

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

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

N° d'ordre:

N° de série:



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Magister

Spécialité : Biologie

Option : Eco-pédologie et environnement

Par : *SALHI Sara*

THEME

Contribution à l'étude de la pollution des sols agricoles par les pesticides et engrais dans la région de Ouargla: Cas du périmètre de Hassi Ben Abdallah

Soutenu publiquement le : 03/04/2016

Devant le jury :

Dr NILI Med Seghir	Maître de Conférences A	<i>Université de Ouargla</i>	Président
Dr BISSATI S	<i>Professeur</i>	<i>Université de Ouargla</i>	Promoteur
Dr HAMDI AISSA B	<i>Professeur</i>	<i>Université de Ouargla</i>	Examineur
Dr IDDER M.T	Maître de Conférences A	<i>Université de Ouargla</i>	Examineur

Dédicaces

Dédicaces

Je dédie l'apanage de cet écrit :

Aux plus chères à mon cœur et lumière de mon âme, mes
parents, que je profite pour les remercier pour tout :

Papa et maman

A mon petit ange ma adorable fille **Mordjane** que dieu la
protège

A mon cher mari **Hamza** ;

A mes très chères sœurs: Hadjer, Iméne, Zohra, Yousra & Doha.

A mon petit frère" Mohamed chérif".

A mon mari qui a su me soutenir.

A ma belle mère et mon beau père.

A mes belles sœurs et mes beaux frères.

A ma chère promotrice.

A tous mes amis et mes proches.



Mme Salhi Sara

Remerciement

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu tout puissant de la bonne santé, la volonté et la patience qu'il nous a donné tout le long de la période de nos études.

Nous exprimons nos profondes reconnaissances et gratitude à toutes les personnes qui ont apporté leur aimable contribution à ce travail par leurs remarques, leurs conseils, leurs encouragements et leurs compétences et en particulier :

Dr BISSATI SAMIA, notre promotrice, non seulement pour l'aide très précieuse qu'il nous apporté, mais aussi pour son enthousiasme communicatif, sa patience et sa totale disponibilité pour l'encadrement de ce travail.

Dr NILI Med Seghir pour l'honneur qu'il nous a fait en président ce jury.

Dr IDDER MED TAHER et Dr HAMDI AISSA.B pour avoir accepté l'évaluation de ce mémoire et d'en être les examinateurs.

Je tiens particulièrement à exprimer toute ma gratitude à Mr HAMDI AISSA responsable de notre promotion pour ces aides et sa bienveillance tous au long de notre formation.

Un grand remerciement à Mr IDDER Abdelhak pour son aide et ses conseils.

Je remercie vivement Mr MABROUK et tous le personnel de l'exploitation de l'ITDAS pour l'aide qu'ils nous ont apportées.

Nous tenons aussi à remercier :

Tout le personnel de laboratoire de l'ADE sans exception pour leur grand aide, soutien, patience et leur extrême gentillesse.

J'adressé mes sincères remerciement à toutes les personnes qui m'ont aidée dans la réalisation de ce travail, que ce soit de près ou de loin.

LISTE DES ABREVIATIONS

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

A.D.E: Algérienne des eaux

C.E: Conductivité électrique

E: Ecart type

F.A.O. Food and agricultur organization

LTPS: laboratoire des traveaux publics sahariens

pH : Potentiel hydrogène

O.N.M: Office nationale météorologique

O.N.S: Office nationale de statistiques

LISTE DES FIGURES

N°	Titres	pages
1	Diagramme ombrothermique de la région de Hassi Ben Abdallah (2003-2013)	17
2	Méthodologie adoptée	25
3	Présentation du point échantillonné dans la palmeraie (sous palmier dattier Sp)	27
4	Présentation du point échantillonné dans la serre multi-chapelle (SM)	27
5	Présentation des points échantillonnés dans les serres naturelles (SN, SN2, CT)	28
6	Présentation de point échantillonné dans le plein champ de blé (PC)	28
7	Présentation de point échantillonné dans un terrain nu (témoin)	29
8	Variabilité spatiale du pH des sols de la station de l'ITDAS	36
9	Variabilité spatiale de la CE des sols de la station de l'ITDAS	37
10	Variabilité spatiale de la teneur en nitrate des sols de la station de l'ITDAS	38
11	Variabilité spatiale de la teneur en nitrite des sols de la station de l'ITDAS	40
12	Variabilité spatiale de la teneur en ammonium NH_4^+ des sols de la station de l'ITDAS	43
13	Sources et devenir du phosphore dans le sol	44
14	Variabilité spatiale de la teneur en phosphore PO_4^- des sols de la station de l'ITDAS	45

Liste des tableaux

N°	Titres	pages
1	Données climatiques de la région de Hassi ben Abdallah (2003-2013) (O.N.M ,2014)	15
2	Liste des pesticides utilisés dans l'exploitation de l'ITDAS durant ces dix dernières années	21
3	Liste des engrais utilisés dans l'exploitation de l'ITDAS durant ces dix dernières années	23
4	Appareillage et les réactifs utilisés pour le dosage des ions de pollution	32
5	Granulométrie du sol de la station d'ITDAS	33

SOMMAIRE

Résumé	
Introduction	2
Chapitre I: pollution du sol	
I-2- Pollution des sols	3
I-2-1-Définition	3
I-2- 2-Formes de pollution du sol	3
a)-Les pollutions diffuses	3
b)- Les pollutions ponctuelles	3
I-3- Les pesticides	3
I-3-1-Définition	3
I-3- 2-Biocide	5
I-3-3-Classification des pesticides	5
A)- Les Organophosphorés	5
B) - Les Organochlorés	5
C) - Les Carbamates	6
D) - Les Triazines	6
E) - Classification selon l'utilisation	7
I-3-4-Pesticides et réglementation en Algérie	7
I-3-6-Effets des pesticides dans le sol	8
I-3-6-1-Adsorption sur les agrégats du sol	8
I-3-6-2-Lessivage dans les eaux souterraines (lixiviation)	8
I-3-6-3-Évaporation	9
I-4- Les engrais	9
I-4-1-Définition d'un engrais	10

I-4-2-Utilisation d'engrais	10
I-4-3-Formes de pollution associée aux éléments fertilisants	11
I-4-3-1-Lessivage	11
I-4-3-2-Ruissellement	11
I-4-3-3-Volatilisation	11
I-4-3-4-Dénitrification	11
I-4-4-La classification des engrais	12
I-4-4-1- Le fumier	12
I-4-4-2- Les engrais verts	12
I-4-4-3-Les engrais organo-minéraux	12
Chapitre II: Matériels et méthodes	
II-1-Présentation de la région de Hassi Ben Abdallah	13
II-2-Synthèse Climatique	15
III-2-1-Les températures	16
III-2-2-Les précipitations	16
III-2-3-L'humidité relative	16
III-2-4-L'évaporation	16
III-2-5-Les vents	16
II-2-6-Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	17
II-3-Présentation de l'exploitation de l'I.T.D.A.S	18
II-3-1-Utilisation des pesticides et des engrais dans l'exploitation de l'ITDAS	20
II-4- Méthodologie	24
II-4-1-Choix du site	26

II-4-2-Description du terrain	
II-4- 3- Echantillonnage	26
II-4- 3-1-Prélèvements d'échantillons	29
II-5-Analyses au laboratoire	30
II-5-1-Analyses des paramètres physico-chimiques	30
II-5-1-1- Granulométrie	30
II-5-1-2-Le pH	30
II-5-1-3-La conductivité Electriques (CE)	31
II-5-2-Le dosage des paramètres de pollution	31
II-5-2-Le dosage des paramètres de pollution	31
III-6-Traitement des résultats	32
Chapitre III: Résultats et discussion	
III -1- Paramètres physico-chimiques	33
III-1- 1- Granulométrie	33
III-1- 2- pH du sol	35
III-1- 3- Conductivité électrique (CE)	36
III-2- Paramètres de pollution	37
III-2- 1- Teneurs en nitrates	37
III-2- 2-Teneurs en nitrites	40
III-2- 3-Teneurs en ammonium	42
III-2- 4- Teneurs en phosphore	43
Conclusion	46
Références bibliographiques	

Résumé

Cette étude, menée au niveau de l'exploitation de l'Institut Technique du Développement de l'Agriculture Saharienne (ITDAS) de Hassi Ben Abdallah, créée en 1978, porte sur le diagnostic du degré de pollution du sol par l'utilisation des pesticides et des engrais durant ces dix dernières années.

Les résultats des analyses physico-chimiques et des paramètres de pollution obtenus à travers nos propres constats et à travers l'enquête que nous avons réalisée nous permettent de conclure que compte tenu de la texture sableuse du sol avec un pourcentage de 98% de sable et une salinité très élevée de 1362 $\mu\text{s}/\text{cm}$ dans le sol le plus traité (champ de tomate) par les pesticides et les engrais, révèle des concentrations élevées en ions NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^- dans les points (serre naturelle délaissée depuis 7 ans, serre naturelle cultivée l'année 2013, serre multi chapelle délaissée depuis 7 ans, champ de tomate, plein champ de blé et sous palmier dattier) par rapport au témoin.

La serre naturelle cultivée l'année 2013 présente une concentration en nitrite qui dépasse 1 mg/kg, élément toxique pour la nutrition des plantes.

Le nitrate est l'élément dont la concentration est la plus élevée par rapport aux autres (NH_4^+ , PO_4^- , NO_2^-) dans tous les points échantillonnés, avec un maximum de l'ordre de 170 mg/Kg dans le sol serre multi chapelle délaissée depuis 7 ans. Par ailleurs, le taux du PO_4^- est de 146,15 mg/kg, élevé dans la serre normale (serre naturelle cultivée l'année 2013).

Globalement, on ne peut parler pas de pollution du sol par NO_3^- , NH_4^+ et PO_4^- car ce sont des éléments nutritifs et essentiels aux plantes et aux micro-organismes du sol dont une partie se concentre dans le sol est le reste s'infiltrer vers les nappes souterraines.

Mots clés : Pollution du sol, nitrates, nitrites, phosphates, Hassi Ben Abdallah, Ouargla.

Summary

This study, conducted in the operation of the technical institutes of agriculture development Saharan (ITDAS) Hassi Ben Abdallah, was founded in 1978, focuses on the diagnosis of the degree of soil pollution from the use of pesticides and fertilizers in the last ten years.

The results of the physicochemical analyzes and pollution parameters obtained through our own observations and through the investigation we conducted, we conclude that in view of the sandy soil texture with a percentage of 98% sand and the vitality of NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^- elements for plants found high concentrations compared to our witness. Cultivated natural greenhouse 2013 has a nitrite concentration exceeds 1 mg / kg is a toxic element for plant nutrition.

Nitrate is the item which shows more concentration of remaining elements (NH_4^+ , PO_4^- , NO_2^-) and in all the sampled points of a maximum in the vicinity of 170 mg / kg in soil multichapel greenhouse.

In general, we do not talk of soil pollution by NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^-) because are nutrients for plants and micro-organisms in the soil, part of which focuses soil is the rest infiltrates the groundwater. On the other hand, requires that the use of pesticides and fertilizers is rational and logical to protect the floor.

The majority of these elements seep to reach ground water which leads us to wonder about their future within the layers.

Keywords: soil pollution, pesticides, fertilizers, exploitation of ITDAS.

ملخص

أجريت هذه الدراسة في المؤسسة التقنية للتنمية الزراعية الصحراوية (ITDAS) في حاسي بن عبد الله، التي تأسست عام 1978، وتركز على تشخيص درجة تلوث التربة من اثر استخدام المبيدات والأسمدة في السنوات العشر الماضية.

نتائج التحاليل الفيزيائية والمعلومات التلوث المتحصل عليها من خلال الملاحظات الخاصة بنا، ومن خلال التحقيق الذي أجريناه، فإننا نستنتج أنه نظرا لقوام التربة الرملية مع نسبة من الرمل 98% و ضرورة العناصر NO_3^+ ، NH_4^+ ، PO_4^- للنباتات وجدت تركيزات عالية في البيوت البلاستكية المستغلة سنة 2013 (SN2) بالمقارنة مع الشاهد (ارضية جرداء) اين يتجاوز تركيز النتريت 1 ملغ / كغ فهو عنصر سام لتغذية النبات.

نترات هو العنصر الذي يظهر أكثر تركيز مقارنة بالعناصر المتبقية (NO_2^- ، PO_4^- ، NH_4^+) وفي جميع النقاط المختارة كعينات كحد أقصى 170 ملغ / كغ في SM التربة.

بشكل عام، نحن لا نتحدث عن تلوث التربة بواسطة NO_3^- ، NH_4^+ ، PO_4^- لأنها تعتبر مغذيات للنباتات والكائنات الدقيقة في التربة، جزء من هذه المواد موجود في التربة و بقية تتسرب إلى المياه الجوفية. لذلك، يتطلب أن تستخدم المبيدات والأسمدة بطريقة عقلانية ومنطقية لحماية الأرض.

غالبية هذه العناصر تتسرب للوصول إلى المياه الجوفية مما يدفعنا إلى التساؤل حول مستقبلهم داخل الطبقات.

كلمات الرئيسية: تلوث التربة والمبيدات الحشرية والأسمدة، واستغلال ITDAS.

A graphic of a scroll with a grey border and two grey circular tabs at the top corners. The word "Introduction" is written across the center of the scroll in a black, elegant, cursive-style font.

Introduction

L'agriculture entretient avec l'environnement des relations particulières, caractérisées essentiellement par l'utilisation de biens environnementaux tels que l'eau ou le sol.

L'impact sur l'environnement de certaines pratiques agricoles n'a donné lieu que tardivement à une prise de conscience généralisée sur les dommages engendrés par des objectifs sans cesse croissants de productivité de l'agriculture **(Ministère de l'écologie et du développement durable, 2005)**.

Le fait est que depuis le début des années soixante, un contexte d'agriculture intensive a conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole. Il s'agit principalement des fertilisants (engrais minéraux de commerce ou déjections animales) et des pesticides (herbicides, fongicides, insecticides...). Cependant, leur utilisation mal raisonnée a entraîné des problèmes de pollution des sols **(ORE,2011)**

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, de transit, de stockage et de transport de nombreuses substances, quelle que soit leur nature, organique ou inorganique **(Calvet , 2000.)**

La contamination des sols par les polluants organiques est souvent raisonnée par rapport à une cible; mais il est important de ne pas oublier que les sols constituent une ressource difficilement renouvelable **(Calvet et al., 1996)**

La vocation initiale des pesticides utilisés en agriculture est de protéger les cultures et de contrôler l'infestation et la propagation des ennemis. Leur utilisation est nécessaire pour maintenir un niveau de production et de qualité, compatibles avec la demande et les besoins, ce qui par ailleurs s'inscrit dans les principes d'une agriculture durable. D'un point de vue environnemental, l'utilisation agricole des pesticides peut poser des problèmes liés à la faible sélectivité des cibles et à la dispersion dans d'autres compartiments **(Barriuso et al.,1996)**.

La pollution par des pesticides et des polluants organiques est principalement perçue au travers de leur présence dans les eaux et dans les denrées alimentaires.

Cependant, beaucoup de polluants transitent par les sols où leur comportement va conditionner la manifestation de leur caractère polluant. La réduction de leur impact environnemental nécessite de comprendre les processus auxquels ils sont soumis dans les sols, principalement, les processus de rétention et stabilisation, ceux de transformation, ainsi que les phénomènes de transfert (**Barriuso et al .,1996**)

L'utilisation convenable des engrais aboutit à une amélioration de la production agricole et du revenu des agriculteurs. L'engrais est connu pour être un intrant puissant d'augmentation de la productivité (**FAO, 2000**).

Plusieurs auteurs ont étudié l'effet des pesticides et des engrais sur l'environnement ainsi que le sol tels (Dieye,1998) , (Mérigout, 2006), (Juc Liliana, 2007), (Moulouel, 2008), (Braquenier, 2009), (Ayad-Mokhtari, 2012), (Schreck, 2012),.

Le travail que nous abordons porte sur une étude concernant la pollution des sols agricoles par les pesticides et les engrais au niveau du périmètre agricole de Hassi ben Abdallah, créé en 1978 et connu pour sa diversité maraichère et sa production dattière. Après plus de 20 ans d'utilisation de divers produits agricoles (engrais et pesticides) notre diagnostic se penche sur l'accumulation ou non de polluants au niveau du sol à travers des analyses physico-chimiques.

La première partie de notre travail est une synthèse bibliographique sur quelques généralités sur les pesticides et les engrais

La deuxième partie concerne l'étude expérimentale et subdivisée en deux chapitres:

Le premier porte sur la description du matériel et produits utilisées ainsi que les procédures d'échantillonnage et d'analyses.

Le deuxième est consacré à la présentation des différents résultats expérimentaux et leurs interprétations.



Chapitre I

POLLUTION

DU SOL

I-2- Pollution des sols

I-2-1-Définition

La pollution et la contamination sont deux expressions couramment employées pour désigner l'accumulation anormale et exogène, généralement due à une activité humaine, d'éléments ou de composés minéraux, organiques ou d'agents pathogènes dans un milieu donné dont la qualité se trouve affectée (CHASSIN *et al.*, 1996).

I-2- 2-Formes de pollution du sol

a)-Les pollutions diffuses

Elles se développent sur de grandes surfaces de sols impliquant des polluants à faible concentration, et proviennent généralement d'épandages de produits solides ou liquides (emploi d'engrais ou de pesticides en agriculture) ou de retombées atmosphériques. La dispersion puis l'accumulation de substances dangereuses sur ces sols donne ainsi des «sites uniformément contaminés» (NF ISO 11074-1,1997 in CARNICER *et al.*, 2007, JEANNOT *et al.*, 2000).

b)- Les pollutions ponctuelles

À l'inverse des pollutions diffuses, elles se distinguent par la présence ponctuelle dans les sols et sous-sols de substances dangereuses provenant généralement de déversements, de fuites ou de dépôt de déchets. Non confinées et en fortes concentrations, ces substances donnent naissance à des «sites localement contaminés» (NF ISO 11074 - 1, 1997 in CARNICER *et al.* 2007).

I-3- Les pesticides

I-3-1-Définition

Le mot « pesticide », terme générique dérivé des termes latins « caedere » (tuer) et « pestis » (fléau), intégré à la langue anglaise dès les années 1940, puis à la langue française à la fin des années 1950 est utilisé aussi bien dans le langage courant que scientifique.

(INSERM, 2013)

Dans les différentes études et travaux consultés, les termes "pesticides" ou "phytosanitaires" peuvent être utilisés indifféremment (**TRON *et al*, 2001**). Ils sont appelés également produits phytopharmaceutiques, agro pharmaceutiques ou produits de protection (**AMARA, 2012**). D'après **CALVET (2005)** et **FAIT *et al* (2004)** ce sont des préparations contenant plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées à :

- Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisible ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparation ne soient pas définies ci-après.
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives (ex : régulateurs de croissance)
- Assurer la conservation des végétaux, pour autant que ces substances ou ces substances ou ces produits ne faisant pas l'objet de dispositions particulières du conseil de la commission concernant les conservateurs
- Détruire les végétaux indésirables
- Ou détruire les parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux

*** Les matières actives**

Sont responsables de l'effet et de la toxicité intrinsèque d'un pesticide.

Des exemples de matières actives: atrazine, deltaméthrine, DDT, glyphosate, lindane, etc. (**HAMDALLAYE ACI, 2000**)

*** Les matières additives**

Permettent l'utilisation de la formulation, assurent la stabilité des matières actives durant le stockage et/ou l'utilisation.

Les matières additives sont souvent appelées des adjuvants, des solvants, ou des excipients. Il peut s'agir d'huiles, de poudres, de solutions, ou de mélanges divers. Les matières additives peuvent potentialiser l'effet des matières actives. Mais, en principe, elles sont inactives sur les organismes cibles bien qu'elles puissent s'avérer

toxiques pour la santé et l'environnement. (HAMDALLAYE ACI, 2000)

Un pesticide comprend une ou des matières actives et des matières additives.

I-3- 2-Biocide

Se dit à l'origine d'une substance destinée à tuer des organismes vivants. C'est aussi le nom de tout produit fabriqué à partir de ces substances qui englobent :

- les pesticides utilisés dans les contextes agricole, industriel, agroalimentaire, ou domestique,
- les désinfectants, y compris l'eau de Javel. . (LFDA et al, 2002)

Un pesticide comprend une ou des matières actives et des matières additives.

I-3-3-Classification des pesticides

Les pesticides sont classés par catégorie selon leur composition chimique:

A)- Les Organophosphorés

Les organophosphorés sont des insecticides synthétiques, trop persistants, hautement toxiques, volatiles, liposolubles et non persistants. Inhibiteurs du cholinestérase (NDOYE, 1998; Di corcia., A; Marchetti., M 1991.).

Les Insecticides organophosphorés (OP) sont des composés dans lequel un atome de phosphore est li à une molécule qui contient du carbone et de l'hydrogène.

B) - Les Organochlorés

D'après JUC, 2007 et NDOYE, 1998 Cette famille comprend un grand nombre de composés chimiques contenant du chlore et quelquefois d'autres éléments. Les insecticides les plus puissants et les plus efficaces sont des organochlorés. On trouve dans cette famille le DDT. Ils sont très persistants dans les sols, et ils se concentrent

également dans les tissus biologiques. Beaucoup de composés de cette famille sont interdits en raison de leur neurotoxicose.

Les Pesticides Organochlorés (POC) sont des composés organiques, obtenus par la chloration de différents hydrocarbures insaturés. Les POC se caractérisent par une faible solubilité dans l'eau, mais une solubilité élevée dans les solvants organiques, très résistants à la dégradation biologique, chimique et photo lytique.

Dans les années 40 et 80, ils ont été massivement utilisés contre le criquet pèlerin.

C) - Les Carbamates

Les carbamates présentent les mêmes caractéristiques que les organophosphorés, mais avec une toxicité moins importante. Ils dérivent de l'acide carbamique, leur mode d'action est identique à celui des organophosphorés, neurotoxiques inhibiteurs de cholinestérase.

Ce sont des composés peu stables, peu solubles dans l'eau, utilisés à grande échelle contre le criquet pèlerin (**NDOYE, 1998**).

D) - Les Triazines

Nom générique donné aux molécules ayant un cycle à six chaînons contenant trois atomes d'azote.

Les triazines sont des herbicides organoazotés. Ce sont des composés de deuxième génération qui se dégradent plus rapidement que les organochlorés. Mais leurs produits de dégradation sont persistants.

Les triazines sont des substances de synthèse, ces herbicides non sélectifs étaient utilisés récemment surtout pour le traitement préventif (pré-émergence et stades précoces de développement des plantes) des grandes cultures. (**LACHAMBRE et FISSON, 2007**).

E) - Classification selon l'utilisation

Traditionnellement, on classe les pesticides selon les cibles vers lesquelles ils sont plus particulièrement destinés :

- ✓ les herbicides, les fongicides, les insecticides, les corvicides, les rodenticides, les molluscides, les nématicides. (IAU, 2010)

I-3-4-Pesticides et réglementation en Algérie

L'encadrement des risques liés à l'exposition et à l'utilisation des substances chimiques en agriculture, repose sur l'enregistrement et le contrôle par les services du Gouvernement, conformément aux dispositifs législatifs et réglementaires en place, notamment :

- Loi n°85-05 du 16/02/85, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé;
- Loi n° 87-17 du 1^{er} /08/87 relative à la protection phytosanitaire, notamment Titre IV;
- Loi n°08-16 du 3 août 2008 portant orientation agricole.
- Loi n°09-03 du 25/02/09 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes;
- Décret exécutif n° 95-405 du 02 décembre 1995 relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricole, modifié et complété par le décret exécutif n°99-156 du 20 juillet 1999.
- La Convention de Rotterdam portant sur la procédure de consentement préalable en connaissance de cause applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international. Le processus d'adoption par l'Algérie de cette Convention est actuellement en cours.

Cette Convention est entrée en vigueur en février 2004, la procédure provisoire de consentement préalable en connaissance de cause (PIC) provisoire a cessé d'être opérationnelle en février 2006. L'Algérie a, sur une base volontaire, participé au PIC.

Les produits chimiques listés en annexe 3 de la dite convention sont soit interdits soit sévèrement réglementés. Seules l'importation et la

notification sont régies par un cadre législatif. Les préparations extrêmement dangereuses sont prises en charge par le Centre National de Toxicologie.

L'Algérie fait partie des pays éligibles à la 2ème phase du programme africain pour l'élimination des stocks de pesticides périmés (PASP) dans le cadre d'une coopération multilatérale. **(Rapport national de l'Algérie, 2011)**

I-3-6-Effets des pesticides dans le sol

D'après **L'Office Fédéral de l'Environnement OFEV (2008)**, le mode de dégradation des produits phytosanitaires est généralement étudié en laboratoire. Cependant, même dans ces conditions contrôlées, la vitesse de dégradation d'une matière active dans un échantillon de terre peut fortement varier selon le type de sol.

La température et l'humidité influencent la vitesse de dégradation. En règle générale, plus la température et l'humidité d'un sol sont élevées, plus la dégradation d'une substance n'est rapide. Ce qui fait que pour la plupart des produits, la seule indication que l'on donne est le délai, en moyenne des sols étudiés, dans lequel à peu près la moitié de la matière appliquée sera dégradée.

I-3-6-1-Adsorption sur les agrégats du sol

Une substance chimique peut être soit adsorbée à la surface des constituants minéraux et organiques du sol, soit dissoute dans l'eau d'infiltration. En général, il existe pour chaque substance un équilibre entre la part adsorbée et la part dissoute. Les substances adsorbées peuvent à nouveau être libérées après un certain temps. **(OFEV ,2008)**

I-3-6-2-Lessivage dans les eaux souterraines (lixiviation)

Les substances mobiles dans le sol peuvent parvenir rapidement dans les eaux souterraines par infiltration. C'est pourquoi il est interdit d'utiliser des produits phytosanitaires dans les zones de captage des sources et des

eaux souterraines. Dans les zones de protection rapprochée et éloignée, certaines matières actives sont interdites.

Dans le sol, ce sont des macrospores comme les galeries de vers de terre et de taupes, les zones de gravier, etc. qui sont responsables de l'infiltration rapide des produits phytosanitaires dans les eaux souterraines. (INRA, 1997)

I-3-6-3-Évaporation

Les matières actives volatiles peuvent parvenir dans l'air par évaporation, notamment par temps chaud et sec; elles sont alors parfois détectées dans l'eau de pluie. Les produits phytosanitaires peuvent également porter atteinte à d'autres organismes vivants du sol.

Les herbicides non dégradables (persistants), sont si étroitement liés aux particules d'argile qu'ils restent détectables dans le sol même après une longue période. Six ans après des traitements réguliers, on a retrouvé la quantité presque intégrale d'herbicide appliquée, la plus grande partie dans la couche superficielle (5 cm) du sol. On ne peut exclure le risque que ces produits se libèrent à long terme et perturbent la croissance des plantes. (OFEV ,2008)

I-4- Les engrais

L'engrais est connu pour être un intrant puissant d'augmentation de la productivité. Cependant, son utilisation n'est pas une fin en soi. C'est plutôt un moyen d'obtenir un accroissement de la production de nourriture. Une augmentation de la production vivrière peut, à son tour, être vue comme un objectif pour le secteur agricole dans le contexte de la participation à la réalisation des objectifs macro-économiques plus larges de la société.

L'environnement du secteur des engrais a considérablement évolué dans les années 90 avec l'arrivée des programmes d'ajustement à long terme.

Une fertilisation efficace est synonyme de minimalisation des pertes d'éléments nutritifs dans l'environnement, sans sacrifier le rendement de la culture. Les éléments nutritifs en excès surtout l'azote non prélevé par la culture, seront vraisemblablement perdus dans l'environnement. Une fertilisation correcte doit être accompagnée des autres pratiques agricoles adéquates (FAO, 2000).

I-4-1-Définition d'un engrais

Les engrais appartiennent à la famille des fertilisants : matières qui apportent les substances nutritives aux plantes pour leur permettre une croissance optimale.

Les substances nutritives dites «éléments fertilisants majeurs» contenus dans les engrais sont :

- _ L'azote (N, exprimé en azote élémentaire),
- _ Le phosphore (P, exprimé en anhydride phosphorique P_2O_5),
- _ Le potassium (K, exprimé en oxyde de potassium K_2O).

Les éléments fertilisants dits «secondaires » sont le calcium, le magnésium, le sodium, le soufre.... (INERIS, 2005)

I-4-2-Utilisation d'engrais

Lorsque l'on épand de l'engrais, il y a toujours un risque qu'une partie des éléments fertilisants se perde par lessivage dans les eaux souterraines, ruissellement dans des eaux superficielles ou volatilisation dans l'atmosphère.

Selon FAO, 2003, toute personne qui épand de l'engrais doit prendre en considération:

- les éléments nutritifs présents dans le sol et les besoins des plantes en éléments nutritifs (recommandations de fumure);
- le site (végétation, topographie et conditions pédologiques);
- les conditions météorologiques;
- les restrictions imposées par les législations sur la protection des eaux, la protection de la nature et du paysage et la protection de

l'environnement, ou ayant fait l'objet d'un accord sur la base de ces législations.

I-4-3-Formes de pollution associée aux éléments fertilisants

I-4-3-1-Lessivage

C'est une perte des minéraux de haut en bas dans le profil du sol, vers les drains et la nappe phréatique. La forme nitrate de l'azote est très soluble, peu retenue par le sol et donc particulièrement sensible au lessivage. Dans les sols très riches en phosphore, une partie peut être lessivée dans les eaux de drainage (TESSIER, 2005).

I-4-3-2-Ruissellement

Perte des minéraux par transport à la surface du sol vers les fossés et les cours d'eau. Lorsque l'eau érode le sol, elle entraîne les particules les plus fines et les plus riches (argile et humus). Le phosphore peut ainsi être entraîné hors du champ avec l'eau de ruissellement (TESSIER, 2005).

I-4-3-3-Volatilisation

Perte dans l'air sous forme gazeuse. Concerne la production d'ammoniaque, forme gazeuse de l'azote. Par exemple, l'urée, laissée en surface en condition chaude et sèche peut perdre jusqu'à 20 % de sa valeur fertilisante. L'odeur d'ammoniac des engrais de ferme constitue aussi une perte d'azote. Un lisier laissé en surface perdra en moyenne au cours des premières heures plus de 50 % de son azote ammoniacale (TESSIER, 2005).

I-4-3-4-Dénitrification

Dans des sols lourds, compacts et mal drainés, le nitrate se transforme en protoxyde d'azote N_2O . En plus d'être un puissant gaz à effet de serre

(310 fois plus que le CO₂), cette forme d'azote n'est plus disponible pour la croissance des plantes (TESSIER, 2005).

I-4-4-La classification des engrais

I-4-4-1- Le fumier

Le fumier est le plus ancien des engrais et des amendements. Mélange plus ou moins fermenté décomposé de litière carbonée (par exemple : pailles de canne à sucre, bagasse) et de déjections (fèces et urine) d'animaux. (CHABALIER *et al.*, 2006)

I-4-4-2- Les engrais verts

On peut considérer comme engrais vert toute plante qu'on cultive non dans le but d'être récoltée mais pour être incorporée à la terre et augmenter la fertilité de cette dernière.

Les cultures récoltées constituent aussi un engrais vert par les résidus qu'elles laissent (POUSSET, 2002)

I-4-4-3-Les engrais organo-minéraux

D'après GRASSET (2008), les engrais organo-minéraux sont un mélange de matières organiques d'origine animale et/ou végétale et de matières minérales. Ils offrent ainsi une synergie d'effets due à leur support organique et à leur complément minéral. Ils doivent contenir au moins 1% d'azote organique d'origine animale ou végétale.



Chapitre II

**Matériels et
méthodes**

II-1-Présentation de la région de Hassi Ben Abdallah

La commune de Hassi Ben Abdallah (daïra de Sidi Khouiled) est située à environ 27 km au Nord-est du chef lieu de la wilaya d'Ouargla et près de l'intersection de la route reliant Ouargla à Touggourt avec celle reliant Ouargla à Hassi Messaoud. Elle se trouve à 157 m d'altitude ($32^{\circ} 52' E.$; $5^{\circ} 26' N$) dont la superficie totale est estimée à 3060 Km². Hassi Ben Abdallah est une zone à vocation agricole, sa superficie agricole est estimée 30606 hectares dont 13936 destinés à la mise en valeur. La superficie attribuée dans le cadre de la mise en valeur était estimée par la Direction des Services Agricoles de Ouargla à 2963 hectares en 1996 et par la Subdivision de l'agriculture de la Daïra de Sidi Khouiled à 3601 hectares en 1998 et 3658 en 2006.

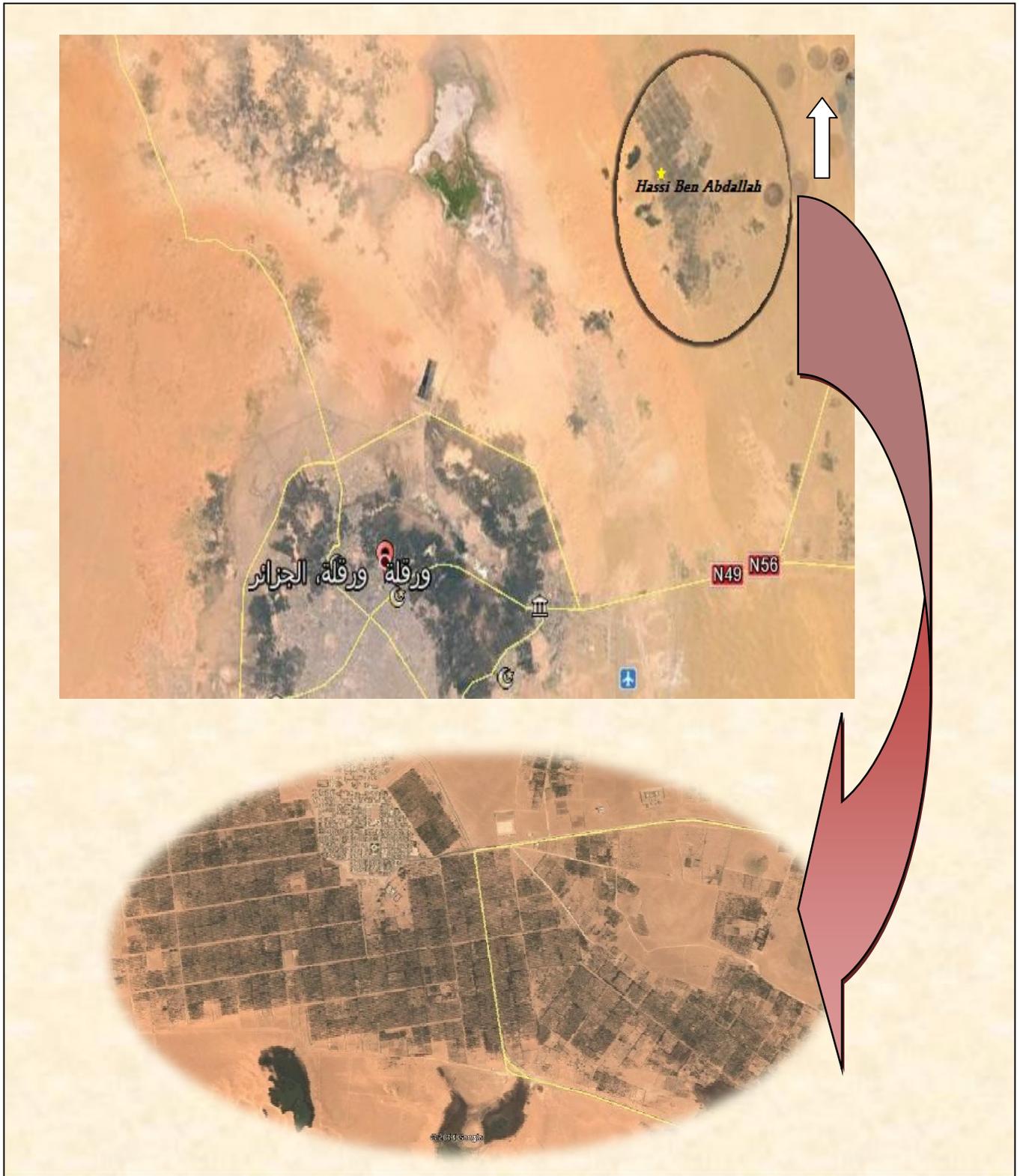


Photo 1: Photo satellitaire de la situation de la région de Hassi Ben Abdallah par rapport à la ville de Ouargla (google earth, 2015)

II-2-Synthèse Climatique

Les données climatiques sont représentées dans le tableau n°2

Tableau 2: Données climatiques de la région de Hassi ben Abdallah (2003-2013) .(O.N.M ,2014)

Paramètres Mois	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tmoy (°C)	V (m/s)	Hr (%)	EVP (mm)	Pr (mm)
Janvier	17.57	3.63	11.71	1.77	58.28	81.47	8.95
Février	19.70	5.09	12.44	1.98	52.88	112.18	0.99
Mars	24.75	9.53	17.11	2.30	47.36	162.93	2.97
Avril	28.83	14.20	22.22	2.54	44.88	198.10	1.08
Mai	33.83	17.65	25.75	2.45	42.80	278.48	0.23
Juin	39.70	23.12	31.52	2.52	34.98	269.56	0.45
Juillet	43.42	26.78	34.76	2.31	36.02	407.35	0.00
Aout	42.17	25.81	33.91	1.82	40.24	368.81	0.21
Septembre	36.28	21.31	29.06	2.09	49.57	263.21	2.92
Octobre	31.64	16.55	24.05	1.86	53.05	180.07	5.55
Novembre	22.75	8.71	15.76	1.35	57.61	101.07	5.35
Décembre	17.42	4.08	10.78	1.49	61.12	74.70	4.20
Moy / Cumul	29.84	14.70	22.42	2.04	48.23	2497.93 *	32.88 *

(*) Cumul

T max: Température moyenne maximale (°C)
T min: Température moyenne minimale (°C)
T moy: Température moyenne (°C)
V: vitesse du vent (m/s)

Hr: humidité relative (%)
EVP: Evaporation (mm)
Pr: précipitations (mm)

Les données climatiques représentées dans le tableau (2) montrent que les paramètres climatiques de la région de Hassi Ben Abdallah sont caractérisés comme suit:

III-2-1-Les températures

La température moyenne annuelle est de 22.42°C, avec un maximum de 42.17°C en août pour le mois le plus chaud et 4.08°C en décembre pour le mois le plus froid.

III-2-2-Les précipitations

Les précipitations sont très réduites et irrégulières à travers les saisons et les années (32.88 mm pour la période présentée)

III-2-3-L'humidité relative

L'humidité est très faible, la moyenne annuelle est de 48.23 %. Le maximum est de 61.12 % en décembre et le minimum est de 34.98 % en juin.

III-2-4-L'évaporation

La région connaît une évaporation intense renforcée par les vents chauds, elle est de l'ordre de 2497.93 mm/an, avec une valeur maximale de 407.35 mm au mois de juillet et une minimale de 74.70 mm au mois de décembre.

III-2-5-Les vents

Les vents de sable sont fréquents, particulièrement aux mois d'avril, mai et juin pouvant compromettre les rendements de certaines cultures.

II-2-6-Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats, en considérant qu'un mois est sec quand le total des précipitations exprimé en mm est égal ou inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius. Les périodes d'aridité sont celles durant lesquelles la courbe pluviométrique est au-dessous de la courbe thermique. (Claudin *et al.*, 1979).

Les courbes ombrothermiques déterminent la période sèche. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (fig1.) montre que la période sèche s'étale sur toute l'année.

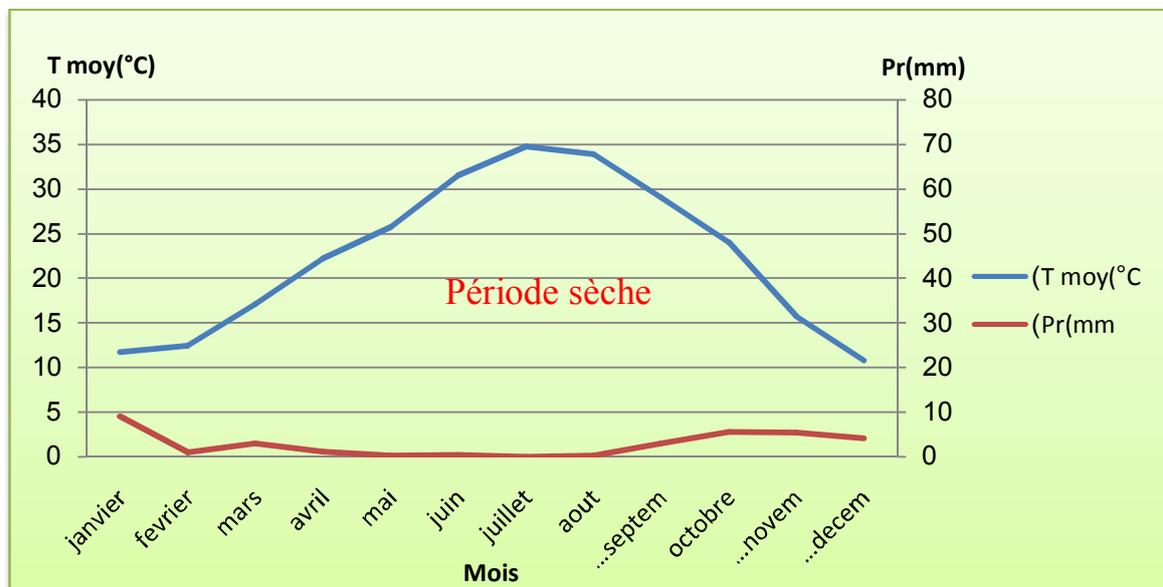


Figure 1: Diagramme ombrothermique de la région de Hassi Ben Abdallah (2003-2013)



Photo 2:Photo satellitaire de l'exploitation de l'ITDAS (google earth, 2015)

II-3-Présentation de l'exploitation de l'I.T.D.A.S

La station se situe dans le Sud-est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah. Elle s'étend sur une superficie de 21 hectares. Elle fut créée en 1978 sous la direction de l'IDCM (Institut du Développement des Cultures Maraîchères) dans le but de développer des cultures sous serres et en plein champ.

En Mai 1990, la station est incluse dans le programme de l'Institut Technique du Développement de l'Agriculture Saharienne (I.T.D.A.S). Elle s'intéresse à l'entretien du palmier, aux cultures Fourragères et maraîchères la tomate (*Solanum lycopersicum L*) le poivron et le piment (*Capsicum annum L*), la laitue (*Lactuca sativa L*) et à l'emploi de techniques développées. Il s'agit d'une palmeraie organisée, comprenant le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) d'un espacement de 12m x 12m

entre les pieds afin de pouvoir installer les serres dont la plasticulture s'étale sur un hectare.

Durant la saison 2013/2014, la station ne présentait pas une grande activité à cause du manque d'ouvriers (seulement quatre ouvriers pour toute l'exploitation) et les cultures sous serres sont quasiment inexistantes. Par contre, on retrouve une culture de tomate en plein champ, d'une superficie de 400m².

L'exploitation est dotée de deux forages :

- L'albien, à température relativement élevée (58°C). Elle est refroidie dans un bassin, puis pompée par des motopompes.
- Le mio-pliocène qui est non fonctionnel.

Comme on remarque l'absence de système de drainage.

La station de l'ITDAS est divisée en sous stations:

- La palmeraie: Elle présente la majorité de la superficie de la station d'où réienne le système d'irrigation par submersion. Ce périmètre irrigué présente une végétation diversifiée. Il s'agit d'une palmeraie moderne comprenant 154 pieds de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) dont 80 % de Deglet-Nour et 20 % de Ghars.
- Les serres: il existe deux types de serre:
 - Les serres multi-chapelles: Au nombre de deux, dont la superficie est de 400 m² chacune. Ce type de serre a été abandonné il ya environ 7 ans à cause d'une panne au niveau du système.
 - Les serres simples: il existe seize (16) serres simples dans l'exploitation de l'ITDAS, dotées d'un système d'irrigation dont le système goutte à goutte d'où on trouve:

- * Deux serres cultivées l'année (2014): champs de tomate;
- *une serre cultivée l'année 2013 après six (06) d'abondance;
- *les treize (13) restantes sont abandonnées depuis sept (07) ans;

Cette abondance des serres qu'elles soient multi-chapelles ou bien naturelles est due au manque d'ouvrier (4 ouvriers pour toute une station de 21hectare de superficie)

- Plein champ cultivé en blé à l'aide d'un système d'irrigation par goutte à goutte ; ce champ couvre une superficie de 400 m².

Les cultures protégées pratiquées sont : la tomate (*Solanum lycopersicum L*), le piment (*Capsicum annuum L*), la laitue (*Lactuca sativa L*).

II-3-1-Utilisation des pesticides et des engrais dans l'exploitation de l'ITDAS

L'exploitation de l'ITDAS fut créée il y a environ trente (30) ans, son but était de développer les cultures sous serres et en plein champs, pour cela on trouve une utilisation des pesticides d'une façon préventive et/ou curative et ainsi des engrais surtout dans les sous serres.

Les tableaux 3 et 4 montrent l'utilisation de certains pesticides et engrais par l'exploitation de l'ITDAS durant ces dernières dix années. Ces pesticides et engrais agricoles ont connu des modifications d'une année à l'autre caractérisés par des changements parfois de produits à cause de leur efficacité ou bien leur inexistence sur le marché.

Tableau 3: Liste des pesticides utilisés dans l'exploitation de l'ITDAS durant ces dix dernières années.

Nomenclature	Caractéristiques
Manebe	<ul style="list-style-type: none"> • Famille chimique: Dithiocarbamates • formule brute : C₄H₆Mn₂S₄ • Substance active : Manébe • Fonction: Fongicide
Cuprosan	<ul style="list-style-type: none"> • Formule brute : Cl₂Cu₂O • Fonction: Fongicide
Bénomyl	<ul style="list-style-type: none"> • Formule brute : C₁₄H₁₈N₄O₃ • Fonction : Fongicide
Agrinate 90% SP (pour la tomate)	<ul style="list-style-type: none"> • Substance active: Methomyl • Famille chimique: Oxime carbamate • Fonction: Insecticide • Formule brute: C₅H₁₀N₂O₂S
Rubigan	<ul style="list-style-type: none"> • Substance active: Fenarimol • Famille chimique: Pyrimidinyl carbinol • Fonction: Fongicide
Sherpa® 10 ec	<ul style="list-style-type: none"> • Substance active : cypermethrine • Fonction: Insecticide • famille chimique: pyréthrinoïdes • Formule brute : C₂₂H₁₉No₃Cl₂ • Classe toxicologique: classe c
Lannate® 25wp	<ul style="list-style-type: none"> • Substance active : Méthomyl • Formule brute : C₅H₁₀ • Famille chimique : carbamates • Classe toxicologique : Classe A • Fonction: Insecticide

Mocap	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Nematicide-insecticide • Substance active : Ethoprophos • Famille chimique : Organophosphorés • Formule brute: $C_8H_{19}O_2PS_2$ • Classe toxicologique: classe A
Antracol	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction : Fongicide • Substance active : Propinèbe • Famille chimique : Dithiocarbamate • Classe toxicologique: Classe C • Formule brute: $C_5H_8N_2S_4Zn$
Nimrod	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Fongicides • Substance active : bupirimate • Formule brute $C_{13}H_{24}O_3N_4S$ • Famille chimique : amino-pyrimidine • Classe toxicologique: Classe C
Némacur	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Nématicide • Substance active : phénamiphos • Formule brute : $C_{13}H_{22}NO_3P$ • Classe toxicologique: Classe A
Rundop	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Herbicides • Substance active : glycofosate • Formule brute : $C_3H_8NO_5P$ • Classe toxicologique: Classe C
Aliette	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Fongicides • Substance active : fosétyl- Aluminium • Formule brute : $C_6H_{18}AlO_9P_3$ • Classe toxicologique: Classe C
Danitol	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Acaricide • Substance active : fenpropathrine • Formule brute : $C_{22}H_{23}NO_3$
linurée	<ul style="list-style-type: none"> • Fonction: Herbicides

	<ul style="list-style-type: none"> • Substance active : linuron • Formule brute : $C_9H_{10}O_2C_{12}N_2$
--	--

Tableau 4: Liste des engrais utilisés dans l'exploitation de l'ITDAS durant ces dix dernières années.

Type d'engrais	Caractéristiques
Engrais Chelate de fer	<ul style="list-style-type: none"> • Apparence : granulaire • Composition: 2,4% de fer soluble H₂O, 2,4% de fer chélate, 2,4% EDDHA, 13% d'azote total, 6,5% d'Oxyde de Potassium • Fonction: Destiné à prévenir et à lutter contre la chlorose ferrique de la vigne, des arbres fruitiers et des cultures maraîchères.
Tsp (triple super-phosphate)	<ul style="list-style-type: none"> • Nom chimique: Pentoxyde de phosphore (P₂O₅) 42 % « soluble dans citrate d'ammonium naturel 42% » « soluble dans l'eau (39%) • Fonction: Ils sont utilisables sur tous types de cultures et tous types de sols. Ils s'emploient à raison de 200 à 500 kilos à l'hectare.
Urée (46%) l'urée ou carbamide	<ul style="list-style-type: none"> • Nom chimique: Carbonyl diamide, isourée • Formule brute : CH₄N₂O • Apparence : Cristaux blancs, d'odeur caractéristique
NPK : 0.20. 25	<ul style="list-style-type: none"> • Nom chimique: Nitrogène(N) 0 % Pentoxyde de phosphore (P₂O₅) 20% Oxyde de potassium soluble dans l'eau (K₂O) 25 %
NPK : 15.15.15	<ul style="list-style-type: none"> • Composition: Nitrogène (N) 15 % Pentoxide de phosphore (P₂O₅) 15% Oxyde de potassium soluble dans l'eau (K₂O) 15%

	<ul style="list-style-type: none"> • Forme : granulaire gris
Fertigofole	<ul style="list-style-type: none"> • Composition: 8,83% N - 2,7% P₂O₅ - 7,02% K₂O- 0,11% MgO, 0,42% B - 0,12% Cu - 0,21% Fe- 0,42% Mn - 0,04% Mo- 0,34%Zn
Bayfolan	<ul style="list-style-type: none"> • Composition: Bayfolan (NPK : 11.8.6 + oligo-éléments)
Sulfate de potasse (50%)	<ul style="list-style-type: none"> • Composition: Sulfate de potassium 50 (+45), 50 % K₂O oxyde de potassium soluble dans l'eau
Chlorure de potasse 60 %	<ul style="list-style-type: none"> • Formule brute : KCl • Fonction: Utilisation possible dans tous les sols et pour toutes les cultures sauf celles craignant le chlore (tabac, lin, haricot) • Forme : cristal incolore, hygroscopique, incolore à blanc.
Sulfate de potasse (50%)	<ul style="list-style-type: none"> • Formule brute : K₂SO • Utilisation possible dans tous les sols et sur toutes les cultures • Forme : cristaux incolores à blancs

II-4- Méthodologie

Dans le but de réaliser notre étude sur la station de l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah Ouargla on a adopté des démarches pour avoir des résultats apte à être discuter selon les données collectées du terrain.

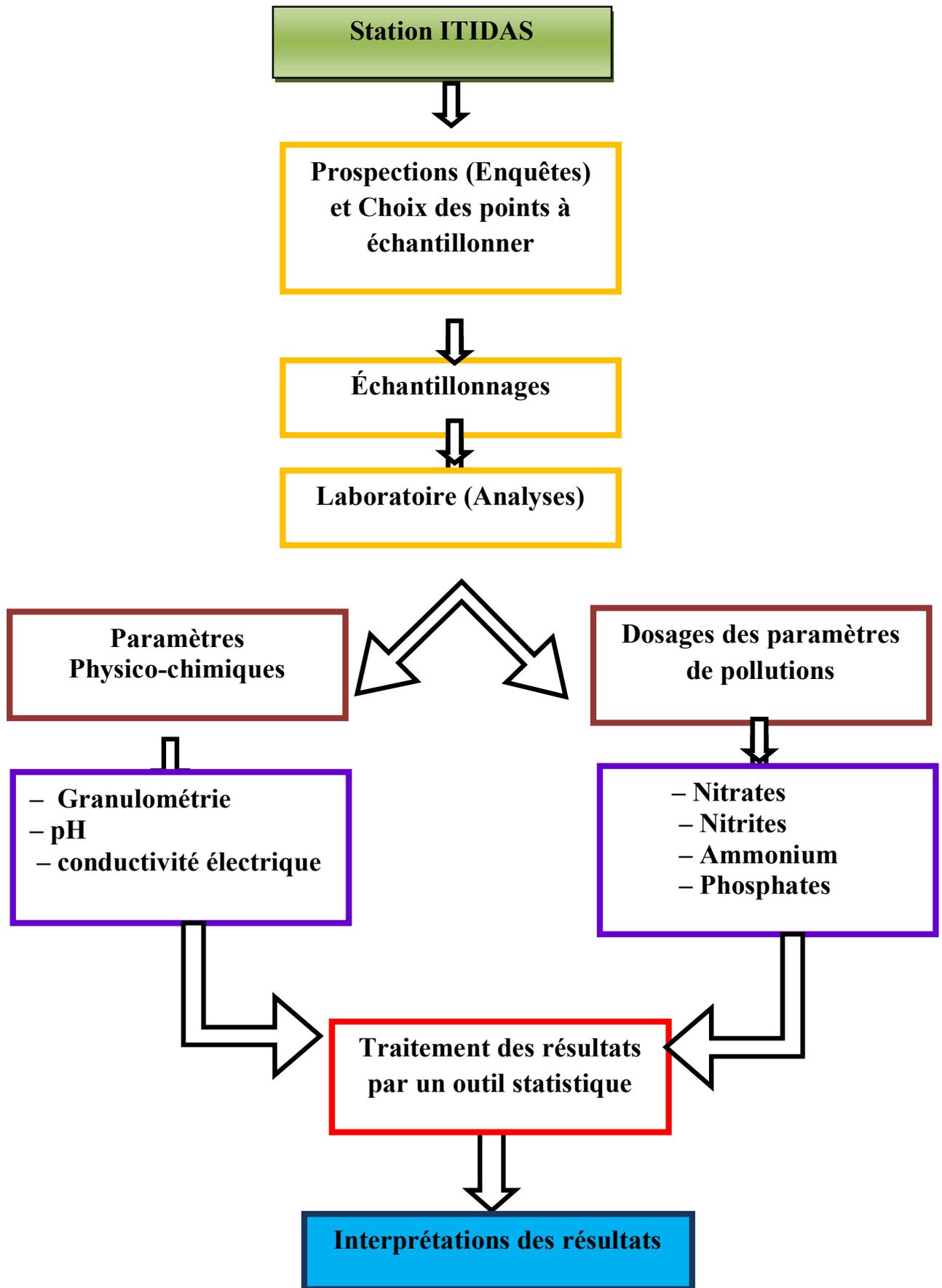


Figure 2: Méthodologie adoptée

II-4-1-Choix du site

Notre travail consiste à évaluer le degré de pollution du sol de la station de l'ITDAS zone cultivée depuis 1978, ayant utilisée durant plus de 30 ans des pesticides et des engrais avec un risque d'accumulation d'éléments toxiques.

Pour cela, nous avons suivi les démarches suivantes:

- Prospection sur le terrain de l'ITDAS afin de déterminer les points à échantillonner;
- Prélèvement d'échantillons;
- Analyse des échantillons ;
- Interprétation des résultats obtenus;

II-4-2-Description du terrain

Durant notre prospection sur terrain nous avons réalisé que la station montre une hétérogénéité d'activités culturales d'où on trouve la palmeraie, les deux types de serres et le plein champ.

II-4- 3- Echantillonnage

D'après le **Programme Mondial du Recensement de l'Agriculture (2010)** dans une enquête par sondage, On utilise à cette fin une méthode appelée échantillonnage aléatoire, consistant à sélectionner les unités à inclure dans l'échantillon de telle manière que chaque unité ait une chance (ou probabilité). Pour cela, nous utilisons une méthode appelée échantillonnage aléatoire dont on a pris les points suivants:

- ❖ Un point de la palmeraie en dessous d'un palmier (**fig. 3**);
- ❖ Un point de la serre multi-chapelle (**fig. 4**);
- ❖ Un point de la serre abandonnée depuis 7 ans (**fig. 5**);
- ❖ Un point de la serre aménagée l'année **2013** (**fig. 5**);
- ❖ Un point de la serre de tomate aménagée l'année **2014** (**fig. 5**);
- ❖ Un point de plein champ cultivé en blé (**fig. 6**);
- ❖ Un point d'un terrain nu (témoin) (**fig. 7**);

Palmeraie en dessous d'un palmier

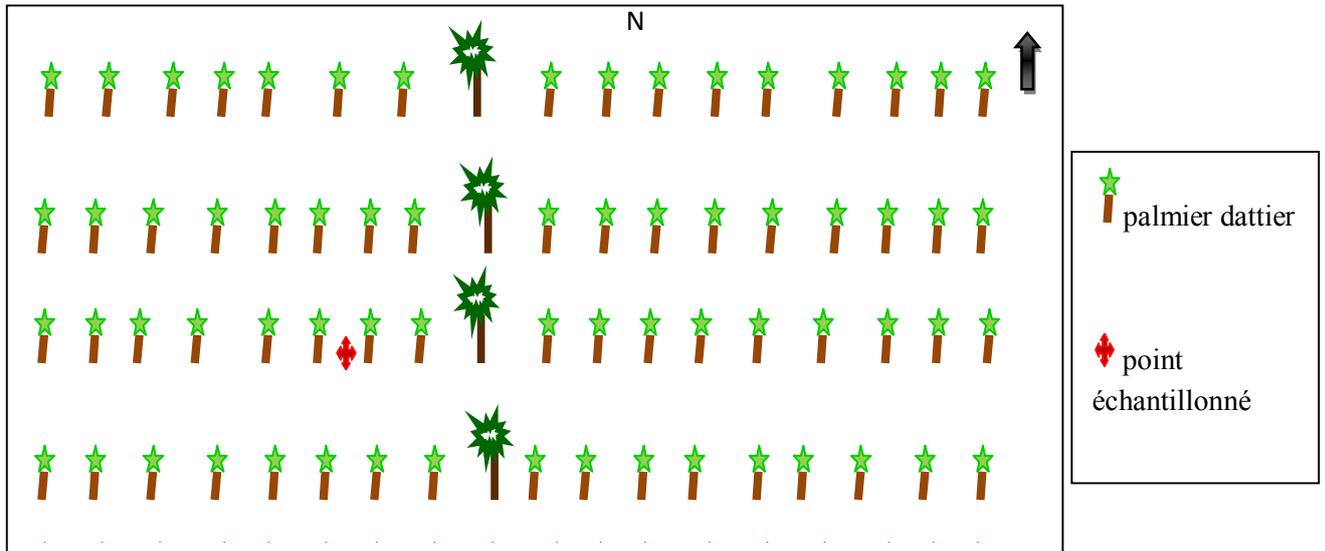


Figure3: Présentation du point échantillonné dans la palmeraie (sous palmier dattier Sp)

Serres multi-chapelles

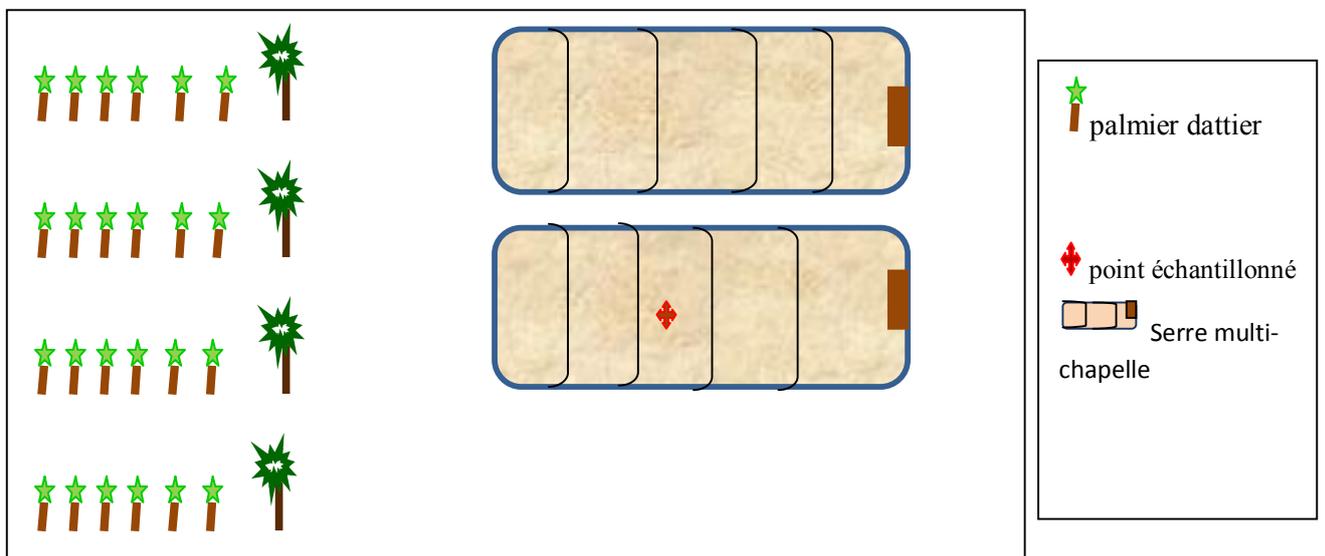


Figure 4: Présentation du point échantillonné dans la serre multi-chapelle (SM)

Serres naturelles

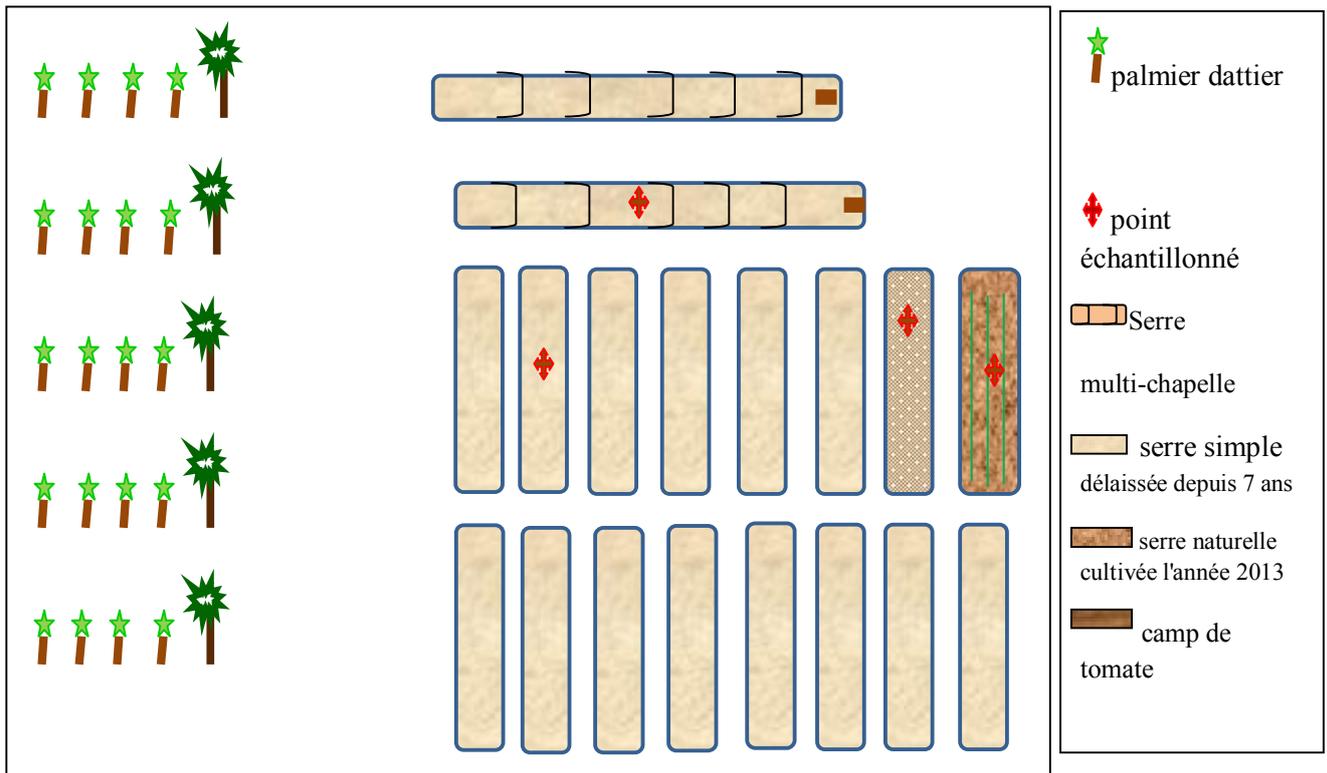


Figure 5: Présentation des points échantillonnés dans les serres naturelles (SN, SN2, CT)

Plein champ (blé)

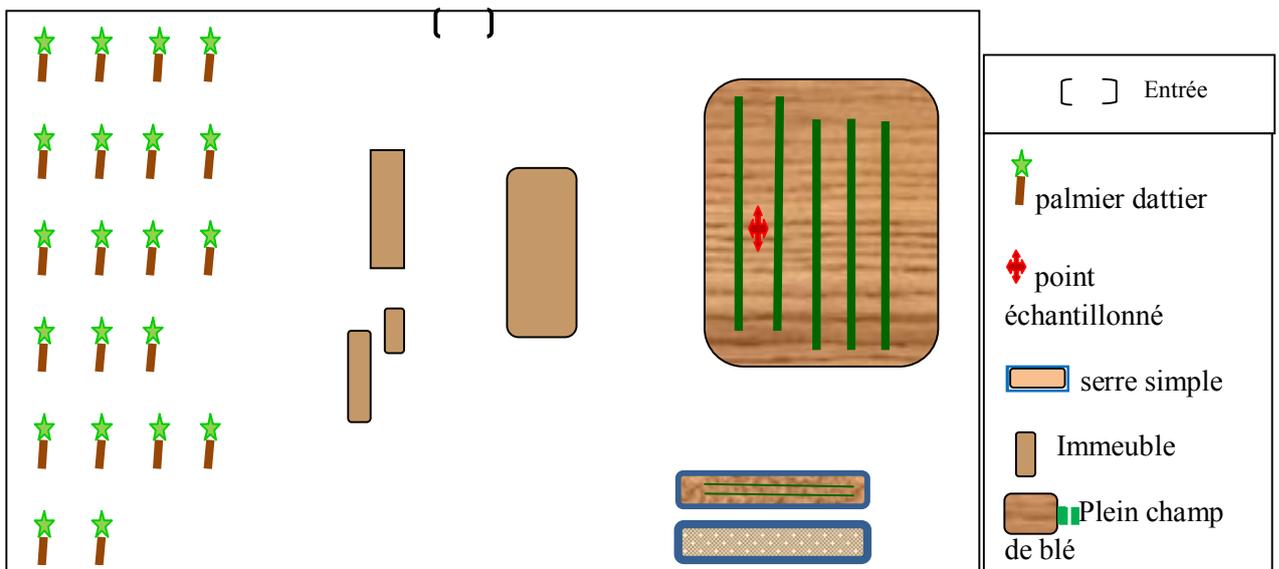


Figure 6: Présentation de point échantillonné dans le plein champ de blé (PC)

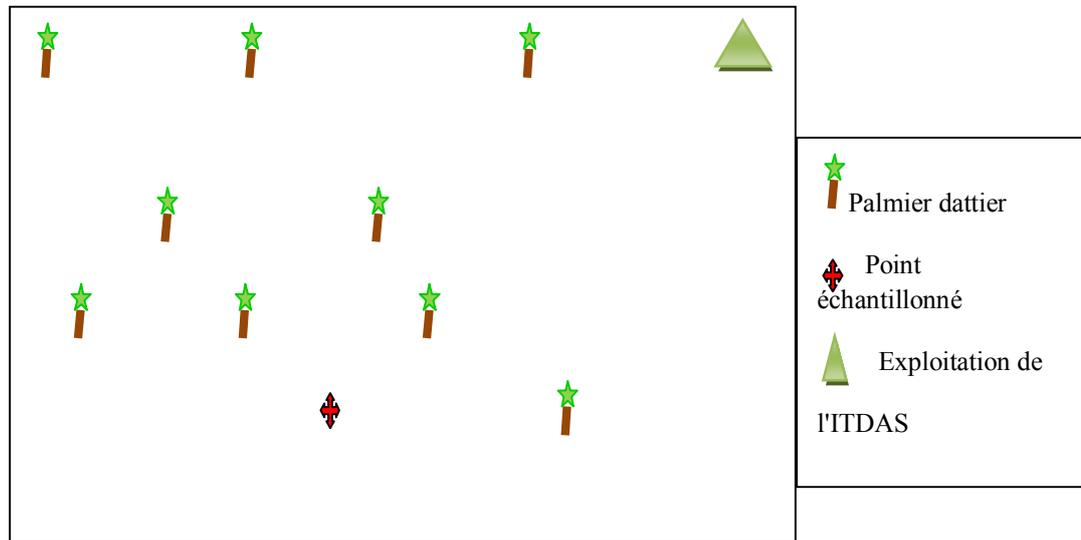
Terrain nu (témoin)

Figure 6: Présentation de point échantillonné dans un terrain nu (témoin)

II-4- 3-1-Prélèvements d'échantillons

Etant donnée la profondeur de la nappe dans la région de Hassi Ben Abdallah et la compacité du sol à une certaine distance, nous avons prélevé nos échantillons à une profondeur maximum de 80 cm dans le cas de la palmeraie, le plein champ cultivé en blé et du sol nu. Concernant les serres (multi-chapelle et simple) nos prélèvements n'ont pas dépassé les 40 cm pour les raisons citées ci-dessus.

Donc nous avons considéré les profondeurs suivantes dans le cas de la palmeraie, le plein champ cultivé par le blé et du sol nu:

- Horizon 1: de 0-20 cm
- Horizon 2: de 20-60 cm
- Horizon 3: de 60-80 cm

Où bien les profondeurs suivantes dans le cas des serres:

- Horizon 1: de 0-20 cm
- Horizon 2: de 20-30 cm

☒ Horizon3: de 30-40 cm

Notre échantillonnage à été réalisé le 05/11/2014 à l'aide d'une tarière manuelle d'une longueur de 120 cm. Les échantillons de sol sont placés dans des sacs plastiques et chaque échantillon prélevé a été répété 3 à 4 fois.

II-5-Analyses au laboratoire

Les analyses des paramètres physico-chimiques et des paramètres de pollution du sol de l'exploitation de l'ITDAS ont été accomplies au niveau de laboratoire de l'université de Ouargla, de l'A.D.E et de le LTPS.

II-5-1-Analyses des paramètres physico-chimiques

II-5-1-1- Granulométrie

La texture d'un sol est identifiée par l'analyse granulométrique. La granulométrie a été déterminée par la méthode quantitative, qui précise les portions physiques de trois particules primaires (sable, limon et argile). (VIELEFON, 1979)

Nos échantillons ont été séchés à l'air libre puis tamiser pour séparer les trois particules du sol.

- **Sables : > 50 μm**
- **Limons : de 50 μm à 2 μm**
- **Argiles : < 2 μm**

II-5-1-2-Le pH

Il est mesuré à l'aide d'un PH mètre sur une solution (terre /eau) 1/5 (AFNOR, 1999).

La mesure a été effectuée par potentiomètre à l'aide d'un pH-mètre de type pH 720 en utilisant des solutions tampons : pH =4; pH =7.

II-5-1-3-La conductivité Electriques (CE)

La C.E à 25°C du sol est mesurée avec un conductivimetre d'une suspension d'un rapport : sol/eau de 1/5. Elle traduit la concentration saline totale de la solution (**AFNOR, 1999**).

La mesure a été effectuée à l'aide d'un conductimètre de type cond 720.

II-5-2-Le dosage des paramètres de pollution

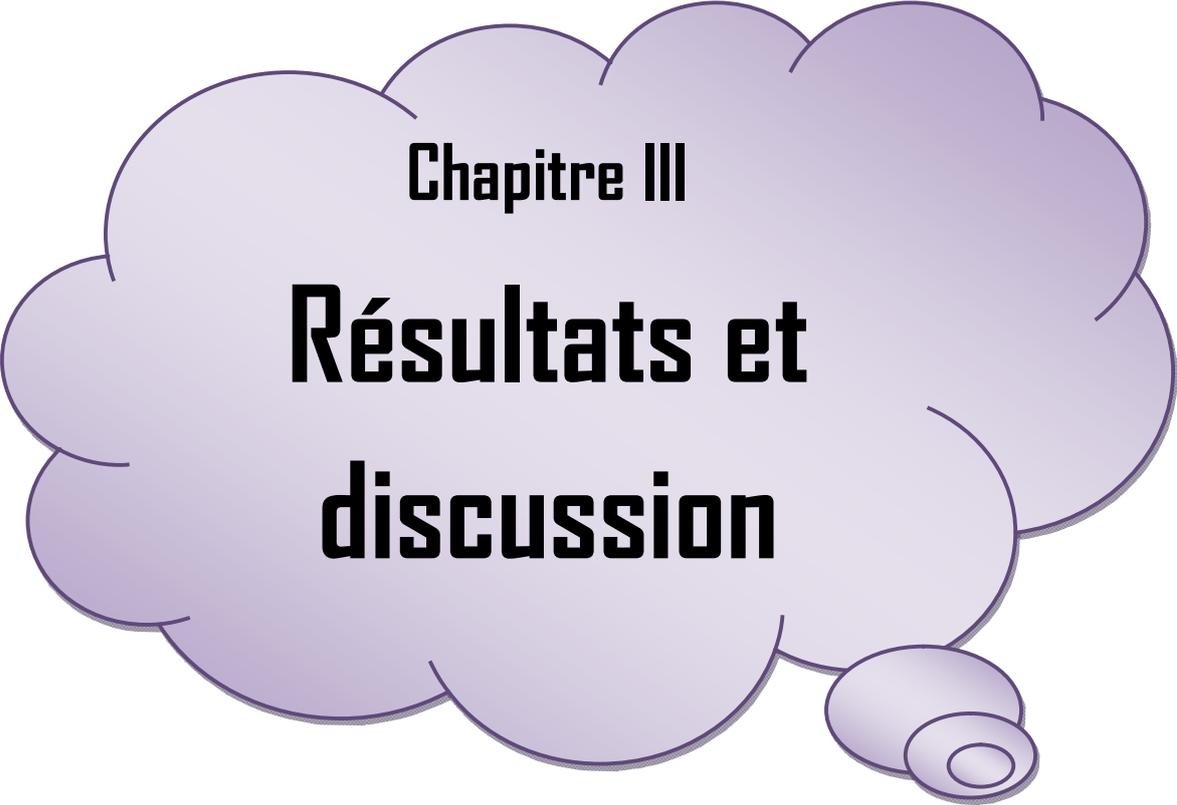
Le tableau (5) montre l'appareillage et les réactifs utilisés pour le dosage des différents ions de pollution (nitrate, nitrite, azote ammoniacal et le phosphate)

Tableau 5 : Appareillage et les réactifs utilisés pour le dosage des ions de pollution

Substances dosées	Appareils	Réactifs	Sources
Nitrites (NO₂⁻)	Spectrophotomètre DR 2500 à une longueur d'onde 540 nm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sulfanilamide ▪ Acide phosphorique ▪ N-1-Naphtyl éthylène diamine 	ISO N° 5667 et J-Rodier et al;2005
Nitrates (NO₃⁻)	Spectrophotomètre DR 2500 à une longueur d'onde 510 nm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Salicylate de sodium ▪ Hydroxyde de sodium (30%) ▪ Tartrate de sodium et de potassium 	spectrophotométrie (Clément Mathieu et Françoise pieltain, 2003)
Azote ammoniacal (NH₄⁺)	Spectrophotomètre DR 2500 à une longueur d'onde 655nm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chlorure de potassium ▪ Tampon hypochlorite ▪ Solution EDTA ▪ Phénol ▪ Nitroprussiate de sodium 	spectrophotométrie (Clément Mathieu et Françoise pieltain, 2003)
Phosphore total	Spectrophotomètre DR 2500 à une longueur d'onde 880 nm	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Heptamolybdate d'ammonium ▪ Tartrate d'antimoine ▪ Acide sulfurique pur ▪ Acide ascorbique ▪ Carbonate de sodium 	Méthode Olsen et Sommers 1982 (Clément Mathieu et Françoise pieltain, 2003)

III-6-Traitement des résultats

Les résultats obtenus des analyses ci-dessus ont été traité par l'outil informatique Excel stat version 2007.



Chapitre III

**Résultats et
discussion**

III -1- Paramètres physico-chimiques

III-1- 1- Granulométrie

L'analyse granulométrique a pour but de déterminer quantitativement la distribution des particules de sol par classes de diamètres.

La distribution de la taille des particules du sol a un effet sur plusieurs propriétés du sol telles que la facilité de labour, la conductivité capillaire d'un sol, l'humidité disponible, la perméabilité, le tassement, etc. (ISO 9001).

D'après les résultats obtenus de l'analyse granulométrique de l'exploitation de l'ITDAS (tableau 04), nous constatons que la texture du sol est dominée par les sables. En effet, la région de Hassi Ben Abdallah est entourée de dunes de sables dont l'effet du vent provoque l'accumulation de sable depuis plusieurs années, ce qui explique la forte dominance de la texture sableuse.

Les points échantillonnés n'ont pas montré une grande différence de pourcentage des sables ou bien des limons+argiles. Ainsi, nous avons enregistré une valeur de 96.2% en sables et 3.4% en limons+argiles au niveau de l'horizon 0-20 cm de SN2, qui reflètent la valeur minimale en sables et maximale en argiles+limons. L'horizon 60-80 cm de la palmeraie montre une valeur maximale de 99.84% en sables et une valeur minimale de 0.17 % en limons+argiles.

Tableau 06: Granulométrie du sol de la station de l'ITDAS

Echantillons	Horizons	Sable %	limon+argile %
Témoin	0-20	99,32 E= 0.69	0,61 E=0.12
	40-60	97,93 E=1.03	2 E=0.017

	60-80	98,05 E=0.54	1,88 E=0.25
SN1	0-20	99,54 E=0.47	0,45 E=0.07
	20-30	99,62 E=1.33	0,38 E=0.04
	30-40	99,39 E=0.78	0,57 E=0.11
SN2	0-20	96,2 E=0.28	3,4 E=0.44
	20-30	97,68 E=0.37	2,3 E=1.03
SM	0-20	98,85 E=1.85	1,1 E=0.023
	20-30	98,58 E=1.13	1,42 E=0.29
ST	0-20	99,3 E=1.46	0,5 E=0.01
	40-60	99,3 E=0.89	0,3 E=0.057
	60-80	99,53 E=1.07	0,47 E=0.19
Palmeraie	0-20	99,51 E=0.62	0,52 E=0.046
	40-60	99,41	0,45

		E=1.59	E=.0 013
	60-80	99,84	0,17
		E=0.55	E=0.007
Plein champ	0-20	98,82	1,12
		E=0.33	E=0.04
	40-60	99,57	0,44
		E=1.21	E=0.075
	60-80	99,45	0,44
		E=0.78	E=0.14

III-1- 2- pH du sol

Les valeurs du pH mesurées dans la station de l'ITDAS (fig.8) sont comprises entre 7.66 pour le sol échantillonné dans la serre normale pour l'horizon superficiel (0-20 cm) et 8.44 au niveau de la serre multi-chapelle pour l'horizon 20-30cm. Ceci indique d'après **SOLTNER, 1989** que le sol de la station est alcalin. Les travaux ultérieurs de Zahi (2008), Zahi (2010) et Bouhanna (2011) confirment ces résultats.

Par ailleurs, nous constatons que les valeurs du pH augmentent de l'horizon superficiel vers les horizons d'accumulation et ceci pour tous les points échantillonnés.

Le pH a une influence sur trois composantes importantes de la fertilité d'un sol, la biodisponibilité des nutriments et éléments toxiques, l'activité biologique et la stabilité structurale.

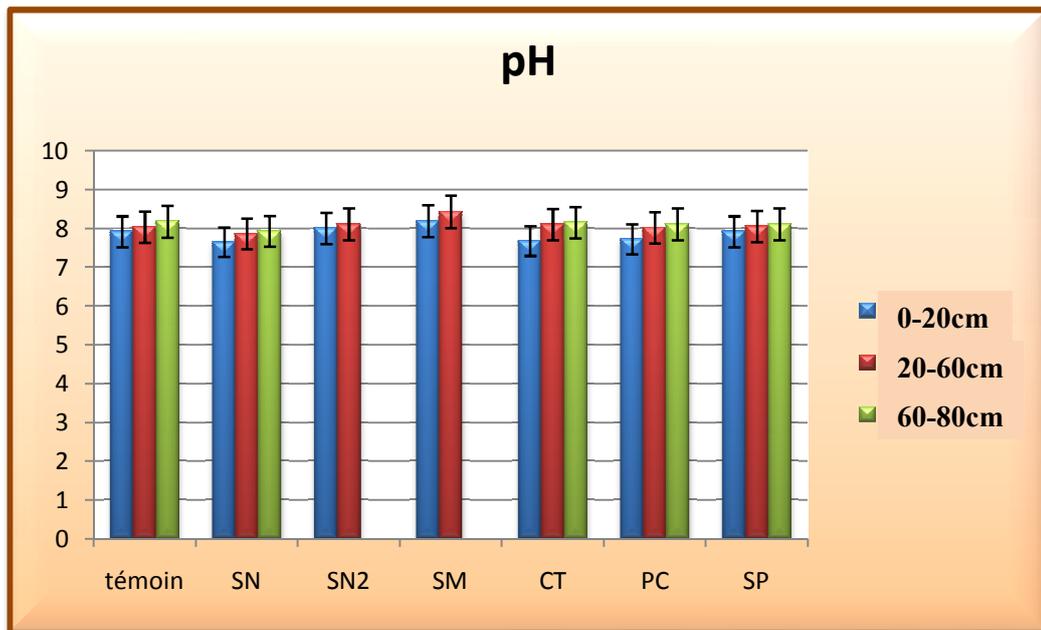


Figure 8 : Variabilité spatiale du ph des sols de la station de l'ITDAS

III-1- 3- Conductivité électrique (CE)

D'après nos échantillonnages, nous constatons que la CE de la station de l'ITDAS est généralement élevée.

Les valeurs (fig.9) sont élevées en surface par rapport à la profondeur. Ceci est probablement dû à l'effet de l'évaporation. Ces résultats sont proches des études effectuées par Zahri (2010) et Bouhanna (2011).

Les valeurs de CE obtenues pour les sols du champ de tomate (CT), 1362 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à une profondeur (0-20 cm), et celui du plein champ (PC), 1107 $\mu\text{s}/\text{cm}$ à une profondeur (0-20 cm), sont très élevées par rapport aux autres terrains. Cela peut être dû au système d'irrigation goutte à goutte qui permet la concentration des sels dans les horizons superficiels ainsi qu'à la présence des pesticides et des engrais ajoutés, qui contribuent eux mêmes à l'augmentation de la salinité du sol.

Les valeurs sont comprises entre 192,40 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (valeur minimale) dans le sol de la serre multi-chapelle à une profondeur de (20-30 cm) et

1362,00 $\mu\text{s}/\text{cm}$ (valeur maximale) dans le sol du champ de tomate à une profondeur de (0-20 cm).

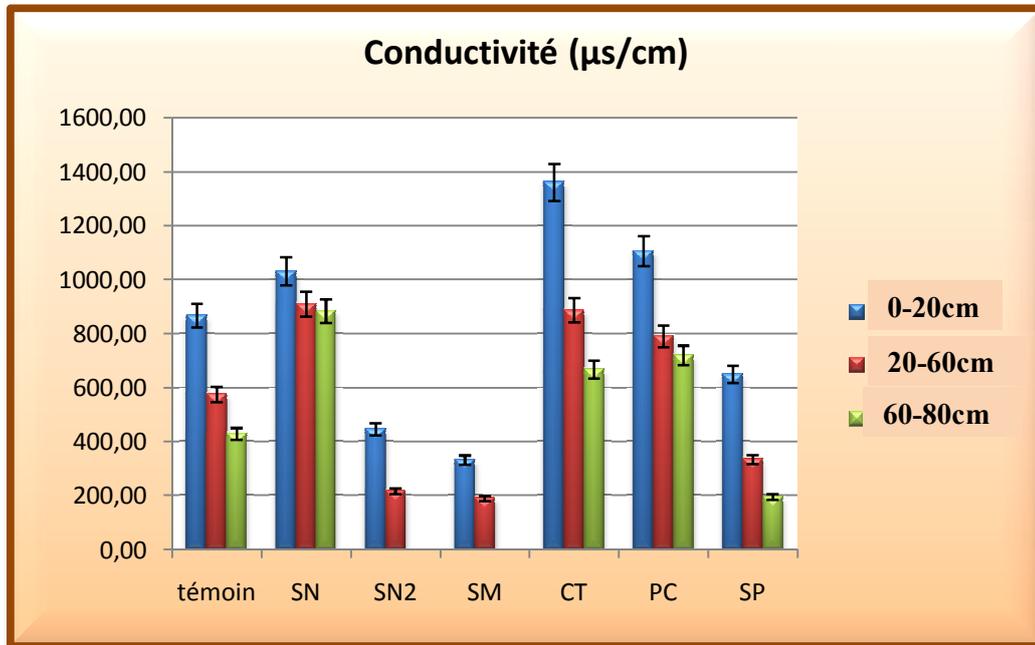


Figure 9: Variabilité spatiale de la CE des sols de la station de l'ITDAS

III-2- Paramètres de pollution

III-2- 1- Teneurs en nitrates

La figure 10 montre que les teneurs en nitrates augmentent de l'horizon superficiel (horizon 0-20 cm) vers la profondeur (horizon 60-80cm). Ceci est certainement dû au lessivage du sol et l'infiltration de l'eau en profondeur ; ce que induit un entrainement des ions.

La teneur minimale enregistrée est de 11.2 mg/kg dans l'horizon 0-20 cm du témoin (sol non cultivé) et la teneur maximale est de 169.05 mg/kg dans l'horizon 0-20 cm de la serre multi-chapelle (SM).

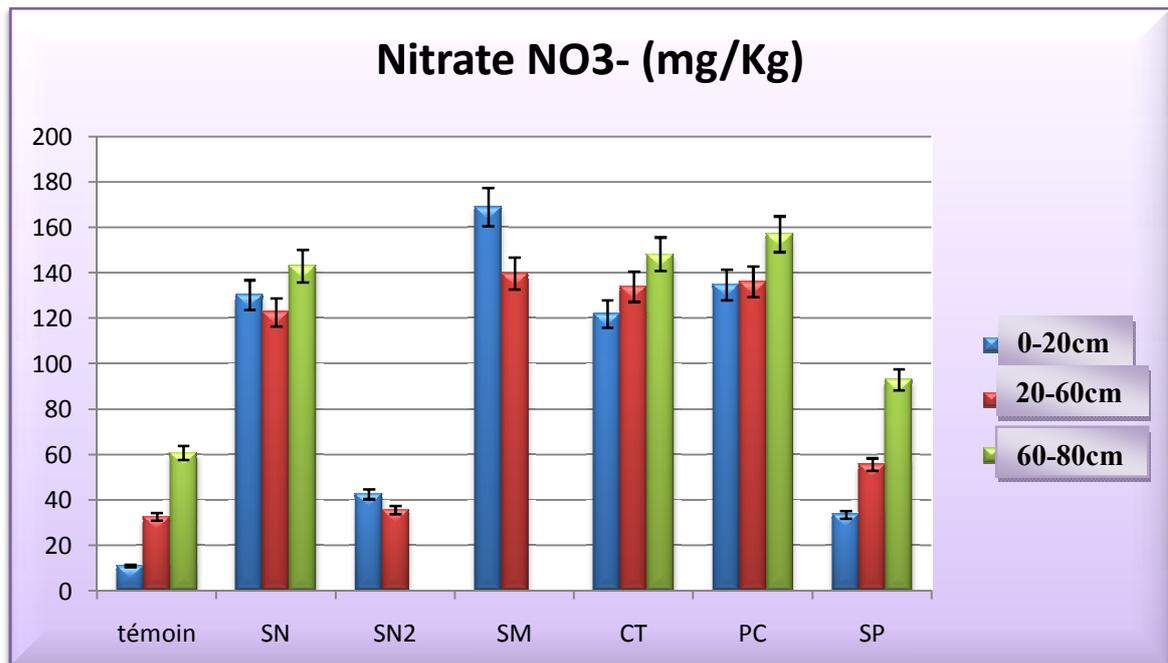


Figure 10: Variabilité spatiale de la teneur en nitrate des sols de la station de l'ITDAS

Le nitrate constitue la source d'azote majoritaire dans les sols (Marschner, 1995). C'est la forme la plus oxygénée de l'azote ; sa présence est liée à l'utilisation des engrais chimiques et des rejets animaux (Rousseau et al ; 2004).

Le nitrate est un ion chargé négativement, et ainsi n'est pas retenu par le complexe argilo-humique du sol, qui porte également une puissante charge négative. Très soluble, le nitrate apporté en excédent dans le sol, est entraîné par lessivage et contribue à la pollution des nappes phréatiques (Mégirout, 2006)

Selon Manitoba Agriculture, Food and Rural initiatives, 2001, les nitrates sont nécessaires à la croissance des végétaux mais leur présence excessive dans le sol peut contaminer les sources d'alimentation en eau et soulever des préoccupations pour la santé.

La serre de tomate (CT), la serre naturelle (SN), le plein champ (PC) et la serre multi-chapelle (SM) présentent des teneurs élevées par rapport au témoin. Ceci est dû à l'utilisation des engrais et des pesticides sur ces terrains, sachant que la texture du sol est à 98% sableuse, ce qui entrainera une forte infiltration des ions NO_3^- en profondeur pour atteindre la nappe. Ainsi, le sol n'est pas considéré comme pollué. Les valeurs de NO_3^- dans la palmeraie (SP) sont faibles par rapport aux précédents car d'une part les palmiers ne sont pas traités par les pesticides et les engrais autant que les serres, et d'autre part, le système d'irrigation par submersion utilisé pour les palmiers, permet un fort lessivage des ions NO_3^- d'où le faible taux, sans oublier l'absorption de cet élément nutritif par les plantes.

Ce sont principalement l'absorption et l'utilisation par les végétaux qui réduisent la quantité de nitrate dans le sol; les surplus de nitrate sont quant à eux facilement lessivés jusqu'aux eaux souterraines. (**Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, 2013**)

Comme le nitrate est extrêmement soluble et est peu retenu dans le sol, il est facilement lessivé jusque dans les eaux souterraines ou les eaux de surface (**Viennot et al., 2009**).

Le caractère du climat est soulevé par plusieurs travaux sur les flux annuels de lixiviation des nitrates, il en est de même pour les variations saisonnières où l'on souligne l'importance de la lixiviation pendant l'automne et l'hiver (**Guiraud et Bobiface, 1987**).

Suivant le type de sol la vitesse est variable elle est d'autant plus grande que lorsqu'on passe d'un sol argileux à un sol sableux. Le caractère aléatoire du climat est souligné par plusieurs travaux sur les flux annuels de lixiviation nitrates il en est de même pour les variations saisonnières (**Remy et Hebert, 1977 ; Martinez et Guiraud, 1990 ; Machet et Mary, 1990 in Cheloufi,1991**)

De nombreuses études réalisées, soulignent des accroissements réguliers de la teneur en nitrates des eaux souterraines et superficielles. Ces mêmes études montrent que les techniques culturales et le niveau de la fertilisation sont à l'origine de la pollution nitrique des eaux (Henin, 1981; Isermann, 1983; Sebillotte et Meynard, 1990 in Cheloufi, 1991).

III-2- 2-Teneurs en nitrites

D'après la figure 11, les teneurs des nitrites dans le sol augmentent de l'horizon superficiel (0-20 cm) vers les horizons de profondeur. En effet, la teneur minimale est de 0 mg/kg dans l'horizon 30-40 cm du témoin et la teneur maximale est de 1.45 mg/kg au niveau du sol de la serre normale cultivée en 2013 (SN2).

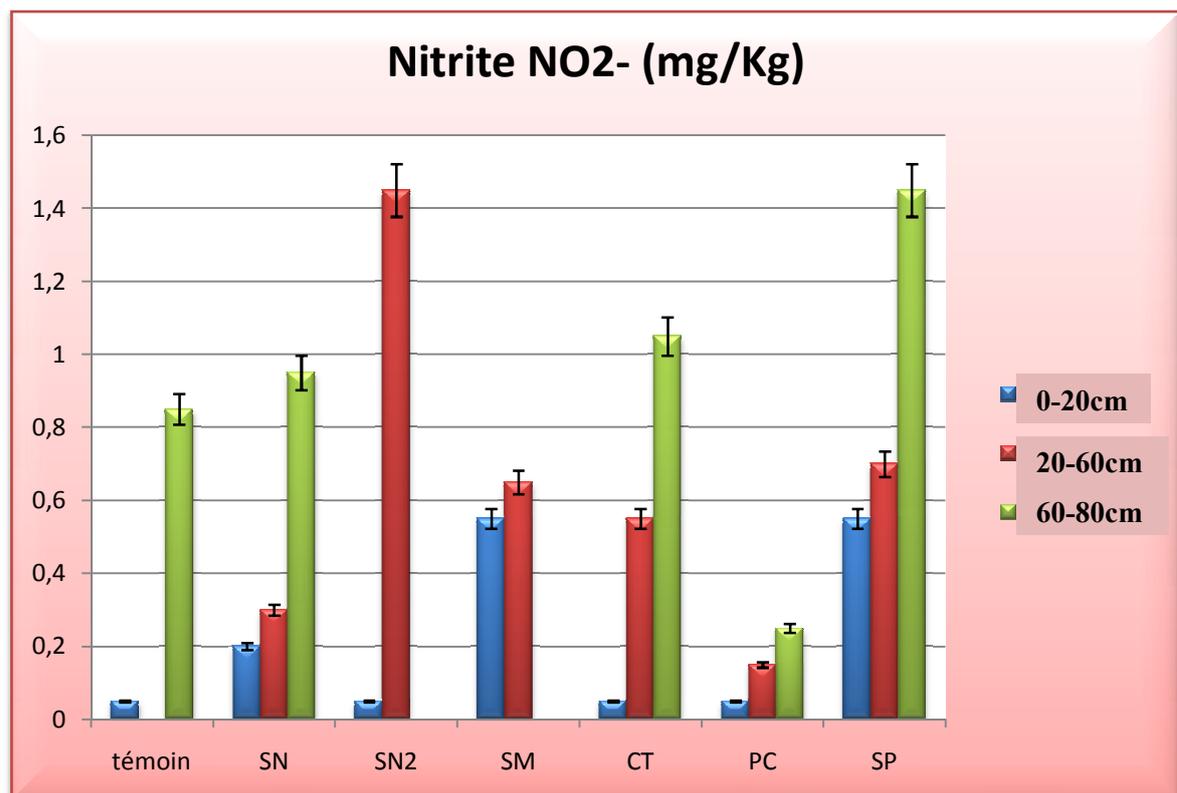


Figure 11 : Variabilité spatiale de la teneur en nitrite des sols de la station de l'ITDAS

Bien que le nitrate soit la forme la plus stable d'azote oxydé, en conditions anaérobies et en présence d'une source de carbone, il peut être réduit en nitrite par l'action des microorganismes; le nitrite est relativement instable et modérément réactif. (**Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable du Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, 2013**)

Les teneurs en nitrites sont relativement faibles. Nous pouvons expliquer ceci d'après **Zachary Easton et al; 2013, Joshua Schimel et al; 1984** par le bref passage de l'ion NO_3^- en NH_4^+ . Il s'agit donc d'une oxydation incomplète du NO_3^- en NO_2^- car NH_4 se transforme par oxydation en NO_2^- .

Selon **Cheloufi, 1991**, l'azote minéral sous sa forme ammoniacale peut suivre en dehors de cela autre direction à savoir: Pertes par volatilisation sous forme de NH_3 , fixation sur des sites électronégatifs des argiles et prélèvement par des plantes, surtout dans les milieux acides et hydromorphes

A l'instar des résultats obtenus des analyses des ions NO_2^- du sol de la station de l'ITDAS, nous avons enregistré des valeurs élevées dans les sols de la palmeraie (SP) et de la serre naturelle cultivée en 2013 (SN2). Ceci peut être dû aux paramètres climatiques, c'est à dire que les microorganismes du sol n'ont pas trouvé les conditions favorables pour transformer le nitrite en ammonium. En outre, le sol de (SN2) s'arrête à une profondeur de 40 cm (croute) à cause de fort labour au niveau des 30 cm premiers.

Ainsi, nous constatons que la teneur en NO_2^- est faible au niveau du plein champ (PC) car durant notre étude, les plantes étaient à un stade évolutif, et ont donc absorbé le maximum d'éléments nutritifs du sol. et tous opération de transformation et dégradation a été complété sachant que les plantes n'absorbent pas le nitrite sous cette forme puisque c'est un élément toxique (nitrite est devenu donc nitrate ou bien ammonium)

Par ailleurs, une portion s'infiltré en direction des nappes puisque le sol est sableux.

III-2- 3-Teneurs en ammonium

Sur la figure 12, les résultats ont révélé une augmentation des concentrations de NH_4^+ de l'horizon superficiel vers la profondeur. D'après la figure 11, Nous constatons que le sol de la serre de tomate (CT) montre une concentration élevée en NH_4^+ , de 0.265 mg/kg par rapport à tous les autres points (témoin, SN, SN2, SM, PC, SP) à cause des apports récents.

Les traitements par les pesticides et les engrais sont accentués dans une serre par rapport au plein champ et à la palmeraie.

Les serres multi chapelles (SM) et les serres normales présentent des teneurs élevées en NH_4^+ par rapport au témoin (0 mg/kg). Ceci est probablement dû à l'accumulation de ces ions dans le sol sachant que ces serres ont été abandonnées depuis 7 ans et donc non irriguées.

L'effet de l'érosion éolienne, des précipitations, de l'évaporation et du labour superficiel (25-30 cm) sans oublier le cycle de l'azote qui se déroule au sein du sol, peuvent provoquer des activités continues. Par ailleurs, ces terrains sont constitués d'une croûte compacte au-delà de 40 cm, empêchant ainsi l'infiltration des ions en profondeur.

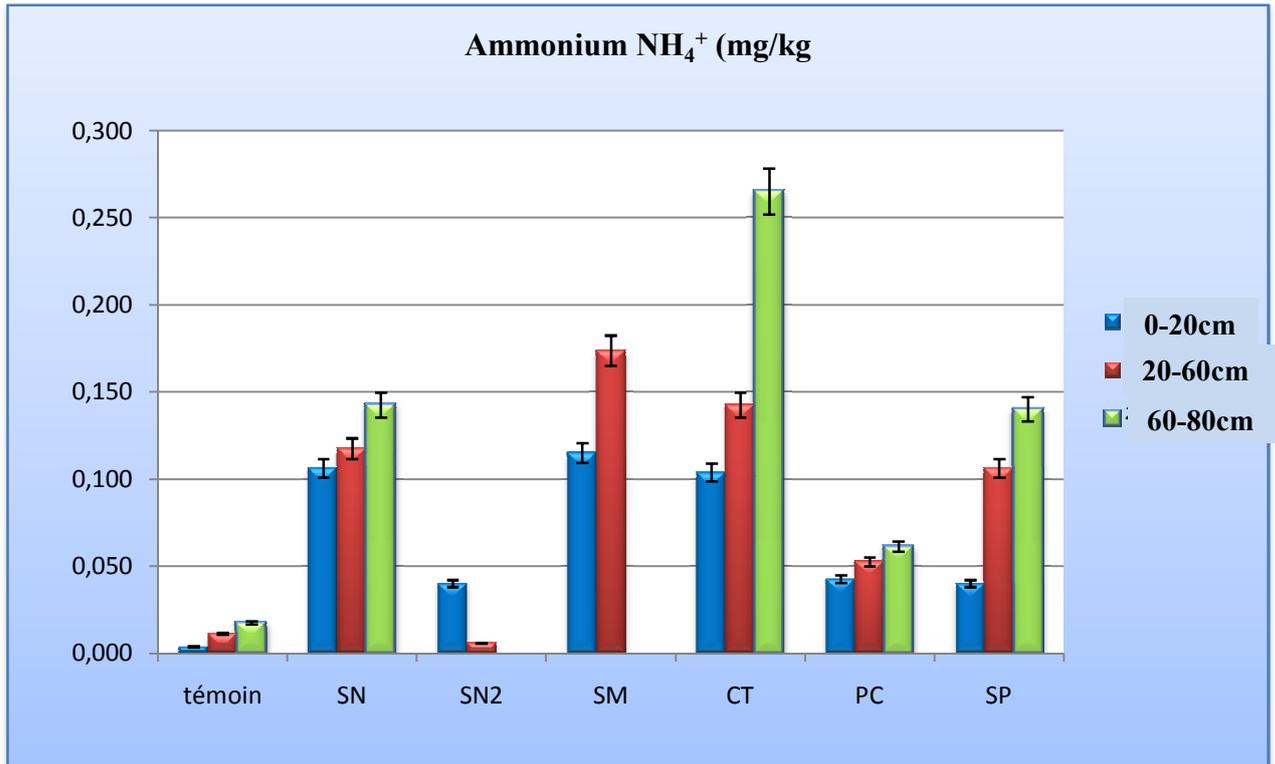


Figure 12: Variabilité spatiale de la teneur en ammonium NH₄⁺ des sols de la station de l'ITDAS

III-2- 4- Teneurs en phosphore

A l'état naturel les sols contiennent d'une à trois tonnes de phosphore total dans les premiers 20 centimètres, la plus large part éventuellement disponible pour les cultures est absorbée sur les particules de sol et est graduellement libérée sur leurs particules du sol sont généralement associés à des cations, à des oxydes ou à des hydroxydes de fer et de l'aluminium. Leur disponibilité varie grandement. Certains se retrouvent rapidement en solution, d'autres migrent plus lentement de la phase solide vers la solution, ou encore ne se solubilisent qu'avec l'activité d'organismes vivants (microbe ou champignons). (Isabelle Baudin et al;2008)

Les processus d'érosion du sol et de lessivage entraînent la diminution de toutes les formes de phosphore dans le sol (figure 13).

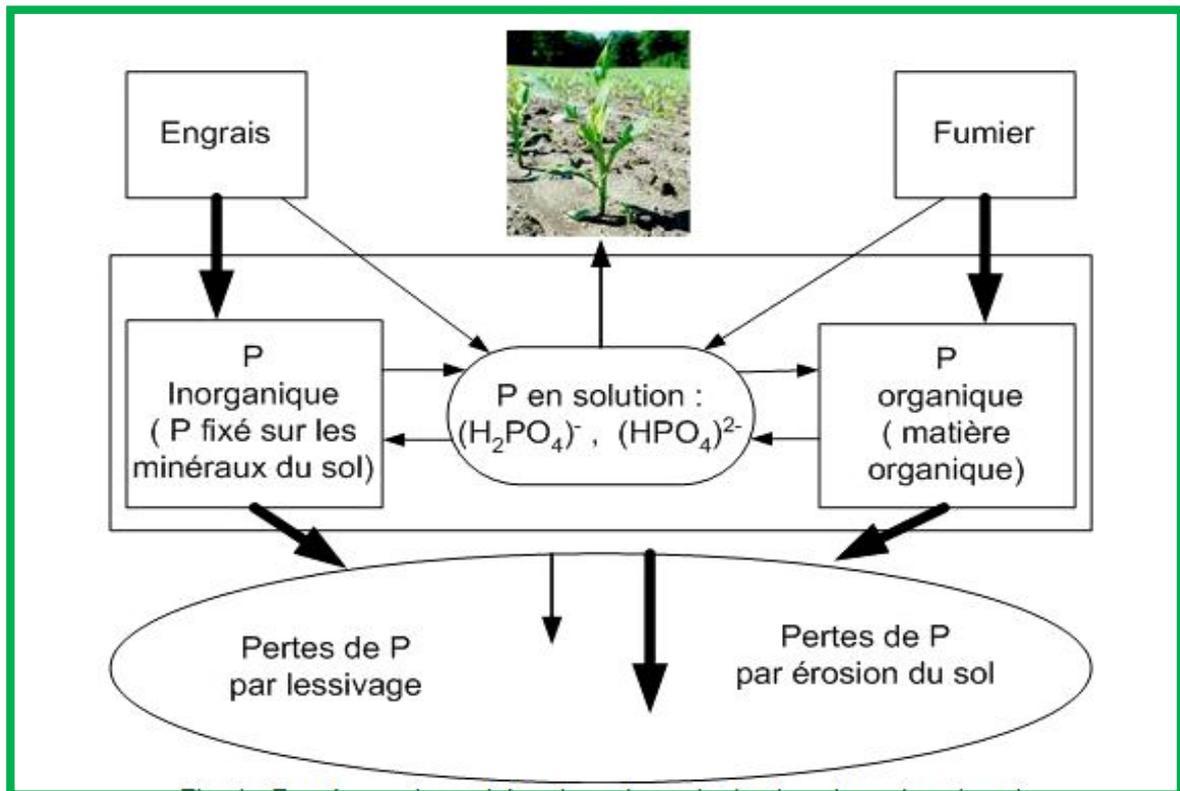


Figure13: sources et devenir du phosphore dans le sol

Les concentrations en phosphore augmentent de l'horizon superficiel vers les horizons sous jacents, à cause de l'effet de lessivage des ions en profondeur.

L'utilisation de divers types d'engrais et de pesticides diffère d'une culture à une autre d'où la différence de concentrations enregistrée dans nos échantillons. L'échantillon témoin présente une concentration élevée dans l'horizon 20-60cm par rapport aux deux autres horizons ; ceci peut être dû à un apport phosphaté sur une ancienne culture

Les teneurs sont très élevées dans la serre normale (SN2) cultivée en 2013 de 146,15 mg/kg, sachant que lors de notre échantillonnage nous avons trouvé une mince couche de fumier provenant de dépôt de sacs de

fumiers sur le site. A cela s'ajoutent d'anciens apports (campagnes agricoles ultérieures) en phosphore qui font que les teneurs sont élevées.

En ce qui concerne le champ de tomate (CT), culture récente, l'utilisation des engrais et des pesticides a été intensifiée pour assurer une bonne récolte. De ce fait, les ions phosphate n'ont pas subi une grande infiltration et lessivage en direction des nappes souterraines d'une part et d'autre part, le système d'irrigation utilisé, le goutte à goutte ne provoque pas un grand lessivage du sol à court terme.

Au niveau du plein champ, les concentrations relevées sont faibles car les plantes sont en cours de croissance et donc absorbent de grandes quantités de phosphates.

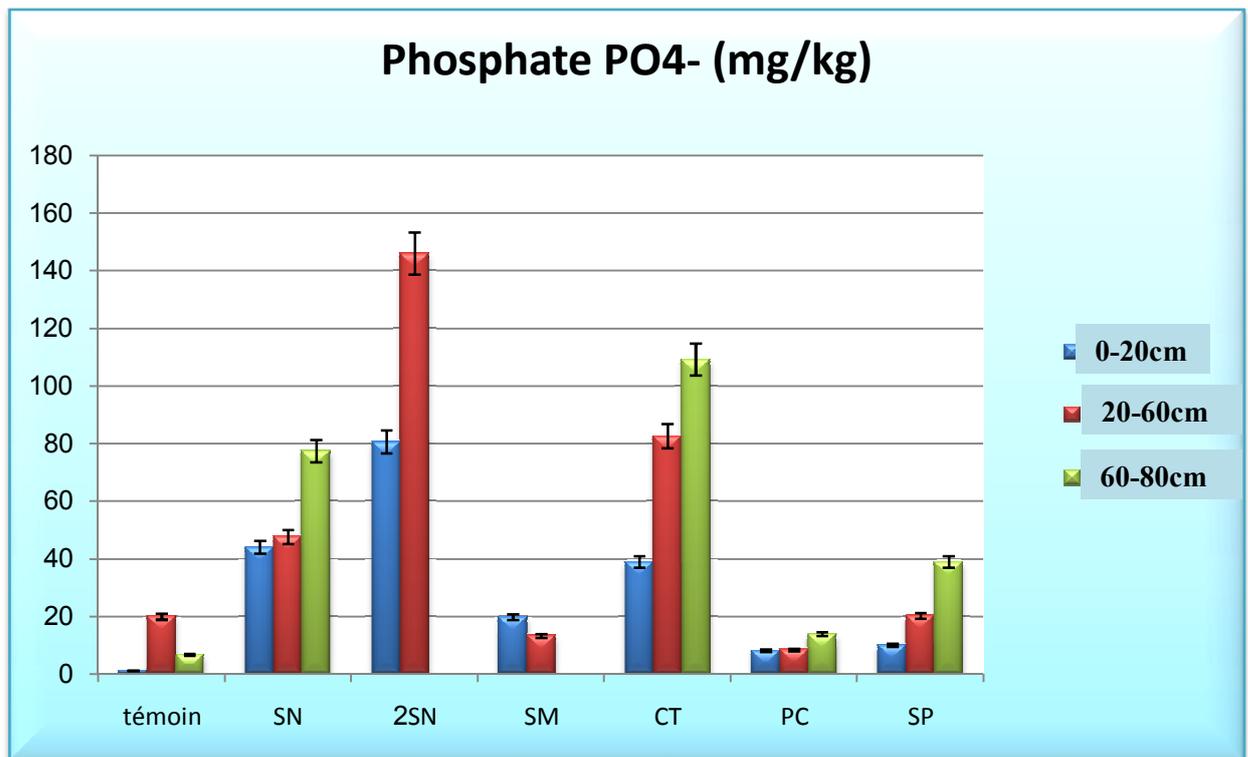
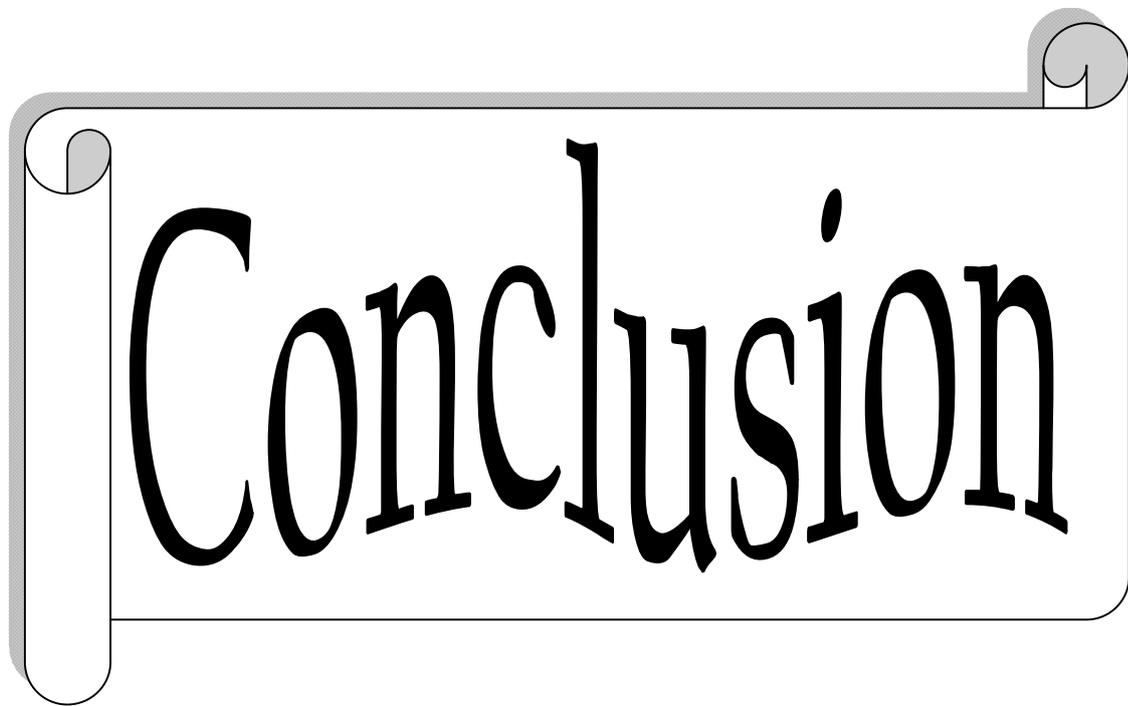


Figure14 : Variabilité spatiale de la teneur en phosphore PO₄⁻ des sols de la station de l'ITDAS

A graphic of a scroll with a grey border and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top and bottom edges showing a slight curve. The word "Conclusion" is written in a large, black, stylized font across the center of the scroll. The font has a classic, slightly gothic feel with a small dot above the 'i' in "Conclusion".

Conclusion

Le sol est un milieu vivant, toute dégradation de sa structure, détériore progressivement d'autres milieux naturels. L'exploitation non raisonnée des sols agricoles par l'homme peut être une des causes principales de cette dégradation. En effet, les hauts niveaux de fertilisation sont considérés comme étant les pratiques agricoles les plus polluantes des aquifères dans une agriculture intensive (**Cheloufi, 1991**).

L'utilisation intensive et non raisonnée des pesticides et des engrais, engendre une « contamination » absolue des sols agricoles, pouvant se répercuter sur l'écosystème et la santé humaine par l'accumulation progressive de substances toxiques.

Notre étude réalisée à l'ITDAS de Hassi Ben Abdallah s'appuie sur l'impact de l'utilisation des pesticides et engrais durant dix ans sur les risques de pollution des sols agricoles de cette station.

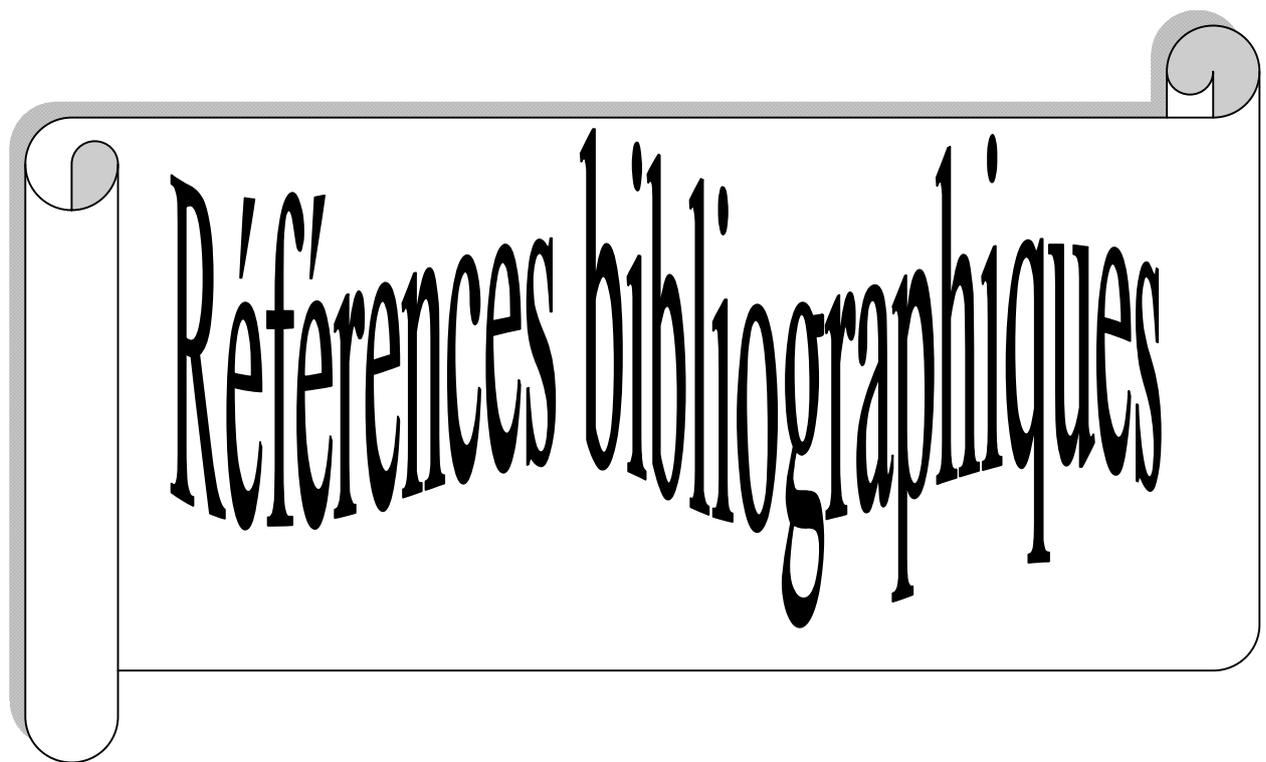
L'exploitation de l'ITDAS utilise comme toute exploitation agricole des pratiques culturales telles que les engrais en vue d'améliorer la production quantitativement et qualitativement. En parallèle, la protection des cultures contre divers ennemis est assurée par des traitements aux pesticides.

Suite aux enquêtes menées, suivies d'échantillonnages, nous avons effectué des analyses physico-chimiques pour tenter d'évaluer le degré de pollution des sols de cette station agricole. Les résultats obtenus montrent que le sol est purement sableux, ce qui permet un fort lessivage et donc de faibles accumulations de substances. Ainsi, le risque de pollution est faible à moyen selon les échantillons. En effet, une différence dans les teneurs des paramètres analysés a été observée. Généralement, on remarque une augmentation des quantités de substances, des horizons superficiels vers les horizons inférieurs (horizons d'accumulations). Ainsi, concernant les nitrites (ions toxiques, non assimilables par les plantes), on aperçoit une teneur de 0 mg/kg dans notre sol nu (témoin) et une teneur de 1.45 mg/kg dans la serre normale, cultivée en 2013 (SN2).

Ces concentrations sont très faibles, ce qui nous permet de conclure que notre sol n'est pas pollué. En ce qui concerne le phosphore, la concentration est d'environ 1 mg/kg dans le sol nu et de 146 mg/kg dans le sol de la serre normale (SN2), cultivée en 2014

Cette étude de la pollution du sol de l'exploitation de l'ITDAS et vu les paramètres climatiques (forte évaporation) et texture du sol (sableuse) de la région, aident les ions à s'infiltrer en profondeur, pouvant atteindre les nappes souterraines. Parmi les recommandations, nous proposons:

- D'effectuer des analyses concernant d'autres substances en relation avec la composition des pesticides.
- D'étendre les investigations vers les nappes souterraines, zones d'accumulation de divers produits agricoles (engrais et pesticides).



Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AFNOR, 1999.** *Qualité des sols*. AFNOR. Paris. Vol 1, 567p.
2. **AMARA., A, 2012.** Evaluation de la toxicité de pesticides sur quatre niveaux trophiques marins : micro-algues, échinoderme, bivalves et poisson. Thèse de doctorat en Biologie de l'environnement, des populations, écologie. cotutelle entre L'université De Tunis El-Manar Et L'université De Bretagne Occidentale.213p.
3. **ARPSAH (Association régionale des pays de la Loire pour la promotion de la santé par l'amélioration de l'hygiène), 1995.** Les produits phytosanitaires, la santé et l'environnement. 46P
4. **AISSAOUI., A, 2013.**évaluation de niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles. Magister de biologie. Université de Tizi ouzou.75p.
5. **AYAD-MOKHTARI., N, 2012.** Identification et dosage des pesticides dans l'agriculture et les problèmes d'environnements liés. Magister chimie organique. Université d'Oran.85p
- 6.
7. **BOUAMMAR., B ET BEKHTI., B, 2010.** Trajectoires d'évolution des nouvelles exploitations agricoles oasiennes de la zone de Hassi Ben Abdellah (Ouargla). Revue du chercheur N° _ 08/2010. 58- 64 P. Université de Kasdi Merbah, Ouargla – Algérie.
8. **BOUAMMAR., B, 2010.** Le développement agricole dans les régions sahariennes étude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008). Thèse pour l'obtention d'un diplôme de doctorat en Sciences Economiques. Université de Kasdi Merbah – Ouargla.296p
9. **BOUHANNA., A, 2011.** Effet de la mise en culture d'une fabacées fourragère: la luzerne (*Medicago sativa L.*) sur quelques paramètres physico-chimiques du sol. Cas de Hassi ben Abdallah Ouargla. Mémoire d'ingénieur en Agronomie université de Ouargla. 67p.
10. **BEAUDIN., I; GIROUX., M; MICHAUD., A; BEAUDIT., P, 2008.** Les sources, les formes et la gestion du phosphore en milieu agricole: fiche technique N 02. P1
11. **BRAQUENIER., J-B, 2009.** Etude de la toxicité développementale d'insecticides organophosphorés : Analyse comportementale de la souris CD1. Thèse de doctorat en Sciences et Gestion de l'Environnement. Université de Liège.200p

Références bibliographiques

12. **CALVET., R, 2000.** Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure, phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France). pp83-90.
13. **CHASSIN., P, BAIZE., D, CAMBIER., PH, ET STERCKEMAN., T, 1996.** Les éléments traces métalliques et la qualité des sols : impact à moyen et à long terme. Forum « le sol un patrimoine menacé? ». Paris (France). pp297-303.
14. **CHELOUFI., H, 1991,** Etude de devenir de fertilisants azotés minéraux dans les quatre types de sols cultivés Lorrains : conséquence agronomiques et écologique. Thèse de doctorat sciences agronomique. Institut national polytechnique de Lorraine.150p.
15. **CHABALIER.,P-C, DE KERCHOVE., V, MACARY., H-S, 2006.** Guide de la fertilisation organique à La Réunion. Pp 5.
16. **CLAUDIN., J, HOUREOU., H. N, ET POUGET., M, 1979.** Etude bioclimatique des steppes algériennes (avec carte 1/1 000 000). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, Alger.
17. **DA LAGUE., A ET METAILIE., G, 2005.** Dictionnaire de biogéographie végétale. CNRS éditions, paris,. P494
18. **DIEYE., O, 1998.** Etude analitique et toxicologique Des pesticides presents dans les Effluents liquides d'une usine De formulation:SENCHEMA6. Doctorat en pharmacies. Universite cheikh anta diop de dakar. 93p
19. **DI CORCIA., A; MARCHETTI., M 1991.** Multirsidue method for pesticides in drinking water usinga graphitized carbon black cartridge extraction and liquid chromatographic analysis . analytical chemistry, vol 63; pp580-588
20. **EASTON., Z, TECH., V, LASSITER., E, 2013.** Denitrification management. Publication BSE-54P. College of Agriculture and Life Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University.5p
21. **FAIT., A, IVERSEN., B, TIRAMANI., M, VISENTIN., S, MARONI., M, 2004.** Prévention des risques pour la santé liées à l'utilisation des pesticides dans l'agriculture, série protection de la santé des travailleurs, No ; 1. 35p
22. **FAO, 2000.** Stratégies en matière d'engrais. Chapitre 03. les engrais et le développement de l'agriculture. pp 15-27

Références bibliographiques

23. **FAO, 2003.** Les engrais et leurs applications. Quatrième édition. P3
24. **GRASSET., D, 2008.** Les engrais Organo-minéraux ; la lettre UNIFA No 17, 2ème semestre 2008 .13p
25. **HAMDALLAYE ACI 2000.** Programme Africain relatif aux Stocks de Pesticides obsolètes (PASP-MALI).pp1
26. **IAU (institut d'aménagement et d'urbanisme), 2010.** Produits phytosanitaires risques pour l'environnement et la santé; Connaissances des usages en zone non agricole. p22
27. **INRA, 1997.** Evaluer l'impact des pesticides sur l'environnement, N°31. 22p
28. **INRA, Décembre 2005.** Pesticides, Agriculture et environnement; Réduire l'utilisation des pesticides et en limiter les impacts environnementaux.26p
29. **INERIS, 2005.** Les engrais solides à base de nitrate d'ammonium. version 5. PP 5
30. **INSERM, 2013.** Pesticides, Effets sur la santé, Synthèse et recommandations. Pp 1
31. **JEANNOT, R., LEMIERE B., CHIRON S. AUGUSTIN F. ET DARMENDRAIL D., 2000.** Guide méthodologique pour l'analyse des sols pollués. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. France. 134p
32. **JUC., L, 2007.** Etude Des Risques Lies A L'utilisation Des Pesticides Organochlores Et Impact Sur L'environnement Et La Sante Humaine. Thèse Doctorat En Co-Tutelle. Université Claude Bernard - Lyon 1. 185p
33. **JOSHUA P. SCHIMEL, MARY K. FIRESTONE et KENNETH S. KILLHAMt, 1984.** Identification of Heterotrophic Nitrification in a Sierran Forest Soil. Vol. 48, No. 4. Department of Plant and Soil Biology, University of California, Berkeley, California 94720. 802-806p
34. **LFDA ; ROC ; Univers-nature, 2002.** Homme, nature et pesticides - Dossier de Presse - septembre 2002 conférence de presse. 30 p

Références bibliographiques

35. **LACHAMBRE., M et FISSON., C, 2007.** La contamination chimique : quel risque en estuaire de seine ? – Fiche substance : pesticides organoazotés – Atrazine, Simazine. 13 p
36. **MARSCHNER., M, 1995.** Mineral Nutrition in Higher Plants. 2 ed. London: Academic Press. P6
37. **MATHIEU.,C, PIELTAIN.,F, 2009.** Analyse chimique des sols. Méthodes choisies.376p
38. **Mérigout., P, 2006.** Étude du métabolisme de la plante en réponse à l'apport de différents fertilisants et adjuvants culturaux. Influence des phytohormones sur le métabolisme azoté. Docteur en institut national agronomie Paris-Grignon.110p
39. **MOULOUEL., N, 2008.** Caractérisation des produits phytosanitaires périmés (le méthyl parathion et le fenitrothion) étude de la dégradation fenitrothion par hydrolyse. Magister en chimie. Université de M'hamed bouguerra de Boumardes .78p
40. **MAISON DE LA CONSOMMATION ET DE L'ENVIRONNEMENT, 2003.** PESTICIDES. Réglementation et effets sur la sante et l'environnement. Février 2003. 30 p
41. **MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE, 2005.** Agriculture et environnement rapport à la commission des comptes et de l'économie de l'environnement.337p
42. **MEBARKI., A, 2005.** Hydrologie des bassins de l'Est algérien : Ressources en eau,aménagement et environnement. Thèse de doctorat d'état en hydrologie de l'environnement. Université de Montouri Constantine, faculté des sciences de la terre, de géographie et de l'aménagement des territoires.321p
43. **NDOYE., M, 1998.** Qualité et traitement des eaux usées domestiques et agricoles.30p
44. **ONM, 2014.** Office national de la Météorologie, synthèse des données climatiques de Hassi ben Abdallah.
45. **ORE; OBSERVATION REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT.2011.** Nitrates et pesticides dans l'eau destinée à la consommation humaine: les dossiers de l'environnement en Poitou-Charentes N°09.13p

46. **OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT OFEV.2008.** Écologie et protection des plantes; Guide d'utilisation des produits phytosanitaires. Chapitre 3: substances chimiques. 52-77p
47. **PROGRAMME MONDIAL DU RECENSEMENT DE L'AGRICULTURE, 2010.** Chapitre 10. Les bases de sondage des recensements et des enquêtes agricoles. Pp 73-81
48. **POUSSET, 2002.** Engrais vert et fertilité des sols. 2 édition. page 3/ N page 301
49. **PIEDRAFITA CARNICER., M-V, 2007.** La pollution ponctuelle des sols: Le cas des stations-service dans la Région de Bruxelles-Capitale. Mémoire d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement. Université Libre de Bruxelles. 154p
50. **PETIT., J ET JOBIN., P, 2005.** La fertilisation organique des cultures Les bases.48p
51. **RODIER., J ET AL, 2005.** L'analyse de l'eau.8^e édition Dunod.1383p
52. **ROUSSEAU., N, ROY., N, CANTIN., P, CARDINAL., P, 2004.** Etude sur la qualité des eaux potable dans les bassins versants en surplus de fumier et impacts potentiels sur la santé. Méthodologie. MENV, MSSS, MAPAQ, INSPQ, ISBN.2-550-43507.Enviro doq ENV/2004/0311. 35p.
53. **SCHRECK., E, 2012.** Influence des modes d'entretien du sol en milieu viticole sur le transfert des pesticides vers les eaux d'infiltration – Impact sur les lombriciens. Thèse de Doctorat en écotoxicologie. l'Université Toulouse III.297p
54. **TRON., I , PIQUET., O; COHUET., S; 2001.** Effets chroniques des pesticides sur la santé : état actuel des connaissances, partie 1(7- 27p)
55. **TESSIER., M, 2005.** Quelques notions de fertilisation. 46p
56. **VIELEFON, 1979.** Contribution à l'amélioration de l'étude analytique des sols gypseux. Document de l'ORSTOM, Paris, sér.pédo, (17).pp195-201
57. **VIENNOT., P, LEDOUX., E, MONGET., J-M, SCHOTT., C, GARNIER., C ET BEAUDOIN., N, 2009.** La pollution du bassin de la seine par les nitrates, Comprendre l'origine et la migration des nitrates dans l'écosystème pour mieux protéger les aquifères. P9

Références bibliographiques

58. **ZAHRI ., S, 2008.** Caractérisation physique et bactériologique de l'eau du lac de Hassi Ben Abdallah. Mémoire d'ingénieur en biologie-Aquaculture, université de Ouargla.58p.
59. **ZAHRI ., A, 2010.** Préservation et développement des ressources phylogénétiques, espèces maraichères annuelles sous serre (Hassi Ben Abdallah). Mémoire d'ingénieur en Agronomie, université de Ouargla.98p.

Site web

- [https://fr.scribd.com/doc/107178853/Pollution-Du-Sol-Par-Les Pesticides-Et-Les-Engrais](https://fr.scribd.com/doc/107178853/Pollution-Du-Sol-Par-Les-Pesticides-Et-Les-Engrais)
- ISO: <http://www.iso.ch>
- http://www.sdec-france.com/ouverturepdf.php?file=1172160165_6.pdf
- www.tirogaverd.com › Pelouse naturelle › Engrais › D'autres engrais
- www.compo-expert.com/fr/...de.../gamme-des-chelates-de-fer.html



Annexes



Serre naturelles dites simples au niveau de l'exploitation de l'ITDAS



La palmeraie de l'exploitation de l'ITDAS



Les serres multi chapelles de l'exploitation de l'ITDAS



Le plein champ de l'exploitation de l'ITDAS



Le sol nu (témoin) de l'exploitation de l'ITDAS

Echelle de pH de l'extrait aqueux au 1/5 (SOLTNER, 1989)

pH	Eau
5 < pH < 5,5	Très acide
5,5 < pH < 5,9	acide
6 < pH < 6,5	Légèrement acide
6,6 < pH < 7,2	Neutre
7,3 < pH < 8	Alcalin
pH > 8,5	Très alcalin

Echelle de salinité de l'extrait aqueux au 1/5 (AUBERT, 1978)

C.E Ds/m à 25 °C	Degrés de salinité
< 0.6	Sol non salé
0.6 < C.E < 1,2	Sol peu salé
1.2 < C.E < 2.4	Sol salé
2.4 < C.E < 6	Sol très salé
> 6	Sol extrêmement salé

Classe des fractions granulométrique: classification d'ATTERBERG adoptée par l'association internationale de la science du sol.

Diamètre des particules	Fraction granulométrique
2 mm-1 mm	Sable très grossier
1mm-0,5 mm	Sable grossier
0.5 mm- 0.2 mm	Sable moyen
0.2 mm – 0.1 mm	Sable fin
0.1 mm- 0.05 mm	Sable très fin
0.05 mm- 0.02 mm	Limon grossier
0.02 mm-0.002 mm	Limon fin
< 0.002 mm	argile

Calcul des paramètres de pollution (NH_4^+ , PO_4^- , NO_2^- , NO_3^+)

- Nitrate

$$\text{N- NO}_3^+ \mu\text{g.g}^{-1} = \text{G} * \text{V} / \text{S}$$

D'où:

G: N- NO_3^+ en mg/l

V: volume d'extraction (ml)

S: poids de la prise de terre (g)

- Ammonium

$$\text{N- NH}_4^+ \mu\text{g.g}^{-1} = \text{G} * \text{V} / \text{S}$$

D'où:

G: N- NH_4^+ en mg/l

V: volume d'extraction (ml)

S: poids de la prise de terre (g)

- Phosphore

$$\text{P } \mu\text{g.g}^{-1} = \text{C} * \text{V} / \text{S}$$

D'où:

C: P microgrammes de phosphore déterminés sur la courbe d'étalonnage ($\mu\text{g.ml}^{-1}$)

V: volume d'extraction (ml)

S: poids de la prise de terre (g)