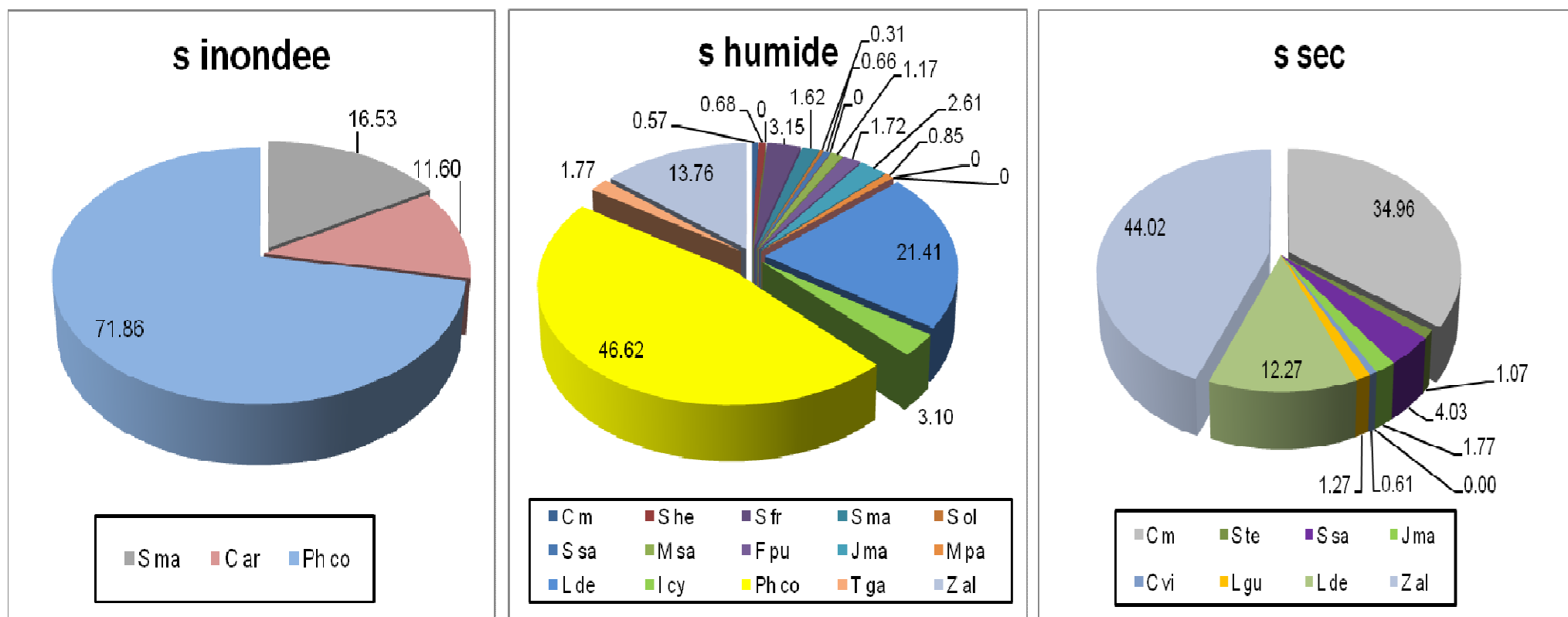
La densité varie entre 11,6 % et 71,86 % dont le maximum est obtenu par les *phragmites communis* (71,86 %), suivi par *Sonchus maritimus* (16,53%), et le minimum par *Convolvulus arvensis* (11,6 %) (fig. 38).

❖ Dans les stations humides :

Les *phragmites communis* est l'espèce qui présente la densité la plus élevée, avec (46,62 %) suivie de *Limonium delicatulum* (21,41%) et le minimum par *Sonchus oleraceus* (0,31%) (fig.38).

❖ Dans les stations sèches :

Le *Zygophyllum album* est l'espèce la plus abondante (44,02 %), suivi de *Cormulaca monacantha* (34,96 %) et le minimum par *Cistanche violacea* (0,76 %).



S : station

Figure 38. Densité moyenne (%) des espèces dans les stations d'études.

2. Le taux de recouvrement des espèces végétales dans les stations d'études :

D'après la (fig. 39) nous avons constaté que :

❖ Dans les stations inondées :

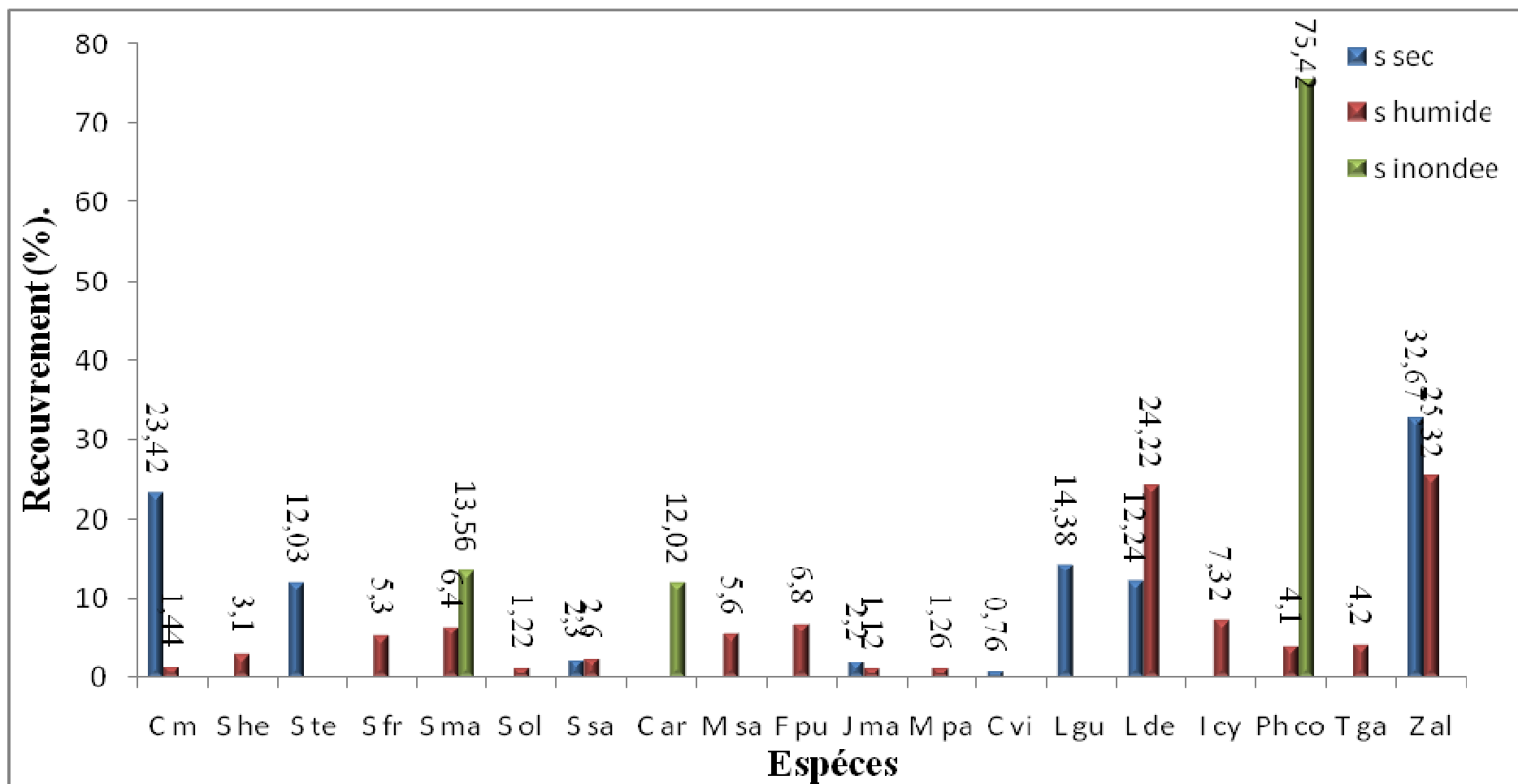
L'espèce qui présente le fort taux de recouvrement est le *phragmite communis* (75,42 %), suivi de *Sonchus maritimus* (13,56 %), et de *Convolvulus arvensis* (12,02%).

❖ Dans les stations humides :

Les espèces à haut taux de recouvrement sont : *zygophyllum album* (25,32%), et *Limonium delicatulum* (24,22%), et l'espèce à faible taux de recouvrement sont : *Juncus maritimus* (1,12 %).

❖ Dans les stations sèches :

Le *zygophyllum album* est l'espèce à haut taux de recouvrement (32,67 %), et *Cornulaceae monocantha* (23,42 %), et l'espèce à faible taux de recouvrement sont : *Cistanche violacea* (0,76 %)



S : station

Figure 39. Taux de recouvrement moyen des espèces dans les stations d'études.

3. Dominance des espèces végétales dans les stations d'études :

A la lumière des résultats la fig. 40, nous avons remarqué :

❖ Dans les stations inondées :

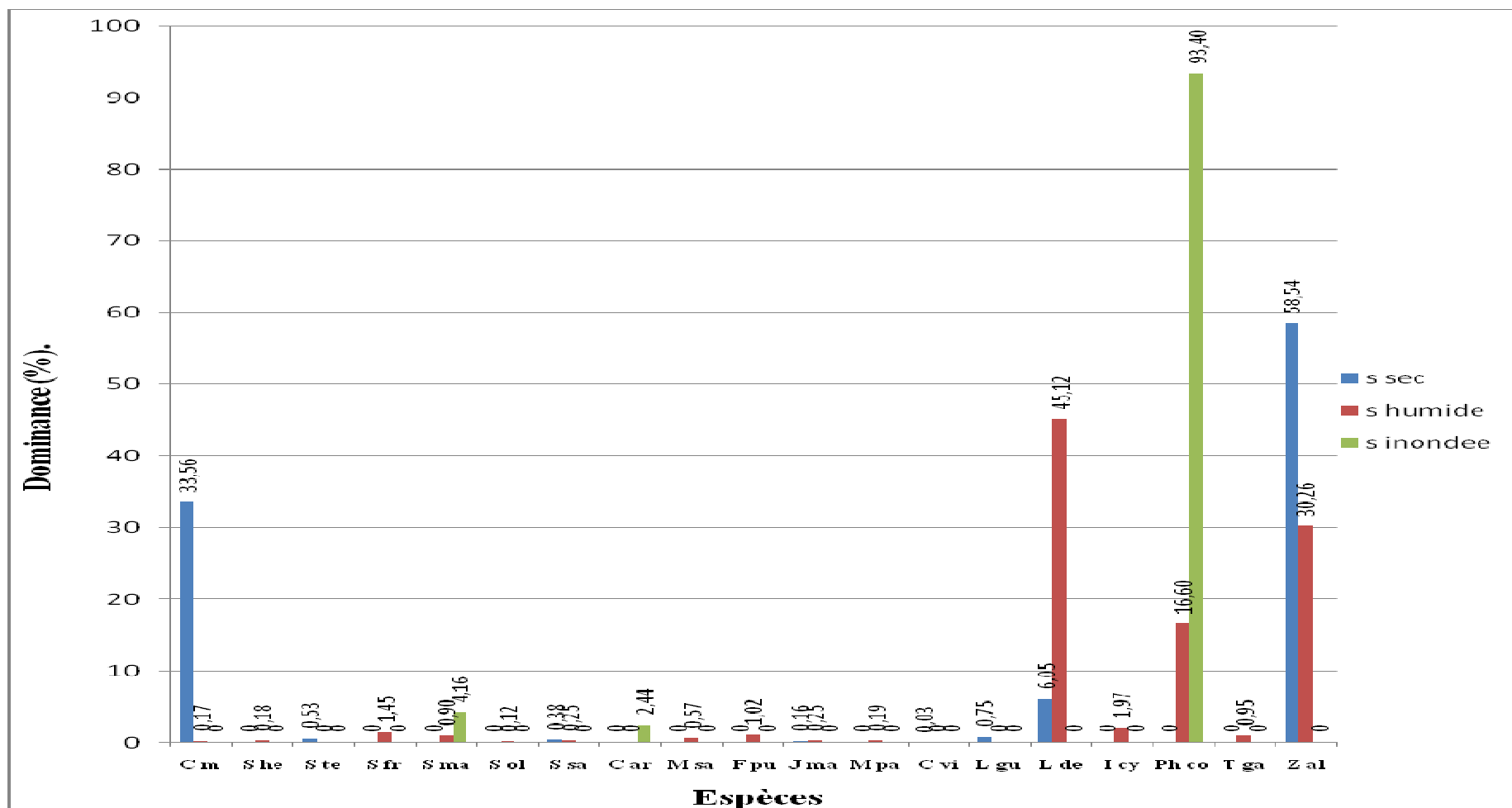
L'espèce qui présente le fort degré de dominance est le *phragmite communis*, avec (93,40 %) ; suivi par l'espèce de *Sonchus maritimus* avec (4,16 %) ; mais l'espèce avec la plus faible dominance dans ces stations est *convolvulus arvensis* (2,44 %).

❖ Dans les stations humides :

Dans ce cas de ces stations, nous avons enregistré que l'espèce le plus dominé est *Limonium delicatulum* avec un 45,12 %. Suivi par *zygophyllum album* avec un 30,26 % et le plus faible taux de dominance est *Sonchus olearaceus* 0,17%

❖ Dans les stations sèches :

Au niveau des stations sèches nous avons remarqué que le taux de dominance varient entre (58,54 %, et 0,03 %) et l'espèce avec le plus de dominance dans ces types de station est le *zygophyllum album*, avec 58,54 % , mais la plus faible dominance est le *Cistanche violacea*, avec 0,03 %



S : station

Figure 40. Dominance moyenne des espèces dans les stations d'études.

Conclusion

L'étude du peuplement végétale montre que le nombre total des espèces dans l'ensemble des zones d'étude est 25 espèces répartie sur (16) familles dont les plus importantes sont : *Amaranthaceae* et *Asteraceae*.

Dans les stations d'études nous avons recensé 3 espèces dans les stations inondées, 15 dans les stations humides et 8 espèces dans les stations sèches.

Dans les stations inondées et humides nous avons enregistré que l'espèce à haute densité est *Phragmites communis*, et dans les stations sèches nous avons remarqué que *Zygophyllum album* est l'espèce qui montre la densité la plus élevée.

Les degrés de recouvrement des espèces dans les stations d'étude indiquent l'espèce de *Phragmites communis* dans les stations inondées et *zygophyllum album* dans les stations sèches et humides.

Dans les stations d'études l'espèce qui est la plus dominante est le *Phragmites communis* dans les stations inondées, l'espèce de *Limonium delicatulum* dans les stations inondées et les stations sèches *Zygophyllum album*.

A la lumière des résultats obtenus par l'étude des relations entre la nappe phréatique-sol-végétal, nous avons remarqué que dans les stations inondées, sont caractérisés par les nappes phréatiques superficielles, salées et sol très humide, très salée, légèrement gypseuses, modérément calcaire et prédomine de l'espèce *Phragmites communis*. Donc ce milieu est préféré l'espèce hydro-halophile.

- On remarque aussi, qu'il y a une étroite relation hautement significative (annexe 4) positive entre les *Phragmites communis* et *Sonchus maritimus* et *Convolvulus arvensis*.

Mais dans les stations humides, nous avons remarqué une prédominance des espèces *Zygophyllum album* et *Phragmites communis* et *Limonium delicatulum*. L'étude de relation montre que ces espèces préfèrent les zones de nappe phréatique moyennement profonde et salée et sol moyennement humide, salée, alcalin. Donc nous avons remarqué que dans les stations humides prédominance des espèces hydro-halophiles et hygrophiles.

Dans les stations sèches, nous avons remarqué que l'installation des espèces halophiles et quelques espèces xérophiles comme *Cornulaceae monocantha* et *Limonium guyonianum* et on remarque aussi que l'espèce de *Zygophyllum album* est la plus dominante.

Conclusion générale

La présente étude relative à « contribution l'étude spatiale de la remontée de la nappe phréatique, problèmes posés et conséquences sur l'écosystème oasien dans la région de Touggourt ». Ces études de relations nappe phréatique – sol – les plantes (palmier dattier et plantes spontanées), a pour but de mettre en évidence la répartition et les effets, de la remontée de la nappe phréatique sur la qualité du sol et le développement du palmier dattier et la répartition des ensembles des espèces spontanées dans la région.

Au terme de ce travail, il ressort que :

Dans les stations inondées, présentent une nappe superficielle très salée, alcaline, avec un sol très humide et très salé, légèrement gypseux et peu ou modérément calcaire.

Les stations humides se caractérisent par une nappe phréatique moyennement profonde et salée, et un sol moyennement humide, salé, alcalin et aussi légèrement gypseux et modérément calcaire.

Dans les stations sèches, nous avons enregistré, que le niveau de la nappe phréatique est profonde, salée, avec un sol peu humide, peu salé, alcalin, légèrement gypseux et modérément calcaire. Donc il ya de relation hautement significative positive entre le niveau de la nappe phréatique et son salinité globale et la salinité globale du sol.

La nappe phréatique a subi au printemps un rabattement important par rapport à l'hiver, avec une augmentation de la salinité de l'eau dans toutes les stations

L'étude du sol montre que l'augmentation de la salinité est causée par la salinité élevé de la nappe phréatique

Les analyses granulométriques du sol montre que les sols de Touggourt sont formés principalement par les fractions de sable fin.

En général, les sols du Touggourt, présentent une teneur de matière organique faible à cause de la perméabilité du sol.

L'étude spatiale de la remonté de la nappe phréatique et du sol montre que les stations inondées proches des habitats, présente les problèmes de remontée de la nappe phréatique, de salinité du sol et des eaux, Cependant, dans les stations sèches qui se trouvent plus loin des habitats, elles présentent une nappe phréatique profonde qui favorise, un bon état des palmiers et une favorable croissance de palmiers dattiers, rendements élevés, traduisant une meilleure quantité de récolte.

L'étude des palmiers dattiers dans les stations montre que :

-Dans les stations inondées, les pieds de palmiers dattiers se caractérisent par un niveau du début des racines et le niveau de fin des racines est plus proche de la surface du sol. Le nombre des régimes et le rendement sont nul. La dégradation des pieds est causée par l'asphyxie des racines, enregistrées par la remontée de la nappe phréatique.

-Dans les stations humides, nombre de régimes et rendement sont moyens

-Dans les stations sèches, les rendements des pieds, sont très bon, lorsque les conditions sont très favorables (qualités des eaux et des sols

L'étude du peuplement végétale montre que dans les palmeraies inondées une dominance des espèces *Phragmites communis* (densité, recouvrement, dominance). Cette espèce préférant les zones saturées des eaux phréatiques, très salées, donc c'est une plante halophile et hydrophile. Dans les palmeraies humides nous avons remarqué l'espèce à haute densité est les *Phragmites communis* et l'espèce ayant le plus fort taux de recouvrement est les *Zygophyllum album*.

Dans les palmeraies sèches, nous avons remarqué que l'espèce, ayant plus fort plus (densité, recouvrement, dominance) est *Zygophyllum album* cette espèce préfère les sols salés, une humidité faible, donc c'est une plante halophile.

La présente d'étude montre également qu'il ya une variation spatiale floristique qui reste liée au phénomène de la remontée des eaux, au niveau de la nappe phréatique, sa salinité, l'humidité, la salinité du sol.

La dégradation des pieds de palmiers dattiers et la répartition de certaines espèces peuvent être considérés comme espèces indicatrice du phénomène de la remontée et de la dégradation des sols et des eaux phréatiques dans la région du Touggourt.

D'après les résultats obtenus dans les stations d'études, il semble que la région Touggourt (Oued-Righ) souffre d'hydromorphie, de la salinisation des eaux, des sols et des problèmes de croissance racinaire, qui ont effet négatif sur l'écosystème oasien à travers la chute de rendement, l'asphyxie racinaire, décroissance de palmiers dattiers et tendance des plantes à la salinisation (plantes hydro-halophile) donc, ces plantes remplace les plantes locales. Les solutions proposées pour lutter contre ce phénomène sont :

- l'entretien des drains et le canal de Oued-Righ essentiellement, à travers l'application réelle des plans d'études de l'assainissement de canalisations de Oued-Righ.

- lutte contre les fuites des réseaux d'assainissement et des eaux potables.

-L'implantation des arbres comme l'eucalyptus : c'est une pompe magistrale qui consomme de 200 à 500 litres par jour.

- Exploitation et gestion rationnelle des ressources hydriques.

- Diffusion de la culture environnementale pour sensibiliser les habitants sur l'importance des ressources naturelles (notamment l'eau) et sa préservation pour un développement durable.

Référence bibliographique.

1. **A.N.R.H., 1999.** Rapport d'agence Nationale des ressources hydriques en 1999, P. 46.
2. **A.N.R.H., 2005.** Situation de la phoeniciculture dans la région de Oued-Righ, Touggourt, p 14.
3. **AUBERT G., 1978.** Méthodes d'analyse de sol. Edit C.R.C.P., Marseille, 189 p.
4. **BAISE D., 1988.** Guide des analyses bilan hydrique de la vallée de Oued-Righ
5. **BERRITIMA., A et BENOMANE., A. 2006.** Etat de l'environnement dans la région de Touggourt : Les principales pollutions (eau , aire, sol et déchets solides) et leurs impacts, mémoire Ing . Université de Ouargla, 40-46 p.
6. **BONNIER G., 1986.** Plante médicinale, plante mellifères, plante utiles et sensible.Ed.Belu-is, 64P.
7. **CALLOT G., CHAMAYO H., MAERRETEN S. et SALSAC L., 1982.** Mieux courantes en pédologie (choix, expression, présentation et interprétation) I.N.R.A., Paris, 172p.
8. **BENHAMIDA et TALBI., 2004.** Essai de calcule de comprendre les interactions sol-racine, incidence sur la nutrition minérale Ed. INRA, Paris, 305 P.
9. **CHALBAOUI M., 2000.** Vulnérabilité des nappes superficielles et subaffleurentes du sud –ouest tunisien, Rev. Sécheresse.11(2), P 85-91.
10. **CHEHMA A., 2004.** Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Université de Ouargla, Laboratoire de protection des écosystèmes. Ouargla, 148P.
11. **CHEVERRY C., 1972.** Exemple d'application des travaux de L'U.S. « Salinity laboratory » (1963-1968) sur l'alcalinisation des sols soumis à l'action des eaux bicarbonatée.
12. **COTE M., 1998.** Des oasis malades de trop d'eau, Rev. Sécheresse. 9(2). p, pp 123- 124.
13. **DADDI BOUHOUN M., SAKER M. L. et BRINIS L., 2005.** Etude de l'impacte de la remontée de la nappe phréatique sur la salinisation des sols des palmeraies de la cuvette Ouargla. Séminaire national sur l'oasis et son environnement : un patrimoine à préserver et promouvoir, université de Ouargla, les 12 et 13 avril, p 58.
14. **DADDI BOUHOUN. M., 1997.**Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une régions saharienne. Cas de Mzab, Thèse magister. INA Alger.178P.
15. **DOUADI A., 1996.** Evaluation de la variabilité intra et inter cultivars du palmier dattier dans les régions de Ouargla, Oued Righ et Oued Souf. Mém. Ing. Agro. ITAS. Ouargla, 49 p.
16. **DUBOST D., 1991.** Ecologie aménagement et développement agricole des oasis Algériennes. Thèse Doctorat. Université François Rabelais tours, 549p.
17. **DURAND J., 2003.** Hydrophyte, Sols irrigables, étude pédologique, ED, BOUDIN. Paris, P 384.
18. **D.S.A., 2004.** Statistiques agricoles de la région de Ouargla . Rapport annuel. Page 66.

19. **Encyclopédie Encarta.**, 2003. Paris, France, CD-ROM.
20. **FAURIE C.FERRA C**, MEDORI P et DEVAUX J .1998.écologie, approche et pratique, Paris, 339p.
21. **FRONTIRE S. et PICHOD –VIALE .**, 1998.Ecosystème, fonctionnement, évolution, n°2 ED.DUNOD. Paris, 472 p.
22. **GAUCHER et BURDIN .**, 1974. Géologie, Géomorphologie et hydrologie des terrains salés Ed. Puf . Paris, 231P
23. **GOUNOT M.**, 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson, 7ème, Paris, 314.P.
24. **HALILAT M T**, 1998. Etude expérimentale de sable additionné d'argile, Thèse DOC ., INA . Paris ,384 p.
25. **HAMDI –AISSA A .**, 2001 . Séminaire internationale sur l'écodéveloppement durable en zones arides et semi arides, Ghardaïa les 6-7-8 février 2001, 438 p
26. **I.N.R.A.A.**, Situation de la phoeniciculture dans la région de Oued-Righ, Touggourt, p 14.
27. **HAROUNA S.**, 2001 .Etude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur la salinisation des sols sous palmeraies à Ouargla, 91 p
28. **KASSAH A.**, 1998. Eau et développement agricole au Sahara maghrébin : enjeux, conflit et arbitrages. Rev. Sécheresse. 9 (2), 101 p
29. **KEDDADRA . Y (1991)** : Caractérisation et évolution des sols de Ghout El-oued, caractérisation des accumulations forme de gypse. Mémoire ingénieur agronomie I.N.A. ELHARRACH. Alger. 110P.
30. **KHOUKHOU S. et MIHNA .I.**, 2004. Contribution à l'étude de la flore des sols salés à Ouargla, mémoire Ing .Université de Ouargla, 120p.
31. **LECLECH B**, 2000. Agronomie des bases aux nouvelles orientations, ED, ISBN. Paris. 339p
32. **LECLERC C.**, 1999. Ecophysiologie végétale .ED. ISBN., Paris, 277 p.
33. **LEMAISSI K.**, 2003. L'étude de l'impact des accumulations gypseuses et des eaux phréatiques sur l'enracinement du palmier dattier « Deglet Nour ». Mémoire Ing., Université de Ouargla , 123 p.
34. **LOVE A.**, 1986. Les oligo-éléments en agriculture, Ed. ISBN., 189 p.
35. **MAATTOUI MEH.**, 2001. Sodiale : un acide organique pour la correction des problèmes de la salinité du sol et des eaux salés. Séminaire nationale sur la problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconvention. SIDI BEL ABBES, ALGERIE, 437p.
36. **MAZOYER M.**, 2002 Larousse agricole, Ed. ISBN, Paris, 58 p.
37. **M.R.E...**, 2005. Ministre des ressources en eau, République Algérienne Démocratique et Populaire. B.G., CD-ROM.
38. **MUNIER P.**, 1973. Le palmier dattier. Edition MAISNEUVE et LAROSE paris, 221p.

39. **NETTARI., A et ROUAS., 2005.** Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique sur les plantes halophiles, mémoire Ing. Université de Ouargla, 102p
40. **OMEIRI N., 1994.** Contribution à l'étude de la dynamique saisonnière des sels solubles dans la cuvette de Ouargla, Mémoire Ing., université de Ouargla, 72p
41. **O.N.M., 2008.** Données climatiques de région Touggourt.
42. **OULADABDI M., 1997.** Lessivage des sels solubles dans un sol sableux amendé par la BENTONITE de Maghina, Mémoire Ing., 74 p.
43. **OZENDA P., 1983.** Flore du Sahara, 2ème édition, Ed. Centre nationale des recherches scientifiques, Paris, 622 p.
44. **OZENDA P. 2004.** Flore du Sahara, Ed. Centre nationale des recherches scientifiques, Paris, 622 p.
45. **PEYRON G., 2000.** Cultiver le palmier dattier. Ed. ISBN, Paris, 110 p.
46. **RAHMANI C., 2000.** Rapport sur l'état de l'avenir de l'environnement, Alger 24-25 p.
47. **REMINI B. (2004)** La remontée des eaux dans la région d'El-Oued. Revue vecteur environnement .Canada, Mai 2004. 6p.
48. **RUELLAN I., 2003.** Sols à croutes, Encyclopaedia universalis, version N°9, Paris, 4p. CD ROM.
49. **SANAA A., 1991.** Influence du phospho-gypse sur les propriétés chimiques d'un sol salé dans l'exploitation de l'I.T.A.S. de Ouargla. Mém. Ing., I.T.A.S. Ouargla, 55 p.
50. **SAKER M L., 2000.** Les contraintes des patrimoines phoenicicoles de la région de l'Oued-Righ et leurs conséquences sur la dégradation des palmeraies Problèmes posés et perspectives de développement. Thèse Doc. Université Louis Pasteur, Strasbourg.
51. **SERVANT J. M., 1966.** Les bases de la production végétale, tome 1 .Le sol et son amélioration, 23ème Ed. C.S.T.D., N°30, Rabat, pp, 13-15.
52. **SOLTNER D., 1989.** Les bases de la production végétale. Tome 1 ; le sol. 17^{ème} édition C.S.T.A. Angers, 468p.
53. **SOLTNER D., 2003.** Les bases de la production, tome 1 ; La plante. Ed S.T.A., p 304
54. **TOUTAIN G., 1979.** Eléments d'agronomie saharienne, de la recherche au développement, 4ème trimestre, Paris ,472 p.
55. **TREMBLIN G., 2000.** Comportement autoécologie de halopephis amplexicaules : plante pionnière des sebkhas de l'ouest algériens, Rev .Sécheresse 11 (2). Pp 109-16.
56. **VIENNOT-BOURGIN., 1960.** Rapport du sol et de la végétation, Ed. MASSON .Paris, 179 p
57. **Zella L., 2006.** Peut-on rendre l'âme aux oasis algérienne ? In quotidien El-Watan. Mardi 29 août 2006. 5p.

Annexe 1. Fiche d'enquête.

Caractérisations.	Observations.
Propriétaire.	
Situation administrative.	Commune : Localité :
Coordonnées géographiques.	X : Y :
Profondeur.	
Superficie.	
Etat des drains	
Nombre de palmiers.	
Age du phénomène.	
Diversité génétique avant le phénomène.	Nombre des variétés : Variété dominante :
Diversification des cultures avant le phénomène.	Variété Deglet Nour : Variété Ghars : Autres variétés :
Production.	Rendement moyen : Variété Deglet Nour : Rendement moyen : Variété Ghars : Rendement moyen : Autres variétés :
Aspect social.	Existence d'habitat sur cite :

Annexe2. Dosage du calcaire total (BAIZE, 1988)

CaCo3(%)	Horizons
<1	Non calcaire
1 < CaCo3 < 5	Peu calcaire
5 < CaCo3 < 25	Modérément calcaire
25 < CaCo3 < 50	Fortement calcaire
50 < CaCo3 < 80	Très calcaire
>80	Excessivement calcaire

Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/5 (SOLTNER1989)

pH	Classes de sols
5 à 5,5	Très acide
5,5 à 5,9	Acide
6 à 6,5	Légèrement acide
6,6 à 7,2	Neutre
7,3 à 8	Alcalin
> 8	Très alcalin

Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (AUBERT, 1978)

C.E. (dS/m) à 25 °C	Degré de salinité
< 0,6	Sol non salé
0,6 < C.E. < 2	Sol peu salé
2 < C.E. ≤ 2,4	Sol salé
2,4 < C.E. ≤ 6	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

Echelle de pH des eaux phréatiques (GAUCHER, 1968 in SOLTNER, 1989)

pH eau	Sols
6,75 < pH eau < 7,25	Neutre
7,75 < pH eau < 8,25	Alcalin
> 8,5	Très alcalin

Echelle Classification des eaux (DURAND J.H., 1958).

Résidus secs en g/l	Différents types des eaux
< 0,25	Eaux non salines
0,25 < R.s ≤ 0,75	Eaux à salinité moyenne
0,75 < R.s < 2,25	Eaux forte salinité
2,25 < R.s < 5	Eaux très forte salinité
> 5	Eaux à salinité excessive

Echelle Classification des sols gypseux (BARZADJI ,1973).

Gypse(%)	Nom de la classe
< 0, 3	Non gypseux
0,3 -10	Slightly gypseux
10 -15	Modéré gypseux
25 -50	gypseux

Classe de la matière organique (MOROND, 2001).

M.O. (%)	Caractérisation
0.5 <M.O.< 1	Très faible
1 <M.O.< 2	Faible
2 <M.O.< 3	Moyen
3 <M.O.< 5	Riche
5 <M.O.	Très riche

ملخص

تعرف منطقة وادي ريغ (تقرت) مشكل بيئي خطير سببه صعود مياه الطبقة السطحية ومياه الصرف إن هذا العمل يهدف إلى دراسة التوزيع الجغرافي والمشاكل المطروحة لظاهرة صعود المياه وتأثيرها على التربة والنبات ،من خلال تقييم مستوى تدهور النظام البيئي الواحاتي .

أثبتت الدراسة أن المناطق المغمورة تتواجد بالواحات المحاذية للسكان والمناطق الرطبة على امتداد الواحات ، اما المناطق الجافة فتكون بعيدة على السكان ، والخنادق فيها بحالة جيدة.
من خلال النتائج المحصل عليها في المحطات المغمورة ، الرطبة ،والجافة توصلنا إلى أن منطقة وادي ريغ تعاني مشكلة غمرة المياه ، ملوحة التربة ومشاكل نمو الجذور.
من خلال دراسة التجمع النباتي استطعنا أن نتوصل إلى مجموعة من النباتات التلقائية هي بدورها محبة للملح والماء.
التعرف على نوعية النباتات في بساتين النخيل وسلوكها وجه لوجه مع مشكل الوسط ، حيث انه يمكن أن يكون لنا دليل تدهور من خلال الملوحة والترسبات الجبسية والكلسية و غمرة المياه.
الكلمات الدالة : صعود المياه ، الملوحة ، واحات النخيل ، تقرت .

Résumé

La région de Oued Righ (Touggourt) connaît un grave problème d'environnement, causé par la remontée des eaux de la nappe phréatique et les rejets des eaux usées.

La présente étude a pour objectif d'étudier la répartition spatiale de la remontée de la nappe phréatique problèmes posées et conséquences sur le sol et la végétation sous palmeraies. Cela en vue d'apprécier le niveau de dégradation de l'écosystème oasien.

L'étude montrée que les stations inondées se trouvent plus proches des agglomérations, les stations humides sur la prolongation des palmeraies, mais les stations sèches ont été plus loin des habitats avec des drains en bons états.

A travers les résultats obtenus dans les stations inondées, humides et sèches, il semble que les stations de Oued Righ souffrent d'hydromorphie, de la salinisation des sols et des problèmes de croissance racinaire.

L'étude du peuplement végétale fait ressortir certains groupements de plantes spontanées en palmeraies, des espèces hydrophiles, halophiles.

L'identification des espèces et leur comportement vis-à-vis des problèmes du milieu peuvent constituer des indicateurs de dégradation, à savoir : la salinité, l'hydromorphie et les accumulations de gypse et de calcaire.

Mots clés : remontée des eaux, salinisation, l'écosystème oasien, Touggourt.

Summary

Oued Righ (Touggourt) area of knows a serious environment problems, caused by the increase of under ground water and discharges of water.

The present study aim to study the spatial distribution and problem of ground waters and consequent from oasis ecosystem on the ground and the vegetation under palm plantation. That in order to to appreciate the level of degradation of the phoenical ecosystem.

With through the results obtained in the flooded, humid and the dry station, it seem that the station of Touggourt suffer from hydromorphy, of the salinisation of the grounds and the problems of root growth.

The study of the vegetable settlement emphasizes certain groupings of spontaneous plants in palm plantations, of the absorbent species, halophilous.

The identification of the species and their behavior with respect to the problem , it can constitute indicators of degradation , namely : salinity , gypseous and limestone accumulations and the hydromorphy.

Key words: salinity, ground waters, oasis ecosystem, Touggourt .