UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA

FACULTE DES SCIENCS DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département des Sciences Agronomique

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En Vue De L'obtention Du Diplôme d'ingénieur d'état en sciences Agronomiques

Option : *Mise en valeur des sols sahariennes*

THEME

Etude des potentialités hydro-édaphiques de la ferme de l'exploitation de l'université d'Ouargla. Problèmes posés et possibilités d'amélioration

Présenté et soutenu publiquement par :

LEBSSISSE Tadj Eddin

ASMANI Rahma

Le: 19/06/2014

Devant le jury :

Président	IDDER M^{ed} A H	M.C.A. (U. K. M .Ouargla)
Promoteur	DADDI BOUHOUN M	M.C.A. (U. K .M .Ouargla)
Co-Promoteur	SAKER M^{ed} L	Pr. (U. K. M .Ouargla)
Examinateur	KAHLSEN CH	M.A.A. (U. K. M .Ouargla)
Examinateur	LADJICI A	M.A.A. (U. K. M .Ouargla)
Examinatrice	YOUCEF F	M.A.A. (U. K. M .Ouargla)

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Nous remercions **Dieu** qui nous a permis d'accomplir ce modeste travail. Nous ne pouvons commencer ce mémoire sans remercier toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à l'égard de :

Mr. **DADDI BOUHOUN M**., notre promoteur pour ses conseils utiles qu'ils nous a prodigués et d'avoir dirigé ce travail ;

Mr. **SAKER ML**., notre co-promoteur pour sa précieuse aide, sa patience, son appui et ses conseils précieux ;

Aux membres du jury, de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce modeste travail, entre autres

Mr. IDDER M^{ed} A.H. d'avoir accepté de présider ce jury ;

Mr. KAHELSEN C, Mr. LADJICI A et **Mme YOUCEF F.** qui ont examiné ce modeste travail, nous les remercions infiniment ;

Nos remerciements vont également aux personnes de la bibliothèque, qui ont nous aidé dans la réalisation du présent travail.

Nous ne saurais oublier les personnes du département des Sciences Agronomiques de l'Université KASDI Merbah de Ouargla ;

Nous remercions très vivement tous les collègues de la promotion agronomie saharienne 2013/2014 à travers toutes ses options ;

Enfin, nous remercions tous nos amis et toutes les personnes qui nous ont aidés pour réaliser ce mémoire.

Tableau de matière

Introduction générale 1

Partie I. Synthèse bibliographique

Chapitre I. Présentation de la région d'Ouargla

1. Situation géographique 3
2. Géologie 4
3. Géomorphologie 4
3.1. Hamada du Miopliocène 4
3.2. Glacis 4
3.3. Sebkhas et chotts 4
3.4. Dunes 4
4. Pédologie 5
5. Hydrogéologie 5
5.1. Nappe phréatique 5
5.2. Nappe du complexe terminal 5
5.3. Nappe du Miopliocène 6
5.4. Nappe du Sénonien 6
5.5. Nappe albienne (Continental Intercalaire) 6
6. Climat 6
6.1. Température 7
6.2. Précipitation 7
6.3. Humidité relative 7
6.4. Evaporation 7
6.5. Insolation 8
6.6. Vent 8
6.7. Classification du climat 8
6.7.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN 8
6.7.2. Climagramme d'EMBERGER 9

Chapitre II : Potentialités hydro-édaphiques

1. Potentialité hydrique 11
1.1. Caractéristiques d'évaluation pour la qualité des eaux 11
1.1.1. pH de l'eau d'irrigation 11
1.1.2. Risque de Salinité 11
1.1.3. Risque du sodium pour l'eau d'irrigation 11
1.1.4. SAR 12
1.1.5. Les solutions aux problèmes de SAR dans les sols 12
1.1.6. Risques des carbonates et bicarbonates pour l'eau d'irrigation 13
1.1.7. Les problèmes dus aux carbonates et bicarbonates dans l'eau d'irrigation 13
1.1.8. Ions phytotoxiques 13
1.1.9. Les macros et micros nutriments essentiels pour les plantes 14
1.1.10. Chlore libre 14
1.2. Classification des eaux d'irrigation 14
1.2.1. Classification mondiale (FAO) 14
1.2.2. Classification Américain 14
1.2.2.1. Salinité 15

1.2.2.2. L’alcalinisation 15
1.3. Drainage 17
1.3.1. Problèmes et solutions de drainage 18
1.3.1.1. Problèmes des sols imperméables 18
1.3.1.2. Solution 18
1.4. Problèmes de nappe phréatique 19
1.4.1. Solution: drains de contrôle de la nappe d’eau 19
1.4.2. Problèmes d’écoulement latéral (suintement) 19
1.4.3. Solution: écoulement latéral = drains intercepteurs 20
2. Potentialités édaphiques 20
2.1. L'érosion du sol 20
2.1.1. Problèmes d’érosion 20
2.1.2. Solutions d'érosion 20
2.1.2.1. Alternatives d'amendement organique des sols 21
2.1.2.2. Les cultures couvre-sol et les paillis 21
2.1.2.3. Les brise-vent 21
2.2. La fertilité d'un sol 21
2.2.1. La fertilité physique du sol 21
2.2.1.1. La circulation de l’air 21
2.2.1.2. La circulation et la rétention de l’eau 21
2.2.1.3. La texture 22
2.2.2. La fertilité chimique d'un sol 22
2.2.2.1. La Capacité d’Echange Cationique (CEC) 22
2.2.2.2. Le pH du sol 22
2.2.2.3. L'importance du pH 22
2.2.2.4. La disponibilité des éléments nutritifs 22
2.2.2.5. Les bases échangeables 23
2.2.2.6. La salinité du sol 23

Partie II Matériel et Méthode des études

Chapitre III. Matériels d'étude

1. Station d'étude 25
1.1. Présentation de la station d'étude 25
1.1.2. Historique de l'exploitation 25
1.1.3. Localisation de l’exploitation 25
1.2. Occupation du sol 26
1.2.1. Potentialités hydro-édaphiques 26
1.2.1.1 Sols 26
1.2.1.2. Eau d'irrigation 27
1.2.3. Main d'œuvre 27
1.2.4. Equipements 28
1.2.4.1. Matériels de l'exploitation 28
1.2.4.2. Réseau de l’irrigation 28
1.2.4.3. Réseau de drainage 29
1.2.4.4. Bassins aquacoles 30
1.2.4.5. Serre de nébulisation vitrée 30
1.2.5. Cultures 31
1.2.5.1. Types de cultures 31
1.2.5.2. La conduite culturale 32
1.2.5.3. Brise vent 33

Chapitre IV. Méthodes d'étude
1. Approche méthodologique 35
2. Phases d'étude 35
2.1. Activité des études dans l'exploitation 35
2.2. Synthèse des résultats 36
2.3. Interprétation des résultats 36
2.4. Recommandation de mise en valeur 36
Partie III. Résultats et discussions
Chapitre V. Activité de recherches dans l'exploitation
1. Evolution annuelle des recherches 38
2. Niveau des recherches 39
3. Disponibilité des recherches 39
4. Conclusion 40
Chapitre VI. Problèmes hydro-édaphique dans l'exploitation
1. Problèmes hydrique 41
1.1. Eau d'irrigation 41
1.1.1. Gestion d'irrigation 41
1.1.2. Qualité de l'eau d'irrigation 41
1.1.2.1. pH des eaux 41
1.1.2.2. Conductivité électrique 42
1.1.2.3. SAR 43
1.1.2.4. Classification des eaux 43
1.2. Eau de drainage 43
2. Problèmes édaphiques 45
2.1. Problèmes physiques 45
2.1.1. Texture des sols 45
2.1.2. Structure des sols 45
2.1.3. Conservation des sols 45
3. Problèmes de salinité 46
3.1 La salinité globale 46
3.1.1. Conductivité électrique 46
3.1.2. pH du sol 46
3.1.3. Sodicité 47
3.1.4. Calcaire et gypse 47
4. Problèmes de fertilité 48
5. Conclusion 49
Chapitre VII. Recommandations de mise en valeur
1. Recommandation d'aménagement 51
1.1. Aménagements hydro-agricoles 51
1.2. Aménagements édaphiques 51
2. Recommandation de recherche 52
3. Conclusion 53
Conclusion générale 54
Références bibliographiques
Annexe

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
I.N.F.S.A.S	Institue national de formation supérieure d'agronomie saharienne
I.T.A.S	Institute technologique d'agronomie saharienne
O.N.M	Office National de Météorologie
pH	Potential d'hydrogene
pHi	ph de l'eau d'irrigation
MO	Matière Organique
CO	Carbone Organique
SAR	Sodium Absorption Ration
ESP	Percentage de Sodium Echengeable
C.E.C	Capacité d'Echange Cationique
CE	Conductivité Electrique
CEi	Conductivité Electrique de l'eau d'irrigation

Liste des figures

Figure	Titre de figure	Page
Fig. 1	Limites géographiques de la wilaya d'Ouargla	3
Fig. 2	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région d'Ouargla (2003-2013)	9
Fig. 3	Etage bioclimatique de la région d'Ouargla (2003-2012).	10
Fig. 4	la qualité des eaux d'irrigation en fonction de CE 25°C et de SAR	17
Fig. 5	l'impact du pH sur la disponibilité des éléments nutritifs	23
Fig. 6	Photo satellitaire de l'exploitation de l'université	25
Fig. 7	Forage du Miopliocène	27
Fig. 8	Forage du Sénonien	27
Fig. 9	Une partie du réseau tertiaire d'irrigation dans l'exploitation	29
Fig. 10	L'état du réseau de drainage de l'exploitation	29
Fig. 11	Bassins aquacoles	30
Fig. 12	Serre de nébulisation vitrée	31
Fig. 13	La brise vent en niveau de l'exploitation	34
Fig. 14	Organigramme représente la méthodologie d'étude	37
Fig. 15	Evolution annuelle des recherches (1990,2013)	38
Fig. 16	Les recherches par niveau de formation	39
Fig. 17	Disponibilité par domaine de recherches	40
Fig. 18	Evolution annuelle de pH de l'eau d'irrigation du Miopliocène	41
Fig. 19	Evolution annuelle de salinité dés eaux d'irrigation du Miopliocène	42
Fig. 20	Evolution annuelle de sodicité dés eaux d'irrigation du Miopliocène	43
Fig. 21	L'état du réseau de drainage de l'exploitation	44
Fig. 22	L'état actuel du réseau de drainage de l'exploitation	44
Fig. 23	Composition granulométrique du sol de l'exploitation	45
Fig. 24	Evolution de la conductivité électrique du sol par secteurs	46
Fig. 25	Evolution de pH de l'exploitation par secteur	47
Fig. 26	Evolution de SAR au l'exploitation par secteur	47

Liste de tableau

Tableau N°	Titre de tableau	Page
Tableau I	Données climatiques de la région d'Ouargla 2003-2013	7
Tableau II	Risque du SAR dans l'eau d'irrigation	12
Tableau III	Niveaux de toxicité pour des ions spécifiques (meq/l)	13
Tableau IV	Classification des eaux d'irrigation selon la Conductivité électrique (CE)	15
Tableau V	Classification des eaux d'irrigation vis-à-vis du SAR	15
Tableau VI	Classification des eaux d'irrigation	16
Tableau VII	SAR et degrés d'alcalinisation des sols	24
Tableau VIII	Répartition de la main d'œuvre selon les travaux existants	27
Tableau IX	Le matériel existant de l'exploitation	28
Tableau X	Composante variétale de l'exploitation de l'université	32
Tableau XI	Production dattier en l'exploitation de l'université	32
Tableau XII	Cultures vivrières sous palmier	32

Introduction générale

Introduction générale

L'eau et le sol sont des ressources naturelles limitées, nécessaires à la vie et aux systèmes écologiques, le développement économique et social. L'eau constitue une ressource indispensable pour de nombreux usages : agriculture (67%) de l'eau prélevée, l'industrie (23%), l'usage domestique. (Envirob.fr, 2011). Le sol était considéré comme un milieu statique, dont les principales propriétés dites « fonctionnelles » (celles qui influencent les plantes) étaient essentiellement héritées du matériau d'origine (substratum géologique) (DUCHAUFOUR, 2001).

Le Sahara est connue par l'aridité de son climat et les terres arides et hyperarides qui représentent 84 % de la superficie de l'Algérie. La partie septentrionale de son territoire recèle d'importantes ressources en eau souterraines situé principalement au niveau du Complexe Terminal et le Continental Intercalaire (BOUTELLI, 2012). Les potentialités du sud en eau sont difficilement exploitables et renouvelables. Le volume rejeté annuellement est évalué à plus de 600 millions de m^3. Chaque année, la demande en eau douce augmente de 4 à 5%, tandis que les ressources en eau restent invariables pour ne pas dire qu'elles diminuent (problème de pollution de plus en plus grand), donc il faut concentrer les efforts sur le dessalement de l'eau de mer (KETTAB, 2001). Les 238 millions d'hectares du territoire algérien sont répartis, avec des terres utilisées par le secteur agricole qui occupent 40 millions d'hectares, soit 17 % de l'ensemble du territoire. Les terres improductives qui représentent 80% du territoire algérien sont localisées essentiellement dans les régions sahariennes. On peut trouver plusieurs types de sols, principalement les sols halomorphes (sols salins), les sols peu évolués, les sols calcimagnésiques (sols carbonatés), les sols iso humiques et les sols minéraux bruts (très peu évolués) (NEDJRAOUI, 2001 in NOUI, 2011).

La salinité est parmi les problèmes majeurs qui affectent les sols et les eaux. En Algérie, les sols agricoles, sont dans leur forte majorité affectés par les sels ou susceptibles de l'être (HALITIM, 1973).

Au Sahara le problème est d'autant plus accentué puisque toutes les conditions sont réunies pour qu'il ait une forte concentration en sels (DUBOST, 1994 in MOUSSAOUI et KACHI, 2011).

Les sols de la région d'Ouargla, sont parmi les sols affectés par les sels. Cette salinité est due à de multiples facteurs: l'aridité du climat, l'importance de l'évapotranspiration la remontée de la nappe phréatique qui nécessite une bonne gestion de l'irrigation-drainage etc.

Les perspectives de l'agriculture saharienne sont liées aux ressources naturelles épuisables et au développement socio-économique. Malgré que le Sahara couvre plus de deux millions de km2 de la superficie algérienne, et en dépit qu'il est riche en ressources hydriques souterraines, (BEN ABDELKADR, 1991 in NOUI, 2011). Les terres de cette partie de l'Algérie sont occupées par des plateaux rocheux, des accumulations sableuses et des dépressions salées qui sont impropres à l'agriculture sans une mise en valeur efficace.

Pondant long temps d'a prés la création de ferme jusqu'à présent, l'exploitation agricole jeu un rôle très important pour l'encadrement des études est concéder comme un site expérimentale pour tout les spécialités agropédologie, écologie, phytotéchnie et hydraulique et de ferme d'essai de l'université ainsi que la production agricole reste le seul revenu financier de l'université. Les potentialités hydro-édaphiques sont variables à l'exploitation qui montre des problèmes liée à l'eau d'irrigation-drainage et aux sols avec des impacts néfaste pour l'activité agricole.

A travers cette dernière problématique posée et dans un but d'amélioration de l'exploitation de l'université, notre étude se propose de faire une synthèse sur les potentialités hydro-édaphiques pour détecter les problèmes posés et recommander une approche de mise en valeur agricole. L'approche méthodologies suivi consiste à effectué sur un historique de recherche par un recensement des études et une synthèse des résultats pour déterminer les problèmes et les potentialités hydriques et de fertilités afin de proposer des recommandations de valorisation hydro-édaphiques et de recherche.

Pour cela nous avons scindé notre travail en 03 parties comme suite :

La première partie sera consacrée à la synthèse bibliographique représente la présentation de la région d'étude (chapitre I) et la potentialité hydro-édaphiques dans (chapitre II) la deuxième partie concerne la matériel et méthode d'étude qui concerne une présentation de site expérimentale ainsi que la méthodologie de travail et finalement la troisième partie résultats et discussions, nous avons interprété selon les normes hydro-édaphiques tous les résultats et identifier les problèmes majeur à l'exploitation et proposé des recommandations d'aménagements et de recherches pour objectif l'amélioration de l'exploitation et complétant par une conclusion et vulgarisations agricoles.

Première partie
Synthèse bibliographique

Chapitre I

Présentation de la région d’étude

Chapitre I. Présentation de la région de Ouargla

1. Situation géographique

La ville d'Ouargla, chef lieu de la wilaya d'Ouargla (Fig.1) est située au Sud-est algérien, au fond d'une cuvette très large de la vallée de l'Oued M'ya. A environ 800 Km d'Alger

La wilaya d'Ouargla couvre une superficie de 163.233 Km^2, elle est limitée :

- au nord par la wilaya de Djelfa et la wilaya d'El-Oued,
- à l'est par la Tunisie sur 500 Km,
- au sud par la wilaya de Tamanrasset et la wilaya d'Illizi,
- à l'ouest par la wilaya de Ghardaïa.

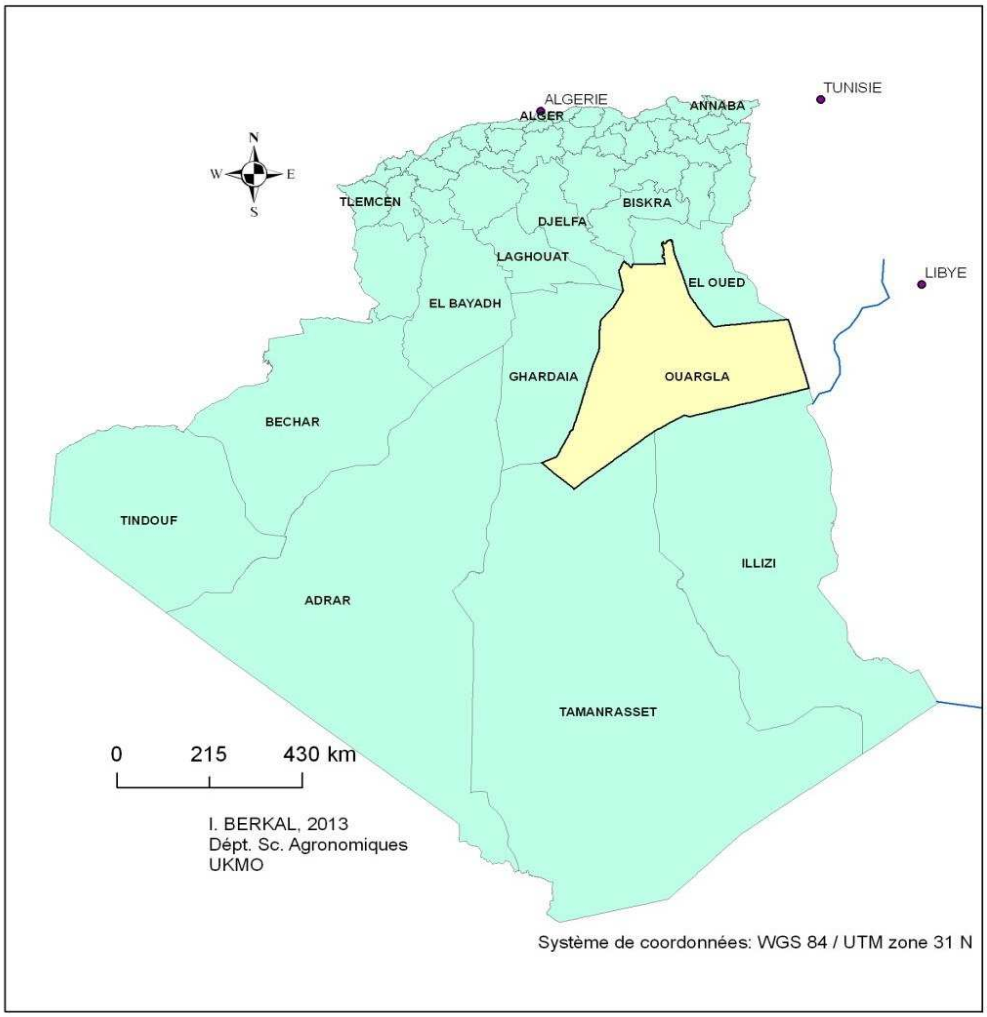

Figure1. Limites géographiques de la wilaya d'Ouargla (ATTAB et BOUKHALKHAL, 2013)

2. Géologie

D'après la carte géologique de Constantine au 1/500 000 réalisée par les services géologique de l'Algérie (1951 in BEN BRAHIM, 2001), le relief de Ouargla est constitué de roches sédimentaires, alluvions et colluvions dérivés des :

- Marnes jaunâtres plus ou moins gréseux, salées et gypseux.
- Calcaires jaunâtres ou ocre gréseux ou marneux.
- Argiles sableuses rouges à ocres, salées et gypseuses.
- Grés, sables et conglomérats.
- Calcaires lacustres.
- Sables récents du quaternaire.

3. Géomorphologie

Selon (MESSAOUDI, 2010), la cuvette de Ouargla appartient au sous-bassin saharien, elle correspond à la basse vallée fossile de l'Oued M'ya. Sur le plan géomorphologique, on distingue les unités suivantes (NASRAT, 2007) :

3.1. Hamada du Miopliocène : c'est une formation continentale détritique située à l'ouest de Ouargla, et qui s'abaisse légèrement d'ouest en est. Elle est fortement érodée, laissant une série de buttes témoins ou Goures.

3.2. Glacis : sur le versant ouest de la cuvette, les glacis s'étagent en quatre niveaux, allant de 200 m à 140 m. Les glacis dont les hauteurs varient de 180 à 160 mm sont très visibles et caractérisés par l'affleurement du substrat gréseux du Miopliocène. La pente de ce dernier est faible, et souvent recouverte de sables et de graviers. A l'est de la cuvette se trouve un vaste glacis alluvial à sable grossier, de 150 m d'altitude.

3.3. Sebkhas et chotts : elles constituent le niveau le plus bas. Le chott qui correspond au centre de la sebkha est constitué des sols gypseux en surface. Souvent la nappe phréatique affleure en surface au centre de la sebkha. Au nord de la ville de Ouargla, 136 m d'altitude, diverses sebkhas alternent avec des massifs dunaires jusqu'à Sebkhet Safioune, 103 m d'altitude.

3.4. Dunes : ce sont des formations éoliennes récentes en petits cordons, d'environ 150 m d'altitude, occupant la partie est et sud de la cuvette et bordent les sebkhas le long de la vallée de l'Oued M'ya.

4. Pédologie

Selon HALITIM (1988) hétérogénéité et ils se composent essentiellement par des sols minéraux bruts, des sols peu évolués, des sols halomorphes et des sols hydromorphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable. La fraction organique est très faible et ne permet pas une bonne agrégation. Ses sols squelettiques sont très peu fertiles et leur rétention en eau est très faible (DAOUD et HALITIM, 1994)

Pour ce qui est de Ouargla, sur le plateau, les sols présentent une surface graveleuse, formant un reg à graviers, ou pierreux, un reg à pierres et des voiles éoliens, cet horizon de surface surmonte une croûte calcaire à dolomie, très dure, de 30 cm d'é ensuite un horizon calcaire, nodulaire, moins dur entre 35 et 60 cm puis, au delà de 60 cm, un horizon pétrogypsique à 57 % de gypse. Sur le glacis, à 140 m d'altitude, le sol est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique du miopliocène. C'est le sol le plus pauvre en gypse de la région lequel atteint jusqu'à 8 m de profondeur, il ne présente aucun niveau d'encroûtement (HAMDI AISSA et GIRARD, 2000)

5. Hydrogéologie

Les formations géologiques de la région de Ouargla contiennent deux grands ensembles de formation aquifère : le continental intercalaire à la base et le complexe terminal au sommet. Une troisième formation d'importance plus modeste s'ajoute aux deux précédents : la nappe phréatique ou nappe superficielle.

5.1. Nappe phréatique

D'après (ATTAB et BOUKHELKHAL, 2013), la nappe phréatique est contenue dans les sables alluviaux de la vallée. Elle se localise principalement dans la vallée de l'Oued Righ et dans la cuvette de Ouargla. Elle est caractérisée par son niveau piézométrique variable, mais très proche de la surface par endroit. Cette nappe s'écoule du sud vers le nord, suivant la pente da la vallée. Sa profondeur varie de surface à 8 m en fonction du lieu et de la saison. Les analyses des eaux de la nappe phréatique montrent quelle est très salée, avec une conductivité électriques de l'ordre de 5 à 10 dS/m, et dépassant parfois les 20 dS/m.

5.2. Nappe du complexe terminal

La nappe du complexe terminal (CT) s'étend sur une superficie d'environ 350 000 km^2. Dans le bassin occidental, il se confond avec le complexe intercalaire sous le grand erg occidental, alors que dans le bassin oriental, il forme un aquifère nettement distinct .Le complexe terminal regroupe des formations aquifères contenues dans les horizons perméables du Crétacé supérieur et du Tertiaire.

Le Complexe Terminal (CT) comprend deux nappes différentes, qui de haut en bas, en sont le Miopliocène et le Sénonien (IDDER, 2006 in ATTAB et BOUKHELKHAL, 2013).

5.3. Nappe du Miopliocène

La nappe du Miopliocène appelée aussi nappe des sables, fût à l'origine des palmeraies irriguées. Elle s'écoule du sud-ouest vers le nord-est, en direction du chott Mélghir. La salinité de la nappe est très variable, de 4,7 à 8,3 dS/m (ATTAB et BOUKHELKHAL, 2013).

5.4. Nappe du Sénonien

La nappe artésienne du sénonien est exploitée dans les calcaires, entre 140 et 200 m de profondeur. La salinité de cette nappe est très variable, allant de 3,8 à 5,5 dS/m. Elle est surtout utilisée pour l'alimentation en eau potable (YOUCEFI, 2011).

5.5. Nappe albienne (Continental Intercalaire)

La nappe du continental intercalaire est une nappe fossile, fortement artésienne, qui n'est pas réalimentée par la climatologie actuelle. Elle est captée à plus de 1000 m au centre du Sahara et affleure dans la région d'Adrar et Timimoune. Les eaux du Continental Intercalaire sont caractérisées par une température qui dépasse parfois les 60°C. La salinité moyenne de cette nappe est d'environ 2,4 dS/m (ATTAB, et BOUKHELKHAL, 2013).

6. Climat

Selon (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975), le climat de Ouargla est particulièrement contrasté, avec la latitude relativement septentrionale. La présente caractérisation est faite à partir d'une synthèse climatique de 10 ans, entre 2003 et 2013, à partir des données de l'office national de météorologie.

Tableau I. Données climatiques de la région d'Ouargla 2003-2013 (O.N.M. Ouargla, 2014)

	Température (°C)						
Mois	**T moy**	**T max**	**T min**	**H (%)**	**V (m/s)**	**E (mm)**	**P (mm)**
Janvier	**11,5**	**18,55**	**5,22**	**59,55**	**11,62**	**118,58**	**15,66**
Février	**13,51**	**20,5**	**6,85**	**49,33**	**13,2**	**148,49**	**1,11**
Mars	**18,57**	**26,46**	**11,25**	**39,45**	**15,41**	**215,09**	**4,58**
Avril	**23,24**	**55,68**	**15,26**	**35,95**	**16,83**	**278,53**	**3,64**
Mai	**28,05**	**35**	**19,87**	**29,84**	**18,01**	**351,1**	**0,21**
Juin	**33,4**	**40,47**	**24,96**	**26,38**	**17,55**	**407,61**	**0,59**
Juillet	**36,74**	**43,74**	**28,35**	**23,27**	**13,89**	**462,8**	**0,19**
Août	**35,59**	**41,8**	**27,45**	**26,29**	**14,79**	**434,73**	**0,52**
Septembre	**30,6**	**37,44**	**23,35**	**35,55**	**15,12**	**307,3**	**6,65**
Octobre	**24,91**	**32,11**	**17,79**	**42,53**	**12,05**	**255,44**	**2,86**
Novembre	**17,32**	**24,36**	**10,63**	**53,18**	**9,51**	**143,19**	**7,41**
Décembre	**12,12**	**18,99**	**5,94**	**58,89**	**9,95**	**103,12**	**3,91**
Moyenne	**23,80**	**32,93**	**16,41**	**40,02**	**13,99**	**286,83**	**6,19**
					Cumul	**3225,98**	**74,33**

6.1. Température

La température moyenne annuelle est de 23.8°C. En Juillet, pour le mois la plus chaud, elle est de 36,74°C. En Janvier, pour le mois le plus froid, elle est de l'ordre de 11,5°C (Tabl. I).

6.2. Précipitation

Les précipitations sont très rares et irrégulières (irrégularité mensuelle et annuelle), leur répartition est marquée par une sécheresse presque absolue de mai jusqu'à août, et par un maximum au mois d'Avril, avec 3,64 mm. Le cumul des précipitations annuelles sur 10 ans (2003-2013) est de 6,19 mm (Tabl. I).

6.3. Humidité relative

L'humidité relative de l'air est très faible. Elle est de 23.27% en juillet, atteignant un maximum de 59,55% au mois de janvier, avec une moyenne annuelle de 40,02% (Tabl. I).

6.4. Evaporation

L'évaporation est très intense, surtout lorsqu'elle est renforcée par les vents chauds. Elle est de l'ordre 268,83 mm/an, avec un maximum mensuel de 434,73 mm au mois d'Août et un minimum 103,12 mm en décembre (Tabl. I).

6.5. Insolation

L'ensoleillement est considérable à Ouargla, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (TOUTAIN, 1979), avec 138 jours en moyenne de l'année où le ciel est totalement clair (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). En l'absence de données disponibles entre 2003 et 2013, l'étude de (BEN BRAHIM, 2001) montre que la durée moyenne de l'insolation entre 1978 et 1999 est de 265,85 heures/mois, avec un maximum de 342,46 heures au mois de février, et une moyenne annuelle de 3190,17 heures/an, soit environ 9 heures/jour.

6.6. Vents

Dans la région de Ouargla, les vents soufflent du nord-est et du sud. Les vents les plus fréquents en hiver sont les vents d'ouest, tandis qu'au printemps les vents du nord-est et de l'ouest dominent. En été, ils soufflent du nord-est et du sud-ouest. D'après les données de (l'O.N.M, 2014) pour la période de 2003-2013, les vents sont fréquents sur toute l'année, avec une moyenne annuelle de 13,99 m/s. Cette vitesse peut produire une érosion éolienne dans la région.

6.7. Classification du climat

6.7.1. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953 in DADDI BOUHOUN, 1997) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- En abscisse par les mois de l'année ;
- en ordonnées à gauche par les précipitations en mm ;
- en ordonnées à droite par les températures moyennes en °C ;
- Une échelle de P=2T.

L'aire comprise entre les deux courbes représente la période sèche. Dans la région de Ouargla, nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année (Fig. 2).

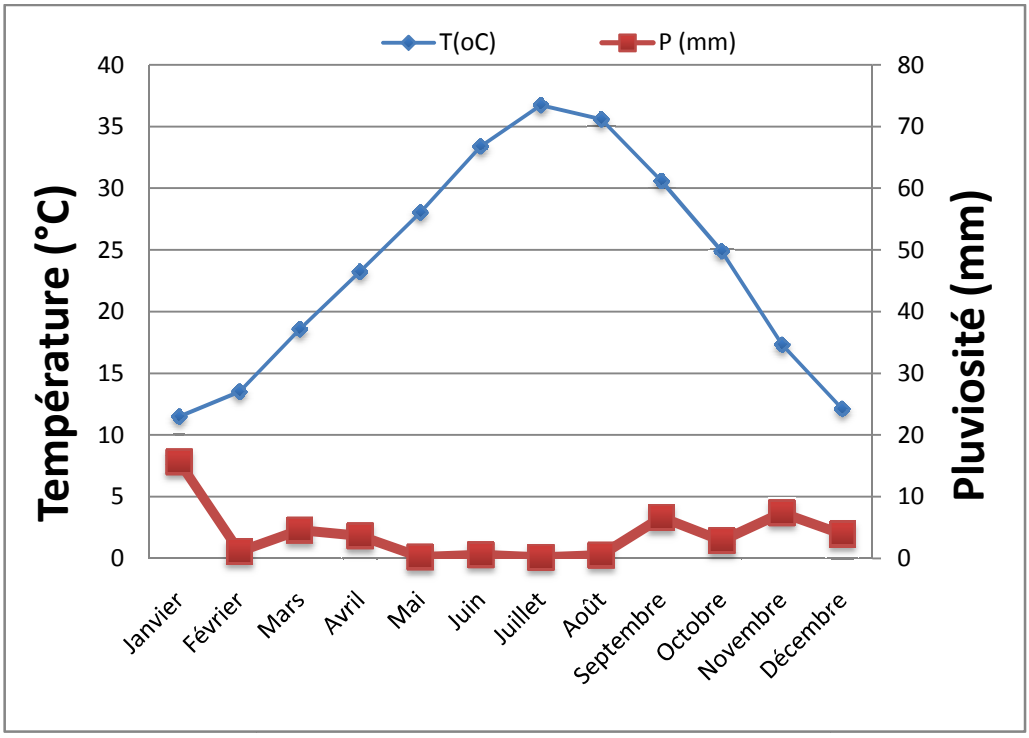

Figure 2. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de Ouargla (2003-2013)

6.7.2. Climagramme d'EMBERGER

Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il présente :

- en abscisses, le minima du mois le plus froid ;
- en ordonnées, par le quotient pluviométrique (Q_3) d'EMBERGER.

Nous avons utilisé la formule de STEWART (1969 in MESSAOUDI, 2010) adaptée pour l'Algérie, qui se présente comme suit :

$$Q_3 = 3.43\ P/\ (M-m)$$

Q_3 : quotient thermique d'EMBERGER

P : pluviométrie moyenne annuelle en mm

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en °C

m : moyenne des maxima du mois le plus froid en °C

D'après la figure (3), Ouargla se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver deux et son quotient thermique (Q_3) est de 5,8.

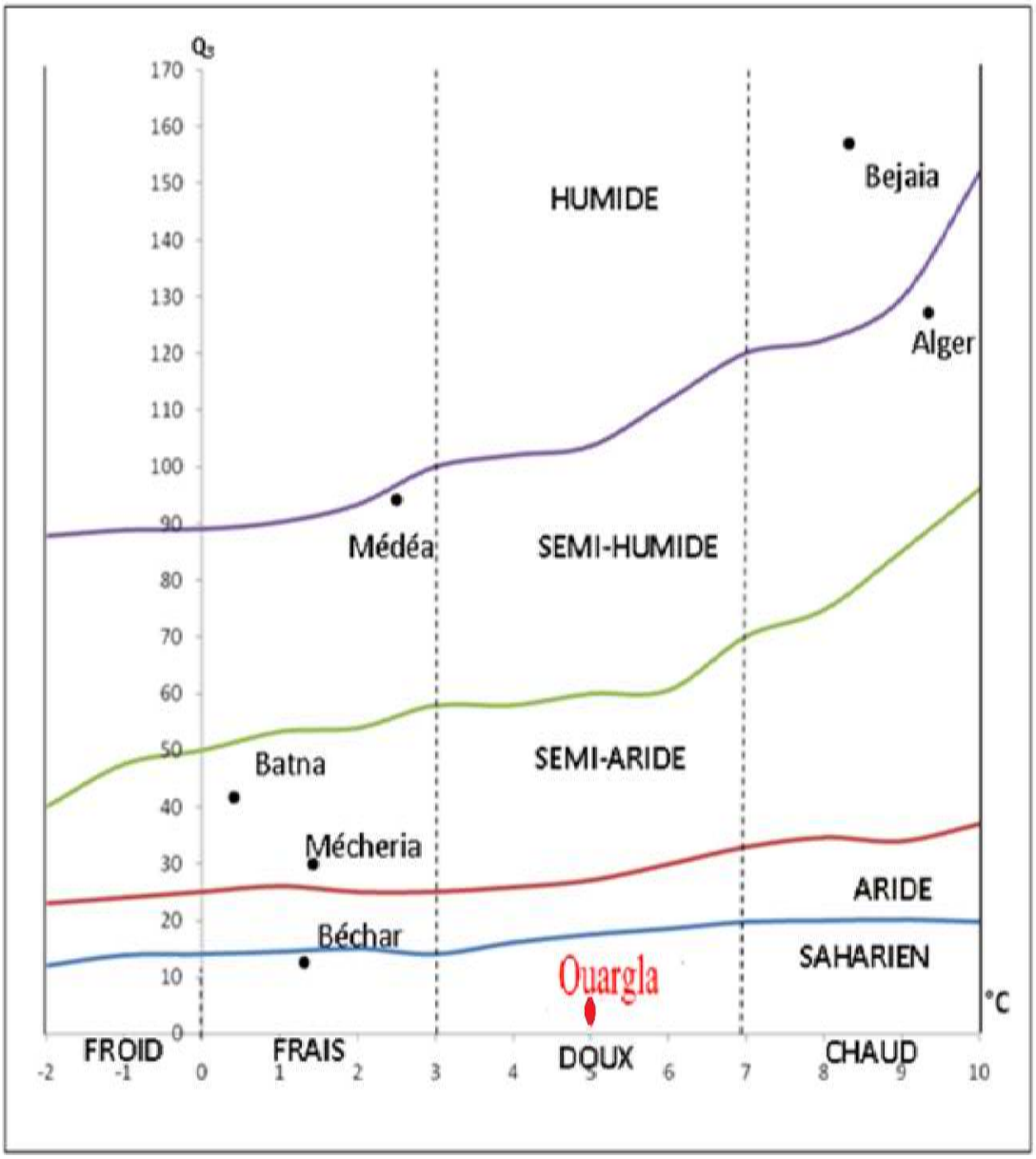

Figure 3. Étage bioclimatique d'Ouargla selon le climagramme d'EMBERGER

Chapitre II

Potentialités hydro-édaphiques

Chapitre II. Potentialités hydro-édaphiques

1. Potentialités hydriques

1.1. Caractéristiques d'évaluation pour la qualité des eaux

La qualité des eaux pour l'irrigation est intéressante également à connaître pour maintenir une activité agricole durable. A ce titre, il est important de mettre en place des paramètres pour le suivi et le contrôle de ses eaux.

Selon la (F.A.O ,1988 in BENZAHI, 1994) et JOHN K et al., les paramètres considérés sont :

1.1.1. pH de l'eau d'irrigation : le pH influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans l'eau d'irrigation. Le pH de l'eau d'irrigation devrait se situer entre 5,5 et 6,5. A ces valeurs, la solubilité de la plupart des micro-éléments est optimale (Couture, 2006).

1.1.2. Risque de Salinité : la teneur en sels dans l'eau d'irrigation et leurs excès sont des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation. Une concentration élevée en sels dans l'eau ou dans les sols affectera négativement les rendements des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines, d'après (GHASSEMI et al, 1995). L'utilisation d'une eau salée pour l'irrigation dépendra de plusieurs facteurs :

- la tolérance en sels de la récolte ;
- les caractéristiques du sol sous l'irrigation ;
- les conditions climatiques. La qualité de l'eau d'irrigation joue un rôle essentiel dans les secteurs arides affectés par des taux d'évaporation élevés, entraînant une accumulation importante de sels dans les sols, et les procédures de gestion des sols et de l'eau.

1.1.3. Risque du sodium pour l'eau d'irrigation : une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les argiles du sol et cause la dispersion des particules dans le sol. Cette dispersion a comme conséquences l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec), réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et de l'air, affectant ainsi sa structure. Ce problème est également relié avec plusieurs facteurs, tels que le taux de salinité (Tabl. II) et le type de sol (DEVITT et MORRIS).

Tableau II. Risques du SAR dans l'eau d'irrigation (DEVITT et MORRIS)

Les risques du SAR dans l'eau d'irrigation		
	SAR	Notes
Nul	< 3.0	Pas de restrictions sur l'utilisation d'eau
Léger à modéré	3.0 - 9.0	Entre 3 et 6, une attention particulière doit être portée sur les récoltes sensibles. Entre 6 et 8, du gypse doit être utilisé. Récoltes non sensibles. Des échantillons de sol doivent être prélevés et examinés tous les 1 ou 2 jours pour déterminer s'il y a une augmentation des teneurs en Sodium.
Elevé	> 9.0	Dommages sévères.

1.1.4. SAR

L'index utilisé est le rapport d'adsorption du sodium (SAR) qui exprime l'activité relative des ions de sodium dans les réactions d'échanges dans les sols. Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium. Voici la façon dont on calcule le SAR (le sodium, le calcium et le magnésium sont exprimés en meq/l). Cette équation a été réalisée par (GAPON, 1933) et (DURAND, 1958). Le SAR est déterminé par la relation suivante :

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

Na^{+}, Ca^{2+} et Mg^{2+} exprimés en meq/l.

Na: Sodium

Ca: Calcium

Mg: Magnésium

Si les unités sont en meq/l, la somme de Ca + Mg doit être divisée par deux avant de prendre la racine carrée.

1.1.5. Les solutions aux problèmes du SAR dans les sols

Les solutions suivantes s'appliquent pour des problèmes du SAR dans les sols :

- changer les sources d'irrigation ;
- mélanger l'eau d'irrigation avec une eau à faible teneur en sodium ;
- augmenter l'aération ;
- ajouter des injections de sulfure, gypse, ou acide sulfurique.

1.1.6. Risques des carbonates et bicarbonates pour l'eau d'irrigation :

Une forte teneur en carbonates ($CO_3^{=}$) et en bicarbonates (HCO_3^{-}) augmente la valeur du SAR (environ >3-4méq/l ou >180-240 mg/l (milliéquivalents/litre). Les ions carbonates et bicarbonates combinés au calcium ou au magnésium précipiteront sous forme de carbonates de calcium (CacCo3) ou carbonates de magnésium (MgCO3) dans des conditions de sécheresse. Lorsque la concentration de Ca et de Mg décroît, en comparaison, la teneur sodium et l'indice SAR deviennent plus importants. Ceci causera un effet d'alcalisation et augmentera le pH. Par conséquent, lorsqu'une analyse d'eau indique un pH élevé, cela peut être un signe d'une teneur élevée en ions carbonates et bicarbonates (COUTURE, 2004).

1.1.7. Techniques pour résoudre les problèmes dus aux carbonates et bicarbonates dans l'eau d'irrigation d'après (Morris et Devitt) :

- injection d'acide sulfurique pour dissocier les ions bicarbonates (pH d'environ 6.2), tout en provoquant un dégagement de dioxyde de carbone. Il permet au calcium et au magnésium de rester en solution en relation avec la teneur en sodium ;
- ajouter du gypse lorsque les sols ont peu de calcium libre, puis faire une lixiviation ;
- ajouter du sulfure aux sols contenant une teneur élevée en chaux, puis faire une lixiviation.

1.1.8. Ions phytotoxiques :

Les ions toxiques les plus communs dans les eaux d'irrigation sont :

- Bore (B)
- Chlorure (Cl)
- Sodium (Na)

Le sodium et le chlorure sont habituellement absorbés par les racines. Lorsque l'absorption se fait par les feuilles, le taux d'accumulation est plus grand. L'absorption directe se produit habituellement dans des systèmes d'irrigation par arrosage, dans des conditions de faible humidité et de hautes températures. La convenance de concentration de ces anions dépend du type de récolte, l'état de croissance, la concentration en ions, du climat et l'état des sols. (GHASSEMI et al., 1995).

Tableau III. Niveaux de toxicité pour des ions spécifiques (meq/l) selon (Morris et Devitt)

	Bore	Chlore	Sodium
Nul	< 1	1 – 3	> 3
Léger à Modéré	< 4	4 – 10	> 10
Sévère	< 3	3 – 9	> 9

Le bore peut être toxique à très faible concentration. Une concentration en bore inférieure à 1mg/l est essentielle pour le développement des plantes, mais des niveaux plus élevés peuvent poser des problèmes pour les plantes sensibles. La plupart des plantes montrent des problèmes de toxicité quand la concentration du bore excède 2 mg/l

1.1.9. Les macros et micros nutriments essentiels pour les plantes :

Les macronutriments représentent normalement une concentration de 1000ppm dans les plantes, tandis que les micronutriments sont trouvés au maximum à des taux de 500ppm. Des concentrations élevées de ces micronutriments peuvent être toxiques pour la plante. La gestion nutritive des récoltes inclut souvent la fertilisation de certains de ces nutriments. La plupart des producteurs ne prennent pas en compte les concentrations nutritives de l'eau d'irrigation dans leurs programmes de fertilisation. Cette source d'aliments est importante et peut économiser l'argent aux producteurs et empêcher la toxicité due à une quantité élevée de ces éléments dans les domaines. Par conséquent, la concentration de ces nutriments dans l'eau d'irrigation devrait être examinée et prise en considération (GHASSEMI et al, 1995).

1.1.10. Chlore libre :

Le chlore libre (Cl2) est fortement réactif et instable dans l'eau. Donc, un haut niveau de chlore résiduel se dissipe rapidement quand l'eau est stockée dans des réservoirs pour plusieurs heures. Une concentration de chlore libre résiduel au-dessous de 1mg/l ne va probablement affecter le feuillage des plantes (GHASSEMI et al, 1995).

1.2. Classification des eaux d'irrigation

1.2.1. Classification mondiale (FAO)

Cette classification est basée sur la concentration des sels dans l'eau d'irrigation :

- 1 g/l : bonne pour l'irrigation ;
- 1 – 3 g/l : faiblement salée ;
- 3 -5 g/l : Moyennement salée.
- 5 – 10 g/l : fortement salée ;
- >10 g/l : extrêmement salée.

1.2.2. Classification américaine

Cette classification des eaux d'irrigation repose sur deux caractères principaux :
La salinité de l'eau et l'alcalinité du sol (DURAND, 1983).

1.2.2.1. Salinité : elle peut se mesurer de deux façons, soit par les matières dissoutes totales (MDT) exprimé en mg/l ou plus couramment, par la conductivité électrique (COUTURE, 2004).D'après (DURAND, 1958), ce caractère permet de déterminer cinq classes (Tabl. IV) d'après la relation entre la conductivité électrique à 25°C de l'eau et le danger de salinisation du sol.

Tableau IV. Classification des eaux d'irrigation selon la conductivité électrique (CE) Indice de salinité (DURAND, 1958)

Classes	Teneurs (dS/m)	Degrés de salinité	Effets de la salinité
Classe 1 (C1)	CE < 0,25	Eaux non salines	Utilisables pour l'irrigation de la plupart des cultures.
Classe 2 (C2)	0,25 < CE < 0,75	Eaux à salinité moyenne	Utilisables avec un léger lessivage.
Classe 3 (C3)	0,75 < CE < 2,25	Eaux à forte salinité	Ne devrait pas être utilisée dans les sols où le drainage est faible.
Classe 4 (C4)	2,25 < CE < 5	Eaux à forte salinité	Inutilisables, comprend les eaux qui ne sont pas propres à l'irrigation.
Classe 5 (C5)	CE > 5	Eaux à salinité excessive	Inutilisables, sauf sur sable drainé et pour des cultures très tolérantes, comme le palmier dattier.

1.2.2.2. L'alcalinisation

D'après (Couture, 2004), le sodium est l'un des éléments les plus indésirables dans l'eau d'irrigation. Il contribue directement à la salinité totale de l'eau et peut être toxique.

La concentration du sodium dans l'eau d'irrigation est estimée par le sodium d'adsorption ratio (SAR). Le SAR décrit la quantité de sodium en excès par rapport aux cations : calcium et magnésium. A l'aide du SAR, on divise les eaux d'irrigation en quatre classes (Tabl. II). La classification est basée principalement sur l'effet du sodium sur les conditions physiques du sol.

Tableau V. Classification des eaux d'irrigation vis-à-vis du SAR (U.S.S.L, 1954)

Classes	Teneurs	Degrés du SAR	Effets du Sodium
Classe 1 (S1)	0< SAR < 10	bas taux de sodium	Peu de danger d'alcalinisation, l'eau peut être utilisée sur pratiquement n'importe quel type de sol.
Classe 2 (S2)	10 < SAR < 18	taux moyen de sodium	Eaux utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité.
Classe 3 (S3)	18 < SAR < 26	haut taux de sodium	Eaux nécessitant un aménagement spécial (bon drainage, fort lessivage, addition de matière organique).
Classe 4 (S4)	SAR < 26	très haut taux de sodium	Danger d'alcalinisation fort. Cette eau est généralement inadéquate pour l'irrigation.

Le diagramme ci-dessous montre la classification des eaux d'irrigation selon la conductivité électrique et l'alcalinité. Il a été établi par U.S.S.L en 1954. Il comprenait quatre classes à cette époque, puis (DURAND, 1958) l'a amélioré en lui ajoutant une cinquième classe pour tenir compte des caractéristiques des eaux dans le contexte algérien (fig.1)

Tableau VI. Classification des eaux d'irrigation (DURAND, 1958)

Classes	Qualités	Interprétations
C1-S1	Bonne qualité	Précaution avec les plantes sensibles.
C1-S2 **C2-S1**	Qualité moyenne à bonne	A utiliser avec précaution dans les sols lourds mal drainés et pour les plantes sensibles (arbres fruitiers).
C1-S2 **C2-S3** **C3-S1**	Qualité moyenne à médiocre	A utiliser avec précaution. Nécessite drainage avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.
C1-S1 **C2-S3** **C3-S2** **C4-S1**	Qualité médiocre à mauvaise	Exclure les plantes sensibles et les sols lourds. Utilisable avec beaucoup de précaution que dans les sols légers, bien drainés, avec doses de lessivage et/ou apports de gypse.
C2-S1 **C2-S4** **C3-S3**	Qualité mauvaise	A utiliser avec beaucoup de précaution que dans les sols légers et bien drainés, et pour des plantes résistantes. Risques élevés. Lessivages et apports de gypse indispensable.
C3-S4 **C4-S3**	Qualité très mauvaise	A utiliser que dans des circonstances exceptionnelles.
C4-S4	Déconseiller pour l'irrigation	
S5-S1 **C5-S2** **C5-S3** **C5-S4**	Très déconseillés pour l'irrigation	

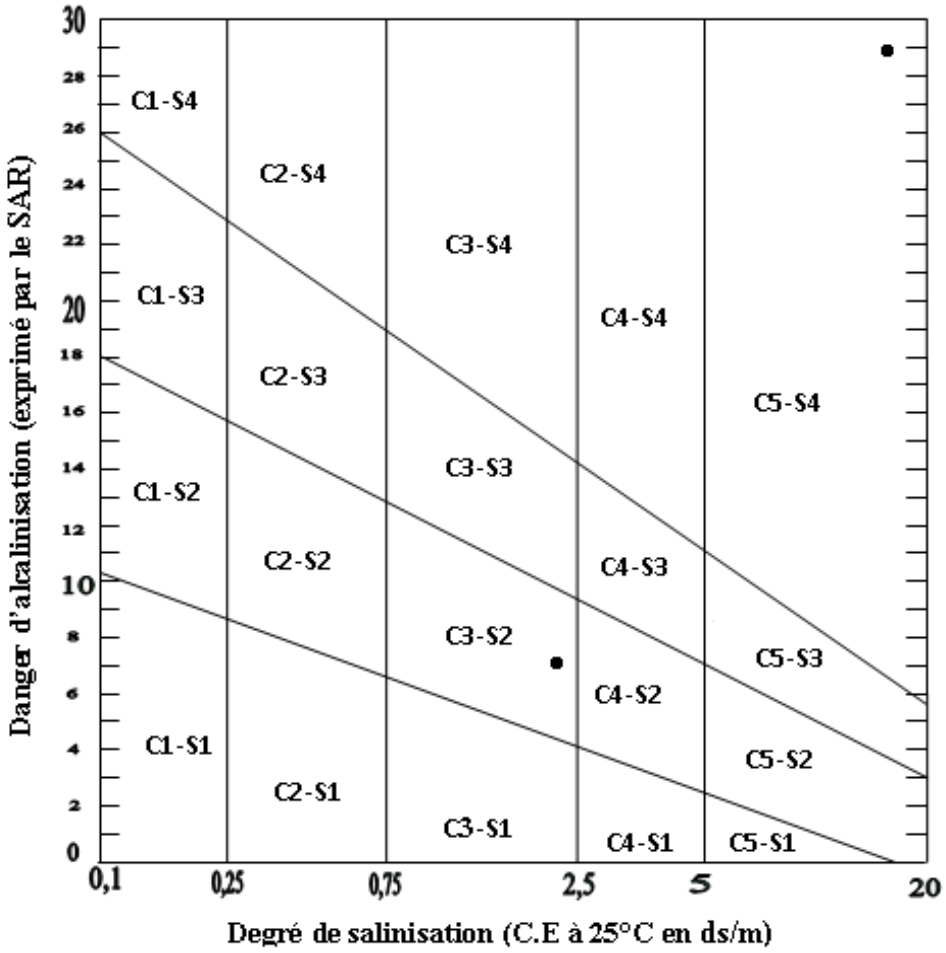

Figure 4. Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux d'irrigation en fonction de la CE 25°C et du SAR. (DURAND, 1958).

1.3. Drainage

Le drainage selon la FAO, est une technique de suppression naturelle ou artificielle des excès d'eau souterraine et de surface et des sels dissous dans les terres, afin d'améliorer la production agricole. Dans le cas du drainage naturel, l'excès d'eau s'évacue des champs jusqu'aux lacs, marécages, fleuves et rivières. Dans un système artificiel, l'excès d'eau souterraine ou de surface est éliminé par des canalisations souterraines ou de surface (BOUTELLI M, 2012).

Objectif du drainage :

1. évacuer l'excès d'eau de pluie par les drains de surface qui recueillent essentiellement l'écoulement de surface ;
2. contrôler la profondeur de la nappe et de lessiver les sels dans la rhizosphère;
3. transporter l'eau récupérée dans les drains secondaires jusqu'au collecteur;
4. transporter l'eau des collecteurs jusqu'à l'exutoire du système ou au site d'évacuation.

1.3.1. Problèmes et solutions du drainage

1.3.1.1. Problèmes des sols imperméables

Les caractéristiques d'un sol imperméable sont une texture de silt argileux, un terrain plat et une vitesse d'infiltration médiocre. Ne suffira pas à résoudre ce type de problème de drainage. Plus le sol est compact, plus la vitesse d'infiltration est limitée, ce qui accroît encore davantage le taux de compactage et entraîne inévitablement une imperméabilisation du sol. Pour savoir si un sol est imperméable, on doit en vérifier la texture du sol et la vitesse d'infiltration. L'installation d'un drain conventionnel dans le sous-sol sec, remblayé avec de la terre indigène (ou des pierres), ne suffira pas à résoudre ce type de problème de drainage. (JOHN K et al)

1.3.1.2. Solution

- **Drainage par mini-drain :**

Dans un sol imperméable, le surplus d'eau est emprisonné dans la couche supérieure du sol. Le surplus d'eau en surface peut se propager directement dans l'agrégat grossier et ainsi s'écouler dans les drains. Le succès d'une telle opération repose entièrement sur le choix de l'agrégat grossier. Le principe du drainage par mini-drains consiste à enlever le surplus d'eau en surface avant que celle- ci ne laisse des flaques, ramollisse la surface du sol. Chacun des mini-drains est relié à un drain collecteur de plus gros diamètre, qui amène l'eau vers une sortie. L'installation de mini-drains requiert l'utilisation d'une trancheuse à roue spécialement conçue à cet effet. La trancheuse peut creuser une tranchée sur une pente uniforme (contrôle automatique par laser), déposer la terre directement dans une remorque, installer le mini-drain et le recouvrir d'un agrégat grossier, le tout en une seule opération. Le nettoyage est rapide et facile (JOHN K et al).

- **Les zones dénivelées** :

Les zones dénivelées sont des zones humides et basses où se forment d'importantes flaques d'eau après une pluie. Les zones dénivelées sont généralement créées lors de la construction du terrain, mais elles peuvent également se former au fil des années avec le sol qui se tasse et qui crée des dépressions sans pentes adéquates. On installe souvent des drains souterrains conventionnels dans les zones dénivelées, mais en général, les résultats sont peu concluants, car il est très difficile de faire pénétrer rapidement de grandes quantités d'eau, le sol et le matériau de remblai jusque dans un tuyau de drainage (JOHN K et al).

- **Puisards**

Les puisards doivent être installés dans la partie la plus basse d'une zone dénivelée, là où l'eau s'accumule naturellement. Elles sont nécessaires pour permettre à de grandes quantités d'eau de s'infiltrer rapidement dans un système de drainage tubulaire. Tous les puisards doivent être de construction solide avec une grille métallique ou plastique à la surface, munis d'ouvertures suffisamment grandes pour ne pas restreindre l'entrée d'eau. Une trappe à sédiment de 300 à 450 mm de profondeur est recommandée pour empêcher les sédiments ou les débris de s'infiltrer dans le système de drainage.

1.4. Problèmes de nappe phréatique

Un problème de nappe d'eau est présent lorsque le niveau d'eau libre dans un forage d'essai (trou de tarière) se maintient entre 300 et 400 mm de la surface du sol. La nappe d'eau est trop près de la surface et entraîne des problèmes de drainage. Le traitement d'une nappe d'eau près de la surface du sol ne s'applique pas du tout à un problème de sol imperméable. Il se forme une nappe d'eau près de la surface du sol, lorsque celui-ci possède une vitesse d'infiltration acceptable, mais pas de sortie naturelle par percolation profonde, normalement en raison de la présence d'une barrière d'argile ou de pierres (JOHN K et al.).

1.4.1. Solution : drains de contrôle de la nappe d'eau

Une nappe d'eau près de la surface du sol nécessite un traitement qui abaisse le niveau d'eau en enlevant le surplus d'eau déjà infiltré dans le profil du sol. Parmi les caractéristiques d'un bon système de drainage, visant à contrôler la nappe d'eau, mentionnons des drains de 100 mm de diamètre installés à une profondeur de 750 à 1200 mm. Les drains sont remblayés avec les sols indigènes, car il est connu que l'eau peut s'infiltrer adéquatement dans le sol. L'écartement des drains doit tenir compte de la conductivité hydraulique en milieu saturé des sols indigènes et du degré souhaité de rabattement de la nappe d'eau. La sortie doit être suffisamment profonde pour permettre un écoulement libre à partir du tuyau d'amenée (JOHN K et al).

1.4.2. Problèmes d'écoulement latéral (suintement)

L'écoulement latéral (suintement) peut se produire lorsqu'un sol relativement perméable (sablonneux) repose sur un sol relativement imperméable (silt / argile) en pente. Le surplus d'eau s'infiltre par le sable dans le sol supérieur. L'eau ne peut s'infiltrer vers le bas à cause de l'argile et se déplace donc horizontalement pour finalement s'écouler à l'extrémité de la couche de sable. Ce type de problème peut générer suffisamment d'eau pour maintenir très humide une allée vaste et plane adjacente à la pente. L'installation de drains conventionnels dans l'allée ne règle pas ce type de problème (JOHN K et al).

1.4.3. Solution : écoulement latéral = drains intercepteurs

Les zones rendues humides par un écoulement latéral peuvent être drainées en installant des drains intercepteurs de 100 mm de diamètre, à une profondeur de 750 à 1200 mm et en les remblayant avec du sable de drainage très perméable. La partie inférieure de la tranchée doit se trouver juste au début du sous-sol moins perméable. L'emplacement exact des drains intercepteurs est primordial pour assurer le succès de l'opération. Le drain intercepteur doit être installé juste au-dessus de la zone humide (ou juste au-dessus du point d'écoulement le plus élevé) le long de la courbe de niveau. L'eau d'écoulement est alors interceptée par le rideau de sable qui permet à l'eau de s'écouler librement vers le bas jusque dans le drain, puis à la sortie. Le succès d'un bon système de drainage repose également sur le choix du type de sable. Le remblai doit avoir un taux de perméabilité au moins 10 fois supérieur à celui des sols indigènes, sinon on recommande d'utiliser de la pierre nette (JOHN K et al).

2. Potentialités édaphiques

La qualité du sol est essentielle à la santé des plantes et à la rentabilité des entreprises. Plusieurs facteurs peuvent affecter négativement la productivité des sols.

2.1. L'érosion du sol

L'érosion du sol par l'eau est la principale source de dégradation des sols. L'érosion éolienne est également un facteur significatif dans certaines régions, principalement sur les terres sableuses. L'érosion hydrique et éolienne enlève la partie la plus productive du sol, sa mince couche arable, et expose les couches moins productives. La nouvelle couche supérieure du sol contient un plus faible taux de matière organique. (cuslm, 2014)

2.1.1. Problèmes d'érosion

Une faible capacité de rétention d'eau, une fertilité réduite, ainsi que des problèmes de structure du sol. La longueur et le degré de la pente, la texture et la structure du sol, les précipitations, le cycle du gel - dégel et la fonte des neiges. (cuslm, 2014)

L'augmentation de l'utilisation d'engrais minéraux peut compenser temporairement la perte de productivité. Cependant, la gestion de la fertilisation est plus complexe sur des sols dégradés. De plus, l'augmentation des intrants ne pourra assurer le maintien de la production à moyen et long terme, que ce soit pour des raisons environnementales ou économiques. (cuslm, 2014)

2.1.2. Solutions d'érosion

Un large éventail de stratégies peut être adopté pour réduire l'érosion et la compaction du sol et améliorer sa productivité.

2.1.2.1. Alternatives d'amendements organiques des sols

Le fumier et le compost sont une excellente source de matière organique. L'application de ces engrais organiques sur les champs apporte des éléments nutritifs aux plantes et de l'humus pour le sol. Ces engrais doivent eux aussi être utilisés avec soin afin de prévenir la contamination de l'eau, tout en maintenant la santé des plantes. Les engrais verts et les cultures couvre-sol apportent par ailleurs des éléments nutritifs pour la culture suivante dans la rotation, ainsi que des résidus organiques essentiels à la qualité du sol. (cuslm, 2014)

2.1.2.2. Les cultures couvre-sol et les paillis

Le maintien d'une couverture végétale ou résiduelle sur le sol réduit substantiellement les risques d'érosion hydrique et éolienne. Lorsque les récoltes se font suffisamment tôt, il est pendant l'hiver. Cependant, lorsque les récoltes ont lieu trop tard pour permettre d'établir une culture, il est possible d'appliquer un paillis sur le sol avant la tombée des neiges. L'incorporation du paillis dans le sol au printemps contribue également à enrichir le sol. (cuslm, 2014)

2.1.2.3. Les brise-vents

Les brise-vents peuvent être établis pour réduire la vélocité du vent sur les champs, et ainsi protéger le sol. Elle est également utilisée pour capter la neige afin de protéger les cultures pendant l'hiver. (cuslm, 2014)

2.2. La fertilité d'un sol

La fertilité d'un sol peut être considérée comme sa capacité à entretenir la croissance des plantes. Elle résulte de la conjonction des fertilités physique, chimique et biologique du sol, qui vont notamment déterminer la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol. Les apports adaptés de produits organiques ou d'engrais minéraux viennent ainsi en complément de l'offre du sol, afin d'optimiser le rendement et la qualité des récoltes**.**

2.2.1. La fertilité physique du sol

Selon MASSON J-C., (2012), nous pouvons dire que les propriétés physiques des sols sont celles qui influencent les facteurs suivants :

2.2.1.1. La circulation de l'air : en absence d'air, les racines ne peuvent plus respirer, ce qui provoque l'asphyxie et la mort des plantes (bien souvent c'est le résultat d'un excès d'eau) ;

2.2.1.2. La circulation et la rétention de l'eau : l'eau apporte les éléments nutritifs à la plante et la plante régule sa température par la transpiration. La rétention de l'eau dans le sol influence le lessivage, le taux d'infiltration, le taux de ruissellement…

Le sol est plus ou moins résistant au détachement, cette propriété s'appelle « l'érodibilité ». Elle est étroitement liée à la stabilité structurale du sol, propriété qui est définie en détail ci-dessous.

2.2.1.3. La texture

La texture d'un sol influence toutes les autres propriétés physiques du sol, y compris le drainage, la capacité de rétention, sa température, l'aération et la structure.

2.2.2. La fertilité chimique d'un sol

Les propriétés chimiques des sols sont fortement corrélées avec le climat. Plusieurs propriétés peuvent être prises en compte, mais nous nous concentrerons sur seulement deux : la Capacité d'Echange Cationique (CEC) et le pH. (itab.asso, 2014)

2.2.2.1. La Capacité d'Echange Cationique (CEC)

La CEC est une mesure du nombre de sites électronégatifs sur le complexe argilo-humique (Consulter l'Essentiel sur les Argiles). On l'appelle la « Capacité d'Echange Cationique » (CEC), parce que sur ces sites électronégatifs, des cations s'attachent et se détachent : ils s'échangent entre la particule chargée et la solution du sol. La plupart des éléments nutritifs et autres éléments qui influencent les propriétés du sol sont en forme d'ions. (itab.asso, 2014)

2.2.2.2. Le pH du sol

La première propriété d'un sol d'importance est la texture ; la deuxième propriété d'importance est le pH.

La texture donne une indication sur les propriétés physiques du sol et de la CEC. Le pH donne des informations sur les éléments nutritifs et les risques de toxicité. Connaissant ces deux propriétés (texture et pH), il est possible de tracer les grandes lignes de la fertilité d'un sol et de son comportement. De plus, la texture et le pH sont relativement faciles à mesurer en laboratoire. (itab.asso, 2014)

2.2.2.3. L'importance du pH : le pH est important pour plusieurs raisons :

2.2.2.4. La disponibilité des éléments nutritifs

Tous les éléments du sol sont plus assimilables dans des pH qui s'approchent de la neutralité. Le meilleur exemple est le phosphore. Dans les sols acides, le phosphore se complexe avec le Fer et devient insoluble. Dans les sols basiques, il se complexe avec le calcaire. Il devient soluble et donc assimilable dès que le pH est ajusté vers la neutralité. Il est impossible de gérer la fertilité chimique d'un sol sans gérer le pH en même temps. (unt.unice, 2014)

Ce graphique nous montre l'impact du pH sur la disponibilité des éléments nutritifs et la toxicité des métaux.

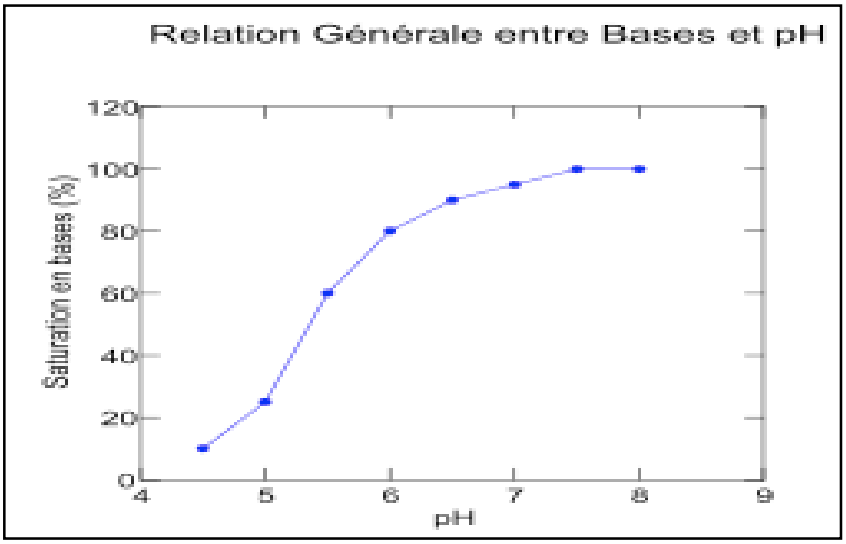

Fig.5. Impact du pH sur la disponibilité des éléments nutritifs

Les problèmes de toxicité

Contrairement aux éléments nutritifs, les métaux sont plus solubles et donc assimilables à des pH acides. L'exemple le plus courant est une toxicité par l'Aluminium. Dans les pH plus élevés, l'Aluminium est non soluble et donc n'entre pas dans la solution du sol. Dès qu'il est en solution, il est prélevé avec les autres cations/anions et peut être toxique. (unt.unice, 2014)

2.2.2.5. Les bases échangeables

Les cations : Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, et Na^{+} sont considérés comme étant des bases. Plus le sol est acide, moins il y a de bases. (unt.unice, 2014)

Le pourcentage de bases qui occupent les sites de la CEC est défini comme étant :

$([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}] + (K^{+}] + [Na^{+}]) / CEC \times 100 =$ Saturation en base (%)

2.2.2.6. La salinité du sol

On entend, en général, par salinité, une teneur du sol en sels solubles préjudiciables à la production végétale, d'une façon plus générale, il y a salinité chaque fois que la présence des sels vient modifier la vie végétale ou les caractéristiques des sols.

La liste des sels en cause varie selon le cas de salinité, le plus fréquent en zone semi-aride est d'avoir des chlorures ou des sulfates de sodium ou de magnésium (Forges, 1972 in BOUTELLI, 2012).

Salinité globale : la salinité se mesure par la conductivité électrique en siemens S ou mhos/m. Sachant que 1 S/m =1 mhos/m et 1 mhos = 1/ohm unité de résistance électrique. La conductivité de l'eau peut être rapidement convertie en mg de sels par litre par la formule :
1 dS/m = 1 mS/cm = 640 mg/l de sels (Marc, 2001).

Sodicité : l'ESP est un indice de caractérisation des sols salés. Ce paramètre est déterminé par la formule suivante : ESP (%) = (Na^+/CEC) ×100.

Alcalinité : le SAR (Sodium Adsorption Ratio), il s'agit également d'un paramètre fondamental pour la détermination du niveau d'alcalinisation (Tableau 4).

Tableau VII. SAR et degrés d'alcalinisation des sols (Servant, 1975)

SAR	
SAR ≤ 4	Pas d'alcalinisation
4 < SAR ≤ 8	Faible alcalinisation
8 < SAR ≤ 12	Alcalinisation moyenne
12 < SAR ≤ 18	Alcalinisation forte
SAR ≥ 18	Alcalinisation intense

Deuxième partie
Matériels et méthodes

Chapitre III
Matériels d'étude

Chapitre III. Matériels d'étude

1. Station d'étude

Notre station d'étude est située à l'exploitation de l'université d'Ouargla. Elle est localisée dans la cuvette d'Ouargla.

1.1. Présentation de la station d'étude

1.1.2. Historique de l'exploitation

L'exploitation agricole de l'université de Ouargla (ex : I.T.A.S) à été crée en 1959, par le service colonial pour la mise en valeur, sous l'appellation de périmètre de "GARET-CHEMIA". Elle est située au sud-ouest d'Ouargla, à six kilomètres environ du centre ville. Durant la première phase de la révolution agraire, le périmètre est passé en groupes de mise en valeur (G.M.V). En 1979, l'exploitation a été confiée à l'Institut Technologique d'Agriculture Saharienne (I.T.A.S). En 1992 l'exploitation est passée à l'Institut Nationale Supérieur d'Agronomie Saharienne (I.N.F.S.A.S). En 1997 l'exploitation à été confiée à centre universitaire. Et actuellement l'exploitation a été passée à l'université d'Ouargla.

1.1.3. Localisation de l'exploitation

L'exploitation est située au sud-ouest de la ville d'Ouargla, à six kilomètres environ du centre ville. Elle se présente sous forme d'un glacis d'une grande homogénéité topographique. Elle se trouve dans une zone peu élevée, à la bordure d'un chott. Le dénivelé topographique entre le chott et l'exploitation est d'environ deux mètres. Ses coordonnées sont les suivantes (UKMO, 2013) :

- Latitude : 31°,57' Nord.
- Longitude : 5°,20' Est.
- Les altitudes sont comprises entre 132.5 et 134.0 m

L'exploitation s'étend sur une superficie théorique totale de 32 ha, dont 16 hectares sont aménagée et répartie en quatre secteurs à savoir : A, B, C. et D. Le reste des secteurs E, F, G et H correspondant à l'extension non exploité (Fig. 6). Actuellement, une partie de superficie a été attribué au pole universitaire.

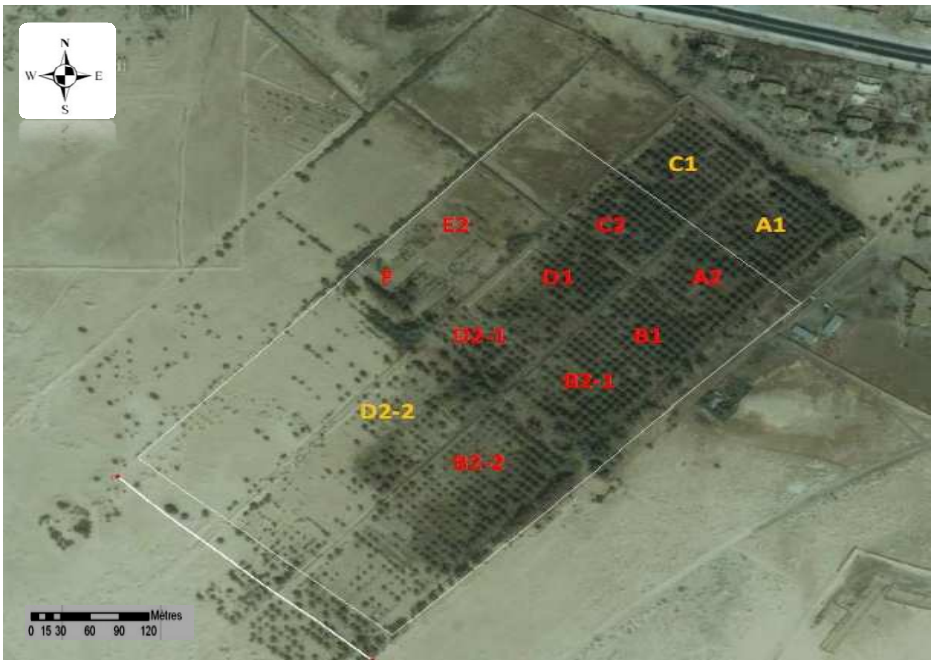

Figure 6. Photo satellitaire de l'exploitation de l'université (image Google Earth, 2013)

1.2. Occupation du sol

1.2.1. Potentialités hydro-édaphiques

1.2.1.1 Sols

Les sols de l'exploitation sont caractérisés par une texture sablo limoneuse, une structure particulaire, avec une présence notoire à certains niveaux de croûtes ou encroûtements gypseux. Il a une conductivité électrique élevée sous palmiers et très élevée pour les sols hors palmiers (3,34 à 9,16 dS /m). La teneur insignifiante en matière organique comprise entre 0,57 et 0,73%, avec des pH de neutre à alcalin (7,73 à 8,70). Il présente également un faciès chimiques sulfaté- sodique.

Généralement, l'état du sol de l'exploitation est mauvais, surtout l'extension de l'exploitation, et les secteurs B et D, qui sont caractérisés par l'absence des travaux suivants (UKMO, 2013), à savoir :

- pauvreté du sol en matière organique et mauvaise conduite culturale ;
- Envahissent du sol par les mauvaises herbes ;
- Apparition et propagation des maladies et ravageurs ;
- manque d'opérations d'aménagements et nettoyage du sol ;
- manque de matériels et formation d'une croûte gypso- saline.

1.2.1.2. Eaux d'irrigation

L'irrigation de l'exploitation est assurée par deux forages, de types (Fig. 7 et 8) :

- Sénonien : c'est le forage le plus ancien, réalisé en 1959, il est légèrement artésien, situé après le secteur A, au nord- est du secteur B1, équipé d'une pompe électrique centrifugeuse, ayant une profondeur de 188,8 m et débit 40 l/s. (UKMO, 2013).
- Miopliocène : situé au nord est du secteur A1, réalisé en 1986, il a une profondeur de 68 m, un débit de 18 l/s, et une température de 18 °C (UKMO, 2013).

Figure 7. Forage du Miopliocène

Figure 8. Forage du Sénonien

1.2.3. Main d'œuvre

La réalisation des travaux agricoles de l'exploitation est assurée par une main d'œuvre non qualifiée et insuffisante (UKMO, 2013).

Tableau VIII. Répartition de la main d'œuvre selon les travaux existants (UKMO, 2013)

	Effectif	Age	Durée (h/j)	Périodes	Travaux
Technicien	-	--	-	-	-
Responsable	1	48ans	8h	Toute année	complète
Permanant	4	45 à 55 ans	8h	Toute année	complète
Saisonnier	-	-	-	-	-

Les besoin en main d'ouvre sont estimés en avance pour chaque campagne agricole. Par exemple, pour la campagne agricole 2012 -2013, les travaux de l'exploitation ont été assurés par 5 ouvriers permanents. Les besoins en main d'ouvre sont estimés à 16 ouvriers permanents et 8 ouvriers saisonniers. Mais les problèmes liés à la main d'œuvre sont :

- manque d'effectifs, 04 ouvriers pour 16 ha ;
- manque de qualification et spécialisation ;
- perturbation dans le programme d'action des ouvriers ;
- manque d'encadrement technique, en techniciens et ingénieurs

1.2.4. Equipements

1.2.4.1Matériels de l'exploitation

Le matériel agricole de l'exploitation est un matériel manuel (pelles, pioches, houes, râteaux,…) permettant de réaliser les opérations de préparation du sol et des planches pour la mise en place de cultures (UKMO, 2013).

Tableau IX. Le matériel existant de l'exploitation (UKMO, 2013)

Fonctions	Matériels	Nombre	Etat du matériel	Travaux réalisés
Travail du sol	mototracteur	1	Mauvaise état	traction et labour
Récolte	-	-	-	-
Transport	-	-	-	-

1.2.4.2. Réseau d'irrigation

La distribution de l'irrigation se fait par la présence d'un réseau de conduite enterré, constitué principalement (MAHBOUB, 2008) par :

- **réseau primaire :** c'est une conduite en enterrée, de forme cylindrique, de 15 cm de diamètre, reliant le réseau aux différents bassins équipés de californiennes ;
- **réseau secondaire :** c'est une conduite à ciel ouvert, se trouvant à 2m des drains au niveau de chaque secteur ;
- **réseau tertiaire :** ce sont des planches de 1.5m à 2m de largeur, et de 20m à 30 m de longueur, se trouvant à l'intérieur de chaque secteur. Elles sont destinées également pour la réaliser des cultures sous palmiers dattiers, à savoir des cultures fourragères et maraîchères. La fréquence des irrigations est de 2 fois/semaine en été et 1fois par semaine en l'hiver (Fig.9)

Figure 9. Une partie du réseau tertiaire d'irrigation dans l'exploitation

Problèmes liés à l'irrigation :

- réseau d'irrigation défectueux, non fonctionnel au niveau des secteurs D2 et B2 ;
- fissuration au niveau des bassins d'irrigation des secteurs B et D ;
- canalisation endommagée au niveau des secteurs B et D.

D'après les problèmes cités, une reprise totale du réseau d'irrigation est indispensable (UKMO, 2013).

1.2.4.3. Réseau de drainage

Le réseau de drainage de l'exploitation a été réalisé en 1980, et est dans sa totalité à ciel ouvert. Il est constitué de drains primaires et secondaires, débouchant dans le collecteur principal qui sépare les secteurs A- C -E et G en deux. Il a été nettoyé dans sa totalité par les services des forêts. Les drains tertiaires ont étés réalisés en 2005

Figure 10. L'état du réseau de drainage de l'exploitation

Les problèmes liés au réseau de drainage :

- l'ensemble des drains sont envahis par les mauvaises herbes (tamarix, etc....) ;
- la végétation hydrophile est très bien développée à Intérieur des drains ;
- ensablement des drains des secteurs D et B.

1.2.4.4. Bassins aquacoles

En raison de l'ouverture de la spécialité aquaculture au niveau du département de biologie, au sein de la Faculté des sciences de la nature et de la vie, il a été créé un dispositif de bassins aquacoles en 2009 au niveau de l'exploitation agricole. Ce dispositif a permis, d'une part, aux étudiants de faire leurs recherches et expérimentations, et d'autre part, il a permis d'établir des relations étroites avec d'autres universités, à l'image de l'université de Annaba et la direction régionale de l'aquaculture (UKMO, 2013).

Fig. 11. Bassins aquacoles

1.2.4.5. Serre de nébulisation vitrée

A la demande des enseignants doctorants et afin de faciliter les travaux de recherche, une serre de nébulisation vitrée à été installée dans l'exploitation. Actuellement, nous sommes à la deuxième année en matière de concrétisation des travaux de recherches, en utilisant les performances scientifiques mises à la disposition grâce à ce type d'équipement (UKMO, 2013).

Les problèmes de la serre sont (UKMO, 2013) :

- ✧ température et humidité favorisant le développement des champignons, bactéries et maladies cryptogamiques ;
- ✧ mauvaise installation de la serre ;
- ✧ surface exploitée très réduite ;
- ✧ rendement faible ou presque nul ;
- ✧ assolement et rotation anarchiques ;
- ✧ apparition de quelques ennemis des cultures, comme les nématodes, les insectes et les verres de terre.

Fig. 12. Serre de nébulisation vitrée

1.2.5. Cultures

1.2.5.1. Types de cultures

Les secteurs aménagés A. B. C. et D, occupant chacun d'eux une superficie de 3,6 hectares. Ils sont cultivés essentiellement de palmiers dattiers, une serre vitrée, trois serres plastiques, ainsi que des cultures fourragères en étage, sous palmeraies.

La phoeniciculture représente la principale spéculation de l'exploitation. L'effectif actuel est de 1238 palmiers dattiers. Les palmiers dattiers sont plantés en carrée, d'une manière régulière, avec un écartement de 9 m x 9 m, soit 110 palmiers dattiers à l'hectare. L'âge des arbres varie entre 2 ans et 50 ans. Le tableau 8 donne la structure variétale, le nombre de manquants et le nombre total actuel de palmiers dattiers par secteur (UKMO, 2013).

Tableau X. Composante variétale de l'exploitation de l'université (UKMO, 2013)

	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D1	D2	Total	%
Deglet Nour	110	128	140	80	152	125	56	16	807	65.18
Ghars	58	50	40	41	30	5	36	10	270	21.8
Deglat bieda	9	7	0	0	4	3	0	0	23	1.8
Autres variétés communes	3	10	6	3	7	5	12	0	40	3.23
Dokkars	3	6	0	1	1	5	7	0	23	1.85
Djebbars	16	9	5	2	7	6	12	0	50	4.03
Manquants	21	13	29	93	19	46	107	194	522	29.65
Effectif de palmiers dattiers	119	207	191	127	201	174	113	26	1238	70.35
Total théorique	1238+522=1760									100

Le palmier dattier représente la principale vocation de l'exploitation (Tabl. XI) exprime l'importance de la phoeniciculture.

Tableau XI. Production dattiére de l'exploitation de l'université (UKMO, 2013)

Variétés	Deglet Nour	Deglet bieda	Ghars	Variétés communes	Total
Production (qx)	198.23	66.32	7.56	12	284.11

Les cultures sous –jacentes, (Tabl.XII), sont des productions qui occupent une superficie de 1253 m^2, répartie comme suit :

Tableau XII. Cultures vivrières sous palmier dattier (UKMO, 2013)

Cultures	orge	Blé	Luzerne	Chou fourrager	sorgho
Superficies (m^2)	462	250	543	150	150

1.2.5.2. Conduite culturale

Travail du sol

Il est pratiqué là où' il y'a des cultures sous –jacentes au niveau des secteurs A et C. Après nettoyage du sol, on effectue un passage du râteau sur les planches de palmiers dattiers dans le but d'éliminer les palmes sèches et les déchets de la récolte précédente. Le labour superficiel est effectué par la houe. Les surfaces non cultivées sont généralement envahies par les mauvaises herbes et les déchets de récoltes (dattes.

La présence de ces résidus sous palmier dattier constitue un foyer de parasites et de maladies, exposant ainsi le palmier et les cultures associées aux risques d'ennemis (UKMO, 2013).

Désherbage

Le désherbage dans l'exploitation est généralement pratiqué mécaniquement, à l'exception des secteurs cultivés, où il est réalisé avec des herbicides (UKMO, 2013)

Irrigation

Le type d'irrigation dans l'exploitation est traditionnel, par submersion. La fréquence des arrosages est variable selon l'importance du débit d'eau faible et distribution, pratiquée anarchiquement au niveau des secteurs A et C, et absente dans les autres secteurs (UKMO, 2013).

Fertilisation

Le sol est aménagé et labouré en planches, ensuite les fumures organique et minérale sont appliquées par épandage et enfouissement (UKMO, 2013).

Fertilisation organique

Fumier organique est d'origine " ovin – caprin - bovin ", se fait par la méthode :

- par trou : cette méthode consiste à creuse un trou de 1m^2 et de profondeur de 80 à100cm selon les racines, au voisinage du tronc du palmier dattier avec une quantité de 25 kg ou une " brouette" par pied. Elle est répétée irrégulièrement par manque de fumier.
- par planches : cette méthode consiste à épandre le fumier dans les planches aménagées pour les cultures sous- jacentes.

Fumure minérale

Elle est utilisée essentiellement en" N.P.K " (15/15), où l'épandage se fait à la volée et de manière anarchique. Les doses de fumure minérale appliquée sont irrégulières.

1.2.5.3. Brise vents

Les vents de sable, particulièrement le sirocco sont des contraintes climatiques qui caractérisent très souvent le Sahara, causant des dommages parfois assez considérables. Pour cela, l'exploitation de l'université. doit être assuré par un réseau de brise vents, constitué d'une double ligne des espèces d'eucalyptus, casuarina et de palmes sèches. Les arbres sont plantés à une distance ne dépassant deux mètres entre plantes d'eucalyptus et quatre mètres entre plants de casuarina (UKMO, 2013).

Sur la côte sud de l'exploitation, la protection climatique est inexistence, mais existe seulement une ligne d'eucalyptus pour la protection interne entre les secteurs A -B, C - D. et C- E.

Figure 13. Brise vents au niveau de l'exploitation de l'université

Les problèmes des brise - vents (UKMO, 2013) :

- absence d'une protection sur l'extrémité sud-ouest, ce qui cause des problèmes d'ensablement importants pour les secteurs B, D, F et H ;
- protection climatique inexistante sur la côte sud de l'exploitation ;
- absence d'entretien des brise-vents.

Chapitre IV
Méthodes d'étude

Chapitre IV. Méthodes d'étude

1. Approche méthodologique

Notre approche méthodologique sur les perspectives de réhabilitation de l'exploitation de l'université, nous a permis de mettre en évidence un programme permettant le développement et la sauvegarde de 1238 palmiers et la reprise des activités pédagogique, technique et scientifique au niveau de cette dernière. A partir de l'étude réalisée dans l'exploitation agricole de l'ITAS sur les ressources hydro-édaphiques, nous avons réalisé un travail de recensement des études sous forme d'enquêtes pour ressortir avec une vision générale sur la qualité et la quantité des informations et après, nous avons réalisé un second travail de synthèse des résultats pour déterminer les potentialités hydriques et édaphiques, évoquer les problèmes posés, et un complément d'étude à effectuer pour une meilleure valorisation culturale des ressources hydro-édaphiques.

A partir des problèmes posés par les travaux réalisés, nous avons cherché des solutions convenables sous forme d'aménagements de mise en valeur, et finalement nous proposons des recommandations et des actions de vulgarisation aux agriculteurs ayant pour but d'arriver à une exploitation convenable, digne des essais de l'université de Ouargla.

2. Phases d'étude

2.1. Activité de recherches dans l'exploitation (recensement)

Nous avons réalisé un travail de collection de toutes les données hydro-édaphiques au niveau de la bibliothèque de SNV, l'hydraulique et la bibliothèque centrale, complétés par des contacts avec les anciens responsables de l'ITAS et ceux de l'exploitation de l'université dans le but d'avoir le maximum de travaux et d'informations. Dans cette étape, nous avons transformé les références bibliographiques des données de l'exploitation en références chronologiques par année, à partir des premières thèses réalisées à l'exploitation jusqu'à 2013. Nous avons réalisé aussi une première étude critique des travaux pour vérifier l'ensemble des erreurs commises.

2.2. Synthèse des résultats

A partir de la première phase de collectes des données, nous avons effectué des fiches sur Excel pour mettre tous les résultats des travaux réalisés dans l'exploitation de l'université, et prendre en considération ce qui suit :

- Caractéristiques des eaux :
  - fiche d'irrigation ;
  - fiche de drainage ;
  - fiche de la qualité des forages et des nappes phréatiques.
- Caractéristiques des sols : caractéristiques physico-chimiques :
  - fiche du sol par profil ;
  - fiche du sol par sondage ;
- Gestion des sols (conduite culturale) :
  - effet du travail du sol ;
  - effet de l'irrigation sur la salinité ;
  - effet du drainage sur la salinité ;
  - effet de la fertilisation

Et après, nous avons engagé directement un autre travail sur l'évolutions des résultats pour corriger est compléter les paramètres des recherches qui ne sont pas réalisés ou d'une marge d'erreur inacceptable, selon les normes.

2.3. Problèmes hydro-édaphiques

Dans cette phase, nous avons transformé nos résultats synthétiques de forme chiffrée en des histogrammes et des courbes pour présenter et faciliter la discussion des résultats des paramètres étudiés (salinité globale, sodicité, fertilité) des eaux et des sols, selon les échelles d'interprétations et les normes de mise en valeur, dans l'objectif de faire ressortir les problèmes hydro-édaphiques (hydriques, physique, de salinité, de sodicité, et de fertilité) posés depuis la discussion des résultats.

2.4. Recommandations de mise en valeur

Dans cette phase et d'après les problèmes posés sur le plan des potentialités hydriques et édaphiques au niveau de l'exploitation, nous avons proposé des aménagements hydro-édaphiques à partir d'une démarche et des recommandations de mise en valeur, ayant pour but l'amélioration des potentialités de productions agricoles de l'exploitation l'université

Notre approche méthodologique se représente par l'organigramme suivant:

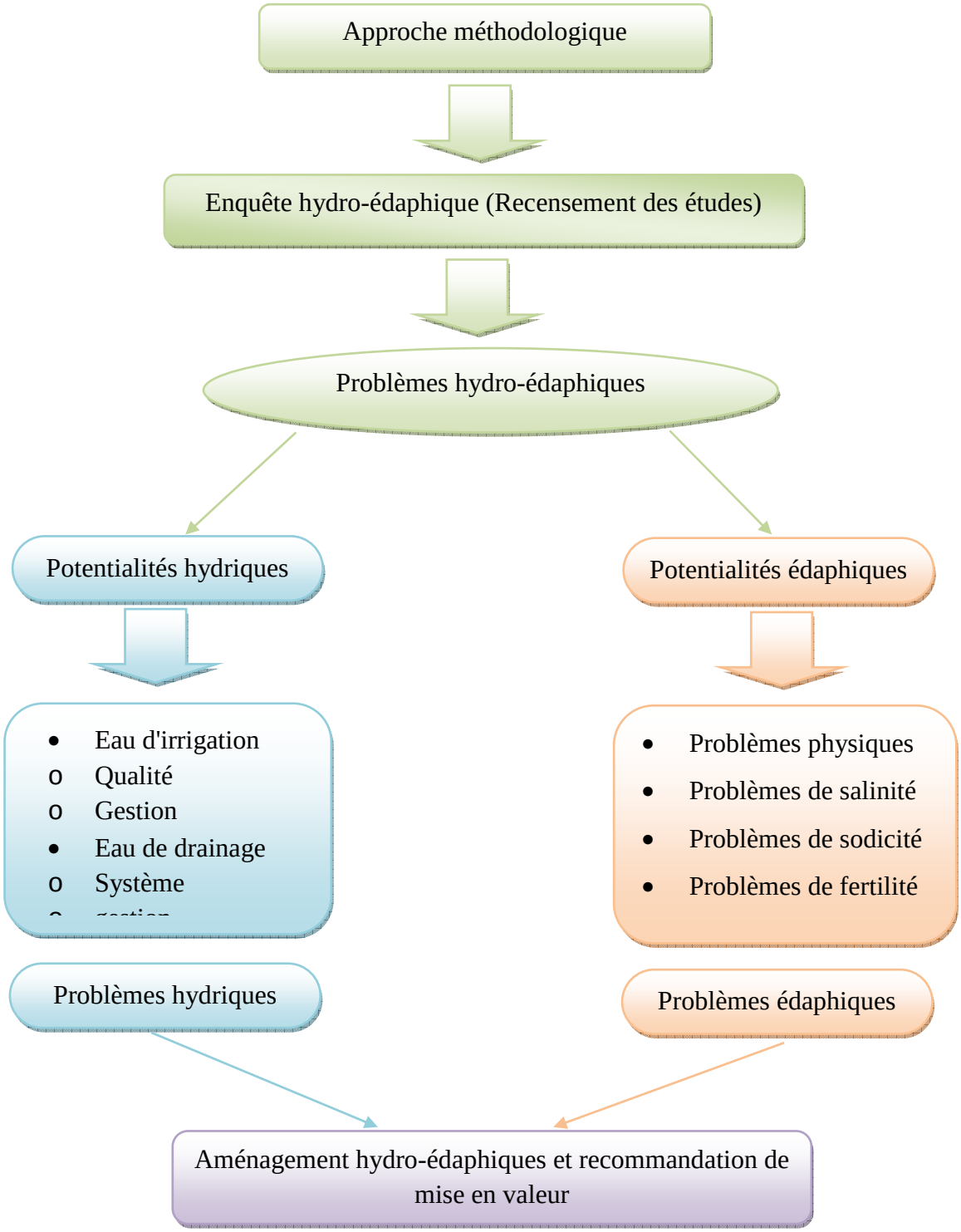

Figure 14. Organigramme représente la méthodologie d'étude

Troisième partie
Résultats et discussions

Chapitre V

Activité de recherches dans l'exploitation

Chapitre I. Activités de recherches dans l'exploitation de l'université

1. Evolution annuelle des recherches

Dans ce chapitre, nous avons divisé les résultats en fonction des enquêtes et des analyses des données par secteur. Nous avons procédé aussi au traitement des données pour déterminer les problèmes posés.

On peut considérer cette étape de notre travail comme des enquêtes, d'une part, pour regrouper et classer tous les travaux réalisés dans l'exploitation en fonction de la thématique, son évolution et la qualité des recherches. Tout cela, dans le but de déterminer la contribution de l'exploitation dans l'encadrement des mémoires et leurs qualités.

Le premier histogramme présente l'évolution des études réalisées en fonction des années.

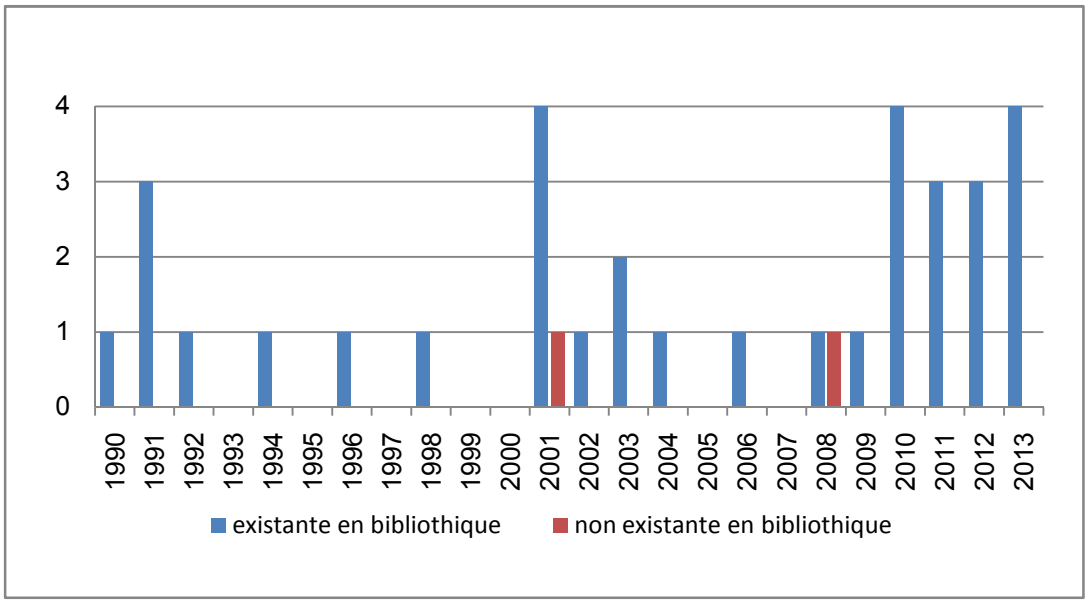

Figure 15. Evolution annuelle des recherches (1990-2013)

L'histogramme (Fig.15) représente toutes les études réalisées depuis 23 ans et même les années sans réalisation de travaux. La première décennie montre qu'il y a une insuffisance des études (7 mémoires sur 10 ans), et 5 ans sans aucune étude, exprimant un manque d'encadrement, d'une part, et une instabilité des données au niveau de la bibliothèque. Au cours de la période de 2001 à 2013, nous avons remarqué une évolution de l'encadrement avec un rapport de 29 mémoires pendant 13 ans.

Cela semble exprimer une augmentation du niveau d'encadrement et une production suffisante des documents au niveau de la bibliothèque. Mais un rapport de 35 mémoires pendant 23 ans, avec une moyenne d'un mémoire par an, ce qui reste faible pour une exploitation agronomique, destinée pour les recherches de l'exploitation de l'université.

2. Niveau des recherches

L'histogramme (Fig.16) représente le nombre de recherches effectuées dans l'exploitation de l'université en fonction du niveau de recherche (graduation et post-graduation).

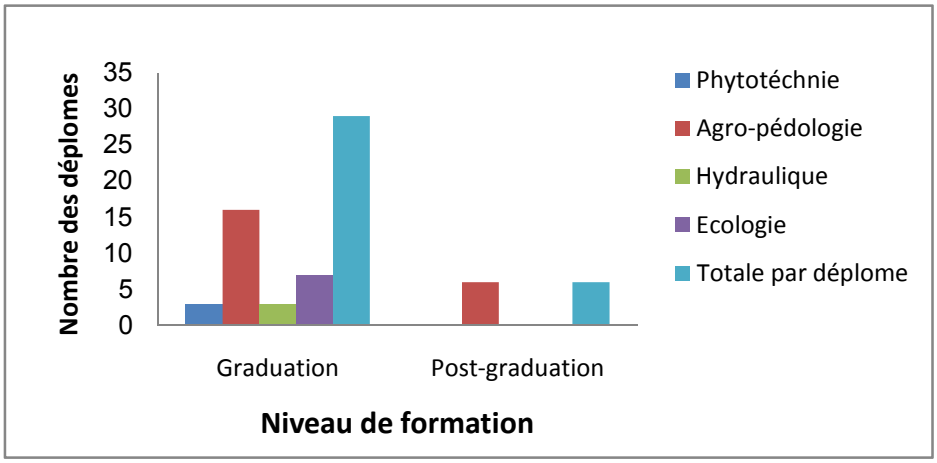

Figure 16. Les recherches par niveau de formation

A partir de cet histogramme, nous avons remarqué que la majorité des recherches ont été réalisées au niveau de la graduation, avec 29 mémoires répartis entre ingénieurs, licences et techniciens supérieurs. Par contre, seulement 6 mémoires ont été réalisés en post-graduation (2 thèses de doctorat). Cela dénote une insuffisance des travaux de qualité pour mieux enrichir la documentation de la bibliothèque et améliorer la qualité de l'information.

3. Disponibilité des recherches

Dans l'histogramme (Fig.17) qui représente, d'une part, l'existence et l'inexistence des mémoires dans la bibliothèque en fonction des domaines de recherches. Nous avons remarqué que le domaine de l'agropédologie reste qui s'accapare le plus de travaux de recherches avec 21 mémoires, par contre, les autres domaines se distinguent par un faible encadrement (7 mémoires en écologie, 3 mémoires en phytotéchnie et 2 mémoires en hydraulique), toujours en fonction de leur existence ou absence dans la bibliothèque.

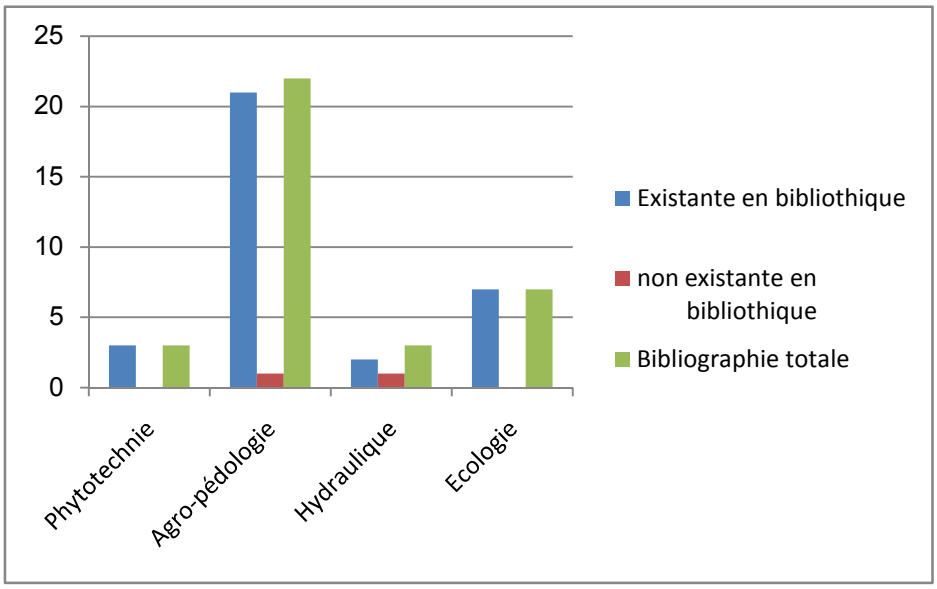

Figure 17. Disponibilités par domaine de recherche

4. Conclusion

A partir de l'analyse bibliographique de toutes les recherches, nous avons observé qu'il y a en général une faible activité de recherches sur le plan quantitatif, 35 mémoires en 23 ans, prédominés par des études agropédologiques par rapport à celles de l'écologie, la phytotéchnie et l'hydraulique. A travers nos résultats d'enquêtes bibliographiques, nous avons observé une perte des travaux de recherches dans la bibliothèque, réalisés durant les années quatre-vingt, et quelques uns entre 1990 et 2013, avec une faible activité de recherches, où pendant certaines années, elle est presque nulle. Même sur le plan qualitatif, le nombre de recherches en post-graduation reste faible, notamment en doctorat, en plus de cela, les recherches entamées ne sont pas structurés correctement dans un plan d'aménagement de l'exploitation.

Chapitre VI

Problèmes hydro-édaphiques dans l'exploitation

Chapitre II. Problèmes hydro-édaphiques de l'exploitation

1. Problèmes hydriques

1.1. Eaux d'irrigation

1.1.1. Gestion des irrigations

L'irrigation de l'exploitation est assurée par deux forages, l'un du sénonien et le deuxième forage, du Miopliocène**.** Les deux forages sont déconseillés pour l'irrigation et leurs débits sont faibles**.** Comme toutes les exploitations anciennes, l'exploitation de l'université utilise le système d'irrigation traditionnel (submersion), avec fréquence des irrigations de 2 fois/semaine en été et 1 fois par semaine en l'hiver, avec des doses d'irrigation non étudiées, posant des problèmes de salinité, sodicité et alcalinité des sols (UKMO, 2013).

Le réseau d'irrigation : la distribution de l'irrigation se fait par la présence d'un réseau de conduites enterrées, constitué principalement par un réseau primaire, secondaire et tertiaire, connaissant des problèmes, qui sont les suivants :

- réseau défectueux non fonctionnel au niveau des secteurs D2, B2 ;
- fissuration au niveau des bassins d'irrigation des secteurs B et D ;
- canalisation endommagée au niveau des secteurs B et D.

1.1.2. Qualités de l'eau d'irrigation

La qualité des eaux d'irrigation déterminée par analyse est variable (Tabl. XIII). Les paramètres de qualité des eaux d'irrigation étudiés pour les deux forages de l'exploitation, ceux du Miopliocène et du Sénonien, sont : le $pH_{i,}$ la CE_i, et le SAR, Il y a peu d'études pour le forage du Miopliocène.

1.1.2.1. pH des eaux

À partir des résultats obtenus, le pH_i est variable au cours des études. Il varie de 6,86 à 7.71 pour les eaux du Miopliocène (Fig. 18), et de 7,67 à 8,08 pour les eaux du Sénonien. Ces pH varient de neutre à alcalin (GAUCHER, 1968).

Les différance de mesures dépassent 0,85 unité de pHi. Elles sont importantes, qui semblent due aux conductions d'échantillonnages, des mesures et aux variations géochimiques des eaux. Les variations si elles sont confirmées, peuvent influencer la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans les eaux d'irrigation pour les cultures (Couture, 2006).

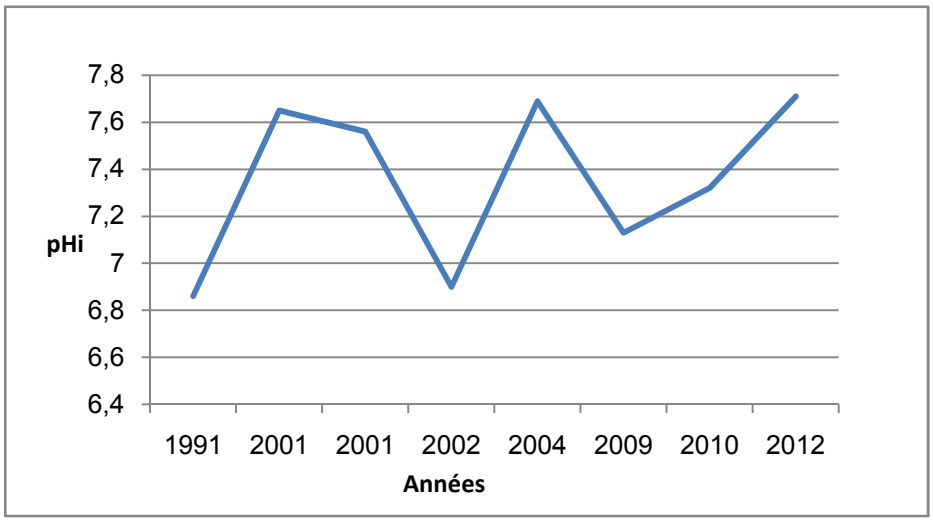

Figure 18. Evolution annuelle du pH des eaux d'irrigation du Miopliocène

1.1.2.2. Conductivité électrique

A partir des résultats obtenus, la conductivité électrique (CEi) est variable au cours des études. Elle varie de 3,58 à 5,2 pour les eaux du Miopliocène (Fig. 19), et de 3,38 à 3,74 pour les eaux du Sénonien. La conductivité électrique (CEi) de l'eau augmente en fonction des années, de 3.56 dS/m en 1990 à 5.3 dS/m au 2012, exprimant l'évolution de la salinité des eaux d'irrigation. En général, l'eau utilisée pour l'irrigation présente un dégrée faible ou moyen de salinité (Conductivité électrique de 0.6 à 1.7 dS/m). Alors que cette eau est sévère pour une de CE>3,0 dS/m (DURAND, 1958).

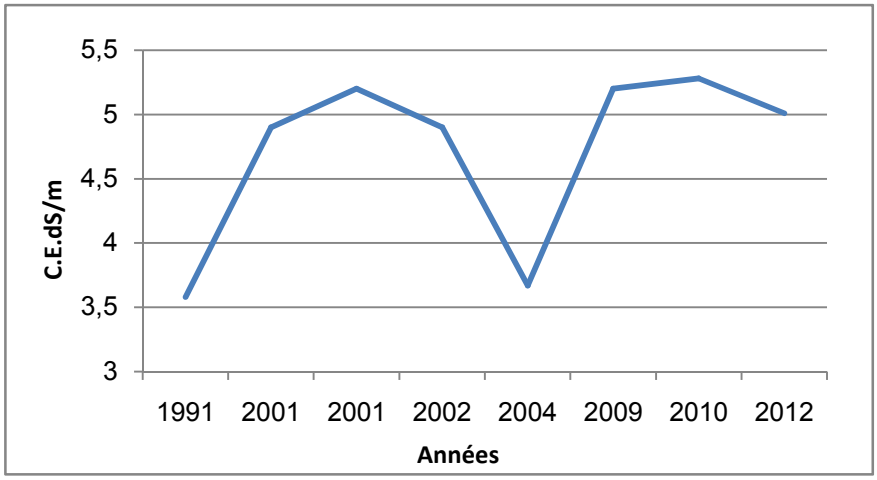

Figure 19. Evolution annuelle de la salinité des eaux d'irrigation du Miopliocène

1.1.2.3. SAR

A partir des résultats obtenus, le SAR est variable au cours des études. Il varie de 3,74 à 14,03 pour les eaux du Miopliocène (Fig. 20), et de 4,23 à 12,46 pour les eaux du Sénonien.

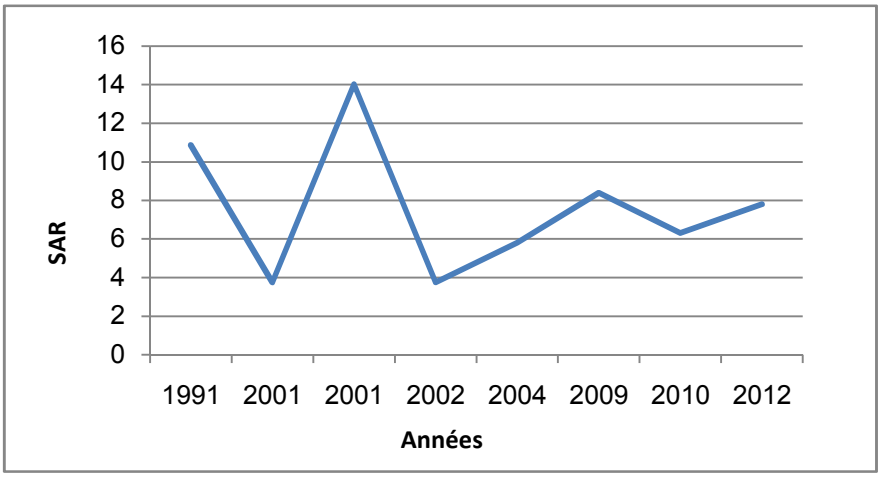

Figure 20. Evolution annuelle de la sodicité des eaux d'irrigation du Miopliocène

Nous avons observé que le niveau du SAR augmente au cours des années, exprimant l'état développé de la sodicité des ces eaux, et le taux de sodium est très important, posant des problèmes d'infiltration avec l'augmentation de la salinité et influence la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans les eaux d'irrigation.

1.1.2.4. Classification des eaux

Selon le diagramme de classification des eaux de RIVERSIDE modifié par DURAND, ces eaux d'irrigation classées comme des eaux très déconseillées pour l'irrigation (C4S1, C5S1) à cause de leur salinité et alcalinité très élevées, pouvant produire un stress salin et une toxicité sodique pour les cultures.

1.2. Eau de drainage

Le réseau de drainage de l'exploitation réalisé en 1980 est dans sa totalité à ciel ouvert. Il est constitué de drains primaires et secondaires, débouchant dans le collecteur principal, de 4m de largeur et 1,44m de profondeur, séparant les secteurs A- C -E et G en deux. Il a été nettoyé dans sa totalité par les services des forêts. Les drains tertiaires ont étés réalisés en 2005 au niveau des secteurs A .C .B et D., de 1,5m de largeur et 1,5 m de profondeur.

Figure 21. Etat du réseau de drainage de l'exploitation

A partir de la (Fig. 21), nous avons remarqué une stagnation des eaux au niveau des drains qui explique une faible pente, avec l'ensablement des drains, envahis de mauvaises herbes (phragmutis, tamarix, etc....). La végétation hydrophile est très développée à l'intérieur des drains, alors ces derniers fonctionnent mal.

Figure 22. Etat actuel du réseau de drainage de l'exploitation

Le système de drainage actuel fonctionne mal (Fig. 22). Cela est du principalement à la pente du terrain qui n'est pas en affinité avec l'écoulement de l'eau, en plus de cela, les cailloux déposés à l'extrémité des drains peuvent devenir avec les sels accumulés une couche imperméable, ne permettant pas l'évacuation des eaux de drainage.

2. Problèmes édaphiques

2.1. Problèmes physiques

2.1.1. Texture des sols

La majorité des sols de l'exploitation sont partagées, avec presque les mêmes caractéristiques physiques. Une texture sableuse selon le diagramme textural américain. D'après l'analyse granulométrique, on constate que le sable est la fraction la plus dominante (Fig. 23), en deuxième lieu, vient le limon, tandis-que le taux d'argile est très faible, expliquant une faible rétention en eau utile avec une réduction au niveau de la capacité de stockage des éléments nutritifs, avec des risques de battance.

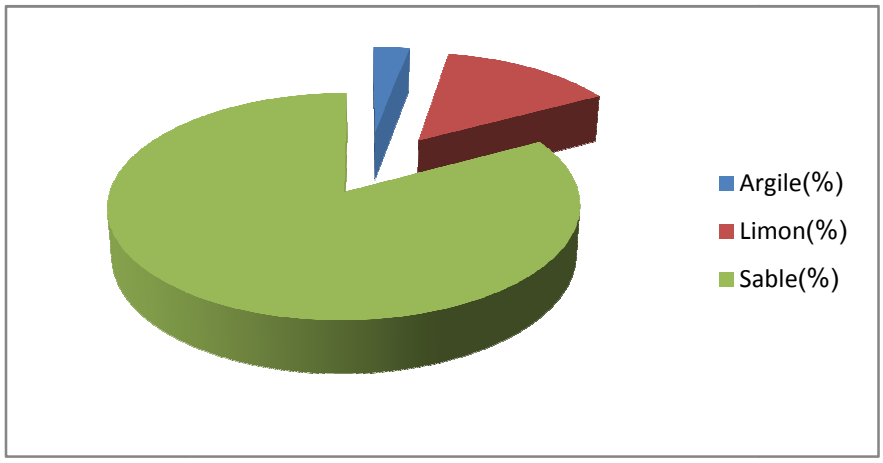

Figure 23. Composition granulométrique du sol de l'exploitation

2.1.2. Structure des sols

La dominance du sable dans le sol de l'exploitation lui donne une structure particulière (Fig. 23). On constate que les particules grossières sont les plus dominantes, avec la présence des obstacles mécaniques, provoqués par l'accumulation excessive des sels peu solubles, formant des croûtes ou encroûtements, de nature calcaire ou gypseuse, qui influencent le développement racinaire des plantes, d'une part, la perméabilité et l'aération des sols, d'autre part. Aussi, les obstacles hydriques et la remontée des eaux de la nappe phréatique, limitant la fertilisation à travers la profondeur du sol.

2.1.3. Conservation des sols

Nous avons étudié l'état des brise-vents de l'exploitation, et nous avons trouvé qu'il y a une absence de la protection climatique sur l'extrémité sud-ouest, ce qui peut causer des problèmes d'ensablement importants pour les secteurs B, D, F et H, et la mort des arbres qui exprime l'absence d'entretien de la protection climatique.

3. Problèmes de salinité

3.1 La salinité globale

3.1.1. Conductivité électrique

À partir des résultats obtenus, la conductivité électrique (CE) des sols est variable au cours des études. Elle varie de 4,14 dS/m à 36,25 dS/m (Fig. 24) pour les sols cultivés, et de 9,45 dS/m à 30 dS/m (Fig. 24) pour les sols non cultivés. Nos sols sont classés comme des sols très salés à extrêmement salés, dépassant 6 dS/m selon (AUBERT, 1978). La forte teneur en sels s'explique par les fortes évaporations dues aux températures élevées de la région, ainsi qu'aux eaux d'irrigation. Il s'ajoute aussi le phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique. Nous avons observé que la CE augmente dans les secteurs cultivés (A1, B1, B2, C1, C2, D) et diminue dans les secteurs non cultivés (E, F, G, H), expliquant initialement que l'origine de la salinité est l'eau d'irrigation et la mauvaise gestion du drainage avec le phénomène de la remonté capillaire.

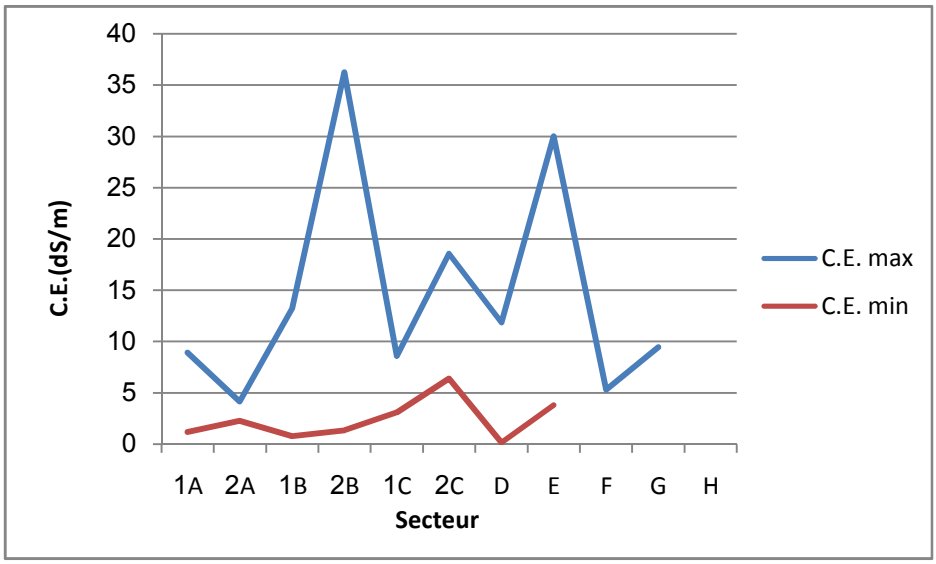

Figure 24. Evolution de la conductivité électrique du sol par secteur

3.1.2. pH du sol

À partir des résultats obtenus, le pH du sol varie au cours des études. Il oscille de 7,88 à 8,7 pour les sols cultivés, et de 7,93 à 8,59 pour les sols non cultivés (Fig. 25). D'après les classes du pH de l'extrait 1/5 (MOROND, 2001), nos sols sont neutres a alcalins. Les variations si elles sont confirmées, peuvent influencer la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans les eaux d'irrigation pour les cultures (Couture, 2006).

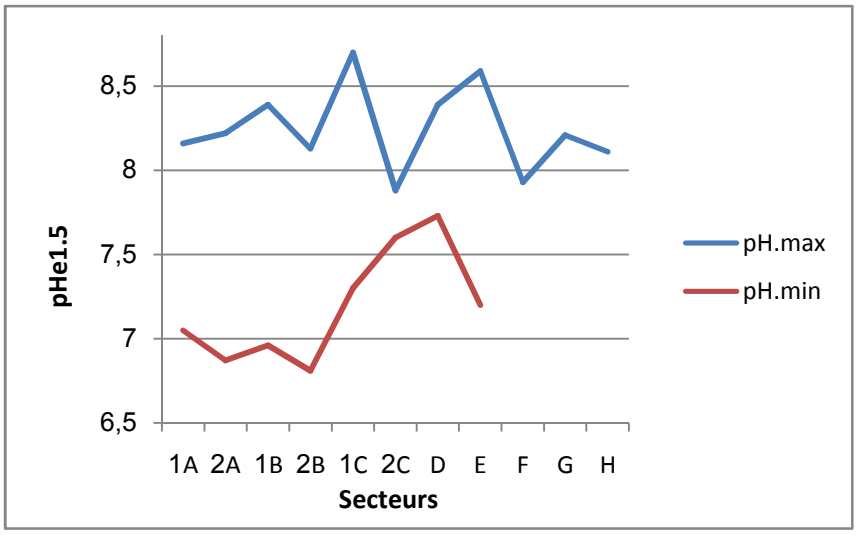

Figure 25. Evolution du pH de l'exploitation par secteur

3.1.3. Sodicité

À partir des résultats obtenus, le SAR des sols est variable au cours des études. Il varie de 5,64% à 13,04% pour les sols cultivés, et de 7,13% à 61,28% pour les sols non cultivés (Fig. 26). D'après (Servant, 1975), nos sols sont d'alcalinisation forte à alcalinisation intense, qui pose des problèmes d'infiltration avec l'augmentation de la salinité, influençant la forme et la disponibilité des éléments nutritifs dans le complexe adsorbant.

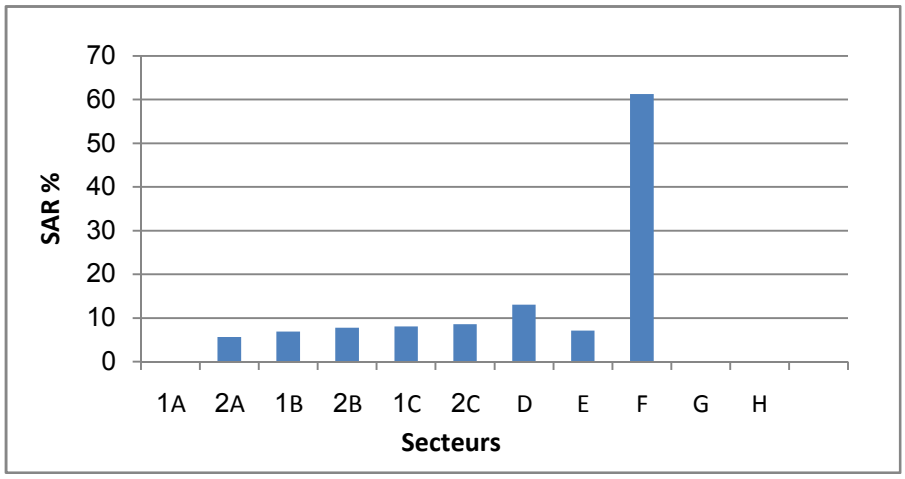

Figure 26. Evolution du SAR de l'exploitation par secteur

3.1.4. Calcaire et gypse

La teneur en calcaire varie de 0.04 % à 1.57 %. D'après (BAIZE, 1988), ces sols sont donc classés comme des sols peu calcaires. La teneur en gypse est de l'ordre de 19.49 % à 68.15%. Selon (HELIMI, 2010), nos sols sont extrêmement gypseux.

4. Problèmes de fertilité

Les anions : les sulfates et les chlorures constituent les anions dominants dans la solution de ces sols (1.71 à 415.34 meq/l) et (0.94 à 503.99 meq/l) respectivement, les bicarbonates présentent une quantité faible (0.6 à 23.17 meq/l).

Les cations : parmi les cations, le sodium est dominant par rapport au potassium (0.71 à 33.48 meq/l).

En ce qui concerne les caractéristiques biochimiques, le taux de carbone est faible (0.16 % à 0.58 %). Ce taux est inférieur à 1%. Selon (DUCHAUFOUR, 1984), ce sol est pauvre en matière organique.

On peut considérer que nos sols sont pauvres en azote, de l'ordre de 0.009 % à0.2 %. Ceci est du à la réduction de l'apport de matière organique végétale et d'une dégradation rapide de celle-ci, surtout en été.

Le rapport C/N est de 4 % à 6.33 %, ce taux est inférieur à 10%, ceci traduit la faiblesse des deux éléments les plus importants, c'est une tendance à la minéralisation des quantités réduites d'azote.

La capacité d'échange cationique CEC est de l'ordre de 0.93 à 11.74 meq/100g, qui reste très faible, selon (LANO), qui exprime un type de sol léger et une fertilisation très faible avec un ph alcalin.

5. Conclusion

L'étude des problèmes hydro-édaphiques dans l'exploitation nous à conduit a plusieurs constatations qui présentent des contraints potentiels dans la mise en valeur.

L'étude des problèmes hydriques nous a montré que les eaux d'irrigation sont très salé et de sodicité élevé, et très déconseillé pour l'irrigation. La gestion de l'irrigation est traditionnelle, non économique par submersion. La dose et la fréquence d'irrigation sont complètement anarchiques, non conforme aux besoins des cultures et de lessivage. Le réseau de drainage de l'exploitation est non fonctionnelle a cause de du mauvais entretien des draines en profondeur, en pente et présentent des accumulations de sable et de mauvaises herbes comme le phragmites et tamarix. Cette situation favorise l'engorgement en eau et la salinisation par remontée capillaire en présence de nappe phréatique superficielle salée, et aussi la formation des croûtes gypseuses de nappes. Ces facteurs abiotiques de dégradation peuvent limités l'enracinement et la fertilisation des cultures.

L'étude des problèmes édaphique sont d'ordre physique, salin-sodique et de fertilité. La caractérisation physiques des sols indique une granulométrique sableuse de faible rétention en eau utile et en éléments nutritifs, favorisant les pertes nutritif par lessivage. Les sols présentent une structure variable particulaire, fragmentaire et massive en présence de croûtes gypso-calcaires. Ces dernières constituent un obstacle mécanique pour l'enracinement des palmiers dattiers qui favorise l'hydro-halomorphe.

Les accumulations en sels solubles et peu solubles sont favorisé par les conditions hydromécaniques des sols. L'alcalinité du milieu édaphique par calcaire et sodicité contribue au blocage des éléments fertilisant, notamment le fer et le phosphore. Aussi, le faciès chloruré sodique des sels solubles peuvent contribuer à la toxicité spécifique; notamment au niveau des secteurs A1, C2 et E.

Les sols présentent une faible fertilité organo-minéral. L'hydro-holomorphie, l'alcalinité et le manque d'amendement organo-minéral sont autant de facteur qui réduit le potentiel de fertilité des sols.

Chapitre VII
Recommandations de mise en valeur

Chapitre VII. Recommandations de mise en valeur

Dans ce chapitre, nous suggérons toutes les solutions possibles aux problèmes posés à partir de notre travail. Cela, soit par le recensement des études ou à partir des analyses hydro-édaphiques, sous forme d'aménagements de mise en valeur et des recommandations, ayant pour objectif l'amélioration de l'exploitation de l'université.

1. Recommandation d'aménagement

1.1. Aménagements hydro-agricoles

La gestion de l'eau est un facteur clé de la production agricole et qui à un impact majeur sur le rendement des cultures. Autant un manque d'eau peut s'avérer néfaste pour les plantes, autant il est primordial d'éliminer les excès d'eau en ayant recours au drainage de surface ou au drainage souterrain. Les eaux de nappe Miopliocène et Sénonien sont déconseillé à l'irrigation a cause de leur salinité, alors il faut exploiter les eaux de profond (Albiens) qui caractérisé par un taux de salinité moins faible.

L'irrigation par planche (submersion) pose des problèmes de perte des grosses quantités des eaux avec la salinisation provoquée par les eaux salés. Donc Il faut l'installation d'un nouveau système d'irrigation mieux fonctionnelle et économique surtout avec ce mauvais type de l'eau. Ainsi que la dose d'irrigation déterminer par rapport les besoins en eau des plantes avec une dose supplémentaire pour assurer une excellence lixiviation des sels.

La profondeur et la ponte, reste les facteurs essentielles pour déterminer la fonctionnalité d'un réseau de drainage ainsi que la dimensionnement et d'entretien c'est pour ça il faut ponter et redimensionner et d'entretien les drains d'un part et assurer une profondeur pour rabattre la nappe phréatique d'un autre part.

1.2. Aménagements édaphiques

Comme tout les sols de région, les sols de l'exploitation connu des plusieurs problèmes des obstacles hydromécaniques de remonté capillaire et des croutes gypso-calcaire, d'engorgement hydrique, de pauvreté en éléments fertilisants, et en capacité de rétention en eau utile, liée a sa salinité et sa sodicité, et sa texture fragile. Pour assurer une bonne aération et un coche arable profonde et une efficace lixiviation, il faut défoncement des croutes d'une parte et de réalisation d'un efficace réseau de drainage. La conservation des sols contre les érosions éoliennes et les vents chauds doit obligatoirement assurer avec une efficace prise vent.

Pour désalinisation des sols il faut assurer la lixiviation des sels par une dose supplémentaire de lessivage, et pratiquer l'amendement de gypse pour régler la sodicité provoqué par la fixation de sodium et également diminuer l'alcalinité aussi.

La texture sableuse de sol exprime ce faible niveau de fertilisation et ça médiocre capacité en rétention en eau et en éléments nutritifs, alors il faut :

- Augmenter le niveau de fertilité du sol pour but approfondir la réserve utile en eau et des éléments nutritifs du sol et également diminuer la fréquence d'irrigation et des apports des engrais.
- Assurer un programme de fertilisation pour redresser les sols avec un taux important en éléments nutritifs, et entretenir tous qui est problème de rétrogradation des éléments nutritifs et des besoins des plantes.
- Utilisation de mécanisation pour assurer un labour profonde pour but défoncer le croute et augmente la profondeur de couche arable.

2. Recommandation de recherche

Au terme de ce travail de recherche, nous avons proposants des conseilles et des vulgarisations agricoles se forme des recommandations

Procéder à une exploitation raisonnée et à une utilisation rationnelle de ressource en eau par l'application des systèmes et des méthodes d'irrigation efficaces et économiques tel que le système localisé.

Procéder au traitement des eaux excédentaire (eaux de drainage et eaux usée), et les eaux de nappe albienne pour l'utiliser au profit de l'agriculture.

Exploiter les secteurs abandonnés par l'installation des serres pour les plasticultures, et développer les cultures intercalaires, notamment maraîchage et fourragère surtout les plantes halophytes.

Contrôle les facteurs de salinité et de sodicité et le ph et même de fertilité par augmentation de nombre d'études réaliser à l'exploitation par année et utilisation des engrais acidifiants et sans effets. Utilisation de la mécanisation pour tout les pratiques culturales.

Conclusion

Pour une meilleur valorisation des ressources hydro-édaphiques de l'exploitation agricole, il est nécessaire d'effectuer des aménagements hydraulique en améliorons le réseau d'irrigation-drainage. Il faut introduire le système d'irrigation localisé économique, tout en satisfaisant les besoins culturaux et de lessivage. Le drainage doit permettre le rabattement des eaux au-dessous de la zone racinaire pour éviter le stress hydro-salin et alcalin.

Le défoncement des croûtes gypso-calcaire est nécessaire pour un bon drainage et lessivage des eaux et des sels et un bon enracinement des cultures. Une pratique d'amendement organiques et d'engrais acidifiant permettra une régulation de pH, une élévation de la CEC, une diminution de la rétrogradation minérale et un redressement du niveau de fertilité des sols.

D'autres recherche sont recommandé dans l'exploitation afin de contrôler l'efficacité des approches d'aménagement hydro-édaphiques, dont un objectif d'augmente de la productivité de l'exploitation. Les recherches recommandé sont d'ordre culturales, agropédologiques, hydraulique pour adopter les meilleurs itinéraires techniques pour l'exploitation. Egalement, l'introduction des recherche sur l'élevage perpétrera de satisfaire les besoins organique de l'exploitation.

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de se travail de recherche, nous pouvons conclure que l'exploitation agricole de l'université présentent des ressources hydro-édaphiques important males valorisés et montrant des problèmes grave de gestion.

L'étude bibliographique montre une faible activité de recherche dans l'exploitation, touchant les domaines d'agropédologie, d'écologie, de phytotéchnie et d'hydraulique. Les recherches de graduation et de post-graduation ne rentrent pas dans plan d'aménagement de l'exploitation. Il est dommage de constater la perte de documents administratifs et de recherches. Ce qui traduit une mauvaise gestion des archives à l'université.

L'étude des problèmes hydro-édaphiques observé dans l'exploitation constituent des contraints potentiels pour la mise en valeur. La mauvaise gestion des eaux d'irrigation-drainage ainsi que la qualité des eaux a conduit à l'augmentation de l'hydro-holomorphie des sols, facteurs abiotiques inhibant le développement et le rendement des cultures. Parallèlement à d'autres problèmes édaphique récences d'ordre mécanique, salin-sodique et de fertilité. Les croûtes gypso-calcaire présentent des obstacles mécaniques pour l'enracinement des cultures, notamment le palmier dattier. Les accumulations salines et sodiques favorisent le stress salin-sodique et alcalin chez les cultures, conduisant au blocage des éléments fertilisant, notamment le fer et le phosphore, et à la toxicité spécifique de type sodique et chloruré. La fertilité organo-minéral est faible à cause du faible apport dans le conduit cultural et la dégradation hydro-édaphique.

La valorisation des ressources hydro-édaphiques de l'exploitation agricole, exige un nouveau aménagement hydraulique, en améliorons le système d'irrigation et les réseaux d'irrigation-drainage. Il doit permettre une économie d'eau, une satisfaction des besoins des cultures et de lessivage ainsi que de drainage des eaux au-dessous de la zone racinaire.

Le défoncement des croûtes gypso-calcaire la pratique d'amendement organiques et d'engrais acidifiant permettra de diminuer la rétrogradation minérale et au même temps d'augmenter l'assimilation minérale dans les sols.

D'autres recherche sont recommandé dans la mise en valeur de l'exploitation de l'université au cours des futurs aménagements hydro-édaphiques, pour assuré d'augmente de la productivité, les potentialités hydrique et de fertilité, et réduire le niveau de salinité des sols dans l'exploitation. Les résultats de recherches vont permettre de choisir les meilleurs itinéraires techniques de mise en valeur pour l'exploitation. Egalement, ces recherches entrepris à l'université vont servir de modèle pilote pour d'autre exploitation similaire dans la région de Ouargla et saharienne, dont un perspective de recherche action et de développement durable.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

ALOUI N, 1990,. Approche du problème de la salinité au niveau de l'ITAS carte Iso-salinité et proposition d'une gamme de cultures susceptible d'être mise en place. ITAS, Ouargla, p34.

ANONYME, 2011,. Etude de la dynamique saisonnière de la salinité en milieu sableux. Cas de la palmeraie de l'Université de Ouargla.

ATTAB O et BOUKHELKHAL N, 2013,. Cartographie de la salinité par deux méthodes différentes en milieu oasien. Cas de l'exploitation phoenicicole de l'Université de Ouargla. Mém. Mas. Agro, Université de Ouargla.

AUBERT.G, 1978,. Méthode d'analyses des sols. Ed: C.R.D.P. Marseille, 191p.

BAISE, 1988, Guide des analyses courantes en pédologie, Pub. INRA, Paris.

BAZZINE M, 2003,. Etude de la biomasse microbienne dans les sols Halomorphes d'une sebkha située au niveau de l'exploitation de l'Université de Ouargla (ex ITAS). Mém.Ing, Université de Ouargla, 41-44pp.

BEDJADJ S, 2011,. Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologiques des sols dans la région de Ouargla (Cas de l'exploitation de l'Université de Ouargla). Mém.Ing, Agro, Université de Ouargla, P42.

BENBRAHIM F, 2001,. Etude de l'effet saisonnier de la nappe phréatique sur la dynamique des sels solubles dans un sol cultivé et non cultivé dans la cuvette de Ouargla. Mém.Ing, Université de Ouargla.

BENMANSOUR S et KORICHI R, 2013,. Etude de l'évapotranspiration réelle liée à l'évapotranspiration potentielle et à la production agricole phoenicicole à l'échelle de l'écosystème de l'ITAS. Mise au point d'un modèle basé sur la consommation de l'eau et la production agricole. Mas. Agro, Université de Ouargla.

BENZAHI Y, 1994,. Contribution à l'étude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigue sous palmeraie. Mém.Ing. Agro, INFS/AS, Ouargla, p111.

BERRABAH F, 2009,. Recensement des sels sur les différents horizons, modes de leurs formations : cas d'un sol nu et d'un sol cultivé dans la région d'Ouargla. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla, 33-43pp.

BETOUCHE S, 1991,. Effet de deux chaines d'outils sur quelques paramètres physiques du sol en zone Aride. Mém.Ing, ITAS, Ouargla, p33.

BOUHIHI B, 1996,. Etude de la salure d'un sol sableux sous l'influence de l'irrigation. Mém.Ing. Agro, INFS/AS, Ouargla, 28-30pp.

BOUTELLI M, 2012,. Salinité des eaux et des sols au niveau de Sebkha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Mém. Mag. Hydraulique, Université de Ouargla, 3-9pp.

BOUZIANE F et LIMANI R, 2012,. Mode de dégradation du sol sableux naturel dans la cuvette de Ouargla par deux formes chimiques précipité et complexe, possibilités d'utilisation agricole. Mém.Ing, Université de Ouargla, 41-44-63pp.

CHAICH K, 2004,. La nappe phréatique de la cuvette de Ouargla : Bilan hydrique, problèmes engendrés et possibilités de dessalement. Mém. Mag. Agro, Université de Ouargla, p24.

CHENINA K, 1998,. Influence du paillage plastique noir sur la croissance et la production de la tomate sous serre dans la région de Ouargla. Mém, Tch Sup, ITAS, Ouargla, 115p.

COUTURE I, 2004,. Analyse d'eau pour des fins d'irrigation. AGRI-VISION.

COUTURE I, 2006,. L'eau, source de qualité et de rendement, colloque sur l'irrigation.

DADDI BOUHOUN M., 1997,. Contribution a l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne: cas du m'zab. Mém, Mag. Agro, Université de Ouargla.

DADDI BOUHOUN M., 2010 ,. Contribution à l'étude de l'impact de la nappe phréatique et des accumulations gypso-salines sur l'enracinement et la nutrition du palmier dattier dans la cuvette de Ouargla (Sud Est algérien). Thèse Doct., Université BADJI Mokhtar, Annaba, 365 p.

DARI R, 2013,. Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides, exemple d'un sol salé sous deux types de cultures. Mém.Ing, Agro, Université de Ouargla, p39.

DOUDI F et SAHRAOUI K, 1991,. La palmeraie de l'ITAS Etude et possibilités d'amélioration. ITAS, Ouargla, p47.

DUCHAUFOUR P. 2001,. Introduction à la science du sol. Ed Dunod Paris p 331

DURAND H.J, 1983, Les sols irrigables. Etude pédologique. ED. imprimerie Boudin. Paris. P339.

DURAND J.H, 1958,. Les sols irrigables. Etude pédologique. ED. Imbert, Alger. P190.

FENENAKH K, 2003,. L'étude de l'impact des accumulations gypseuses et des eaux phréatiques sur l'enracinement du palmier dattier « Deglet Nour ». Mém.Ing, Agro, Université de Ouargla, 130p.

GASMI F, 2008,. Contribution à l'étude de l'impact pédopaysage de l'exploitation de l'Université de Ouargla sur la densité racinaire du palmier dattier « cultivars Ghars ». Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla.

GAUCHER, 1968, Traité de pédologie agricole, le sol et sa caractéristique agronomique, Ed. Paris.

GOUBI M et LOUAZENE N, 2013,. Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations du palmier dattier et des cultures sous-jacentes (dans l'exploitation agricole de l'ITAS). Mém. Mas. Agro, Université de Ouargla, p30.

HALITIM A, 1973,. Sols des régions Arides d'Algérie, O P U- 383p.

HAMDI AISSA B, 2001,. La fonction actuelle et passé des sols du Nord Sahara (cuvette de Ouargla). Thèse, Doc, Agro, Paris Grignon, 307p.

HAROUNA SOULEY I, 2001,. Etude de l'impact de la remontée de la nappe phréatique sur la salinisation des sols sous palmeraie à Ouargla (Cas de l'exploitation d'ITAS). Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla.

HATI S et SALHI S, 2012,. Analyse et caractérisation du système (irrigation-drainage) de l'exploitation de l'université de Ouargla et recommandations de réhabilitation. Mém.Ing. Ecolo, Université de Ouargla, 30-35pp.

I.T.A, 1975, Laboratoire du sol : Méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut Technique Agricole. Mostaganem, p78.

IDDER M^{ed} .A.H, 2006,. Mode de fixation et de cristallisation des sels dans un sol nu non irrigué dans la région de Ouargla. Mém. Mag. INA. ELHARRACH, Alger, 46-49-51pp.

KACHI A et MOUSSAOUI L, 2011,. Influence des variations saisonnières sur la microbiocénose tellurique des sols salés : cas de l'exploitation de l'Université de Ouargla. Mém.Ing, Université de Ouargla, p49.

KARABI M, 2010,. Fonctionnement microbiologique et biochimique des sols sahariens : étude comparative entre un sol salé (palmeraie de l'université de Ouargla) et un sol alluvionnaire (palmeraie traditionnelle de Guerrara). Mém. Mag. Agro, Université de Ouargla.

LAHMAR H, 1992,. Cartographie des sols de l'Exploitation de l'INFS/AS Ouargla. Etude thématique et pédologique. Mém.Ing. Agro, INFS/AS, Ouargla, p45.

MAHBOUB R, 2008,. Contribution à l'étude de réhabilitation de la palmeraie du département d'agronomie saharien (Ex: ITAS). Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla, p91.

MARC L, 2001, Le contrôle de la salinité dans les rizières, Mémento Technique de Riziculture. 1-12pp.

MESSAITFA Z, 2002,. Impact de la salinisation du sol sur la nutrition azotée du palmier dattier dans la région de Ouargla (Cas de l'exploitation de l'ITAS). Mém.Ing, Université de Ouargla, 33-37pp.

MESSAOUDI N, 2010,. Contribution à l'étude de la dynamique de la salinité en milieux-sableux. cas de la palmeraie de l'Université de Ouargla. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla.

NASRAT A, 2007,. Contribution à l'étude de l'expérience de la concession agricole dans le périmètre de Khchem Errih (Région de Ouargla). Mém.Ing, Université de Ouargla, 77p.

NIBOUA Y, 2010,. Etude comparative de la salinité dans trois situations agricoles différentes. Application à la palmeraie de l'Université. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla, 26- 44pp.

NOUI H, 2011,. Contribution à l'étude des ressources Hydro-Edaphique à Oued Righ. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla.

ONM, 2013, Donnée climatiques de Ouargla. Office Nationale de la Météorologie.

OULD SIDI BELLA M, 2001,. Dynamique des sels solubles dans un sol irrigué et leurs impacts sur la composition minérale du palmier dattier dans la région de Ouargla. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla, p85.

ROUVILLOIS., BRIGOL M., 1975- Le pays de Ouargla (Sahara algérienne). Département géographique Université de Sorbonne .390p.

SANAA A, 1991,. Influence du phosphogypse sur les propriétés chimiques d'un sol salé dans l'exploitation de l'ITAS-OUARGLA. ITAS, Ouargla, p55.

SERVANT J.M, 1975, Contribution à l'étude pédologique de terrains halomorphes. Exemple des sols salés du Sud et du Sud-Ouest de la France. Thèse d'état. Université de Montpellier. 2tome. Texte : 200p. N° CNRS Ao 10.856.

SLIMANI A, 2012,. Contribution au recensement et à la compartimentation des sels de la série neutre sur les horizons supérieurs des sols naturels de la cuvette de Ouargla. Mém.Ing. Agro, Université de Ouargla, 35- 38pp.

TOUTAIN G, 1979,. ELEMENT D'AGRONOMIE SAHARIENNE, Edition Georges TOUTAIN. 4^{em} trimestre 1979.

U.S.S.L, 1954,. Diagnosis and improvement of saline and alkali soil USDA.

YOUCEFI M. 2011,. Etude de l'impact de l'hydro-halomorphie des sols sur la biogéographie des hydro-halophytes dans la cuvette de Ouargla. Mém., Mag., université de Ouargla, 122 p.

RÉFÉRENCES EN LIGNE:

Dr. DEVITT D and MORRIS R,. Sampling and interpretation of landscape irrigation water, University of Nevada.

Envirobf., 2011. Situation des ressources en eau dans le monde et en Afrique. 16e Colloque international en évaluation environnementale L'Afrique. **www.envirobf. Org.**

GHASSEMI F, JAKEMAN A.J and Nix H.A, 1995,. Salinization of Land and Water Resources: University of New South Wales Press, Sydney.

webmaster@memoireonline.com.

JOHN K, STEVE A et KELLY A.I,. Comment Régler les problèmes de drainage. www.asgq.org.

KETTAB **A. 2001**,. Les *ressources en eau* en Algérie : stratégies, enjeux et vision. Portail2. reseau-concept.net.

MASSON J.C, 2012,.Comprendre la formation et la fertilité des sols. www.acces.ens-lyon.fr/

Rapport d'activité sur l'exploitation agricole de l'université de Ouargla, 2013. Université d'Ouargla. 26p, www.ukmo.dz.

WOPEREIS et al. 2008,. Manuel technique, Curriculum APRA-GIR, www.africarice.org.

www.cuslm.ca/ Qualité du sol

www.itab.asso.fr/fiche-ferti-maraichage.

www.lano.asso.fr/web/eaux1.html

www.unt.unice.fr

Annexes

Tableau XIII. Caractéristiques chimiques des eaux de forage du Miopliocène, Sénonien

Année		**1991**	**2001**	**2001**	**2002**	**2004**	**2009**	**2010**		**2010**	**2012**	
Référence		SANAA	BENBRAHIM	HAROUNA	MESSITFA	CHAICH	BERRABH	KARABI		MASSEOUDI	HATI et SALHI	
forage		forage1	forage1	forage1	forage1	forage1	forage1	forage1	forage2	forage1	forage1	forage2
Débit l/s		18	18	18	18	18	18	18	40	18	18	40
pHe:1.5		6,86	7,65	7,56	6,9	7,69	7,13	7,32	8,08	7	7,71	7,67
CEe:1.5 dS/m		3,58	4,9	5,2	4,9	3,67	5,2	5,28	3,74	≥ 5	5,01	3,38
SAR (%)		10,87	3,74	14,03	3,74	5,8	8,39	6,3	12,46	6.8 à 8.39	7,79	4,23
Classe d'eau		C4S3	C4S1	C4S4	C4S1	C4S2	C5S3	C5S2	C4S3	C5S3	C5S1	C4S1
bilan ionique	**Na^{+}**	163,3	5,83	37,11	5,83	19,06	31,32	26,28	40,13	-	28,26	13,04
	K^{+}	46,6	0,65	1,02	0,65	0,61	0,9	1,14	1,07	-	0,71	0,5
	Ca^{++}	172	2,8	3,67	2,8	11,65	11,98	6,02	7,6	-	13,47	9,11
	Mg^{++}		2,06	10,32	2,06	9,79	15,88	22,78	13,2	-	12,85	9,89
	Cl^{-}	674,5	9,1	26,5	9,1	23,41	32,04	20,5	31	-	30,63	17,18
	SO^{4-}	172	2,8	3,67	2,8	13,54	11,98	6,02	7,6	-	13,47	9,11
	HCO^{3-}	369,05	2,2	1,55	2,2	1,61	2,2	0,5	1,5	-	3,05	3
faciès chimique		SO4.Na.Cl	SO4-Na	Cl-Na	SO4-Na	SO4-Mg	Cl-Na	Na-Mg	Cl-Na	Cl-Na	Cl-Na	Cl-Na

Echelles utilisées à l'interprétation des résultats

Tableau XVII. Echelle de la salinité en fonction de la CE de l'extrait aqueux 1/5

CE (dS/m) à 25°C	Degrés de salinité
CE < 0,6	Sol non salé
0,6 < CE < 1,2	Sol peu salé
1,2 < CE < 2,4	Sol salé
2,4 < CE < 6	Sol très salé
CE > 6	Sol extrêmement salé

(AUBERT, 1978)

Tableau XVIII. Echelle de la salinité en fonction de la CE de l'extrait de pate saturée

$CE_{patte\ saturée}$	Classe de sol
CE ≤ 2 dS/m	Non salin
2 dS/m < CE ≤ 4 dS/m	Légèrement salin
4 dS/m < CE ≤ 8 dS/m	Salin
8 dS/m < CE ≤ 16dS/m	Très salin
CE > 16 dS/m	Extrêmement salin

(DURAND, 1983)

Tableau XIX. Echelle de l'interprétation de pH du sol

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

(GAUCHER, 1968)

Tableau XX. Echelle de l'interprétation de CEC du sol

CEC (méq/100 g)	INTERPRETATION
CEC<9	Petite CEC
9 ≤ CEC ≤ 12	CEC moyenne
12 < CEC ≤ 15	CEC assez élevée
15 < CEC ≤ 25	CEC élevée
CEC > 25	CEC très élevée

(LANO/CA)

Tableau XXI. Matière organique

M.O (%)	Sol
MO ≤ 1	Très pauvre
1 < MO ≤ 2	Pauvre
2 < MO ≤ 4	Moyenne
MO > 4	Riche

(I.T.A, 1975)

Tableau XXII. Calcaire total

$CaCo_3$ (%)	Sol
$CaCo_3 \leq 1$	Non calcaire
$1 < CaCo_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < CaCo_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < CaCo_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < CaCo_3 \leq 80$	Très calcaire
$CaCo_3 > 80$	Excessivement calcaire

(BAIZE, 1988)

Tableau XXIII. Azote total

N total (%)	Sol
≤0.5	Sol très pauvre
0.5 < N total ≤ 1.0	Sol pauvre
1.0 < N total ≤1.5	Sol moyen
> 1.5	Sol bien pourvue

(HENIN, 1969)

Tableau XXIV Classe des sols gypseux

Gypse (%)	Nom de la classe
< 0,3	Non gypseux
0,3-10	Légèrement gypseux
10-15	Modérément gypseux
15-25	Fortement gypseux
25-50	Extrêmement gypseux

(HELIMI, 2010 in SLIMANI, 2012)

Tableau XXV Classe de la salinité des eaux phréatiques

Classe	CE en dS/m à 25°C	Caractéristiques
C1	CE < 0,25	Eaux non salines
C2	0,25 < CE < 0,75	Eaux à salinité moyenne
C3	0,75 < CE < 2,25	Eaux à forte salinité
C4	2,25 < CE < 5	Eaux à forte salinité
C5	CE > 5	Eaux à salinité

(DURAND, 1958)

Résumé

L'exploitation de l'université de Ouargla présente des ressources hydro-édaphiques importantes mal valorisées et montrent des problèmes grave de gestion.

La synthèse des résultats obtenus à partir de se travail montrent que l'exploitation de l'université est caractérisée par des sols légers, leur salinité, alcalinité et sodicité sont très élevées, la présence d'obstacles hydromécaniques est constatée par la remontée capillaire, les croûtes gypso-calcaires et deux forages d'eau d'irrigation de mauvaise qualité, ainsi que la mauvaise gestion d'irrigation-drainage sont également constatés.

A partir des problèmes posés, nous recommandons des aménagements hydro-édaphiques de fertilisation, un défoncement des croûtes et un contrôle de l'hydromorphie du sol par une bonne gestion d'irrigation-drainage.

Mots clés: Potentialités, Hydrique, Édaphique, Mise en valeur, problèmes, Ouargla.

Summary

The exploitation of the University of OUARGLA has important hydro-soil resources undervalued and show serious management problems.

The results synthesis obtained from work show that the exploitation of the university is characterized by light soils, their salinity, alkalinity and sodicity are very high, the presence of hydromechanical obstacles is recognized by the capillary rise, crusts Gypso limestone and two wells for irrigation water of poor quality and bad management of irrigation-draining are also recognized.

Based on the problems posed, we recommend hydro-soil fertilization arrangements, a trenching crusts and hydromorphic control of soil by good management of irrigation-drainage.

Keywords: Potentials, Hydric, edaphic, improvement, problems, Ouargla

الملخص

تتوفر المستثمرة الفلاحية التابعة للجامعة على ثروات مائية وترابية معتبرة ولكنها تعاني الإهمال مما يطرح عديد المشاكل وخاصة في التسيير.

من خلال تحليل النتائج المحصل عليها استنتجنا أن التربة في المستثمرة تتميز بدرجة ملوحة وقاعدية معتبرتين مع تواجد عوائق ميكانيكية ومائية متمثلة في ظاهرة صعود المياه و تكون طبقات غير نفوذة من الجبس، مع تواجد بئري ماء سقي ذوي جودة رديئة متبوعة بسوء تسيير السقي والصرف .

من خلال معالجتنا للمشاكل المطروحة، ننصح بمباشرة استصلاح الأراضي داخل المستثمرة عن طريق مقاومة الطبقات الجبسية ومراقبة صعود المياه والملوحة بتحسين نظامي الصرف والسقي من أجل تحسين وضعية مستثمرتنا الفلاحية .

الكلمات الرئيسية : الإمكانيات، ثروات مائية، ثروات ترابية، التنمية، المشاكل، ورقلة .