

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



UNIVERSITE DE GHARDAIA

**FACULTE DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET TECHNOLOGIE**

Mémoire de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : hydraulique urbaine

PAR :

M^{er} : MECHERI MAAMAR

THEME :

***Étude expérimentale sur la salinisation et
dégradation des sols irriguée par les eaux épurées
STEP Saïd Otba W-OUARGLA***

Soutenu publiquement le :

Jury :

M^r: AKAARMI FAOUZI	Maitre Assistance A Univ.Ghardaïa	Président
M^r: BOULEMAIZ TAYEB	Maitre Assistance B Univ.Ghardaïa	Examineur
M^r: OULEDBEELKHIR ELCHIKHE	Maitre Assistance A Univ.Ghardaïa	Examineur
M^r: KATEB SAMIR	Maître de conférences A Univ. Ouargla	Encadreur
M^r: MECHRI BACHIR	Maitre Assistance A Univ.Ghardaïa	Encadreur

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016/2017

∞ Dédicaces ∞

A la mémoire du mon idéal, l'être le plus généreux mon cher père tous sacrifices

A mon très chère mère la femme la plus patient dans le monde

A mes très chers et sours et chers frères et aux grandes familles mechri et bensyah.

A ma chère femme et mon enfant

A tous mes amis et mon cher ami TALBI EALMI ET MECHERI RACHID,

BOUBRMA AZIDN.

A la promotion d'hydraulique et à tous mes amis (es).

Je dédie ce modeste travail.

Mehceri maammar

Remerciement

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

Il est particulièrement agréable d'exprimer toute mon gratitude à Mr : KATEB samir et MECHRJI bachir, Qui ont bien voulu dirigé ce travail et pour la bien veillant attention ainsi que ces remarques et critique constructives ou il trouve ici l'expression de mon profonde reconnaissance.

Tous mes compliments vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger ce travail.

J'adresse également mes remerciements à tous les enseignants et département de l'hydraulique.

Je remerciements par la mémé accession tous mes amis (es), surtout Mr, TALBI ELAMI et MECHRJI RACHID, BOUBARMA AZELDIN, BENAISA AHMED, pour leur vive sympathie et leur concours moral.

Mes remerciements vont aussi à tous les travailleurs et les responsables de l'ONA et ITDAS, surtout Mr : MAKHLOUIF ISMAIL et CHTOH ABDELSALAM, SAMI BLMAKI qui ont contribué de m'aider dans la réalisation de ce travail

En fin toux ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire master trouvent ici mon remerciement les plus vifs

Mecheri maamar

Table des matières

Introduction générale	1
Chapitre I : Origines les eaux usées	
I-Origines des eaux usées	2
I-1-Introduction	2
I-1-1-Eaux usées urbaines	2
I-1-2-Eaux usées agricoles	2
I-1-3-Eaux usées industrielles	3
I-2-La Pollution Des Eaux	3
I-2-1-Définition	3
I-2-2-Origines et sources de la pollution des eaux usées	3
I-2-3-La pollution d'une source domestique	3
I-2-4-La pollution d'une source industrielle	4
I-2-5-La pollution d'une source des eaux agricoles :	4
I-2-6-La pollution d'une source des eaux de ruissellement	4
I-3-Principaux polluants	4
I-3-1-Pollution organique	5
I-3-2- D'Origine urbaine	5
I-3-3-D'Origine industrielle	5
I-3-3-1-Pollution minérale	5
I-3-3-2-Pollution microbiologique	6
I-4-Métaux lourds	6
I-5- conclusion	6
Chapitre II : Procèdes Et Techniques De L'épuration Des Eaux Usées	
II-1-Introduction	7
II-2-Prétraitement	7
II-2-dégrillage	7
II-2-2-Dessablage - Déshuilage	7
II-3-Traitement Primaire	8
II-3-1-Décantation primaire	8
II-4-Traitement Secondaire	9
II-5-Traitements physico-chimiques	9
II-6-Traitement biologique	9
II-6-1-L'épandage	10
a) Principe	10
II-6-2-Le lagunage	10
II-6-3-Le lit bactérien	11
a) Principe	11
II-6-4-Le disque biologique	11
a) Principe	11
II-6-5-Les boues activées	11
a) Principe	11
III-14- conclusion	11
Chapitre III : Présentation de station d'épuration d'Ouargla	
III-6-Site de la station d'épuration	13
III-7-Nature des eaux usées de la ville d'Ouargla	14
III-8-L'objectif de traitement de la station	14
III-9-Principe de traitement	14
III-10-Arrivée de l'eau	14

III-11-Prétraitement ou traitement primaire	15
III-11-1-Dégrillage	15
III-11-2-Dessablage	15
III-11-3-Ouvrage de répartition	16
III-12-Traitement secondaire	17
III-12-1-Premier étage de lagunage aéré	17
III-12-2-Caractéristiques des lagunes aérées des bassins (A1, A2, A3, A4)	17
III-12-3-Deuxième étage de lagunage aéré	17
III-12-4-Caractéristiques des lagunes aérées des bassins B1 et B2	17
III-12-5-Troisième étage de lagunage aéré	18
III-12-6-Lagunes de finition (bassins F1 et F2)	18
III-13-Les lits de séchages	19
III-14- conclusion	19

Chapitre IV : Salinité des soles

IV-1-Interdiction	20
IV -2-La salinisation du sol :	20
IV -3-Voies de salinisation des sols	20
IV -3-1- La voie naturelle	20
IV -3-2-La Voie anthropogène	21
IV-4-Classification des sols salés (salins et alcalins)	21
IV-4-1-Sols salins	22
IV-4-2-Sols salins à alcalins	22
IV-4-3-Sols alcalins	22
IV-5- effets de la salinité	23
I V -6- conclusion	24

Chapitre V : matériel et méthodes

V-1-Introduction	25
V-2-Choix du site expérimental	25
V-3-Préparation du sol	26
V-3-1-Sol :	26
V-4-Objectif d'étude	27
V-5- Salinité globale	27
V-6- Dispositif expérimental	28
V-7- Méthode de semis	28
V-8- Protéger les parcelles	29
V-9- dose d'irrigation	29
V-10- Technique d'irrigation	31
V-11- Les caractéristiques des eaux irrigation	31
V-12- Techniques des analyses physico-chimiques du sol	35
V-12-1 Prélèvements les échantillons	35
V-12-2- Analyse granulométrique	35
V-12-2-1 Matériel	35
V-12-2-2-Mode Opératoire	36
V-12-3- Analyse chimique	37
V-12-3-1- Extraction de la solution du sol	37
V-12-3-2- La conductivité électrique (CE)	37
V-12-3-2-1 Matériel	37

V-12-3-2-2-Mode Opérateur	
V-12-3- Prélèvement pour le sol après l'irrigation	39
Chapitre VI : Résultats et discussions	
VI-1- Introduction	40
VI-2- Les Résultats pour Parcelle irrigués par l'eau de forage	44
VI-3- Les Résultats des eaux de mélangée (50%) eau potable –eau épurée :	46
VI-4- Les Résultats eaux épurée	47
VI-5-Conclusion	51
Conclusion générale	52

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ONA	Office National de l'Assainissement
STEP	Station d'épuration des eaux usées
FAO	Food and Agriculture Organisation
pH	Potentiel d'hydrogène
SAR	Sodium Adsorption Ratio
CE	Conductivité électrique
S.g	Sable grossier
S.f	Sable fin
G	Graviers

Liste des tableaux

tableau	Titre	N° de pages
Tableau N°01	Classification des sols salés	16
Tableau N°02	Les caractéristiques des eaux d'irrigation	28
Tableau N°03	Le calendrier d'irrigation pour l'eau épurée (traitée).	29
Tableau N°04	Le calendrier d'irrigation pour l'eau mélangée 50%	30
Tableau N°05	Le calendrier d'irrigation pour l'eau de forage	31
Tableau N°06	Résultats De l'analyse Granulométriques du sol	34
Tableau N°07	Valeurs de mesure de la conductivité électrique (ds/m) et PH le premier Prélèvements et sol nu (P1).	38
Tableau N°08	Valeurs de mesure de la conductivité électrique (ds/m) et PH de (P2).	39
Tableau N°09	Valeurs de mesure de la conductivité électrique (ds/m) et PH de (P3)	40

Liste des photos

Photo	Titre	N° de pages
Photo N° 1	Ouvrage de prétraitement	13
Photo N° 2	Lagune d'aération	15
Photo N° 3	Le site choisit pour l'expérience	23
Photo N° 4	Préparation du sol	23
Photo N° 5	Méthode de semis	25
Photo N° 6	Bris de vent en plastique	26
Photo N° 7	Technique d'irrigation	28
Photo N° 8	Prélèvements des échantillons	32
Photo N° 9	Préparation les échantillons	33
photo N°10	Pesé les échantillons	33
Photo N° 11	Tamisage avec l'utilisation d'un vibreur	33
Photo N°12	Préparation les échantillons	35
Photo N°13	Pesé les échantillons	35
Photo N°14	Agitation les solutions du sol	36
Photo N°15	Filtration les solutions du sol	36
Photo N°16	Mesure CE et PH de solutions du sol	36

Liste des figures

Tableau	Titre	N° de pages
Figure N°1	Situation géographique de la STEP par rapport à la ville d'Ouargla	10
Figure N°2	Localisation de site d'étude	22
Figure N°3	L'interface de programme	27
Figure N°4	Répartition des prélèvements	37
Figure N°5	La variation de ce en fonction la profondeur	41
Figure N° 6	La variation de conductivité électrique en fonction la profondeur après 45 jour)	41
Figure N°7	La variation de CE en fonction la profondeur (après 55 jour)	42
Figure N°8	La variation de CE en fonction la profondeur (après 65 jour)	42
Figure N°9	La variation de conductivité électrique en fonction le jour	43
Figure N°10	La variation de CE en fonction la profondeur (sol nu)	43
Figure N°11	La variation de CE en fonction le jour p10cm	43
Figure N° 12	La variation de CE en fonction le jour p20 cm	44
Figure N°13	La variation de CE en fonction le jour p30 cm	44
Figure N°14	La variation de CE en fonction le jour p40 cm	44
Figure N°15	La variation de CE en fonction la profondeur	45
figure N°16	La variation de CE en fonction la profondeur (sol nu)	46
Figure N°17	La variation de CE en fonction la profondeur (après 45 jour)	46
Figure N°18	La variation de CE en fonction la profondeur (après 55 jour)	46
Figure N°19	La variation de CE en fonction la profondeur après 65 jour	47
Figure N°20	La variation de CE en fonction le jour de la profondeur	47
Figure N°21	La variation de CE en fonction la profondeur (sol nu)	48
Figure N°22	La variation de CE en fonction le jour de p 10 cm	48
Figure N°23	La variation de CE en fonction le jour de p 20 cm	48
Figure N°24	La variation de CE en fonction le jour p30 cm	49
Figure N°25	La variation de CE en fonction le jour p40 cm	49
Figure N°26	La variation de conductivité électrique en fonction la profondeur	49
Figure N°27	La variation de CE en fonction la profondeur (sol nu)	50
Figure N°28	La variation de CE en fonction la profondeur (après 45 jours)	50
Figure N°29	La variation de CE en fonction la profondeur après 55 jours	50
Figure N°30	La variation de CE en fonction la profondeur après 65 jours	51

Figure N°31	La variation de conductivité électrique en fonction la profondeur	51
Figure N°32	La variation de CE en fonction le jour	51
Figure N°33	La variation de CE en fonction le jour p10cm	52
Figure N°34	La variation de CE en fonction le jour p20cm	52
Figure N°35	La variation de CE en fonction le jour de p30cm	52
Figure N°36	La variation de CE en fonction le jour de la profondeur 40 cm	53

CHAPITRE I

I-Origines des eaux usées :

I-1-Introduction

Les eaux usées, quelle que soit leur origine, sont généralement chargées en éléments indésirables, qui selon leur quantité et selon leur composition, représentent un danger réel pour les milieux récepteurs ou leurs utilisateurs.

Les eaux usées proviennent de trois sources principales :

I-1-1-Eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines comprennent :

- Eaux usées domestiques (eaux de cuisines, de vannes) ;
- Eaux de ruissellement (eaux de pluie et de lavage des chaussées) :

Ces eaux sont caractérisées par la présence des matières en suspension en grande majorité ainsi que des hydrocarbures provenant de la circulation automobile.

I-1-2-Eaux usées agricoles :

Eaux de drainages et de rejets des fermes, Ces eaux sont caractérisées par la présence de forte concentration de pesticides et d'engrais. Elles ont une valeur fertilisante très importante.

I-1-3-Eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles sont celles qui proviennent des diverses usines de fabrication ou de transformation. Elles contiennent des substances (organiques ou minérales corrosives ou entrantes), ces substances sont souvent odorantes et colorées, et éventuellement des matières toxiques qui peuvent rompre l'équilibre écologique des milieux récepteurs. Les eaux évacuées par les industries sont :

- Les eaux de fabrication qui dépendent de la nature de l'industrie.
- Les eaux de lavage des machines.
- Les eaux de refroidissement qui dépendent du taux de recyclage.

Les usages industriels ont le choix entre trois possibilités :

- Soit déverser leurs effluents directement dans le réseau d'égouts si l'autorisation leur été donner par la commune ;
- Soit traiter entièrement leurs effluents avant de les rejeter directement dans le milieu naturel récepteur ;
- Soit effectuer un prétraitement en usine avant le rejet dans le réseau d'égouts. [1]

I-2-Principaux polluants :

La composition des eaux usées est fonction de nombreux paramètres :

- Propriété physico-chimique de l'eau potable distribuée
- Mode de vie des usagers
- Importance et le type des rejets industriels.

D'une manière générale la pollution des eaux se manifeste sous les formes principales suivantes :

I-2-1-Pollution organique :

La pollution organique constitue la partie la plus importante, et comprend essentiellement des composés biodégradables. Ces composés sont de diverses origines :

I-2-2-D'Origine urbaine :

Les protides (les protéines) : qui représentent tous les organismes vivant qui sont de nature protéique telle que les animaux, les plantes, les bactéries et même les virus. Ces protéines subissent une décomposition chimique au contact de l'eau (hydrolyse) en donnant des acides aminés.

Les lipides (corps gras) : ce sont des éléments rejetés généralement par les eaux domestiques telles que les graisses animales, et les huiles végétales. Leur décomposition en milieu aérobie se traduit par une libération du CO₂, et en anaérobiose, il y a formation de CO₂ et CH₄ ;

Les glucides : à l'état simple, il s'agit des sucres alimentaires, le glucose, et à l'état complexe donnant les polysaccharides.

I-2-3-D'Origine industrielle :

Ce sont les produits organiques toxiques tels que les phénols, les aldéhydes, des composés azotés, les pesticides, des hydrocarbures, et les détergents.

I-2-4-Pollution minérale :

Il s'agit principalement d'effluents industriels contenant des substances minérales tels que : Les sels, les nitrates, les chlorures, les phosphates, les ions métalliques, le plomb, le mercure, le chrome, le cuivre, le zinc et le chlore. Ces substances suscitent :

- Peuvent causer des problèmes sur l'organisme de l'individu
- Perturbent l'activité bactérienne en station d'épuration
- Affectent sérieusement les cultures.

I-2-5-Pollution microbiologique :

Les eaux usées sont des milieux favorables au développement d'un très grand nombre d'organismes vivants, dont des germes pathogènes souvent fécaux.

Les germes pathogènes d'effluent hospitaliers, de lavage de linges et de matériels souillés, ainsi qu'au déversement de nombreuses industries agro-alimentaires (abattoirs, élevage agricoles,.....).

I-2-6-Métaux lourds :

La composition des eaux usées urbaines arrivant dans une station, ne peut que refléter d'une manière assez fidèle :

- La composition même des produits consommés par la population, (alimentations, les lessives, les savons....).
- La nature et la quantité des effluents industriels éventuellement rejetés à l'égout sans traitement au préalable à titre d'exemple, les composés du bore peuvent provenir des industries du verre, des ciments, des faïences, etc.

Les métaux lourds se trouvent dans les eaux usées urbaines à l'état de trace. Des concentrations élevées sont en général révélatrices d'un rejet industriel accidentel ou volontaire. [1]

I-3-Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les origines des eaux usées et sources de la pollution des eaux usées et aussi les différents polluants

CHAPITRE II

**Procèdes Et Techniques De L'épuration Des Eaux
Usées**

II- Procèdes Et Techniques De L'épuration Des Eaux Usées

II-1-Introduction :

Les eaux usées constituent un effluent très chargé en matières polluantes, nuisibles aussi bien au milieu récepteur qu'aux utilisateurs.

Pour remédier à cette pollution, l'eau usée doit subir une épuration avant son rejet ou sa réutilisation.

On dispose de trois étapes de traitement pour une qualité d'eau épurée assez élevée.

1. Le traitement primaire.
2. Le traitement secondaire
3. Le traitement tertiaire

II-2-Prétraitement :

Cette étape consiste à éliminer les gros débris solides, les sables, les graisses et les huiles.

II-2-1-Dégrillage :

Consiste à faire passer les eaux usées au travers d'une grille (il en existe plusieurs types) dont les barreaux plus ou moins espacés, retiennent les éléments les plus grossiers. L'espacement est déterminé en fonction de la nature de l'effluent.

Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de la grille :

- Un pré-dégrillage : espacement de 30à100mm,
- Un dégrillage moyen : espacement de 10à25mm,
- Un dégrillage fin : espacement de 3à10mm,

Il existe différents types de grilles selon la conception des fabricants et la nature de l'effluent à traiter On distingue

- La grille manuelle
- La grille mécanique

II-2-2-Dessablage - Déshuilage :

Réalisé dans un décanteur commun aux deux traitements.

Le dessablage permet d'éliminer les MES de taille importante ou de densité élevée (utilisation d'un décanteur classique). C'est une étape indispensable notamment pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion.

Ce dessablage est pratiqué par décantation. Les sables extraits sont envoyés en décharge.

Le déshuilage est basé sur le principe de flottation afin de favoriser la remontée des corps gras moins denses que l'eau. C'est une étape indispensable pour assurer la protection du réacteur biologique. Les résidus huileux sont récupérés par écrémage.

II-3-Traitement Primaire :

Il consiste en une décantation primaire qui vise à parfaire la qualité des prétraitements notamment par la capture de MES naturellement décan tables et par une élimination poussée des flottants (huiles et graisses). Elle s'effectue en décanteur lamellaire. Les boues décantées sont reprises par des racleurs de fond.

Les décanteurs lamellaires présentent de nombreux avantages :

- Permettent le fractionnement du débit
- Assurent des écoulements non perturbés

II-3-1-Décantation primaire :

La décantation, processus essentiel du traitement primaire, a pour but :

- de retenir une fraction importante de la pollution organique,
- d'alléger la charge du traitement biologique ultérieur,
- de réduire les risques de colmatage des systèmes de traitement biologique par culture fixée (lits bactériens, disques biologiques,...)
- d'éliminer 30 à 35% de la DBO₅, 60% de MES et 90% des matières décan tables (pour une eau usée domestique).
- La décantation primaire a peu ou pas d'effets sur l'élimination des virus et des bactéries ; les abattements cités sont de l'ordre de 10 à 30%.
- Les décanteurs sont de très grands bassins rectangulaires ou circulaires, à fond plats avec Système de raclage des boues ou à fond incliné pour que les boues glissent d'elles-mêmes vers le cône de collecte.
- L'alimentation peut se faire frontalement (décanteur rectangulaire), par le centre ou par périphérie (décanteur circulaire). [1]

II-4-Traitement Secondaire :

A ce niveau, le traitement permet de se débarrasser des impuretés présentes sous forme solubles ou lorsque leur taille ne permet pas d'être piégé dans le traitement primaire.

On distingue deux types de traitement :

- Le traitement physico – chimique
- Le traitement biologique

II-5-Traitements physico-chimiques :

Des traitements de coagulation et de floculation permettent, grâce à l'addition de réactifs chimiques, de séparer les fines particules en suspension et une partie de la fraction colloïdale.

Après la coagulation et la floculation, la séparation de la phase aqueuse de la phase solide est réalisée par un traitement physique, décantation ou flottation.

Ces procédés permettent d'obtenir des abattements de 50 à plus de 90 % des matières en suspension.

II-6-Traitement biologique :

L'épuration biologique a pour but d'éliminer la matière polluante biodégradable contenue dans l'eau domestique (décantée ou non) en la transformant en matières en suspension : micro-organismes et leurs déchets, plus facilement récupérables.

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène). Dans ce dernier cas, où les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonée, de type industriel (brasserie, sucrerie, conserverie...).

Le traitement biologique classique des eaux domestiques s'effectue par voie aérobie.

Le traitement consiste à dégrader les impuretés grâce à l'action d'une biomasse épuratrice, à laquelle doit être fourni l'oxygène nécessaire à son développement. En simplifiant, on peut décrire ce processus par l'équation : eau résiduaire + biomasse épuratrice + O₂

Eau purifiée + accroissement de biomasse + gaz résiduaire

II-6-1-L'épandage :

a)Principe :C'est le procédé le plus ancien, il consiste à déverser directement sur le sol perméable des eaux usées, où les granulats constituant le sol sont alors un matériau de support de micro-organismes, ces derniers servent à dégrader la matière organique. Ce procédé peut être dangereux dans la mesure où les eaux qui s'infiltrent à travers le sol peuvent contaminer la nappe.[1]

II-6-2-Le lagunage :

On distingue principalement deux types de lagunage :

- Le lagunage naturel ;
- Le lagunage aéré.

Le lagunage naturel est un procédé de traitement des eaux usées fondé sur un écosystème constitué principalement d'algues et des bactéries aérobies et anaérobies. Le rayonnement solaire est utilisé comme source énergétique pour la production de l'oxygène par photosynthèse par les algues microscopiques.

Ce type de lagunage se caractérise essentiellement par un temps de séjour très élevé des effluents, plusieurs dizaines de jours et par des mécanismes de fonctionnement biologique fortement liés à la température et aux saisons.

Dans le lagunage aéré, un support supplémentaire de l'oxygène nécessaire à l'assimilation des matières organiques par les bactéries est fourni par brassage de surface grâce à des aérateurs mécaniques.

II-6-3-Le lit bactérien :

a) Principe : Ce traitement est basé sur le principe d'infiltration à travers le sol. Un lit bactérien se présente comme une colonne circulaire pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteurs dans laquelle se trouve un matériau poreux.

Les eaux à traiter ruissellent à la surface de la pellicule biologique qui prolifère sur le support, celles-ci renferment une forte concentration de bactéries et de champignons.

Ces organismes absorbent et métabolisent la matière organique de l'effluent, s'appauvrissent progressivement au cours de son trajet. [1]

II-6-4-Le disque biologique :

a) Principe : Dans le procédé à bio disque, le support est constitué par des disques parallèles régulièrement espacés sur un axe horizontal, tournant à faible vitesse et immergés sur la moitié de leur hauteur. Ce mouvement induit une oxygénation de la culture pendant la période d'immersion.

Les performances de ce procédé sont liées à :

La profondeur d'immersion des disques (généralement deux mètres) ;

La vitesse de rotation de l'arbre qui doit être optimale pour permettre une aération et une fixation des bactéries convenable ;

La température qui doit être comprise entre 15 et 29°C.

II-6-5-Les boues activées :

a) Principe : C'est le procédé le plus répandu actuellement pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines des petites, moyennes ou grandes collectivités.

Le procédé à boues activées est un système en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec des eaux usées renfermant des matières biodégradables pendant un temps suffisant.

Ces amas biologiques sont maintenus en agitation au sein de l'eau de façon à assurer un contact avec toute la partie de l'effluent. L'oxygénation est fournie en quantités suffisantes par des aérateurs.

Ainsi, dans le bassin d'aération, en présence d'oxygène, les micro-organismes vont se développer et se reproduire aux dépens des matières biodégradables formant ainsi des flocons décan tables, orientés par la suite vers un clarificateur. A la sortie une eau traitée et des boues seront produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement des boues et l'autre partie réintroduite dans l'aérateur.

II-7-concluion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différents procédés d'épuration et méthode de traitement, nous avons constaté que l'eau à épurer doit passer par plusieurs étapes successives la première est constaté par les prétraitements, le deuxième étape est, liée à l'épuration biologique et la décantation et enfin aux lit de séchages.

CHAPITRE III

Présentation de station d'épuration d'Ouargla

III-6-Site de la station d'épuration :

La station d'épuration située au Nord-est d'Ouargla (SAID OTBA), a pour rôle d'épurer les effluents générés par l'agglomération de Ouargla et consiste à traiter l'ensemble des eaux usées à partir d'une station d'épuration de type lagunage aéré.

Ce site permet de répondre aux besoins fonciers et aux objectifs d'assainissement (proximité du drain et de zones potentielles de développement agricole).

Le site d'implantation est limité :

- Au nord, par le drain existant
- Au sud, par un terrain vague se prolongeant jusqu'aux constructions traditionnelles
- Au sud-est, par des palmeraies
- A l'ouest, par le drain existant [2]

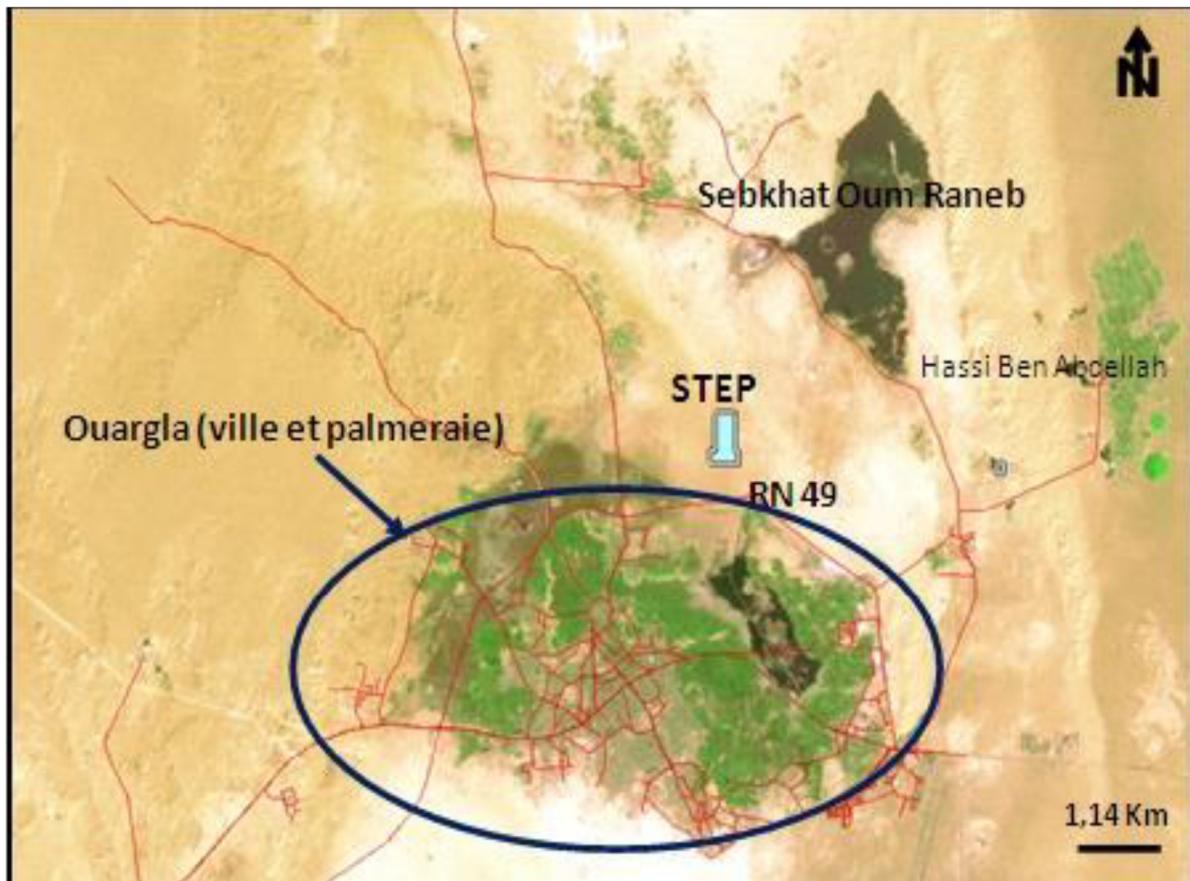


Figure 1 : Situation géographique de la STEP par rapport à la ville de Ouargla

III-7-Nature des eaux usées de la ville d'Ouargla :

La station d'épuration de la ville d'Ouargla traite des rejets typiquement domestiques ; la part des rejets industriels reste limitée même à l'horizon de la future.

III-8-L'objectif de traitement de la station

Les objectifs de traitement sont les suivants :

- Supprimer les nuisances et les risques actuels de contamination au niveau des zones urbanisées,
- Protéger le milieu récepteur, (*sabkha safyoun*).
- Se garder la possibilité de réutiliser les effluents épurés pour une irrigation restrictive.

III-9-Principe de traitement :

Les eaux brutes arrivent à la station par refoulement, et subissent les différents traitements conventionnels d'un effluent urbain. Les étapes par les quelles passent les eaux usées dans la station sont les suivantes :

III-10-Arrivée de l'eau

Les eaux usées à traiter arrivent à la station d'épuration par l'intermédiaire de cinq stations de refoulements :

- Refoulement 01 : conduite d'amenée des eaux usées DN 600mm de SP nœud hydraulique de Chott.
- Refoulement 02 : conduite d'amenée des eaux usées DN 400mm de nouvelle SP Caserne/Hôpital.
- Refoulement 03 : conduite d'amenée des eaux usées DN 500mm de SP Douane.
- Refoulement 04 : conduite d'amenée des eaux usées DN 700mm de SP route N'Gaussa.
- Ces conduites déboucheront dans un regard de dégazage. Ce dernier assure une oxygénation naturelle des eaux brutes. Cette opération permet d'évacuer le H₂S qui pourrait se former dans les conduites de refoulement.

A partir du regard de dégazage, les eaux brutes débouchent dans un canal regroupant les installations de dégrillage et de dessablage.

En entrée et sortie, un canal venturi associé à une sonde ultrason de mesure de la hauteur d'eau en amont permettra de mesurer de manière continue les débits.

III-11-Prétraitement ou traitement primaire :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements.

Le prétraitement comporte :

III-11-1-Dégrillage :

Les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux plus au moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses.

Le système comprend un ensemble de deux dégrilleurs automatiques (espace entre barreaux de 25 mm) disposés en parallèle

Un canal de secours équipé d'une grille statique (espace entre barreaux de 40 mm) disposée en parallèle permettra de by passer complètement l'ensemble des prétraitements, en cas de mise hors service des dégrilleurs automatiques.

Les refus de grilles tombent sur un convoyeur, installé perpendiculairement aux deux grilles automatiques. Les refus de grille sont évacués vers un conteneur étanche de 4 m³, placé à côté de l'ouvrage de dégrillage.

III-11-2-Dessablage :

La rétention des particules sableuses permet d'éviter :

- Les surcharges dans les étapes suivant de traitement,
- L'accumulation de sable dans les étapes ultérieures du traitement.
- L'abrasion des engins mécaniques.
- Le dessablage sera réalisé par l'intermédiaire de trois canaux en parallèle de 2 m de large et 23m de long.

Chaque ouvrage sera équipé d'un pont racleur permettant de ramener les sables décantés dans une fosse placée à l'extrémité de chaque chenal. Une pompe permettra l'extraction des sables vers un classificateur à sable.

Ce classificateur est un séparateur dans lequel les particules de sables sédimentent et sont extraites du fond par une vis d'Archimède, tandis que l'eau est récupérée en partie supérieur après avoir franchi une cloison siphonide. Les sables extraits sont ensuite stockés dans une benne



Photo1 : Ouvrage de prétraitement

III-11-3-Ouvrage de répartition :

Disposé en tête de station en aval des ouvrages de prétraitement, il permet de répartir les eaux usées vers les quatre lagunes de l'étage aéré n°1.

Cette répartition est assurée par quatre seuils déversant identiques, de 1,50m de largeur, munis de batardeaux pour pouvoir au besoin mettre une lagune quelconque hors service.

L'ouvrage de répartition autorise le remplissage préférentiel des 4 lagunes de premier étage A1, A2, A3 et A4. En position relevée elles servent à isoler chaque bassin si nécessaire.[2]

III-12-Traitement secondaire :

A la suite de ces prétraitements, les eaux à traitait subis un traitement par le système de lagunage aéré.

Le lagunage aéré est une technique d'épuration biologique par culture libre avec un apport artificiel d'oxygène.

La filière est constituée de deux étages d'aération et d'un étage de finition. ; il s'agit d'aérateurs flottants.

III-12-1-Premier étage de lagunage aéré :

III-12-2-Caractéristiques des lagunes aérées des bassins (A1, A2, A3, A4):

Les eaux prétraitées arrivent vers quatre bassins de lagunage aéré ayant chacun les caractéristiques suivantes :

- Surface : 24 343 m²
- Hauteur moyenne d'eau : 3,5 m
- Volume : 85 200 m³

Chaque bassin de premier étage de lagunage aéré est équipé de 12 aérateurs brasseurs à vis hélicoïdale de type FUCHS, la puissance unitaire est de 18,5 kW.

En plus de l'aération, les aérateurs génèrent une circulation horizontale importante de l'effluent. La double action d'aération et de brassage confère à cet équipement le nom d'agitateurs brasseurs.

III-12-3-Deuxième étage de lagunage aéré :

III-12-4-Caractéristiques des lagunes aérées des bassins B1 et B2 :

Les eaux en cours de traitement transitent de façon gravitaire des lagunes aérées de 1^{er} étage vers les lagunes aérées de 2^{ème} étage (lagunes de décantation) qui sont constituées de 2 lagunes.

Les conditions d'aérobiose sont plus importantes dans le premier étage de lagunage qui est le plus chargé, le deuxième étage nécessite une aération moindre.

Les deux lagunes composant le deuxième étage d'aération présentent chacune les caractéristiques suivantes :

- Surface : 40 570 m²
- Hauteur moyenne d'eau : 2,8 m
- Volume : 113 600 m³

Chacune de ces deux lagunes est équipée de 7 aérateurs brasseurs de 18,5 kW, identiques à ceux installés dans les lagunes du premier étage.

III-12-5-Troisième étage de lagunage aéré :

III-12-6-Lagunes de finition (bassins F1et F2):

En aval des deux lagunes aérées, il est prévu deux lagunes de finition dans lesquelles les traitée avant d'être rejetées.

Les deux lagunes de finitions présentent chacune les démentions suivantes :

Surface : 49 350m²

Hauteur moyenne d'eau : 1.5m

Volume : 74 027m³

Le temps de séjour prévu dans les lagunes de finition est de l'ordre de 2.6 jours, ce qui de dimensionnement usuels indiquent un temps de séjour minimal de 1 jour. Aussi, ce temps de séjour ne doit pas être très important pour ne favoriser pas le développement d'algues. Un temps de séjour maximal de 2 jours est la limite à ne dépasser pas.

Lorsque le niveau de boues dans les lagunes de finition occupe la moitié de la hauteur disponible, il convient alors de procéder à leur curage, prévu dans ce cas par pompage mobile sur une barge en aluminium. Les boues rejoignent les lits de séchage par une tuyauterie fixe.

Les eaux épurées (sortie lagune de finition) seront reprises par un collecteur de restitution auquel seront raccordés tous les ouvrages de sortie.



Photo 2 : Lagune d'aération

III-13-Les lits de séchages :

Les lits de séchages seront constitués d'une couche de sable lavé surmenant des couches de granulométrie plus important, incluant le réseau de drainage. Chaque lit de séchage sera équipé d'une vanne DN 150 et d'un raccord rapide permettant de recevoir le tuyau flexible de pompage des boues

Ilya 11 lits de séchage chacun présent les caractéristiques suivantes:

Surface de lit de séchage: 5.000m²

Hauteur de remplissage des lits de séchage 0.52m.

A l'issue de ce séchage les boues sont évacuées vers leur destination finale, mise en décharge ou épandage sur des cultures pour lesquelles elles constituent un amendement organique intéressa.[2]

III-14-concluion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différents procédés comportent la station d'épuration de Ouargla.

Nous avons constaté que l'eau à épurer doit passer par plusieurs étapes successives le premier est constaté par les prétraitements, la deuxième étape est liée à l'épuration biologique et la décantation et enfin aux lits de séchages.

CHAPITRE IV

Salinité des soles

IV-Salinité des soles

IV-1-Interdiction

Le sol est donc un gisement naturel de capacité infinie en sels minéraux, inégalement distribués, en surface et en profondeur puisque ses dernières s'y déplacent régulièrement, selon un cycle. En présence de sec gisement salins et de l'eau il peut se crée une panoplie de sels qui vont migrer se dissocier ou se concentrer.

IV -2-La salinisation du sol :

La salinisation est l'accumulation des sels hydrosolubles dans le sol. Ces sels sont principalement à base de sodium (Na^+), de potassium (K^+), de magnésium (Mg^{++})de calcium (Ca^{++}), de chlorure (Cl^-), de sulfate (SO_4^{++}), de carbonate (CO_3^{--})de bicarbonate (HCO_3).

Les différents anions et cations présente dans le sol s'associent en fonction de leur affinité et précipitent. Ainsi, le PH du sol va être déterminé par les plus réfractaires à la précipitation et ceux qui sont spécialement abondants et solubles imposent la tendance, suivant ces cas on obtient toutes sortes de sels : chlorures, sulfates, carbonates, nitrates.

IV -3-Voies de salinisation des sols

L'eau assure naturellement par gravite et par évaporation, la mobilité de ces sels qui peuvent se déposer en un endroit (sol ou nappe) en raison de la nature géologique des couches de sol les sels peuvent être apportés par les eaux d'irrigation ou par en sont la fertilisation, il y a donc une voie naturelle et une autre anthropogène qui sont les causes de la salinisation. [6]

IV -3-1- La voie naturelle : responsable de 80% de la salinisation, induite par la nature géologique salée des roches qui constituent le réservoir des sels au sol au et à la nappe. Aussi, dans les zones côtières, on assiste à une salinisation hydrique des régions basses souvent estuaires qui sont submergés par les flots marins et par la marée haute.la salinisation peut être éolienne quand les vents emportent des quantités de sels marins (embruns) vers les terres jusqu'à 750Kg/ha/an, le climat, la végétation et la topographie sont donc des causes, naturelles qui participent dans cette voie. Quand un sol est salinisé par son propre stock, l'apport de sel est de premier degré, c'est une salinisation primaire.

IV -3-2-La Voie anthropogène :(20% de la salinisation) due à l'action de l'homme se résume à l'irrigation mal maîtrisée et à la fertilisation excessive l'irrigation avec les eaux salées le drainage insuffisant l'utilisation abondante des engrais et enfin les mauvais aménagements des sols (obstruction des chenaux de drainage) favorisent la salinisation dans les zones côtières le pompage excessif de la nappe d'eau douce fait un appel à la nappe voisine saliné provoquant l'intrusion de eau de mer étant donné que les sels migrent avec l'eau, l'irrigation abondante devient potentiellement la source de contamination saline.

Certains auteurs ne supposent que le déclin de certaines civilisations antérieures [6]

IV-4-Classification des sols salés (salins et alcalins) :

Les normes de classification des sols sont abondantes et variées, les sols classés salins ont, une électro-conductivité ou conductivité électrique (CE) dépassant 4 déci-siemens par mètre (ds/m).En revanche celle des sols alcalins non salins est inférieure à cette valeur. Les sols salés sont classés, en 3 grands groupes (**tableau -1**).

En se référant à la conductivité de l'extrait saturé (CE). Au Pourcentage de sodium échangeable (PSE) et au PH. [6]

Tableau (01) : classification des sols salés

Sols salés	CE mmhos /cm à 25° C	PSE %	PH
Sols salins	>4	<15	≤8.5
Sols alcalins non salins	<4	>15	8.5-10
Sols alcalins salins	>4	>15	≥8.5

IV-4-1-Sols salins : ces sols sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation supérieur à 4 dS/m, un pH inférieur à 8,5 et un pourcentage de sodium échangeable inférieur à 15%. Selon (Hullin, 1983), ce sont des sols qui contiennent des sels solubles en quantités, telle que la croissance de la plupart des plantes y est freinée.

Ces sols présentent aussi une perméabilité égale ou supérieure à celle des sols similaires non salés. Cela est dû à l'action flocculant des sels (Daoud, 1993).

Ces sols pauvres en Na, mais riches en sels blancs (chlorures, sulfates, carbonates de Ca ou Mg) ; généralement à l'état flocculé, lessivage efficace (Mermoud, 2006). [7]

IV-4-2-Sols salins à alcalins : ils sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation supérieur à 4 dS/m et un pH supérieur à 8,5. Par définition ce sont des sols qui contiennent suffisamment de sels solubles et de sodium échangeable supérieur à 15% (Hullin, 1983). D'après (Daoud, 1993), la perméabilité de ces sols dépend du rapport entre CE-ESP, de la teneur et de la nature de la fraction argileuse des sols. La Structure de ces sols généralement bonne mais pouvant se dégrader considérablement lors du lessivage. Nécessité d'apports de cations de substitution (Mermoud, 2006). [7]

IV-4-3-Sols alcalins : ces sols sont caractérisés par une conductivité électrique de l'extrait de saturation inférieur à 4 ds/m, un pH compris entre 8,5 et 10, un pourcentage de sodium échangeable supérieur à 15%. Selon (Hullin, 1983) ces sols contiennent suffisamment de sodium échangeable mais ils ne contiennent pas des quantités excessives de sels solubles. D'après (Daoud, 1993), ses sols présentent une faible perméabilité.

Ces sols sont riches en Na. Foncés en raison de forte concentration en Na et de la dispersion de la MO. Sols dispersés : lessivage difficile et nécessité de remplacer le Na par un autre cation (Ca par ex) (Mermoud, 2006).[7]

IV-5-Effets de la salinité :

La salinité est donc l'état des concentrations de sels minéraux dissous dans le sol, si la valeur de cette salinité est trop basse ou nul (cas de l'eau pure). Les plantes seront sous alimentées en sels minéraux, si au contraire elle est trop élevée, les plantes dépériront. De ce point de vue, la salinité au-dessous d'une dose létale variable en fonction des espèces, végétales et des conditions milieu (nature du sol, climat) est nécessaire pour les plantes. ce qui pose problème pour les sole et pour les plantes ce sont donc les concentrations relativement excessives. si l'eau d'irrigation appliquée contient des quantités significatives d'ions sodium (Na^+) par rapport aux quantités présentes d'ions magnésium (Mg^{++}) et d'ions calcium (Ca^{++}) et en particulier si l'ion bicarbonate (HCO_3^-) est aussi présente, les ions Na^+ peuvent alors saturer la majeure partie des sites d'échanges colloïdaux ce qui est à l'origine de la formation des sols sodiques.

Au champ ; les sols salés peuvent se reconnaître, à l'état sec par l'apparition de croûtes blanches salées. Les plantes qui s'y développent laissent apparaître des tranches de teinte bleuâtre à verdâtre et dont la croissance est remarquablement réduite. Cependant, une salinité modérée et uniforme, des sols peut s'avérer difficile à détecter de visu. Dans ces conditions les plantes ne répondent plus à la fertilisation. En effet vu que la plupart des nitrates inorganiques et les potassiums sont des sels solubles, leur application augmente souvent la salinité.

La salinité qu'elle soit due à l'eau d'irrigation ou au sol affecte la croissance des plantes par les effets osmotiques ou par la toxicité de certains ions. En effet entre deux irrigations successives alors que l'humidité du sol diminue la concentration des sels dans le sol augmente de 2 à 5 fois de sa valeur initiale. Ceci provoque une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol dont la valeur ne peut être dépassée par la succion des racines de la plupart des plantes plafonnée entre 15 et 20 atmosphères. La plante est alors confrontée à un stress osmotique, c'est ce qu'on appelle la sécheresse

Physiologique. Les sols affectés de salinité ont pour essentiel défaut d'augmenter la pression osmotique de la solution du sol, ce qui nuit à l'absorption de l'eau et des autres éléments nutritifs par les végétaux. La réduction de l'absorption d'eau par la plante se traduit par un ralentissement de la croissance et se manifeste par des symptômes analogues à ceux liés à la sécheresse l'effet de salinité varie en fonction du stade végétatif et de l'âge de la plante. La salinité a un effet négatif sur la fertilité chimique, biologique, et physique du sol.

Par, ailleurs, des concentrations excessives d'ions chlorures et sodium dans les eaux d'irrigation peuvent causer une toxicité à la plante ces ions peuvent être absorbés soit par les racines soit par contact direct avec les feuilles. Si l'eau d'irrigation a une Salinité proche de la concentration critique. Il sera nécessaire de contrôler la concentration de ces ions. Les ions chlorures peuvent être absorbés par les racines et s'accumuler dans les feuilles. Dès lors ces ions peuvent provoquer une brûlure des extrémités des feuilles se manifestant par un jaunissement et un brunissement, Si les plantes légumières, fourragères et fibreuses sont moins sensibles, la plupart des plantes boisées (arbres fruitiers à noyaux, citrus et avocatiers), sont très sensibles à ces ions. De plus, au sein

D'une même espèce, les différentes variétés ont une large plage de tolérance vis-à-vis, des ions chlorure et sodium aussi, présence excessive d'ions Na, Cl provoquant une augmentation du pH du sol a un effet indirect sur le blocage de l'absorption des ions ferreux, phosphatés, zinc et manganèse par les plantes.[6]

III-14-conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté les différentes voies de salinisation des sols et Classification des sols salés. Aussi, l'impact de la salinisation sur les

CHAPITRE V

Matériel et méthodes

V-Matériel et méthodes

V-1-Introduction :

Avant d'exposer les résultats des mesures et d'analyses physico-chimiques obtenues dans le sol l'analyse effectuée sur le sol au niveau de toutes les parcelles, nous jugeons utile de présenter le matériel utilisé, ainsi que les techniques de mesure et d'analyse des échantillons.

V-2-Choix du site expérimental :

Le choix de la station d'épuration (SAID OTBA) comme lieu de notre expérimentation Était en fonction des objectifs du sujet visant la présence des surfaces parcelles pour l'étude ainsi que :

- Sa situation géographique à proximité d'Ouargla
- Ce site proximité des zones potentielles de développement agricole.
- Le site équipé par un réseau d'irrigation d'eau épure.



Figure N°2 : localisation de site d'étude (Google Earth).



PhotoN°3 : le site choisi pour l'expérience

V-3-Préparation du sol :

V-3-1-Sol : Le sol avant tout est un support pour les cultures et un réservoir d'eau et des minéraux nutritifs. C'est le sol en effet qui assure le stockage des éléments nécessaires à la vie des végétaux.

La bonne préparation des sols améliore le taux d'infiltration des eaux de ruissellement préserve de l'eau dans la zone des racines.

Labour profond 50 cm. (Sans obstacles - roche)

Obtenir des conditions favorables pour le semis ou la plantation de matières végétales dans le sol en permettant leur germination leur émergence et un bon développement

Élimination de couches compactes pour augmenter l'infiltration d'eau dans le profil du sol



Photo N°4 : Préparation du sol

V-4-Objectif d'étude :

A partir du moment où les sels se déplacent avec l'eau la salinité d'un sol dépend directement des aménagements hydro-agricoles en particulier de l'irrigation de drainage et du lessivage des éléments en profondeur.

Le principe et les étapes de notre étude expérimentale consistent à suivre et à comparer l'évolution de la salinité dans un sol homogène initialement nu et n'ayant jamais subi d'irrigation, ce même sol a été divisé en trois parcelles et culture par la luzerne locale.

La première parcelle de ce sol est irriguée par les eaux de forage et la deuxième parcelle est irriguée par les eaux usées traitées, et la troisième irriguée par les eaux mélangées 50%. (1+2)

Les paramètres physiques, chimiques mesurés dans chaque étape entre le sol nu et celui cultivé aussi on procédera à la comparaison des paramètres après l'irrigation avec les trois types d'eau qui sont : la conductivité électrique (C.E), le pH et la concentration de sel total (TDS).

V-5- Salinité globale :

La salinité se mesure par la conductivité électrique en siemens S ou mhoms/m. Sachant que $1 \text{ S/m} = 1 \text{ mhos/m}$ et $1 \text{ mhos} = 1/\text{ohm}$ unité de résistance électrique. La conductivité de l'eau peut être rapidement convertie en mg de sel par litre par la formule : $1 \text{ dS/m} = 1 \text{ mS/cm} = 640 \text{ mg/l}$ de sels. [7]

V-6- Dispositif expérimental :

Afin de pouvoir suivre l'évolution de la salinité dans la parcelle irriguée par les eaux usées traitées et ce le irriguée par l'eau de forage, et aussi la parcelle irriguée par l'eau mélangée de 50 % (1+2), nous avons divisé notre terrain en trois parcelles de surface 2 m² entre chaque parcelle une distance de 1m, Après que le sol a été préparé, nous avons procédé à un semis par la luzerne locale.

Ce dernier présente plusieurs avantages :

- La luzerne peut s'adapter à nombreux types des sols mais elle tolère mal les sols acides (PH inférieur à 5).
- Longue longévité (4ans).
- La présence de nodosités au niveau de ses racines permet la fixation de l'azote de l'air.
- Production de fourrage de bonne qualité au cours d'une longue période.
- La luzerne résiste à la sécheresse quand son pivot pénètre profondément.
- Améliore la texture du sol par son système racinaire pivotant.
- La luzerne locale est adaptée au sud et résiste au froid et à la salinité. [5]

V-7- Méthode de semis :

- Dose : 25à30 kg /h avec une profondeur de 1.25-2 cm.
- Mode : de préférence en linges (Semois a céréales) avec écartement de 25 cm.
- Le mode qui est appliqué dans mon étude consiste a divises toutes les parcelles des linges entre chaque linge une distance de 10 cm et profondeur de (1.25-2 cm) pour avoir végétation épaisse parce que les parcelles sont petites de surfaces.
- Date de semis la luzerne 15/02/2017[8]

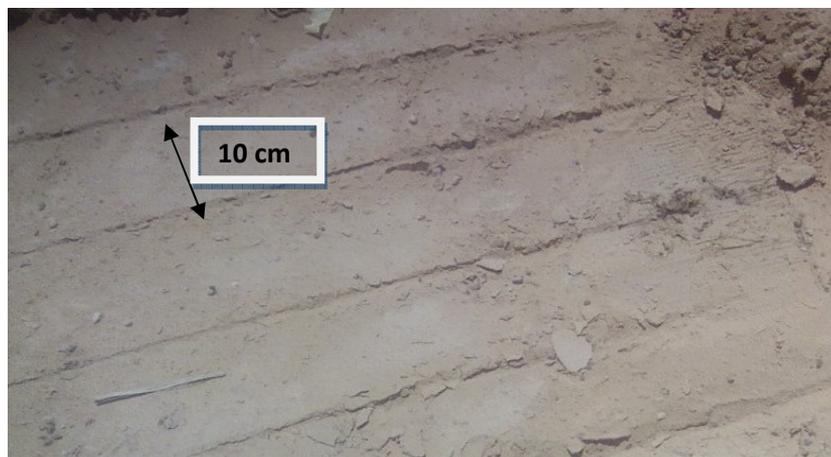


Photo N° 5 : Méthode de semis

V-8- Protéger les parcelles :

Il faut protéger les parcelles des effets vents forts, Les vents forts peuvent provoquer des problèmes d'érosion.

Installer des rideaux type de plastique pour réduire la vitesse de vents et protéger des végétaux contre les effets du froid ou le gel.



Photo N° 6 : Bris de vent en plastique

V-9-Dose d'irrigation :

Pour évaluer des besoins en eau des plantes cultivés et détermination des doses et de la fréquence des arrosages, ont utilise un programme format Excel d'aide à la gestion de l'irrigation a été mis au point parl'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS), Ce programme permet le calcul des besoins en eau et des quantités d'eau d'irrigation nécessaires aux cultures. Il offre également la possibilité de développer un calendrier d'irrigation en fonction de diverses pratiques culturales.[8]

Ce programme a été réalisé par (ITDAS) avec l'aide du centre arabe d'étude les zones arides et les terres sèches, Selon la méthode de Penman-Monteth modifiée et recommandée par la consultation des experts de la FAO.

Toutes les données concernent la luzerne résumée dans le document FAO N° 56.les Pages suivantes N°(107-112-139-144-149-164-179). Annexe n° :1

La formule de penman-monteth

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} v(e_s - e)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34v)} \dots \dots (1)$$

ET0 : évapotranspiration de référence (mm.j-1),

Rn : rayonnement net (W.m-2),

T : température moyenne quotidienne de l'air à 2m (°C),

G : flux de chaleur dans le sol [MJ m-2 jour-1

Δ : pente de la courbe de la tension de vapeur saturante (kPa.°C-1),

γ : Constante psychrométrique (kPa.°C-1),

e : tension de vapeur (kPa),

es ; tension de vapeur saturante (kPa),

v : vitesse du vent à 2m (m.s-1).

A		B		C		D		E		F		G		H		I		K		L		M	
		Localité	Latitude (°)	Altitude (m)																			
		ouargla	31.7	150																			
Espèce		Cycle Végétatif (Jours)		Kcb		Fraction de sol mouillée par l'eau d'irrigation		fw(irrig.)		0.35													
pomme de terre		Initiale		20		Coefficient cultural de base		Quantité d'eau qui peut être directement évaporée (mm)		REW		8											
Variété	spunta	Developpement		30		Initial		0.15		Quantité d'eau maximale (totale) qui peut être évaporée (mm)		TEW		17									
Date de semis		Mi-saison		35		Mi-saison		1.1		Lame d'eau cumulée (profondeur) initialement évaporable (mm)		initial De:		3									
Jour	18	Finale		15		Final		0.65		Fraction de sol initialement mouillée		initial fw:		0.3									
Mois	9																						
CE de l'eau d'irrigation (dS/m)		2.2				Kc minimal		0.5															
b:Pente de la droite de réduction du Rdt (%/(dS/m))		12				Hauteur max de la plante (m)		0.8															
Seuil de tolérance (dS/m)		1.7				Efficience de l'irrigation (%)		85															
Fraction de lessivage		0.15				Profondeur racinaire min (m)		0.2															
Superficie Parcelle (m ²)		Débit (l/s)				Profondeur racinaire max (m)		0.5															
2000		0.07				RU (mm/m)		100															
Fraction de tarissement permise au stade initial (%): MAD (Management Allowed Depletion)																							
Fraction de tarissement permise après stade initial (%): MAD																							
Cycle Végétatif (Jours)																							
Kc minimal																							
Kcb																							
REW TEW																							
fw(irrig.)																							
Profondeur racinaire max (m)																							
b:Pente de la droite de réduction du Rdt (%/(dS/m))																							
Seuil de tolérance (dS/m)																							

Figure N°03 : L'interface de programme

V-10- Technique d'irrigation :

Nous avons irrigué tous les parcelles manuellement par des méthodes d'irrigation mixte, irrigation par aspersion pour obtenir la répartition la plus homogène possible jusqu'à ce que l'eau submerge le terrain et s'y infiltre, on peut maintenir une lame d'eau (submersion continue),



Photo N° 7 : Technique d'irrigation (irrigation par aspersion)

V-11- Les caractéristiques des eaux irrigation

Le tableau suivant (02) représente les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les types d'eau d'irrigation (eau de forage(1), eau usée traitée(2) et eau mélangée (1+2).

Tableau N°02 : Les caractéristiques des eaux d'irrigation résumée dans le tableau suivant :

Type d'eau	CE dS/m	TDS g/l
Eau de forage (1)	15.040	8.7
Eau traitée (épurée) (2)	2.9	1.4
Eau mélangée (1+2) 50%	9.350	5.2

Les valeurs des doses d'irrigation par stade. Après l'utilisation de programme du calcul les doses d'irrigation nous avons présenté les résultats dans les tableaux suivants :

Tableau N°03 : Le calendrier d'irrigation résumée dans le tableau suivant pour l'eau épurée (traitée).

Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)	Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)
2	15	0.0	0.0	0.00	3	30	0.0	0.0	0.00
2	16	0.0	0.0	0.00	3	31	8.9	89.1	0.02
2	17	2.8	27.6	0.01	4	1	0.0	0.0	0.00
2	19	0.0	0.0	0.00	4	2	7.1	71.4	0.01
2	20	2.4	24.3	0.00	4	3	0.0	0.0	0.00
2	21	0.0	0.0	0.00	4	4	7.5	74.8	0.01
2	22	0.0	0.0	0.00	4	5	0.0	0.0	0.00
2	23	2.8	28.1	0.01	4	6	7.8	78.4	0.02
2	24	0.0	0.0	0.00	4	7	0.0	0.0	0.00
2	25	0.0	0.0	0.00	4	8	0.0	0.0	0.00
2	26	3.0	29.9	0.01	4	9	11.0	110.1	0.02
2	27	0.0	0.0	0.00	4	10	0.0	0.0	0.00
2	28	2.3	23.4	0.00	4	11	0.0	0.0	0.00
3	1	0.0	0.0	0.00	4	12	10.2	102.0	0.02
3	2	2.8	28.3	0.01	4	13	0.0	0.0	0.00
3	3	0.0	0.0	0.00	4	14	0.0	0.0	0.00
3	4	3.0	29.5	0.01	4	15	10.1	100.9	0.02
3	5	0.0	0.0	0.00	4	16	0.0	0.0	0.00
3	6	3.1	30.8	0.01	4	17	0.0	0.0	0.00
3	7	0.0	0.0	0.00	4	18	10.5	104.6	0.02
3	8	3.4	34.3	0.01	4	19	0.0	0.0	0.00
3	9	0.0	0.0	0.00	4	20	0.0	0.0	0.00
3	10	3.9	39.0	0.01	4	21	11.6	116.5	0.02
3	11	0.0	0.0	0.00	4	22	0.0	0.0	0.00
3	12	4.3	43.3	0.01	4	23	0.0	0.0	0.00
3	13	0.0	0.0	0.00	4	24	11.9	119.1	0.02
3	14	4.6	45.6	0.01	4	25	0.0	0.0	0.00
3	15	0.0	0.0	0.00	4	26	0.0	0.0	0.00
3	16	4.8	47.8	0.01	4	27	11.8	118.1	0.02
3	17	0.0	0.0	0.00	4	28	0.0	0.0	0.00
3	18	5.0	50.1	0.01	4	29	0.0	0.0	0.00
3	19	0.0	0.0	0.00	4	30	12.7	126.5	0.03
3	20	5.2	52.4	0.01	5	1	0.0	0.0	0.00
3	21	0.0	0.0	0.00	5	2	0.0	0.0	0.00
3	22	5.4	54.4	0.01	5	3	13.2	132.2	0.03
3	23	0.0	0.0	0.00	5	4	0.0	0.0	0.00
3	24	0.0	0.0	0.00	5	5	0.0	0.0	0.00
3	25	8.1	80.6	0.02	5	6	12.9	129.2	0.03
3	26	0.0	0.0	0.00	5	7	0.0	0.0	0.00
3	27	0.0	0.0	0.00	5	8	0.0	0.0	0.00
3	28	8.5	84.8	0.02	5	9	13.3	133.0	0.03
3	29	0.0	0.0	0.00	5	10	0.0	0.0	0.00

Tableau N°04 : Le calendrier d'irrigation résumée dans le tableau suivant pour l'eau mélangée (1+2)50%

Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)	Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)
2	15	0.0	0.0	0.00	3	30	0.0	0.0	0.00
2	16	3.0	29.6	0.01	3	31	8.5	85.3	0.02
2	17	0.0	0.0	0.00	4	1	0.0	0.0	0.00
2	18	0.0	0.0	0.00	4	2	9.8	98.4	0.02
2	19	3.3	33.1	0.01	4	3	0.0	0.0	0.00
2	20	0.0	0.0	0.00	4	4	10.3	102.8	0.02
2	21	2.8	28.2	0.01	4	5	0.0	0.0	0.00
2	22	0.0	0.0	0.00	4	6	10.7	107.3	0.02
2	23	3.1	31.0	0.01	4	7	0.0	0.0	0.00
2	24	0.0	0.0	0.00	4	8	10.3	103.3	0.02
2	25	3.3	33.1	0.01	4	9	0.0	0.0	0.00
2	26	0.0	0.0	0.00	4	10	9.7	96.8	0.02
2	27	3.6	35.8	0.01	4	11	0.0	0.0	0.00
2	28	0.0	0.0	0.00	4	12	9.2	92.1	0.02
3	1	4.4	43.7	0.01	4	13	0.0	0.0	0.00
3	2	2.6	26.4	0.01	4	14	9.2	91.9	0.02
3	3	2.7	27.0	0.01	4	15	0.0	0.0	0.00
3	4	2.8	27.7	0.01	4	16	0.0	0.0	0.00
3	5	2.8	28.3	0.01	4	17	13.9	139.3	0.03
3	6	0.0	0.0	0.00	4	18	0.0	0.0	0.00
3	7	5.6	55.9	0.01	4	19	10.0	100.5	0.02
3	8	3.3	32.6	0.01	4	20	0.0	0.0	0.00
3	9	3.4	34.2	0.01	4	21	10.8	107.9	0.02
3	10	3.6	35.7	0.01	4	22	0.0	0.0	0.00
3	11	3.7	37.3	0.01	4	23	10.9	108.7	0.02
3	12	0.0	0.0	0.00	4	24	0.0	0.0	0.00
3	13	7.5	75.0	0.02	4	25	10.7	107.3	0.02
3	14	0.0	0.0	0.00	4	26	0.0	0.0	0.00
3	15	7.6	76.5	0.02	4	27	10.8	107.7	0.02
3	16	0.0	0.0	0.00	4	28	0.0	0.0	0.00
3	17	7.8	77.8	0.02	4	29	11.4	113.6	0.02
3	18	0.0	0.0	0.00	4	30	0.0	0.0	0.00
3	19	7.9	79.4	0.02	5	1	12.0	119.7	0.02
3	20	0.0	0.0	0.00	5	2	0.0	0.0	0.00
3	21	8.1	81.0	0.02	5	3	12.0	119.9	0.02
3	22	0.0	0.0	0.00	5	4	0.0	0.0	0.00
3	23	8.2	81.6	0.02	5	5	11.8	118.1	0.02
3	24	0.0	0.0	0.00	5	6	0.0	0.0	0.00
3	25	8.2	81.8	0.02	5	7	11.8	117.7	0.02
3	26	0.0	0.0	0.00	5	8	0.0	0.0	0.00
3	27	8.2	82.4	0.02	5	9	12.2	122.1	0.02
3	28	0.0	0.0	0.00	5	10	0.0	0.0	0.00
3	29	8.4	83.8	0.02					

Tableau N°05 :Le calendrier d'irrigation pour l'eau de forage résumée dans le tableau suivant :

Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)	Mois	Jour	Dose (mm)	D/ha (m ³)	D/Parcelle (m ³)
2	15	2.9	29.2	0.01	3	30	0.0	0.0	0.00
2	16	0.0	0.0	0.00	3	31	11.5	115.4	0.02
2	17	2.9	29.4	0.01	4	1	0.0	0.0	0.00
2	18	0.0	0.0	0.00	4	2	13.3	133.0	0.03
2	19	3.6	36.4	0.01	4	3	0.0	0.0	0.00
2	20	0.0	0.0	0.00	4	4	13.9	138.9	0.03
2	21	4.4	44.2	0.01	4	5	0.0	0.0	0.00
2	22	2.7	26.7	0.01	4	6	14.5	144.9	0.03
2	23	2.8	28.3	0.01	4	7	0.0	0.0	0.00
2	24	3.0	29.8	0.01	4	8	14.0	139.9	0.03
2	25	3.1	31.3	0.01	4	9	0.0	0.0	0.00
2	26	3.2	31.9	0.01	4	10	13.1	131.4	0.03
2	27	3.4	33.6	0.01	4	11	0.0	0.0	0.00
2	28	3.5	35.3	0.01	4	12	12.5	124.9	0.02
3	1	4.1	41.1	0.01	4	13	0.0	0.0	0.00
3	2	4.1	40.9	0.01	4	14	12.5	124.7	0.02
3	3	4.1	40.8	0.01	4	15	0.0	0.0	0.00
3	4	4.1	40.6	0.01	4	16	12.4	124.4	0.02
3	5	4.0	40.5	0.01	4	17	0.0	0.0	0.00
3	6	4.0	40.3	0.01	4	18	13.1	131.4	0.03
3	7	4.2	42.3	0.01	4	19	0.0	0.0	0.00
3	8	4.4	44.3	0.01	4	20	14.1	141.2	0.03
3	9	4.6	46.3	0.01	4	21	0.0	0.0	0.00
3	10	4.8	48.4	0.01	4	22	14.8	148.4	0.03
3	11	5.1	50.6	0.01	4	23	0.0	0.0	0.00
3	12	5.1	51.0	0.01	4	24	14.7	146.6	0.03
3	13	5.1	51.4	0.01	4	25	0.0	0.0	0.00
3	14	5.2	51.8	0.01	4	26	14.5	144.6	0.03
3	15	5.2	52.2	0.01	4	27	0.0	0.0	0.00
3	16	5.3	52.6	0.01	4	28	15.0	150.1	0.03
3	17	5.3	53.1	0.01	4	29	0.0	0.0	0.00
3	18	5.4	53.7	0.01	4	30	15.8	158.2	0.03
3	19	5.4	54.2	0.01	5	1	0.0	0.0	0.00
3	20	5.5	54.7	0.01	5	2	16.4	163.8	0.03
3	21	5.5	55.2	0.01	5	3	0.0	0.0	0.00
3	22	5.5	55.3	0.01	5	4	16.1	161.4	0.03
3	23	5.5	55.4	0.01	5	5	0.0	0.0	0.00
3	24	0.0	0.0	0.00	5	6	15.9	158.9	0.03
3	25	11.1	110.6	0.02	5	7	0.0	0.0	0.00
3	26	0.0	0.0	0.00	5	8	16.3	162.6	0.03
3	27	11.1	111.3	0.02	5	9	0.0	0.0	0.00
3	28	0.0	0.0	0.00	5	10	16.8	168.5	0.03
3	29	11.3	113.4	0.02					

V-12- Techniques des analyses physico-chimiques du sol

V-12-1 Prélèvements des échantillons :

Pendant le processus de préparation du sol, on a prélevé des échantillons de chaque 10 cm de profondeur sol nu.



Photo N° 8 : Prélèvements des échantillons.

V-12-2-Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique ou analyse mécanique consiste à séparer la partie minérale de la terre en catégories classées d'après la dimension des particules minérales inférieure à 2mm et à déterminer les proportions relatives de ces catégories, en pourcentage de la masse totale du sol minéral. [4]

V-12-2-1 Matériel

- Une balance ayant une précision de 0,1 g.
- cuvette
- Etuve de séchage réglable
- Série de tamis (0.08-0.16 - 0.31- 0.63-1.25-2.5-5).
- vibreur. [4]

V-12-2-2-Mode Opérateur

- On prend 1000 g de l'échantillon ;
- Etuver l'échantillon à la température de 105°C ;
- Peser l'échantillon à travers les séries de tamis
- Tamiser l'échantillon par vibreur durant 10 min
- On pèse le sol resté dans chaque tamis.[4]



Photo N° 9 : Préparation les échantillons



Photo N° 10 : Pesé les échantillons



Photo N°11 : Tamisage avec l'utilisation d'unvibreur

Tableaux N°06 : Résultats De L'analyse Granulométriques du sol

Profondeur cm	Caractéristiques		
	Graviers %	Gros sable %	Sable fin %
10	7	43	38
20	16	36	32
30	20	30	46
40	20	50	24
50	18	35	40

V-12-3- Analyse chimique

V-12-3-1-Extraction de la solution du sol

Dans notre étude nous avons étudié l'évolution de la salinité du sol et le dosage des sels solubles sur l'extrait aqueux 1/5.[3]

V-12-3-2- La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique permet d'obtenir une estimation de la teneur globale en sels dissous, elle ne s'applique qu'aux terres salées et aux terres à taux de fertilisation très élevé.

V-12-3-2-1 Matériel

- Une balance ayant une précision de 0,1 g.
- flacons de 1000ml.
- béchers de 250 ml.
- agitateur.
- papier de filtre.
- eau distille.
- conductimètre.
- PH mètre.[3]

V-12-3-2-2 Mode Opératoire

- Peser 50 g de sol sec tamisé à 2 mm.
- Introduire dans un flacon bouché de 1000 ml.
- Ajouter 250 ml d'eau déminéralisée.
- Agiter durant 2 heures par l'agitateur.
- Laisser reposer jusqu'à ce qu'il y ait sédimentation de la terre.
- Filtration de la solution dans un papier filtre
- La conductivité électrique a été mesurée par un conductimètre avec un rapport sol/solution de 1/5.
- Le PH de l'extrait du rapport 1/5 est mesuré à l'aide d'un PH-mètre. [3]



Photo N° 12 : Préparation des échantillons.



Photo N° 13 : Pesé les échantillons

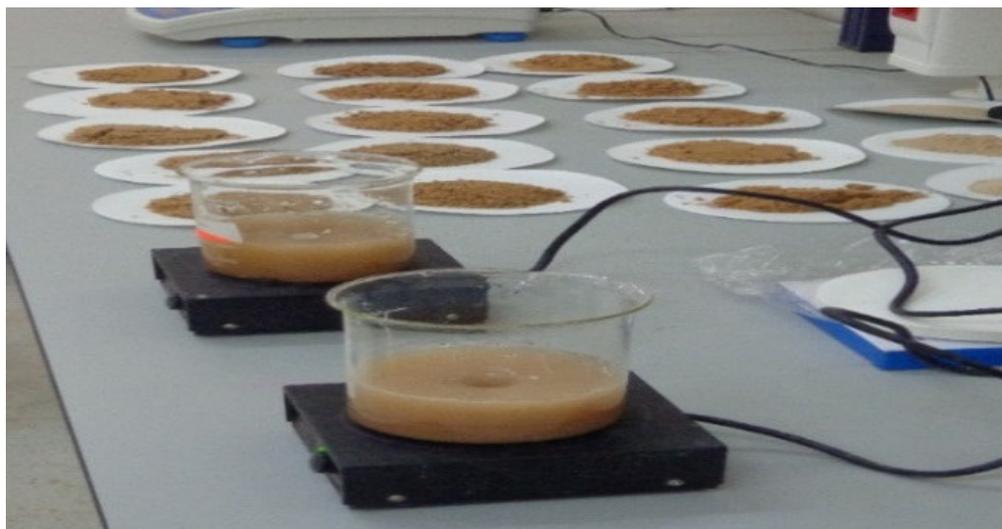


Photo N°14 : Agitation les solutions du sol

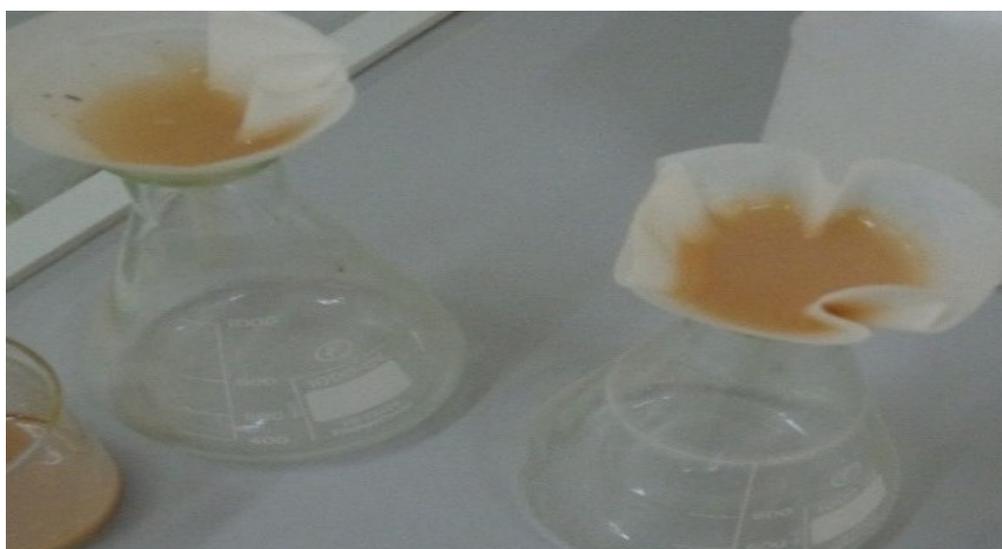


Photo N°15 : Filtration les solutions du sol



Photo N°16 : Mesure CE et PH de solutions du sol

V-12-3-Prélèvement pour le sol après l'irrigation :

Pour évaluer la concentration ou la cumulation de sel dans le sol de chaque 10 cm de profondeur on a prélevé 4 échantillons de différente date après l'irrigation selon les cycles végétatifs.

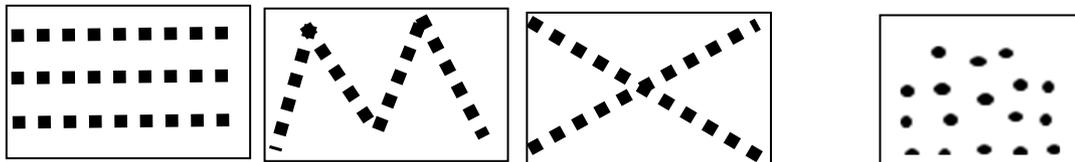
Le premier prélèvement d'échantillon on a prélevé après le développement des racines (cycle végétatif de développement), et les autres prélèvements ont été réalisés chaque 10 jour

A l'aide d'une tarière de 100 cm de hauteur, on a prélevé des échantillons de chaque 10 cm de profondeur du sol pour toutes les parcelles. Pour cela, nous avons introduit les échantillons dans des sachets en plastique avec des étiquettes sur lesquelles on a noté les numéros de la parcelle.

Dans cette étude on a basé sur les paramètres de salinité (paramètres physico-chimiques du sol). Au niveau du laboratoire, pour la caractérisation du sol, nous avons étudié les caractères physico-chimiques (conductivité électrique (CE) et pH) à différents prélèvements pendant les différentes saisons ou cycle végétatif.

L'ensemble des analyses ont été effectuées au laboratoire université Ouargla. Il existe plusieurs méthodes de prélèvement des échantillons qui peut se faire d'une manière, par quadrillage, en diagonale ou en zigzag.

Dans cette étude on a choisi la méthode aléatoire dans la même zone.



Quadrillage

zigzag

Diagonale

aléatoire

Figure N°04 : Répartitions des prélèvements

CHAPITRE VI

Résultats et discussions

VI-1- Introduction :

Dans ce chapitre, nous rapporterons les résultats des mesures d'analyses physico-chimiques que nous avons effectuées sur les eaux et les sols échantillonnés dans notre site d'étude, Pour cela en établir des travaux réalisés sur le site expérimental : 1-)Préparation du sol.2-)Protéger les parcelles. 3-) Semis la luzerne.4-) Irrigation.5-) Prélèvements les échantillons.6-)les analyses.

Les résultats sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau (07) : Valeurs de mesure de la conductivité électrique (dS/m) et PH le premier Prélèvement et sol nu (après 45 jour).

N°P	Prof (cm)	Type du sol (parcelles)			Type des eaux d'irrigation								
		Sol nu			Parcelles irrigués par l'eau de forage (1)			parcelles irrigués par les eaux épurées (2)			parcelles irriguée par l'eau mélangée 50 % (1+2)		
		les paramètres											
		CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l
01	10	11.6	6.4	7.42	2.4	7.1	1.53	8.9	6.8	5.69	2.9	7.2	1.85
	20	6.7	6.2	4.28	2.5	7	1.6	2.7	7.3	1.73	2.5	7.1	1.6
	30	7.2	6.7	4.60	3	6.9	1.96	3.7	7.2	2.37	2.3	7.1	1.47
	40	8.4	6.7	5.37	5	6.9	3.2	6.4	7	4.1	2.9	7	1.85

Tableau (08) : Valeurs de mesure de la conductivité électrique (dS/m) et PH de (après 55 jour).

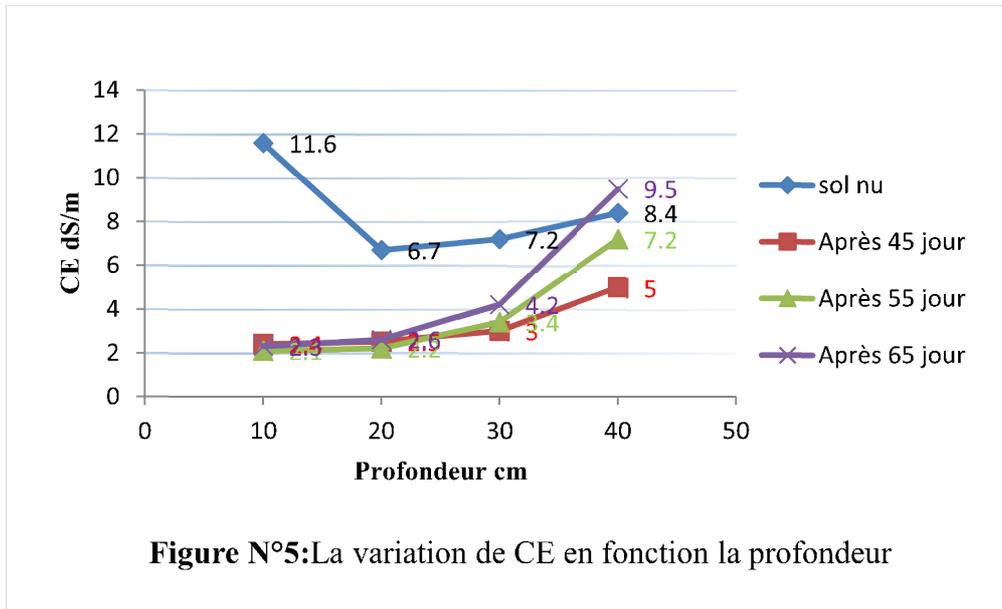
N°P	profondeur	Type des eaux d'irrigation								
		parcelles irrigués par l'eau de forage (1)			parcelles irrigués par les eaux épurées (2)			parcelles irriguée par l'eau mélangée 50 % (1+2)		
		les paramètres								
		CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l
02	10	2.1	7.8	1.34	2.4	7.5	1.53	3	7.3	1.92
	20	2.1	7.7	1.34	2.3	7.5	1.47	2.5	7.4	1.60
	30	3.4	7.3	2.17	2.3	7.5	1.47	2.2	7.7	1.40
	40	7.2	7.1	4.60	2.7	7.3	1.73	2.3	7.5	1.47

Tableau (09) : Valeurs de mesure de la conductivité électrique (dS/m) et PH de (après 65 jour).

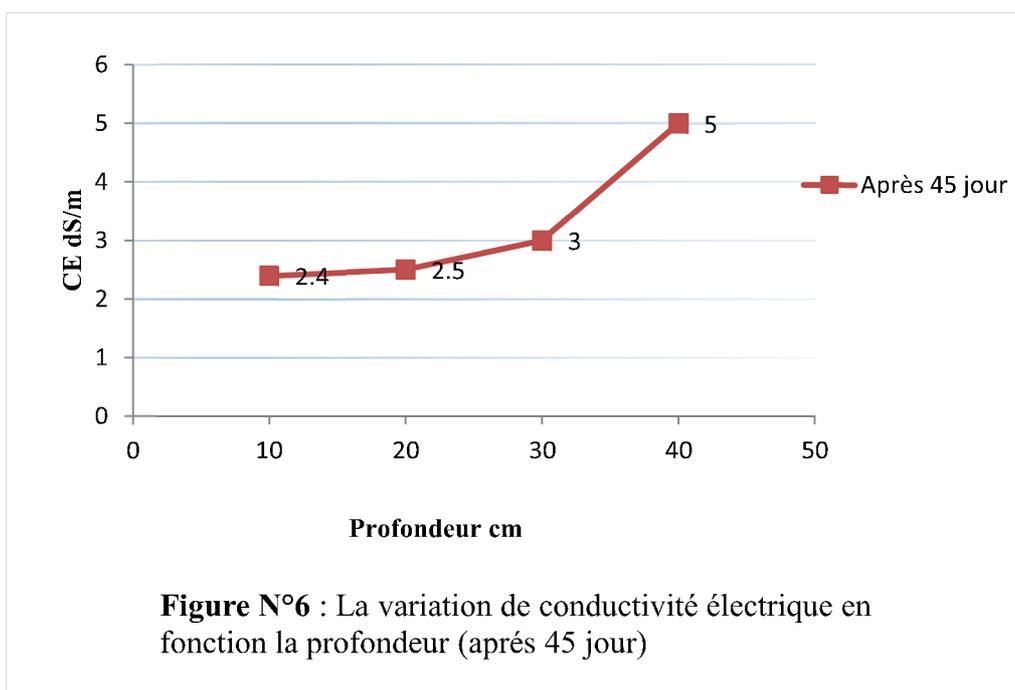
N°P	profondeur	Type des eaux d'irrigation								
		Parcelles irrigués par l'eau de forage (1)			Parcelles irrigués par les eaux épurées (2)			Parcelles irriguée par l'eau mélangée 50 % (1+2)		
		les paramètres								
		CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l	CE ds/m	PH	TDS g/l
03	10	2.3	7.3	1.472	2.8	7.2	1.792	2.8	7.5	1.79
	20	2.6	7.4	1.664	2.5	7.4	1.6	2.3	7.3	1.47
	30	4.2	7.2	2.688	2.4	7.3	1.536	2.3	7.3	1.47
	40	9.5	6.9	6.08	2.4	7.3	1.536	2.1	7.3	1.34

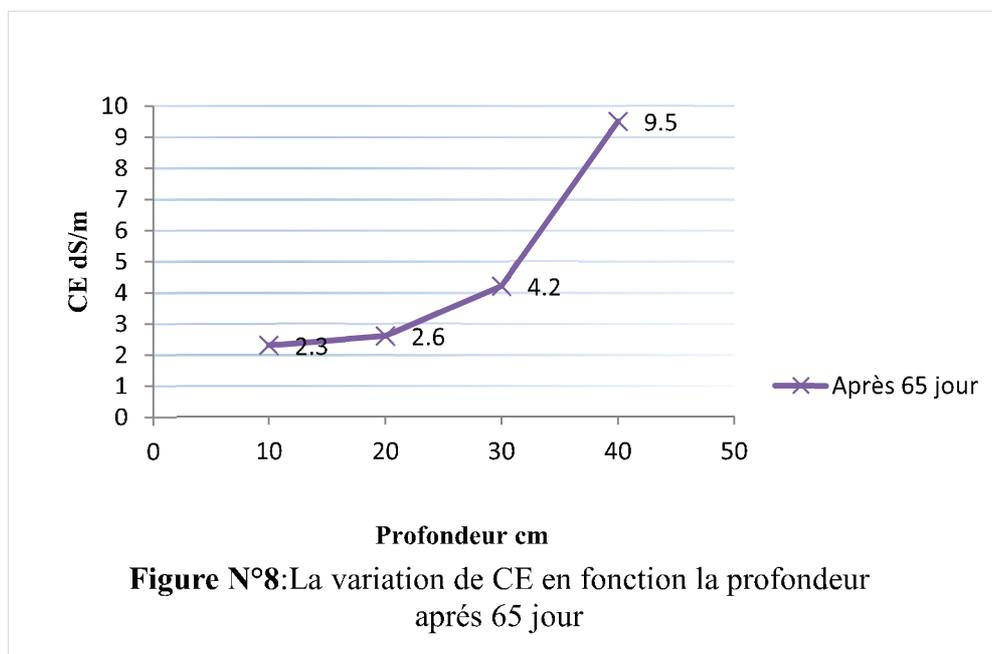
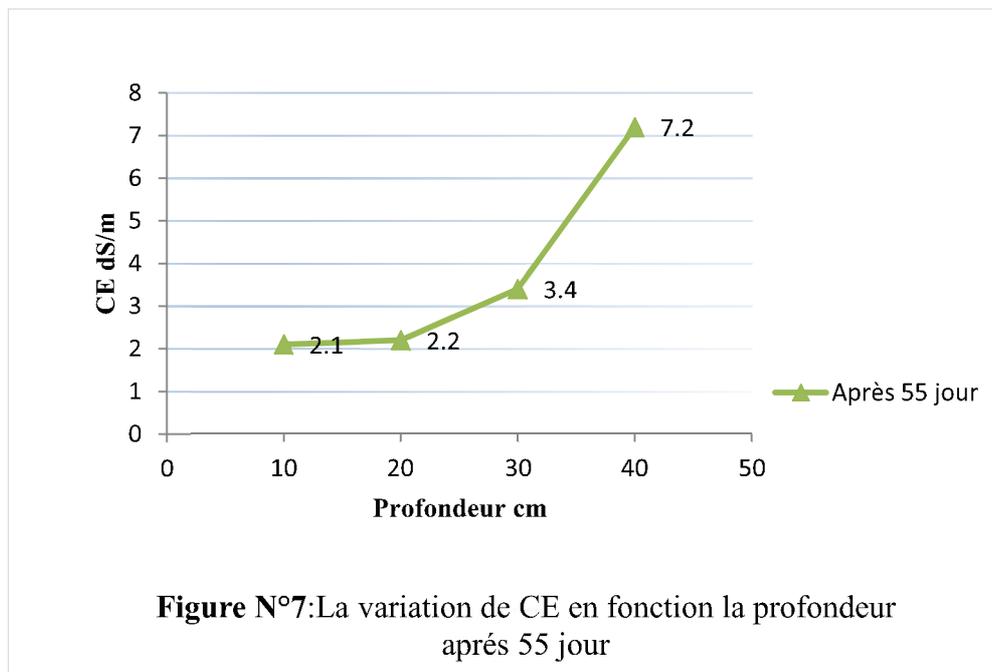
VI-2- Les Résultats pour Parcelle irrigués par l'eau de forage

Dans cette partie nous avons utilisé les eaux de forage pour irrigation la parcelle



LA FIGURE N°05 : représente la variation de conductivité électrique en fonction la profondeur qui montre l'influence de qualité des eaux irriguées sur la salinisation des sols, dans notre étude expérimentale la concentration des sels augmente dans la profondeur de l'ordre 40 cm qui est liée à la profondeur des racines des plantes irriguées par ces eaux.

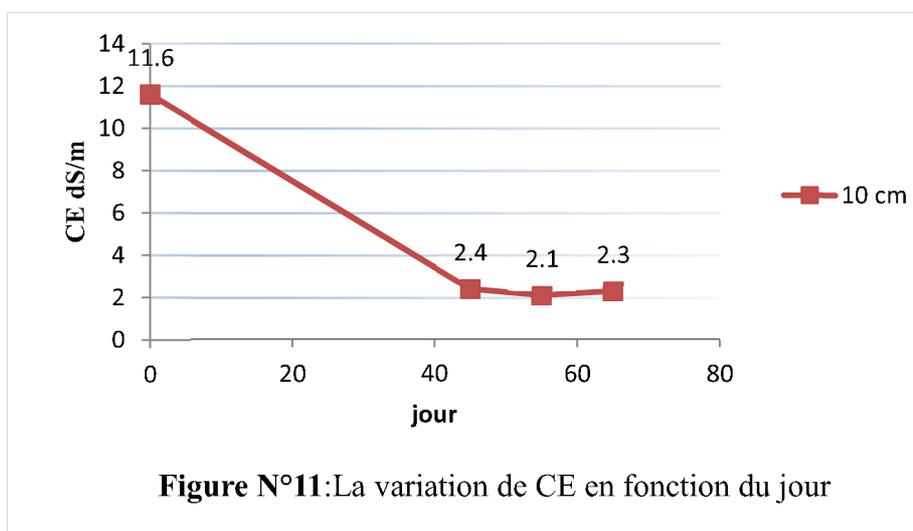
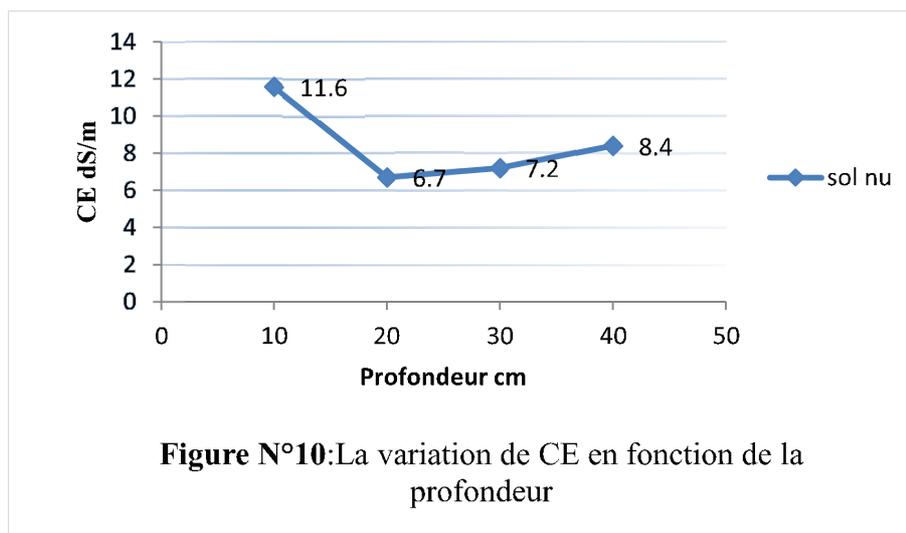
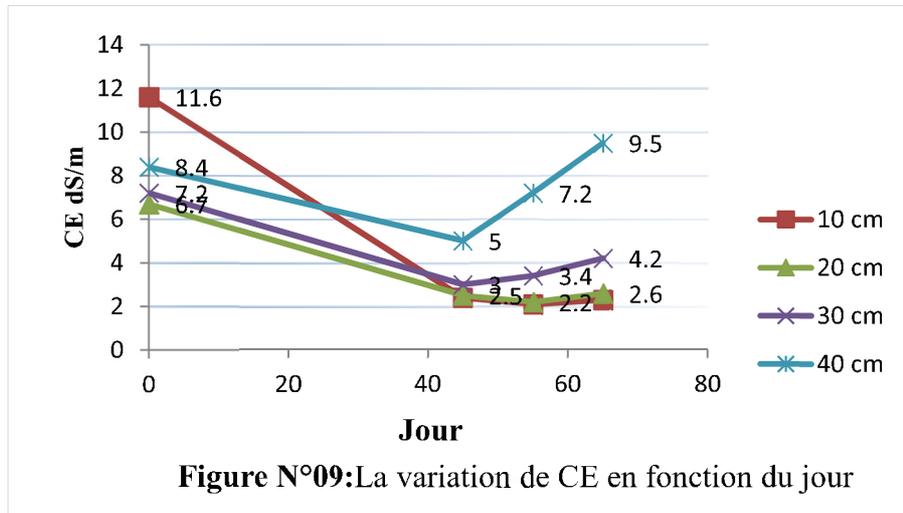




Selon La Figure. (05) : On remarque que la CE du sol nu est très élevée, se traduisant le sol nu sol très salinée.

Selon les résultats obtenus dans **Les Figures (N° 6-7-8)**, là CE du sol dans la parcelle irriguée par l'eau de forage est influée par l'irrigation, par infiltration verticale et latérale à la profondeur du sol. D'après la même figure, on observe que le taux de CE augmente en fonction de la profondeur du sol, et après l'irrigation, on remarque une augmentation du taux de CE dans la profondeur 40 cm.

Donc, on remarque qu'il y'a une relation entre CE du sol et la dose d'irrigation en fonction de la profondeur du sol,



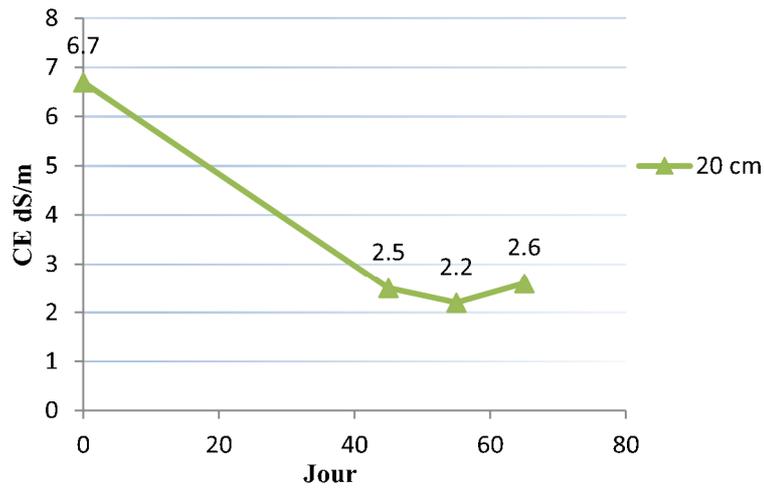


Figure N°12: La variation de CE en fonction du jour

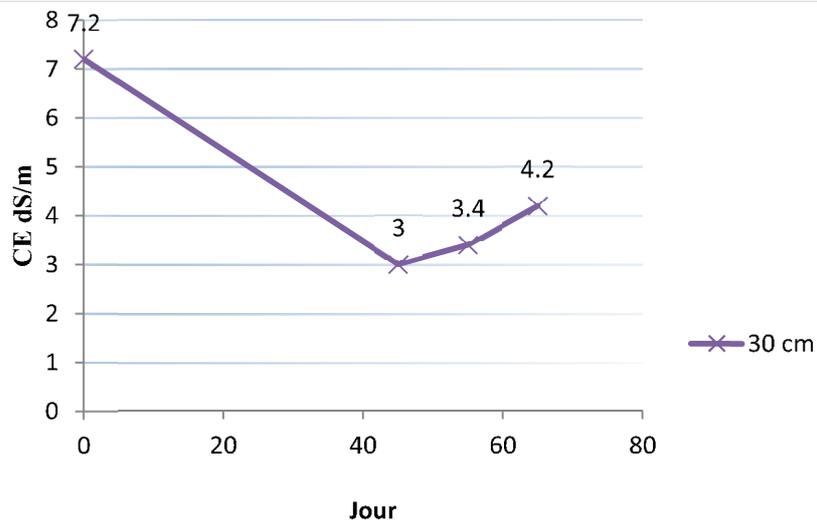


Figure N°13: La variation de CE en fonction du jour

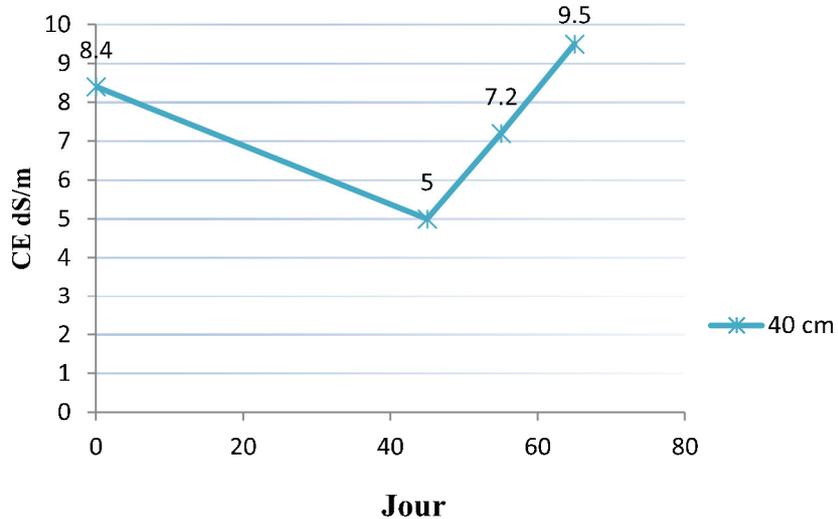


Figure N°14: La variation de CE en fonction du jour

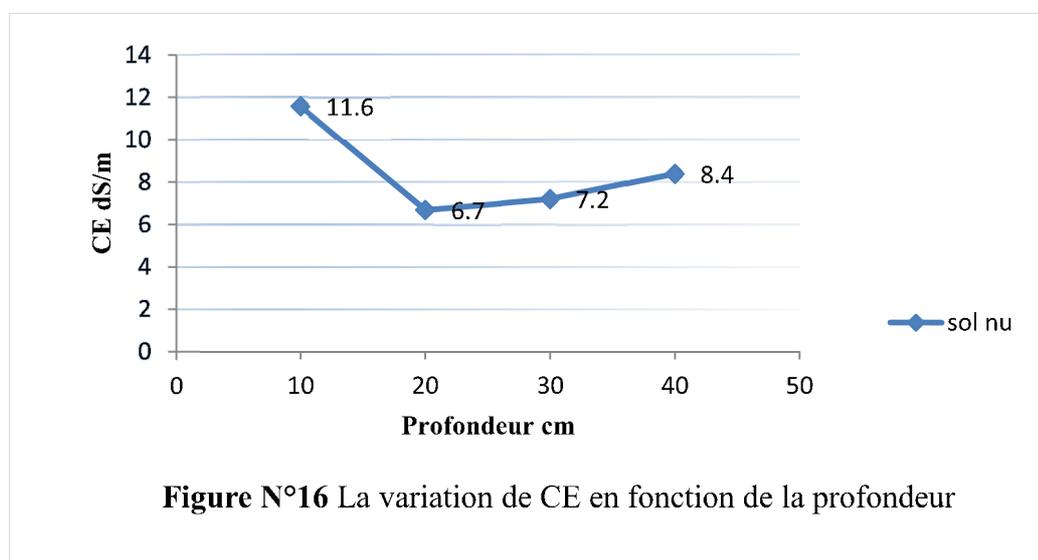
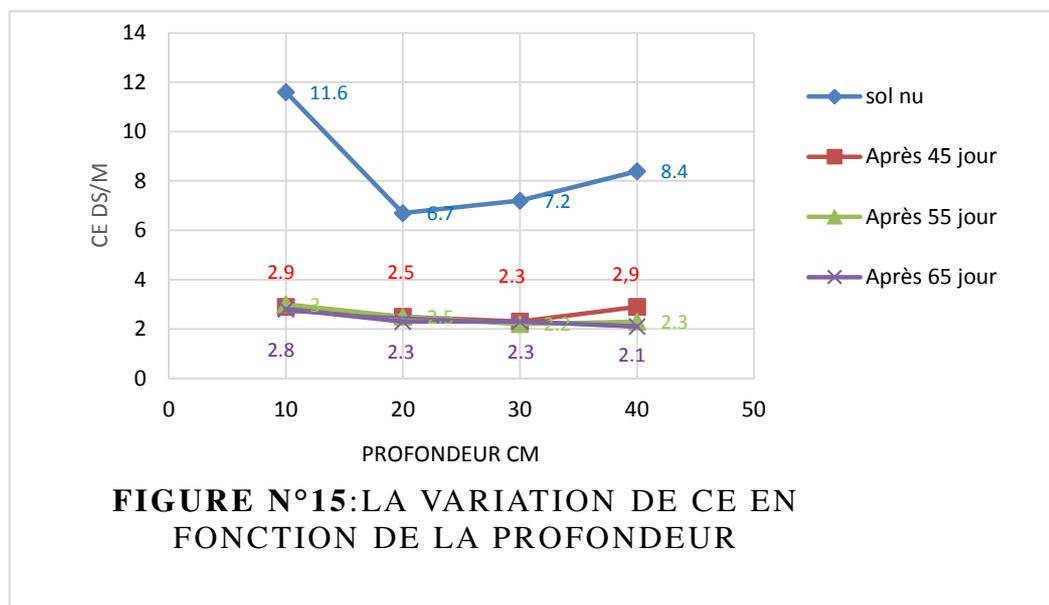
D'après Les Figures N° (11-12-13-14) : d'évolution de la CE, il ressort qu'il y'a une diminution de CE en fonction de la profondeur et la dose d'irrigation, on remarque une stabilisation de CE dans la profondeur 10-20 cm et une augmentation de CE dans la profondeur 30-40 cm après irrigation.

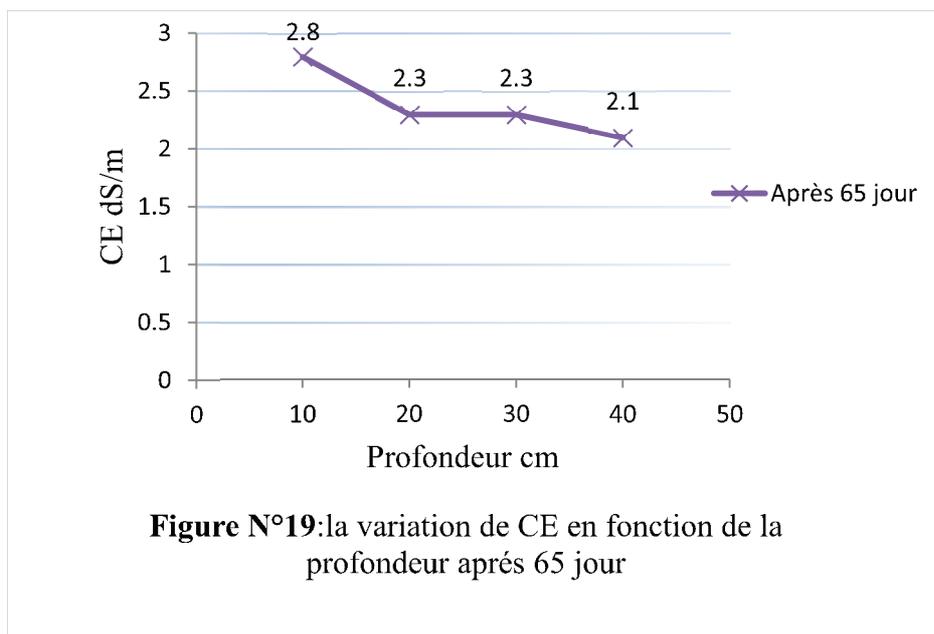
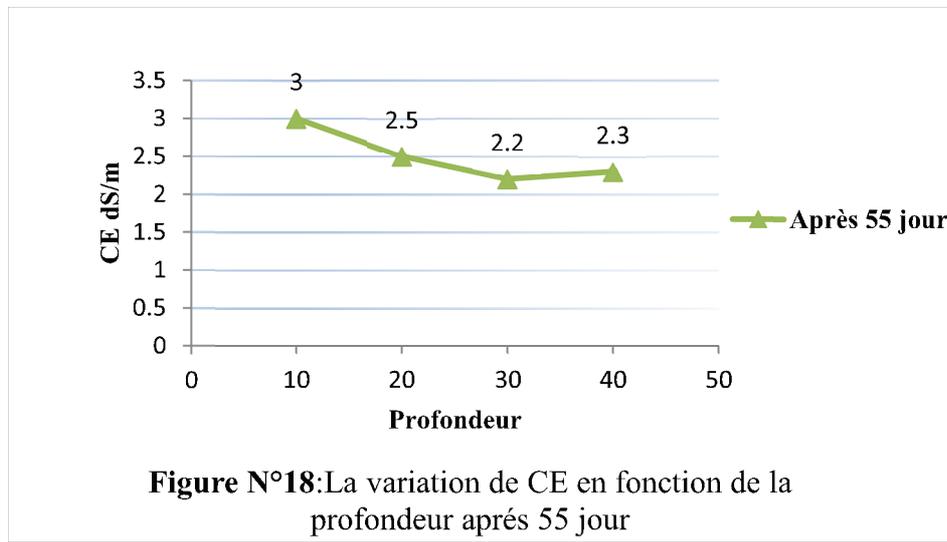
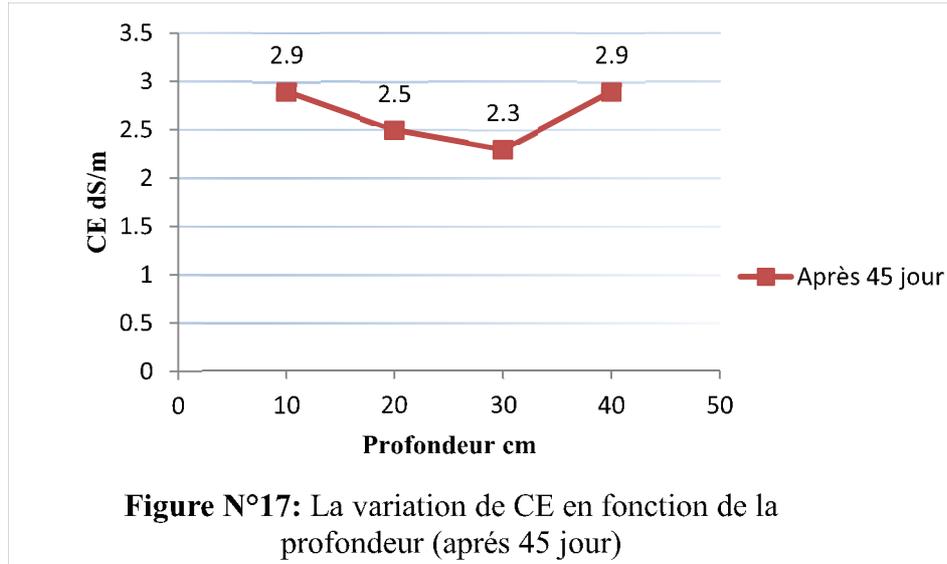
Cette variation traduit le mouvement et les concentrations des sels avec la filtration de l'eau en profondeur.

Le phénomène de lessivage est responsable de la diminution de la concentration des sels

VI-3- Les Résultats des eaux mélangées (50%) eau potable(1) +(2) eau épurée :

La valorisation des eaux épurées par la station d'épuration de Saïd Otba dans le domaine d'irrigation pour cela nous avons utilisé une partie des eaux usées épurées comme source d'eau d'irrigation

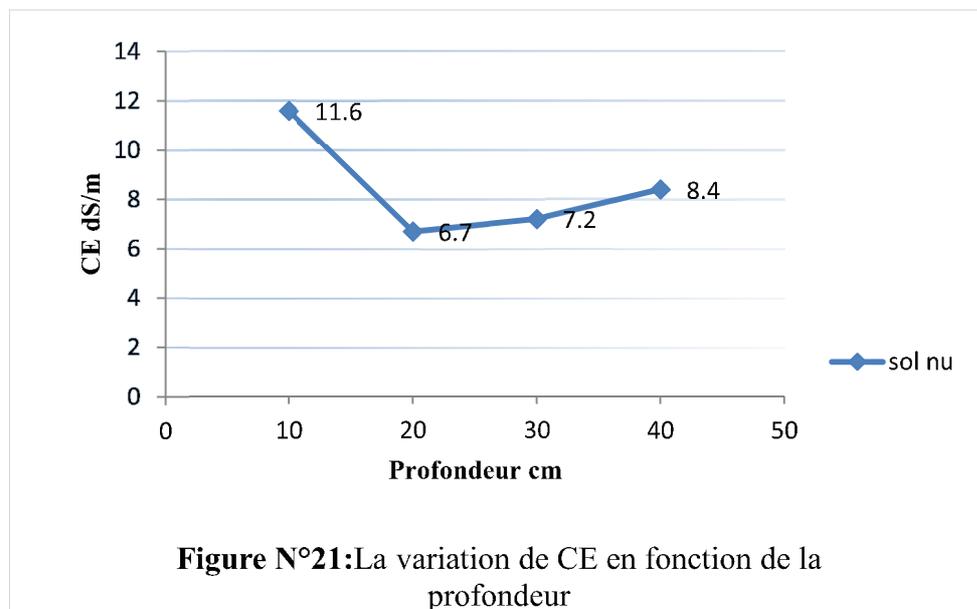
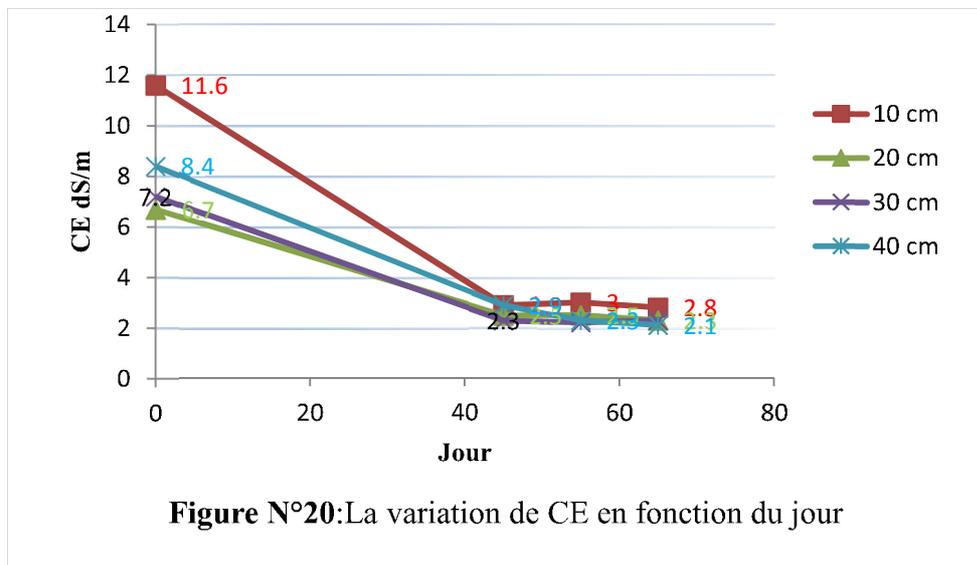


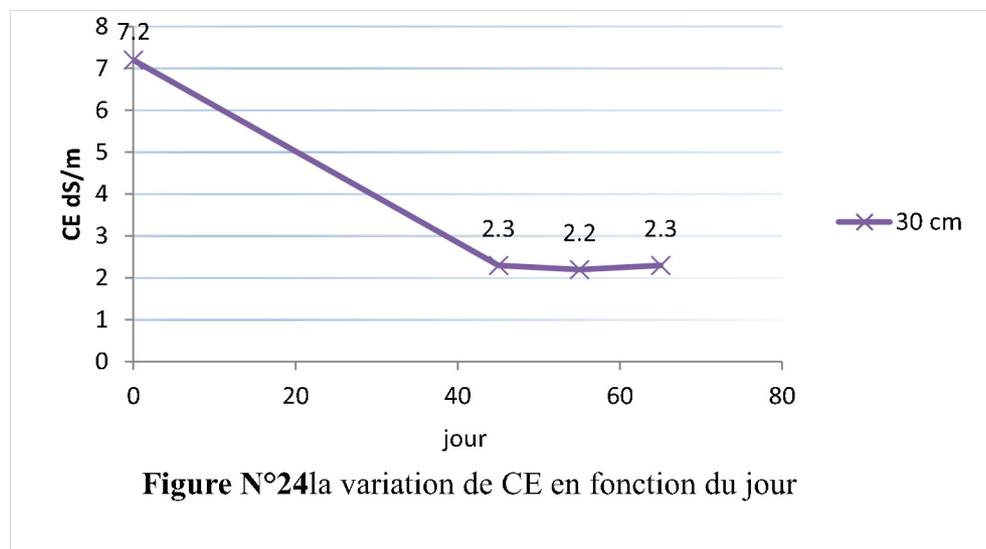
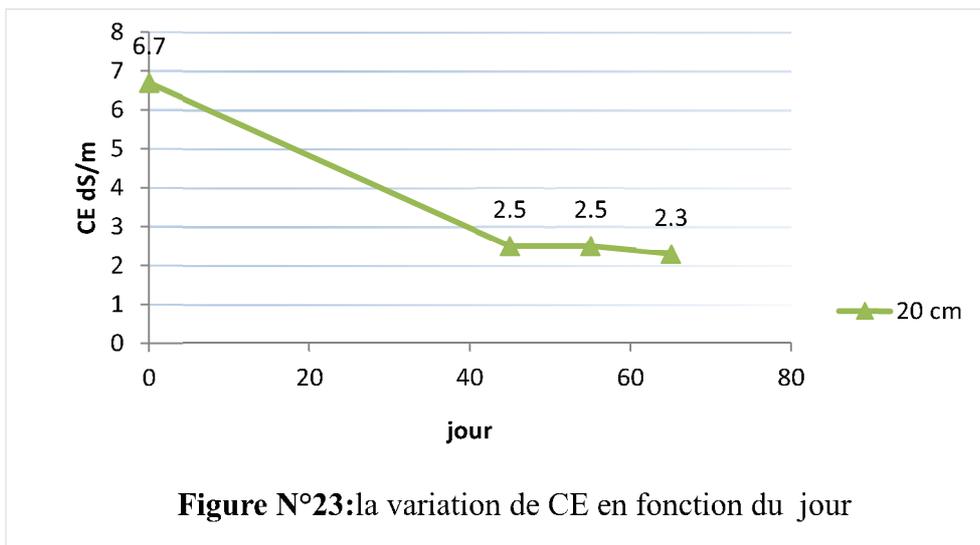
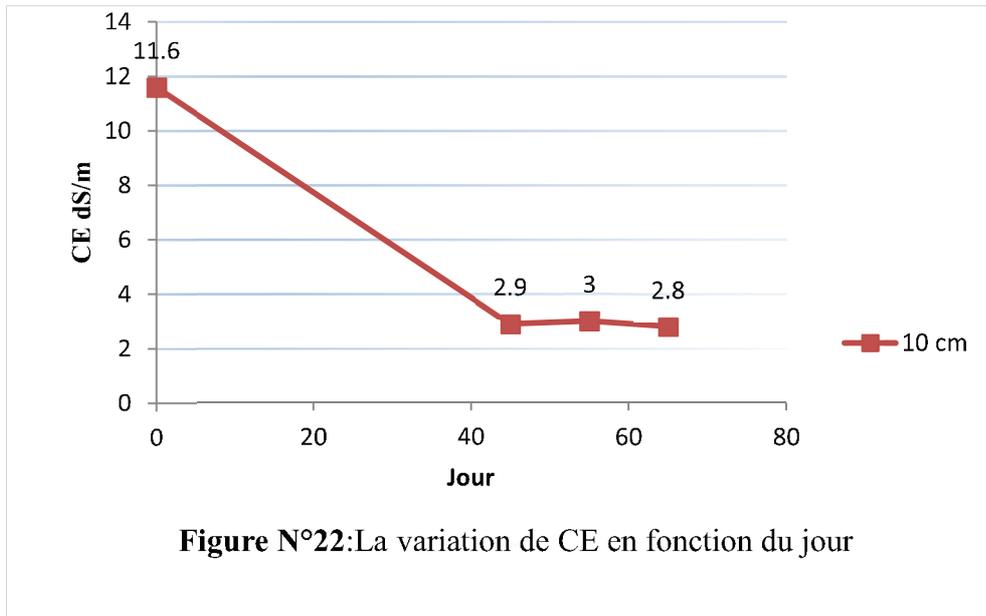


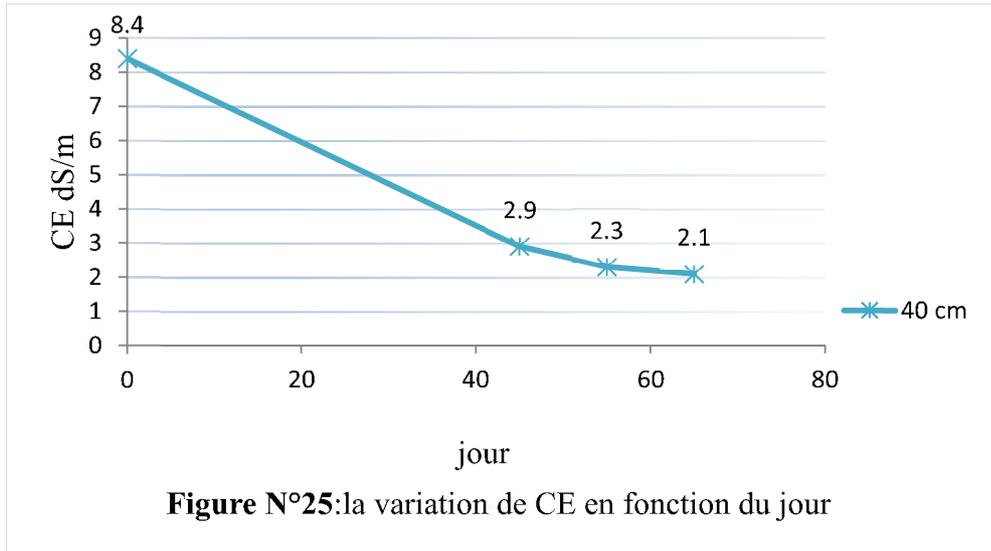
Les Figures N° : (17-18-19) ; nous avons constaté la variation de la conductivité électrique diminuée légèrement jusqu'à la profondeur 30 cm et augmentée dans la profondeur de 40 cm. Selon les deux phases d'irrigation et diminuée après fin des phases d'irrigation.

Cette variation traduit le mouvement des concentrations des sels avec la filtration de l'eau en profondeur.

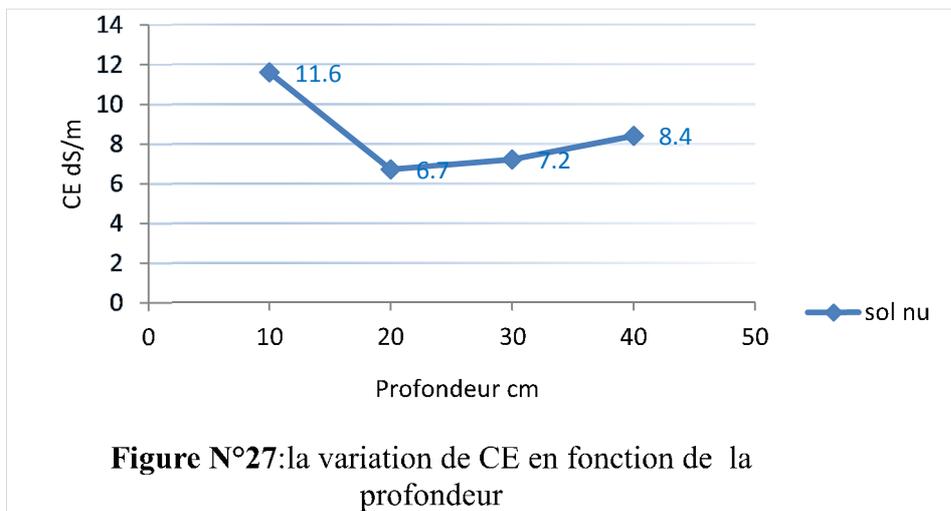
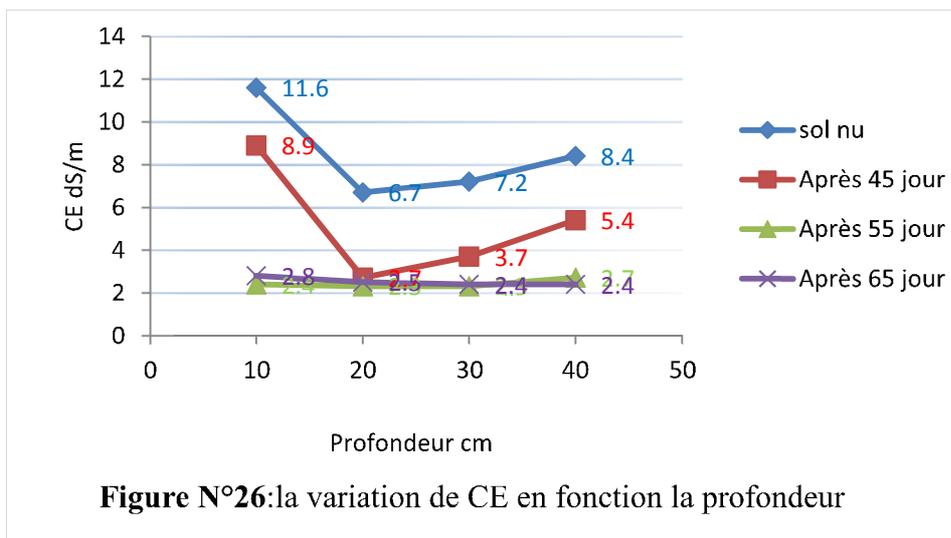
Le phénomène de lessivage est responsable de la diminution de la concentration des sels.







VI-4- Les résultats eaux épurée : l'utilisation des eaux épurée dans l'irrigation comme une source d'eau durable



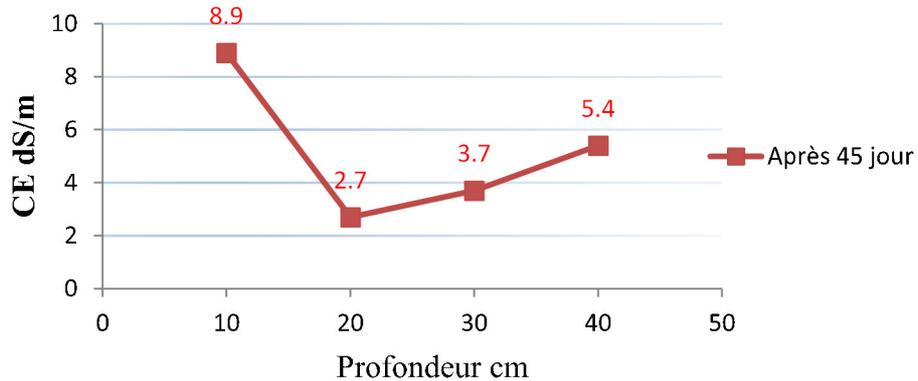


Figure N°28 la variation de conductivité électrique en fonction de la profondeur (après 45 jour)

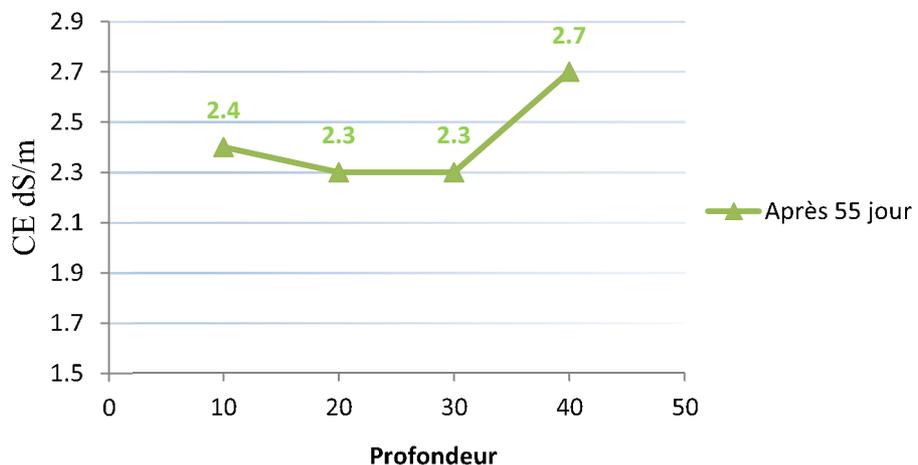


Figure N°29:la variation de CE en fonction de la profondeur après 55 jour

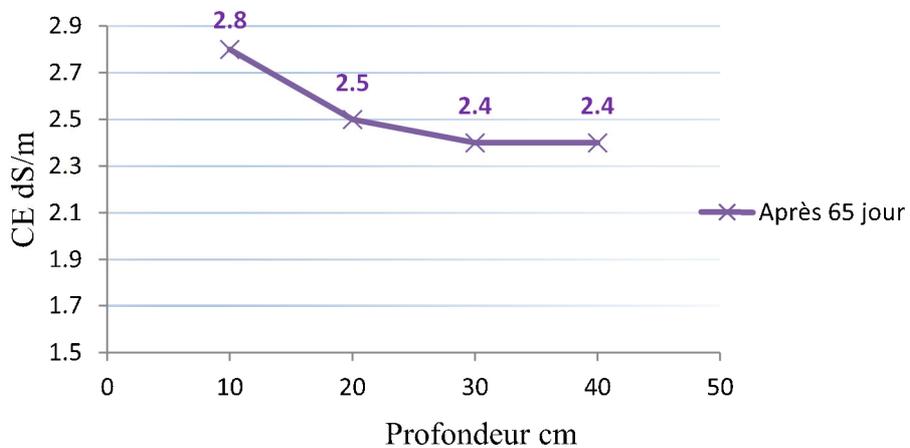


Figure N°30:la variation de CE en fonction de la profondeur après 65 jour

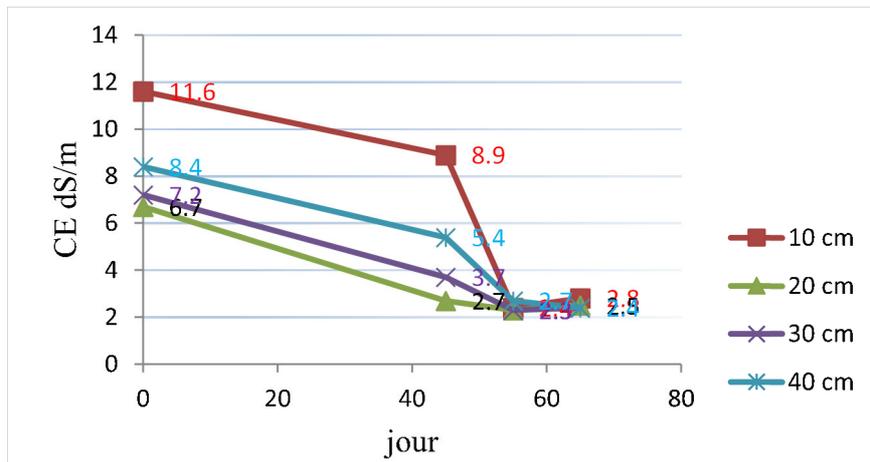


Figure N°31: la variation de CE en fonction du jour

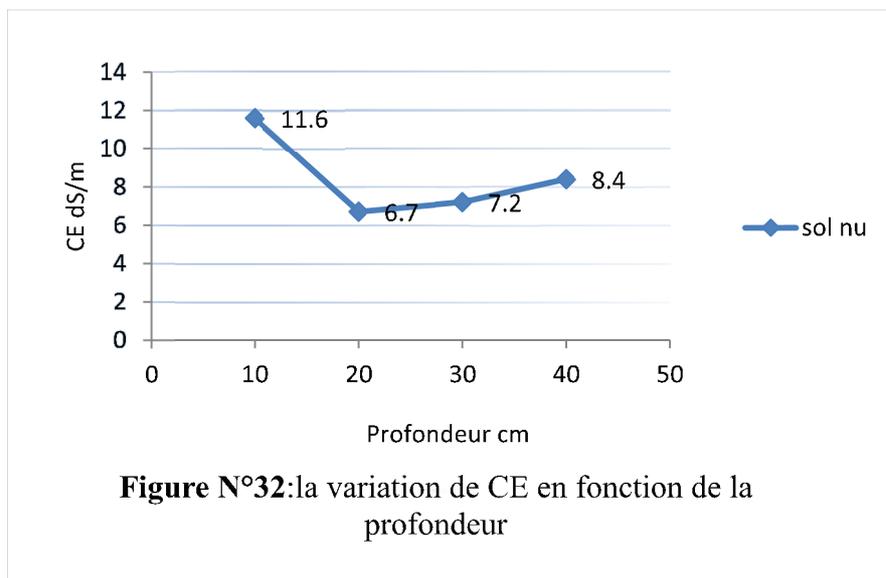


Figure N°32: la variation de CE en fonction de la profondeur

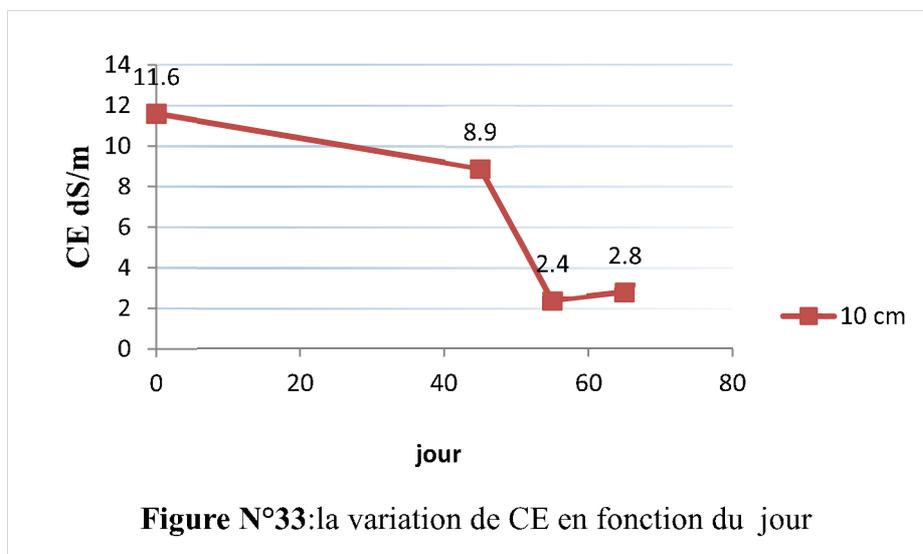


Figure N°33: la variation de CE en fonction du jour

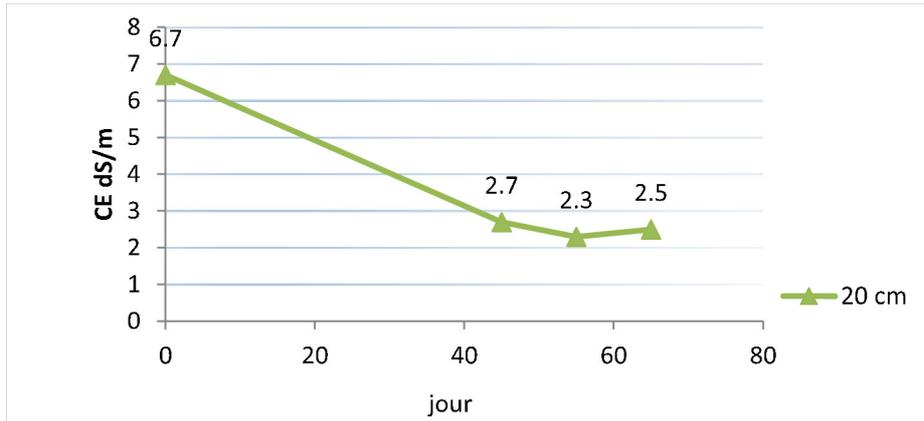


Figure N°34: la variation de CE en fonction le jour

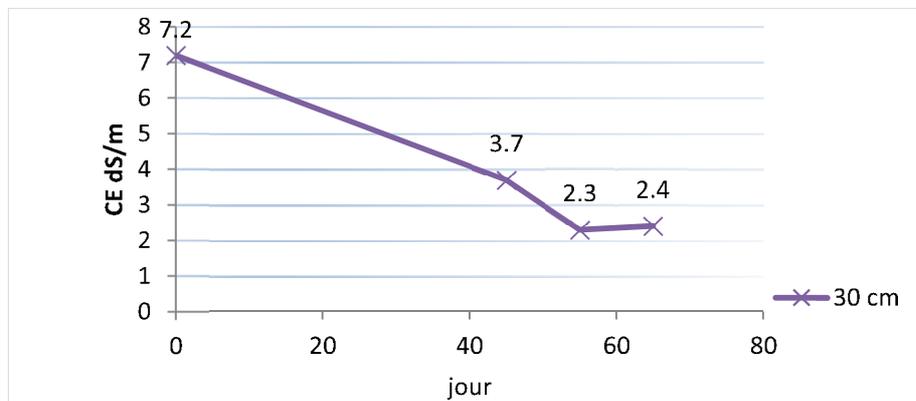


Figure N°35 la variation de CE en fonction du jour

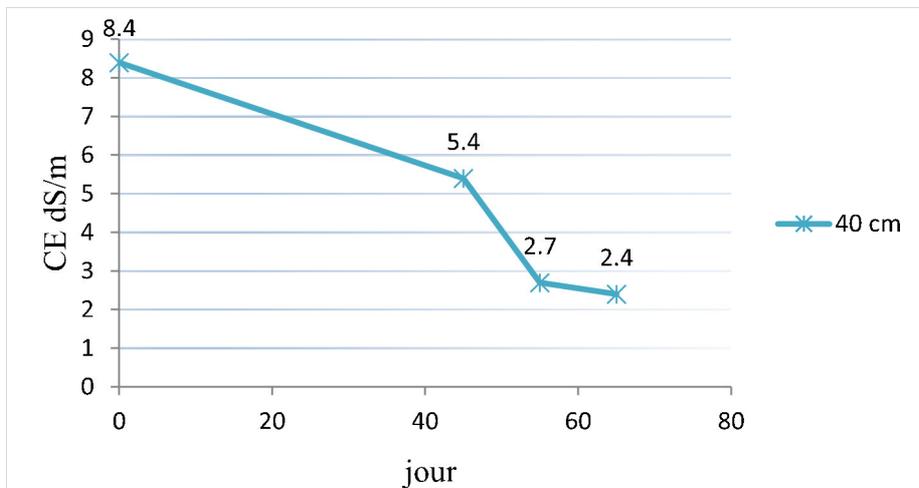


Figure N°36: la variation de CE en fonction du jour

Les Figures N° : (26 à 36) nous avons remarqué même les résultats de la variation de la conductivité électrique diminuée légèrement dans la profondeur (20-30) cm et augmenté dans la profondeur de 10 et 40 cm,

Cette variation traduit le mouvement et les concentrations des sels avec la filtration de l'eau en profondeur.

Les doses d'irrigation permanentes est responsable de la diminution de la CE (lessivage).

VI-5-Conclusion

L'étude de l'évolution des graphes de la CE après irrigation dans la parcelle irriguée par l'eau de forage exprime une lixiviation des sels après irrigation en fonction de la profondeur et la dose d'irrigation, On remarque une accumulation des sels à partir d'une profondeur de 30 cm jusqu'à 40 cm.

L'étude de l'évolution des graphes de la CE après irrigation dans la parcelle irriguée par l'eau épurée et eau mélangée 50% (1+2) exprime une lixiviation des sels après irrigation en fonction de la profondeur et la dose d'irrigation, on remarque le phénomène de lessivage du sol.

Conclusion générale :

Les sols ont une vocation principale de production agricole et assurent le développement de la végétation naturelle comme support de la biodiversité les sols sont aussi des réacteurs biologiques qui assurent de nombreuses fonctions environnementales ainsi qu'ils maintiennent le développement des êtres vivants.

La pénurie d'eau et la concentration des sels sont actuellement considérées comme des menaces pour la vie humaine ; les ressources naturelles mondiale souffrent de en plus de l'exploitation de mauvaise gestion et la pollution, en effet plus de 1/6 des terres dans le monde sont touchées par la dégradation et la déforestation, 6.4% des terres, équivaut à une superficie des 9513373 km², seraient touchées par des phénomènes de salinité ou d'alcalinité. La superficie des terres cultivées ne représente que 10%, des surfaces continentales (FOA2000).les réserves en eau utilisables par les racines dépendant principalement de la texture, de la structure, de la profondeur et de la salinité du sol d'une part, et du mode d'irrigation et de drainage de l'autre part, c'est finalement le bilan hydrique local qui conditionnera la production végétale.

La salinité constitue un facteur limitant pour l'agriculture ; en effet les masses importantes des sels apportés par l'eau d'irrigation peuvent induire une stérilisation des sels en absence d'aménagements adéquats du sud d'Algérie (cas de la ville d'Ouargla)

Notre étude a été réalisée dans trois parcelles à trois l'eau d'irrigation différente, par l'eau de forage (1), par l'eau épurée (2) et par l'eau mélangée 50% (1+2) entre l'eau de forage et l'eau épurée perforée dans le but d'étudier l'impact de la salinité de l'eau sur les paramètres physiques et chimique du sol. Le présent travail a été réalisé selon les étapes suivantes, à savoir : La caractérisation du sol, l'étude des analyses de sol. A vu des résultats obtenus, il est à noter que les sols de nos sites expérimentaux sont homogènes du point de vue texture, avec des sols sableux.

D'après les résultats, de la conductivité électrique du sol étudié on n'observe que le sol irrigué par l'eau de forage non salée dans les profondeurs (10-30 cm) sauf la profondeur 40 cm qui traduise la profondeur des racines des plantes. D'après la calcification les sols, Tableaux : 01 (classification des sols salés).

D'après les résultats, de la conductivité électrique du sol étudié on n'observe que le sol irrigué par les eaux épurées et l'eau mélangée 50 % (1+2) non salée, D'après la calcification les sols, Tableaux : 01 (classification des sols salés).

Selon ces résultats, On peut conclure que l'irrigation par les eaux usées épurées et l'eau mélangée 50% (1 + 2) a donné de bons résultats, on ne remarque aucune 'influence sur les paramètres physico-chimiques du sol.

Enfin, il est recommandé d'appliquer un bon lessivage du sol, ayant pour but de diminuer le taux de sels.

Référence bibliographiques

1-REGIS B, MARC S, guide technique de l'assainissement Edition 4 du moniteur paris 2010.

2-ONA : rapport technique, avant-projet détaillé station d'épuration

3-METHODES MATHIEU, FRANCOISE PIELTAIN, Analyse chimique des sols (méthodes choisies).Edition TEC et DOC paris

4-METHODES MATHIEU, FRANCOISE PIELTAIN, Analyse physique des sols (méthodes choisies). Edition TEC et DOC paris

5-MATHIEU MAURIES, luzerne culture, récolte, conservation, utilisation

6-BASE D'IRRIGATION

7-MEMOIRE MAGISTER BOUTELLI Med Hicham : Salinité des eaux et des sols au niveau de la Sebkha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement

مشاكل التربة المالحة والري بالمياه المالحة ليست محددة لمنطقة معينة من العالم هي معروفة في المناطق القاحلة ولكن هذه المشكلة منتشرة بشكل خاص في المناطق القاحلة وشبه القاحلة، ودراساتها خاصة في هذه المناطق. كل التربة تحتوي على بعض كمية الأملاح الذاتية، ليست كلها تعتبر مالحة الا عند تراكم هذه الاملاح الذاتية عند مستوى تركيز يضر نمو النبات. تطوير الري المستمر في المناطق القاحلة وشبه القاحلة يتطلب مراقبة دائمة للملوحة في التربة ومياه الري. وفي هذا السياق، ركزت دراستنا على النهج التالي: إعداد التربة. - حماية المساحة المزروعة -بذر الفصّة -السقي -أخذ العينات -تحليل. قياس الناقلية الكهربائية للدراسة التربة يدل على أن الأرض غير مالحة في أعماق (10-30 سم باستثناء عمق 40 سم وفق الجداول (تصنيف التربة المالحة). لان التربة مزرعة ومسقية بعدة مياه مختلفة درجة الملوحة، نقص تركيز الاملاح عبر الأعماق راجع الى امتصاص الجذور لهذه الاملاح وعملية غسل للتربة بواسطة هذه المياه.

Résumé

Les problèmes de sol salé et d'irrigation avec des eaux salées ne sont pas spécifiques d'une région particulière de monde ils sont connus en zone aride cependant ce problème est particulièrement répandu en zone aride et semi-aride et il a été étudié surtout dans ces régions.

Tous les sols contiennent une certaine quantité de sels solubles cependant ils ne sont pas tous considérés comme étant salés ils ne sont considérés comme tels que lorsque l'accumulation dans le sol des sels solubles atteint un niveau de concentration portant préjudice à la croissance des plantes.

Le développement de l'irrigation en zones aride et semi-aride demande un contrôle permanent de la salinité dans les sols et dans l'eau d'irrigation.

Dans ce contexte, notre étude s'est focalisée sur la démarche suivante :

1-Préparation du sol. 2-Protéger les parcelles 3-Semis la luzerne 4-Irrigation 5-Prélèvements les échenillent 6- les analyses.

La mesure de la conductivité électrique du sol étudiée démontre que le sol non salé dans les profondeurs (10-30cm) sauf la profondeur 40cm suit la calcification des sols, tableaux (classification des sols salés). L'action de la culture fait diminuer les concentrations des sels dans le sol cette diminution pour les sols cultivés et irrigués par différents types d'eau d'irrigation malgré les eaux d'irrigation chargées en sel, cette diminution des taux des sels peut être due à l'absorption de la culture qui est exigeante en sels et l'entraînement des sels en profondeur par le lessivage.

Abstract

The problems of saline soil and irrigation with salt water are not specific to a particular region of the world but are known in the arid zone, but this problem is particularly widespread in the arid and semi-arid zone and has been studied mainly in these regions.

All soils contain a certain amount of soluble salts, but not all of them are considered salty, they are considered as such only when the accumulation of soluble salts in the soil reaches a level of concentration, which is detrimental to the growth of the plants.

The development of irrigation in arid and semi-arid zones requires permanent control of salinity in soils and in irrigation water.

In this context, our study focused on the following approach:

1-Preparation of the soil. 2-Protect the plots 3-Sowing alfalfa 4-Irrigation 5-Sampling the samples 6- The analyzes.

The measurement of the electrical conductivity of the soil studies shows that the unsalted soil in the depths (10-30cm) except the depth 40cm follows the calcification of soils, tables (classification of salt soils). The action of the crop reduces the concentrations of the salts in the soil this decrease for the cultivated soils and irrigated by different type of irrigation water in spite of the water of irrigation loaded with salt, this reduction of the salts can be due to the absorption of the crop that is required in salts and the training of salts in depth by leaching.