

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA
FACULTÉ DES SCIENCES AGRO-VÉTÉRINAIRES
DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Agronomie
Spécialité : Phytopharmacie

THÈME

**Effet des produits phytosanitaires et les engrais, sur
l'abondance des métaux lourds (Cu, Zn) dans le sol,
l'eau et le végétal dans la région de Biskra.**

Présenté par

GUESMIA Hadjer

Aucune source spécifiée dans le document actif.

Soutenue publiquement devant le jury composé de :

M ^{me} . GUENDOZ A.	Professeur	U.S.D-Blida	Présidente
M ^r . DJAOULI Z.	Maître de conf.A.	U.S.D-Blida	Examineur
M ^{me} . MELLOUK S.	Attachée de Recherche.	CRSTRA BISKRA	Examinatrice
M ^r . MOUSSI A.	Maitre de conf.B.	U.M.K-BISKRA	Promoteur
Mr. GUIMEUR K.	Maître assistant A	U.M.K-BISKRA	Co-promoteur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2011/ 2012

Résumé

Les métaux lourds sont toxiques lorsqu'ils dépassent les seuils où ils deviennent dangereux.

Les résultats obtenus montrent que la teneur de Cu et de Zn dans les sols affectés par les engrais et les produits phytosanitaires reste au-dessous du seuil de toxicité.

L'étude statistique indique que la concentration de cuivre dans le sol n'est pas influencée par la teneur du zinc. Ainsi que la concentration de Cu Zn n'est pas influencées par les autres facteurs étudiés (pH, CE et CaCO_3) alors qu'il est influencé par le Cu d'eau d'irrigation.

Concernant le cuivre, on remarque qu'il n'y a pas de différence significative entre les différents organes. Alors qu'elle existe entre les sites mais cette différence peut être attribuée aux cultures pratiquées.

Mots Clés : sols affectés, engrais, produits phytosanitaires, Cu et Zn.

summary

The heavy metals are toxicant, when they pass the pollution threshold so they become dangerous.

The results show that the concentration of Cu and Zn in soils which affected by fertilizer and phytosanitary products to stay away of the threshold of toxication.

Statistical analysis indicates that the concentration of copper in the soil is not influenced by the content of zinc. as the concentration of cu zn is not influenced by other factors are studying (pH, EC and caco3)

while highly significant zinc content between the different bodies whose leaves and roots are first followed by teneur in stems and fruits last places.

for copper, we note that there is no significant difference between the different bodies. while between the sites, but this difference can be attribuée the crops grown.

Mots Clés: sols affectés, engrais, produits phytosanitaires, Cu et Zn.

ملخص

تعتبر المعادن الثقيلة سامة إذا تجاوزت عتبة التلوث أين تكمن خطوتها. أظهرت النتائج المتحصل عليها أن تركيز النحاس والزنك في التربة المتضررة بالأسمدة و المبيدات الكيميائية بعيدة عن عتبة التلوث.

ولقد أشارت الدراسة الإحصائية أن تركيز النحاس في التربة لا يتأثر بتركيز الزنك. كما أنه لا يتأثر بالعوامل المتعلقة بالتربة أيضا بما في ذلك (درجة الحموضة، و $CaCO_3$ CE)، في حين أن النحاس و الزنك الموجودان في التربة يتأثران بفعل نحاس و زنك المتواجدان في مياه الري. أما في ما يخص النحاس فإننا نلاحظ أنه لا يوجد اختلاف كبير بين مختلف الأجزاء فيما بينها وإنما يكمن الاختلاف بين المواقع أو بالأحرى نوع النبات المزروع .

كلمات المفتاح: التربة الملوثة، الأسمدة، المبيدات، النحاس والزنك

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes proches de mon cœur, surtout à mes parents pour toutes les souffrances qu'ils ont endurées pour assurer une bonne éducation et permettent une vie décente aussi pour m'avoir soutenu avec leurs encouragements et leurs conseils précieux.

À mon mari qui m'a soutenu et m'a comblé de sa générosité sans limite, tout le long de la réalisation de cette thèse.

À mes frères et sœurs.

À toute la famille.

À toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de m'es avoir aidé toutes ces années d'étude et m'es avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer notre travail.

Il m'est agréable de rendre hommage et d'exprimer ma reconnaissance à tous ceux qui ont manifesté de l'intérêt et m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je dois remercier particulièrement :

Je tiens à présenter mes chaleureux remerciements à madame la présidente de jury ; Professeur GUENDOUZ A. pour présider le jury examinant ce travail.

Je tiens à remercier les membres de jury examinateurs :

Maître de conf.A. Mr DJAOULI Z. et l'attachée de recherche M^{me} MELOUK S. de ses conseils et pour mon honorer de faire partie du jury de soutenance de mon mémoire.

Aussi, tiens-je à remercier énormément mon promoteur, Maître de conf.B. M^r MOÛSSI M. pour avoir accepté de diriger cette thèse tout le long de sa réalisation. et mon co-promoteur le maître assistant M^r GUIMEUR R. d'avoir bien voulu assurer la direction de cette thèse, de l'avoir encadré et d'avoir mis à mon disposition tous les moyens et matériels nécessaires pour accomplir ce travail.

Mes remerciements vont aussi à tous mes amis et tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
-------------------	---

Partie I Synthèse bibliographique

Chapitre « 1 » La pollution et les métaux lourds

Introduction.....	3
I- La pollution.....	3
I.1-Définition de la pollution.....	3
I.2-Sources de la pollution.....	3
I.3-Classification des pollutions.....	4
I.4- Pollution des sols.....	4
I.4.1- Source de la pollution des sols.....	4
II- Métaux lourds.....	7
II.1- Définition des métaux lourds.....	7
II.2- La spéciation des métaux dans les sols.....	7
II.3- Rôle des Métaux lourds.....	8
II.4- Origine de la contamination des sols par les métaux lourds.....	8
II.4.1- Origine naturelle.....	8
II.4.2- Origine anthropique.....	9
II.5- Mobilité et biodisponibilité des métaux lourds.....	9
II.5.1- Mobilité.....	9
II.5.2- Biodisponibilité.....	9
II.5.3- Influencent des caractéristiques physico-chimiques du sol sur la disponibilité des éléments mineurs.....	10
II.6- La phytotoxicité par des oligo-éléments.....	11
II.6.1- Effet des métaux lourds sur l'environnement.....	11
II.6.2- Effet des métaux lourds sur les plantes.....	12
III- Caractéristiques des métaux lourds.....	13
III.1- Le cuivre.....	13
III.1.1- Cuivre total dans le sol.....	13
III.1.2 -Différentes formes d'un même élément.....	13
III.1.3 - Causes de déficience en cuivre.....	14
III.1.4 - Correction de la déficience en cuivre.....	14
III.1.5 -Excès du cuivre.....	14
III.1.6 -Les plantes sensibles et symptômes de carences en cuivre.....	14
III.2- Le zinc.....	15
III.2.1- Zinc total dans le sol.....	15
III.2.2- Solubilité du Zinc.....	15
III.2.3 - Mobilité du Zinc.....	16
III.2.4 - Causes de déficience.....	16
III.2.5 - Les symptômes de déficience en zinc.....	16
III.2.6 - Excès de zinc.....	17
III.2.7 -Les plantes sensibles et symptômes de carences en zinc.....	17

Chapitre « 2 » Les produits phytosanitaires et les engrais

I. Les produits phytosanitaires.....	18
I.1 Généralités sur les produits phytosanitaires.....	18

I.2 Aperçu historique	18
I.3-Définition des produits phytosanitaires.....	19
I.4-Conception des produits phytosanitaires.....	21
I.5-Classification des produits phytosanitaires.....	22
I.5.1-Types de produits phytosanitaires	22
I.5.2 Familles chimiques.....	22
I.5.3 Les Produits Organiques Persistants (POP)	23
I.6-Propriétés des produits phytosanitaires	23
I.7-Intérêt de la protection des cultures	23
I.8 Les produits phytosanitaires en Algérie.....	24
I.8.1- Pesticides les plus utilisent en Algérie.....	24
I.8.2- Situation des produits phytosanitaires organochlorés	24
en Algérie.....	24
I.9- Les produits Chimiques dans la région de Biskra.....	25
I.9.1- Différentes produits phytosanitaires vendus au de la région de Biskra.....	25
I.9.2- Principaux produits Chimiques utilisés dans la région de Biskra.....	25
II- Les engrais.....	27
II.1-Définition des substances nutritives	27
II.2-Définition des engrais	27
II.3-Définition des engrais commerciaux	28
II.4-Importance des engrais	29
II.5 -Importance d'épandage d'engrais.....	29
II.6-Types des engrais.....	29
III. Conclusion.....	30

Partie II : Expérimentation et Résultats

Chapitre «1 » Présentation de la région

I- Situation géographique et administratif de la région.....	31
II-Données climatiques	32
II.1 Température	32
II.2. Les précipitations	32
II.3. L'humidité	33
II.4 Les vents	33
III. Synthèse climatique.....	34
III.1 Diagramme Ombrothérmique de GAUSSEN.....	34
III.2 Climagramme pluviométrique d'EMBERGER.....	35
IV – Relief.....	37
V - Les ressources en eau	37
V.I - L'hydrologie superficielle	37
V.II - L'hydrogéologie.....	38
VIII - La géologie.....	38
IX – Végétation.....	38

Chapitre «2 »Matériel Et Méthodes

I-Objectif du travail.....	39
II-Matériels et méthodes d'études	39
II-1 Choix de terrain	39
II-2 L'échantillonnage.....	40
II-2.1 Pour le sol	40
II-2-2 Pour l'eau	41
II-2-2 Pour la production végétale	41
III-1 Étude de laboratoire.....	43

III-1-1 Analyse de routine	43
III-1-2 Analyse des métaux lourds (Cu, Zn) par l'acétate d'ammonium en présence d'EDTA.....	44

Chapitre «3 » Résultats Et Discussions

Introduction.....	48
I- Analyses physicochimiques des sols	48
I-1 pH des sols	48
I-2 Conductivité électrique.....	49
I-3 Calcaire total.....	50
II-Analyses chimiques des eaux d'irrigation	52
II-1 pH des eaux d'irrigation	52
II-2 Salinité des eaux d'irrigation	52
II-3 La qualité d'eau d'irrigation	53
II-3-1 Les Cations	53
II-3-2 La classification des eaux.....	54
II-3-3 Les anions.....	54
III-Analyse des métaux lourds.....	55
III-1 Dosage du Cuivre	55
III-1-1 dans le sol.....	55
III-1-2 dans l'eau d'irrigation.....	56
III-1-3 Dans le végétal	57
III-2 Dosage du Zinc.....	58
III-2-1 dans le sol.....	58
III-2-2 dans l'eau d'irrigation.....	59
III-2-3 dans le végétal.....	60
conclusion générale.....	61
Références bibliographiques.....	61
Annexe	

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES, ET TABLEAUX

Figure 01 :situation géographique de la zone d'étude.....	31
Figure 02 :Températures moyennes mensuelles de la période 2002 – 2011.....	32
Figure 03 :Précipitations moyennes mensuelles durant la période 2002 – 2011.....	33
Figure 04 :L'humidité relative moyenne mensuelle durant la période.....	33
Figure 05 :Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra pour la période 2002 – 2011.....	34
Figure 06 :Vitesse de vent moyenne mensuelle durant la période 2002 – 2011.....	35
Figure 07 :Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger.....	36
Figure 08 :prélèvement du sol par une tarière.....	40
Figure 09 :Variations du pH des sols pour les trois sites.....	48
Figure 10 :Variations de la conductivité électrique des sols des trois sites.....	49
Figure 11 :Variations du calcaire total pour les trois sites.....	50
Figure 12 :Variations du pH des eaux d'irrigation.....	52
Figure 13 :Variations de la salinité des eaux d'irrigation.....	52
Figure 14 :Variations des cations des eaux d'irrigation pour les trois sites.....	53
Figure 15 :Variations des anions des eaux d'irrigation.....	54
Figure 16 :Variation du Cuivre dans le sol des trois sites.....	55
Figure 17 :Variations du Cuivre dans l'eau d'irrigation pour les trois sites.....	56
Figure 18 :Variations du Cuivre dans la culture de concombre et de Tomate dans les trois sites.....	57
Figure 19 :Variations du Zinc dans le sol des trois sites.....	58
Figure 20 :Variations du Zinc dans l'eau d'irrigation.....	59
Figure 21 :Variations du zinc dans la culture de concombre et de Tomate dans les trois sites.....	60

Tableau 01 :Classification des principaux types de polluant ou de nuisances.....	05
Tableau 02 :Les valeurs de facture de transfert de certains métaux lourds du sol vers les plantes.....	13
Tablea03 :Principaux produits phytosanitaires (fongicide) à base de Cu et Zn utilisés dans la région de Biskra.....	25
Tablea04 :Principaux Engrais à base de Cu et Zn utilisés dans la région de Biskra.....	26
Tablea05 :Éléments nutritifs principaux et éléments nutritifs traces, pour les plantes.....	28
Tablea06 :période de prélèvement des échantillons du sol, d'eau et de végétal.....	41
Tablea07 :Identification des échantillons du sol, d'eau et de végétal.....	42
Tablea08 :Concentrations des solutions étalent Cu et Zn pour les échantillons de végétal.....	46
Tablea09 :Concentrations des solutions étalent Cu et Zn pour les échantillons d'eau.....	47
Tablea10 :Les résultats de classification d'eau d'irrigation.....	54

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le sol est une ressource fondamentale pour la production agricole. Ce n'est pas seulement un support pour la plante, c'est aussi un réservoir de nutriments et d'éléments essentiels. Cependant, du fait de l'intensification de l'agriculture, le sol est menacé par l'érosion, la pollution et la baisse de fertilité (Janvier, 2007) sans oublier les mauvaises et inappropriées pratiques agricoles.

L'usage généralisé des produits chimiques en agriculture notamment les engrais minéraux et les produits phytosanitaires ont rendu possible l'intensification de l'agriculture avec un accroissement spectaculaire des rendements des cultures (Mawussi, 2008) dont la plasticulture qui est l'une des agricultures intensives par excellence.

L'utilisation des pesticides et des fertilisants minéraux est un fait qui peut affecter la qualité des sols par sa modification physico-chimique et sa contamination (Le Clech, 1998 in Gomgnimbou et al, 2009) aussi la pollution par les pesticides peut entraîner la pollution des eaux de surface contaminées par le ruissèlement, ainsi que celle des nappes phréatiques (Antipolis, 2003).

Ces substances chimiques contiennent des teneurs relativement importantes d'éléments traces métalliques (ETM) qui montrent souvent des teneurs élevées de cuivre et de zinc. Les applications répétées sur une même parcelle peuvent potentiellement modifier les charges et la distribution de ces métaux dans les différentes fractions des sols, ...et perturber les équilibres sol-solution (Giroux et al, 2005).

La pratique des cultures maraîchères sous serre dans la wilaya de Biskra s'est très vite propagée, actuellement la wilaya de Biskra occupe la première place, au niveau national, dans la production de primeurs maraîchères (Ramdani N et al, 2009). L'augmentation des rendements a été obtenue par un recours de plus en plus important aux produits phytosanitaires et aux engrais principalement dans la région de M'Ziraa et d'El Ghrous, (sans oublié Sidi Okba, Branis,...) qui sont connus par leur abondante de production maraîchère (Tomate, piment, aubergine, melon,...) mais aussi par le nombre élevé de point de vente des produits phytosanitaires.

Aujourd'hui la contamination des sols due à l'activité agricole devient un problème préoccupant. De ce fait, il est impératif d'avoir des réponses sur l'abondance des métaux lourds dans les sols et les eaux de notre région après des

apports à long terme des engrais et des pesticides ainsi que leurs conséquences sur la végétation.

Dans ce contexte, notre travail consiste à étudier l'effet toxique des produits phytosanitaires et des engrais sur l'abondance des métaux lourds et en particulier le cuivre et le zinc dans le sol, l'eau et le végétale. Pour cela nous avons choisis trois sites d'études dans la région de Biskra qui sont Branis, El Ghrous et Sidi Okba.

A cet effet, nous avons devisé ce travail en trois parties :

- La première est celle de la synthèse bibliographique dans laquelle nous présentons deux chapitres qui sont : *la pollution et les métaux lourds* et *les produits phytosanitaires et les engrais* en les mettant en relief et relation avec l'interaction sol, eau et plantes.
- La deuxième partie est consacrée aux matériels et méthode d'étude.
- La troisième partie comporte les résultats obtenus et la discussion.
- Et enfin, une conclusion générale.

Partie I

Synthèse bibliographique

CHAPITRE « 1 »

LA POLLUTION ET LES MÉTAUX LOURDS

Introduction

Fort utilisé de nos jours, le terme de pollution recouvre bien des acceptions et qualifie une multitude d'action qui dégradent l'environnement, Ce vocable désigne sans aucune ambiguïté les effets de l'ensemble des composés toxiques libérés par l'homme dans la biosphère. A l'opposé, son emploi paraît moins évident au profane lorsqu'il concerne le rejet dans l'environnement de substances naturelles, voire biogènes, mais qui peuvent exercer une action perturbatrice dans les écosystèmes pollués du fait que l'homme en modifie de façon importante leur concentration. Tel est par exemple le cas du gaz carbonique rejeté dans l'atmosphère par suite des combustions ou encor des nitrates et des phosphates introduit dans les eaux continentales par suite de leur usage systématique comme engrais et pesticides en agriculture (Ramade, 2002).

I- La pollution

I.1-Définition de la pollution

La définition la plus précise du terme de pollution a été donnée par le premier rapport du Conseil sur la Qualité de l'Environnement de la Maison Blanche(1965) : « La pollution » dit ce rapport « est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux de l'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles, en eau et en produit biologiques. Elle peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physique qu'il possède ou les possibilités récréatives du milieu» (Ramade, 2002).

I.2-Sources de la pollution

La production d'énergie, vient largement en tête des innombrables sources de pollution propres à la civilisation industrielle moderne, elle fait appel aux combustibles fossiles, l'énergie nucléaire et la pollution thermique (Ramade, 2002).

Les pollutions par les industries, en particulier métallurgiques et chimiques, représente une cause essentielle de pollution (Ramade, 2002).

Les pollutions par l'agriculture moderne sont aussi devenues une cause importante de contamination des sols et des eaux par suite de l'usage systématique des engrais chimique et des pesticides dont certains présentent une telle toxicité qu'ils s'apparentent aux armes chimiques. Les pollutions agricoles présentent la particularité d'être diffuses, les engrais et pesticide étant répandus sur de vastes surfaces. Ainsi, aux États-Unis, environ 250 millions d'hectares de terres cultivées et de prairies font l'objet de plusieurs traitement annuels avec divers pesticides, quelque 1200 composées chimiques y étant homologué pour de tels usages. Au cours des années 1990, environ 270 000 ton par an de pesticides (produit purs) étaient utilisés dans ce même pays (Ramade, 2002).

I.3-Classification des pollutions

Donner une classification des pollutions présentes toujours un aspect arbitraire, plusieurs critères pouvant être utilisés. Une des façons les plus simples de procéder consiste à combiner la nature de l'agent polluant et le type de milieu contaminé de façon prépondérante (Tableau 01).

I.4- Pollution des sols

D'après (Bliefert et Perraud, 1997) les pollutions du sol peuvent apparaitre de différentes manières. Une grande partie des composés, qui ont de l'influence sur les sols et sur les organismes qu'ils contiennent.

I.4.1- Source de la pollution des sols

D'après (Mazoyer, 2002) les causes de la pollution des sols liées à l'activité agricole proviennent essentiellement de l'existence, dans les produits utilisées pour fertiliser ou traiter les cultures, de différents composés toxiques. Ces derniers sont souvent présents en très petites quantité, mais leur accumulation lente peut entraîner la contamination de certains sols cultivés, ces substances sont en effet très peu mobiles dans le sol et sont peu absorbées par les plantes.

Selon (Stengel et Gelin, 1998) Ces produits toxiques parviennent-ils aux sols par différentes voies :

I.4.1.1- Par voie atmosphériques

En plus de ses composants gazeux, l'atmosphère contient des particules, les aérosols, qui proviennent de sources variées, naturelles ou liées aux activités humaines.

Tableaux 01 : Classification des principaux types de polluant ou de nuisances

Classification des principaux types de polluant ou de nuisances					
Type de pollutions (ou de nuisances)	Nature du polluant		Milieu affecté		
			Air	Eau	Sol
I. Physiques	Radioactive	Radionucléides (rayonnements)	+	+	+
	Thermique	Chaleur	+	+	
	Nuisance sonore	Bruits et vibrations à basse fréquence	+		
II. Chimiques		Dérivés gazeux du carbone et hydrocarbures liquide.	+	+	+
		Détersifs.		+	
		Matière plastiques.		+	+
		Pesticides et autres composés organiques de synthèse.	+	+	+
		Dérivés du soufre.	+	+	+
		Dérivés de l'azote.	+	+	+
		Métaux toxique	+		+
		Fluorures.	+		
		Particules solides (« aérosols »).		+	
		Matières organiques fermentescibles.			
III. Biologiques		contamination microbienne des milieux inhales ou ingérés.	+		
				+	+
IV .Nuisances esthétiques		Dégradation des sites et des paysages par l'urbanisation Sauvage.			
		Implantation d'industries ou d'infrastructure lourde dans des écosystèmes naturels ou peu modifiés.	+		+

(Source : Ramade, 2002)

I.4.1.2- Par épandage des déchets.

La matière organique, les éléments fertilisants et les boues d'épuration contiennent souvent des substances toxiques, en particulier des métaux à l'état de trace qu'il est actuellement impossible d'extraire dans des conditions techniquement et économiquement acceptable.

I.4.1.3- Avec les apports de phosphates

Une étude réalisée sur des parcelles témoins, existant depuis 1929 sur le domaine de l'INRA à Versailles, a confirmé que la contribution des engrais phosphatés représente une part importante de la pollution totale en cadmium des sols qui ne reçoivent pas d'autres épandages.

I.4.1.4- A la suite de l'utilisation de pesticides (minéraux et organiques)

Parmi les sources de contamination diffuse les matières fertilisantes et les produits de traitements des cultures. Les engrais issus de gisements minéraux et les amendements organiques apportent des quantités significatives d'éléments traces. De nombreux traitements pesticides contribuent à la contamination des sols. Des études récentes indiquent que les pesticides organiques actuellement utilisés peuvent perturber l'activité microbienne dans le sol pendant quelques semaines.

I.4.1.5- Par le fond pédo-géochimique naturel

Les sols comportent naturellement des éléments traces métalliques, héritage de la roche mère. Ces éléments sont en partie absorbés par les racines des plantes puis libérés plus tard dans le sol.

I.4.1.6- Au sein de sites pollués

Les sites pollués sont des sites dont le sol ou le sous-sol ou les eaux d'irrigations ont été pollués localement par d'anciens dépôts de déchets ou par l'infiltration de substances polluantes. Les sols comportent naturellement des éléments-traces métalliques, héritage de la roche mère et des retombées atmosphériques d'origine naturelles.

II- Métaux lourds

II.1- Définition des métaux lourds

D'après (Baker et Walker in Huynh, 2009). Le terme métaux lourds, « heavy metal », implique aussi une notion de toxicité. Le terme « éléments traces métalliques » est aussi utilisé pour décrire ces mêmes éléments, car ils se retrouvent souvent en très faible quantité dans l'environnement. (Stengel et Gelin, 1998) Ces éléments traces peuvent donc être des métaux (ex : Cd, Cs, Cu, Ni, Pb, Zn...) ou des éléments non métalliques (ex : F, Cl, B, I...). Leurs propriétés de toxicités expliquent ainsi la connotation négative du terme « métal lourd ». Ils peuvent se trouver dans l'air, dans l'eau et dans le sol (Bliefert et Perraud, 1997).

Selon (Anfossi et *al.*, 1997) Les définitions des métaux lourds sont multiples et dépendent du contexte dans lequel on se situe ainsi que de l'objectif de l'étude à réaliser.

- D'un point de vue purement scientifique et technique, les métaux lourds peuvent être également définis comme :

- tout métal ayant une densité supérieure à 5,
- tout métal ayant un numéro atomique élevé, en général supérieur à celui du Sodium (Z=11),
- tout métal pouvant être toxique pour les systèmes biologiques.

- Le géologue, par exemple, considérera comme métal lourd tout métal réagissant avec la pyrimidine (C₆H₅N).

- Dans les sciences environnementales, les métaux lourds associés aux notions de pollution et de toxicité.

De point de vue biologique, on en distingue deux types en fonction de leurs effets physiologiques et toxiques : Les métaux essentiels et les métaux toxiques (Loué in Huynh, 2009).

Conventionnellement, les éléments traces sont les 68 éléments chimiques naturels, la concentration moyenne dans la croûte terrestre pour chacun d'entre eux, inférieure à 0,1 pour mille. Ils ne représentent à eux tous que 0,6% du total, alors que les 12 éléments majeurs interviennent par 99,4% (Baize, 2000).

II.2- La spéciation des métaux dans les sols

D'après (Deneux-Mustin et *al.*, 2003) Les éléments sont rarement présents à l'état libre dans la solution du sol, qui contient de nombreux ligands inorganiques et

organiques d'origine naturelle ou anthropique pouvant former des complexes. De ce fait, les éléments solubles subissent des transformations chimiques qui dépendent de leur réactivité propre, de la forme sous laquelle ils sont introduits et, des propriétés physico-chimiques du sol. Il convient d'envisager aussi les processus biologiques (essentiellement microbiens) qui catalysent, orientent et contrôlent la plupart des processus physicochimiques dans les sols.

Les métaux qui arrivent au sol peuvent être distribués entre les différents compartiments du sol (dissous et solides) (Le coz et *al.*, 1996) :

- Adsorbés à la surface des minéraux argileux, oxydes de fer et manganèse, et à la matière organique.
- Présents dans le réseau des minéraux secondaires comme carbonates et sulfates.
- Occlus dans des matériaux amorphes comme les oxyhydroxydes de fer et manganèse, sulfures de fer et débris organiques.
- Présents dans les réseaux des minéraux primaires.

Dans les sols, les éléments peuvent être présents sous différents statuts chimiques : forme ionique hydratée, forme complexée avec les ligands organiques ou inorganiques (Deneux-Mustin et *al.*, 2003).

II.3- Rôle des Métaux lourds

Les métaux présents dans l'eau et l'environnement terrestre sont des éléments nécessaires au fonctionnement normal des plantes et des animaux. Ils jouent un rôle important dans (Verbanck in Guemaz, 2006) :

-La transformation de la matière, principalement dans les mécanismes enzymatiques.

-Aussi (Stengel et Gelin, 1998) du fait de leur toxicité, ils sont également employés, ou l'ont été, pour la protection des cultures (pesticides), dans des peintures de coques de bateaux, etc.

II.4- Origine de la contamination des sols par les métaux lourds

D'après (Robert et Juste in Huynh, 2009) Leur présence dans les sols peut être naturelle ou anthropogénique.

II.4.1- Origine naturelle

Les métaux lourds sont présents naturellement dans les roches, ils sont libérés lors de l'altération de celles-ci pour constituer le fond géochimique (Bourrelier

et Berthelin in Huynh, 2009). La concentration naturelle de ces métaux lourds dans les sols varie selon la nature de la roche, sa localisation et son âge. (Baize ,2000) Ce fond pédo-géochimiques local résulte des phénomènes naturels géologiques, pédogénétiques et autres.

II.4.2- Origine anthropique

La source majeure de contamination est d'origine anthropique. Au cours des décennies dernières, l'apport de métaux lourds au sol dans le monde s'est étendu ; à l'heure actuelle on l'estime à 22000 tonnes de cadmium, 939000 tonnes de cuivre, 783000 tonnes de plomb, et 1350000 tonnes de zinc (Singh et *al.* in Huynh, 2009). Les principaux types de pollutions anthropiques responsables de l'augmentation des flux de métaux, sont la pollution atmosphérique (rejets urbains et industriels), la pollution liée aux activités agricoles et la pollution industrielle (Baize in Huynh, 2009).

II.5- Mobilité et biodisponibilité des métaux lourds

Le sol est une matrice complexe qui exerce un effet tampon important sur les équilibres entre les éléments traces métalliques du sol et ceux en solution. Il est important que le sol conserve cette capacité régulatrice, qui protégé la chaine alimentaire des risques de contamination. Ce sont principalement la matière organique et l'argile qui permettent au sol du régulariser la mobilité et la biodisponibilité des éléments traces métalliques (Giroux et *al.* 2005).

II.5.1- Mobilité

Le terme mobilité c'est l'aptitude d'un élément à passer d'un compartiment du sol où il est retenu avec une certaine énergie dans un autre, où il est retenu avec une moindre énergie (Baize, 2000).

II.5.2- Biodisponibilité

Le terme biodisponibilité c'est l'aptitude d'un élément à passer d'un compartiment quelconque du sol dans un être vivant (bactérie, végétal, animal, homme) (Baize, 2000).

II.5.3- Influencent des caractéristiques physico-chimiques du sol sur la disponibilité des éléments mineurs

La plupart des composés organiques et minéraux du sol (argile, oxydes, matières organiques) possède des charges positives ou négatives de surface qui peuvent jouer un rôle dans l'échange et l'adsorption d'ions ou de molécules organiques (Deneux-Mustin et *al.*, 2003).

Selon (Tran et *al.*, 1995) Pour les éléments mineurs, leur disponibilité potentielle dépend des types de sols et particulièrement leurs caractéristiques physico-chimiques. (Deneux-Mustin et *al.*, 2003) Les facteurs les plus importants sont :

1- Influence du pH

De façon très générale, lorsque les éléments sont chimiquement stables sous forme de cations, leur solubilité diminue lorsque le pH augmente. Les variations de pH induisent aussi la formation de phases solides précipitées (hydroxydes et oxyhydroxydes) qui d'une part, peuvent limiter la solubilité et la disponibilité des éléments, et d'autre part, servir par nucléation de processus à la formation d'espèces minérales plus stables immobilisant les éléments. Toutefois, l'amplitude des variations du pH est largement pondérée par la nature des constituants organiques ou minéraux du sol et des changements de régime hydriques ou thermiques imposés par le climat.

2- Influence du potentiel rédox

Les équilibres rédox interviennent aussi dans la mobilité des ions en solution dans le sol. Le potentiel d'oxydoréduction ou potentiel rédox permet de définir les conditions oxydoréductrices du milieu et de préciser les espèces chimiques les plus probables. Les espèces oxydées existent en général pour des potentiels élevés alors que les faibles valeurs de potentiel rédox favorisent l'apparition des espèces réduites.

Le potentiel rédox varie selon les sols et, pour un même sol, selon les conditions locales. Ses valeurs vont d'un maximum d'environ +600mV (conditions oxydantes) à un minimum d'environ -300mV (conditions très réductrices). Pour un sol donné, le potentiel rédox du pH (il augmente quand le pH diminue), de la présence de substances organiques acides (les pluviollessivats peuvent diminuer

temporairement le potentiel rédox), de l'hydromorphie (abaissement du potentiel rédox par diminution de la pression partielle en oxygène).

3- Influence des ligands minéraux et organiques

Dans les sols, la solubilité des éléments cationiques est limitée par la formation de sulfates, de phosphates, d'oxyhydroxydes et de carbonates en fonction du pH. L'aptitude à la complexation des éléments par des ligands organiques dépend de nombreux paramètres comme du rapport des concentrations ligand/métal, mais aussi du pH.

Les ligands organiques peuvent aussi modifier profondément la spéciation et la réactivité des cations. La complexation par des acides carboxyliques de faible masse moléculaire accroît généralement la mobilité d'éléments cationiques tels que les métaux.

II.6- La phytotoxicité par des oligo-éléments

D'après (Coïc et Coppenet, 1989) les phytotoxicités dues aux oligo-éléments peuvent être naturelles ou provoquées par l'homme. (Babich in Huynh, 2009) Cette toxicité dépend de sa spéciation (forme chimique) autant que des facteurs environnementaux.

Selon (Mijno, 2007) La présence simultanée de plusieurs métaux peut engendrer une toxicité supérieure à celle de chaque métal séparé. Par exemple, le zinc, le cadmium et le cuivre sont toxiques aux faibles pH et agissent en synergie pour inhiber la croissance des algues et affecter les poissons.

(Arousseau in Giroux et *al.* 2005) Actuellement, le phénomène d'accumulation des éléments traces métalliques dans les sols agricoles est observé principalement pour le cuivre et le zinc à cause de leurs teneurs élevées dans certains engrais de fermes et certaines matières résiduelles fertilisantes.

II.6.1- Effet des métaux lourds sur l'environnement

La composition des sols qui détermine aussi la quantité des métaux lourds retenus. Les sols légers sont très peu pollués en métaux lourds : ces sols, ne contenant que de faibles quantités d'argiles et de composés humiques, ont un pouvoir d'adsorption faible vis-à-vis des métaux lourds. C'est la raison pour laquelle

la pollution par les métaux lourds est plus élevée dans les sols lourds que dans les sols légers (Bliefert et Perraud, 1997).

Sur l'environnement, il a un effet neurologique sur le comportement (mésos-faune et macro-faune); il inhibe l'activité microbienne dans la décomposition de la matière organique. Le zinc n'a pas d'effet cancérigène par voie orale ou par inhalation. Dans l'environnement, le zinc perturbe l'écosystème forestier au niveau de la décomposition de la matière organique et du recyclage des nutriments (Mijno, 2007).

II.6.2- Effet des métaux lourds sur les plantes

Les plantes, comme les invertébrés, réagissent de façon différente selon les variétés. Certaines sont peu ou pas tolérantes et meurent au contact des métaux lourds. D'autres ont des réactions de défense, et freinent l'absorption en sécrétant des acides qui vont augmenter le pH et par conséquent réduire la mobilité des éléments traces. D'autres enfin, sont tolérantes aux métaux, et même les accumulent, les concentrent (Gérard Miquel, 2001).

En général, lorsque les teneurs en métaux lourds et autres polluants augmentent dans les sols, ces teneurs augmentent aussi dans les plantes. Le transfert des métaux lourds des sols aux plantes peut s'évaluer à l'aide de facteur de transfert F, défini comme le quotient de la concentration des métaux dans les plantes sur la concentration des métaux dans le sol (Bliefert et Perraud, 1997).

$$F = \frac{\text{Concentration du métal dans les plantes}}{\text{Concentration du métal dans les sols}}$$

Ce facteur ne donne qu'un ordre de grandeur pour décrire le transfert de certains métaux lourds du sol dans les plantes. Les valeurs de F se situent entre 0.001 et 10 (tableau 02).

Tableau 02 : Les valeurs de facteur de transfert de certains métaux lourds du sol vers les plantes.

Élément	Facteurs de transfert (F)	Mobilité des ions
Pb, Hg, Co, Cr	0.001...0.1	Faible
Ni, Cu	0.1...1.0	Modérée
Zn, Cd, Ti	1.0...10	Bonne

(Source : Bliefert et Perraud, 1997)

Le transfert des métaux lourds du sol aux plantes diffère d'un métal à l'autre, aussi influencé par la nature du sol: lorsque la teneur en humus ou en argile est élevée, les métaux lourds restent plus solidement liés dans le sol, une valeur de pH élevée est responsable d'une augmentation de la concentration des métaux lourds dans le sol sous forme d'hydroxydes ou de complexes faiblement mobiles; dans les deux cas, de petites quantités d'ions de métaux lourds se trouvent disponibles pour les racines.

III- Caractéristiques des métaux lourds

III.1- Le cuivre

III.1.1- Cuivre total dans le sol

D'après (Loué, 1993) Les teneurs total variant de 3 à 100 ppm suivant les sols ayant reçu de nombreux traitements anticryptogamiques à base de Cu. La teneur en Cu total d'un sol est reliée à celle de la roche mère. (Baize, 2000) et selon les auteurs.

Les teneurs totales en cuivre inférieur ou égale à 7ppm entraînent des carences cupriques et, en revanche, des toxicités apparaissent au-delà de 180 ppm (Coic et Coppenet in Baize, 2000).

III.1.2 -Différentes formes d'un même élément

Dans les roches de l'écorce terrestre, Cu se trouve principalement sous forme de sulfures, soit sulfures simples soit sulfures complexes comportant d'autres métaux, la forme la plus courante dans le sol est l'ion divalent Cu^{++} , peu mobile car

fortement adsorbé sur le complexe argilo-humique, particulièrement par la matière organique (Loué, 1993).

Une analyse approfondie conduirait à distinguer chaque forme, chaque espèce chimique : c'est la spéciation (Baize, 2000)

Voici à titre d'exemple, les diverses formes chimiques du cuivre que l'on peut trouver dans les sols.

Complexes	citrates, fulvates, humates, oxalates, etc.
Anions	HCuO_2^- ; $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2^-$
Cations	Cu^{++} ; CuOH^+ (ion hydroxo)
Espèce neutres	CuCO_3 (carbonates) ; $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (hydroxyde).

III.1.3 - Causes de déficience en cuivre

Les principaux facteurs susceptible de favoriser l'apparition de déficiences de Cu sont les suivants (Loué, 1993) :

Les faibles réserves du sol en Cu total ou la mauvaise disponibilité de Cu du sol pour les plantes, le pH du sol, les interactions avec d'autres éléments fertilisants, type de sols déterminés ou des sols développés sur une roche mères pauvres en cuivre.

III.1.4 - Correction de la déficience en cuivre

Pour corriger les déficiences de Cu, on peut appliquer les engrais sous forme minérale ou organique (Loué, 1993).

III.1.5 -Excès du cuivre

Le signe le plus net de l'excès du Cu est l'induction des symptômes de la chlorose Fe, par ailleurs, la croissance est réduite, et plus particulièrement celles des racines qui sont épaisses, moins ramifiées, avec des radicules de couleur anormalement foncée (Loué, 1993).

III.1.6 -Les plantes sensibles et symptômes de carences en cuivre

Les céréales, sauf le seigle, sont très sensibles à la carence en cuivre ainsi que les petits pois et le trèfle violet. Les graminées fourragères, sur les sols les plus

déficients, peuvent extérioriser le symptôme du « bout blanc des plus jeunes feuilles » (Coïc et Coppenet, 1989).

Une carence légère affecte d'abord les organes reproducteurs, une carence grave affecte tous les organes.

Les arbres à pépins présentent des nécroses de la pointe et du bord des feuilles rappelant ainsi une carence en potasse. Les feuilles les plus jeunes tombent prématurément dans le courant de l'été laissant les extrémités des rameaux nues et desséchées, la croissance en hauteur est très perturbée.

III.2- Le zinc

III.2.1- Zinc total dans le sol

D'après (Loué, 1993) la teneur des sols en Zn total dépend beaucoup de celle de la roche mère et se situe entre 10 et 300ppm. (Baize, 2000) et selon les auteurs.

Le zinc est présent le plus souvent sous forme de sulfure (blende) dans des filons hydrothermaux et des gîtes stratiformes imprégnant des roches sédimentaires où il se trouve associé au plomb, au fer, et au cuivre (association blende, pyrite, Galena, chalcopirite).

Le zinc peut être considéré comme très mobile. Les formes les plus mobiles du zinc seraient facilement adsorbées par les constituants organiques et minéraux des sols.

III.2.2- Solubilité du Zinc

Le zinc diffère du cuivre du fait que son sulfure est plus soluble. La solubilité de Zn est particulièrement faible dans les sols à haut pH. La solubilité de Zn du sol et des minéraux Zn est maximale à pH 4 et beaucoup plus faible dans les conditions neutres et surtout alcalines. La solubilité de Zn dans les sols peut être améliorée par des engrais acidifiants (Loué, 1993).

Des études avec $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ont montré qu'en présence de fortes concentrations SO_4^{2-} il y avait formation de ZnSO_4 particulièrement mobiles dans les sols et susceptible d'augmenter l'assimilabilité de Zn.

III.2.3 - Mobilité du Zinc

En comparaison de Cu, Zn est plus mobile. L'intensité de l'absorption de Zn tend à croître avec l'élévation du pH, et la mobilité de Zn se trouve nettement diminuée au-dessus de pH 7. La matière organique du sol forme des complexes très stables avec Zn et les acides fulviques et humique sont très importants dans l'adsorption du zinc. Cependant, Zn est un des métaux lourds les plus mobiles (Loué, 1993).

III.2.4 - Causes de déficience

D'après (Loué, 1993) Les principaux facteurs susceptibles d'engendrer ou d'aggraver la déficience en zinc sont soit la pauvreté naturelle des sols en zinc, soit la mauvaise assimilabilité de Zn et les conditions favorables à ces déficiences sont bien identifiées :

- Sols à bas niveau en Zn (en particulier les sols sableux acides lessivés),
- Sols pauvres en matière organiques,
- Sols calcaires (Zn du sol moins assimilable),
- Basses températures.

Mais il y a aussi des traitements du sol et des pratiques culturales qui sont susceptibles d'accroître les cas de déficience en Zn :

- Sols nettement enrichis en P par la fertilisation pratiquée (mais l'effet de P sur l'absorption de Zn varie avec les sols et les cultures et avec les niveaux P, Zn en cause),
- Système racinaire mal développé (sols compactés, sols trop souvent nivelés pour l'irrigation),
- Chaulage des sols acides à trop fortes doses,
- Fortes fertilisations N éventuellement.

III.2.5 - Les symptômes de déficience en zinc

D'une manière assez générale, les symptômes les plus permanents de la déficience en Zn sont des signes de chlorose entre les nervures, de réduction de taille et de malformation des rameaux et des feuilles. La déficience du Zn perturbe le

métabolisme de l'auxine (entre-nœuds plus courts) et inhibe la synthèse de l'ARN, nuisant ainsi au développement normal des chloroplastes (Loué, 1993).

III.2.6 - Excès de zinc

D'après (Loué, 1993) En quantité excessive dans le sol, le zinc peut devenir toxique pour les plantes. La toxicité de Zn concerne généralement des sols acides ou des cultures sur solutions nutritive.

L'excès de Zn se traduit par des teneurs en Zn anormalement élevées dans la plante, supérieure à 400 ppm, le déséquilibre nutritionnel peuvent en résulter et il est démontré que les teneurs des tissus végétaux en P et Fe sont diminuées.

III.2.7 -Les plantes sensibles et symptômes de carences en zinc

Le *maïs* et le *lin* sont les plantes annuelles, les plus sensibles à la carence en zinc. Chez les espèces ligneuses il faut citer le pommier, le poirier, la vigne...etc. avec un symptôme commun, la « maladie des rosettes ». Les entre-nœuds sont raccourcis, les feuilles sont petites, cassantes, à bord ondulé avec parfois des plages chlorotiques ; elles sont groupées en rosettes. Les feuilles sont petites et déformés (Coïc et Coppenet, 1989).

CHAPITRE « 2 » LES PRODUITS PHYTOSANITAIRES ET LES ENGRAIS

I. Les produits phytosanitaires

I.1 Généralités sur les produits phytosanitaires

Introduction

Il existe un grand nombre d'organismes vivants nuisibles aux végétaux, aux animaux mais aussi à l'égard de l'homme et des bâtiments d'élevage et d'habitation. Beaucoup d'activités sont confrontées à ces organismes mais les activités agricoles sont probablement parmi les plus exposées et donc demandeuses de moyens de prévention et de lutte. Ces moyens sont très variés et vont des mesures prophylactiques aux traitements chimiques généralisés en passant par des interventions mécaniques, des interventions biologiques et des traitements chimiques localisés (Severin, 2002 ; in Kalvet et *al.*, 2005 ; in Meniche, 2010)

I.2 Aperçu historique

D'après (Gatignol et Étienne, 2010) les pesticides ont constitué un progrès considérable dans la maîtrise des ressources alimentaires. Ils ont grandement contribué à l'amélioration de la santé publique en permettant, d'une part, d'éradiquer ou de limiter la propagation de maladies parasitaires très meurtrières (lutte contre les insectes, vecteurs de ces maladies) et en garantissant, d'autre part, une production alimentaire de qualité.

Depuis longtemps les agriculteurs protègent leurs cultures contre les ravageurs. Le soufre est utilisé en Grèce antique (1000 ans avant J.C.), l'arsenic est recommandé dès le début de notre ère en tant qu'insecticide par Pline, naturaliste romain, et l'aconit, de la famille des renonculacées, est employé au Moyen Âge contre les rongeurs.

Dès la fin du XVI^e siècle, les propriétés insecticides de la roténone, extraite de plusieurs espèces végétales (le Derris originaire d'Asie du Sud-Est et le Lonchocarpus originaire d'Amazonie), étaient connues, comme le furent plus tard, vers la fin du XVII^e siècle, celles de la nicotine, extraite du tabac.

Au XIX^e siècle, les pesticides sont de plus en plus utilisés. La chimie minérale prend son essor et autorise la mise sur le marché de traitements fongicides à base de mercure ou de sulfate de cuivre, telle la bouillie bordelaise, un mélange de sulfate de cuivre et de chaux qui permet de lutter contre certaines maladies cryptogamiques

comme la cloque du pêcher ou le mildiou, champignon parasite de la vigne et de la pomme de terre.

Rappelons que l'histoire de l'humanité est émaillée de grandes famines comme celle que connut l'Irlande de 1845 à 1848 où les récoltes successives de pommes de terre furent détruites par le mildiou.

Au XX^e siècle, tirant profit des avancées de la chimie organique de synthèse et de la recherche sur les armes chimiques durant la Première puis la Seconde Guerre mondiale, de nouveaux composés organiques sont mis au point comme les organochlorés puis les composés organophosphorés.

Des insecticides très efficaces et peu coûteux sont utilisés à partir des années 1950 et jusqu'au début des années 1970 pour éliminer le moustique, vecteur du paludisme et le doryphore qui ruine les cultures de pommes de terre. D'autres pesticides sont mis au point pour l'industrie textile (anti-moisissure, anti-acariens...) et du bois (traitement contre les insectes xylophages et les champignons des charpentes), pour les usages domestiques (insecticides), pour l'entretien de la voirie publique et pour une utilisation en médecine (antiseptiques et désinfectants).

L'utilisation de ces produits s'est généralisée au cours des dernières décennies. Au niveau mondial. De 1945 à 1985, la consommation de pesticides a doublé tous les dix ans.

On peut donc affirmer qu'au cours des cinquante dernières années, l'agriculture s'est construite autour de l'utilisation des produits phytopharmaceutiques, considérés, parce qu'ils permettent de diminuer l'action des ravageurs de culture, comme un facteur de productivité, mais aussi comme le moyen de proposer des produits végétaux de qualité et d'aspect irréprochables tels qu'attendus par le consommateur.

1.3-Définition des produits phytosanitaires

Pesticide est un mot récent emprunté à la langue anglaise en 1959. Il est composé de pest « insecte ou plante nuisible, parasite », lui-même emprunté au français peste au XVI^e siècle, et de -cide, du latin caedere « frapper, abattre, tuer » (Gatignol et Étienne ; 2010).

Pesticide, terme d'origine anglo-saxonne, passé de nos jours dans le langage courant, provenant du mot anglais *pest* qui signifie ravageur, espèce nuisible. Les pesticides sont des substances chimiques minérales ou organiques de synthèses utilisées à vaste échelle contre les ravageurs des cultures les animaux nuisibles et les agents vecteurs

d'affections parasitaires ou microbiologiques de l'homme et des animaux domestiques (Ramade, 2002).

Le terme "pesticide" est une appellation générique qui englobe toute substance chimique ou biologique destinée à détruire des éléments vivants considérés comme nuisibles (microbes, animaux ou végétaux) ou bien, destinée à s'opposer à leur développement, incluant les espèces non désirées de plantes ou d'animaux responsables de dommages durant ou interférant avec la production(Sameut bouhaik ,2010).

D'après (ACTA, 2002) différentes dénominations aux produits phytosanitaires :

- Pesticides de l'anglais « Pest » : Fléau
- Produits anti-parasitaires à usage agricole.
- Produits pour lutter contre les ennemis des cultures.
- Produits de protections des plantes.
- Produits agrosanitaires.
- Produits agropharmaceutiques.
- Produits phytopharmaceutiques (Directive 91/414 CEE).

D'après (ACTA, 2002) dans tous les termes et expressions qui définissent les produits phytosanitaires, en trouvant sur le plan internationale, le terme anglais « pesticides » à usage courant.

Selon (Van Hammée et Wattiez (1999) ; in Meniche , 2010) les pesticides désignent des substances, préparations, microorganismes et virus destinés à assurer la destruction ou à prévenir l'action des animaux, végétaux, microorganismes ou virus nuisibles. En outre (Akinlami et *al.*, 1990) déclare que le pesticide, est une substance ou préparation permettant de lutter contre les ennemis des cultures et des produits récoltés

Les pesticides sont destinés à protéger les plantes cultivées et les produits récoltés des attaques de champignons parasites, d'insectes, d'acariens, de rongeurs champêtres ou encore à détruire les adventices ou "mauvaises herbes". Leurs utilisations peuvent être très diverses, depuis les applications au champ, jusqu'au désherbage des parcs, trottoirs et voies ferrées (300 tonnes d'herbicides), la désinfection des silos, le traitement des jardins d'amateurs et des espaces verts (1500 tonnes). Il faut également souligner l'existence des "biocides", pesticides réservés à des usages domestiques tels la destruction des rats, souris, blattes, mites ou encore la protection des bois contre les champignons ou les termites (Laurence Guichard, 2004).

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) et l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) définissent le terme « Pesticide » comme toute substance prévenant ou contrôlant toute espèce de plantes ou animaux indésirables, incluant aussi les substances utilisées comme régulateur de croissance végétale, désherbage ou desséchant. En effet, on entend par « résidu de pesticides » n'importe quelle substance utilisée pour contrôler « les pestes » pendant la production, stockage, transport, commercialisation ou traitement par l'homme ou les animaux, et aussi toute substance qui peut être administrée à l'homme et aux animaux pour contrôler des insectes et des arachnides dans ses corps. Comme définition agricole de ce terme : Tout produit chimique consacré à la lutte contre les parasites animaux ou végétaux qui attaquent les cultures (Bazzi, 2010).

Aussi pour (Calvet et al., 2005) les pesticides est une préparation contenant une ou plusieurs substances actives, qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur et qui sont destinées selon le cas à :

- Protéger les végétaux ou les produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action ;
- Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, pour autant qu'il ne s'agisse pas de substances nutritives ;
- Assurer la conservation des végétaux ;
- Détruire les végétaux indésirables ou les parties de végétaux ;
- Freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux, par une action chimique ou biologique.

A ce propos (Couteux et Lejeune, 2006 ; in Aïssaoui, 2012) l'agriculture dispose d'un éventail de méthodes de lutte pour préserver ses cultures à savoir: façons culturales, choix des variétés, mesures prophylactiques, lutte biologique, lutte chimique...

C'est ainsi qu'avec des produits de plus en plus performants, toujours plus spécifiques et plus respectueux de la faune auxiliaire, de la faune sauvage, de l'environnement, la lutte chimique reste un outil essentiel et en tout cas le plus performant de la protection des plantes (Aïssaoui, 2012).

I.4-Conception des produits phytosanitaires

D'après (ACTA, 2002) la conception des produits phytosanitaires vise à créer des molécules actives répondant à trois objectifs

- Bloquer ou perturber une fonction vitale de l'organisme visé en agissant sur un récepteur pharmacologique.

- Atteindre ce récepteur pharmacologique et donc traverser différentes protection (couches de protection de la plante ou de l'animal, parois cellulaires) et être transporté dans l'organisme.
- Se dégrader assez rapidement pour ne pas polluer l'environnement, tout en évitant les dégradations trop rapides qui limiteraient par trop sa durée d'action.

I.5-Classification des produits phytosanitaires

Selon (Sameut bouhaik, 2010) la classification des pesticides peut être faite en fonction de leur activité biologique, en fonction de la famille chimique à laquelle la matière active appartient ou de son impact sur l'environnement.

I.5.1-Types de produits phytosanitaires

Les produits phytosanitaires peuvent être classés selon leurs modes d'action en :

- 1 **Fongicides** : lutte contre les champignons, les bactéries, les virus...
- 2 **Herbicides** : lutte contre les mauvaises herbes ou limiter leur développement normal.
- 3 **Insecticides** : lutte contre les insectes pouvant nuire à la croissance des cultures ou à la qualité de la production.
- 4 **Produits divers** : substances de croissance, molluscides, rodenticides, nématicides, taupicides, corvifuges-covicides....

I.5.2 Familles chimiques

Les produits phytosanitaires peuvent être classés selon leurs familles chimiques :

- 1 **Organochlorés** : Groupe chimique qui rassemble des pesticides très toxiques : le DDT et ses dérivés, le lindane, interdits du fait de leur persistance et des risques d'accumulation dans les sols, les tissus végétaux et les graisses animales.
- 2 **Organophosphorés** : sont des composés de synthèse qui se dégradent assez rapidement dans l'environnement mais qui ont des effets neurotoxiques sur les vertébrés.
- 3 **Carbamates** : Groupe chimique très toxiques ; ils sont utilisés comme insecticides et fongicides.

4 **Pyréthroïdes** : Produits de synthèse qui présentent, en général, une toxicité moindre que les organophosphorés et carbamates ; une faible persistance et s'emploient à de faibles doses (quelques grammes de substance active à l'hectare).

I.5.3 Les Produits Organiques Persistants (POP)

Dans la classification environnementale des POP (Produits Organiques Persistants), on retrouve certains produits phytosanitaires comme le DDT, Heptachlore.

I.6-Propriétés des produits phytosanitaires

Selon (Barette, 2006) Certaines propriétés des pesticides déterminent leur potentiel de lessivage, le lessivage étant l'entraînement des pesticides avec l'eau à, travers le sol :

a. Mobilité

Il s'agit du potentiel de déplacement d'un pesticide dans le sol. Elle dépend de la capacité de liaison des pesticides aux particules des sols, de la texture du sol et de son contenu en matière organique. Une fois absorbés, les pesticides sont moins lessivables.

b. Solubilité aqueuse

Il s'agit du potentiel qu'a un pesticide de se dissoudre (ou de le trouver en solution dans l'eau). Une fois solubilisé, le pesticide être lessivé et atteindre un aquifère.

c. Persistance dans le sol

Ce terme désigne le temps nécessaire pour qu'un pesticide se décompose (les produits de décomposition des pesticides peuvent toutefois affecter la qualité de l'eau). Plus un pesticide met du temps à se décomposer, plus le risque qu'il soit lessivé augmente.

I.7-Intérêt de la protection des cultures

Pour (Couteux et Lejeune, 2006 ; in Aïssaoui, 2012) La protection des cultures permet de :

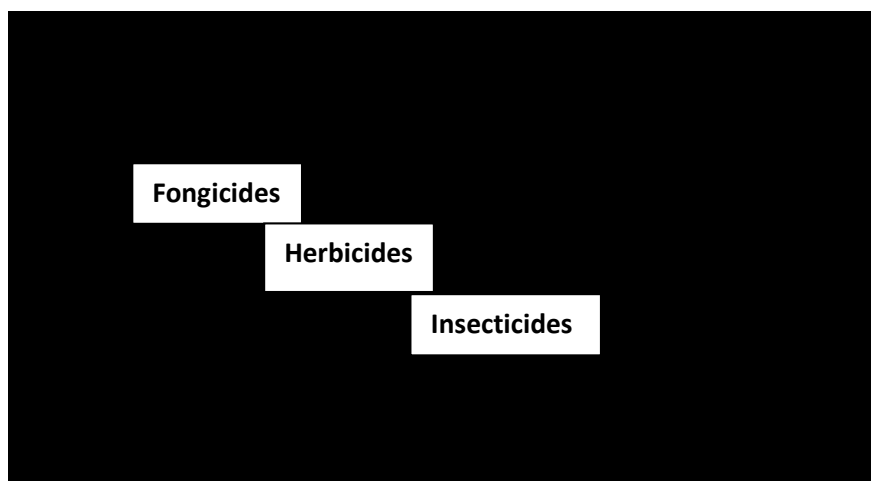
- Préserver le potentiel de production ;
- Régulariser les rendements ;
- Améliorer la qualité ;
- Assurer la quantité des denrées alimentaires.

I.8 Les produits phytosanitaires en Algérie

Dans le marché mondial des produits phytosanitaires, les herbicides viennent en tête avec 39,5%, les fongicides avec 21,9% et d'autres groupe avec 5,9%. (Kesraoui-Abdessalem ,2008)

Selon l'atelier national sur l'impact des pesticides sur l'environnement fait à l'INA en 2009 : l'utilisation actuelle des pesticides en Algérie est estimée de 6000 à 10000 tonne par an, ce qui représente 15 à 20% des besoins normatifs ; alors que Laghouat est considéré un site contaminé de 317, 720 kg de pesticides ; et Mostaganem détient 180 tonnes de DDT (Meniche, 2010).

I.8.1- Pesticides les plus utilisés en Algérie



Source :Moussaoui, sd

I.8.2- Situation des produits phytosanitaires organochlorés en Algérie.

Depuis la promulgation de l'arrêté ministériel interdisant la vente et l'utilisation de produits organochlorés, toutes les importations de pesticides sont soumises à des contrôles à la frontière, conformément à la réglementation en vigueur, et l'entrée de tout pesticide ne figurant pas sur la liste approuvée peut être refusée. En outre, toutes les quantités de produits organochlorés interdits, comme aldrine, dieldrine et heptachlore, découvertes lors de l'enquête sur les pesticides obsolètes menée conformément à la circulaire No. 1372/DGE/4083/PES du 14 septembre 1994 ont été mises sous scellés par la brigade des pesticides sur ordre du Ministère de l'agriculture (PNUE/PAM, 2004) (Meniche, 2010).

I.9- Les produits Chimiques dans la région de Biskra

I.9.1- Différentes produits phytosanitaires vendus au de la région de Biskra

Selon (Ramdani, 2009) ,avec un taux de 39,2% les fongicides viennent en première position des pesticides vendus au niveau des deux phytopharmacie enquêtée, suivi par les insecticides avec un taux de 36,27%. Les herbicides arrivent en troisième position avec 15,7%. Les insecticides-acaricides, les nématicides, les acaricides et les raticides sont représentés respectivement par 4,9%, 0,98%, 1,96%, et 0,98%.

I.9.2- Principaux produits Chimiques utilisés dans la région de Biskra

On peut distinguer, parmi les divers produits chimiques utilisés en agriculture dans la région de Biskra, des produits phytosanitaires et des engrais à base de cuivre et de zinc. Les résultats obtenus de l'enquête sur ces principales substances sont présentés dans le tableau (03 et 04) suivants :

Tableau 03 : Principaux produits phytosanitaires (fongicide) à base de Cu et Zn utilisés dans la région de Biskra

Nom commercial	Matière active	Concentration	Formulation	Dose d'utilisation
Callimix	Oxychlorure de Cu + Zinebe	37.5 + 15%	WP	600 g/hl
Curzate R	Cymoxanyl+ Oxychlorure de cuivre	4.2%+ 39.7%	WP	250 à 300g/hl
Caiman 80	Mancozèbe	80%	WP	2 Kg/ hl ou 2 Kg/ha
Antracol	Propinèbe	70%	WP	200 - 280 g/l
Bouillie Bordolaise Valles	Sulfate tetracuvrique Tricalcique	76%	WP	1 - 25 Kg/hl
Champ FLO	Hydroxyde de Cu	360 g/l	SC	6 – 10 l/ha
Cupror F	Folpel + Sulfate de cuivre	35 + 7%	WP	0.3 – 0.5 Kg/hl
Pomarsol Z	Zirame	90%	PM	200 g/hl
Parasol	Cuivre	57%	WP	6 – 10 Kg/ha
Poliram DF	Metriram Zinc	70%	WG	150 à 180g/hl

(Source : Index 2007 ; in Chellouai, 2010)

Tableau 04 : Principaux Engrais à base de Cu et Zn utilisés dans la région de Biskra

Désignation technique	Autres désignation	Concentration
Oligomagnésien	Fertilisant Granulé	Mgo :10%, SO3 :8%, B :0.15%, Cu :01%, Ca :28% Zn :0.25%
Fertileader 9.5.4	Fertilisation NPK+ B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn	N:9%, P2O5: 5%, K2o: 4%, B:0.05%, Cu: 0.02%, Fe: 0.02%, Mn: 0.1%, Mo: 0.01%, Zn: 0.05%
Tradecorp Cu	Chélate de Cuivre	Cu: 14.5%
Tradecorp Zn	Chélate de Zinc	Zn: 14%
Tradecitrus	Chélate de Zinc et de Manganèse	Zn : 8%, Mn : 6%
Tradecorp AZ II	Complexe d'oligo-élément	Fe : 5%, Mn : 3.5%,Cu : 1% Zn :2.5%, B : 0.65%, Mo: 0.30%
Fertiplant (8) 8.12.36	Sulfate de Potassium	N:8%,P2O5:12%,K2O:36% Mgo: 4%, SO3: 8.5%, B:0.025%Cu: 0.003%, Mn: 0.06%, Mo: 0.003%, Zn: 0.015%
Azofol SR 10 L	Correcteur de Carence	N : 355g/l, B : 217mg/l, Cu : 84mg/l, Fe :504mg/l, Mn :532mg/l
Borozinc 10 Kg	Correcteur de Carence	B : 13%, Zn : 4.1%
Activeg	Correcteur de Carence	Nitrate de potasse : 13.20%, Phosphate Mono Potassique : 51.50%, Nitrate d'ammonium : 17.20%, Fe : 13%, Sulfate de cuivre : 25%
KSC li	Fertilisant Hydrosoluble NPK+SO3,Cu,Fe,Mn,Zn	N :23%,P2O5 :5%,K2O :5%,SO3 : 29%, Fe :0.1%,Mn :0.05%, Zn0.1%
Terra-Sorb	Biostimulant	N : 7.6%, B : 0.019%, Mn : 0.046%, Zn : 0.0067%

(Source : CAAP, 2010 ; in Chellouai, 2010)

II- Les engrais

II.1-Définition des substances nutritives

D'après (Bliefert et Perraud, 1997) les substances nutritives sont des éléments ou des composés, que les organismes utilisent pour vivre ou se multiplier. Les substances nutritives des plantes peuvent être partagées entre les substances nutritives principales et des substances nutritives à l'état de traces ; en fonction des quantités liées à leurs besoins (Tableau 05).

II.2-Définition des engrais

Selon (Anonyme, 2001) L'engrais peut être défini comme un produit minéral ou organique incorporé au sol pour accroître ou maintenir sa fertilité. On distingue deux types d'engrais.

- Les engrais chimiques ou de synthèse, exemple : N, P_2O_5 , K_2O
- Les engrais organiques, exemple : le compost

Les engrais apportent aux plantes les éléments nutritifs dont elles ont besoin et qui ne se trouvent pas en quantité suffisante dans le sol.

Les engrais apportent aux plantes :

- Les fertilisants majeurs nécessaires en grande quantité : l'azote (N), le phosphore (P_2O_5), et le potassium (K_2O).
- Les éléments fertilisants secondaires : le calcium (Ca), le soufre (S), le magnésium (Mg), le sodium (Na).
- Les oligo - éléments nécessaires en faibles quantités tels que: le bore (B), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le molybdène (Mo) et le cobalt (Co).

Chaque engrais chimique est désigné par une formule d'un ou plusieurs nombres indiquant chacun la quantité d'éléments fertilisants contenue dans 100g d'engrais et dans l'ordre (N, P_2O_5 , K_2O).

Tableau 05 : Éléments nutritifs principaux et éléments nutritifs traces, pour les plantes.

Nom	Symbole	La forme ionique	Nom des ions		
Carbone	C	-	-	} Éléments nutritifs organiques	
Hydrogène	H	H ⁺ (n'utilise pas	-		
Oxygène	O	par la plante à cette forme)	-		
Les éléments majeurs					
Azote	N	NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺	Nitrate, Ammonium	} Éléments nutritifs minéraux	
Phosphore	P	H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻²	Orthophosphate		
Potassium	K	K ⁺	-		
Les éléments secondaires					
Calcium	Ca	Ca ⁺²	-		
Magnésium	Mg	Mg ⁺²	Sulfate		
Soufre	S	SO ₄ ⁻²	-		
Les olégo-éléments					
Bore	B	BO ₄ ⁻²	-		
Cuivre	Cu	Cu ⁺²	-		
Calcium	Cl	Cl ⁻	Chloride		
Fer	Fe	Fe ⁺² , Fe ⁺³	Ferrous, ferrique		
Manganèse	Mn	Mn ⁺²	-		
Molybdène	Mo	MoO ₄ ⁻²	Manganate		
Zinc	Zn	Zn ⁺²	Molybdate		
			-		

(Source :2005، ماهر جورجى نسيم)

II.3-Définition des engrais commerciaux

On appelle en particulier engrais commerciaux ceux qui sont issus de fabriques ou de mines ; dans le langage courant, on utilise la notion d'engrais artificiels pour la plupart des engrais commerciaux minéraux.

Parmi eux on peut répertorier les engrais azotés, phosphaté, potassiques, ceux contenant du magnésium ou du calcium.

Ils contiennent deux ou trois composés nutritifs et, en plus des éléments traces (oligo-éléments). On parle par exemple d'engrais NPK si les éléments N, P et K sont contenus sous la forme de composés directement utilisables par les plantes. Les composés comme les nitrates de calcium ou de sodium facilement solubles dans l'eau ont une action particulièrement rapide (Bliefert et Perraud, 1997).

II.4-Importance des engrais

D'après (Anonyme, 2003) les engrais permettent d' :

- Augmenter la production.
- Améliorer la qualité des cultures vivrières et celle des cultures de rente.
- Améliorer la fertilité des sols.
- Apportent aux plantes cultivées les éléments nutritifs dont elles ont besoin.

II.5 -Importance d'épandage d'engrais

L'épandage d'engrais est nécessaire afin d'augmenter le rendement des récoltes, pour nourrir la population du monde, en forte croissance. En ce qui concerne certaines plantes cultivables, le rendement est aujourd'hui 10 fois plus élevé qu'au début du 19^e siècle, et cette augmentation de rendement est à attribuer pour moitié aux engrais (Chelouai, 2010).

II.6-Types des engrais

Ils peuvent être classés soit d'après le nombre d'éléments fertilisants qu'ils apportent, soit d'après leur origine et leur forme on distingue :

- Les engrais simple, qui ne possèdent qu'un seul des éléments fertilisants majeurs, sont principalement présentés par les engrais azotés, phosphoriques et potassiques.
- Les engrais composer, qui possèdent au moins deux éléments fertilisants majeurs, sinon les trois ; ces deux types d'engrais contiennent en générale aussi des éléments fertilisants secondaires et des oligo- éléments. Les éléments qui apportent deux des éléments fertilisants principaux sont appelés *binaires*, ceux qui en apportent trois sont appelés *ternaires*.

- Les engrais organique, qui proviennent de la transformation des déchets végétaux et surtout animaux et qui apportent tous les éléments majeurs, secondaires et la plupart des oligo- éléments.
- Les engrais minéraux, qui ont pour origine des roches éruptives, sédimentaire ou saline, ou qui sont obtenus par synthèses ou transformations industrielles (Akinlami et al, 1990).

III. Conclusion

La plupart des produits phytosanitaires arrivent tôt ou tard au sol ou ils sont soumis à un ensemble de processus conditionnant leur devenir et leur dispersion vers d'autres compartiments de l'environnement. Cette dispersion et leur accumulation dans les sols sont à l'origine de problèmes de contamination des milieux par les pesticides (Barriuso et al., 2003; in Hnouda, 2011).

Les engrais sont massivement utilisés à l'heure actuelle en vue d'augmenter les rendements agricoles, mais, en contrepartie, ils peuvent avoir des effets indésirables voir nocifs.

PARTIE II
EXPÉRIIMENTATION
ET RÉSULTATS

CHAPITRE «1 » PRÉSENTATION DE LA RÉGION

I- Situation géographique et administratif de la région

La wilaya de Biskra est située dans le sud-est d'Algérie, au piémont sud de l'Atlas saharien. Elle s'étend sur 21.671,20 Km². Elle se trouve à une altitude de 87 mètres, sa latitude est de 34° 48' et sa longitude est de plus de 5° 44' (Capderon in Hiouani, 2007).

Administrativement, elle est limitée au Nord par la wilaya de Batna, à l'Est par la wilaya de Khenchela, au Sud par la wilaya de Ouargla et El-Oued et à l'Ouest par la wilaya de M'Sila et Djelfa. Issue du découpage administratif 1974, Avec le récent découpage administratif de 1984, la Wilaya de Biskra se composait de douze daïra et trente-trois communes. Elle se situe dans une zone semi-aride à semi- désertique. (ANAT, 2003).

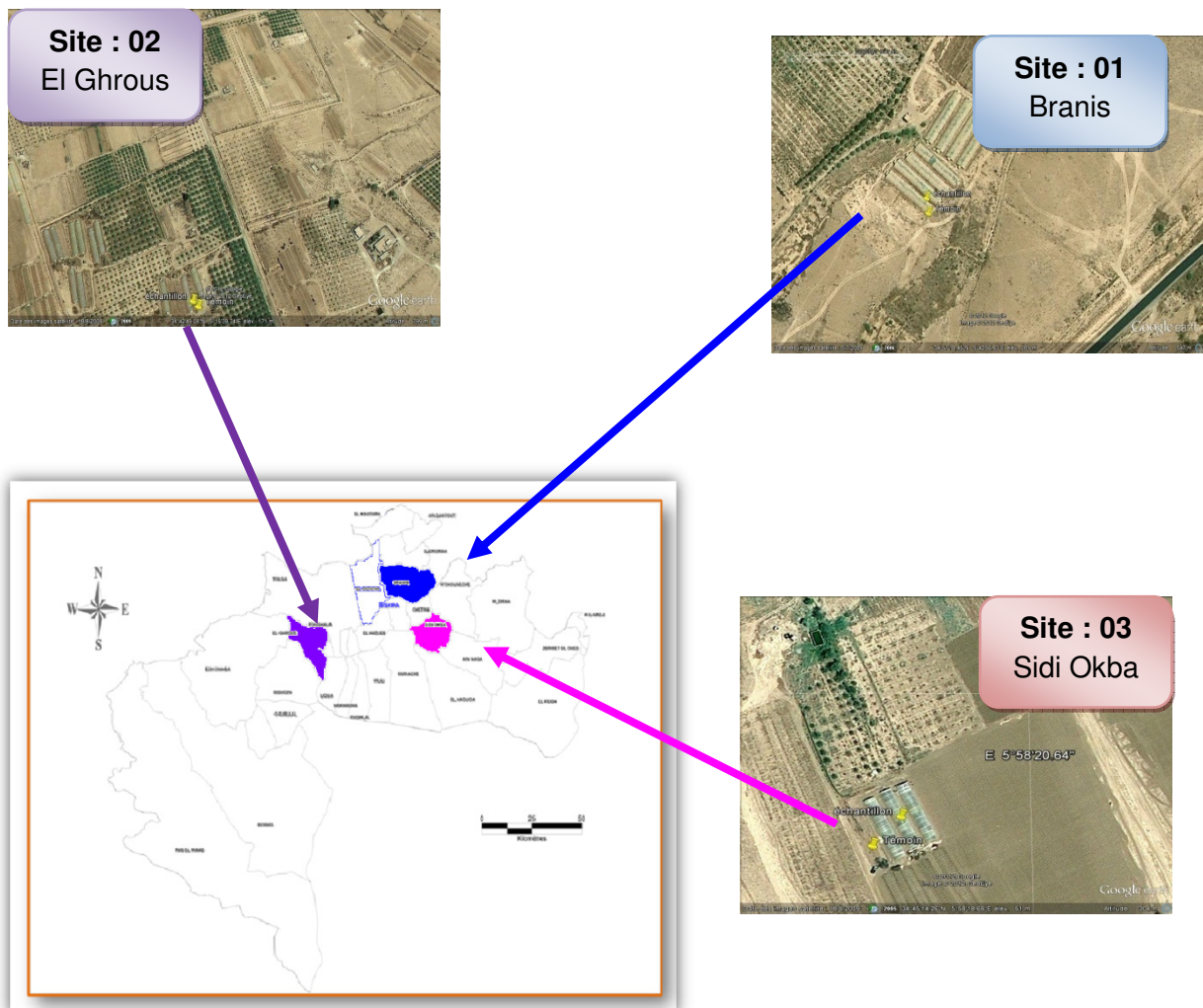


Figure 01 : situation géographique de la zone d'étude

II-Données climatiques

II.1 Température

L'étude de la température durant la période 2002 à 2011 montre que les températures moyennes mensuelles sont supérieures à 20°C du mois d'avril au mois d'octobre. La température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de juillet (35,1°C) et la plus basse au mois de janvier (11,6°C)

La température moyenne des maxima varie de 17,3°C au mois de janvier à 41,3°C en juillet, la température moyenne des minima varie de 6,7°C au mois de janvier à 28,1°C en juillet (Fig. 2)

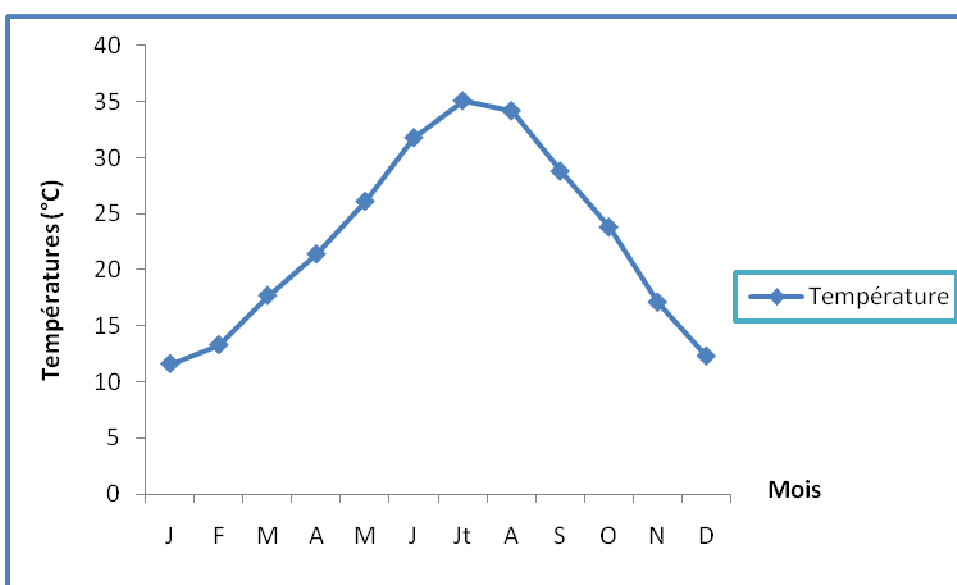


Figure 2 : Températures moyennes mensuelles de la période 2002 – 2011.

II.2. Les précipitations

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 1984).

La Figure 3 montre que la région de Biskra est caractérisée par une pluviosité généralement faible et irrégulière.

La moyenne annuelle de pluviométrie est d'environ 146,2 mm (2002 - 2011), le maximum des pluies enregistré en mois de mars (23,5 mm). Le minimum est enregistré entre juin à août.

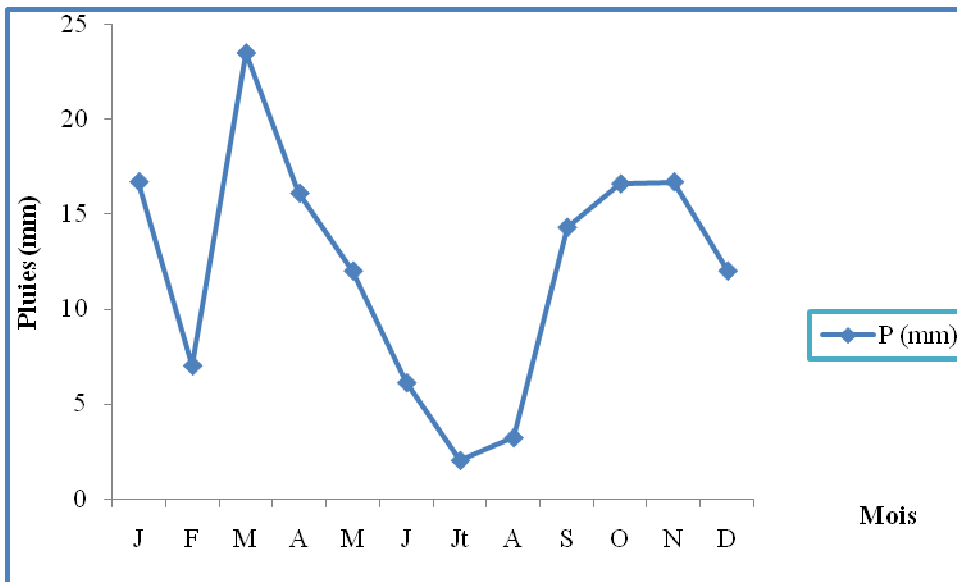


Figure 3 : Précipitations moyennes mensuelles durant la période 2002 – 2011

II.3. L'humidité

L'humidité moyenne mensuelle entre 2002 et 2011 montre que Biskra est caractérisé par une faible humidité avec une moyenne de 41,5%. L'humidité maximale est enregistrée durant le mois de décembre avec 59,6% et le plus faible au mois d'août avec 28,6% (Fig. 4).

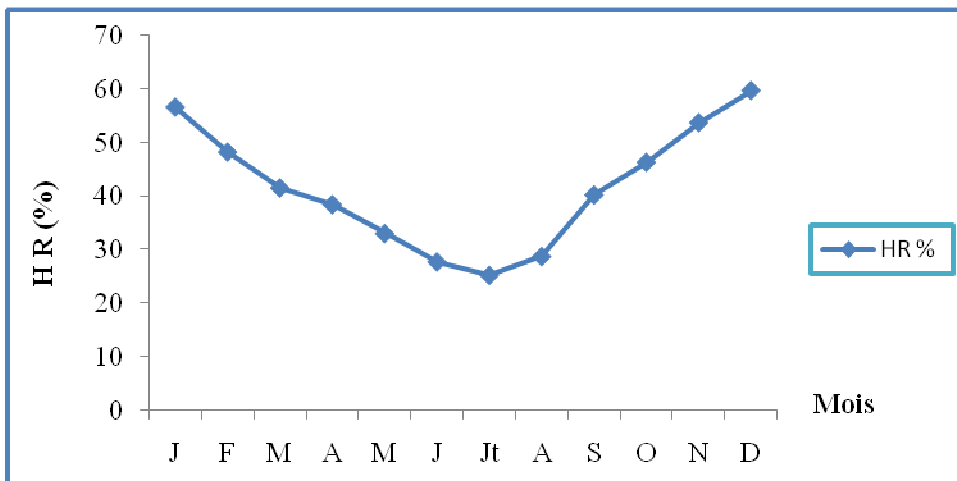


Figure 4 : L'humidité relative moyenne mensuelle durant la période 2002– 2011

II.4 Les vents

La vitesse moyenne annuelle des vents fréquents est de 15.04 Km/h. Elle varie de 11,90 Km/h en octobre à 19,86 Km/h en mai. Dans la région de Biskra, les vents dominants en hiver et sont des vents de nord-ouest, relativement humides. A partir

du printemps ce sont ceux soufflant du sud-est, ils sont très secs, chaude durant cette période ils sont accompagnés de sable. (Fig. 5).

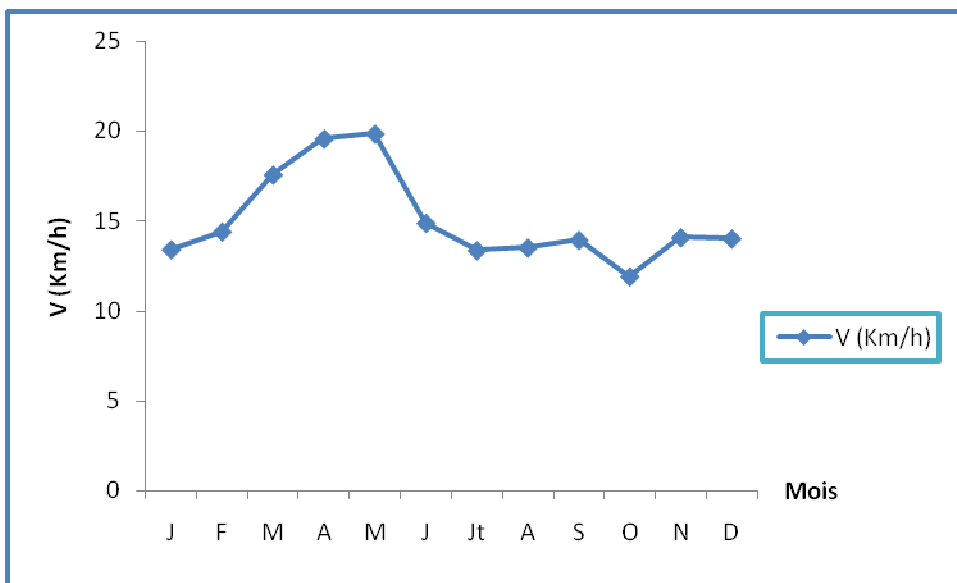


Figure 5 : Vitesse de vent moyenne mensuelle durant la période 2002 – 2011.

III. Synthèse climatique

La synthèse des données climatiques est représentée par le diagramme Ombrothermique de Gaussen et par le climagramme d'Emberger.

III.1 Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen permet de calculer la durée de la saison sèche ($P \text{ mm} < 2T \text{ }^\circ\text{C}$) et de la saison humide ($P \text{ mm} > 2T \text{ }^\circ\text{C}$). Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle (P) exprimée en mm et la température moyenne mensuelle (T) en degrés Celsius (Dajoz, 1971) et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

D'après le diagramme Ombrothermique de Gaussen appliqué à la région de Biskra, montre que la période sèche occupe toute l'année (Fig. 6).

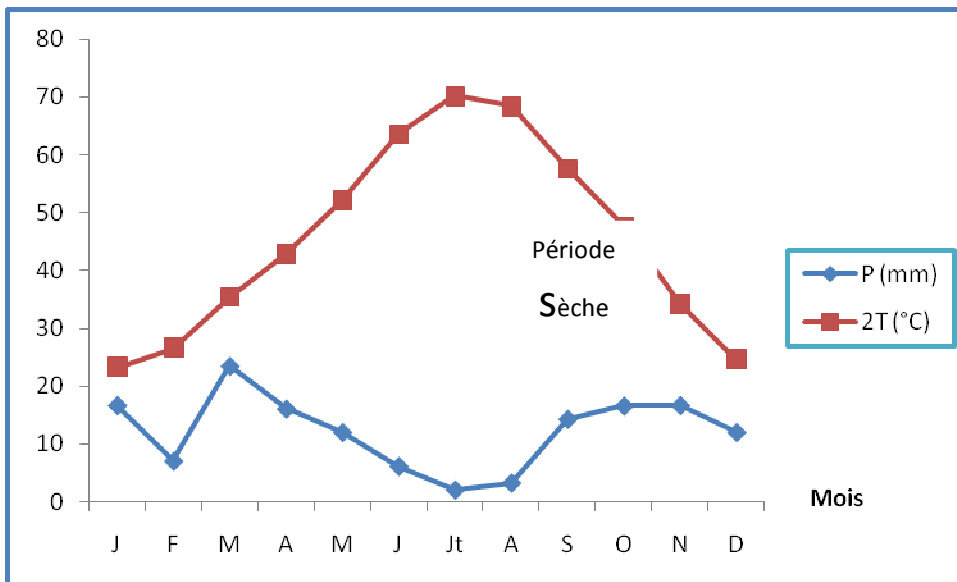


Figure 06 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra pour la période 2002 – 2011

III.2 Climagramme pluviométrique d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'Emberger "Q" spécifique au climat méditerranéen permet de situer l'étage bioclimatique de la zone d'étude. Ce quotient tient compte de pluviométrie annuelle et des températures moyennes minima du mois le plus froid et des températures moyennes maxima du mois le plus chaud.

$$Q = 3,43 \times \frac{P}{M - m}$$

P : Pluviosité moyenne annuelle (mm)

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud (degrés Celsius)

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid (degrés Celsius)

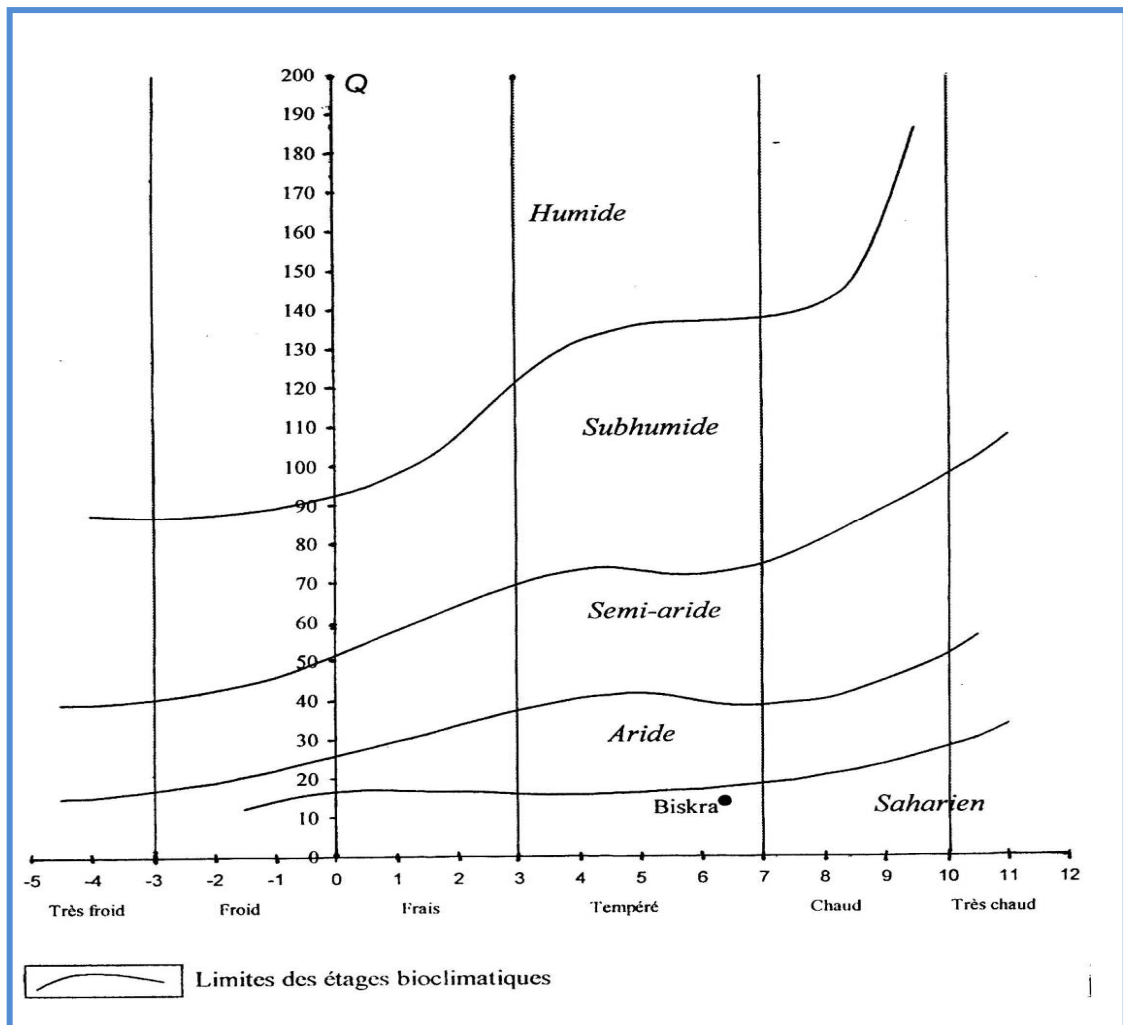


Figure 7 : Localisation de la région de Biskra sur le climagramme d'Emberger

Pour la région de Biskra, durant la période 2002 à 2010 le quotient pluviométrique (Q) est de 14,41 qui permettent de classer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré

En portant cette valeur sur le climagramme d'Emberger et la température du mois le plus froid la région de Biskra se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré.

IV - Relief

Biskra forme une région de transition du point de vue morphologique et bioclimatique. Ce passage se fait subitement au pied de l'Atlas saharien .On passe d'un relief assez élevé et accidenté au nord à une topographie de plateau légèrement inclinée vers le sud.

Le relief de la région de Biskra est constitué de quatre grands ensembles géographiques (ANAT, 2002). Les montagnes, les plateaux, les plaines et les dépressions.

V - Les ressources en eau

Une grande diversité des ressources hydrauliques caractérise les Oasis du Ziban (Nesson, 1978 ; in Aïssaoui, 2012).

V.I - L'hydrologie superficielle

D'après (ANAT, 2003) Les ressources en eau représentent l'une des principales richesses sur lesquelles repose toute action de développement économique et social. Les ressources en eau de surface sont omniprésentes dans la région d'étude et sont alimentées essentiellement par les principaux oueds à savoir : oued Djeddi, oued Biskra, oued El Arab, oued El Abiod etc. qui se caractérisent par un écoulement intermittent. Lors des crues, ces oueds se jettent dans le Chott Melghir et ce par manque d'infrastructures destinées à la mobilisation de ces ressources (barrages, retenues collinaires, ...) entraînant une grande perte pour une meilleure utilisation de cet élément essentiel à toute activité.

Le bassin versant du Chott Melghir est l'un des 17 bassins versants hydrologiques classés par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H.).

Le régime hydrologique auquel appartient la wilaya de Biskra est du type « Atlas Saharien et Hautes Plaines.

V.II - L'hydrogéologie

La lithologie et des considérations hydrodynamique permettent d'individualiser quatre unités aquifères dans la région de Biskra : Nappe du continental intercalaire, Nappe phréatiques Nappe de calcaires, Nappe de sables du Miopliocene (Biout et al, 2005).

VIII - La géologie

Les formations géologiques qui composent les sols de la wilaya sont des formations d'origine sédimentaire à prédominance de **sédiments carbonatés**. Les affleurements rocheux qui constituent les principaux reliefs de la wilaya, en l'occurrence les montagnes, situées à la limite Nord, sont des sédiments en grande majorité datant du secondaire ; les grandes plaines du Centre sont des **sédiments du quaternaire**, alors que les plateaux sont en grande partie composés de formations datant du tertiaire.

Du point de vue lithologique, les principales roches et sédiments qui composent le sol de la wilaya sont des **alluvions argilo-sableuses, des calcaires, des dolomies, des marnes, des argiles, des sables, des grès et des sels** sédimentaires de chott ou de sel diapirique.

Du point de vue tectonique, le nord de la wilaya est affecté par le grand **accident tectonique**, connu sous le nom de « **la flexure sud-atlasique** », qui est une sorte de cassure séparant la partie nord du pays (le Tell) de la zone effondrée désertique (le sahara). Cet accident est caractérisé par la présence de multiples failles (**tectonique cassante**) et d'une structure souple et plissé (**tectonique souple**). (ANAT, 2003).

IX - Végétation

Du point de vue agricole, la wilaya de Biskra est caractérisée par la phœniciculture (Palmeraies des Ziban), la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage qui font leur extension dans le cadre du développement agricole (ANAT, 2003)

CHAPITRE «2 »

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I-Objectif du travail

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet toxique des produits phytosanitaires et les engrais, ainsi que leurs incidences sur l'abondance des métaux lourds (Cu, Zn) dans le sol et le végétal.

II-Matériels et méthodes d'études

II-1 Choix de terrain

Après la prospection de la zone d'étude, nous avons choisie 03 sites qui présentent des différences du point de vue eau et sol. Et constituent un potentiel agricole important.

Le premier site est situé à Branis (Dar Aârous) 20 Km, à le Nord de la ville de Biskra., le deuxième site est situé à El-ghrous 47 Km, à l'Ouest de la ville de Biskra et le troisième site est situé à Sidi Okba (Aâlb charmat) 25 Km, à l'Est de la ville de Biskra

On a déterminées une station représentative dans chaque site, dans chaque station 04 échantillons du sol ont été effectués l'un pour le témoin et les autres pour les sols affectés par les produits phytosanitaires et les engrais et un échantillon d'eau d'irrigation et le végétal. En tout 24 échantillons du sol, 03 échantillons d'eau et 03 échantillons du végétal ont été étudiés.

Pour le prélèvement des échantillons des sols affectés par les produits phytosanitaires et les engrais de chaque site doit respecter les critères suivants :

- Les parcelles ont une histoire de culture plus de 10 années.
- L'utilisation intensive des produits phytosanitaires et des engrais.
- Les parcelles doivent être représentatives pour chaque site (homogénéité).
- Les parcelles sont cultivées par des cultures maraîchères.

Par contre, les échantillons des sols témoins (c'est-à-dire, sol non traité par les produits phytosanitaires et les engrais) sont prélevés a partir des parcelles nues sans activités agricoles.

II-2 L'échantillonnage

II-2.1 Pour le sol

Nous avons fait un seul prélèvement (à cause de la mobilisation faible des métaux lourds), pour chaque site. Le prélèvement des échantillons de sol affectés se fait sous serres sur deux profondeurs de 0-30, 30-60 cm, avec un nombre de six échantillons/site pour les sols affectés par les produits phytosanitaires et les engrais et deux échantillons/site pour le témoin, c'est-à-dire nous avons un nombre total de 24 échantillons du sol.

Les prélèvements des échantillons du sol se font par une tarière (Figure 08). Les échantillons recueillis dans des sachées en plastique étiquetées qui porte ; la date et le numéro du site.



Figure 08 : prélèvement du sol par une tarière
(Photo originelle Hadjer, 2012)

II-2-2 Pour l'eau

Nous avons prélevé pour chaque site d'étude un seul échantillon d'eau d'irrigation, c'est-à-dire nous avons un nombre total de 03 échantillons d'eau. On verse ces échantillons d'eau dans des bouteilles en plastique étiquetées qui comprend ; la date et le numéro du site.

II-2-2 Pour la production végétale

L'étude a été réalisée sur les cultures maraîchères, nous avons choisis la culture de courgette pour le site 01 le site 02, et la culture de tomate pour le site 03. Les collections se font à la maturité complète de ces cultures choisies (maturité physiologique).

Nous n'avons pas fait un choix préalable de la culture cultivée dans ces sites d'études mais c'est un choix propre de l'agriculteur lui-même.

Tableau 06 : période de prélèvement des échantillons du sol, d'eau et de végétal.

	Date de prélèvement des échantillons		
	sol	eau	végétal
Site 01 : Branis	25 Février 2012		18 Mars 2012
Site 02 : El-ghrous	28 Mars 2012		28 Mars 2012
Site 03 : Sidi Okba	04 Avril 2012		04 Avril 2012

Tableau 07 : Identification des échantillons du sol traité, d'eau et de végétal.

Eau											
Site 01				Site 02				Site 03			
B _w				L _w				S _w			
Sol											
Site 01				Site 02				Site 03			
B ₁	B ₂	B ₃	L ₁	L ₂	L ₃	S ₁	S ₂	S ₃			
0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30	0-30		
B ₁	B ₂	B ₃	L ₁	L ₂	L ₃	S ₁	S ₂	S ₃			
30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60	30-60		
Végétal											
Site 01				Site 02				Site 03			
B _R	B _T	B _F	B _{Fr}	L _R	L _T	L _F	L _{Fr}	S _R	S _T	S _F	S _{Fr}

Site 01 : site du Branis. (B)

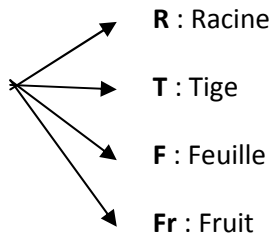
Site 02 : site d'El-ghrous. (L)

Site 03 : site du sidi Okba. (S)

T : sol témoin

W = échantillon d'eau

Échantillon de végétal



III-1 Étude de laboratoire

III-1-1 Analyse de routine

III-1-1-1 Pour le sol

A. Préparation des échantillons du sol

Le séchage des échantillons de sol se fait à l'air libre.

Après le séchage nous avons fait le broyage des échantillons dans un mortier puis nous avons fait le tamisage avec un tamis de 2 mm.

B. Analyses chimiques du sol

➤ pH

Méthode électrométrique, avec un rapport sol/eau de 1/ 2,5.

➤ Conductivité électrique

Avec un rapport sol/eau de 1/5, mesuré par le conductimètre.

➤ Dosage de calcaire total

Par la méthode de calcimètre de BERNARD.

III-1-1-2 Pour L'eau

Pour l'eau on a fait les analyses suivantes :

➤ pH

Mesuré par le pH-mètre par la méthode électrométrique.

➤ Conductivité électrique

Mesuré par le conductimètre.

➤ Dosage des ions

a. Dosage des anions

Cl⁻ : par titration.

SO₄⁼ : par spectrophotomètre UV.

HCO₃⁻ et CO₃²⁻ : par titration.

b. Dosage des cations

Les cations Na⁺ et K⁺ sont dosés par photométrie à flamme.

Les cations Ca⁺⁺ et Mg⁺⁺ sont dosés par la complexométrie avec l'EDTA.

III-1-2 Analyse des métaux lourds (Cu, Zn) par l'acétate d'ammonium en présence d'EDTA

III-1-2- Pour le sol

❖ Principe

L'extraction des formes solubles du cuivre et de zinc est réalisée par une solution mixte d'acétate d'ammonium et d'EDTA, à pH=7. Le dosage des éléments présents dans la solution d'extraction s'effectue par spectrophotométrie d'absorption atomique.

Cette méthode conduit à estimer la quantité d'oligoéléments précités susceptibles d'être assimilables par les végétaux. Elle s'applique principalement aux sols agricoles (Clément et Françoise, 2003).

❖ Mode opératoire

- Peser 5 g de sol sec et les verser dans un flacon de 125 ml.
- Ajouter 50 ml de la solution d'extraction EDTA à 20°C ± 2°C. Boucher hermétiquement sans attendre et agiter de manière à bien disperser la terre.
- Laisser décanter puis centrifuger le surnageant durant 10 minutes à 2000 tr/min, de façon à avoir un liquide translucide exempt de toutes impuretés. Verser le liquide dans une fiole et boucher.
- Faire un témoin dans les mêmes conditions.
- Après le réglage du spectrophotomètre d'absorption atomique, passer successivement les solutions étalons, échantillons et le témoin
- Doser le cuivre, le zinc en utilisant les longueurs d'onde suivantes :
Cu = 324.7 nm ; Zn = 213.9 nm.

❖ Calculs

$$T (\mu g / g) = \frac{(C - C1) \times V}{10} = 10 (C - C1)$$

Où T : Cu ou Zn,

C : Concentration de l'élément déterminée par la courbe d'étalonnage (µg/ml),

C1 : Concentration du témoin par la courbe d'étalonnage (µg/ml),

S : poids de la prise de terre en g (5g),

V : volume d'extraction en ml (50 ml).

Remarque

Pendant le déroulement des analyses, il est important de vérifier qu'aucun des échantillons ne dépasse la concentration de la solution la plus concentrée de la gamme. Si c'est le cas, il faudrait effectuer la dilution nécessaire en employant comme diluant la solution d'extraction.

III-1-2-2 Pour le végétal

❖ Mode opératoire

- Porter 0.5 – 1g de matière végétale (courgette et tomate), séchée préalablement à 105 °C dans un creuset en porcelaine, calciner à 550 °C dans un four à moufle pendant 5 h jusqu'à l'obtention d'une cendre blanche,
- Sortir l'échantillon et laisser refroidir,
- Transférer la cendre dans un bécher de 100 ml et ajouter 5 ml HCl (2N), couvrir d'un verre de montre.
- Digérer à l'ébullition douce sur une plaque chauffante pendant 10 min,
- Après refroidissement, ajouter 25 ml d'eau distillée, puis filtrer dans une fiole de 50 ml et avec un papier filtre sans cendre. Ajuster au volume. Cet extrait sert au dosage des métaux lourds (Cu et Zn) (Pauwels et al, 1992).
- Faire un témoin dans les mêmes conditions.
- Après le réglage du spectrophotomètre d'absorption atomique, passer successivement les solutions étalons, échantillons et le témoin
- Doser le cuivre, le zinc en utilisant les longueurs d'onde suivantes :
- Cu = 324.7 nm ; Zn = 213.9 nm.

❖ Solution d'extraction

Pour les échantillons de végétale, la solution d'extraction est l'HCl (0.2N/50ml d'eau bi-distillée).

❖ Solutions étalons de cuivre

Dans des fioles jaugées de 100 ml contenant environ 50 ml d'eau déminéralisée, verser 10 ml HCl (2N) puis 0.1, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 ml de la solution mère de cuivre (100 ppm). Ajuster au volume. Homogénéiser.