

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/20

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Ecologie et Environnement
Spécialité : Biodiversité et Environnement

Présenté par :

RABIA Cylia & LAICHI Sarah

Thème

Etude de la toxicité des herbicides sur le blé dur *Triticum durum* Desf. dans la région de Bouira

Soutenu le : 26 / 09 / 2020

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

Mme. IDIR Thiziri

MAA.

Univ. de Bouira

Présidente

Mme. MECELLEM Dalila

MCA.

Univ. de Bouira

Examinatrice

Mme. MAIZI Naila

MCA.

Univ. de Bouira

Promotrice

Année Universitaire : 2019/2020

Remerciements

À l'occasion de la rédaction de ce mémoire de fin d'étude, nous tenons à remercier à Mme MAIZI Naila, notre promotrice pour ces orientations, ces conseils et sa disponibilité durant toute la période de notre projet.

Nos remerciements vont aussi aux personelles de la Direction des services agricoles de BOUIRA et à la Subdivision d'Agricole de EL-ASNAM pour toutes les informations et l'aide qu'ils nous ont apporté.

Nos remerciements vont à : La présidente du jury Mme IDIR Thiziri pour avoir accepté de présider ce Jury.

Madame MECELLEM Dalila pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant d'examiner ce modeste travail.

Nous voudrions aussi exprimer notre vive reconnaissance envers tous les enseignants de notre spécialité BIODIVERSITE ET ENVIRONNEMENT et le département de la science biologique.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à tous les membres de ma famille : à mon père qui fait toujours ressortir le meilleur en moi-même, à ma mère qui a été et est toujours avec moi en me soutenant et encourageant à ne jamais abandonner, à ma petite sœur qui me redonne le sourire et me fait rire lors des moments compliquer et à mon petit frère pour sa présence à mes côtés.

À mon papa

À ma maman

À ma petite sœur Katia

À mon petit frère Tarik

À toi qui es dans mon cœur toujours à mes côtés, à me soutenir et m'aider dans tout merci à TOI.

Merci.

RABIA Cylia

Dédicaces

Je dédie ce travail à ma très chère mère et à mon père, qui m'ont vraiment soutenu, à :

Mes frères : Bachir, Khaled et Faysal.

Mes sœurs : Hayat, Fairouz et Manel.

Ainsi qu'à mes amis et camarades d'études : Amel, Yousra, Thiziri, bina, Yasmine, Rabia, Houta, Sarah et Loubna.

A Nunu qui ma soutenu durant ce travail je te dis MERCI.

Enfin, que tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

LAICHI Sarah

Résumé

Les bio-agresseurs comme les adventices, les parasites fongiques et les insectes représentent un problème majeur dans la culture du blé dur. Les mesures prises pour préserver les cultures nécessitent l'utilisation des pesticides pour limiter toute perturbation envers le blé dur. Cependant, leurs nuisibilités ne s'arrêtent pas seulement aux agresseurs, ils provoquent aussi un dysfonctionnement dans le cycle de croissance du blé dur aboutissant à sa mort.

Le but de cette étude est d'évaluer la toxicité des pesticides les plus utilisés au niveau de la wilaya de BOUIRA sur *Triticum durum* Desf. variété Simito. L'enquête réalisée en amont a fait ressortir deux types de pesticides classés comme herbicide "Topik" et "Mustang", qui ont une dominance des adventices. L'étude consiste à démontrer l'effet de 3 doses de ces herbicides à savoir : la dose recommandée R, une dose inférieure R/2 et une dose supérieure 2R sur les paramètres germinatifs, morphologiques, physiologiques et biochimiques du blé dur pour une durée de 14 jours.

Mots clés : toxicité, pesticides, *Triticum durum*, bio-agresseurs.

ملخص

تعد الآفات مثل الحشائش والآفات الفطرية والحشرات مشكلة رئيسية في زراعة القمح الصلب. يجب أن يتم اتخاذ تدابير للحفاظ على المحاصيل باستخدام مبيدات الآفات للحد من جميع الاضطرابات التي يتعرض لها القمح الصلب. ومع ذلك ، فإن مضايقاتهم لا تتوقف عند المعتدين فحسب ، بل إنها تسبب أيضاً خللاً في ورة نمو القمح القاسي مما يؤدي إلى وفاته. الهدف من هذه الدراسة هو تقييم سمية أكثر المبيدات استخداماً في ولاية البويرة في منطقة *Triticum dur Desf.* متنوعة Semito . أظهر المسح الذي تم إجراؤه في أحدهما نوعين من مبيدات الآفات المصنفة على أنها مبيدات أعشاب "Topic" و "Mustang" ، مما يعني هيمنة الأعشاب الضارة. اشتملت الدراسة على توضيح تأثير 3 جرعات من هذه المبيدات وهي: الجرعة الموصى بها R والجرعة الأقل R / 2 والجرعة الأعلى R2 على المتغيرات الجرثومية والمورفولوجية والفسولوجية والكيميائية الحيوية للقمح القاسي لمدة 14 يوماً.

كلمات مفتاحية : السمية ، المبيدات الحشرية ، *Triticum durum* ، الآفات والأمراض

Abstract

Bio-agressors such as adventices, fungal parasites and insects are a major problem in durum wheat cultivation. Measures taken to preserve crops require the use of pesticides to limit any disturbance to durum wheat. However, their nuisances do not only end with the aggressors, they also cause a dysfunction in the durum growth cycle leading to its death.

The purpose of this study is to assess the toxicity of the most commonly used pesticides at the Bouira wilaya on *Triticum durum* Desf. Simito variety. The lover survey revealed two types of pesticides classified as herbicide “Topik” and “Mustang”, which means a dominance of adventices.

The study consists of demonstrating the effect of 3 doses of these herbicides, namely the recommended R rate, a lower R/2 rate and a higher 2R rate on the germinative, morphological, physiological and biochemical parameters of durum wheat for a duration of 14 days.

Key words: Toxicity, pesticides, *Triticum durum*, bio-aggressors.

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Les différents stades de développement du blé dur : de la semence à la maturité de l'épi.	07
02	<i>Phalaris paradoxa</i> .	14
03	Le ray grass.	14
04	La folle avoine.	15
05	Le brome espèce <i>Bromus rigidum</i> .	15
06	L'adventice dicotylédone espèce <i>Papaver rhoeas</i> .	16
07	La moutarde des champs au stade adulte.	16
08	Le souci des champs au stade adulte.	17
09	La maladie de la rouille brune.	18
10	La maladie de la rouille jaune.	18
11	La maladie de la rouille noire.	19
12	la maladie de septoriose.	20
13	La maladie de l'Helminthosporiose.	20
14	La maladie de l'Oïdium.	21
15	La maladie du charbon nu du blé dur.	22
16	Epi atteint de la maladie de carie.	23

17	Les voies de contaminations et le devenir des pesticides dans l'environnement.	32
-----------	--	----

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	L'évolution de la consommation annuelle des céréales par kg/habitant.	08
02	La production du blé dur de 1963 jusqu'à 2004 en pourcentage.	09
03	L'évolution du taux d'autosuffisance en blé dur en pourcentage entre 1995-2004.	09
04	Caractérisation des zones de productions céréalières.	10
05	Le taux d'importation du blé dur (*10 ³) de 1991 à 2001 en Algérie.	11
06	Les pays fournisseurs de blé dur pour l'Algérie dans la période 2014/2015.	12
07	Les différentes modalités d'utilisations des herbicides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité.	26
08	Les différentes modalités d'utilisations des fongicides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité.	27
09	Les différentes modalités d'utilisations des insecticides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité.	27

Liste des abréviations

CCL	Coopérative des céréales et légumineuses.
CNCC	Centre national des contrôles et certifications des semences et des plants.
DDT	Dichloro-diphényle-trichloro-éthane.
DPVCT	Direction de la protection des végétaux et du contrôle technique.
EC	Concentration émulsionnable.
FAO	Food and Agriculture Organization.
INPV	Institut national de la protection des végétaux.
LMF	Longueur moyenne de la première feuille.
LMR	Longueur moyenne des racines.
LMT	Longueur moyenne des tigelles.
NMR	Nombre moyen de racines.
TG	Taux de germination.
TRE	Teneur relative en eau des feuilles.
SAU	Surface agricole utile.
SE	Suspo-émulsion.

Remerciements

Résumé

ملخص

Abstrat

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction01

Partie 01 : Revue bibliographique04

I. Le blé dur

1.1. Description et caractéristique du blé dur	04
1.1.1. Classification du blé dur	04
1.1.2. Biologie du blé dur.....	05
1.1.3. Exigence agro-écologique du blé dur	05
1.1.4. Le cycle physiologique du blé dur	06
1.1.4.1. Période végétative.....	06
1.1.4.2. Période de reproduction	06
1.2. Situation de la céréaliculture en Algérie	07
1.2.1. La production du blé dur au niveau national.....	09
1.3. Les adventices, les maladies et les ravageurs du blé	12
1.3.1. Les adventices/mauvaises herbes	12
1.3.1.1. Définition	12
1.3.1.2. Les adventices du blé dur.....	12
1.3.2. Les maladies cryptogamiques du blé dur	16
1.3.2.1. Maladie au niveau des feuilles	17
1.3.2.1.1. La rouille.....	17
1.3.2.1.2. Les septorioses.....	19
1.3.2.1.3. Helminthosporioses	20
1.3.2.1.4. Oïdium.....	20
1.3.2.2. Maladies des pourritures racinaires.....	20
1.3.2.3. Maladie de l'épi	20
1.3.2.3.1. Le charbon nu	20
1.3.2.3.2. La carie	21
1.3.3. Les ravageurs	22
1.3.3.1. Les oiseaux.....	22

1.3.3.2. Les rongeurs	22
1.3.3.3. Les nématodes.....	22
1.3.3.4. Les insectes.....	23

II. Les pesticides

2.1. Définition des pesticides.....	24
2.2. Classification des pesticides	24
2.2.1. Une classification en fonction de la cible/nature de l'espèce.....	24
2.2.2. Classification en fonction de la structure chimique	25
2.3. Exemple des substances actives et modalités d'utilisation des pesticides	25
2.3.1. Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des herbicides.	25
2.3.2. Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des fongicides.	26
2.3.3. Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des insecticides..	26
2.4. Législations régissant des pesticides.....	27
2.5. Le marché des pesticides.....	28
2.5.1. Au niveau international	28
2.5.2. Au niveau national	28
2.6. Mode d'action des pesticides.....	29
2.6.1. Les herbicides.....	29
2.6.2. Les insecticides.....	29
2.6.3. Les fongicides	29
2.7. Impacts des pesticides	30
2.7.1. Le devenir des pesticides dans l'environnement	30
2.7.2. La voie de contamination des pesticides.....	32
2.7.3. Toxicité des pesticides sur la santé humaine.....	32
2.7.4. Ecotoxicité	33

Partie 02 : Matériel et méthode.....35

I. Matériel expérimental :.....	35
1.1. Matériel biologique	35
1.2. Herbicides utilisés	35
1.2.1. Mustang 360 SE	35
1.2.2. Topik 080 EC	36
1.3. Mise en place de l'expérimentation.....	36
1.3.1. Préparation des graines de blé dur <i>Triticum Durum</i>	36
1.3.2. Culture de <i>T.durum</i>	36

1.3.3. Traitement des semences	37
2. Les paramètres étudiés.....	38
2.1. Mesure des paramètres germinatifs.....	38
2.1.1. Taux de germination(TG) où pourcentage de germination	38
2.1.2. L'indice de germination	38
2.1.3. Temps moyen de germination (TMG)	38
2.1.4. La vitesse de germination.....	38
2.2. Mesure des paramètres morphologiques	39
2.2.1. Nombre moyen de racines (NMR).....	39
2.2.2. La longueur moyenne des racines (LMR).....	39
2.2.3. La longueur moyenne des tigelles (LMT).....	39
2.2.4. La longueur moyenne de la première feuille (LMF)	39
2.3. Mesures des paramètres physiologiques et biochimiques	39
2.3.1. La teneur relative en eau des feuilles (TRE%)	39
2.3.2. Surface foliaire	39
2.3.3. Dosage de la chlorophylle	40
2.3.4. Dosage de la proline	40
Partie 03 : Discussion générale.....	41
Bilan et Perspective	44
Références bibliographiques.....	45
Annexe	52

L'histoire de l'homme est intimement liée à celle des céréales à paille qu'il a très tôt appris à domestiquer, cultiver et sélectionner. Considéré actuellement comme l'une des principales sources de nutrition humaine et animale dans le monde, elle renferme une source énergétique non négligeable, variable d'un pays à un autre en fonction de son développement ou non (**Nedjah, 2015**).

Faisant parti de la famille des céréales, le blé en général occupe la première place dans la production mondiale et la deuxième, après le riz dans l'alimentation quotidienne de la population (**Slama et al., 2005**). Le blé dur, une des variété du blé, prend de plus en plus d'ampleur jusqu'à devenir le patrimoine culturel immatériel de l'humanité et cultivé dans près de 17 millions d'hectare dans le monde (**Abecassis et al., 2017**).

En Algérie, la céréaliculture est une activité prédominante dans l'agriculture et constitue une culture stratégique dans le plan de développement économique. Cette caractéristique est perçue dans toutes les phases de développement de cette filière (**Djermoun, 2009**).

Vu l'importance que consacre le pouvoir algérien à la production de céréales et en particulier le blé dur, d'importantes superficies lui sont dédiée détenant ainsi le rang d'aliment de base (**Tinthoin, 1946**). Cependant la biomasse attendue lors de la plantation n'est pas celle obtenue pour diverses raisons causant ainsi une insuffisance alimentaire. Face à cette problématique, le gouvernement opte pour l'importation d'importantes quantités annuelles en blé dur (**Chetmi, 2009**).

Avant l'avènement des produits phytosanitaires ou communément appelés les pesticides, les nuisibles étaient traités de la manière la plus naturelle possible par : ramassage des larves, des œufs, des insectes adultes, destruction des plantes malades par le feu et désherbage manuel et mécanique. Ces méthodes étaient assez rudes, et devant les grandes quantités de nuisibles qu'il faut éliminer, on a opté en faveur des pesticides et par suite à l'utilisation nouvelle des produits chimiques, essentiellement l'application du soufre, arsenic et nicotine vers le XIX et XXème siècle (**Calvet, 2005**).

Les différentes substances qui composent les pesticides ciblent directement les bio-agresseurs du blé dur qui sont : les adventices/mauvaises herbes, les champignons parasites et les insectes entrant en concurrence contre les cultures ou provoquant des maladies et par conséquent une diminution de la productivité et des pertes quantitatives et qualitatives des rendements (**Fritas, 2012**).

Selon les données de l'union des industries et la protection des plantes (**UIPP, 2012**), les herbicides occupent la deuxième place après les fongicides en matière de consommation mondiale car la majeure partie du temps, ce sont les adventices qui génèrent le plus de dégâts vis-à-vis des cultures du blé dur.

L'enjeu principal des pesticides est la protection des cultures et l'augmentation des rendements afin de réaliser les objectifs arrêtés mais laissant derrière des séquelles irréversibles.

Au fil des années, les impacts commencent à apparaître que ce soit coté environnement ou coté santé humaine car la facilité d'utilisation et la large gamme d'application ont accéléré les effets négatifs de ces produits chimiques toxiques, d'où des recherches et des études ont été réalisées dont le but de comprendre l'attitude de ces matières actives dans l'environnement, leur cycles de vie, avec les risques potentiels et le niveau de toxicité...Etc. Et afin de prévenir tout danger, des normes et des réglementations ont été introduites. Toutefois, ces produits sont déjà dans la nature et la réglementation limite seulement les dégâts (**Köhler and Triebkorn, 2013**).

En plus des effets sur les bio-ravageurs, les résultats des recherches indiquent que des dommages peuvent se manifester au niveau de la biosphère depuis le sol vers l'eau et l'air provoquant un dysfonctionnement et un déséquilibre des écosystèmes et de manière indirecte des impacts sur la santé humaine et surtout des effets sur les cultures qui sont en contacts avec les pesticides (**El Khasna, 2016**).

Dans cette optique, on s'est intéressé aux différents effets qu'engendrent l'utilisation des pesticides et leurs impacts sur l'environnement et par voie de conséquence sur l'être humain.

Notre travail a pour objectif d'évaluer la toxicité des pesticides les plus utilisés au niveau de la Wilaya de BOUIRA sur le blé dur *Triticum durum* afin de savoir si la dose recommandée n'a pas d'effets néfastes sur notre culture céréalière.

Nous avons structuré notre mémoire en trois parties :

La première partie est consacrée à une synthèse bibliographique portant sur le blé dur (description, cycle physiologie...etc.) ainsi que sur les pesticides et leurs impacts écologiques et sanitaires.

Dans la seconde partie : matériel et méthodes où sont décrits le matériel biologique utilisé, le protocole expérimental et les méthodes analytiques des paramètres étudiés.

La troisième partie, est une discussion des résultats de l'ensemble des travaux réalisés dans cette thématique et nous concluons par un bilan et des perspectives.

I. Le blé dur

1.1. Description et caractéristique du blé dur

Le terme générique "blé" a longtemps désigné toute la famille des céréales, alors que le nom latin *Triticum*, se réfère à la fois, au grain lui-même et aux différentes espèces de blé distinguées par le nombre de chromosomes (**Hacini, 2014**). Trois groupes du genre *Triticum* sont reconnus, et répartis selon le nombre de chromosomes (**Nedjah, 2015**) :

- **Le groupe diploïde** : comprends *Triticum monococcum* ($2n=14$) : c'est la forme la plus anciennement cultivée).
- **Le groupe tétraploïde** : comprends *T. dicoccoïdes*, *T. dicocum*, *T. turgidum* et *T. durum* ($2n=28$).
- **Le groupe hexaploïde** : comprends *T. vulgare* ou *T. aestivum* et *T. spelta* ($2n=42$).

L'étude cytogénétique révèle que le blé dur est un hybride issu du croisement aléatoire et naturel de 02 espèces rencontré dans la même aire géographique : l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) portant le génome A et d'une herbe spontanée apparentée au blé nommée *Aegilops speltoides* (graminée) portant le génome B, suivit d'un doublement chromosomique (**Laala, 2018**), constituant à la fin une génomique tétraploïde ($2n=28=AABB$) (**Mekhlouf, 2009**).

1.1.1. Classification du blé dur

Pour un botaniste, le blé est une herbe, pour un biochimiste, c'est un composé organique et un problème pour un généticien (**Hacini, 2014**). En vue de la complexité de cette plante, la classification est un moyen simple de comprendre sa provenance.

Classification du blé (Feillet, 2000)

Embranchement : Angiospermes.

Sous embranchement : Spermaphytes.

Classe : Monocotylédones.

Ordre : Glumiflorales.

Super ordre : Comméliniflorales.

Famille : Gramineae.

Tribu : Triticeae.

Sous tribu : Triticinae.

Genre : *Triticum*.

L'existence de plusieurs variétés de blé leur confère la même classification hormis l'espèce. Le nom scientifique du blé dur, s'est vu progressivement évolué du fait de sa

domestication passant de *Triticum durum ssp. dicoccoides* vers *Triticum durum ssp. dicoccum* pour devenir *Triticum durum* (Feillet, 2000).

1.1.2. Biologie du blé dur

La culture du blé dur demande un savoir-faire imposant une connaissance approfondie de son architecture végétale, pour ce faire, une description est l'approche la plus simple. Le blé dur est un herbacé annuel, autogame de la famille des graminées avec une hauteur moyenne de 1.5 m en fonction des variétés (Ladraa, 2012). Au 1er abord, le blé dur comporte 3 parties :

- **L'appareil végétatif** : a un tallage faible, composé d'un système racinaire avec des racines séminales (formées pendant la levée) et des racines adventives (formées après les racines séminales à partir des nœuds à la base de la plante) formant à la fin le système racinaire permanent avec en tout 6 racines. La tige est cylindrique, dressée avec un chaume long et souple dont les entre-nœuds non allongés qu'à la montaison (Ladraa, 2012). À la base de la tige, l'appareil végétatif comporte des talles issues des bourgeons axillaires. Les feuilles sont de couleur claire et contiennent des nervures parallèles avec le limbe aplati à extrémité pointue. Le nombre de brins est en fonction de la variété, condition de croissance et de la densité de la plantation. En temps normal, le nombre est de 3 en tout en plus de la tige principale (Biosécurité Végétale, 2006).

- **L'inflorescence** : représente l'épi avec un rachis solide ayant des épillets séparés par des courts entre-nœuds. Dans chaque épillet, il y a 2 glumes contenant à l'intérieur 2 à 5 fleurs distiques sur une rachéole (Biosécurité Végétale, 2006) avec 3 à 4 épillets fertiles couverts par 2 glumelles (inférieure et supérieure), en plus de 3 étamines et un ovaire avec un seul carpelle (Ladraa, 2012).

- **Le fruit ou grain** : c'est un caryopse nu de 45 à 60 mg allongé et pointu de couleur jaune. Chaque fleur avec un fruit à une seule graine. Le grain contient un endosperme et un embryon aplati près de la base florale. Au stade maturité, le grain de pollen présente 03 noyaux (Ladraa, 2012) (Annexe 01).

1.1.3. Exigence agro-écologique du blé dur

Le blé dur est une plante qui s'acclimate aux régions sèches, là où la chaleur domine la journée et le froid lors du soir (climat spécifique des régions méditerranéennes). Les semences peuvent lever à environ 2°C, même si la température optimale est de 15°C (une baisse de température est obligatoire pour la mise en fleur) avec un taux d'imbibition en eau de 30% (nécessaire pour la germination). La lumière, affecte à son tour la photosynthèse par conséquent la croissance du blé dur, c'est pour cela que l'éclairage doit être optimal. Généralement, les cultures annuelles comme le blé dur souffre dès leurs jeunes âges de carence en phosphore et en potassium, l'ajout de fertilisants doit se faire près des racines pour une bonne exploitation (Yousfi, 2011).

Au niveau du sol, certaines conditions doivent être apportées (Nedjah, 2015) :

- ✚ Un sol à pH optimal avec une gamme comprise entre 6 et 8.
- ✚ Une structure stable et meublée, résistant à la dégradation par les pluies d'hivers pour éviter la nitrification et l'asphyxie des racines.
- ✚ Une texture fine limono-argileuse garantie une grande surface de contact, donc une bonne nutrition.

1.1.4. Le cycle physiologique du blé dur

Le cycle de développement du blé dur et du blé en général est constitué d'une série d'étapes divisées en 02 périodes (Figure 01) :

1.1.4.1. Période végétative

C'est un développement strictement herbacé débutant de la phase germination jusqu'à l'ébauche de l'épi (Ait Slimane Ait Kaki, 2008).

- Phase de germination - levée :

La germination est le passage de la semence de l'état : vie lente à vie active, par l'absorption de 30 % de son poids en eau. L'émersion du coléorhize qui deviendra par la suite des racines séminales. La 1ère feuille traverse la coléoptile et apparaît à la surface, ce qui signifie que la levée a débuté. La durée de cette phase est de 8 à 15 jours selon la température (Abdi, 2018).

- Phase levée - tallage :

Lors de la formation de 3 à 4 feuilles, une nouvelle tige nommée le talle primaire apparaît à côté de la feuille la plus âgée. Des talles primaires se forment par la suite à côté du maître-brin (la tige principale). Lorsque le maître-brin a au moins 6 feuilles, des talles secondaires apparaissent avec des bourgeons aux abords des feuilles des talles primaires. La naissance du tallage désigne la fin du cycle végétatif et le début du cycle de reproduction (Ait Slimane Ait Kaki, 2008):

1.1.4.2. Période de reproduction

C'est la formation et la croissance de l'épi, caractérisé par :

- Phase montaison - gonflement : Elle débute dès que l'épi à 1 cm, signe de la fin du tallage. La tige principale et les autres talles s'allongent à cause de l'élongation des entre-nœuds qui étaient remplis d'épi. Par la suite la formation de 1 à 2 nœuds faiblement visible. Cette phase dure 29 à 30 jours (Fritas, 2012).

- Phase d'épiaison - fécondation : C'est la phase de la méiose pollinique, l'éclatement de la graine, l'émergence de l'épi et la fin de la formation des organes floraux. À ce niveau, la plante élabore une grande quantité de matière sèche, organise ces épillets et entreprend la fécondation. Cette phase a une durée de 32 jours (Fritas, 2012) (Annexe 02).

- **Phase de grossissement du grain** : La photosynthèse est à son maximum puisque les grains commencent à prendre du poids grâce à l'évolution de l'embryon et à l'albumen qui stocke des substances de réserve. La phase s'achève par le stade laiteux. Les grains continuent à prendre en poids frais tandis que celui des tiges et des feuilles diminue. Elle se termine par le stade pâteux. Les grains durcissent et prennent une couleur jaunâtre (Ait Slimane Ait Kaki, 2008).

- **Phase de maturation du grain** : C'est la phase où les glucides et les protéines migrent vers les grains et l'amidon s'accumule. Elle dure 25 à 26 jours en moyenne (Fritas, 2012).

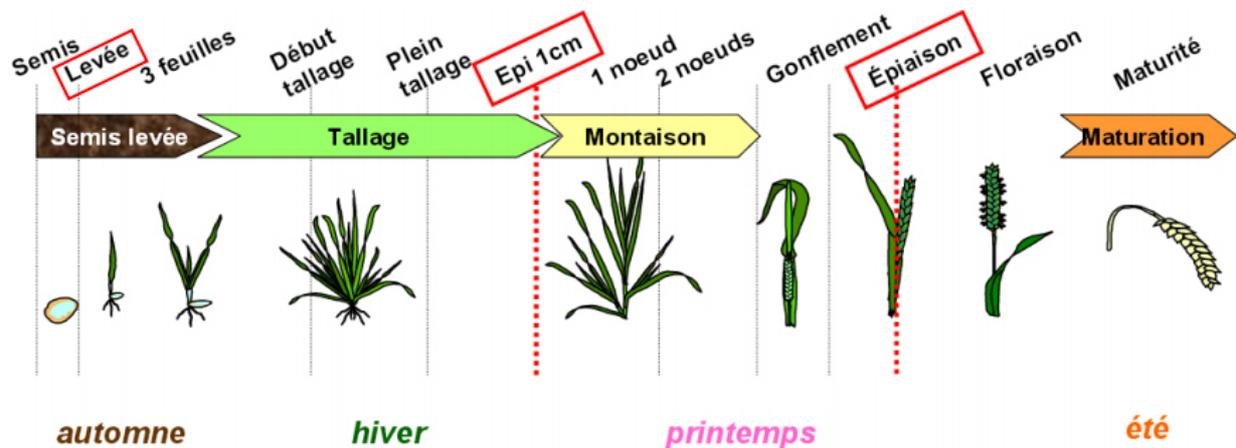


Figure 01 : représentation des différents stades de développement du blé dur : de la semence à la maturité de l'épi (Latreche, 2018).

1.2. Situation de la céréaliculture en Algérie

La politique agricole adoptée en Algérie repose sur l'encouragement du secteur public et privé à l'exploitation des terres pour l'implantation des céréales qui assurent le tiers de la demande alimentaire du pays (Smadhi et al., 2009). 3 à 3.3 millions d'hectares sont emblavés de céréales (Yousfi, 2011), Équivalent à 370000 hectares (Mekhlouf, 2009) où 90 % des terres agricoles permettant une récolte entre 10 à 15 quintaux/hectare (Nedjah, 2015) pour atteindre l'autosuffisance alimentaire en blé qui est selon les experts d'environ 25 quintaux/hectare en prenant en considération le développement démographique ainsi que l'accroissement de la consommation par les ménages, vu que le blé est consommé à 88 % (Gherssi et Rastoin, 2010).

Dans la céréaliculture Algérienne, le blé dur en particulier détient 40-45 % des emblavures de céréales qui représentent environ 45% de la SAU (El Hadeff El Okki 2018) et détrône la place d'aliment de base du régime alimentaire (Tinthoin, 1946) et une denrée privilégiée dans les traditions alimentaires, puisqu'il est facile à transporter, à stocker et à cuisiner en plus d'être nutritif avec ces 78 % d'hydrate de carbone, 14.7 % de protéines, 2.1 % de minéraux et lipides et une quantité non-négligeable de vitamines (Bourbouna et Djemili, 2019), en plus d'être riche en caroténoïde pour certaines variétés de blé dur (Yousfi, 2011) et fournit

pour une ration alimentaire journalière plus de 60% en apport énergétique et 75 à 80 % en apport protéique. Néanmoins, en 2001-2003, les valeurs étaient de 54 % en calories et 62 % en protéines équivalent à 1505.5 kcal / jour / personne, 45.533 g/ jour/ personne et 5.43 g de lipides / jour/ personne (**Djermoun, 2009**), cette différence nutritionnelle est due aux variations climatiques et édaphiques, au type et quantité de pesticides utilisés, techniques de culture. Etc.

En raison de l'importance alimentaire contenu dans les différentes couches du blé et la faiblesse/absence de produit de substitution (**Ouanzar, 2012**), la population se dirige directement vers l'achat des produits transformés (**Ladraa, 2012**) comme les pâtes (21 % des achats de produits céréaliers), le couscous (21 %), la farine (11 %), le pain (30 %) et la semoule (38 %) (**Brahim et al., 2017**). Dans les années 2000, 25 % de leur budget s'est vu dépensé pour les céréales (**Ammar, 2014**), consommant par conséquent 216 kg /habitant /an en blé dur (**Derbal et Tahar, 2015**). Chaque personne consomme 180 à 200 kg de céréales alors qu'ailleurs, elle est de 50 à 60 kg/habitant (**Merouche, 2015**). Cependant la consommation s'est vue évoluée d'année en année comme le démontre le tableau 01.

Tableau 01: L'évolution de la consommation annuelle des céréales par kg/habitant. (**Bourihane et Mekkaoui, 2013**); (**Boukerzaza,1993**).

Date	1926-1930	1938	1955	1980	1984	1990-1999	2000
Consommation par kg/habitant	115	143	157	170	198	220	250

Le tableau démontre une hausse de la consommation d'une année à une autre due au développement démographique qu'a connu le pays ces dernières années ainsi qu'une amélioration de la qualité de vie après l'indépendance.

Cet engouement au tour du blé revient au temps de la Rome Antique, vue la fertilité du sol pour la production de céréales et le blé en particulier et le rendement de qualité. Dès lors l'Algérie fut nommée le grenier du blé (**Fritas, 2012**).

Avant les années 1830, le secteur céréalier avait lui aussi son poids au sein du plan socio-économique, à cette époque l'Algérie exportait son blé au monde entier (**Ben Kachrouda et Beddiar, 2013**). Actuellement, il est classé : 6ème importateur de blé au monde et le 1er en Afrique (**Kellou, 2008**). Cette action d'importation est attribuée à l'office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC) assurant le ravitaillement assidu des céréales dans tout le territoire national (elle réalisé 80% des importations de céréales) La production de 25 à 30 % en blé (**Ammar, 2014; Machane, 2018**), de 41 % en blé dur (**Bouzerzour et Mazouz, 2006**) et la faiblesse/absence de produit de substitution (**Ouanzar, 2012**), obligent l'Algérie a importé des céréales en particulier le blé pour satisfaire la demande, et à ce jour l'Algérie demeure indépendante du marché international (**Chellali, 2007**).

1.2.1. La production du blé dur au niveau national

Vu l'importance du blé dur dans l'industrie agro-alimentaire, et depuis 1923 l'Algérie attribue entre 1.2 à 1.5 millions d'hectares pour couvrir les besoins de la population (sachant que la demande en blé dur est chiffrée à 6 millions de tonnes, ça reste une valeur approximative puisqu'en 2020, la demande s'est élevée à 1 milliard alors que la production est de 8 quintaux/hectare) (Nedjah, 2015; Machane, 2018 ; Bourbouna and Djemili, 2019). Le tableau ci-dessous donne une idée sur le taux de production pour quelques années.

Tableau 02 : La production du blé dur de 1963 jusqu'à 2004 en pourcentage (Djermoun, 2009).

Date	63/67	68/72	73/77	78/82	83/87	88/92	86/95	2001	2002	2003	2004
Production du blé dur en (%)	56.65	56.44	42.34	41.67	36.58	39.95	40.99	46.62	48.74	42.27	49.65

Les niveaux de productions sont fluctuants et suivent de près les conditions climatiques, principalement les précipitations (Chaise et al., 2005) conduisant à une récolte représentant 1/3 des superficies emblavées en blé dur (El Hadeff El Okki, 2018), pourtant l'Algérie à elle seule produit 0.04% de blé dur mondial (Merouche, 2015). Cette baisse s'est faite aussi en faveur du blé tendre puisque depuis 1963/1977, la production a baissé passant de 56.65% à 42.34 % en 1973/77, alors que le blé tendre a augmenté de 16.01 % en 1963/1967 jusqu'à 29.98 % en 1973/77. D'autre part, en 1983/1987, la production été plus profitable à l'orge (40.13 % en 83/87 à 45.31 % en 88/92) (Djermoun, 2009).

La production céréalière Algérienne suit une hiérarchie bien définie : blé dur, blé tendre et orge. Cet ordre s'inverse : orge, blé dur et blé tendre, ça signifie que la sole céréalière semble de plus en plus mise au service de l'élevage ovin puisqu'il n'est pas consommé par l'homme (Djermoun, 2009). Cette production variable entre les années permet de satisfaire un certain pourcentage de la demande en blé dur. Le tableau 03 révèle quelques chiffres concernant l'autosuffisance pour différentes années.

Tableau 03 : L'évolution du taux d'autosuffisance en blé dur en pourcentage entre 1995-2004 (Djermoun, 2009).

Date	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Autosuffisance en blé dur en (%)	24.2	58.7	15.3	32.9	20.1	10.5	30.9	21.1	37.7	34.4

Au cours de la période 1995-2004, la demande domestique fut satisfaite à 28.4% le reste étant importé.

A. Zone de production

Les terres arides de la région méditerranéenne sont les principales régions d'implantations du blé dur (**Bousba et al., 2012**). Dans le territoire national, la culture s'étend à 03 zones : zone sub-littorale (Z1), les hauts plateaux (Z2) et les hautes plaines (Z3) (**Di Fonzo et al., 1995**).

Cette délimitation géographique est en fonction de la quantité des précipitations reçus dans l'année et de la quantité de céréales produites.

Tableau 04 : caractérisation des zones de productions céréalières (**Kellou 2008**).

Zone	Pluviosité	Rendement	Superficie
Z1 : Zone à haute potentialité est consacrée aux céréales.	Moyenne supérieure à 500mm/an	Moyens à 20 qx/ha	Couvre SAU de 400000 ha 20%
Z2 : Zone à moyenne potentialité, sujette à des crises climatiques élevées dont la moitié est réservé aux céréales.	Supérieure comprise entre 400-500 mm/an	Variable 5 à 15qx/ha	Couvre une SAU de 1600000ha
Z3 : Zone à basse potentialité dont près de la moitié ensemencée de céréales.	Inférieure à 350 mm/an	Inférieure à 8qx/an	La SAU atteint 4.5 millions

B. Les contraintes de la production

Ce déficit au niveau de la production est dû :

- Facteurs abiotiques : variation inter et intra-annuelle de la pluviosité et des températures (**Cherfia, 2010**), apparition de Siroco en fin de cycle, les gelées printanières fréquentes (**Chetmi, 2009**), menace d'érosion dans les zones telliennes (**Ammar, 2014**).
- Facteur biotique : les adventices, les maladies fongiques, les ravageurs (**Chetmi, 2009**).
- Facteur humain : le non maîtrise des itinéraires techniques : le travail du sol, le non maîtrise de la fertilisation et des pesticides (dose, période d'application...), la protection insuffisante contre les prédateurs (**Chetmi, 2009**).

Tous ces facteurs ont un effet moindre par rapport à l'effet de la sécheresse, qui provoque, une perte de rendement qui varie selon les années de 10 à 80 % (**Bajji et al., 2000**) car elle affecte divers traits morpho-physiologiques (**Tofig, 2015**). L'eau était et reste à ce jour le facteur limitant des cultures de blé dur.

C. Les variétés de blé dur en Algérie

Selon la CNCC, l'Algérie compte 41 variétés de blé dur. La naissance de ces variétés est sous l'effet des variations climatiques. Les variétés sont : Ardente, Belikh 02, Benchicao, Bidi 17, Bolenga, Boussellam, Capeiti, Cannizzo, Carioca, Cham 3, Chen'S, Ciccio, Cirta, Colosseo, Core, Durbel, Eider, Gloire de Montgolfier, Gta dur, GuemgoumR'Khem, Hedba 03, Kebir, Mansourah, Massinissa, Megress, Mohamed Benbachir, Ofanto, Orjaune, Oum rabi, Poggio, Polonicum, Saoura, Sebaou, Setifis, Simeto, Tassili, Taslemt, Targui, Vitron, Waha et Wahbi.

D. L'importation du blé dur

La place primordiale du blé dur dans l'alimentation de la population explique la forte consommation donc une production intense. Cependant celle-ci subit différentes contraintes : climatique, édaphique et technique, empêchant l'autosuffisance ; l'importation était la solution la plus simple avec ça, l'Algérie obtient le titre de premier importateur en blé dur au monde (**Machane, 2018**) avec une moyenne annuelle de 1 909 000 tonnes (sois 36,8 %) (**Maamri 2018**). Les taux d'importation différents en fonction du taux de production du pays et le tableau 05 donne une idée.

Tableau 05 :Le taux d'importation du blé dur (*10³) de 1991 à 2001 en Algérie (**Mazouz et**

Date	1991-1995	1995-1997	1997-1998	1998-1999	1999-2000	2000-2001
Importation	1552	1758	2658	1900	2000	2100

Bouzerzour, 2006).

D'une année à une autre, le taux d'importation change puisqu'il est en fonction du taux de consommation, la quantité de blé dur produite, aux variations du prix au marché international. La consommation quant à elle, est en relation avec le développement démographique et la demande, par contre la production est liée principalement à l'eau.

La faiblesse en production observée dans la figure est due au stress hydrique causant ainsi une augmentation des importations. À partir des années 1991/1992, les importations ont augmenté dépassant les 2M de tonnes/an, alors qu'entre 1984/1985 et 1990/1991, elle était seulement de 1.4M de tonnes/an, et en 1993/1994 et 1995/1996 a passé de 38.8 % à 44.3 % (**Maamri, 2018**).

Depuis l'indépendance jusqu'à 2004, les importations ont multiplié par plus de 10 passant de 442 000 tonnes à 5 millions de tonnes facturées à plus d'un million de dollars en 2004 (**Bencharif et Rastoin, 2007**). En 2005/2006, la facture était de 510 millions de dollars US pour les 5.5 millions de tonnes de blé dur acheté (**Kellou 2008**).

E. Les payes fournisseurs de blé dur

Les fournisseurs de l'Algérie viennent de différents coins du monde comme le démontre le tableau 09.

Tableau 09 : Les pays fournisseurs de blé dur pour l'Algérie dans la période 2014/2015 (Khalifa et Belguermi, 2016).

Rang	2014	2015
1	Mexique 40%	Canada 44 %
2	Canada 36 %	Mexique 34 %
3	France 11 %	Etat Unis 9 %
4	USA 7 %	France 8 %
5	Australie 6 %	Autre 5 %
Total	2 millions de tonnes	1.75 millions de tonnes

D'après les experts, multiplier par 4 ma production, soit en augmentant les superficies de 3 à 11.5 millions d'hectares, ou bien l'amélioration du rendement sans toucher aux superficies, aidera à combler la faiblesse de production (Merouche, 2015).

1.3. Les adventices, les maladies et les ravageurs du blé

Les cultures sont les milieux propices au développement de divers végétaux et animaux, en vue des conditions favorables qu'instaure l'agriculture pour ces cultures. L'installation de ces espèces provoque des désagréments pour les plantes cultivées puisqu'elles s'abreuvent de ces nutriments jusqu'à complètement l'affaiblir.

Divers organismes peuvent causer la disparition du blé dur, citons : les mauvaises herbes, maladies fongiques, ravageurs.

1.3.1. Les adventices/mauvaises herbes :

1.3.1.1. Définition :

Toute plante introduite spontanément par l'homme dans le biotope cultivé. Toute espèce involontairement semée est une adventice et qui devient mauvaise herbe au-delà d'une certaine densité (lorsqu'elle entraîne une diminution du rendement) (Machane, 2018).

1.3.1.2. Les adventices du blé dur

La flore adventice occasionne des pertes de 20 % sur la céréaliculture, 50 % est l'estimation qu'a faite l'Algérie pour les pertes en blé (Melakhessou, *et al.*, 2018).

Le développement des céréales (blé dur) est entravé par des adventices pouvant être divisées en 2 groupes :

- **Le groupe 01** : les adventices graminées ou les monocotylédones ; les plus ravageuses en Algérie sont :

- Le phalaris (*Phalaris brachystachys* et *Phalaris paradoxa*) (Figure 02).



Figure 02 : *Phalaris paradoxa* (Syngenta France, 2000).

- Le ray grass (*Lolium multiflorum*) (Figure 03) (Fritas, 2012).



Figure 03 : Le ray grass (Syngenta France, 2000).

- La folle avoine (*Avena sterilis*) : s'enracine et forme des tiges mieux que celle du blé. Elle l'enveloppe et l'étouffe provoquant une concurrence dans les stades de développement des céréalicultures. Elle se localise dans les altitudes qui ne dépassent pas les 700 m (**Figure 04**) (**Fritas, 2012**).



Figure 04 : La folle avoine (**Syngenta France, 2000**).

- Le brome : Les plus fréquentant en Algérie : *Bromus rigidus*, *Bromus madritensis* et *Bromus rubens* (**Figure 05**).

Le brome germe avant la levée de la culture du blé, avec son affect allélopathique, il empêche l'installation de toutes autres espèces.



Figure 05 : Le brome espèce *Bromus rigidum* (**Notice technique des céréales, 2018**).

- **Le groupe 2** : Les adventices dicotylédones. Ces dernières interfèrent aussi dans le développement du blé, provoquant une baisse de rendement et de la qualité du grain (taux d'humidité, salissement) en plus des perturbations lors de la moisson.

En Algérie, les plus fréquents sont :

- Les coquelicots (*Papaver rhoeas*) : qui a une capacité de production de 21 000 graines/m² (**Figure 06**) (*Notice technique des céréales, 2008*).



Figure 06 : L'adventice dicotylédone espèce *Papaver rhoeas* (*Syngenta France, 2000*).

- La moutarde des champs (*Sinapis arvensis*) (**Figure 07**) (*Fritas, 2012*).



Figure 07 : La moutarde des champs au stade adulte (*Syngenta France, 2000*).

- Le souci des champs (*Calendula arvensis*) (Figure 08) (Fritas, 2012).



Figure 08 : Le souci des champs au stade adulte (Syngenta France, 2000).

- Le medicago (*Medicago hispida*) (Fritas, 2012).

1.3.2. Les maladies cryptogamiques du blé dur

Le biotope que conçoit le blé dur est favorable pour le développement de plusieurs maladies entre autres les maladies fongiques. Ces dernières peuvent être classées en 03 selon les symptômes qu'elles engendrent (Aouali et Douici-Khalfi, 2009) :

- Maladies causant des symptômes localisés sur feuillage.
- Maladies causant des pourritures racinaires.
- Maladies causant des symptômes sur les épis.

1.3.2.1. Maladie au niveau des feuilles

1.3.2.1.1. La rouille : c'est une maladie fongique facilement distinguée par ces pustules riches en spores disséminées par le vent, on distingue :

A. Rouille brune :

- Agent pathogène est : *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*.
- Symptômes : des pustules circulaires orange ou brune sur la face supérieure et des fois inférieure des feuilles. À la fin de saison, ces pustules deviennent noires. Ce parasite

évolue à des températures comprises entre 10°C et 30°C. En Algérie, ce champignon est le moins ravageur pour le blé (**Figure 09**) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).



Figure 09 : La maladie de la rouille brune (Notice technique des céréales, 2018).

B. Rouille jaune :

- Agent pathogène : *Puccinia striiformis*
- Symptôme : des pustules globuleuses de couleur jaune ou orange présente au niveau des nervures des feuilles en stries, se développant à la face inférieure des feuilles à l'épi et sur les graines. Cette espèce s'accroît dans les régions tempérées à climat froid (2 à 15°C) et en altitude (Aouali et Douici-Khalfi, 2009) (**Figure 10**).



Figure 10 : La maladie de la rouille jaune (Syngenta France, 2000).

C. Rouille noire :

- Agent pathogène : *Puccinia graminis* f.sp. *tritici*.
- Symptômes : la formation de pustules longues que celle de la rouille brune, de couleur rouge-brique à marron foncé présentent sur les feuilles, tiges et les épis. Ce parasite se propage lorsque l'humidité est intense et les températures entre 15° et 35°C (Aouali et Douici-Khalfi, 2009) (Figure 11).



Figure 11 : La maladie de la rouille noire (Syngenta France, 2000).

1.3.2.1.2. Les septorioses :

- Agent causal : *Septoria tritici*.
- Symptômes : provoque la septoriose des feuilles (taches brunes sur les feuilles inférieures celles en contact avec le sol. Ces tâches sont sur les nervures puis s'étendent longitudinalement avec une couleur gris-claire.
- Agent causal : *Septoria nodorum*.
- Symptômes : provoquant des tâches entourer d'un jaunissement sur les feuilles et les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds (C'est la deuxième maladie la plus répandue en Algérie (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

Ces parasites affectent la taille de la graine en la rendant petite, en plus de lésions allongées au niveau des feuilles (Abdi, 2018). Ces champignons évoluent dans un environnement humide avec des pluies en continues et une température de 12°C (Figure 12).



Figure 12 : Représentant la maladie de septoriose (Abdi, 2018).

1.3.2.1.3. Helminthosporioses : Autrement nommé la maladie de la tache bronzée ou tache jaune.

- Agent pathogène : *Pyrenophora tritici-repentis* (*Drechslera tritici-repentis*).
- Symptômes : cette maladie engendre des taches chlorotiques dans le limbe des feuilles ainsi que des nécroses et des lésions avec des petits points brun-foncé. Elle apparaît quand les températures sont entre 18° et 27°C avec un climat humide (Aouali et Douici-Khali, 2009) (Figure 13).



Figure 13 : La maladie de l'Helminthosporiose (Syngenta France, 2000).

1.3.2.1.4. Oïdium :

- Agent pathogène : *Erysiphe graminis* f.sp. *tritici*

- Symptômes : c'est une maladie observée à la fin de tallage avec un duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales puis sur les feuilles des étages supérieurs. Ce champignon évolue à des températures comprises entre 15° et 20 °C dans un climat sec (Figure 14) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).



Figure 14 : La maladie de l'Oïdium (Abdi, 2018).

1.3.2.2. Maladies des pourritures racinaires :

En d'autres termes pourriture racinaire ou pourriture du pied ou la pourriture commune, est une maladie due à un agent pathogène du genre : *Fusarium* et *Cochliobolus*. Ils s'attaquent aux racines à n'importe quel stade. Ces parasites se conservent dans les semences, le sol et le débris végétaux.

- Agent pathogène : on distingue plusieurs agents pathogènes à savoir :
 - Le genre: *Fusarium* (*Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum*).
 - Le genre *cochliobolus* : *Cochliobolus sativus*.
- Symptômes : dessèchement des jeunes plantes et l'apparition d'épis blancs. Des tâches nécrotiques noires au collet, au rhizome ou aux racines. Il peut rendre le blé stérile (Abdi, 2018). Ces champignons se développent dans un climat chaud avec 25 et 30°C ainsi durant les hivers doux et humides (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

1.3.2.3. Maladie de l'épi

1.3.2.3.1. Le charbon nu : Cette maladie dépend principalement de la désinfection de la semence.

- Agent pathogène : *Ustilago tritici*.

- Symptômes : ils apparaissent entre la floraison et la maturité. Les épis contaminés sont noirs et se développent avant les épis sains. Les épillets affectés deviennent un amas de spores brun olive foncée à noirs, les graines et leur enveloppe deviennent des spores noires.

La contamination peut se faire dans les semences, car ils se conservent dans l'embryon de la graine endormie et se développent lors de la germination. La contamination se produit lors des températures entre 10 et 20 °C avec des sols secs (-10 % d'eau) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009) (Figure 15).



Figure 15 : La maladie du charbon nu du blé dur (Syngenta France, 2000).

1.3.2.3.2. La carie :

- Agent pathogène : *Tilletia caries* et *Tilletia foetida*.
- Symptômes : La contamination débute au stade de remplissage du grain qui est transformé en une masse poudreuse noire (le pathogène est conservé dans la graine et le sol). La carie se voit lorsque les glumes et les glumelles ont une couleur vert foncé. Les épis affectés sont courts avec les spores moins très volatiles avec une odeur de poisson pourri. Ce parasite se développe dans des températures comprises entre 5° et 15° C (Abdi, 2018) (Figure 16).



Figure 16 : Epi atteint de la maladie de carie (Syngenta France, 2000).

1.3.3. Les ravageurs :

En plus des adventices et des champignons, certaines espèces faunistiques contribuent à la perte qualitative et quantitative du rendement du blé dur, la nuisibilité de ces ravageurs peut intervenir à différents stades (**Notice technique des céréales, 2018**) :

- A la levée : perte de grains à cause des insectes du sol.
- Au développement végétatif : attaque sur les feuilles par des insectes vecteurs de virus.
- Au niveau du stockage : par les charançons.

1.3.3.1. Les oiseaux : Les moineaux sont considérés comme les oiseaux les plus dévastateurs dans le territoire national. Eux seuls occasionnent des pertes dans les cultures de blé chiffrées à 3.4 quintaux/ha au niveau de la plaine de Mitidja.

Les corneilles aussi interviennent dans la baisse du rendement, on trouve le corbeau freux (*Corvus frugilegus*) l'espèce qui s'attaque aux jeunes plants (**Fritas, 2012**).

1.3.3.2. Les rongeurs : Les chercheurs démontrent que 02 groupes de rongeurs occasionnent des dégâts au blé dur (**Fritas, 2012**) :

- Les muridés : contiennent le Rat noir (*Rattus rattus*), le Surmulot (*Rattus movegicus*), le Mulot (*Apodemus sylvaticus*) et la Mérione de Shaw (*Meriones shaw*).
- Les microtidés : c'est les campagnols.

1.3.3.3. Les nématodes : La céréaliculture fait face aux nématodes à kystes. *Heterodera avenae* est le plus redoutable vu sa présence dans des aires géographiques vastes. En Algérie, plusieurs

sortes de nématodes à kystes sont ressortis à savoir : *Heterodera avenae*, *Heterodera latiponset* *Heterodera mani* (Fritas, 2012).

1.3.3.4. Les insectes : Nombreux sont les insectes qui s'attaquent au blé, mais le plus dangereux sont cité comme suit :

A. Insecte du sol :

En Algérie, 03 espèces interviennent dans la perturbation et la faiblesse du rendement du blé dur : les vers blancs, taupin et pucerons du cornouiller. Ces insectes favorisent les hivers doux et pluvieux pour évoluer (Notice technique des céréales, 2018).

- Le vers blanc *Geotrogus deserticola* : Spécimen redoutable surtout au stade L3 qui s'attaque aux racines du blé, les rendant fertiles. La rencontre d'une parcelle nue en plein milieu d'un champ cultivé en blé est signe de présence de vers blanc (Notice technique des céréales, 2018). L'espèce *Geotrogus deserticola* est la plus connue en Algérie (Fritas, 2012).

- Le Puceron : Deux espèces sont distinguées : *Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi*. La présence du puceron se manifeste par un jaunissement du blé et un duvet blanc sur les racines puisqu'elles l'attaquent directement (Fritas, 2012).

B. Insectes de la partie aérienne :

- Les punaises : *Aelia germari* est l'espèce la plus ravageuse et la plus courante (Fritas, 2012). Vers les phases de tallage et de l'épiaison, et au niveau des graines que les ravages de ces insectes sont observés (Ils causent des pertes atteignant les 100%).L'injection de leur salive dans le blé modifie le gluten de la graine affectée par conséquent la qualité boulangère et le rendement (Notice technique des céréales, 2018).

- Les criocères des céréales : L'espèce la plus répandue et désastreuse est *Lema melanopa* (Fritas, 2012). Les larves de cet insecte se nourrissent des limbes des feuilles de céréales provoquant des décolorations en stries blanches, petit à petit la plante s'affaiblit puisque l'activité photosynthétique est inhibée occasionnant une perte de rendement équivalente à 60 % (Notice technique des céréales, 2018).

- La mouche de Hess : Autrement nommée la cécidomyie destructrice (*Mayetiola destructor*), ces larves s'empennent aux graines basales du blé donnant un renflement bulbeux suivi de jaunissement puis la mort des feuilles (Fritas, 2012) (Annexe 03).

II. Les pesticides

L'agriculture est souvent confrontée aux stress biotiques qu'exercent les différentes espèces faunistiques et floristiques. À fin de venir à bout, une gamme de produits fit créer portant les noms de produits phytosanitaires, phytopharmaceutiques ou encore produits antiparasitaires et d'une façon simplifiée les pesticides (El Bakouri, 2006).

2.1. Définition des pesticides

Le terme pesticide peut être décortiqué en 2 mots d'origine latine ; « pastis » qui signifie animal, insecte, plante...Etc., causant une nuisibilité à l'homme et à l'environnement ; et le suffixe « cide » du latin « caedo », « caedere » qui signifie tuer. Il peut être d'origine chimique minérale ou organique, de synthèse ou naturel, préparé avec une substance ou plusieurs (El Khasna, 2016).

En Algérie la communauté agricole désapprouve l'utilisation du terme pesticide, il impose l'utilisation du terme : produit phytosanitaire (Mebdoua, 2017), et selon la loi Algérienne N°87-17 relative à la protection phytosanitaire (Journal officiel de la république Algérienne N°32 du 05-08-1987 : « Un produit phytosanitaire est toute substance ou mélange de substances destiné à repousser, détruire ou combattre les organismes nuisibles en vue de la protection ou de l'amélioration de la production végétale »).

2.2. Classification des pesticides

Différentes gammes de pesticides sont conçues pour cibler chaque espèce avec différentes compositions chimiques. Une classification est donc faite en fonction de ces paramètres, et il en résulte :

2.2.1. Une classification en fonction de la cible/nature de l'espèce :

Traditionnellement, on les classe en 07 familles : les herbicides, les fongicides, les insecticides, les corvicides (contre les oiseaux), les rodenticides (les taupes et les rongeurs), les molluscides et les nématocides (Camard et Magdelaine, 2010). Actuellement, après combinaison, 03 grandes familles sont couramment utilisées :

2.2.1.1. Les herbicides :

Ce sont des substances destinées à détruire ou limiter la croissance et le développement des végétaux herbacés ou ligneux qui sont en concurrence avec les plantes cultivées. Leur activité est systémique et se déclenche en pré-levée ou en post-levée (Mebdoua, 2017).

2.2.1.2. Les fongicides :

Ce sont des substances à activité systémique destinées à lutter contre les champignons phytosanitaires et les moisissures. Leurs utilisations sont à des fins préventifs que curatifs pour éviter la dissémination des spores (Mebdoua, 2017).

2.2.1.3. Les insecticides :

Ils regroupent la famille des acaricides, des corvicides et des nématocides. Cette substance permet de lutter contre les insectes ravageurs des plantes.

2.2.2. Classification en fonction de la structure chimique

A. Les pesticides inorganiques : ce type de substance fait partie de la famille des herbicides et des fongicides. On peut trouver le sulfate, l'arsenate, le plomb, les mélanges cuivre et chaux, le borax et les chlorates, les composés de mercure et de chlorate de sodium. Ces composés sont classés parmi les 1ers à être utilisés dans le terrain et à de très grandes quantités, ils provoquent des dommages environnementaux puisque ce sont des éléments non dégradables dans la nature (Bolandet *al.*, 2004 ; Mebdoua, 2017).

B. Les pesticides organométalliques : ce sont des composés fongiques réalisés à partir d'une molécule complexe à base de métal comme le zinc ou le manganèse et d'un anion organique dithiocarbamate par exemple : le mancozèbe qui est fabriqué par action du zinc sur le manèbe avec le manganèse (El Khasna, 2016).

C. Les pesticides organiques : on dénombre 80 classes chimiques de diverses familles. Les plus connus sont :

- Les organochlorés : ils font partie de la famille des insecticides dérivés chlorés d'hydrocarbures cycliques et/ou aromatiques comme le DDT (Camard et Magdelaine, 2010).
- Les organophosphorés : qui font partie de la famille des insecticides dérivés de phosphore.
- Les carbamates : ils font partie de la famille des herbicides (Mebdoua, 2017).
- Les pyréthriinoïdes : ils sont de la famille des insecticides.
- Les triazines : qui font partie de la famille des herbicides.
- Les benzimidazoles : ils appartiennent à la famille des fongicides.

2.3. Exemple des substances actives et modalités d'utilisation des pesticides

2.3.1. Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des herbicides :

Les herbicides sont composés de plusieurs matières actives chaque une a un mode d'action bien spécifique et le tableau ci-dessous donnent quelques exemples.

Le tableau 10 : Les différentes modalités d'utilisations des herbicides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité (Calvet, 2005).

Modalité d'utilisation	Exemple de substance active
Désherbage des cultures	Simazine, trifluraline, isoproturon
Défanage	Diquat
Débroussaillage	2.4-D, piclorame, triclopyr
Désherbage des zones non cultivées	Glyphosate, aminotriazole, diuron
Destruction des mauvaises herbes aquatiques et semi-aquatiques	Chlortiamide, dichlobényl

2.3.2. Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des fongicides :

Les fongicides sont composés de plusieurs matières actives chaque une a un mode d'action bien spécifique et le tableau ci-dessous donnent quelques exemples.

Le tableau 11 : Les différentes modalités d'utilisations des fongicides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité (Calvet, 2005).

Modalité d'utilisation	Exemple de matière active
Traitements des parties aériennes des végétaux	Mancozèbe, bénomyl, éthyrimol, tébuconazole
Traitements des semences et des plants	Captane, iprodione
Traitements des sols	Carbendazime, métalaxyl
Traitements des denrées entreposées	Diphénylamine, thiabendazole
Traitements des locaux, de divers matériels et des bâtiments d'élevage	Alcool, acides, ammonium, quaternaires divers
Bactéricides	Solution acide, cuivre

2.3.3 Exemples des substances actives et modalités d'utilisation des insecticides :

Les insecticides sont composés de plusieurs matières actives chaque une a un mode d'action bien spécifique et le tableau ci-dessous donnent quelques exemples.

Le tableau 12 : Les différentes modalités d'utilisations des insecticides et quelques exemples de matières actives utilisées pour chaque modalité (Calvet, 2005).

Modalité d'utilisation	Exemple de matière active
Traitements des parties aériennes des végétaux	Deltaméthrine, parathion, pyrimicarbe
Traitements des semences	Carbofuran, fipronyl
Traitements des sols	Chlorméphos, diazinon
Traitements des denrées entreposées	Dichlorvos, deltaméthrine
Traitements des locaux de stockage	Dichlorvos, perméthrine
Traitements des bâtiments d'élevage	Cyperméthrine, trichlorfon
Lutte contre les fourmis	Diazinon
Lutte contre les moustiques	Diflubenzuron, fénitrothion

2.4. Législations régissant des pesticides

L'utilisation des pesticides en Algérie remonte à l'époque coloniale. Les lois utilisées étaient celle des Français. De 1962 à 1967, l'autorisation pour l'utilisation et la commercialisation n'était pas obligatoire. L'Algérie a voulu se détacher complètement de la France, et commencé à rédiger ses propres textes législatifs dans le domaine de la gestion des produits phytosanitaires, il s'agit de (Mebdoua, 2017 in Info phyto, 2012) :

- L'ordonnance n° 67-238 du 09 Novembre 1967 relative à l'organisation du Contrôle des produits phytosanitaire à usage agricole (15 articles) et l'institution d'une commission d'homologation, suivie de deux décrets :

- 🇩🇿 Le décret n° 68-182 du 23 Mai 1968 portant organisation de la commission d'homologation des produits phytosanitaires à usage agricole.
- 🇩🇿 Le décret n° 68-183 du 23 Mai 1968 portant les conditions et le processus de l'homologation des produits phytosanitaires à usage agricole.

En 1975, l'INPV fit créer et le contrôle des produits phytosanitaires est dédié à la structure centrale et des stations d'expérimentation des recherches décentralisées. La loi phytosanitaire n°87-17 du 1er Août 1987 complète le travail de l'INPV et lui confie le contrôle de tous les aspects liés aux produits phytosanitaires.

Les services du gouvernement contribuent à leur tour au bon contrôle de toute substance chimique à usage agricole, conformément aux dispositifs législatifs et réglementaires mise en place, notamment :

- La loi n°85-05 du 16/02/85, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;
- La loi n°08-16 du 3 Aout 2008 portant orientation agricole ;
- La loi n°09-03 du 25/02/09 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes ;
- Le décret exécutif n°95-405 du 02 décembre 1995, relatif au contrôle des produits phytosanitaires à usage agricoles, modifié et complété par le décret exécutif n°99-156 du 20 juillet 1999.

À la création d'une direction pour la protection des végétaux et des contrôles techniques par le ministère de l'agriculture, l'INPV acquitte de toute cette responsabilité et la délègue à DPVCT. En 2004, avec l'article 23 du décret exécutif n 95-405 du 2 décembre 1995, l'IPNV a recommencé son activité en faisant des analyses de contrôle sur la matière active des pesticides qui ont besoin de réglementation et celui présent dans les stocks, tandis que l'activité de DPVT est de tester les pesticides in situ par le comité d'évaluation biologique (**Farfare, 2017 in Info phyto, 2012**).

2.5. Le marché des pesticides

La diversité des cultures apporte avec elles son lot de bio-agresseurs, imposants l'utilisation intensive des pesticides.

2.5.1. Au niveau international :

Depuis 1945 et chaque 10ans, les chiffres concernant la demande et la production des pesticides au marché mondial se voient doubler, ce sont pratiquement les pays en voie de développement (l'Inde et l'Afrique) qui sont responsable de cette augmentation.

Cependant, certains pays développés les utilisent en vue des conditions climatiques favorisant la croissance des cultures et celles des ravageurs. On trouve : la chine, l'Argentine et le Mexique. Ces pays-là sont considérés comme étant : les pays les plus utilisateurs de pesticides à l'échelle internationale (**Bouziani, 2007; Saadane, 2018**).

La famille des herbicides se distingue des 02 autres, car ce sont les plus utilisés au niveau mondial avec un taux de 47%, suivi par les insecticides 29% et les fongicides 18% (**Batsch, 2011**).

2.5.2. Au niveau national :

La fabrication de pesticides dans le territoire national est sous la direction d'entités autonome comme : Asmidal et Moubidal.

Avec l'économie actuelle du pays, les entreprises ont orienté leurs activités vers l'importation d'insecticides et ces dérivés. L'Algérie ressort avec 400 produits phytosanitaires dont une quarantaine pour l'agriculture, ce qui représente 6.09 % au marché africain et 4.14 % pour le marché mondial.

Chaque année, 8827 tonnes de pesticides en moyennes sont importés facturés à 4 milliard et demi. Cependant, cette quantité n'est pas dirigé uniquement pour le secteur agricole puisque plusieurs domaines commencent à les utilisés comme par exemple la pulvérisation des insecticides dans les agglomérations.

Avec la propagation de l'utilisation des pesticides, les quantités se voient multiplier quasiment chaque année (**Bouziati, 2007; Farfare, 2017**).

Les données les plus récentes publiées par le Département algérien des statistiques douanières (2010), indiquent que l'Algérie a importé 67 millions de dollars de pesticides en 2009 contre 49,4 millions de dollars en 2007 (**Ayad-Mokhtari, 2012**).

Une enquête sur la gestion des pesticides en Algérie a été menée, ce qui ressort (**Kheddam-Benadjal, 2012**) :

- L'utilisation intensive et anarchique des pesticides dans divers domaines en plus de l'agriculture, avec des quantités variables en fonction de type de culture.
- Les fongicides et les insecticides sont les plus utilisés durant 2008-2009, 2009-2010 et 2010-2011.

2.6. Mode d'action des pesticides

Chaque pesticide a sa propre matière active qui affecte une partie bien spécifique dans l'organisme des bio-agresseurs (**Ayad-Mokhtari, 2012**) :

2.6.1 Les herbicides :

L'application des herbicides agit directement sur les adventices en concurrence avec les cultures, provoquant une inhibition de la photosynthèse ou des réactions enzymatiques dans la synthèse des lipides et des acides aminés des adventices.

2.6.2. Les insecticides :

Exercent une toxicité soit par contact, par inhalation ou par ingestion sur les fonctions vitales de l'insecte comme la transmission de l'influx nerveux et la respiration.

2.6.3. Les fongicides :

Affectent la respiration des champignons, sa division cellulaire ou encore l'inhibition de la biosynthèse des acides aminés et des stérols.

2.7. Impacts des pesticides

Les pesticides sont devenus un besoin pour les agriculteurs, car ils permettent l'intensification de l'agriculture afin de couvrir la demande exprimée dans les marchés sur les produits agricoles.

En vérité les pesticides ont un avantage concernant la protection des cultures et l'augmentation de la production, mais malheureusement leurs risques ont dépassé l'utilité de ces derniers, parce qu'ils endommagent l'environnement. Les pesticides ont contaminé presque toute la biosphère et tous ce qui y vivent dedans.

2.7.1. Le devenir des pesticides dans l'environnement :

Les composantes de la biosphère sont en constante interaction. Dès l'application des pesticides et sous l'effet du vent, de l'infiltration, du ruissellement et du lessivage ; l'eau, l'air et le sol se voient contaminer par la matière active.

Le ruissellement emporte avec lui en moyenne 2 % des produits appliqués, quant au vent, il emporte entre 80 et 90 %. Le lessivage reste celui qui entraîne le moins de résidus de matière active. Au total presque 90 % des pesticides appliqués sont perdus (**El Khasna, 2016**).

A son arrivé au sol soit à l'aide des précipitations qui sont déjà contaminé ou par les semences qui contiennent un certain pourcentage de matière active, le pesticide rencontrera divers obstacles qui déterminerons son devenir (**Hayo et Van der Werf, 1997; El Khasna, 2016**). :

- Dégradation par des micro-organismes.
- Dégradation chimique.
- Rétention par les composés organiques et minéraux.
- Absorption par les racines des plantes.
- Effet de dilution par l'eau.

L'atmosphère reçoit à son tour ça part de pesticides. La volatilisation est la cause principale de la dissémination, puisque l'application des pesticides au niveau du sol se fait majoritairement par pulvérisation et certaines matières actives sont volatiles.

La concentration des pesticides dans l'air est en fonction des caractéristiques du produit, de sa sensibilité à la décomposition et les conditions climatiques.

La contamination atmosphérique facilite la contamination du sol et de l'eau à travers l'action des précipitations qui sont chargées de matières actives prêtent à se poser aux sols et sur les eaux de surface.

Avec la perméabilité du sol, les pesticides pénètrent aux profondeurs jusqu'aux nappes phréatiques (c'est la lixiviation qui permet la pollution des nappes phréatiques) qui sont sources d'eau potables et les contaminent (**Hayo et Van der Werf, 1997; El Khasna, 2016**).

La propagation des pesticides avec l'action du vent peut se faire à courte et à longue distance et engendre une pollution locale, régionale ou encore globale (**Figure 17**) (**Hayo et Van der Werf, 1997; El Khasna, 2016**).

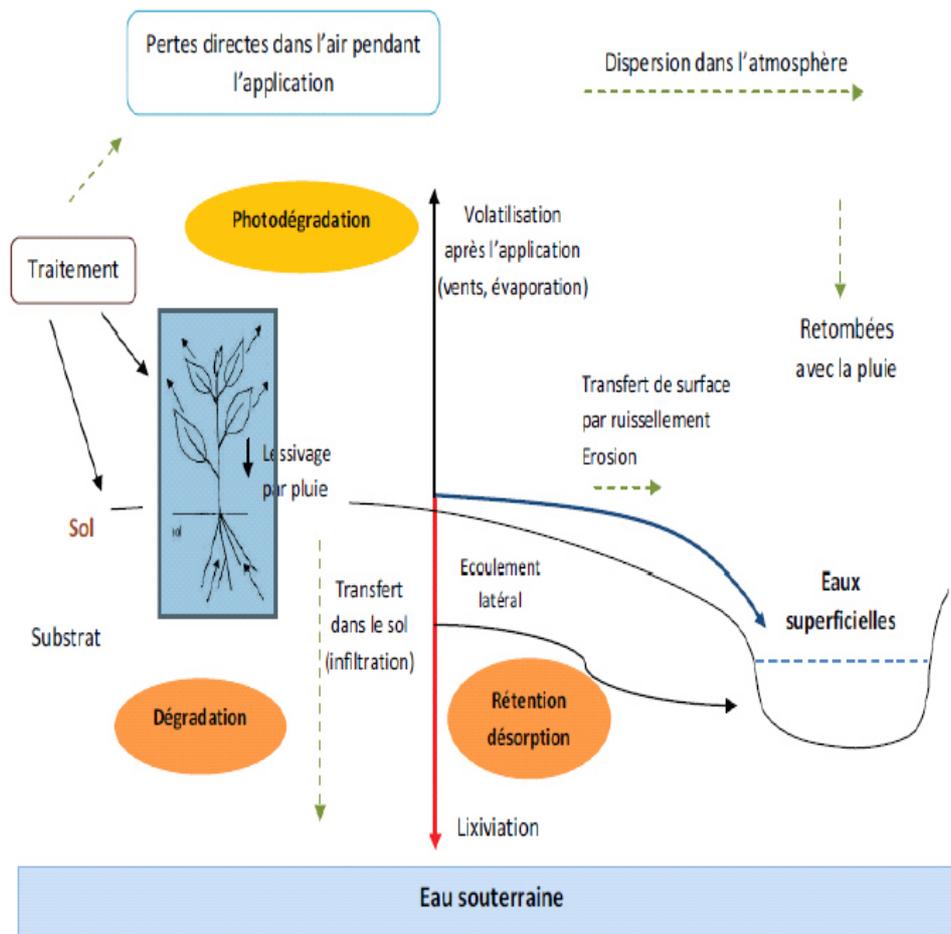


Figure 17 : Les voies de contaminations et le devenir des pesticides dans l'environnement (**Debbache et Foughali, 2017**).

La figure indique que plusieurs phénomènes entrent en jeu dans la propagation et l'élimination des pesticides (**Debbache et Foughali, 2017**) :

- Phénomène de rétention : Soit par absorption par les plantes ou la microflore du sol, soit par absorption de matière humique dans le sol. Outre les pesticides qui peuvent être absorbés par les racines et les feuilles des plantes, cette étape peut être la principale voie d'accumulation de ces produits le long des chaînes alimentaires.
- Des phénomènes de transformation : Transformant progressivement les pesticides en un produit moins toxique. Le processus de décomposition est un facteur de décontamination majeur pour les fractions environnementales contaminées par les pesticides. Cette transformation peut conduire à

une minéralisation complète et relativement rapide ; Cela peut entraîner une désintoxication de l'environnement ou au contraire, une toxicité.

- Des phénomènes de transport par lixiviation, lessivage ou ruissellement : Cela peut entraîner une pollution des eaux usées, des eaux de surface ou souterraines.

2.7.2. La voie de contamination des pesticides :

Dans de nombreux pays du monde, la toxicité des pesticides dépend d'un certain nombre de facteurs tels que : la dose, la durée de l'exposition, le degré d'absorption, la nature et les effets du principe actif. La réaction de chaque personne est différente face aux pesticides.

Dès leur présence dans l'environnement, l'homme est soumis au risque de contamination par différentes voies : la voie cutanée, la voie orale et la voie respiratoire (**Mamane, 2015**).

✚ La voie cutanée :

C'est la manière de contamination la plus fréquente ; la forme huileuse et poudreuse des pesticides pénètre en toute facilité à travers les pores de la peau puisqu'elle est perméable envers les corps gras. La sueur et les plaies sont des facteurs favorisant la pénétration cutanée et ainsi que les vêtements s'ils ne sont pas suffisamment étanches (**El Bakouri, 2006**).

✚ La voie orale ou par le système digestif :

Il est responsable des cas d'intoxication les plus graves lorsqu'il est mélangé à de la nourriture, par ingestion accidentelle ou le non-respect des règles d'hygiène.

✚ La voie respiratoire :

Les pesticides peuvent facilement pénétrer dans le système respiratoire par : inhalation de poussières, de fumées, et même tout simplement en respirant parce que l'air est chargé de pesticides, permet aux produits de passer directement dans le sang.

2.7.3. Toxicité des pesticides sur la santé humaine :

De nombreuses études ont été réalisées afin de relier entre les effets des pesticides et les différentes maladies que la quasi-totalité des agriculteurs en souffrent. Les résultats démontrent que certains pesticides peuvent provoquer une toxicité aiguë qui présente des risques de morbidité et de mortalités conséquentes, en revanche la toxicité chronique qui survient suite à l'absorption répétée de faibles doses de pesticides, cause des dommages à long terme qui peuvent être réversible (**Ayad-Mokhtari, 2012**).

L'empoisonnement est le premier risque que subit le corps humain, près d'un million de personnes par an sont atteintes d'intoxication accidentelle à l'échelle mondiale et le taux de mortalité s'élève à 20 000 (**Hayo et Van der Werf, 1997**).

En Algérie, le nombre d'intoxication via les pesticides est de 14 % et demeure stable depuis 10 ans (**Ayad-Mokhtari, 2012**) (**Tableau 10**).

Tableau 10 : Le nombre de cas d'intoxication par les pesticides en Algérie (**Ayad-Mokhtari, 2012**).

Date	2005	2007	2008
Nombre de cas	519	685	715

La présence de ces substances dans l'organisme génère (El Khasna, 2016) :

• **Effet cancérigène :**

Développement de cancers des poumons, des testicules, de l'appareil urinaire, de prostate, de la thyroïde, leucémie (cancer du sang), la gastro-intestinaux, le mélanome cutané (cancer de la peau), les sarcomes des tissus mous, cancer de pancréas, cancer du foie.

• **Effet reprotoxique :**

Les pesticides dans l'organisme d'attaquent aussi au système de reproduction causant la stérilité chez les hommes en particulier. Ils provoquent des perturbations endocriniennes dans la spermatogenèse par altérations des hormones et la mobilité des spermatozoïdes. Les femmes ont-elles aussi droit à ces effets si elles sont entrées en contact avec les pesticides. Ils provoquent chez elles : des avortements, prématurité et infertilité.

Un risque d'accouchement prématuré de 1.7 à 2.4 fois plus élevé si le père été exposé à une certaine catégorie de substances actives et un risque de fausse couche 1.9 fois plus élevé si le père été en contact avec les substances actives.

• **Effet neurotoxique :**

L'exposition chronique conduit à une altération des capacités cognitives et psychomotrices associée à une atteinte neuronale. Ils développent certaines maladies comme la maladie de Parkinson et l'Alzheimer. Chez le fœtus, on observe des perturbations des fonctions cognitives et anatomiques.

2.7.4. Ecotoxicité :

La non sélectivité des pesticides ne tue pas uniquement les cibles déjà sélectionnées auparavant mais s'en prene aux organismes animal et végétal non ciblés et affecte différents niveaux d'organisation biologique : individus et populations et communautés, l'écosystème dans son ensemble (Ait Mohammed et Imadouchene, 2017). Leurs contaminations se fait par la nourriture, abreuvement d'eau contaminée, inhalation d'air contaminé, pénétration à travers la peau ou la cuticule (Hayo et Van der Wer, 1997).

L'introduction des pesticides dans l'écosystème engendre des changements dans les habitats (l'exposition des micro-organismes aux pesticides provoque leurs disparitions rendant le sol stérile, empêchant l'installation des végétaux et par conséquent un déséquilibre dans l'écosystème) et dans la chaîne trophique (réduction d'effectif et/ou la disparition des espèces provoque l'élimination d'un niveau dans la chaîne trophique donc un déséquilibre environnemental).

Les phénomènes de bioamplification de certains polluants, en particulier de divers pesticides, dans les chaînes trophiques terrestres et aquatiques expliquent la vulnérabilité extrême des espèces situées au sommet de la pyramide écologique (Debbache et Foughali, 2017).

De nombreux pesticides affectent le système nerveux des animaux sauvages, ce qui peut interférer avec leur capacité à survivre ou à se reproduire induisant une diminution du nombre d'insectes et d'invertébrés. La mortalité des oiseaux dans les années 50 est observée dans les champs traités avec du DDT suite à leurs consommations d'insectes contaminés par des pesticides.

Les prédateurs sont les plus sujettes aux contaminations et à la mort puisqu'ils ont la capacité d'accumuler de grande quantité de pesticides que les herbivores. La faune aquatique et en particuliers les poissons ont leurs lots de risque. Aux Etats-Unis ente 1977-1978, environ 6 à 14 millions de poissons sont morts (**Hayo et Van der Werf, 1997**).

Bon nombre des populations fongiques qui jouent un rôle majeur dans la nutrition des plantes sont éliminées par les fongicides (**Ait Mohammed et Imadouchene, 2017**).

I. Matériel expérimental :

Une enquête préliminaire a été réalisée en amont pour distinguer les pesticides (Herbicides) les plus utilisés dans la culture de blé dur *Triticum durum* Desf. Au niveau de la wilaya de BOUIRA pour comprendre et visualiser au mieux leurs toxicités.

En raison de la crise sanitaire « Covid-19 » que le monde affronte, nous n'avons pas pu effectuer les testes expérimentaux affirmant ou niant l'hypothèse de la toxicité des 02 herbicides sur le blé dur. On s'est dirigé vers la discussion des résultants de quelques travaux traitant le même axe de recherche afin de répondre à notre problématique et confirmer la toxicité des pesticides sur les différents métabolismes du blé dur.

1.1. Matériel biologique :

Les semences de blé dur étudiées au cours de ce travail sont fournies gracieusement par la coopérative des céréales et légumineuses (CCL) de BOUIRA. L'étude a porté sur une seule variété de blé dur *Triticum durum* Desf. (Simeto), c'est une variété d'origine Italienne a paille peu épaisse avec une teneur en protéine de 15,80%, elle est caractérisée par un rendement élevé (Ladjalet Azouzi, 2014).

✚ Classification du blé dur (Gaussen,1982)

Règne : **Plantae**
Sous règne : **Tracheobionta**
Classe : **Magnoliophyta**
Sous classe : **Commelinidae**
Ordre : **Cyperales**
Famille : **Poaceae**
Sous famille : **Poideace**
Espèce : *durum*
Genre : *Triticum*

1.2. Herbicides utilisés :

Avant d'entamer notre travail, une enquête préliminaire fut réalisée en amont, pour distinguer les pesticides les plus utilisés dans la culture du blé dur *Triticum durum* dans la région de Bouira.

Suite aux données recueillies, deux herbicides ont été utilisés et qui nous ont été fournis par le service agricole de EL-ASNAM.

1.2.1. Mustang 360 SE :

C'est un herbicide utilisés pour contrôler les adventices dicotylédones dans le stade 2 à 3 feuilles ; en pulvérisant 0.6L/ha, il stoppe leur développement dans les 2 heures suivant l'application.

Pour l'efficacité optimale, Mustang doit être appliqué :

- Sur les adventices jeunes en pleine croissance végétative.
- A des températures entre 8 à 25°C.
- Avec une bonne humidité du sol.
- Applique une seule fois par campagne par pulvérisation.

Composition et nature chimique :

Il est composé de 2 substances actives : Le Florasulam avec 6.25 g/L et le 2,4 D ester avec 300g /L.

- Florasulam : il agit en bloquant la synthèse des acides aminés responsables de la division cellulaire dans les méristèmes.
- 2.4Dester : agit par l'augmentation anormale de la plasticité des parois cellulaires, la biosynthèse de protéines et la production d'éthylènes dans les tissus végétaux.

L'association de ces deux matières actives confère au produit :

- Un large spectre d'activité offrant un contrôle faible sur de nombreuses adventices dans diverses conditions climatiques et agronomiques et réduisent le risque de tolérance ou de résistance.

1.2.2. Topik 080 EC :

C'est un herbicide sélectif absorbé par les feuilles des graminées adventices et la croissance active cesse dans les 48 heures suivantes. L'application se fait par pulvérisation en post-levé précoce dès que les adventices atteignent 2 à 4 feuilles. La dose recommandée à pulvériser est de : 0.75L/ha.

L'herbicide permet le contrôle des graminées adventices des céréales à savoir les pholades et la folle avoine.

Composition et nature chimique :

Il est composé de :

- Clodinafop-propargyl à 80g/L qui agit sur la folle avoine, une des principales adventices du blé ; il est absorbé par cette dernière où il inhibe l'enzyme biosynthèse des lipides et l'acétyl coenzyme -A- carboxylase.
- Cloquintoc et à 20g/L de (safener), il joue le rôle de phytoprotecteur, en protégeant la plante contre l'action phytotoxique de l'herbicide sans réduire son efficacité.

Topik 080 EC et Mustang 360SE peuvent être associés pour faire un produit double action pour assurer un désherbage en un seul passage. L'herbicide pénètre à travers les cuticules, il est absorbé principalement par voie foliaire véhiculé par le système ascendant et descendant de l'adventice (**Notice techniques des céréales, 2018**).

1.3. Mise en place de l'expérimentation

1.3.1. Préparation des graines de blé dur *Triticum Durum* :

- Choisir soigneusement et méticuleusement les graines de blé dur avant leur utilisation, elles doivent être saines (pas de cassures, ni anomalies visibles, tache ou maladie).

- Désinfecter les graines de blé en les incorporant dans une solution de l'hypochlorite de sodium à 3% pendant 5 minutes, ensuite les rincer avec l'eau distillé (Meksem et al., 2007).

1.3.2. Culture de *T.durum* :

A. Culture en boîte de pétri :

La culture du blé dur est réalisée dans des boîtes de pétri, tapissées de papier filtre à raison de 10 graines par boîte (Meksem al., 2007).

B. Culture en pot :

La culture de blé dur est réalisée dans des pots en plastiques : remplis d'un mélange de sol, de terreau et de gravier moyen selon les proportions suivantes : 600g de sol (non pollué) +200g de terreau +200g de graviers. Les graines sont semées dans des trous d'environ 2 cm de profondeur, réalisés à l'aide d'un crayon. Chaque pot comprend 20 graines.

1.3.3. Traitement des semences :

Les différentes doses des herbicides utilisées sont soit inférieures à la dose recommandée (**R**), à savoir : **R/2** ou supérieures **2R**. Nous avons aussi germé des blés témoins. Ces dernières sont reportées dans le tableau suivant :

Herbicide	Dose
Mustang (solution mère : g/l)	R/2
	R
	2R
Topik (solution mère : g/l)	R/2
	R
	2R

Les cultures en boîte de pétri ont été mise à l'obscurité à température ambiante (en moyenne 20°C) pour une durée de 7 jours (Siddiqui et al., 1999), arrosé avec 8 ml/boîte pour chaque solution préparée (Kaur et Duffus, 1989).

Pour les cultures en pots, un arrosage a été effectué 3 fois par semaine. Le traitement est réalisé pendant 14 jours jusqu'au stade 03 feuilles.

Pour les deux cultures, on utilise l'eau de robinet pour l'arrosage des graines de blé témoin (non traité). La germination débute dès que la racine est sorti hors des téguments de la gaine (Mazliak, 1998).

Pour chaque concentration de l'herbicide en boîte de pétri ou en pots, trois répétitions sont effectuées. Les semences germées sont notées quotidiennement.

II. Les paramètres étudiés :

L'essai en boîte de pétri a été effectué pour étudier les paramètres germinatifs et morphométriques tandis que pour les paramètres biochimiques l'essai a été réalisé en pots.

2.1. Mesure des paramètres germinatifs :

La mesure des paramètres germinatifs et morphométriques ont été réalisés à 48h, 72h 96h et 120h de traitement.

2.1.1. Taux de germination (TG) où pourcentage de germination :

Il correspond au rapport du nombre de graines germées (dont la longueur d'au moins une de leurs racines dépasse les 2mm)sur le nombre totale des graines que l'on multiplie par 100 (Ben-Hammouda *et al.*, 2001; Meksem 2007).

$$\text{TG (\%)} = \frac{\text{Nombre de graines germées}}{\text{Nombre total de graine}} \times 100$$

2.1.2. L'indice de germination :

Selon Abbott (1995) l'indice de germination est calculé par la formule suivante :

$$N_1 + (N_2 - N_1) / 2 + (N_3 - N_2) / 2 + \dots + (N_n - N_{n-1}) / n \text{ (Mazliak, 1998).}$$

Où $N_1, N_2, N_3, \dots, N_{n-1}, N_n$: sont les pourcentages de germination obtenus le 1^{er}, le 2^{ème}, le 3^{ème}, ..., le (n-1)^{ème} et le n^{ème} jours.

2.1.3. Temps moyen de germination (TMG) :

Exprime l'énergie de la germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine il correspond au temps (exprimé en jours) mis par la graine pour permet (Ellis et Roberts 1981).

$$\text{TMG} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_i T_i}{N_1 + N_2 + \dots + N_i}$$

N_1 : nombre de graines germées au temps T_1

N_2 : nombre des graines germées entre le temps T_1 et le temps T_2 .

2.1.4. La vitesse de germination :

La vitesse de la germination est d'une importance majeure, car elle permet de prévoir la vigueur des plantules, durant le processus de germination. Elle est donnée par la formule suivante :

La cinétique de germination= (nombre de graines germées le 1^{er} jour /1) + (le nombre de graines germée le 2^{ème} jour /2) + ... + (nombre de graines germées le n^{ème} jour/n) (Mazliak, 1998).

2.2. Mesure des paramètres morphologiques :

2.2.1. Nombre moyen de racines (NMR) :

Le nombre moyen de racines est déterminé, sur la germination de 48 à 120 heures en présence ou non de Mustang et Topik. Le nombre moyen des racines est suivi pendant cinq jours, par un marquage à l'encre de chine.

2.2.2. La longueur moyenne des racines (LMR) :

Les paramètres d'élongation racinaires sont déterminés dans des boîtes de pétri et réalisés sur des germinations de 2 à 5 jours en présence ou non de Mustang ou Topik. La longueur moyenne des racines est suivie pendant 5 jours par un marquage à l'encre de chine.

2.2.3. La longueur moyenne des tigelles (LMT):

Les paramètres d'élongation des tigelles, sont déterminés dans des boîtes de pétri et réalisés sur des germinations en présence ou non de Mustang ou Topik. La longueur moyenne des tigelles est suivie pendant 5 jours chaque boîte de pétri et pour chaque condition de traitement.

2.2.4. La longueur moyenne de la première feuille (LMF) :

Après 14 jours de mise en culture, la longueur de la première feuille de chaque graine de blé germée est mesurée à l'aide d'un ruban mètre. La longueur moyenne est calculée pour chaque boîte de Pétri et pour chaque condition de traitement.

2.3. Mesures des paramètres physiologiques et biochimiques :

2.3.1. La teneur relative en eau des feuilles (TRE %) :

La teneur relative en eau de la feuille est déterminée par la méthode décrite par **Barrs, (1968)**. Selon cette méthode, les feuilles sont coupées à la base du limbe, elles sont pesées immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et placés à l'obscurité dans un endroit frais, après 24h les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT).

Les échantillons sont enfin mis à l'étuve réglée à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec (PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante (**Clark et Mac-Caig, 1982**) :

$$\text{TRE (\%)} = [(PF-PS)/(PT- PS)].100$$

2.3.2. Surface foliaire :

La surface foliaire est déterminée par une méthode traditionnelle qui consiste d'une part, à reproduire la feuille de blé sur papier, qui est ensuite pesée (Pf), et d'autre part, à couper un carré de 1 cm de côté du même papier et de le peser après (P (1cm²)) ; on en déduit la surface assimilatrice, (Paul et al., 1979) : $SF (cm^2) = Pf (1cm^2) / P (1cm^2)$

2.3.3. Dosage de la chlorophylle :

La teneur en chlorophylle est déterminée par la méthode traditionnelle de (Holden, 1975). Pour chaque traitement, on pèse un gramme de végétal, qui est coupé en petits morceaux et broyé dans un mortier avec 25 ml d'acétone titré à 80 % et avec une pincée de carbonate de calcium. Après filtration, la solution est mise dans des boîtes noires pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière.

Le dosage se fait par le prélèvement de 3 ml de la solution dans la cuve du spectrophotomètre.

La lecture se fait aux longueurs d'ondes 645 et 663 nm, après étalonnage de l'appareil avec la solution témoin d'acétone à 80 %.

La teneur en chlorophylle globale est calculée en tenant compte de la densité optique propre à chaque type de chlorophylle a et b :

Chl. a = 12.7 (D.O. 663 nm) – 2.69 (D.O. 645 nm).

Chl. b = 22.9 (D.O. 645 nm) – 4.68 (D.O. 663 nm).

Chl. (a+b) = 8.02 (D.O. 663 nm) + 20.20 (D.O. 645 nm).

2.3.4. Dosage de la proline :

La technique de dosage de la proline utilisée est celle de (Troll et Lindsley, 1955), modifiée par (Dreier et Goring, 1974). La gamme d'étalonnage est réalisée à partir d'une solution mère de proline (20ug /ml).

Cette méthode est réalisée comme suit : après refroidissement on prélève 1 ml de la solution à laquelle on ajoute 1 ml d'acide acétique (CH₃COOH) et 1 ml de mélange contenant 12 ml d'eau distillée + 300ml + 80ml d'acide orthophosphorique et 25 mg de ninhydrine.

Les solutions sont portées à ébullition pendant 30 min, elles virent au rouge ; après refroidissement on ajoute 5ml de toluène et on procède à une agitation, deux phases se séparent :

-Une phase inférieure sans proline.

-Une phase supérieure qui contient la proline, cette phase est ensuite récupérée et déshydratée par l'adjonction de Na₂SO₄.

On procède enfin à la détermination des densités optiques des échantillons à la longueur d'onde 528 nm, après étalonnage de l'appareil par le mélange suivant : Acide acétique + eau distillée +acide orthophosphorique= ninhydrine.

La culture du blé dur est soumise à différents stress biotiques affectant qualitativement et quantitativement le rendement et pour y remédier, on a opté pour l'utilisation des pesticides dont le rôle est la préservation des cultures. En revanche, leur application présente des effets négatifs sur le plan germinatif, morphométrique, physiologique et biochimique.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude, avec pour objectif principal l'évaluation de la toxicité des pesticides les plus utilisés au niveau de la Wilaya de BOUIRA sur le blé dur *Triticum durum*.

Malheureusement, cette année a été marquée par une crise sans précédent et des mesures exceptionnelles de confinement et de distanciation en raison de la propagation inquiétante du Covid-19, nous ont empêché de réaliser la partie expérimentale au laboratoire. Suite à cela, on a jugé intéressant de consacrer cette partie à la discussion des différents résultats de recherche traitant le même axe de recherche.

En effet, les mauvaises herbes types : *Avena alba*, *Avena sterilis*, *Phalaris paradoxa*, *Silybum marianum*, *Bromus rebens*, *Melilotus albus* et *Malva Sylvestris* sont considérés comme des parasites affectant négativement la culture de blé dur. Ces adventices rentrent en concurrence avec les 02 variétés Waha et Vitron dès le stade levé jusqu'à l'épiaison provoquant une diminution de la hauteur, du nombre et de la longueur des épis par plant, du nombre de grains et de la biomasse totale. L'analyse des résultats révèle que les adventices qui présentent un appareil végétatif proche de celui du blé affectent le plus le rendement agricole (**Bakkar et Melakhessou, 2018**).

Ces résultats démontrent clairement l'effet des bio agresseurs sur le rendement, c'est pour cette raison que l'utilisation des pesticides s'avère nécessaire afin de préserver les cultures. Cependant, ça reste des produits chimiques toxiques pouvant laisser des séquelles sur le blé dur.

De nombreuses études mettent en évidence la toxicité de ces produits sur l'état d'évolution et la croissance du blé dur. Le comportement de ce dernier vis-à-vis des pesticides est différent puisqu'il est fonction du type de pesticides et de la nature de la matière active.

Selon (**Ferfar et al., 2016**), l'application des deux herbicides utilisés (Cossack^{OD} et Sekator^{OD}) a entraîné des perturbations au niveau des paramètres germinatifs par diminution du pourcentage de germination, l'indice et la vitesse de germination de la variété Semito pour de fortes concentrations. L'altération de la germination résulte en particulier d'une difficulté d'hydratation des tissus, autrement dit la difficulté de la pénétration de la molécule d'eau, dans les graines, de telle sorte que l'ajustement osmotique, ne soit pas réalisé d'une façon favorable.

Aussi, selon les mêmes auteurs ces deux herbicides provoquent un retardement de croissance caractérisé par la diminution de la longueur des racines, la longueur des tigelles, la longueur de la première feuille, avec un effet dose dépendant par rapport au témoin. L'altération de la croissance des plants de blé, perturbe les fonctions physiologiques de la plante telle que l'absorption d'eau. Effectivement, la teneur relative en eau des feuilles diminue chez le blé, après

l'application des deux herbicides. Cette diminution du taux d'hydratation, invite la plante à réduire les pertes en eau par évapotranspiration en réduisant la surface foliaire.

D'autre part, (**Metallaoui et al., 2010**) démontrent que l'herbicide Sencor agit négativement sur les paramètres germinatifs causant une diminution de la germination des graines. Au niveau des paramètres morphologiques l'effet se voit dans différents stades d'évolution du blé dur. Au 1er mois de la levée les 2 variétés Waha et Mahamed Ben Bachir présentent une légère diminution de la longueur des tiges et des feuilles. Une destruction totale dans les horizons de surface peu importe la concentration de Sencor utilisée.

Au 3ème mois de la levée les 2 variétés présentent une réduction très significative de la longueur des feuilles et une destruction totale dans les horizons de surface pour les 2 variétés peu importe la concentration de Sencor utilisée. Cette extermination radicale est causée par l'accumulation de l'herbicide au niveau du sol.

De nombreux auteurs ont signalé des effets négatifs des concentrations élevées des fongicides sur la germination du blé (**Siddiqui et al., 2001**), du maïs (**Siddiqui et Zaman, 2004**), des riz et le sorgho (**Ibiam et al., 2008 ; Avinash et Hosmain, 2012**). En effet, les résultats obtenus par **Meksem (2007)**, nous amènent à penser que la toxicité des deux molécules fongicides est d'emblée immédiate avant même l'apparition des premières racines, lors du processus germinatif.

En revanche, à de faible dose, les fongicides affectent faiblement ce paramètre. Les travaux menés par **Smiley et al., (1996)** ont d'ailleurs montré que les triazoles pourraient même entraîner une légère augmentation de la germination du blé à faible dose. Aussi, les résultats de **Taye et al., (2013)** ont montré que les traitements de semences avec certains fongicides pouvaient accélérer leur germination.

Rangwala et al., (2013) ont aussi signalé que le fongicide Carbendazim à une concentration élevée, améliorerait la germination du blé.

La teneur en chlorophylle est souvent utilisée pour évaluer l'impact de différents pesticides sur le blé, puisque des corrélations entre les densités cellulaires et les paramètres de la fluorescence photosynthétiques, ont prouvé que ces dernières pouvaient être considérées comme bio marqueurs de la toxicité dans le cadre de la pollution environnementale (**Dewez Dandal, 2007**).

Ceci s'accorde avec de nombreux travaux qui rapportent une diminution du contenu en chlorophylle sous l'effet des herbicides (**Bordjiba et Ketif 2009; Ferfar et al., 2016; Souahi et al., 2017**). De même pour **Christopher et Holtum, (2000)**, qui ont insisté sur l'effet inhibiteur de la plupart des herbicides sur les différentes fonctions métaboliques et sur les enzymes qui catalysent les différentes réactions biologiques.

D'autre part, l'adaptation physiologique, engendrée par l'application de l'herbicide Sekator, est retrouvée au niveau des pigments photosynthétiques chez la variété Waha. En effet,

l'exposition de cette variété à l'herbicide Sekator, permet de préserver leur teneur en chlorophylle *a*, *b* et en chl (*a+b*). Ce maintien de la teneur en pigments, découle vraisemblablement de l'exclusion partielle de l'herbicide, on sait en effet que le Sekator inhibe la biosynthèse de la chlorophylle et/ou active la chlorophyllase.

L'accumulation de la proline est l'une des stratégies qu'adopte le végétal lors des contraintes environnementales. Certains auteurs pensent que les quantités accumulées pourraient être liées au niveau de tolérance aux stress (**Grennan, 2006**). Les résultats de (**Ferfar et al., 2016**) indiquent que l'accumulation de la proline chez les variétés Semito et Cirta est fortement marquée lors du traitement par le Sekator. Ainsi pour **Souahi et al. (2017)**, qui soulignent que la teneur de la proline augmente significativement chez la variété Waha traitée avec l'herbicide Zoom, comparativement au témoin.

Bordjiba et Ketif (2009) ont enregistré une augmentation non négligeable pour l'ensemble des traitements (fongicide et herbicide). Cette augmentation est plus accentuée pour le fluazifop-p-butyl et en particulier à la dose de champs (Fl DC). La proline s'accumule dans la plante lorsque l'équilibre métabolique de celle-ci est perturbé par les conditions défavorables du milieu (pollution, stress physiologique, facteurs climatiques). La concentration peut varier d'une plante à une autre et d'un biotope à l'autre (**May et Leaver, 1993; Viskari et al., 2000**).

Ce travail de recherche s'est intéressé à l'évaluation de l'effet des différents pesticides utilisés pour combattre les agresseurs des cultures du blé dur, puisque l'utilisation des pesticides est devenue un geste facile pour tout agriculteur apercevant une diminution du rendement et/ou une modification de la qualité du grain.

Le but étant de démontrer la toxicité des pesticides envers le blé dur puisqu'ils sont pulvérisés d'une façon que tout le champ y compris, le blé dur contient une certaine concentration.

D'après la collecte des différents résultats des travaux réalisés sur cette thématique, la toxicité des pesticides sur le blé dur *Triticum durum* a été démontrée clairement même à des concentrations réglementaires et étudiées au part avant.

Étant donné la capacité de bioaccumulation au niveau du sol et/ou du végétal ainsi qu'un traitement répétitif dans la même parcelle, les effets vont apparaître quelques temps après, alors que pour d'autres types de pesticides, les effets sont immédiats et ils affectent les paramètres germinatifs, morphologiques et biochimiques en perturbant le métabolisme interne du blé dur provoquant une mort lente.

Cette différence de toxicité est due à la diversité des matières actives puisque ces dernières perturbent une partie bien spécifique de l'adventice pour l'affaiblir petit à petit. Cependant certaines espèces d'adventices ont un appareil végétatif, proche de celui du blé dur et sans se rendre compte les herbicides perturbes aussi la croissance du blé dur (phytotoxicité dans les feuilles, la synthèse des acides aminés est inhibée, la germination est réduite.). Les parasites fongiques contaminent tout le blé dur en ce développement sur les feuilles la tige et les racines et en prenant de plus en plus d'ampleur contrairement aux adventices qui concurrencent le blé dur en ressources nutritives, espace... Et l'application fongicide ce fait direct sur le blé dur engendra des perturbations au niveau foliaire et indirectement un effet négatif sur la teneur en chlorophylle et la proline.

La non-sélectivité des pesticides et le traitement répétitifs dans les mêmes parcelles sont parmi les principales causes de la toxicité des pesticides envers le blé dur sans négliger les impacts qu'ils peuvent engendrer sur l'environnement et la santé humaine puisque la nature est le cycle fermer, la contamination un compartiment signifie la contamination de toute la biosphère

Ces résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes en physiologie, mais également en écologie. Il serait, en effet, intéressant de :

- Réaliser ces expérimentations dans les conditions naturelles (in situ).
- Etudier l'effet de ces herbicides sur d'autres paramètres biochimiques et bio marqueurs de stress.
- Retenter les doses recommandées et déterminer les doses qui ont un plus grand effet et celles qui ont le moins d'effet.
- Réaliser un marquage des pesticides pour un suivi à l'échelle cellulaire.
- Se diriger vers des pratiques plus naturelles et moins agressives.

Référence bibliographique

- **ABDI, Y., 2018.** Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et effet de la fusariose sur le rendement en zones semi-arides de Sétif. Mémoires de magistère : Département d'Agronomie. Sétif. 112p.
- **AIT MOHAMMED, K. et IMADOUCHE, S., 2017.** Contribution à l'étude de l'utilisation des pesticides dans les régions de Fréha et d'Azeffoun (Tizi-Ouzou). Mémoire de Master : Département de biologie animale et végétale. Tizi Ouzou. 75p.
- **AIT-SLIMANE-AIT-KAKI, S., 2008.** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse de doctorat : Département de Biologie. Annaba. 174p.
- **AMMAR, M., 2014.** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie : état des lieux et perspectives. Mémoire (Master of Science) : CIHEAM-IAMM, Montpellier. 121 p.
- **AOUALI, S. et DOUICI-KHALFI, A., 2009.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie: symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
- **AVINASH, C. and P HOSMANI, S., 2012.** Effect of carbendazim on morphological and biochemical parameters of Sorghum bicolor. Indian Journal Of Research, 2012, 1, n°10, p. 12-14.
- **AYAD-MOKHTARI, N., 2012.** Identification et dosage des pesticides dans l'agriculture et les problèmes d'environnement liés. Mémoire de magistère : Chimie organique (Environnement). Oran. 87p.
- **BAJJI, M., LUTTS, S. et KINET, J.M., 2000.** La résistance au stress hydrique chez le blé dur : Comparaison des comportements au niveau cellulaire et au niveau de la plante entière. In : Royo C. (ed.), Nachit M. (ed.),
- **BARRS, H., 1968.** Determination of water deficits in plant tissues. In : *Water deficit and plant growth*. Koslowski T. Academy Press. New york. 235-368p.
- **BATSCH, D., 2011.** L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de doctorat : Faculté de Pharmacie. Université HENRI POINCARÉ - NANCY 1. 185p.
- **BEN HAMMOUDA, M., GHORBAL, H., KREMER, R. and OUESLATI, O., 2001.** Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedlings growth of bread and durum wheats. *Agronomy* 21, INRA, p. 65-71.
- **BENCHARIF, A. and RASTOIN, J.L., 2007.** Concepts et méthodes de l'analyse de filières agroalimentaires : application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie, Working Papers MOISA 200707, UMR MOISA : Marchés, Organisations, Institutions et Stratégies d'Acteurs : CIHEAM-IAMM, CIRAD, INRA, Montpellier SupAgro - Montpellier, France.
- **BEDDIAR, S. et BEN KACHROUDA, R., 2013.** Etude des caractères d'adaptation morpho-physiologique et biochimique des plantules du blé dur à la salinité. Mémoire de master : Département de biologie. Ouargla. 64p.
- **BIOSECURITE VEGETALE, B., 2006.** La biologie de *Triticum turgidum* sous-espèce *durum* (Blé dur). Agence canadienne d'inspection des aliments – Bureau de biotechnologie végétale. 15p.

Référence bibliographique

- **BOLAND, J., KOOMEN, I., VAN LIDTH DE JEUDE, J. et OUDEJANS J..** Les pesticides: composition, utilisation et risques. 29. Fondation Agromisa. Pays Bas : Wageningen, 2004, 124p.
- **BOUKERZAZA, H., 1993.** Croissance démographique et problème alimentaire en Algérie. L'exemple des céréales. *Revue des mondes musulmans et de la Méditerranée* 68(1): 255-263p.
- **BOURIHANE, D. et MEKKAOUI, Z., 2013.** Analyse des déterminants de la production du blé en Algérie Cas des wilayas Tiaret, Sétif et Médéa L'échantillon 1990 – 2009. Mémoire de master : Département des sciences économiques. Béjaia. 126p.
- **BOUSBA, R., BAUM, M., DJEKOUNE, A., LABADIDI, S., DJIGHLY, A., BENBELKACEM, K., LABHILILI, M., GABOUN, F. and YKHLEF, N., 2012.** "Screening for drought tolerance using molecular markers and phenotypic diversity in durum wheat genotypes. *World Appl Sci J.*, 16, 1219-1226p.
- **BOUZIANI, M., 2007.** L'usage immodéré des pesticides. De graves conséquences sanitaires. *Le guide de la médecine et de la santé. Revue Santé Maghreb*, 27-35p.
- **BORDJIBA, O., KETIF, A.** Effect of Three Pesticides (Hexaconazole, Bromuconazole and Fluazifop-p butyl) On Some Biochemical Metabolites of the Hard Wheat: *Triticum durum*. Desf. *European Journal of Scientific Research*, 2009, 36, n°2, p.260-268.
- **BRADFORD, M.M., 1976.** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem*, 72, 248-254.
- **BRAHIM, M., RAMDANE, S. et ADLI, Z.** La consommation alimentaire des céréales et dérivées selon les catégories socio-professionnelles en algérie. *Revue Agrobiologia*, 2017, 7, n°1, p. 382-389.
- **CALVET, R.** Les pesticides dans le sol: conséquences agronomiques et environnementales. *France Agricole*. Paris : France Agricole Eds, 2005, 637p.
- **CAMARD, JP. et MAGDELAINE, C., 2010.** Produits phytosanitaires Risques pour l'environnement et la santé Connaissances des usages en Zone non agricole. Institut d'aménagement et d'urbanisation et OR. Ile-de-France. 61p.
- **CHAISE, L., A. FERLA, HONORE, A. et MOUKHLI, R., 2005.** L'impact du changement climatique sur l'agriculture en Afrique. Atelier Changement Climatique. ENPC.
- **CHELLALI, B.** L'actualité de l'Algérie au fil de l'eau [**en ligne**]. (2000, mise à jour 2019) Disponible sur : <https://www.djazair.com/fr/lemaghreb/6826> (Consulté le : 02/07/2020).
- **CHERFIA, R., 2010.** Etude de la variabilité morpho-physiologique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.) Mémoire de magistère : Département de Biologie et Ecologie. Constantine. 118p.
- **CHETMI, D., 2009.** Etude comparative de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et analyse diallèle de leurs hybrides F1. Mémoire de magistère : Institut national d'agronomie. El harrach – alger. 123p.

Référence bibliographique

- **CHRISTOPHER, JT. and HOLTUM, JA., 2000.** Dicotyledons lacking the multisubunit form of the herbicide-target enzyme acetyl coenzyme A carboxylase may be restricted to the family Geraniaceae. *Aust. J. Plant Physiol*, 27,845-850p.
- **DEBBACHE, M. MERGHID, M., et FOUGHALI, I., 2017.** Impacts des pesticides utilisés dans la plasticulture sur la santé humaine En Algérie Etude de cas la wilaya de Constantine. Mémoire de master : Département de biologie. Constantine. 114p.
- **DERBAL, N., 2015.** Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie. Thèse de doctorat : Biologie végétale. Annaba. 89p.
- **DEWEZ, D., DIDUR, O., VINCENT-HEROUX, J. AND POPOVIC, R., 2008.** Validation of photosynthetic-fluorescence parameters as biomarkers for isoproturon toxic effect on alga *Scenedesmus obliquus*. *Environmental pollution*, 151(1), 93-100p.
- **DI FONZO, N., KANAN, F. ET NACHIT, M., 1995.** Durum wheat quality in the Mediterranean region. *Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*, Zaragoza : CIHEAM. Vol 22. 284p.
- **DJERMOUN A.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Science et technologie*, 2009,(Dreier and Goring 1974) n°1, 45-53p.
- **DREIER, W. and GORING, M., 1974.** Deerin flus hohersalzkonzentrationen auf verschidenephysiologische parameter von maiswurzelnwiss. *Z. der HU. Berlin Nath. Naturwiss R.* 23. 641- 644p.
- **EL BAKOURI, H., 2006.** Développement de nouvelles techniques de détermination des pesticides et contribution à la réduction de leur impact sur les eaux par utilisation des Substances Organiques Naturelles (S.O.N). Thèse de doctorat : Science de l'environnement. Annaba. 212p.
- **EL HADEF EL OKKI, L., 2018.** Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Mémoire de magistère : Département des sciences agronomiques. Sétif. 97p.
- **EL KHANSA, Y., 2016.** Effet de certains perturbateurs endocriniens (pesticides) sur la reproduction chez le rat Wistar. Thèse de doctorat : Biologie animale environnementale. Annaba. 173p.
- **ELLIS, R. and ROBERTS, E., 1981.** The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* (Netherlands).
- **FEILLET, P.** Le grain de blé: Composition et utilisation. Ed Quae. 2000. Paris. France. 308p.
- **FERFAR, M., 2017.** Toxicité et bioaccumulation de pesticides sur quelques variétés de blé dur (*T. durum* Desf.). Thèse de doctorat : Département de biologie. Annaba. 373p.
- **FERFAR, M., MEKSEM AMARA L., GRARA, N., MEKSEM, N., BENSAID, M. and DJEBAR R.M., 2016.** Phytotoxic effects of a sulfonylurea herbicide on two varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf). *International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences*. Vol. 5, 159-168p.

Référence bibliographique

- **FRITAS, S., 2012.** Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna (Algérie). Mémoire de magistère : Ecologie et biologie des populations. Tlemcen. 115p.
- **GARANE, A., SAEADOGO, M., SOME, K., TRAORE, M. ET PEQUENIO, XP.** Influence des facteurs agro-écologiques et des herbicides sur le rendement et les caractéristiques technologiques des grains et farines de blés tendres (*Triticum aestivum* L.) et durs (*Triticum durum* Desf.). International Journal of Biological and Chemical Sciences. 2013. Vol. 7. n°3. 1210-1220p.
- **GASSARELLIL, Z., GHARBI A. and SOUAHI. H., 2017.** Growth and physiological responses of cereals species under lead stress. International network for natural sciences.
- **GRENNAN, A. K., 2006.** Abiotic stress in rice An “omic” approach. Plant Physiology. Vol .140. 1139-1141p.
- **HACINI, N., 2014.** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives. Thèse de doctorat : Biologie végétale. Annaba. 135p.
- **HAYO, M. et VAN DER WERF, G., 1997.** Évaluer l'impact des pesticides sur l'environnement. Courrier l'environnement l'INRA. 1-20p.
- **HENNOUNI, N., DJEBAR, M.R. and DJEBAR-BERREBBAH, H.** Effect of systemic fungicide (combination of Cyproconazole and propiconazole) newly introduced in Algeria on Septoria of two varieties of wheat (*Triticum durum* Desf). Advances in Environmental Biology. 2012. 1433-1442p.
- **HOLDEN, M., 1975.** Chlorophylls I, chemistry and biochemistry of plant pigments. 2ème édition. T. W. Goodwin. Academic press Edition. New York. 1-37p.
- **IBIAM, O.F.A., UMECHURUBUA, C.I. and ARINZE, A.E., 2008.** In vitro seed dressing technique for the control of seed-borne fungi of rice variety Faro-29. J. appl.Sci. Environ. Manage.Vol. 2. n°12. 39-43p.
- **KAUR, J. AND DUFFUS, C., 1989.** The effect of naf on cereal seed germination and seeding growth. Plant Cell and environnement.Vol. 12. 154-161p.
- **KELLOU R., 2005.** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité QualiMéditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Master of Science. CIHEAM-IAMM. Montpellier (France). n°93. 39-41p.
- **KHALFA, N. et BELGUERMI, S., 2016.** Étude comparative des caractères de production et d'adaptation de 14 variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf) à l'état pluvial sous climat subhumide (Oued Smar). Mémoire de master : Département de biologie. Bordj Bou Arréridj. 87p.
- **KHEDDAM-BENADJAL, N., 2012.** Enquête sur la gestion des pesticides en Algérie et recherche d'une méthode de lutte alternative contre Meloidogyne incognita (Nematoda : Meloidogynidae). Mémoire de magistère : Département Zoologie Agricole. El Harrach – Alger. 87p.

Référence bibliographique

- **KÖHLER, H.R. AND TRIEBSKORN, R., 2013.** Wildlife ecotoxicology of pesticides: can we track effects to the population level and beyond. *Science*. Vol. 341. 759-765p.
- **LAALA, Z., 2010.** Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous conditions semi-arides. Mémoire de magistère : Département d'Agronomie. Sétif. 97p.
- **LADRAA, N., 2012.** Aptitude à la panification de quelques variétés de blé dur Algérien. Mémoire de magistère : Département de Technologie Alimentaire et Nutrition Humaine. El Harrach – Alger. 93p.
- **LATRECHE, F., 2018.** Le rendement et l'efficience d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride. Mémoires de magistère : Département de Chimie. Sétif. 119p.
- **LEAVER, C.J and., MAY, M.J. 1993.** Oxidative stimulation of glutathione synthesis in *Arabidopsis thaliana* suspension culture. *Plant. Physiology*. 103. 621-627p.
- **MAAMRI, K., 2018.** Stabilité du critère de la discrimination du carbone isotopique en relation avec le poids spécifique de la feuille drapeau chez quelques variétés de blé dur cultivées en milieu semi aride. Mémoire de magister : Département d'agronomiques. Sétif. 111p.
- **MAMANE, A., 2015.** Effets sanitaires aigus de l'exposition aux pesticides en milieu rural : étude dans un pays du nord : étude PhytoRiv : étude dans un pays du sud : PhytoNiger. Thèse de doctorat : Epidémiologie et Biostatistique. Bordeaux. 236p.
- **MAZLIAK, P., 1998.** Physiologie végétale: croissance et développement, Hermann.
- **MAZOUZ, L., 2006.** Etude de la contribution des paramètres phéno morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semiaride. Mémoire magistère : Département d'agronomie. Batna. 97p.
- **MEBDOUA, S., 2017.** Recherche des résidus de pesticides dans quelques cultures stratégiques en Algérie. Thèse de doctorat : Département de Phytotechnie. El Harrach-Alger. 151p.
- **MEKHOLOUF, A., 2009.** Etude de la variabilité génétique du blé dur (*Triticum durum*, Desf.), pour la tolérance au froid. Thèse de doctorat : Département de production végétale. El Harrach - Alger. 128p.
- **MEKSEM, L., 2007.** Effects of two fungicides: Flamenco SC and Tilt 250 EC on the physiology, growth and energy metabolism of the roots of *Triticum durum* Desf. GTA varieties and Vitron. PhD thesis. Badji Mokhtar Annaba University.
- **MEKSEM, L., ROUABHI, R., BERRABAH, D. AND DJABER, M.R., 2007.** The impact of propiconazole (Tilt 250 EC) on the growth and the breathing of hard wheat isolated roots (*Triticum durum*, GTA and Vitron varieties). *African journal of Agricultural Research*. Vol. 2. 370-373p.

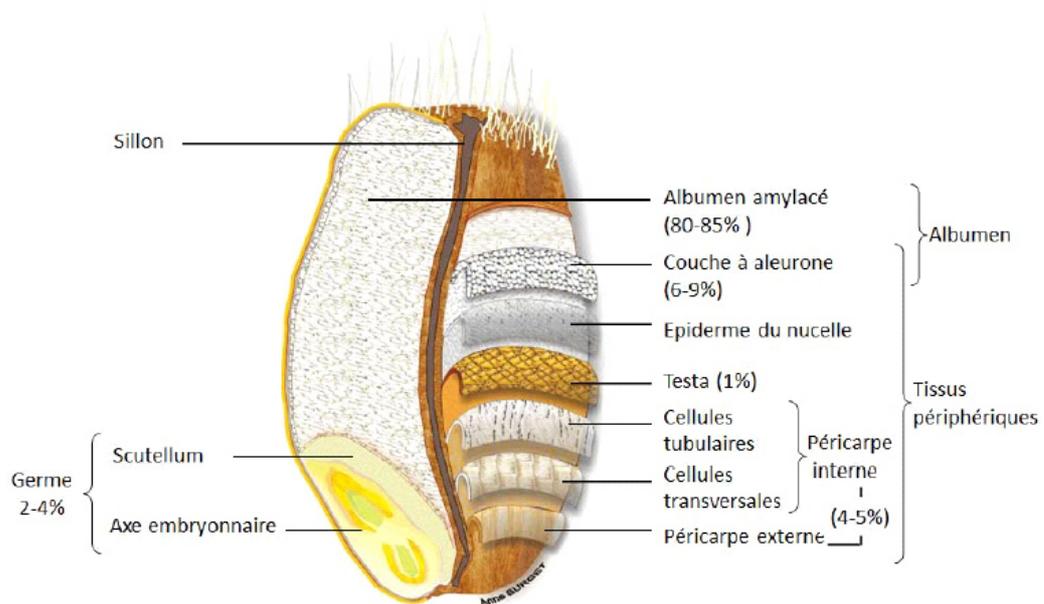
Référence bibliographique

- **MELAKHESSOU, Z., 2018.** Effet compétitif des principales mauvaises herbes sur les caractères morphologiques et agronomiques de blé dur (*Triticum durum* Desf.) Dans la région de Biskra. Courrier du savoir. n°26. 59-66p.
- **MEROUCHE, A., 2015.** Besoins en eau et maîtrise de l'irrigation d'appoint du blé dur dans la vallée du Chélif. Thèse de doctorat : Département hydraulique agricole. Chelif. 115p.
- **METALLAOUI, F., BENLARIBI, M. ET REZGHI, F. 2010.** Effet De La Remanence De L'herbicide « Sencor » Sur Deux Varietes De Ble Dur (waha Et Mohamed Ben Bachir) En Zone Semi-aride. Sciences & technologie.C, Biotechnologies. Vol. 0. n° 31. 22-28p.
- **NEDJAH, I., 2015.** Changements physiologiques chez des plantes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèse de doctorat : Département de biologie. Annaba. 144p.
- **NOTICE TECHNIQUE DES CEREALES, 2018.** Profert [en ligne]. (2007, mise à jour 2020) Disponible sur <http://profert.dz/fr/index.php/notice-technique-protection-phytosanitaire-des-cereales/> (Consulté le 10/06/2020).
- **OUANZAR, S., 2012.** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de magister : production Végétale et Agriculture de Conservation. Sétif. 70p.
- **PAUL, M.H., PLANCHTON, C. et ECOCHARD, R., 1976.** Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja. Amélio plants. Vol. 29. 479-492p.
- **RASTOIN, J.L. et GHERSI, G.** Le système alimentaire mondial : Concepts et méthodes, analyses et dynamiques. Éditions Quæ. Paris : Quæ, 2010. 584p (Synthèse)
- **SAADANE, O., 2018.** L'impact des pesticides sur l'environnement et la santé humaine et méthode alternative. Thèse de doctorat : Faculté de médecine et pharmacie. Université Mouhemmed V de Rabat MAROC. 163p.
- **SHIELDS, R. and BURNETT, W., 1960.** Determination of ptotein-bound carbohydrate in serum by modified anthrone method. Anlytical Chemistry. Vol. 32. 885-886P.
- **SIDDIQUI, Z.S. and AHMED, S., 1999.** Effect of systemic fungicides on germination, seedling growth, DNA, RNA and phenolic content of Brassica CampestrisL. Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan). Vol. 4. 1198-1200p.
- **SIDDIQUI, Z.S., AHMED, S. and ZAMAN, A., 2001.** Effetc of methyl thiophenate (systemic fungicide) on germination, seedling growth, biomass and phenolic content in two cultivars of *Zea mays* L. Pakistan Journal of Botany. Vol. 36. n°3. 577-582p.
- **SMADHI, D., MOUHOUCHE, B., ZELLA, L. et SEMIANI, M., 2009.** Pluviométrie et céréaliculture dans le système agro- économique de l'Algérie. Sciences & Technologie. C, Biotechnologies. Vol. 29. n°29. 56-62p.
- **SOUAHI, H. MEKSEM AMARA, L., NEDJOUR, G. and DJABAR, M.R., 2015.** Physiology and biochemistry effects of herbicides Sekator and Zoom on two varieties of wheat (Waha and HD) in semi-arid region. Annual Research and Review in Biology. Vol. 5. 449-459p.

Référence bibliographique

- **SYNGENTA FRANCE**, Syngenta [en ligne]. (2000, mise à jour : 2019) Disponible sur : <https://www.syngenta.fr/adventices-maladies-ravageurs-des-culture> (Consulté le : 08/08/2020).
- **TINTHOIN, R., 1946.** Algérie 1945. L'information géographique. Vol.10. 133-143p.
- **TOFIG, A., 2015.** Effect of drought stress on some physiological traits of durum (*Triticum durum* Desf.) and bread (*Triticum aestivum* L.) wheat genotypes. Journal of Stress Physiology & Biochemistry. Vol. 11. n°1. 10p.
- **TROLL, W. and LINDSLEY, J., 1995.** A photometric method for the determination of proline. Journal of biological chemistry. Vol. 251. n°2. 655-660p.
- **UIPP, 2012.** Rapport d'activité 2011-2012. 43p.
- **VISKARI, E.L., SURAKKA, J., PASANEN, P., MIRMA, A., KOSSI, S., RUUSKANEN, J. and HOLOPAINEN, J.R., 2000.** Response of spruce seeding (*Picea abies*) to exhaust gas under laboratory conditions. Plant insecte interaction. Environnemental pollution. Vol. 107. 89-98p.
- **YOUSFI, K., 2011.** Etude agronomique et analyse diallèle de six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de magistère en Amélioration des productions végétales et ressources génétiques. El Harrach-Alger. 104p.

Annexe 01. Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain. (Nedjah, 2015).



Annexe 02. Stade épiaison du blé dur. (Ouanzar, 2012).



Annexe 03. Autres ravageurs du blé dur : les insectes. (Fritas, 2012).

Ordre	Nom commun	Nom scientifique	Partie attaquée
Orthoptères	Criquet pèlerin	<i>Schistocerea gregaria</i>	Toute la plante
	Criquet migrateur	<i>Locusta migratoria</i>	Feuilles et tiges
Coléoptères	Ver blanc	<i>Zabrus tenebriodes</i>	Feuilles et tiges
Hémiptères	Punaise	<i>Eurygaster sp.</i>	Epis
Lépidoptères	Noctuelle des céréales	<i>Spodoptera sp.</i>	Epis
	Noctuelle terricole	<i>Agrotis segetum</i>	Tige et feuilles
	Noctuelle	<i>Sesamia nanagroides</i>	Epis
Thysanoptères	Thrips	<i>Angullulina tritici</i>	Epis

Annexe 04. Fiche technique sur la variété Simeto du blé dur. (Farfare, 2017).

SIMETO

FICHE VARIETALE

Variété : Simeto (Sersou)
 Obtenueur : IAO ITALIO
 Demandeur : ITGC
 Origine : Italie
 Année d'inscription : 2001
 Pedigree : Capeiti x valvona



DESIGNATION DU CARACTERE



Coléoptiles: Pigmentation anthocyanique
 Première Feuille: pigmentation anthocyanique
 Plante: Port au tallage
 Plante: fréquence des plantes ayant la dernière feuille retombante
 Epoque d'épiaison : 1^{er} épillet visible sur 50 % des plantes
 Dernière feuille: Glaucescence de la gaine
 Dernière feuille: Glaucescence du Limbe
 Barbes pigmentation anthocyanique
 Tige: Pilosité du dernier nœud
 Tige: Glaucescence du Col de l'épi
 Epi: Glaucescence
 Plante: Hauteur (Tige, épi et barbes)

Distribution des barbes
 Barbes dépassant l'extrémité de l'épi
 Glume inférieure: forme (Epillet au tiers moyen de l'épi)
 Glume inférieure: Forme de la tronçature
 Glume inférieure: Largeur de la tronçature
 Glume inférieure: Longueur du bec
 Glume inférieure: Forme du bec
 Glume inférieure: Pilosité de la face externe
 Paille: Moelle en section transversale (mi-chemin entre l'épi et le nœud)
 Barbes: Couleur

Epi: Longueur à l'exclusion des barbes
 Epi: Pilosité du Bord du 1^{er} article du rachis
 Epi: Couleur (à maturité)
 Epi: Forme en vue de profil
 Epi: Compacité

Grain: Forme
 Grain: Longueur des poils de la brosse vue dorsale
 Grain: Coloration au phénol

Type de développement

NIVEAU D'EXPRESSION

Nulla à très faible
 Nulla à très faible
 Mi-dressé
 Nulla à Très faible
 Précoce
 Très forte
 Forte
 Nulla à très Faible
 Nulla à Très Faible
 Forte
 Forte
 Moyenne
 Sur toute la Longueur
 Plus Longue
 Allongée
 Inclinée
 Etroite
 Courte
 Droit
 Absence
 Peu Epaisse
 Noire
 Courte
 Nulla à Très faible
 Blanc
 Pyramidale
 Moyenne
 Demi Allongée
 Moyenne
 Faible

Hiver

Caractéristiques Agronomiques : - Rendement : Elevé

Caractéristiques technologiques : - PMG : Elevé
 - Qualité semoulière : Très Bonne
 - Mitadinage : Résistante
 - Teneur en protéines : 15,80%

Résistance aux maladies : - Oïdium feuille : Moyennement sensible
 - Oïdium Epi : Résistante
 - Rouille brune : Moyennement sensible
 - Septoriose : Moyennement sensible

Annexe 05. Fiche technique de Mustang 360 SE. (Notice technique des céréales, 2018).

5

**BONNES
RAISONS
D'UTILISER
Mustang[®] 360 SE**

- 1 Spectre large sur un grand nombre d'adventices dont les plus coriaces :** Chardons, Gaillet, Chrysanthèmes, Coquelicot, Fumeterre, Renouée des oiseaux, Liserons des champs...
- 2 Souplesse d'emploi :** de 3 Feuilles jusqu'au stade 2 noeuds du blé et même par temps froids dès 5°C, permettant de choisir les meilleures conditions de traitement au champ.
- 3 Rapidité d'action et résultat durable :** la croissance des adventices est stoppée instantanément et les premiers symptômes sont visibles 1 à 2 jours après le traitement. La destruction totale des adventices survient 14 à 21 jours après l'application.
- 4 Deux modes d'action** pour contrôler les adventices résistantes aux herbicides appartenant à la famille des sulfonylurées.
- 5 Excellente compatibilité, large éventail de mélanges possibles** avec herbicides anti-graminées (Pallas), insecticides, fongicides et fertilisants liquides, pour application en un seul passage.

Mustang[®] 360 SE la synergie de 2 matières actives systémiques (florasulam et 2.4 D) pour une efficacité maximale contre les dicotylédones des céréales.

LE BON MOMENT POUR TRAITER AVEC Mustang[®] 360 SE