



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie et physiologie végétale.

Spécialité : Biodiversité et physiologie végétale.

Intitulé :

**Effet des additifs chimique phytosanitaire sur quelques paramètres
morpho-physiologiques, biochimiques et édaphiques du blé dur
(*Triticum durum* Desf) variété Waha**

Présenté et soutenu par : Khabat Ilyes.

Bouarroudj Redha

Le : 16 / 07 / 2019.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr. Chaib Ghania (MCA - UFM Constantine).

Encadreur : Dr. Bazri Kamel eddine (MCA - UFM Constantine).

Co-Encadreur : Mlle Ghedabna Rayene (Doctorante - UFM Constantine)

Examineurs : Dr. Hammouda Dounia (MCA - UFM Constantine).

*Année universitaire
2018 – 2019*

Remerciement

Remerciant tout d'abord Dieu tout puissant de nous avoir donné la force de réaliser ce travail.

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués au Laboratoire d'écologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université des Frères Mentouri Constantine.

L'encadrement scientifique de ce travail a été assuré par **Bazri Kamel eddine**. Professeur à l'UFM Constantine. Nous tenons vivement à lui exprimer nos profondes reconnaissances et gratitude pour le privilège et la confiance qu'il nous a accordés durant le stage pratique, pour son aide, le temps qu'il nous consacré et pour ses précieux conseils. Et de nous avoir accueillies dans son laboratoire et d'avoir mis à notre disposition tous les moyens techniques afin de pouvoir réaliser nos expérimentations.

Nous remercions sincèrement Dr. Hammouda Dounia Professeur à l'UFM Constantine d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons nos remerciements également à **Mme. Chaib G.** Professeur à l'Université des Frères Mentouri Constantine d'avoir accepté de présider le jury.

Nous remercions également doctorante *Ghedabna Rayan* et nous tenons vivement à lui exprimer nos profondes reconnaissances et gratitude qui nous a accompagné durant ces derniers mois, pour son aide et ses encouragements.

Nous remercions également les deux doctorants Behouhou Mohamed Lamine et Benmatti Hadjer pour leur aide et leurs encouragements.

Ainsi nous adressons nos sincères remerciements aux tous les enseignants du département des Sciences Biologique; les chefs et les techniciennes de laboratoire de *l'Université Frère Mentouri Constantine*.

Nos remerciements vont également à l'ensemble des personnels qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, d'une manière directe ou indirecte. Avec une mention spéciale à nos amis, nos collègues, pour la gentillesse et les bons moments passés ensemble.

Merci à vous

Dédicace

*A mon défunt **Papa Abdl azize** qui m'a toujours guidé vers le chemin de la réussite.*

*A ma très chère **maman** pour m'avoir toujours écoutée, pour son soutien moral, et ses précieux conseils.*

*A toutes mes sœurs: **Rayen, Belkis et Zayneb***

*A mes beaux frères: **Ayoub***

*A ma très cher femme **Imane** qui m'a encouragé, qui m'a donné la force et la volonté de surmonter tous les obstacles et les difficultés.*

Quoi que je fasse je ne pourrais vous rendre ce que vous avez fait pour moi. Si je suis arrivé là, c'est grâce a vous, Que dieu vous bénisses vous donne longue vie et vous protège pour moi.

***A mes amies** pour l'amitié et la sympathie qu'ils*

*m'ont témoignées durant ces années. **A toute ma famille « petit et grand »** je dédie ce modeste mémoire qui est le fruit de longues années de travail*

Khabat Ilyes

Je dédie ce modeste travail

A Dieu qui ma donner de la force

A mes chers parents

Ma chère épouse Rima

Mes enfants : Tesnim, Yasmine, Nesrine et Mohamed mahdi.

Mes frères et sœur : Amir, Oualid, Mohamed Amine, Abderrahmane et Fatima Zohra

Bouarroudj Redha

Liste des abréviations

AFB : Agence Française pour la Biodiversité

BPA : Bonnes Pratiques Agricoles

C.E : Commission Européenne.

CCLS : Coopérative des céréales

DPVCT : Direction de la protection des végétaux et des contrôles techniques au niveau ministère de l'agriculture algérienne.

DT : Temps de demi-vie

Ex : Exemple

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

H : Constante de Henry

IFEN : L'Institut Français pour l'Environnement

INRA : Institut national de la recherche agronomique

L.M.R : Limite Maximale de Résidus.

MA : Matière active

MCE : Maison de la consommation et de l'environnement

OB : Observation

P : Pesticide

PFR : Poids frais des racines

PSR : Poids sec des racines

U.E : Union Européenne.

UIPP : Union des Industries de la Protection des Plantes

µg : Microgramme

µS : Microsemens

Liste des tableaux

Tableau 1: Produits chimiques agricoles y compris les pesticides (P) et leur activit.....	10
Tableau 2 : Les différentes pulvérisations des produits étudiés et matériels végétal et sols prélevés.....	29
Tableau 3 : Résultats des paramètres physico-chimiques du sol.....	46
Tableau 4 : Grille d'appréciation de la nature des sols en fonction du pH (SSDS, 1993).....	46
Tableau 5 : Grille d'appréciation de la salinité des sols en fonction de la CE (SSDS, 1993).....	48
Tableau 6 : Taux de MO et de Carbone chez les principaux traitements étudiés	49
Tableau 7 : Grille d'appréciation des taux du carbone organique dans le sol (Hazelton and Murphy, 2007).....	49.

Liste des figures

Figure N° 01 : le marché mondial des pesticides dans le monde (UIPP, 2011).....	13
Figure N° 02 : le plan de masse de site d'expérience.....	27
Figure N° 03 : le plan parcellaire de site d'expérience.....	28
Figure N° 04 : Effet des différents traitements de pulvérisation le poids sec (PSR) et la teneur en eau des racines de blé dur au stade de tallage.....	34
Figure N° 05 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur le poids sec (PSR) et la teneur en eau des feuilles de blé dur au stade de tallage.....	35
Figure N° 06 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la longueur des racines, longueur des feuilles et surface foliaire au stade tallage.....	36
Figure N° 07 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur les différents types de chlorophylles de blé dur au stade de tallage.....	37
Figure N° 08 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la chlorophylle total chez le blé dur au stade Gonflement.....	39
Figure N° 09 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur l'accumulation de la proline chez le blé dur au stade Gonflement.....	41
Figure N° 10 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur l'accumulation des sucres solubles chez le blé dur au stade Gonflement.....	43
Figure N° 11 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur longueur feuille chez le blé dur au stade Gonflement.....	45
Figure N° 12 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la longueur des feuilles chez le blé dur au stade Gonflement.....	47
Figure N° 13 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur La conductivité électrique du sol au stade Gonflement.....	48
Figure N° 14 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur MO au stade Gonflement	50

المخلص

من خلال هذه الدراسة تم اجراء تجربة حول تأثير ثلاث مبيدات مختلفة تتمثل في مبيد للأعشاب الضارة .و اخر للفطريات وثالث للحشرات على الخصائص المورفوفيزيولوجية , البيوكيماوية و المتعلقة بالتربة و ذلك على صنف من القمح الصلب واحة حيث أن المعاملات المورفوفيزيولوجية و البيوكيماوية التي تمت دراستها هي : مساحة الورقة، طول الورقة، طول الجذر، الكلوروفيل (أ،ب،أ + ب) ،والسكريات القابلة للذوبان والبرولين. ومع ذلك، فإن تطبيق المعالجات الكيميائية المختلفة يسمح بتحفيز مستوى البرولين والسكريات الذائبة ومحتوى صبغة الكلوروفيل مقارنة مع نتائج المعامل الشاهد وذلك من اجل الهروب والتكيف مع ظروف الإجهاد الكيميائي المطبق أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها على النبات و التربة عدوانية مبيد تريبنون ميثي لمقارنة مع مبيد الفطريات ومبيدات الحشرات، في حين أظهرت مبيدات الفطريات ذات المادة الفعالة تبيكونازول، ومبيد الحشرات لامبدا سيانوثرين أقل عدوانية على النبات و التربة

الكلمات مفتاح : المبيدات ,الفطرية, الحشرية, الحشائشية, القمح الصلب.

Abstract.

Study on the effect of three pesticides (Tribenuron Methyl weedkiller, Tubeconazole fungicide and Lambda Cyhalotrin insecticide) on some edaphic, morpho-physiological and biochemical parameters related to the durum wheat variety Waha (*Triticum durum*.L) .

The edaphic parameters tested are: Soil Ph, Conductive electric and Soil Organic Matter, whereas the morpho physiological and biochemical parameters studied are: leaf area, leaf length, root length, chlorophyll (a, b, a + b), proline and soluble sugars.

The application of different chemical treatments, however, allows to stimulate the proline level, soluble sugars and chlorophyllian pigment content compared to controls to escape and adapt to the conditions of chemical stress applied.

Results obtained on plant and soil show the aggressiveness of the herbicide tribenuron Methyl compared to the fungicide and insecticide, while the fungicide based on tubeconazole, and insecticide showed less aggressiveness on the plant and soil.

Key words: Pesticide, insecticides, herbicides, Fongicide, Hard Wheat.

Introduction

Introduction

Après la nutrition, la protection phytosanitaire constitue une des étapes les plus importantes pour l'agriculteur. Cette opération consiste à protéger la culture de toutes les agressions et stress causés par les bio-agresseurs (adventices, maladies ou ravageurs) (**Hachemi, 2016**). L'explosion démographique augmente les besoins alimentaires, une bonne protection phytosanitaire est donc essentielle pour garantir des rendements qualitatifs et quantitatifs surtout avec la tendance vers une agriculture intensive avec bien sur des densités de plantation élevées, plusieurs méthodes sont adoptées pour assurer cette protection méthode culturale ou agronomique, méthode biologique et méthode chimique. La dernière méthode reste actuellement la plus rapide, facile et avec un grand pourcentage d'efficacité notamment chez les grandes cultures, afin d'éviter d'être affecté par l'un des bio-agresseurs en utilisant pour la plus part du temps des herbicides, fongicides et insecticides a titre préventif certain temps avec plusieurs passages même s'il n'y a pas de menace marqué.

Ces pesticides sont d'abord apparus bénéfiques, leurs effets secondaires nocifs ont été peu à peu mis en évidence. Ces produits nécessaires pour améliorer les productions agricoles et notre qualité de vie se sont avérés très toxiques à différents degrés (**Bouziati, 2007**).

Les pesticides sont un groupe très hétérogène de substances chimiques adaptées à la lutte contre les plantes et les animaux indésirables, considérés parmi les polluants les plus dangereux de l'environnement en raison de leurs stabilités, leurs mobilités, et les effets à long terme sur les organismes vivants. Le devenir des pesticides concerne tout le milieu naturel dans son ensemble (sol, eau et air) mais le sol reste un compartiment clé car une grande proportion des pesticides appliqués lors du traitement des cultures arrive au sol, par application directe et/ou par lessivage du feuillage (**Calvet et all, 2005**), sachant que l'utilisation de pesticides n'a cessé de croître depuis leurs découverts passant de faible quantités a des quantités en chiffre de millions de tonnes dans tous le monde, notre pays comme les autres été obligé d'organiser le secteur des produits chimiques notamment a usage agricole par le biais de ministère de l'agriculture (**DPVCT**) qui a élaboré l'index des produits phytosanitaires à usage agricole modifier et publier le Juillet 2015 avec plus de 1000 produits homologués afin d'organiser l'utilisation de ces derniers et de protéger le plus possible la santé et l'environnement.

Notre étude a pour objectif d'étudier l'effet de pesticides sur la culture de blé dur (*Triticum Durum*. L). Le blé dur l'un des grandes cultures appartient a la famille des poacées, dans notre étude, nous avons le choisi dû a son importance et intérêt agro-économique.

Synthèse

Bibliographique

1- Généralités

Description

Le blé est une plante herbacée monocotylédone appartient au genre *Triticum* et à l'espèce *Durum* (Desfontaines) du groupe des espèces *Tétraploïdes* ($2n=28$), famille des *Poaceae* à épis denses dont les graines riches en gluten servent à fabriquer les pâtes alimentaires.

D'une façon générale le blé dur se caractérise par

- un épi à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à leur base, à glumelle inférieure terminée par une longue barbe colorée;
- un grain très gros (45-60 mg), de section subtriangulaire, très riche en albumen, de texture vitreuse.
- un appareil végétatif à tallage (souvent un ou plusieurs épis par plante), à chaume long et souple, sensible à la verse.

Le blé dur (*Triticum Durgidum ssp. Durum*) une graminée annuelle de hauteur moyenne dont le limbe des feuilles est aplatie. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs parfaites (**Soltner, 1998**). Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (**Bozzini, 1988**).

Taxonomie

La classification botanique de cette plante est donnée selon Linné comme suit :

Famille	<i>Poaces</i>
Sous-famille	<i>Festucoideae</i>
Tribu	<i>Triticeae Aveneae</i>
Sous-Tribu	<i>Triticineae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Nom commun	Blé dur (<i>Triticum durum Desf.</i>)

2- Définition des Pesticides

Un pesticide est une substance sensée prévenir, détruire, repousser ou contrôler :

- tout ravageur animal
- toute maladie causée par des microorganismes
- les mauvaises herbes

Leur action peut se faire par :

- le contact
- Ingestion
- Autres sortes d'expositions effectives pendant les phases de croissance (**Jeroen Boland et al., 2004**).

Selon l'index des produits phytosanitaires à usage agricole de Juillet 2015 par le **DPVCT** pesticides ou Produit Phytosanitaire : substance active ou préparation destinée à :

- protéger les végétaux ou les produits végétaux contre les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que ces substances ou préparations ne soient pas autrement définies ci-après.
- 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, pour autant que ces substances ou produits ne fassent pas l'objet de dispositions particulières.
- détruire les végétaux indésirables ou les parties végétales.
- freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux, par une action chimique ou biologique.

Des définitions voisines ont été adoptées par d'autres organismes. Dans tous les cas, sont exclus les engrais, les nutriments végétaux et animaux, les additifs alimentaires et les médicaments vétérinaires (**U. Ahlborg et al., 1991**).

3- Composition des Pesticides

La plupart des formulations de pesticides contiennent, en plus des matières actives, divers adjuvants qui servent de supports, de solvants, ou en améliorent l'absorption, etc. Ces «matières inertes» ne sont généralement pas prises en considération dans l'étude des effets du produit sur la santé alors pourtant qu'elles constituent fréquemment une proportion élevée du pesticide commercial et peuvent avoir des effets nocifs plus graves que ceux des matières

actives. C'est ainsi que le tétrachlorure de carbone et le chloroforme, qui sont l'un et l'autre extrêmement toxiques pour le foie et le système nerveux central, peuvent servir de matières «inertes» sans même être mentionnés sur l'étiquette du produit. Les effets nocifs des pesticides peuvent également être dus à des impuretés, par exemple la dioxine contenue dans certains herbicides à base d'acides phénoxylés (U. Ahlborg *et al.*, 1991).

Un pesticide est composé de 2 types de substances :

- une ou plusieurs matières actives : ce sont ces matières actives qui confèrent au produit l'effet poison désiré. Exemples de matières actives : le glyphosate que l'on trouve dans de très nombreux désherbants totaux, l'isoproturon dans des désherbants céréales...
- un ou plusieurs additifs : ces additifs renforcent l'efficacité et la sécurité du produit. Exemple : répulsif, vomitif, épaississant, anti-moussant, solvant (Mce, 2003). C'est additifs associés a la matière active sont classés par (Fournier *et al.*, 2002).
 - les diluants (solvants, charges).
 - les additifs (matière colorante ou odorante).
 - les adjuvants (produits destinés à améliorer la performance de la substance active) qui peuvent eux mêmes présenter une certaine toxicité pour la plante traitée et l'utilisateur.

3-1 La formulation

La formulation correspond à la forme physique sous laquelle le produit phytopharmaceutique est mis sur le marché, obtenue par le mélange des matières actives et des formulants, elle se présente sous une multitude de formes, solides ou liquides. Les plus couramment répandues sont les suivantes :

A- Pour les formulations solides :

- les granulés solubles, les poudres mouillables.

B- Pour les formulations liquides :

- les concentrés solubles, composés de produits solubles dans l'eau,
- les concentrés émulsionnables, composés de produits liquides en émulsion dans le produit.
- les suspensions concentrées, appelées (parfois *flow* de l'anglais *flowable*), composées de particules solides dispersées dans le produit.

Le type de formulation a une grande importance dans la manipulation des produits : fabrication, transport, stockage, préparation des bouillies, par exemple, les suspensions concentrées auront tendance à sédimenter au cours du temps et il sera indispensable de les agiter avant l'emploi (**Cirad, 2000**).

3-2 Les caractéristiques

Les caractéristiques d'un produit herbicide ou pesticide en générale portent sur la désignation de la (ou des) matière(s) active(s), le nom du produit commercial, le fabricant et éventuellement du distributeur local, la teneur de la (ou des) matière(s) active(s) dans le produit, le type de formulation, le mode d'emploi, la dose d'emploi et la culture cible.

Le teneur en matière(s) active(s) s'exprime en g/l pour les formulations liquides et en pourcentage (%) pour les formulations solides.

La dose d'emploi en produit commercial s'exprime en l/ha pour les formulations liquides et en kg/ha (ou parfois en g/ha) pour les formulations solides. La dose d'emploi en matière active s'exprime toujours en g/ha (**Cirad, 2000**).

3-3 Origine chimique

Parmi les pesticides agricoles, on peut faire la distinction entre les composés inorganiques, les produits organiques synthétisés et les bio-pesticides.

Les **composés inorganiques** figurent parmi les premiers produits chimiques utilisés pour combattre les fléaux. Nous pouvons mentionner le sulfure, l'arsenate de plomb, les mélanges de cuivre et de chaux, le borax et les chlorates, et les composés de mercure.

Les pesticides inorganiques sont basés sur des éléments chimiques qui ne se dégradent pas, c'est pourquoi pour beaucoup d'entre eux l'utilisation a de graves effets toxicologiques et sur l'environnement. Par exemple, certains s'accumulent dans le sol ; le plomb, l'arsénique et le mercure sont fort toxiques (**Jeroen Boland et al., 2004**).

La plupart des **produits organiques** synthétisés sont dérivés chimiquement des produits pétroliers. Après l'introduction des insecticides et des herbicides dans les années 1940, leur utilisation s'est rapidement propagée a travers le monde, au cours de la période 1960 à 1980, des instruments de plus en plus sensibles ont été développés, permettant la détection de très

faibles quantités de résidus de pesticides dans les aliments et dans la nature, ceci a eu une forte influence sur le développement, l'utilisation et la réglementation des pesticides (**Jeroen Boland et al., 2004**).

Les biopesticides sont des substances dérivées de plantes ou d'animaux. Ils peuvent également consister d'organismes et comprennent des moisissures, des bactéries, des virus et des nématodes, des composés chimiques dérivés de plantes ainsi que des phéromones d'insectes. Certains pesticides biologiques, comme par ex. la nicotine, peuvent être fort toxiques et leur utilisation est tout aussi risquée que celle de beaucoup de pesticides inorganiques ou synthétiques. Les fleurs de *Pyrethrum*, les extraits de racines de *Derris elliptica* (Roté- none) et les feuilles et fleurs de l'arbre Neem (*Azadirachta* spp.) sont moins toxiques pour les humains, ils ont été employés en tant qu'insecticides effectifs des générations durant. D'autres substances utilisées à cette fin et trouvées dans la nature sont l'urine de vache et le jus d'ail (**Jeroen Boland et al., 2004**).

Les fabricants de pesticides ont élaboré des versions synthétiques de nombreux pesticides que l'on trouve naturellement dans les plantes, en identifiant les mécanismes chimiques principaux qui tuent les organismes nuisibles afin de protéger les cultures. Ainsi, les ingrédients chimiques des pesticides organiques synthétisés sont souvent des copies de composés naturels, par ex. le pyrethroïde qui est inspiré du *Pyrethrum*. (**Jeroen Boland et al., 2004**)

3-4 Les noms des pesticides

Le nom chimique complet d'un produit phytosanitaire est souvent difficile à prononcer et à garder en mémoire. Selon **Jeroen Boland et al. (2004)**, le nom codé est désigné par matière active (abrégé en 'M.A.', également désigné par le terme de substance active). Il s'agit généralement d'une version abrégée du nom chimique complet. La matière active est le composé utilisé pour lutter contre l'organisme nuisible. Son efficacité pour tuer, nuire à ou éloigner un ravageur ou une maladie spécifique a été prouvée et son utilisation à cette fin a été autorisée par le biais d'un processus d'homologation.

De nombreux pesticides portent des noms difficiles qui renvoient à leur structure chimique. C'est la raison pour laquelle on leur donne souvent un nom plus court, désigné par nom commun, pour pouvoir les identifier avec plus de facilité.

Exemple : MA Glyphosate = N-(phosphonométhyl)glycine

4- Classification des Pesticides

Les centaines de pesticides agricoles chimiques peuvent être classés en fonction de :

A- premier système de classification Selon le type de ravageur ou de maladie qu'ils combattent (**Jeroen Boland et al., 2004**).

Tableau 1 : Produits chimiques agricoles y compris les pesticides (P) et leur activité

Catégorie	Activité
Algicide	Tue les algues, sur le bois par ex.
Anorexigène	Prévient que les animaux se nourrissent de la culture ou du produit stocké
Appât	Attire les animaux provoquant des fléaux
Bactéricide (P)	Tue ou inhibe la croissance des bactéries
Fongicide (P)	Désinfectant pour moisissures et champignons
Fumigant (P)	Gaz ou fumée contre les ravageurs ou les moisissures dans les produits stockés
Herbicide	Tue ou inhibe la croissance des mauvaises herbes
Régulateur de croissance d'insectes	Modifie les phases de développement ou de croissance des insectes
Insecticide (par ex. aphicide) (P)	Tue ou nuit aux insectes (par ex. aux pucerons)
Miticide / acaricide (P)	Tue ou nuit aux acariens (ou araignées)
Molluscicide	Tue les escargots et les limaces
Nématocide (P)	Tue les nématodes
Repousseur d'indésirables	Eloigne les animaux causant des fléaux
Rodenticide	Tue les rats, les souris, les rongeurs
Stérilisant	Stérilise les insectes par voie chimique
Termiticide (P)	Tue ou nuit aux termites

B- deuxième système de classification la nature chimique de la principale substance active (**Annexe**).

5- Utilisation des pesticides en agriculture

Les plantes cultivées doivent affronter toutes sortes de ravageurs sans compter la concurrence des plantes adventices. Elles sont attaquées par des insectes et autres arthropodes, ainsi que par des champignons, des mollusques et des bactéries, avec pour conséquences une perte de qualité et une diminution des rendements, très inégales selon le climat et la région de culture. Avec l'introduction de nouvelles espèces végétales et de nouveaux cultivars dans les plantations ou l'agriculture de rapport, les problèmes sont parfois aggravés en cas de monoculture. Depuis une trentaine d'années, on a recours, partout dans le monde, aux produits chimiques pour détruire ravageurs et mauvaises herbes et réduire ainsi les pertes. De nombreux insecticides, fongicides, molluscicides, bactéricides et herbicides, notamment sous forme de fumigants, ont pris de l'importance en agriculture (**U. Ahlborg et al., 1991**).

L'usage de ces produits est en constante augmentation à travers tous les pays du monde. Selon les constatations des experts mondiaux, la demande en pesticides est telle que leur quantité de production double pratiquement tous les dix ans depuis 1945. Ce sont les pays en voie de développement (en Inde et en Afrique) qui les utilisent de plus en plus. Au niveau mondial, la valeur marchande des pesticides est de l'ordre de 32 milliards de dollars, dont 3 milliards pour les pays en voie de développement (**FAO**).

Dans les pays européens (où la France et l'Allemagne sont les plus gros producteurs et consommateurs), les premiers cas d'intoxications à grande échelle et de catastrophes écologiques ont été enregistrés à partir des années 80. Ce qui a entraîné l'interdiction de plusieurs types de pesticides (DDT, Atrazine...). Mieux encore, depuis quelques années, dans ces pays, on assiste à l'émergence d'un mouvement associatif qui remet en cause la sur utilisation des pesticides de synthèse, pour les remplacer par des substances biologiques et dégradables. La base de ce mouvement est fondée sur les risques sanitaires et environnementaux de mieux en mieux connus que représentent ces substances, et sur la disponibilité d'autres alternatives qui permettrait de diminuer considérablement l'utilisation de ces produits (**Mustapha Bouziani, 2007**).

Au contraire, dans les pays sous-développés, même les produits très toxiques, dont l'usage a été interdit dans les pays riches, sont encore largement utilisés, et avec beaucoup moins de précautions. Selon un communiqué de presse de la **FAO** (1er février 2001), environ 30% des pesticides commercialisés dans les pays en voie de développement ne sont pas

conformes aux standards de qualité internationaux, car ils contiennent beaucoup d'impuretés très toxiques (**Mustapha Bouziani, 2007**).

6- Le marché des pesticides

6-1 Le marché mondial

Le marché mondial des pesticides représente environ 40 milliards de dollars. Il est stable depuis les années 2000 (**UIPP, 2011**). Les États-Unis sont le premier consommateur mondial de pesticides, suivent l'Inde, la France (1^{er} consommateur Européen), puis l'Allemagne.

La France est en 2012 le troisième utilisateur mondial de pesticides à usage agricole, après les États-Unis et le Japon et le Premier utilisateur de pesticides en Europe. Selon l'Union des industries de la protection des Plantes (**UIPP**).

Le Japon utilise 12 kg/ha et le 1^{er} consommateur de pesticides à l'hectare, l'Europe 3kg/ha, les États-Unis 2,5kg/ha et l'Inde 0,5 kg/ha

Selon la publication de l'**UIPP (2011)**, le chiffre d'affaire (CA) mondial le marché des phytosanitaires a progressé de 15 %, d'après la même source, les herbicides sont les plus utilisés sur l'ensemble des cultures dans le monde (47% du marché) (**Figures n° 01**). En Europe et en Amérique du nord, les herbicides représentent 70 % à 80% des produits utilisés alors que Les fongicides représentent près de 26% et les insecticides 24% (**UIPP, 2011**)

6-2 Le marché en Algérie

L'agriculture algérienne, considérée dans son ensemble, n'est pas une grande utilisatrice de pesticides, comparativement, à celles d'autres pays (Etats-Unis, France et Japon, entre autres). En effet, selon les données de l'Union des Industries de la Protection des Plantes (**UIPP, 2009**) et de la **FOASTAT (2014)**, le marché algérien des pesticides représente 6,09% du marché africain, qui, à son tour, représente 4,14% du marché mondial. Cependant, certains secteurs, à l'exemple des cultures maraîchères sous serres sont fortement utilisateurs de pesticides.

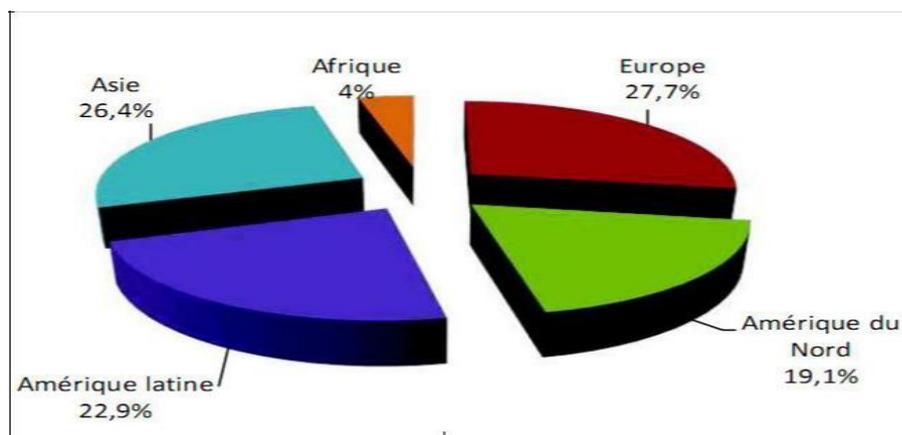


Figure N° 01: le marché mondial des pesticides dans le monde (UIPP, 2011).

Lors du traitement des cultures, la majeure partie des quantités de pesticides apportées atteint le sol, soit parce que les pesticides y sont directement appliqués, soit parce que la pluie a lessivé le feuillage des plantes traitées. Le sol occupe donc une position centrale dans la régulation du devenir des pesticides dans l'environnement et il aura un double rôle de stockage et d'épuration (Barriuso *et al.*, 1996). Les mécanismes qui gouvernent ce devenir sont nombreux et encore souvent mal connus. Cependant, suivant un schéma classique, ils peuvent se classer en trois types (Barriuso *et al.*, 1996).

- 1- La rétention ou les pesticides restent piégés dans le sol (stockage)
- 2- La biodégradation (biotique et abiotique).
- 3- Le transfert (vers l'atmosphère, les eaux de surface, les eaux souterraines)

7- Différents buts des traitements aux pesticides : préventif ou curatif

Un traitement aux pesticides **préventif** a pour but de protéger à l'avance la culture ou les produits stockés contre toute infection de maladie, infestation de ravageurs ou compétition de mauvaises herbes nuisibles.

Un traitement **curatif** a pour but de détruire ou de limiter le développement d'une population d'organismes nuisibles.

8- les pesticides selon leur effet :

Les pesticides de contact doivent parvenir directement aux organismes nuisibles pour avoir de l'effet. Plus la brume pulvérisée est fine, mieux elle pourra pénétrer la culture et ainsi tuer l'organisme en question.

Les pesticides systémiques s'adhèrent à et pénètrent la surface de la plante puis se dispersent dans toute la plante. Les pesticides qui restent quelque temps dans le sol et qui sont ensuite absorbés par les racines des plantes figurent également parmi les pesticides systémiques.

Pour qu'ils soient effectifs, il n'est pas nécessaire de les disperser en brume fine comme pour les pesticides de contact. Des gouttelettes plus grandes en taille et en moindre quantité peuvent servir pour traiter la culture, ce qui rend le traitement plus facile et moins onéreux. **(Jeroen Boland et al., 2004)**

9- Mode d'action des pesticides

9-1 Les herbicides

Peuvent agir sur les adventices se trouvant en concurrence avec une culture donnée. Suivant leur dose et leur période d'utilisation, ces composés peuvent être sélectifs ou non sélectifs en possédant différents modes d'actions sur les plantes, ils peuvent être :

Perturbation de la photosynthèse (les triazines) et la division cellulaire (les carbamates) et inhibition de la synthèse des caroténoïdes (isoxazolidinones).

Inhibiteur de la synthèse des lipides (les cyclohexanediones), la synthèse des acides aminés (les acides phosphoriques) et de cellulose (les benzamides) **(Louchahi, 2015)**.

9-2 Les insecticides

Les insecticides agissent par contact, par inhalation ou par ingestion des molécules par l'insecte. Ils interviennent en éliminant ou empêchant la reproduction des insectes avec différentes manières **(Louchahi, 2015)**.

- Les insecticides agissant sur la respiration cellulaire (phenoxyprazole...).

- Les insecticides de type régulateurs de croissance (thiadiazines...).
- Les insecticides agissants sur les systèmes nerveux (Organophosphorés).

9-3 Les fongicides

Ils peuvent agir différemment sur les plantes comme étant (**Louchahi, 2015**).

Des fongicides affectant les processus respiratoires (dithiocarbamates) ainsi que la division cellulaire (benzimidazoles).

Inhibiteurs de la biosynthèse des stérols, des acides aminés ou des protéines et le métabolisme des glucides.

10 Danger des pesticides

Certains pesticides peuvent être toxiques au niveau aigu sans présenter de risque chronique, et vice-versa. Une multitude de combinaisons sont alors possibles pour catégoriser le risque d'un pesticide. Si on tient compte de cette réalité, et parce que les risques à court et à long terme peuvent être tout aussi importants les uns que les autres, il est nécessaire d'opter pour une approche qui tienne compte de ces deux niveaux d'effets potentiels (**Samuel et al., 2007**)

10-1 Effet des pesticides sur la santé

Si les pesticides sont d'abord apparus bénéfiques, leurs effets secondaires nocifs ont été peu à peu mis en évidence. Ces produits « nécessaires » pour améliorer les productions agricoles et notre qualité de vie se sont avérés très toxiques à différents degrés, après avoir été absorbés directement ou indirectement. Ce sont des produits très stables dans la nature et qui résistent pendant des années à la dégradation. L'application des pesticides se fait par pulvérisation. Mais à grande échelle parfois, ils sont rapidement disséminés par le vent et parfois loin de leur lieu d'épandage, où ils retombent avec les pluies directement sur les plans d'eau et sur les sols, d'où ils sont ensuite drainés jusque dans les milieux aquatiques par les eaux de pluie (ruissellement et infiltration). Les pesticides sont ainsi aujourd'hui à l'origine d'une pollution diffuse qui contamine les sols, les eaux (cours d'eau, eaux souterraines, zones

côtières), les plantes, les produits agricoles et, par voie de conséquence, toute la chaîne alimentaire par le phénomène de bio accumulation (**Mustapha Bouziani, 2007**).

Selon un guide réalisé par l'Agence Française pour la Biodiversité **AFB (2018)**, les risques d'exposition ponctuelle ou prolongée peuvent provoquer des intoxications aiguës ou chroniques, variables selon le profil toxicologique du produit utilisé et selon la nature des expositions et de leur intensité.

Les résidus de pesticides peuvent entraîner des désagréments pour la santé comme : des troubles de la reproduction, le développement du système nerveux. Une toxicité neurologique aiguë, l'affaiblissement du développement neurologique chronique, un dysfonctionnement des systèmes immunitaires de la reproduction et endocrinien ont également été rapportés (**Aissaoui, 2013**). L'exposition aux pesticides peut aussi être la cause du développement de cancer (**Hercegovà et al., 2007**). Certains pesticides sont aussi considérés comme étant des perturbateurs endocriniens, c'est-à-dire qu'ils interfèrent avec les hormones en stimulant leur action par ailleurs, il a été montré que chez les agriculteurs, les cancers de la prostate et de l'estomac étaient plus fréquents (**Meyer et al., 2003**).

Plusieurs études expérimentales ou épidémiologiques laissent supposer un risque plus important d'être atteint par certaines formes de cancer à la suite de l'exposition chronique à certains pesticides couramment utilisés. Les organismes internationaux responsables de l'évaluation du potentiel cancérigène, tels le Centre international de recherche sur le cancer (**CIRC**) et l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (**U.S. EPA**), ont classé de nombreux pesticides comme probablement cancérigènes pour l'humain. Les types de cancers les plus souvent cités sont le cancer du cerveau, les sarcomes des tissus mous, les lymphomes non hodgkiniens, la maladie de Hodgkin et la leucémie (**Isabelle Giroux, 2004**).

10-2 Effet des pesticides sur les sols

Les effets des pesticides sont très diverses et affectant plusieurs fonctions de la microflore des sols (**Clavet et al., 2005**). En effet plusieurs études ont montré que l'emploi massif de pesticides peut avoir des répercussions majeures sur les autres invertébrés (**Relayea, 2009**). Les pesticides peuvent affecter la fertilité du sol à long-terme mais leurs action est mal connue et elle dépend de plusieurs facteurs, ces substances affectent aussi les vers de terre, le mycorhize symbiotique et d'autre organisme (**Isenring, 2010**). Le nombre, les caractères physiques et chimiques et la diversité de la flore microbienne peuvent être aussi modifiées par les pesticides (**Kucharski et al., 2016**).

10-3 Effet sur la contamination des eaux et la faune aquatique

La contamination des eaux par les pesticides est impliquée dans près d'un quart des cas de non-conformité des eaux destinées à l'alimentation humaine (IFEN, 2002). IFEN (2004), avançait que 80% des eaux de surface et 57% des eaux souterraines analysées présentaient des concentrations en phytosanitaires supérieures au seuil de potabilisation et induisaient la perturbation du milieu aquatique.

L'emploi des produits phytosanitaires et leurs dérivés peuvent provoquer un risque élevé pour les communautés d'espèces aquatiques par la mortalité des poissons, les mollusques, les petits crustacés, les algues et les plantes aquatiques (Aissaoui, 2013).

Bien que l'application de ces pesticides assure une certaine qualité de la production végétale (notamment le rendement et la qualité phytosanitaire), elle contribue à contaminer les différents compartiments de l'environnement et notamment les ressources en eau. Ainsi, l'Institut Français pour l'Environnement (IFEN) rapporte que 55 % des eaux de surface sont contaminées par l'atrazine, un herbicide dont l'usage est interdit en France depuis septembre 2003 (rapport IFEN 2003 préparé avec les données 2001). Le devenir des produits phytosanitaires dans l'environnement est conditionné par leur comportement dans le sol qui agit comme une zone de charge des aquifères et qui est l'interface avec l'atmosphère (INRA, 2007).

10-4 Problème de Persistance des pesticides

La persistance d'un pesticide dans le sol peut être considérée d'un point de vue analytique (durée pendant laquelle la molécule peut être dosée), agronomique (durée pendant laquelle la molécule produit l'effet souhaité, effet phytotoxique sur les mauvaises herbes par exemple ou environnemental durée pendant laquelle un pesticide a un effet non souhaité sur des organismes vivants (Calvet *et al.*, 2005). D'une manière générale, plus un pesticide est retenu dans le sol, moins il est mobile mais il présente de risque de contamination des nappes. Par contre plus il sera persistant plus il restera dans le sol avec de possibles problèmes d'accumulation et plus il aura d'occasion d'être soumis à des phénomènes de transfert entraînant une contamination des nappes (Barriuso, 2004).

Certains pesticides comme les organochlorés ont une persistance dans le sol pouvant varier de quelques heures à plusieurs années. Ainsi, bien que leur utilisation ait été interdite

ou restreinte depuis des années dans beaucoup de pays, ils continuent d'être détectés dans les sols (**Hildebrandt et al, 2009**). L'hors d'une visite qu'on a fait sur terrain chez certains grenetiers mettant en vente des pesticides déjà interdit de commercialiser et qui ne disposent pas d'homologation depuis des années, on a trouvé aussi des pesticides qui ont dépassé leurs date de péremption encor depuis plus d'un an, tous ces deux derniers sont achetés par les agriculteurs pour leurs faible prix ou leurs forte protection phytosanitaire.

10-4-1 L'adsorption

L'adsorption joue un rôle majeur dans le devenir des pesticides, car elle conditionne l'équilibre entre les quantités présentes dans la solution du sol et celles retenues par les constituants organo-minéraux du sol. Elle intervient donc sur la disponibilité du produit pour une possible dégradation et/ou transfert (**Abdul Jabbar A, 2007**). Après adsorption du produit phytosanitaire, le sol se comporte comme un réservoir qui va délivrer le produit adsorbé dans la solution du sol lorsque sa concentration dans celle-ci diminue par prélèvements, dégradation ou transfert (**Ding et al., 2002**). D'après **Chiou (1989)**, la matière organique est considérée comme le principal adsorbant des pesticides dans les sols.

10-4-2 La dégradation

La persistance est un facteur qui aggrave le risque de dispersion de la molécule. Le délai nécessaire pour la dégradation complète d'un pesticide est très variable, de quelques jours à plusieurs années. La dégradation est essentiellement due à l'action des microorganismes présents dans le sol et dans l'eau, mais elle peut être également d'origine abiotique (photodégradation, hydrolyse, oxydo-réduction....) et donner dans certains cas des composés dont la toxicité peut dépasser celle de la molécule mère (**Bruno A, 1996**).

Les processus de dégradation dépendent des conditions du milieu. Ainsi la structure d'un sol, sa porosité, sa teneur en eau, son aération, son pH et sa teneur en matière humiques sont autant de paramètres qui agissent sur la dégradation des pesticides (**Megnégneau R, 1994**). Un sol riche en matière organique adsorbera plus facilement les matières actives et les rendront plus difficile à atteindre par les enzymes responsables de la biodégradation. La rétention d'une substance dans le sol ou dans un sédiment dépend aussi des propriétés de la substance et de la composition du support, notamment de son contenu en matière organique" carbone organique" (**Bruno A, 1996**)

On peut identifier 2 processus de dégradation :

- **La biodégradation** : les matières actives sont dégradés sous l'action des micro-organismes du sol ; c'est de loin le processus de dégradation le plus important, qui sous l'action des microorganismes vivants (bactéries, enzymes...) est transformée en éléments naturels de base : dioxyde de carbone, eau et sels minéraux. Concernant les matières actives, elles sont toutes biodégradables, reste à évaluer en combien de temps (**Mce, 2003**).

Une dégradation naturelle et spontanée des produits phytosanitaires est extrêmement rare, car ces produits représentent des structures moléculaires inconnues pour les systèmes enzymatiques des microorganismes. Aussi, la cinétique de disparition par voie biologique d'un pesticide dans le sol débute presque toujours par une période de latence, plus ou moins longue, au cours de laquelle la dégradation est pratiquement nulle. Elle correspond, soit à une adaptation des microorganismes au nouveau substrat (induction enzymatique), soit à une multiplication de populations capables de le dégrader. A cette première étape fait suite la dégradation proprement dite, au cours de laquelle les microorganismes peuvent mobiliser un ensemble d'enzymes leur permettant de transformer le pesticide jusqu'à sa minéralisation et de l'utiliser comme source nutritive, on dit alors que la dégradation se fait par métabolisme. Mais les microorganismes peuvent également établir un processus de type coopératif, découplé du phénomène de croissance. La matière active ne constitue plus une source d'énergie et/ou de carbone. Ces besoins seront assurés par des composés organiques du sol appelés co-substrat. On parle de dégradation par co-métabolisme. Dans ce cas, la souche microbienne, considérée individuellement, ne contribue que partiellement à la dégradation du produit en mettant en œuvre des enzymes à faible spécificité. Les microorganismes qui procèdent par co-métabolisme convertissent les pesticides en divers composés organiques qui s'accumulent plus ou moins dans le sol ; notamment lorsqu'il manque une souche intermédiaire dans la chaîne des transformations (**Abdul Jabbar A, 2007**).

Ces deux voies de dégradation peuvent coexister. Elles sont catalysées par des enzymes microbiennes constitutives ou adaptatives dont la production est induite par la présence du pesticide (**Abdul Jabbar A, 2007**).

- **La dégradation abiotique** (qui ne fait pas intervenir d'organismes vivant) : les matières actives sont dégradées sous l'action du rayonnement solaire (**photolyse**) ou dans l'eau (**hydrolyse**). Même si de nombreux auteurs estiment que la dégradation par voie abiotique ne contribue pas de manière significative à la dissipation des pesticides appliqués au

sol (**Parochetti, 1978**), elle interfère sur l'activité des microorganismes qui peuvent se trouver confrontés à la dégradation de nouvelles molécules, parfois plus stables que la molécule mère.

La biodégradation d'une matière active ou d'un produit formulé est fonction de plusieurs paramètres :

1- La nature même de la molécule : à conditions identiques, chaque molécule a un temps de biodégradation différent ; la molécule d'atrazine se dégrade moins vite que la molécule de glyphosate.

2- La nature du sol c'est à dire :

▪ Du type de sol : un sol limoneux dégradera plus rapidement les molécules qu'un sol sableux et pour un même sol :

▪ Du pH du sol

▪ De la température du sol : plus un sol est chaud, plus une molécule se dégradera rapidement

▪ De la teneur en eau du sol

3- L'historique de traitement du sol : un sol « habitué » à recevoir toujours la même matière active dégraderait plus rapidement cette matière active qu'un sol qui la reçoit pour la première fois (**Mce, 2003**)

Pour les produits avec mention de 100% biodégradable Il est clair que la mention « 100% biodégradable » est bien plus un argument de vente qu'une réelle information scientifique ; pour être complète, celle-ci devrait préciser la durée de dégradation. Or il est impossible de prévoir les durées de dégradation d'une matière active et de ces métabolites. Celles-ci varient fortement en fonction de caractères exogènes à la molécule : le type de sol où la molécule est appliquée, la température du sol, la pluviométrie...

Sur des surfaces imperméables (bitume, terrasses....) ou semi-imperméables (allées gravillonnées, sablés...) la biodégradation de la matière active sera beaucoup plus lente en raison de la faible présence de bactéries et de microorganismes ; à la première pluie, une forte proportion de la quantité appliquée sera emportée par ruissellement vers les eaux (**Mce, 2003**).

10-4-3 Métabolite

Au cours du processus de dégradation, la « molécule mère » peut se transformer en une

ou plusieurs molécules filles : les métabolites. Ainsi, au cours de son processus de dégradation, le glyphosate (molécule de désherbant total) se transforme en AMPA et l'atrazine se transforme en déséthylatrazine et en isopropylatrazine. La toxicité des métabolites d'une molécule n'est pas prévisible. Pour l'évaluer, il faut recourir aux mêmes tests que ceux réalisés pour la molécule mère.

La concentration en pesticide dans le milieu n'est pas sans influence. Un produit peut être métabolisé à une concentration et co-métabolisé à une autre (**Novick et Alexander, 1985**).

Enfin, lorsque les teneurs en pesticides dans la solution du sol sont trop élevées, il arrive que la matière active ne soit pas dégradée, notamment dans le cas de molécules intrinsèquement toxiques qui dénaturent les enzymes ou les microorganismes dégradants. Dans ce cas, la dégradation ne reprendra que lorsque les concentrations auront atteint un niveau tolérable, suite à une dilution, à une diffusion en dehors de la cellule microbienne ou par inactivation par l'intermédiaire du phénomène d'adsorption (**Anderson, 1994**)

11- L'évaluation du risque

11-1 L'évaluation de la limite maximale de résidus

La limite maximale de résidus représente, selon le **Codex Alimentarius**, les résidus acceptables sur le plan toxicologique, elle est fondée sur les données des Bonnes Pratiques Agricoles (**BPA**) et est destinée à être appliquée dans le commerce international. Il s'agit de la concentration en résidus la plus élevée légalement acceptable pour que les denrées alimentaires restent commercialisables, elle s'exprime en milligramme de résidus par kilogramme de produit alimentaire.

Les limites maximales de résidus (**LMR**) dans les denrées sont établies par couple "matière active-denrée" à partir des données toxicologiques et agronomiques. Elles reflètent les bonnes pratiques agricoles (utilisation des quantités minimales nécessaires pour protéger efficacement les cultures), qui aboutissent à des niveaux de résidus acceptables, c'est-à-dire sans effet sur la santé. Au niveau de l'UE, les questions liées aux limites légales de résidus de produits phytopharmaceutiques dans l'alimentation humaine et animale sont régies par le **règlement (CE) n° 396/2005** sachant que la **LMR** ne représente pas le même chiffre dans tous les pays de monde.

L'analyse doit s'assurer que la consommation d'un résidu de pesticide demeurant sur un

aliment lorsque le produit est utilisé conformément au mode d'emploi de l'étiquette ne représente pas de risque inacceptable pour la santé pour un objet d'homologation d'un produit (In Gaouar, 2017) ou pour contrôler des produits alimentaires destinés à exporter, en Algérie c'est le laboratoire régionale à Alger de l'INPV qui assure cette opération pour les exportateurs des produits agricoles. Plusieurs méthodes sont disponibles pour la détermination des résidus de pesticides dans les produits alimentaires et le choix d'une méthode se base sur la nature du produit : Extraction liquide-liquide, Extraction en phase solide, Extraction par solvant accéléré et Chromatographie....etc

La plupart des méthodes d'extraction et de purification de l'extrait citées précédemment sont consommatrices de solvants, assez compliquées, demandent beaucoup de mains d'œuvres et très coûteuses. Pour pallier à tous ces inconvénients, les chimistes introduisirent une nouvelle procédure pour la recherche et le dosage des résidus de pesticides (et autres résidus organiques) dans les matrices environnementales : Il s'agit de la méthode QuEChERS (In Gaouar, 2017).

11-2 L'évaluation du risque de volatilisation des pesticides

La volatilisation des pesticides, définie comme un départ de produit à partir de la surface du sol en phase vapeur est un processus dont on a, depuis longtemps, tenté d'évaluer l'importance (Foy, 1964). Toutefois, peut être en raison de la faible tension de vapeur de la majorité des produits, des méthodologies très critiquables employées et des résultats contradictoires obtenus, cette voie de dispersion n'a pas retenu une particulière attention, même si dès (Abbot *et al*, 1965). Faisaient état d'une contamination des eaux de pluie par le lindane, la dieldrine et le DDT. C'est vraisemblablement la confirmation de ces résultats par des suivis ultérieurs, dont (Bidleman, 1999) donne un bref aperçu, qui a conduit au développement récent des recherches sur ce thème.

H – constante de Henry - La constante de Henry permet d'évaluer la tendance d'un produit à se volatiliser à partir d'un milieu aqueux et même du sol, c'est à dire de passer de l'état dissout dans l'eau à l'état gazeux.

Plus la valeur de H est élevée, plus le produit a tendance à se volatiliser ; si $H < 10^{-5}$: le produit est peu susceptible de se volatiliser (Mce, 2003).

11-3 L'évaluation du temps de dégradation des pesticides

Pour évaluer le temps de dégradation (la rémanence) d'une matière active ou d'un métabolite on calcule la demi-vie de cette molécule (**DT50**). C'est le temps que mettront les bactéries et les microorganismes du sol pour dégrader la moitié de la dose de matière active appliquée.

Cette demi-vie peut se calculer en laboratoire, ou, pour approcher plus efficacement les conditions réelles « au champ » (**Mce, 2003**).

11-4 L'évaluation de la toxicité et de l'impact des pesticides sur la biodiversité

DL50 et CL50 - Pour estimer la toxicité aiguë d'une matière active vis à vis des espèces animales, le dossier d'homologation doit contenir les résultats de DL 50 et de CL50. On calcule la DL50 par ingestion, la DL50 par pénétration cutanée et la CL50 par inhalation. (**Mce, 2003**).

La dose létale 50 est la dose de matière active qui, administrée en une seule fois à une population d'un animal, tue 50% de la population de cet animal. La DL50 consiste donc à trouver la dose de matière active qui tuera en moyenne un animal sur deux.

Pour les espèces aquatiques, on parle de concentration létale 50 (CL50).

CSEO – Pour estimer la toxicité chronique d'une matière active vis à vis des espèces animales, le dossier d'homologation doit contenir les résultats de CSEO

La concentration sans effets observés est la concentration de matière active dans l'eau, dans l'air ou dans l'alimentation telle qu'un animal exposé à cette concentration ne manifeste aucun effet indésirable. On l'appelle également NOAEL (Non observed adverse effect level) ou LOAEL (Low observed adverse effect level) (**Mce, 2003**).

Bioaccumulation / Bioconcentration / Kow – Les matières actives sont plus ou moins lipophiles (tendance à s'associer aux graisses) ou hydrophiles (tendance à s'associer à l'eau). Pour mesurer la tendance lipophile ou hydrophile d'une substance, on calcule communément le Kow (coefficient de partage n-octanol-eau). Ce coefficient est une mesure de la distribution à l'équilibre d'une matière active entre une phase huileuse et une phase aqueuse.

Plus le Kow d'une matière active est élevé, plus la matière active est lipophile, et plus elle aura tendance à se fixer dans les graisses animales ou végétales. Du coup, le long de la

chaîne alimentaire, la matière active va s'accumuler dans les graisses et de telle manière qu'elle sera plus concentrée dans les graisses des êtres vivants en haut de la chaîne alimentaire que dans les êtres vivants du bas de la chaîne alimentaire. On parle de bioaccumulation ou de bioconcentration de la matière active dans la chaîne alimentaire.

Lorsque $\log(Kow) > 3$: risque élevé de bioaccumulation (**Mce, 2003**).

Mode de contamination des espèces - Les animaux peuvent être intoxiqués par les pesticides :

- soit directement : en absorbant, en respirant ou en étant en contact direct avec des pesticides
- soit indirectement : en consommant de la végétation traitée, en mangeant une proie elle-même intoxiquée, ou en buvant de l'eau contaminée

Les effets peuvent être les suivants : mort subite, mort prématurée, atteinte à la fertilité, malformations des espèces, baisse des défenses immunitaires... Certaines molécules ont même la propriété de s'accumuler dans les graisses et de donc de se concentrer tout au long de la chaîne alimentaire. (**Mce, 2003**).

Les tests réalisés lors de l'homologation permettent d'effectuer un classement écotoxicologique de la matière active, classement qui n'apparaît que trop peu sur les produits formulés. Les conditions d'usage, en interdisant d'utiliser telle matière active en période de floraison ou telle autre en période de reproduction d'espèces, permettent de limiter l'impact sur la faune. Reste que certaines molécules sont largement incriminées dans la disparition d'espèces ; ainsi la bromadiolone dans la disparition du gibier.

Reste également que certaines espèces sont sensibles à de très faibles quantités de pesticides, à la limite des seuils de détection (**Mce, 2003**).

Matériel
et
Méthodes

Nous présentons dans ce chapitre de façon générale, les matériels et techniques relatifs aux différentes expérimentations effectuées dans les conditions naturelles (sur champ), ensuite, une description détaillée du matériel biologique et les méthodes spécifiques y utilisées.

En effet, l'évaluation de l'effet de certains pesticides étudiés, est effectuée par la récupération du sol traité sur parcelle que nous avons préparé on a établi avec plusieurs répétition et également des échantillons témoins non traités, ainsi que des jeunes plantes de blé dur ou on a fixé comme choix le mettre brin et la feuille étendard avec trois échantillons pour les différents paramètres étudiés. Les différentes analyses sont réalisées au laboratoire d'écologie de la faculté SNV/UFM Constantine 1.

1- Échantillonnage

1-1 Le sol

a- Provenance du sol

Les échantillons du sol sont collectés au niveau d'une exploitation agricole privé localisée au lieu dit Mehta Laazazma dans la commune de Chelghoum Laid wilaya de Mila, dont les coordonnées sont 36.21° Nord 06.11° Est et a plus de 800 m d'altitude à 09 km au nord du chef lieu de la ville de Chelghoum Laid.

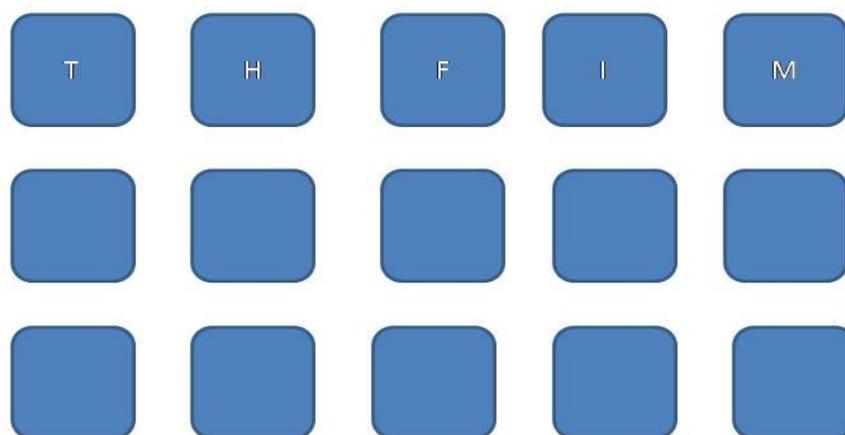


Figure 02 : le plan de masse de site d'expérience.

b- Plan expérimental

Les informations apportées par l'agriculteur propriétaire affirme que le précédent (antécédent) culturel de la parcelle est réalisé selon un plan de rotation binaire (jachère travaillé – blé dur) et les pesticides utilisés ne sont que des herbicides de simple action.

L'expérimentation est menée sur un plan parcellaire de cette exploitation agricole, ou nous avons semis nos semences de blé dur 1 m² carrés de superficie a raison de deux répétitions pour chacun dont le total est égal a 15, le plan est indiqué sur la figure 03



T : témoin
H : herbicide
F : fongicide
I : insecticide
M : mélange des trois pesticides

Figure 03 : le plan parcellaire de site d'expérience

La deuxième étape de notre travail consiste à définir les pesticides à tester. Plusieurs possibilités pouvaient être envisagées. Ils peuvent être testés en fonction de leur nature chimique, de leurs modes d'action, leurs cibles cellulaires et/ou physiologiques, leurs prix et efficacité, de la probabilité pour les consommateurs d'être exposés à ceux-ci, des tonnages utilisés, ou en fonction de la présence de résidus dans les produits agricoles. Cette démarche nous a conduit à choisir les pesticides suivants : Rapide (herbicides), Horison (fongicide), Kung fu (insecticide) sachant que le dernier est non homologué et n'a pas le certificat de mise en marché depuis des années toutefois il est encore vendu sur marché.

Avant le prélèvement des échantillons (sole et plante) nous avons procédé à trois passages de pulvérisation par trois pesticides différents selon le moment d'intervention (herbicide stade quatre feuilles pour adventices, fongicide et insecticide gonflement de la culture de blé dur), en respectant les instructions de mode d'utilisation mentionnées sur l'étiquette du produit.

Tous les prélèvements sont réalisés six jours après la pulvérisation, comme le montre le tableau suivant :

Tableau 02 : Les différentes pulvérisations des produits étudiés et matériels végétal et sols prélevés.

	Localité	Produits utilisés	Nature de produits	Date de pulvérisation	Date de prélèvement
Essai	Wilaya Mila	Rapide	herbicide	10/03/2019	16/03/2019
	Chelguoum Laid	Horison	fongicide	24/04/2019	30/04/2019
		Kung fu	insecticide	24/04/2019	30/04/2019

Les échantillons du sol sont conservés dans des saches en papier ensuite les échantillons sont étalés à l'air libre pour sécher dans une pièce libre de poussière. Après séchage, les roches et les débris végétaux sont séparés et le reste est broyé à l'aide d'un mortier, ensuite, les échantillons sont tamisés à 2 mm. La terre fine de chaque échantillon a été conservée dans des contenants en plastique à l'abri de la lumière et stockée jusqu'à son utilisation (**Molenat, 2012**).

c- Analyse physique du sol

Les analyses pédologiques et physiques du sol sont effectuées au niveau du Laboratoire d'Écologie de l'Université de Constantine 1, selon des protocoles standardisés. Les paramètres suivis sont les suivants:

Détermination de la matière organique : méthode Walkley et Black modifiée :

Les débris végétaux de toute nature, feuilles et rameaux morts qui tombent sur le sol, constituent la source essentielle de la matière organique : dès leur arrivée au sol, ils sont plus ou moins rapidement décomposés par l'activité biologique. (**Duchaufour et Blum, 2001**).

La méthode Walkley et Black modifiée est utilisée dans ce travail pour déterminer la matière organique dans les sols par dosage du carbone organique présent (d'humus) qui ne constitue que 58% de la matière organique, cependant les résultats obtenu sont transformées pour obtenir la matière organique présente. (**Mathieu et Pieltain, 2003**).

Le principe du dosage repose sur l'oxydation du carbone de la matière organique par le

bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en excès, en milieu acide sulfurique. La quantité de $K_2Cr_2O_7$ utilisée doit excéder la quantité nécessaire pour l'oxydation du carbone organique (CO). L'excès de $K_2Cr_2O_7$ (n'ayant pas réagi) est ensuite dosé en retour par une solution titrée d'un réducteur qui est le sulfate ferreux ($FeSO_4$ sel de Mohr) en présence de ferroïne (indicateur d'oxydoréduction).

Ce dosage en retour permet donc de calculer la quantité de bichromate qui a été neutralisée par le carbone organique. Le taux en carbone organique permet d'estimer le taux de matière organique (MO) en multipliant le résultat obtenu par 1, 724. (Delaune *et al.*, 1991).

Mode opératoire :

- Peser 1g de terre fine passée au tamis de 0.2mm, introduire la prise dans un buchner de 300 -500ml.

- Ajouter 10 ml de dichromate de potassium 1 N, agiter légèrement pour disperser le sol dans la solution.

- Ajouter 20 ml d'acide sulfurique concentré, agiter vigoureusement pendant 1 minute et laisser reposer pendant 30 minutes.

- Transvaser dans une fiole jaugée de 250ml et laver le béccher avec 150ml d'eau distillé, compléter au volume.

- Prélever 100ml à la pipette, introduire dans un erlenmeyer de 250ml, diluer à 150ml, ajouter 4ml de d'acide orthophosphorique concentré et 12 gouttes de la solution indicatrice de diphénylamine.

- Titrer, en agitant, avec la solution de sel de Mohr 0.25N, la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

Soit n le nombre de ml versés.

Procéder à un témoin (en trois répétitions) en remplaçant la terre par de sable calciné. Soit n' le nombre de ml de sel de Mohr versés (Delaune *et al.*, 1991).

La teneur en carbone organique pour 100g de sol est : $C\%=(n'-n) \times 0.9975 \times 0.1$

Le taux de matière organique est : $MO\%= C\% \times 1,724$

Détermination du pH :

Les sols ont une réaction neutre, acide ou basique. Leur degré d'acidité ou de basicité est exprimé par le pH. La mesure du pH constitue le test le plus sensible aux modifications

survenant dans l'évolution d'un sol. L'acidité du sol est déterminée par la concentration en ion H^+ (Duchaufour, 1991).

Mode opératoire :

- Peser 10 g de sol (broyé et tamisé à 2 mm) dans un flacon de 100 ml et ajouter 25 ml d'eau distillée ou déminéralisée.
- Agiter 30 minutes avec un agitateur magnétique
- Laisser reposer pendant (2-4) heures.
- Transvaser dans des flacons de 25ml.
- Agiter et plonger l'électrode dans le mélange sol-eau et prendre la lecture après stabilisation du pH-mètre (Duchaufour, 1991).

Détermination de la conductivité électrique : méthode électrométrique :

La conductivité d'un liquide est fonction de sa concentration en électrolytes. En pratiquant des extrais aqueux de sols, la mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous telle que des chlorures, sulfates, carbonates et bicarbonates alcalins et alcalino-terreux et accidentellement des nitrates et des phosphates. La connaissance préalable de la conductivité d'un extrait aqueux de sel est importante car les fortes salinités impliquent des méthodes d'analyses différentes. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un conductimètre.

La conductivité d'une solution est donnée par l'expression : $C=K /R$

K : est la constante d'étalonnage de la cellule;

R : la résistivité.

C : s'exprime en ($m\Omega^{-1}/cm$). à des températures différentes (la conductivité s'exprime aussi en Siemens par centimètre (S/cm), $1S/cm=1 \mu\Omega^{-1}/cm$). (Mathieu et Pieltain, 2003).

Mode opératoire :

- Peser (5g de terre fine dans un flacon de 50ml et ajouter 25ml d'eau distillée
- Agiter 30 minutes avec un agitateur magnétique;
- Laisser reposer demi heure;
- Filtrer le mélange sol-eau;

- Mesurer la conductivité de filtrat avec la conductimètre à la température mesurée;
- plonger l'électrode dans le filtrat et prendre la lecture après stabilisation du conductimètre (**Mathieu et Pieltain, 2003**).

1-2 Matériel végétal

a- Provenance du matériel végétal

Tout le matériel végétal utilisé dans ce travail appartient à l'espèce *triticum durum*. Les semences de blé dur variété Waha R3 ont été fournies par les services de CCLS de la Wilaya de Mila commune de Chelghoum Laid.

b- Le semis :

Le semis est réalisé durant la campagne agricole 2018/2019 le 26/11/2018 à raison de 200 grains par m² sans apport d'amendement organique ajouté.

c- Analyse du matériel végétal :

Le matériel végétal est prélevé le même jour que du sol (mentionné sur **tableau 02**), afin d'étudier les paramètres suivants:

c-1 Paramètres morphologiques :

Longueur de feuilles

La longueur de feuille mesurée à l'aide du papier millimètre nous renseigne sur l'effet du stress sur la longueur de feuilles stressées comparativement au témoin.

Longueur de racine

La longueur maximale des racines c'est la longueur de la racine la plus longue, la mesure de la longueur de racine avec un papier millimètre.

Surface foliaire (SF « cm² »)

La surface foliaire est déterminée en cm² à l'aide d'un planimètre électronique (Lambda LI-3000 /LI-3100C Area Meter)

La matière sèche

La matière sèche est déterminée par la différence du poids entre matière fraîche des feuilles et racines et la teneur en eau séchée après avoir les enveloppées avec papier d'aluminium et mettre dans un étuve a 105°c pour quelle que jours jusqu'à la stabilisation des poids.

c-2 Paramètres biochimiques

Les produits du métabolisme primaire :

Dosage de la chlorophylle (a),(b) et (a+b) et total :

La méthode utilisée est celle de (**Mackinney, 1941**) ; elle consiste à prélever pour chaque échantillon 100 mg de la matière fraîche des feuilles coupées en petits morceaux, on y ajoute 10 ml de solution préparée de 75% d'acétone et 25% d'éthanol, on place le tout dans des boites noires fermées pendant 48h à température ambiante et à l'obscurité pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière.. On mesure la densité optique par spectrophotomètre avec les longueurs d'onde ($\lambda_1 = 645\text{nm}$) pour la chlorophylle a et ($\lambda_2 = 663\text{nm}$) pour la chlorophylle b. Le calcul de la teneur en chlorophylle fait appel à l'utilisation de la formule d'(**Arnon, 1949**) après étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 75% :

$$\text{Chl.a} = 12.7(\text{D.O.663nm}) - 2.69(\text{D.O.645 nm})$$

$$\text{Chl.b} = 22.9(\text{D.O.645nm}) - 4.68(\text{D.O.663 nm})$$

$$\text{Chl.(a+b)} = 8.02(\text{D.O.663nm}) + 20.20(\text{D.O.645nm})$$

On a utilisé la method de (**Mackinney, 1941**) pour la détermination de chlorophylle des plantes traiter par l'herbicide au stade tallage plus le témoin, tandis que les plantes traitées par fongicide, insecticide et mélange on a utilisé le Spad sur trois pions de la limbe des feuilles étudiées généralement le milieu et les deux points près d'extrémités pour avoir un moyen déterminant la teneur en chlorophylle totale.

Dosage des sucres :

Le dosage des sucres est effectué selon la méthode du (**Dubois et al., 1956**) ; elle consiste à prendre 100mg de la matière fraîche végétale et la mettre dans un tube à essai , on ajoute 2ml d’Ethanol à 80% laisser les tubes fermés au repos pendant 48h. Faire évaporer l’alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Marie à 70 °C. Après refroidissement, on ajoute 20ml d’eau distillée dans chaque tube à essai. Prendre 1ml de la solution et ajoute 1ml de Phénol à 5% et bien agitez. Ajouter 5ml d’Acide Sulfurique concentré dans chaque tube à essai puis les passer au vortex, laisser au repos pendant 10mn ensuite mettre les tubes au bain marie pendant 15mn à 30°C. Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d’onde ($\lambda = 490\text{nm}$). La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule :

$$\text{Sucres solubles } (\mu\text{ g /g MS}) = \text{DO}_{490} \times 1,657$$

Dosage de la Proline :

La proline est dosée selon la technique utilisée par (**Troll et Lindesly, 1955**). Le principe est la quantification de la réaction proline-ninhydrine par mesure spectrophotométrique. La proline se couple avec la Ninhydrine en formant un complexe coloré. L’intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l’échantillon.

Extraction :

On met 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai et on ajoute 2ml de Méthanol à 40%. Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l’alcool) sont portés à ébullition au bain-marie à 85°C pendant 60min.

Coloration :

Après refroidissement, 1ml de la solution a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels, nous avons ajouté 1ml d’acide acétique et 25mg de Ninhydrine. Ensuite, on ajoute, dans chaque tube, 1ml d’un mélange contenant : 120ml d’eau distillée, 300ml d’Acide Acétique, 80ml d’acide Ortho-Phosphorique. On porte les tubes à ébullition au bain marie pendant 30min.

Séparation :

Après refroidissement des solutions, on ajoute 5ml de Toluène dans chaque tube. Après agitation au vortex deux phases apparaissent. On prélève la phase supérieure à laquelle on

ajoute 5mg du sulfate de sodium (Na_2SO_4) pour éliminer l'humidité, puis on les laisse au repos pendant 48h. On procède à la lecture de la densité optique des échantillons avec le spectrophotomètre à une longueur d'onde ($\lambda = 528\text{nm}$). La détermination de la teneur de proline est réalisée selon la formule suivante :

$$\text{Proline}(\mu\text{g/g MS}) = \text{DO}_{528} \times 0,620$$

2 Les pesticides

Nous avons pris en considération les produits suivants :

Rapide : est un herbicide de simple action, sélectif et systémique de nature granulée détruit toutes les adventices dicotylédones, Il est appliqué généralement en post-levée de la culture une fiche descriptive du produit ci-jointe a l'annexe.

Horison : est un fongicide sélectif et systémique de nature liquide avec un large spectre de protection phytosanitaire contre les maladies cryptogamiques Il est appliqué généralement aux stades montaison-épiaison avec plusieurs passage dans les régions humides une fiche descriptive du produit ci-jointe a l'annexe.

Kung fu : est un insecticide de contact polyvalent de nature liquide avec un large spectre de protection phytosanitaire contre les insectes nuisibles, Il est appliqué généralement aux stades montaison-épiaison une fiche descriptive du produit ci-jointe a l'annexe.

3 L'analyse statistique

Pour une meilleure exploitation des résultats nous avons procédé au calcul des moyennes, d'écart type et des matrices de corrélation. L'analyse statistique proprement dite est effectuée en faisant appel à l'analyse de la variance (Anova). Tous les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel : SPSS

Pour mieux visualiser les résultats obtenus dans notre travail, la représentation graphique choisie est celle des courbes en utilisant Microsoft Excel 2007.

La matrice des données est traitée à l'aide des tests post hoc pour effectuer des tests issus d'une Analyse de la Variance ANOVA sur chacune des variables mesurées. Nous avons effectué également une Classification des groupes étudiés.

Résultats
et
Discussion

1 Les paramètres biotiques Stade tallage

1-1 La matière sèche et la teneur en eau des racines : La figure n°4, indique que les moyennes de la matière sèche racinaire sont de l'ordre de 0.07 ± 0.03 g (Témoin), 0.03 ± 0.00 (Parcelle 1 Herbicide Rapide) et 0.13 ± 0.08 g (parcelle 2 pesticides(Herbicide)). Cependant, les valeurs de la teneur en eau sont de l'ordre de 0.05 ± 0.02 g, 0.04 ± 0.01 g et 0.07 ± 0.01 g respectivement pour les stations témoin, parcelle 1 herbicide 1 et parcelle 2 pesticides (Herbicide). L'analyse de la variance montre une différence significative entre les traitements pour le (Psr) $p < 0,05$, les différences dans ces valeurs reviennent probablement à la difficulté de la récupération du chevelu racinaire dans certaines plantes qui est très fin et reste collé aux mottes des sols.

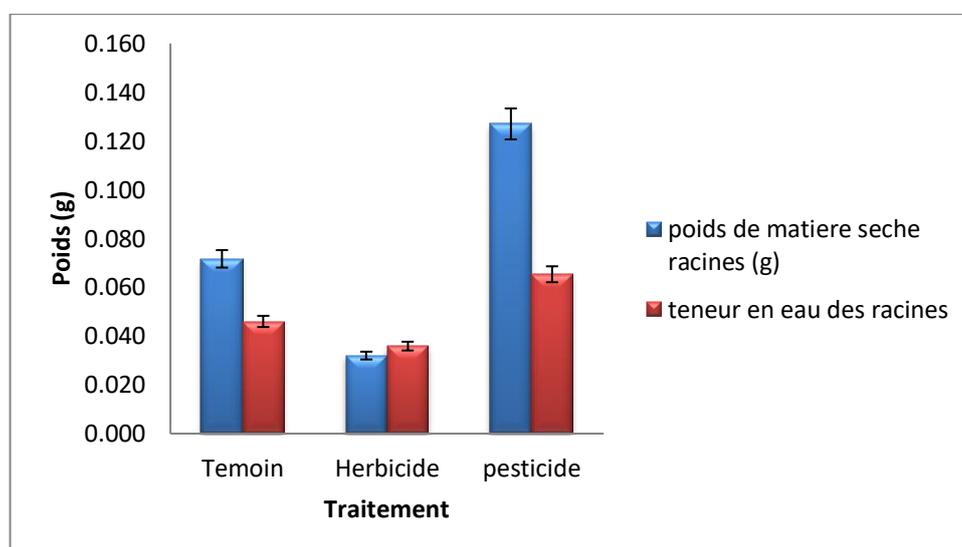


Figure N° 04 : Effet des différents traitements de pulvérisation le poids sec (PSR) et la teneur en eau des racines de blé dur au stade de tallage.

1-2 La matière sèche et la teneur en eau des feuilles : D'après la figure n°5, les moyennes du poids sec des feuilles au stade tallage révèlent les valeurs suivantes 0.19 ± 0.07 g (Témoin), 0.15 ± 0.01 g (parcelle 1 Herbicide 1), 0.22 ± 0.08 g (parcelle 2 pesticides (Herbicide)), elles sont faibles chez la parcelle 1 herbicide 1 et élevé chez la parcelle 2 pesticides(Herbicide). Toutefois, les valeurs de la teneur en eau sont élevées dans la parcelle 2 pesticides. Selon la bibliographie, les valeurs devraient être meilleures dans la parcelle témoin, alors que ce n'est le cas pour notre expérimentation, cela peut être expliqué par la pauvreté de la parcelle 1 en M.O. L'analyse de la variance montre une différence hautement significative entre les traitements $p=0,002$ pour (teneur en eau).

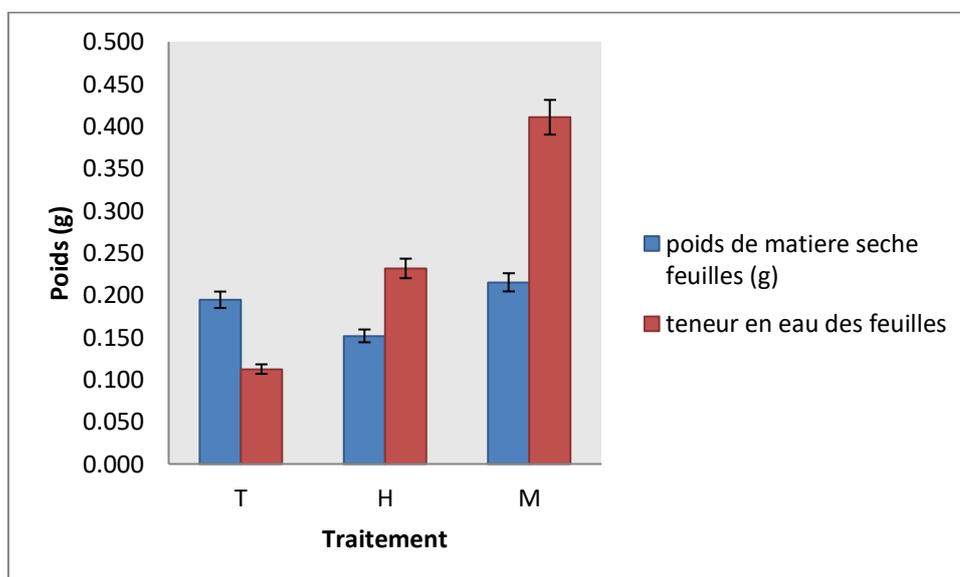


Figure N° 05 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur le poids sec (PSR) et la teneur en eau des feuilles de blé dur au stade de tallage.

1-3 La longueur des racines, longueur des feuilles et surface foliaire :

Selon le graphe suivant, Les moyennes enregistrées respectivement sur les blocs témoins de la longueur des racines, longueur des feuilles et la surface foliaire sont les plus élevée, par contre, les traitements herbicides et pesticides enregistrent les moins faible valeurs par apport au témoin, à l'exception du paramètre de la surface foliaire d'où la valeur élevée et enregistrée chez le traitement pesticide.

Dhanamanjuri et al., (2013), constate que l'application de fortes doses des fongicides a réduit davantage la longueur des racines par rapport aux tiges. Les mêmes résultats obtenus par **Amgoud (2015)**, d'où cet auteur note une réduction de la longueur des racines de blé dur suite à un traitement avec deux fongicides (de la famille des tubéconazole et déféconazole), l'inhibition du développement des racines causée par l'absorption de la matière active du fongicide par les grains de blé.

Sara et al. (2008), lors d'une application du fongicide (Tilt 250 EC) à différentes concentrations sur trois variétés de blé dur remarquent une nette diminution de la surface foliaire, aussi **Blum (1988)**, constate que la réduction de la surface foliaire est une réponse fréquente des végétaux soumis à un stress hydrique.

Selon notre expérimentation, l'augmentation de la surface foliaire dans le traitement pesticide est due probablement à l'accumulation des composantes liée au stress (acides aminée et sucres solubles) au niveau des vacuoles de la cellule.

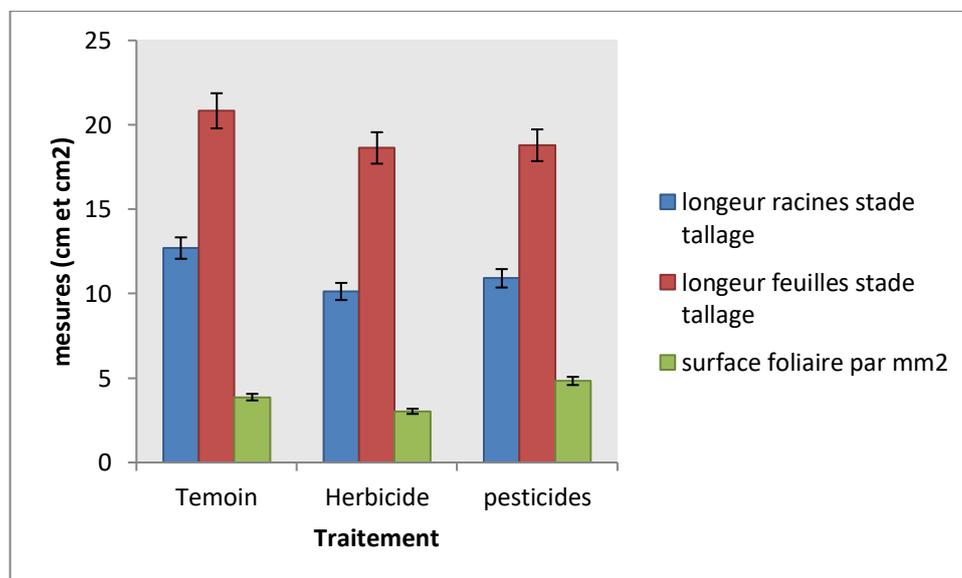


Figure N°: 06 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la longueur des racines, longueur des feuilles et surface foliaire au stade tallage.

1-4 Chlorophylles (a, b et a+b) : Les résultats relatifs aux teneurs en pigments chlorophylliens au niveau des feuilles enregistrent les moyennes suivantes : $16,71 \pm 3,24 \mu\text{g. ml}^{-1}$, $16,14 \pm 4,67 \mu\text{g. ml}^{-1}$ et $18,05 \pm 3,49 \mu\text{g. ml}^{-1}$ pour les blocs témoins, traitement en herbicide 1 et traitement en pesticides (Herbicide) respectivement. Une faible valeur observée sur le traitement herbicide 1 est du probablement a un stress chimique, toutefois les valeurs chez les parcelles pesticides (Herbicide) sont élevés (**Fig, 07**).

Selon la bibliographie, les valeurs devraient être meilleures dans la parcelle témoin, alors que ce n'est le cas pour notre expérimentation, cela peut être expliqué par le non homogénéité des parcelles étudiées en terme de M.O ou une stimulation de ces pigments chlorophylliennes sous l'action des pesticides.

La réduction de stimulation de différents types de chlorophylles est peut être liée à la sensibilité de sa biosynthèse a la non concordance de vitesse de croissance au sein de notre culture selon les constats visuels observées durant les cycles végétatifs de la culture, et c'est totalement le contraire concernant la chlorophylle(b). Autant d'auteurs prouvent que le stress abiotique joue un rôle dans la diminution de l'activité de la chlorophylle et inhibe la synthèse de l'acide 5-amino-levulinique (**Santos, 2004**) sur le stress salin.

Selon **Neill et al., (2006)**, la diminution du taux du CO₂ dans les feuilles est associée à une inhibition de la photosynthèse, sous contraintes hydriques, ils ont constaté une perturbation au niveau des réactions photochimiques de la photosynthèse avec un blocage du transfert d'électrons entre LHCII et PSII

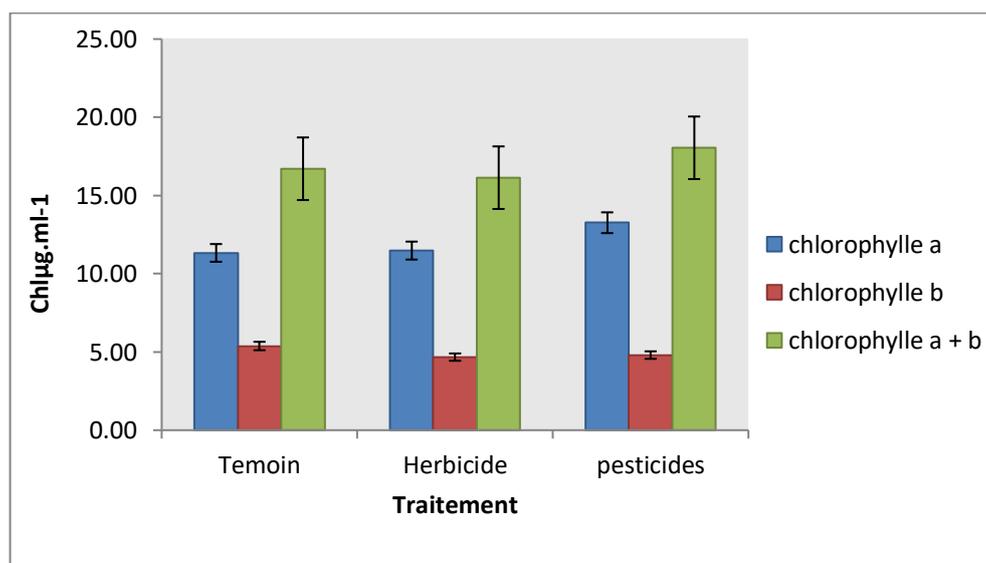


Figure N° 07 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur les différents types de chlorophylles de blé dur au stade de tallage.

2 Les paramètres biotiques Stade Gonflement

2-1 Paramètres physiologique de la plante

2-1-1 Chlorophylle total : Au stade Gonflement, les moyennes de la chlorophylle total enregistrées sur la variété Waha de blé dur, en utilisant différents traitements de pulvérisation, sont comme suit : ($37.54 \pm 1.96 \mu\text{g. g mf}^{-1}$) valeur enregistré pour le Bloc Témoin, ($45.16 \pm 3.87 \mu\text{g. ml}^{-1}$) lecture numérique sur les plantes traitées par L'herbicide Rapid, ensuite ($42.63 \pm 4.93 \mu\text{g. ml}^{-1}$) valeur constater sur le traitement Fongicide, ($43.34 \pm 0.52 \mu\text{g. ml}^{-1}$) valeur noter sur le traitement Insecticide, et enfin ($42.27 \pm 7.22 \mu\text{g. ml}^{-1}$) Concernant les plantes traitées par le Pesticides (Herbicide, Fongicide et Insecticide).

Les valeurs les plus élevées sont observées chez les plantes traitées avec l'Herbicide Rapid, suivi de l'Insecticide Kung fu, ainsi le fongicide Horizon et en dernier, les blocs pulvérisés avec le Pesticides. Tandis que, la valeur la plus faible est enregistrée chez le témoin (sans traitement).

La parcelle témoin (non traité) présente les valeurs de chlorophylle les plus faibles par rapport aux autres traitements qui ont subit des doses de pesticide. Ceci est dû à la concurrence des mauvaises herbes dans le bloc témoin et leur absence sur le traitement herbicide, la MO pourrait avoir aussi un effet sur la différence de l'accumulation des chlorophylles.

Les herbicides représentent 40% des pesticides utilisés en agriculture et actuellement, l'inhibition de la photosynthèse est un des modes d'action les plus courants chez ces matières actives (**Anonymme, 1991**). Les cultures consommant le plus d'herbicides sont les céréales, en particulier le maïs et le sorgho (**Berard, 1994**).

Fournadzhieva et al., (1995) ont montré que la simazine (herbicide), à une dose de 200 ug/L, entraîne une baisse de la quantité de pigments contenus dans les cellules. En effet, cet herbicide provoque l'accumulation de polyènes, phytils et phytophloènes qui bloquent la synthèse des chlorophylles.

Cependant, **Sara et al. (2008)**, constate pour une étude menée sur trois variétés de blé dur, en utilisant des faibles doses d'un fongicide de la famille des thiazoles (TILT 250EC), que la chlorophylle est faiblement affecté.

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont constaté expérimentalement une augmentation significative des pigments chlorophylliens dans des systèmes contaminés par de faibles doses d'herbicide (**Molander, 1991**) ceci est conforme aux résultats obtenus par notre expérimentation.

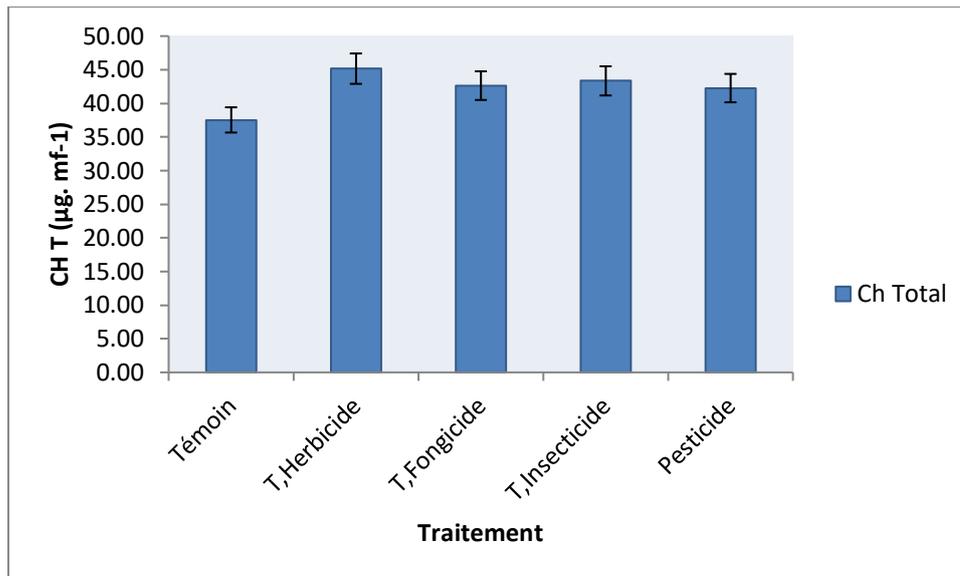


Figure N°: 08 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la chlorophylle total chez le blé dur au stade Gonflement.

2-1-2 La proline :

Durant le stade de croissance du blé dur (**phase de Gonflement**), nous constatons que l'accumulation de l'acide aminée « **Proline** » révèle l'enregistrement des moyennes suivantes via les quatre traitements de pulvérisation dont : ($0.05 \pm 0.02 \mu\text{g. ml}$) valeur enregistrée pour le bloc témoin (sans traitement chimique), ($0.08 \pm 0.03 \mu\text{g. ml}$) lecture numérique sur le traitement herbicide par le produit Rapid, ensuite ($0.04 \pm 0.02 \mu\text{g. ml}$) valeur constatée sur le bloc traité avec le fongicide Horizon, après ($0.08 \pm 0.02 \mu\text{g. ml}$) valeur notée sur les plantes traitées avec l'insecticide Kung fu, et enfin, ($0.05 \pm 0.02 \mu\text{g. ml}$) valeur du traitement pesticides.

Les moyennes les plus élevées sont observées chez les blocs traités respectivement avec l'herbicide, l'insecticide et le pesticides, tandis que le traitement fongique et le témoin exposent les plus faibles valeurs.

Les résultats tirés de notre expérience sur la variété Waha de blé dur, montrent une augmentation remarquable de la proline chez les traitements testés avec : le désherbant, l'Insecticide et le pesticides (les 03 traitements). Des résultats similaires sont obtenus par **Ben Soltane et al. (2006)**, qui ont enregistré une augmentation de la proline lors d'un stress dû au NH_4NO_3 chez les mousses et les lichens.

Conformément à nos résultats, **Sara et al. (2008)**, a signalé que le dosage de l'acide aminé proline montre que sa teneur augmente significativement, comparativement au témoin avec un effet sur les différentes doses, et la réponse de la variété de blé dur GTA dur présente une forte accumulation de proline par rapport aux variétés : Vitron et Bidi 17.

Concernant le traitement fongicide Horizon, il y'a une diminution de la valeur de la proline par rapport aux traitements (herbicide, insecticide et pesticide), ceci est dû probablement à l'absence des molécules nuisibles à la culture dans la matière active du produit (Horizon), ou c'est que la variété Waha avec ces caractères morpho-physio-biochimiques n'ait aucun effet indésirable aux molécules de fongicide, cette dernière vient concordant avec celle de **Sara et al. (2008)** l'hors d'un traitement avec un fongicide sur plusieurs variété de blé dur, ils ont trouvé que l'un des variétés étudiées se comporte le même avec notre variété après le traitement et diffèrent aux autres. Pour la parcelle pesticides ou l'accumulation de proline est légèrement faible par rapport à celle enregistrée avec l'insecticide et l'herbicide, il est probable qu'une interaction entre les trois produits diminue leur agressivité à la culture.

Chez les plantes supérieures, la proline est accumulée en cas de stress, aussi bien suite à

une augmentation de sa synthèse que par une réduction de sa dégradation (**Nakashima *et al.*, 1998**). L'accumulation de proline chez les plantes stressées a une fonction de protection de la membrane cellulaire et participe à l'ajustement osmotique (**Hassani *et al.*, 2008**). Elle agit en tant que composé soluble compatible sans exercer d'effet toxique comme le cas des ions (**Silva-Ortega *et al.*, 2008**).

En plus du rôle osmotique attribué à la proline, celle-ci intervient dans la détoxification des formes actives d'oxygène (**Hong *et al.*, 2000**) et la stabilisation des protéines (**Majumder *et al.*, 2010**).

Ceci explique que, le métabolisme de la plante est perturbé par le stress chimique, notamment celui des acides aminés libres dont la proline constitue un marqueur de la résistance des plantes aux contraintes abiotiques. Nos résultats concordent avec plusieurs études réalisées sur différentes plantes.

De plus, **Carceller (1995)**, constate qu'il existe d'autres facteurs qui agissent sur l'accumulation de la proline tels que l'inhibition de l'oxydation due à un effet mitochondrial et à la réduction du taux de translocation de l'acide aminé à travers le phloème.

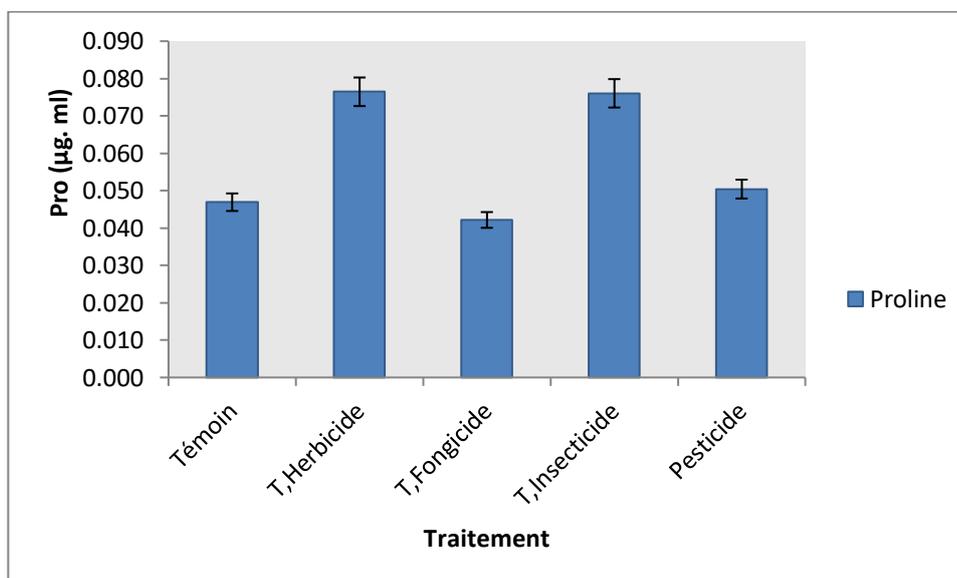


Figure N°: 09 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur l'accumulation de la proline chez le blé dur au stade Gonflement.

2-1-3 Sucres Solubles

L'influence des différents traitements de pulvérisation sur l'accumulation des sucres solubles au stade Gonflement, indique l'enregistrement des moyennes suivantes : ($0.05 \pm 0.02\text{mg/g.mL}^{-1}$), valeur enregistrée chez le bloc de blé dur Témoin, ($0.19 \pm 0.04\text{mg/g.mL}^{-1}$) lecture constatée sur le traitement avec l'herbicide Rapid, ensuite ($0.05 \pm 0.07\text{mg/g.mL}^{-1}$) valeur notée pour le traitement fongique de la famille des Triazole avec le produit Horizon, puis, ($0.09 \pm 0.09\text{mg/g.mL}^{-1}$) valeur enregistrée par le traitement Insecticide en utilisant le produit commercialisé sous le nom Kung fu, et enfin ($0.08 \pm 0.05\text{mg/g.mL}^{-1}$) valeur constatée par le Pesticides (l'ensemble des trois traitements). Les valeurs les plus grandes sont observées chez les Blocs traités avec l'herbicide suivi de l'insecticide et le pesticides.

Alors que, le traitement fongicide et le témoin sont les plus faibles en accumulation du sucre soluble. ces résultats obtenus pour les sucres solubles sont concordent avec celle de proline sauf qu'une seule valeur importante maximale est marqué chez la parcelle herbicide ce qui montre la nuisibilité d'herbicide par rapport aux autres pesticides et que la valeur du témoin presque égale la valeur de la parcelle fongicide donc ces résultats peuvent avoir les mêmes explications que celle de la proline

Par ailleurs, **Deraissac (1992)**, constate que le processus de concentration des sucres solubles et/ou de la proline dans les tissus foliaires des plantes stressées est reconnu comme une caractéristique d'adaptation.

D'après **Zerrad et al., (2006)** ; **in Mouellef, (2010)**, les sucres solubles sont des indicateurs de degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose, et fructose) permettent la résistance aux différents stress. Selon **Hare et al. (2002)**, ces principaux semblent jouer un rôle important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante.

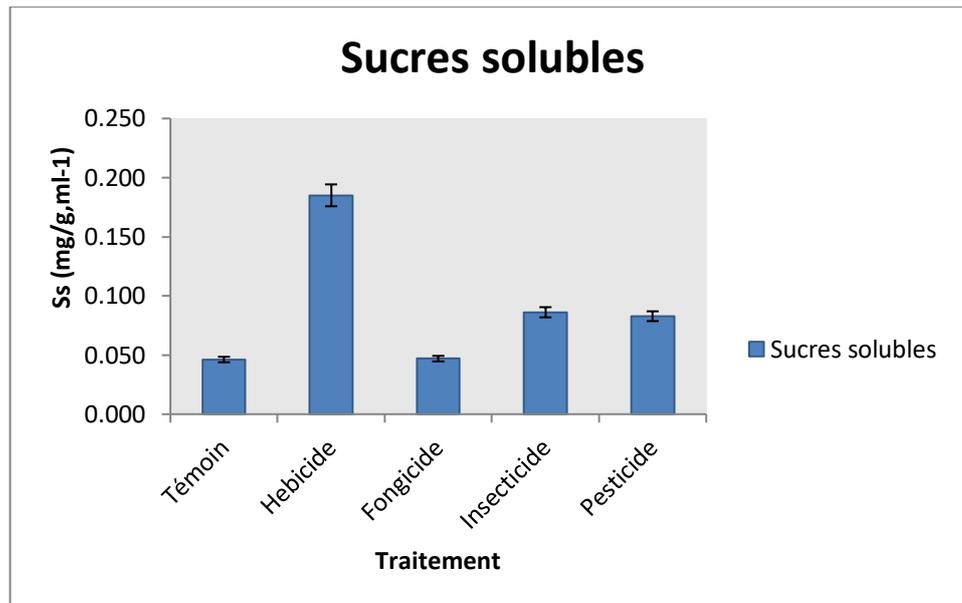


Figure N°: 10 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur l'accumulation des sucres solubles chez le blé dur au stade Gonflement.

2-2 Paramètres morphologique de la plante

2-2-1 La longueur des feuilles :

Au stade Gonflement, Les moyennes de la longueur des feuilles enregistrées en utilisant les quatre (04) traitements sont comme suit : (48.80±6.34cm) valeur enregistrée pour le traitement témoin, ensuite, (31.51 ± 4.12cm) valeur marquée sur les plantes traitées par L'herbicide Rapid, après, (35.33 ± 1.86cm) valeur constater sur le traitement Fongique, (38.51 ± 0.77cm) valeur noter par le traitement insecticide, et enfin (38.47±3.34cm) Concernant les plantes pulvérisées par le Pesticides.

Les valeurs les plus élevées sont observées sur les feuilles de blé dur sans traitement (témoin), puis sur les blocs traités avec l'insecticide, le pesticide et le fongicide, par ailleurs, les plantes traitée avec l'herbicide Rapid ont marqué une diminution de la Longueur foliaire.

Nous constatons une diminution remarquable de la Longueur foliaire sur le traitement Herbicide, en comparaison avec le traitement témoin qui enregistre la valeur la plus élevée (**Voir Fig. n° : 11**).

La plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance (**Lamzeri, 2007**). C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En fait, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages seront irréversibles

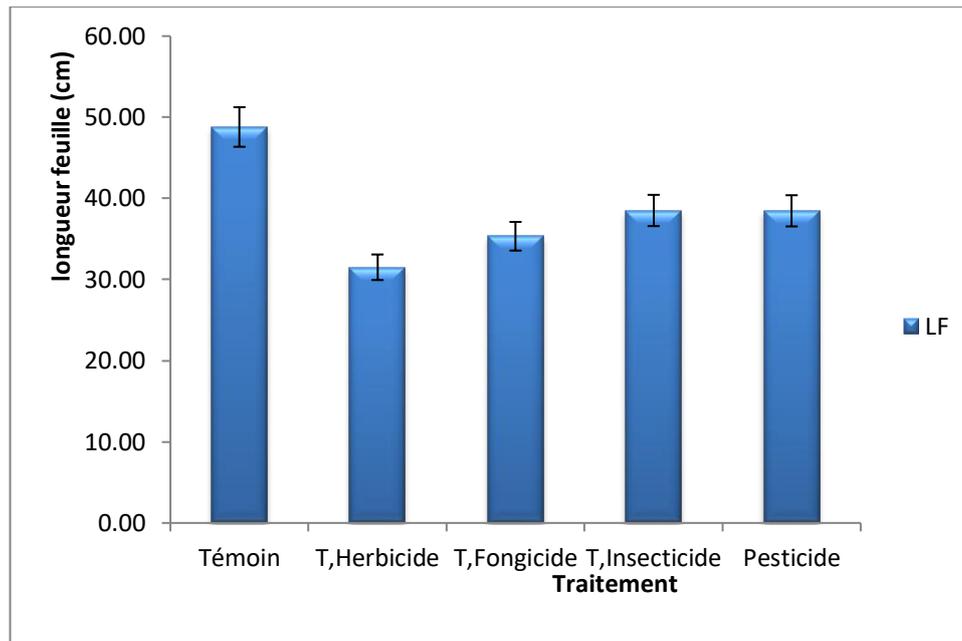


Figure N°: 11 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur longueur feuille chez le blé dur au stade Gonflement

3 Paramètres physico-chimique du sol Stade Gonflement

Tableau N° 3 : Résultats des paramètres physico-chimiques du sol

	PH	MO %	CE($\mu\text{s}/\text{cm}$)
MAX	7,89	0,19	668,11
MIN	7,75	0,12	371,67
MOY	7,81	0,15	518,07
ECT	0,05	0,03	107,94

3-1 PH du sol

La moyenne du PH du sol étudié est de l'ordre de **7.81** avec un maximum de **7.89** et un minimum de **7.75** Sur la base des critères établis par le **SSDS (1993)**, il apparait que le sol étudié est alcalin (**tab. 4**)

Tableau 4 : Grille d'appréciation de la nature des sols en fonction du pH (SSDS, 1993)

Classe	pH
Fortement acide	< 5,0
Acide	5,0-6,0
Légèrement acide	6,0-6,6
Neutre	6,6-7,4
Légèrement alcalin	7,4-7,8
Alcalin	> 7,8

D'après les résultats obtenus, nous remarquons que le PH du sol dans le bloc herbicide puis pesticide enregistre des moyennes légèrement faibles par rapport aux autres traitements respectivement : insecticide, témoin et fongicide. Ceci montre probablement l'effet agressif de l'herbicide Rapid sa matière actif est à base de (**tribenuronm ethyl**) qui diminue l'acidité du sol puis en trouve le pesticides avec l'interaction des trois matières actif (herbicide, fongicide et insecticide), à l'exception du fongicide à base de **tubéconazole** et insecticide qui ont marqué des valeurs proche du témoin.

Le pH de la solution peut influencer de manière directe ou indirecte la sorption des pesticides. En effet, une variation de ce dernier modifie les propriétés des surfaces adsorbantes de la fraction minérale (les argiles) (Peng *et al.*, 2009) et du pool de matière organique (acides humiques et fulviques) (Iglesias *et al.*, 2009).

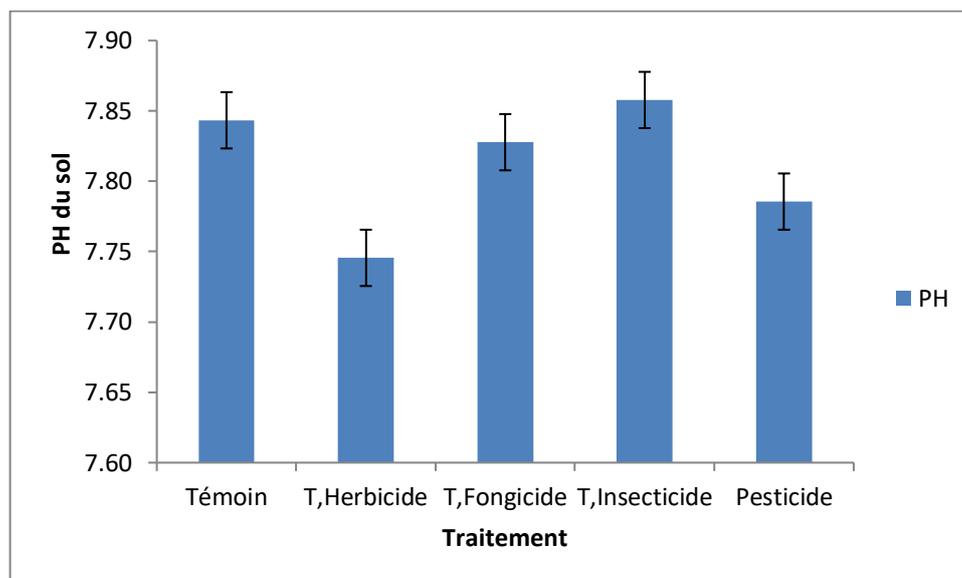


Figure N°: 12 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur la longueur des feuilles chez le blé dur au stade Gonflement.

3-2 La conductivité électrique du sol

La valeur de la conductivité électrique du sol étudié est en moyenne de 518.07 μ S/cm avec un maximum de 668.11 μ S/cm et un minimum de 371.67 μ S/cm. Selon la grille (SSDS, 1993) les sols étudiés sont à salinité faible (tab. 5)

Tableau 5 : Grille d'appréciation de la salinité des sols en fonction de la CE (SSDS, 1993)

Classe CE	(μ S/cm)
Non-salin	0 – 200
Salinité très faible	200-400
Salinité faible	400-800
Salinité modérée	800-1600
Salinité élevée	≥ 1600

D'après l'histogramme ci-dessous, les moyennes de la conductivité électrique du sol au sein du bloc herbicide, enregistre la valeur la plus élevée, c'est-à-dire qu'il y'a une présence des cations et des ions au niveau du sol et probablement la matière active **Tribenuron Methyl** a migré des feuilles vers le sol.

Par contre le traitement fongicide se caractérise par des faible moyennes de la CE c'est-à-dire qu'il y'a une présence de faible résidus de la matière actif **Tubéonazole** dans le sol, ce fongicide n'est pas toxique pour le sol, comparativement au désherbant.

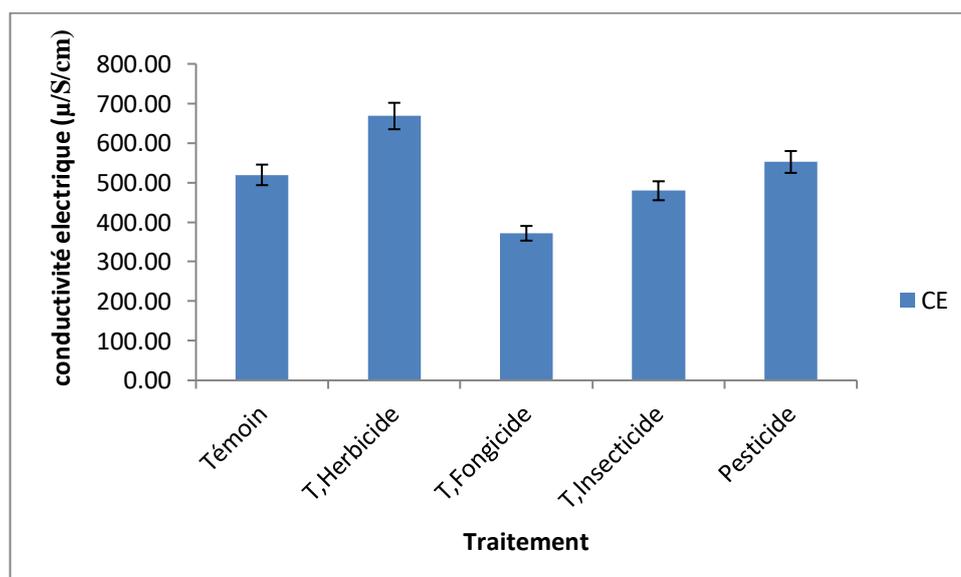


Figure N°: 13 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur La conductivité électrique du sol au stade Gonflement

3-3 La matière organique du sol (MO)

La matière organique joue un rôle essentiel dans le maintien de la qualité du sol, en particulier au niveau de la rétention en eau et de la restitution d'éléments nutritifs aux plantes (azote, phosphore, calcium, magnésium ...). En outre, la matière organique du sol représente un réservoir important dans le cycle du carbone.

Les taux de la matière organique exprimés en pourcentage(%) indique une moyenne de **0.15%**, un maximum de 0.19 % et un minimum de 0,12 % (Voir tab N° :06). Selon la grille de **Hazelton and Murphy (2007)**, le taux de matière organique est faible lorsque le taux de carbone est faible il est situé entre 0.6 – 1.0 ce qui est le cas du sol étudié.

Tableau N° 6 : Taux de MO et de Carbone chez les principaux traitements étudiés

	MO	C %
MAX	0,19	0,11
MIN	0,12	0,07
MOY	0,15	0,09
ECT	0,027	0,02

Tableau 7 : Grille d'appréciation des taux du carbone organique dans le sol (Hazelton and Murphy, 2007)

Classe	C (%)
Taux extrêmement faible	<0,4
Taux très faible	0.4- 0.6
Taux faible	0.6 – 1.0
Taux modéré	1.0 – 1.8
Taux élevé	1.8 – 3.0
Taux très élevé	> 3,0

Les taux de la matière organique exprimés en pourcentage (%) indique une moyenne de 0.15%, un maximum de 0.19 % enregistré chez les blocs testés en fongicide et un minimum de 0,12 % sur les parcelles traités par l'insecticide, ce qui explique peut être la différenciation entre les paramètres de croissance étudiés.

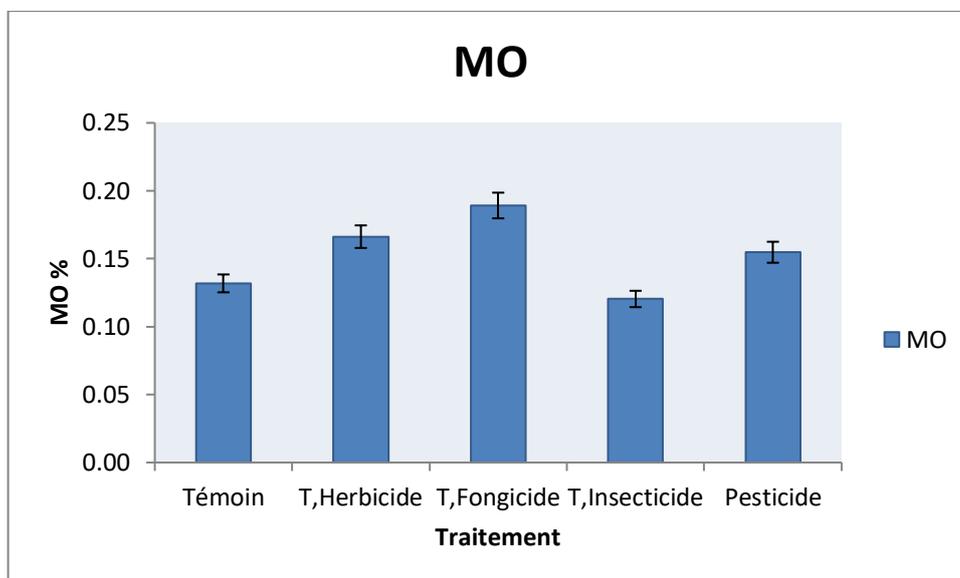


Figure N°: 14 : Effet des différents traitements de pulvérisation sur MO au stade Gonflement

Conclusion

Afin de permettre déterminer l'effet de trois types de pesticides (herbicide Tribenuron Methyl, fongicide Tubéconazole, insecticide Lambda Cyhalotrin) sur la variété Waha de blé dur en étudiant les paramètres morpho-physiologiques et édaphique du sol, dont les traitements utilisés sont appliqués à deux stades phénologiques différents du cycle de développement de la céréaliculture (tallage et gonflement) et à des doses préconisés par le fabricant.

Il ressort que le stress chimique exerce sur la variété Waha de blé dur un effet dépressif sur tous les paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques étudiés. Les teneurs de ces paramètres sont souvent traduits négativement. Le degré de sensibilité ou de tolérance dépend de plusieurs paramètres intérieurs et extérieurs (variété, intensité du stress...etc.), Qu'on n'a pas pris en considération dans notre travail. Les paramètres étudiés (chlorophylles, proline et sucres soluble) sous l'effet des pesticides, ont subi une irrégularité au cours de la période de l'expérimentation.

Ce travail nous aura permis d'aller dans les détails et de comprendre le fonctionnement des plantes étudiées sous contrainte chimiques, les mécanismes de réponse aux stress font intervenir un certain nombre de réactions au sein du processus morphologiques, physiologiques et biochimiques de la résistance aux effets nuisibles des produits phytosanitaire nécessaire pour la protection des cultures.

L'application de différents traitements chimiques, permet toutefois de stimuler le taux de proline, des sucres solubles et la teneur en pigments chlorophylliens par rapport aux témoins pour un objectif de s'adapter au stress engendré par les différents traitements chimiques appliqués

Les résultats obtenus sur végétal et sol montrent la nuisibilité du désherbons utilisé par rapport aux autres pesticides, alors que le fongicide à base de tubéconazole, suivie de l'insecticide ont montré moins d'agressivité sur la plante et sol.

Globalement nos résultats montrent un effet dépressif des produits phytosanitaires sur les différents paramètres étudiés.

Au terme des résultats trouvés, nous pouvons conclure que l'effet du stress chimique chez l'espèce *triticum durum*. traduisant d'une façon irrégulier sur les paramètres étudiés morpho- physiologiques et biochimiques, reste a prouver par d'autres analyses et sur d'autres variétés.

Au terme de cette étude, des perspectives sont tracé et reste à expliquer, Il serait en effet intéressant de réaliser des analyses de sol pour déterminé la durée de rémanence des

pesticides étudiés dans le sol et surtout le désherbant qui a enregistré la valeur la plus élevée de la conductivité électrique), des coupes histologiques et même le dosage des résidus chimiques afin de mettre en évidence d'éventuels dommages pouvant résulter du traitement par les pesticides. Une telle étude devrait aussi être réalisée sur d'autres variétés de blé dur et tendre, beaucoup plus sensibles et d'intérêt économique

Références

Bibliographiques

Abbot D.C., Harrison R.B. et Tatton O.G. (1965). Organochlorine pesticides in the atmospheric environment. *Nature*. 208: 1 18.

Abdul Jabbar AL RAJAB, (2007). Impact sur l'environnement d'un herbicide non sélectif, le glyphosate. These doctorat. Sciences Agronomiques. INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE LORRAINE. France. 148p

AFB (2018). Agence Française pour la Biodiversité, le guide des solutions (zéro pesticides) p45

Aissaoui A., (2013). Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage de hummam Grouz de la région de Oued Atmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles, mémoire de magistère, P: 26-28-29

Allen T. (2013) a. Are Early, Vegetative Fungicide Applications Beneficial for Enhanced Corn Production? (Part I: Yield). Mississippi Crop Situation 28 avril 2013. Mississippi State University - Extension service. Disponible à l'adresse <http://www.mississippicrops.com/2013/04/28/are-early-vegetative-fungicide-applications-beneficial-for-enhanced-corn-production-part-i/>

Allen T. (2013) b. Automatic Tassel (VT) Fungicide Applications in Corn: Should You be Doing One? Mississippi Crop Situation 15 juin 2013. Mississippi State University - Extension service. Disponible à l'adresse

Amgoud H. (2015). Influence de deux fongicides sur la germination, la croissance et la teneur en proline de quelques variétés de blé, MEMOIRE DE MAGISTER, UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU

ANONYME, (1991). Introduction. In « Les herbicides, mode d'action et principes d'utilisation », INRA [Ed.], sous la direction de R. Scalla, Paris, 1-5.

Arnon D. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris. *Plant Physiology*. 24 : p1- 15.

Bailey K. L., Couture L, Gossen B.D., Gugel R.K., et Morrall R.A.A. (2004). Maladies des grandes cultures au Canada. 1re édition. Société canadienne de phytopathologie. 332 p.

Barriuso E., (2004). Evaluation des risques environnementaux des pesticides. INRA Editions, Paris, P: 123.

Belzile L. (2016). Utilisation des fongicides foliaires en grandes cultures (volet économique). Rapport final. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), 19p. Disponible à l'adresse

Berard A et T. Pelte (1999), Les herbicides inhibiteurs du photosystème II, effets sur les communautés algales et leur dynamique, *Revue des sciences de l'eau* Volume 12, numéro 2, 333-361.

BÉRARD A. (1994). Pesticides, quels sont les risques ? *Aqua revue*, 53,12-15. Littérature citée Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2006. Profil de la culture du maïs de grandes

cultures au Canada. p. 63.

Berova M., Zlatev Z and Stoev N. (2002). Effect of Paclobutrazol on wheat seedlings under low temperature stress. *Bulg. J. Plant Physiol.*, vol.28. No 1-2, pp75-84.

Bidleman T.F. (1999). Atmospheric transport and air-surface exchange of pesticides. *Water, Air and Soil Pollution.* 115: 115-166.

Blandino M., Galeazzi M., Savoia W. et Reyneri A. (2012). Timing of azoxystrobin + propiconazole application on maize to control northern corn leaf blight and maximize grain yield. *Field Crops Res.* 139:20-29.

Bozzini A (1988) Origin distribution and production of durum wheat in the world In Fabriani G, et Lintas C. (Ed) *Durum chemistry and technology.* AACC (Minnesota). Etats-Unis : p1-16.

Bruno A ndral (1996). Données sur le comportement et les effets des produits phytosanitaires dans l'environnement p106.

Calvet R., Barriuso E., Benoit B., Bedos C., Charnay K., et Coquet Y., (2005). Les pesticides dans le sol: Conséquences agronomiques et environnementales, Paris: Editions France Agricoles, P: 637, 255, 25,272.

Castle E. N., Becker M.H., et Nelson A.G. (1987). *Farm Business Management – The Decision-Making Process.* Macmillan Publishing Company. 413 p.

Chiou C.T. (1989). Theoretical considerations of the partition uptake of nonionic compounds by soil organic matter, pp.1-29 *Reactions and movements of organic chemicals in soil*, SSSA Special Publication No. 22, Soil Science Society of America, Madison, WI. Ed.

Cirad (2000). LES HERBICIDES <http://agroecologie.cirad.fr> mars 2000

Delaune M., Reiffsteck M. et Feller Ch. (1991). L'analyse granulométrique de sols et sédiments *Deposits and Persistence of Forest Herbicide Residues in Sugar Maple (Acer saccharum) Foliage* dans *Canadian Journal of Forestry Research*, Vol. 24, p 2260-2262.

Delaune M., Reiffsteck M. et Feller Ch. (1991). L'analyse granulométrique de sols et sédiments *Deposits and Persistence of Forest Herbicide Residues in Sugar Maple (Acer saccharum) Foliage* dans *Canadian Journal of Forestry Research*, Vol. 24, p 2260-2262.

Deraissac, M. (1992). Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. *Agr. Trop.*46, 1.

Dhanamanjuri W., Thoudam R., Dutta B.K.D. (2013). Effect of pesticides (fungicide) on the germination and growth of seeds seedlings of some crop plants (*Cicerartium* and *Zea mays*). *Middle-East Journal of Scientific Research.*17(5): 627-632.

Ding G., Novak J.M., Herbert S. et Xing B. (2002). Long-term tillage effects on soil metolachlor sorption and desorption behavior. *Chemosphere:* 897-904

DPVCT (2015). Index des produits phytosanitaires à usage agricole. Direction de la protection des Végétaux et des contrôles techniques, Algérie,

Dubois M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Rebers P.A., Smith F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28 :350-356.

Duchaufour Ph. et Blum W. (2001)- Introduction à la science du sol (sol, végétation, environnement). 6^e édition de l'Abrégé de pédologie, Dunod, Paris, p 10-42.

Duchaufour Ph. (1991)- Pédologie : sol, végétation et environnement. Edition Masson, Paris, 330 p.

Ducruet J.M. (1991). Les herbicides inhibiteurs du photosystème II. In « Les herbicides, mode d'action et principes d'utilisation », INRA [Ed.], sous la direction de R. Scalla, 79-114.

E. Barriuso, R. Calvet, M. Schiavon et G. Soulas (1996). Les pesticides et les polluants organiques des sols Transformations et dissipation, Paris, P: 279-295.

Esker P., Grau C., et Ballweg M. (2008). Foliar fungicide for corn. In: Proceedings of the Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference Madison, Wisconsin (USA), 15-17 janvier 2008. p. 57-59

FAO

Faostat (2014). Algérie. URL: <http://faostat.fao.org>.

Feillet P (2000). Le grain de blé : composition et utilisation. Paris, FRA : Editions INRA : 308p

FOURNADZHEVA S., KASSABOV P., ANDREEVA R., PETKOV G. (1995). Influence of the herbicide simazine on *Chlorella*, *Scenedesmus* and *Arthrospira*. *Algological Studies*, 76, 97-109.

Fournier J., Vedove A.D., et Morin C. (2002). formulation des produits phytosanitaires. In pesticides et protection phytosanitaire dans une agriculture.

Foy C.L. (1964). Volatility and tracer studies with alkylamino-s-triazines. *Weeds*. 12: 103-108.

Gaouar (2017). EVALUATION DES TENEURS EN RESIDUS DE PESTICIDES DANS LES ALIMENTS ET LA NAPPE PHREATIQUE, these, université d'Oran, 182p.

Giroux, I. (2004). La présence de pesticides dans l'eau en milieu agricole au Québec, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, Envirodoq n° ENV/2004/0309, collection n° QE/151, 40 p.

Grau C., Esker P., et Ballweg M. (2008). University of Wisconsin's corn foliar fungicide trials results. In: Proceedings of the Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference Madison, Wisconsin (USA), 15-17 janvier 2008. p. 60-66

Hachemi (2016). Phytosanitaires Profert.

Hare W, Cress J, Van Staden., (2002). Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress

Hassani, A., Dellal A., Belkhodja, & Kaid- Harche, M. (2008). Effet de la Salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum Vulgare L.*). *European Journal of scientific Research*

Hercegovà A., dÖmÖtÖrova M., et Matisovà E. J., Chrom A. (2007). 1153 54-73.

Hershman D.E., Vincelli P. et Kaiser C.A. (2011). Foliar Fungicide Use in Corn and Soybeans. *Plant Pathology Fact Sheet*, University of Kentucky, Plant Pathology Extension, p. Disponible à l'adresse

Hildebrandt A., Lacorte S., et Barceló D. (2009). Occurrence and Fate of Organochlorinated Pesticides and PAH in Agricultural Soils from the Ebro River Basin, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 57, n 2, P: 247-255.

Hong, Z., Lakkineni, K., Zhang, Z., & Verma, D.P.S. (2000). Removal of feedback inhibition of D1-pyrroline-5-carboxylate synthetase results in increased proline accumulation and protection of plants from osmotic stress. *Plant Physiol.* 122(4) : 1129-1136.

IFEN (2003). L'Institut Français pour l'Environnement

IFEN, (2002). Les pesticides dans les eaux Bilan annuel 2002. *Etudes et Travaux* 36. P: 25.

IFEN, (2002). Les pesticides dans les eaux Bilan annuel 2002. *Etudes et Travaux* 36. P: 25.

INRA (2007). Biodégradation des pesticides dans les sols

Isenring R. (2010). Les pesticides et la perte de la biodiversité. *Pesticide Action Network Europ.* P: 15.

James, R.A., & Laüchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *J. Exp Bot.* .vol.23.n°1. PP. 61-69.22-. 57(5) : 1025-1043.

Jeroen Boland, Irene Koomen, Joep van Lidth de Jeude, Jan Oudejans (2004). Les pesticides : composition, utilisation et risques. *Editions Agrodok* nombre 29 (2004) p124

Kucharski J., Tomkie I. M., Bacmaga M., Borowi k. A., Wyszowska J., (2016). Enzyme activity and microorganism's diversity in soil contaminated with the herbicide Boreal 58WG. *J Environ Sci Health B51 (7).* P: 446-454.

Lauer J. (2007). To spray or not to spray – Will foliar fungicide be routine in the new corn production economics? *Field Crops* 28:45-52. Lipps P., Dorrance A. et Mills D. 2004. Corn disease management in Ohio. *The Ohio State University Extension*, pp. 20

Lipps P.E. et Mills D.R. (2001) a. Anthracnose Leaf Blight and Stalk Rot of Corn. *Agronomic Crop Disease Fact Sheet.* Ohio State University Extension, 2 p.

Lipps P.E. et Mills D.R. (2001) b. Eyespot Disease of Corn. Agronomic Crop Disease Fact Sheet. Ohio State University Extension, 2 p.

Lipps P.E. et Mills D.R. (2001) c. Gray Leaf Spot on Corn. Agronomic Crop Disease Fact Sheet. Ohio State University Extension, 2 p.

Lipps P.E. et Mills D.R. (2001) d. Northern Corn Leaf Blight. Agronomic Crop Disease Fact Sheet. Ohio State University Extension, 2 p.

Lipps P.E., Dorrance A.E. et Mills D.R. (2001). Common Corn Rust. Agronomic Crop Disease Fact Sheet. Ohio State University Extension, 2 p. Utilisation des fongicides foliaires en grandes cultures - Maïs 42

Louchahi M. R., (2015). Enquête sur les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture dans la région centre de l'algérois et la perception des agriculteurs des risques associés à leur utilisation, Ecole des Productions Végétales et des Ressources Génétiques ED-APVRG, P:8-9.

Mackinney G. (1941). Absorption of light by chlorophyll solution. J. BiolChem., 140 :315-322.

Majumder , A. L., Sengupta, S., & Goswami, L. (2010). Osmolyte regulation in abiotic stress. Chap dans Abiotic stress adaptation in plants : Physiological, molecular and genomic foundation. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohmert et Govindjee.p.349-370.

Mallowa S.O., Esker P.D., Paul P.A. et al. (2015). Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions. Phytopathology:PHYTO-08-14-0210

Mathieu C. et Pieltain F. (2003)- Analyse chimique des sols, Editions Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 380 p.

MCE (2003). Maison de la consommation et de l'environnement. Les Pesticides : Réglementation et effets sur la santé et l'environnement

Megnégneau R (1994). contribution à l'étude de la contamination des eaux estuariennes et littorales par les produits phytosanitaires utilisés sur les bassins versants de la Garonne et de la Dordogne. Ina-Ifremer. 80p.

Meyer A., Chrisman J., Costa Moreira J., Koifman S. (2003). Environ. Res., 93: P: 264-271.

Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). (2009) b. Maladies des grandes cultures : Maladies du maïs. pp. 228-233

Molenat J., (2012). Analyse de pesticide sur échantillons environnementaux d'eau et de sol. Cahier des clauses techniques particulières. INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). Montpellier Cedex, p5.

Munkvold G.P., Martinson C. A., Shriver J.M. et Dixon P.M (2001). Probabilities for profitable fungicide use against gray leaf spot in hybrid maize. Phytopathology 91(5):477-

Mustapha Bouziani (2007) a. L'usage immodéré des pesticides. de graves conséquences sanitaires.

Mustapha Bouziani (2007) b. Les dangers des pesticides Épidémiologiste. Faculté De Médecine d'Oran Le 2007.

Nakashima, K., Satoh, R., Kiyosue, T., Yamaguchi-Schinozaki K., and Schinozaki, K. (1998). A gene encoding proline deshydrogenase is not only induced by proline and Hypoosmolarity, but is also developmentally regulated in the reproductive organs of Arabidopsis . plant Physiol. 118: 1233-41

Newman M.A. (2008). Foliar Fungicides For Gray Leaf Spot (GLS) Control In Corn. In: Proceedings of the Annual National Conservation Systems Cotton & Rice Conference.

OMS (1991). Organisation Mondiale de la santé. **p145.**

Parochetti J.V. (1978). Photodecomposition, volatility, leaching of atrazine, simazine, alachlor and metolachlor in soil and plant material. Weed Sci. Soc. Am. Abstract 17

R.Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario (MAAARO). (2009) a. Impact of Foliar Fungicides on Corn Hybrids. Crop Advances : Field Crop Report 2009, Ontario Soil and Crop Improvement Association, 4 p.

Rioux S., Tremblay G. et Lafontaine P. (2011). Évaluation de l'application de fongicide dans laculture de maïs-grain et de soya en parcelles expérimentales. Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, sous-volet 11.1 – Appui à la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture et Agroalimentaire Canada. Québec, pp. 7

Robertson A. et Shriver J. (2012). Effect of Foliar Fungicides on Corn Yields in Iowa in 2012. Iowa State University, Extension and Outreach, Disponible à l'adresse <http://www.extension.iastate.edu/CropNews/2013/0528robertsonshriver.htm>

Robertson A., Abendroth L. et Elmore R. (2007). Yield responsiveness of corn to foliar fungicide application in Iowa. Integrated crop management newsletter 498(26). Iowa State University Extension, 281-285 p.

Robertson A.E. (2009). Effectiveness of Foliar Fungicides by Timing on Hybrid Corn in Iowa. Iowa State University, 2 p.

Samuel, O., Dion, S., ST-Laurent, L., April, M.-H (2007). Indicateur de risque des pesticides du Québec – IRPeQ – Santé et environnement p-41

Sara, Rafika, Mouna (2008). Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*.desf) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC) par sara rafika mouna Université de Souk Ahras - D.E.S

Silva-Ortega, C.O., Ochoa-Alfaro, A.E., Reyes-Aguero, J.A., Aguado- Santacruz, G.A., & Jimenez-Bremont, J.F. (2008). Salt stress increases the expression of p5cs gene and induces proline accumulation in cactus pear. *Plant Physiol. Biochem.* 46(1) : p82-92.

Smith D. (2015). Utility of Fungicides in Corn & Soybeans. Corn/Soy Expo, Wisconsin Dells, Wisconsin (USA), 29-30 janvier 2015.

Soltner D (1998). Les grandes productions végétales céréales plantes sarclées prairies. Sainte-gemme-sur-Loire sciences et Techniques Agricoles In ADRAA.

Tremblay G. et Rioux S. (2012). Devrait-on utiliser des fongicides dans le maïs-grain ? *Grandes Cultures.* Octobre 22 (4):37. Utilisation des fongicides foliaires en grandes cultures - Maïs 43p

Troll w., Lindsley J. (1995). A photometric method for the determination of proline. *J. Biol. Chem.*, 215 : 655- 660.

Tunica, Mississippi (USA), 21-22 Janvier 2008. p. 46-47 Paul P. 2014. Foliar Fungicide Application in Field Corn - A 2014 Update. C.O.R.N. Newsletter 22, 14-22 juillet 2014. Ohio State University.

U. Ahlborg et al. L'utilisation des pesticides en agriculture et ses conséquences sur la santé.

UIPP (2009). Rapport d'activité <http://www.uipp.org/var/uipp/storage/original/application>

UIPP (2011). L'utilité des produits phytopharmaceutiques. Union des industries de la protection des plantes P: 6.

Wallheimer B. (2011). Fungicides may not increase corn yields unless disease develops. Purdue University Newsroom p. Disponible à l'adresse <http://www.purdue.edu/newsroom/research/2011/110622WiseFungicides.html>

Wise K. et Mueller D. (2011). Are Fungicides No Longer Just For Fungi? An Analysis of Foliar Fungicide Use in Corn. The American Phytopathological Society, Disponible à l'adresse www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/fungicide.aspx

Wise K.A. (2014). Fungicide Efficacy for Control of Corn Diseases. Purdue Extension. 2 p. Disponible à l'adresse : <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/BP/BP-160-W.pdf>.

Annexes

Fiche technique des trois pesticides étudiés

Fiche technique du désherbant Rapid	
Nom commercial	Rapid @
Matière active	tribenuron-méthyle 750 g/Kg
Formulation	WG – Granulés dispersibles
Concentration	750 gr/kg
Déprédateur	Mauvaise herbe Dicotylédones
Culture	Blé dur et blé tendre
Stade d'application	2-3 feuille à fin tallage.
Dose d'utilisation	20 gr/ha
Firme	ROTAMAGROCHEMICALCo. Ltd
Représentant	ROTAM MAGHREBLIMITED

Fiche technique du fongicide Horizon	
Nom commercial	Horizon
Matière active	tubéconazole
Formulation	EW – Emulsion aqueuse.
Concentration	250 gr/L
Déprédateur	Séptoriose, Rouille, oïdium, /Rynchosporiose, helmentosporiose
Culture	Blé et orge
Dose d'utilisation	1L/ha.
Firme	Bayer crop science
Représentant	Casapalger

Fiche technique de l'insecticide kungfu	
Nom commercial	Kaungfu
Matière active	Lambda cyhalothrin
Formulation	EW – Emulsion aqueuse.
Concentration	250 gr/L
Déprédateur	Carpocapse, puceron,
Culture	Blé et orge
Dose d'utilisation	0.25L/ha.
Firme	ROTAMAGROCHEMICALCo. Ltd
Représentant	ROTAM MAGHREBLIMITED

Table des matières

Table des matières

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

ملخص

Abstract

Introduction.....1

Chapitre I Synthèse bibliographique

1- Généralités sur le blé dur.....	4
1.1. Description	4
1.2. Taxonomie.....	4
2- Définition desPesticides.....	5
3- Composition desPesticides.....	5
3-1 La formulation	6.
.3-2 Les caractéristiques	7
3-3Origine chimique.....	7
3-4Les noms des pesticides	8
4- Classification desPesticides.....	9
5-Utilisation des pesticides en agriculture.....	10
6-Le marché des pesticides.....	11
7- Différents buts des traitements aux pesticides:préventifoucuratif.....	12
8- les pesticides selon leur effet :.....	13
9- Mode d'action des pesticides.....	13
10 Danger des pesticides	14
10-1 Effet des pesticides sur la santé.....	14
10-2 Effet des pesticides sur les sols.....	15
10-3 Effet sur la contamination des eaux et la faune aquatique.....	16
10-4Problème de Persistance des pesticides.....	16
10-4-1 L'adsorption.....	17

10-4-2 La dégradation.....	17
10-4-3 Métabolite.....	19
11- L'évaluation du risque.....	20

Chapitre II : Matériels et Méthodes

1- Échantillonnage	25
1-1 Le sol.....	25
1-2 Matériel végétal	31
c-1 Paramètres morphologiques :.....	31
c-2 Paramètres biochimiques	32
c.2.1.Les produits du métabolisme primaire :.....	32
2 Les pesticides :.....	34
3 L'analyse statistique.....	34

Chapitre III : Résultats et Discussion

1 Les paramètres biotiques Stade tallage.....	36
1-1 La matière sèche et la teneur en eau des racines	36
1-2 La matière sèche et la teneur en eau des feuilles	37
1-3 La longueur des racines, longueur des feuilles et surface foliaire :.....	38
1-4 Chlorophylles (a, b et a+b) :	39
2 Les paramètres biotiques Stade Gonflement.....	40
2-1 Paramètres physiologique de la plante.....	40
2-1-1Chlorophylle total :	40
2-1-2 La proline	42.
2-1-3 Sucres Solubles	44
2-2 Paramètres morphologique de la plante.....	46
2-2-1 La longueur des feuilles.....	46
3 Paramètres physico-chimique du sol Stade Gonflement.....	48
3-1 PH du sol.....	48
3-2La conductivité électrique du sol	50
3-3 La matière organique du sol (MO).....	51
Conclusion :	54
Références bibliographiques.....	57
Annexe	65

INTITULÉ : Effet des additifs chimique phytosanitaire sur quelques paramètres morfo-physiologiques, biochimiques et édaphiques du blé dur (*Triticum durum* Desf) variété Waha

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biodiversité et physiologie végétale

Résumé :

Une étude est menée sur l'effet de trois pesticides (désherbant à base de Tribenuron Methyl, fongicide à Tubéconazole et insecticide Lambda Cyhalotrin) sur quelques paramètres édaphique, morfo-physiologique et biochimique liée à la variété Waha de blé dur (*Triticum durum*.L).

Les Paramètres édaphique testés sont : le Ph du sol, la conductivité électrique et la Matière organique du sol, tandis que, les paramètres morfo physiologique et biochimique étudiés sont : la surface foliaire, la longueur des feuilles, la longueur des racines, le poids sec et la teneur en eau des racines et feuilles, chlorophylle (a, b, a+b), la proline et les sucres solubles.

L'application de différents traitements chimiques, permet toutefois de stimuler le taux de proline, des sucres solubles et la teneur en pigments chlorophylliens par rapport aux témoins pour s'échappé et s'adapter aux conditions du stress chimiques appliqués.

Résultats obtenus sur végétal et sol montrent l'agressivité du désherbant à base de tribenuron Méthyl par rapport aux fongicide et insecticide, alors que le fongicide à base de tubéconazole, et insecticide ont montré moins d'agressivité sur la plante et sol.

Mots clés : Blé dur, Pesticides, Herbicide, Insecticide, Fongicide

Laboratoire de recherche : d'écologie de la faculté SNV

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr. Chaib Ghania (MCA - UFM Constantine).

Encadreur : Dr. Bazri Kamel eddine (MCA - UFM Constantine).

Co-Encadreur : Mlle Ghedabna Rayene (Doctorante - UFM Constantine)

Examineurs : Dr. Hammouda Dounia (MAA - UFM Constantine).

Date de soutenance : 16/07/2019