

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université MOULOUD MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et sciences Agronomiques
Département des sciences Biologiques



MEMOIRE DE FIN D'ÉTUDE
En vue de l'obtention du diplôme de Mater en Biologie
Spécialité : Biodiversité et Environnement

THÈME

"Contribution à l'étude de l'influence d'un fongicide, le Mancozèbe, et du stress hydrique, sur la germination et la croissance, de variétés d'*Avena sativa* L. et de *Pisum sativum* L."

Présenté par :

M^{elle} HADDAD Dalila

M^{elle} MOKRANE Tassadit

Le jury :

Présidente :	Hannachi L.	MCCA.	UMMTO
Promotrice :	Daoudi H.	MCCB.	UMMTO
Examineurs :	Medjbeur D.	MCCB.	UMMTO
	Oultaf L .	Doctorante	

Promotion 2019-2020

Remerciements

Avant tout, on remercie le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

On tient à exprimer notre profonde gratitude à notre promotrice, M^{elle} **DAOUDI** pour son aide, sa compréhension, ses conseils qui nous ont beaucoup enrichi, ses orientations et sa patience avec nous.

Nos sincères remerciements à M^{elle} **MAKHOLOUFI** pour sa précieuse aide et à Mme **HACID**.

Nous remercions tous les membres du jury à savoir M^{elle} **HANNACHI**, M^{elle} **OULTAF**, Mr **MEDJBEUR** pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma très chère mère et mon très cher défunt père

Qui ont fait beaucoup de sacrifices et ont fait preuve de beaucoup d'abnégations pour que je puisse réaliser leur rêve de pouvoir terminer mes études. Pour leur encouragement, leur tendresse, leur amour et leur soutien durant mes études; vous trouverez là le fruit de vos sacrifices.

A mes chers frères : Daoud, Farid, Nabil, yanis

A mes chères sœurs : Aini, Samira, Thiziri, Anissa, Celia, Liza, Leticia et leurs maris.

A mes très chers neveux et nièces : Mouloud, Missi, Aylane, Elyas, Ali, Louize, Dylan.

Que dieu vous garde pour moi

A ma chère amie Imen

Pour tous ceux qui me sont chers

Dalila

Dédicace

Je dédie ce beau travail :

Avant tout à mon honorable et héros père qui a su m'encourager d'aller en avant et de surmonter toutes les épreuves que j'ai rencontrées, il est là quand j'ai besoin de lui, il m'a appris à me relever quand je tombe par terre, ainsi à ma mère, mon ange gardien qui m'a tout donné pour que je réussisse dans mes études que dieu vous bénisse chers parents.

Je le dédie aussi à mon fiancé Mehdi, présent toujours à mes côtés.

Enfin à toutes mes sœurs adorables : Bahia, Nabila, Amina, Rokaya, à tous ceux qui m'ont porté leur soutien, leur encouragement et à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

TASSADIT

Liste des Figures

Figure 1: Modes d'exposition de l'homme et des milieux aux pesticides (Directive européenne, 1991).

Figure 2 : Les graines de Pois fourrager (PF) et d'Avoine (Variété Lakhel A.LK et variété Provision A.PR) utilisées.

Figure 3 : Les tests de germination en boîtes de Pétri.

Figure 4: Schéma du dispositif expérimental de l'avoine Prévision (PR) sur substrat.

Figure 5 : Schéma du dispositif expérimental de l'avoine Lakhel (LK) sur substrat.

Figure 6 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M2, M4 et M6), sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, du Pois fourrager.

Figure 7 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M2, M4 et M6), sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, de l'Avoine Prévision.

Figure 8 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M2, M4 et M6), sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, de l'Avoine Lakhel.

Figure 9 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M2, M4 et M6), sur les taux de germination, dans les boîtes de Pétri, du Pois Fourrager (PF) et des deux variétés d'Avoine Prévision (PR) et Lakhel (LK), après 16 jours de la mise en germination.

Figure 10 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M2, M4 et M6), sur le poids sec des plantules du Pois fourrager (PF) et des deux variétés d'Avoine Prévision (PR) et Lakhel (LK), dans des boîtes de Pétri, après 16 jours de mise en germination.

Figure 11 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M1, M6) sur le taux de levée de deux variétés d'Avoine Prévision (PR) et Lakhel (LK), après 5 jours de mise en germination dans substrat.

Figure 12 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boîtes de Pétri, du Pois Fourrager.

Figure 13 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boîtes de Pétri, de l'Avoine Prévision.

Figure 14 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boîtes de Pétri, de l'Avoine Lakhel.

Figure 15 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%), sur le taux de germination du Pois Fourrager (PF) et d'Avoine Prévision (PR) et Lakhal (LK), dans les boîtes de pétri, après 12 jours de la mise en germination.

Figure 16 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%), sur le poids sec des plantules du Pois Fourrager (PF) et d'Avoine Prévision (PR) et Lakhal (LK), dans les boîtes de pétri, après 12 jours de la mise en germination.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales familles chimiques des pesticides (El Bakouri, 2006).

Tableau 2 : Classification de l'Avoine (Soltner, 2005)

Tableau 3 : Les principales maladies de l'avoine

Tableau 4 : Classification du pois fourrager (Chaux *et al.*, 1994, Foury *et al.*, 1994).

Tableau 5: Principales maladies de début de cycle du pois protéagineux

Tableau 6 : tableau récapitulatif de la cinétique des trois variétés pour tous les paramètres.

Tableau 7 : tableau récapitulatif du Mancozèbe et du PEG pour le taux de germination.

Tableau 8 : tableau récapitulatif du Mancozèbe et du PEG pour le poids sec.

Tableau 9 : tableau récapitulatif du Mancozèbe pour le taux de levée.

Sommaire

Introduction	01
---------------------------	-----------

Chapitre 1: Synthèse bibliographique

1. Les pesticides	3
1.1. Définition	3
1.2. Classification des pesticides	3
2. Les fongicides	4
2.1. Définition des fongicides	4
2.2. Les différents types des fongicides	4
2.2.1. Les fongicides systémiques	5
2.2.2. Les fongicides de contact ou de surface	5
2.2.3. Les fongicides pénétrants	5
2.3. Application des fongicides	5
2.4. Modes d'action des fongicides sur les champignons pathogènes	5
2.5. Présentation du mancozèbe	6
2.6. Devenir des pesticides dans l'environnement	6
2.6.1. Pollution des sols	7
2.6.2. Pollution de l'eau	7
2.6.3. Pollution de l'air	8
2.7. Effets des Fongicides	8
2.7.1. Effets sur la santé humaine	8
2.7.2. Effets sur les animaux	9
2.7.3. Effets sur les végétaux	10
3. Le stress hydrique	10
3.1. Définition du stress hydrique	10
3.2. Effet du stress hydrique	11
4. Présentation des espèces étudiées	12
4.1. L'Avoine	12
4.1.1. Classification de l'Avoine	12

4.1.2. Caractéristiques botaniques de l’Avoine	13
4.1.3. Exigences culturales de l’Avoine	14
4.1.3.1. Exigences climatiques	14
4.1.3.2. Exigences édaphiques	14
4.1.4. Intérêt économique de l’Avoine	15
4.1.5. Les maladies de l’Avoine	15
4.2. Le Pois fourrager	17
4.2.1. Classification du Pois fourrager	17
4.2.2. Caractéristiques botaniques du Pois fourrager	18
4.2.3. Les exigences culturales du Pois fourrager	19
4.2.3.1. Les exigences climatiques	19
4.2.3.2. Les exigences édaphiques	19
4.2.4. Intérêt économique	19
4.2.5. Les maladies du Pois fourrager	20
5. Les fongicides utilisés en Algérie	21

Chapitre II : Matériels et méthodes

1. Matériels	23
1.1. Les variétés utilisées.....	23
1.2. Le fongicide utilisé : le Mancozèbe	23
1.3. Le Polyéthylène glycol (PEG).....	24
2. Méthodes	25
2.1. Etude de l’influence du Mancozèbe et d’un déficit hydrique par le PEG sur la germination du Pois Fourrager et de l’Avoine, dans les boîtes de Pétri.....	25
2.1.1. Préparation de la solution de Mancozèbe.....	25
2.1.2. Préparation de la solution de PEG	25
2.1.3 Les tests de germination	25
2.1.3.1 Applications des traitements Mancozèbe et PEG	25
2.1.3.2 Mise en germination	27
2.1.4. Calcul du taux de germination	27
2.2. Etude de l’influence du Mancozèbe et du PEG sur la croissance du Pois Fourrager et de l’Avoine	28

3. Etude de l'influence du Mancozèbe sur l'Avoine, sur substrat.....	28
3.1. Substrat utilisé	28
3.2. Application du Mancozèbe	28
3.3. Détermination des taux de levée	30
4. Analyse statistique.....	30

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Influence du Mancozèbe sur les Pois Fourragers et l'Avoine (Prévision et Lakhal) dans les boites de Pétri	31
1.1 Effet sur la germination	31
1.1.1 Chez le Pois Fourrager	31
1.1.2 Chez l'Avoine Prévision et l'Avoine Lakhal	31
1.2 Effet sur la croissance des plantules	34
2. Influence du Mancozèbe sur l'Avoine (Prévision et Lakhal) dans substrat	35
3. Influence du PEG sur le Pois Fourrager et l'Avoine (Prévision et Lakhal) dans les boites de Pétri	35
3.1.Effet sur la germination.....	35
3.1.1.Chez le Pois Fourrager	35
3.1.2.Chez l'Avoine Prévision	36
3.1.3.Chez l'Avoine Lakhal	37
3.2.Effet sur la croissance des plantules.....	39
4. Discussion	43
Conclusion générale	45

Références bibliographiques

Annexes



Introduction

Introduction générale

Dans l'environnement, les végétaux sont soumis à un grand nombre de contraintes environnementales de nature biotique et abiotique qui influencent leur croissance et leur développement (Maarouf et Raynaud, 2007).

L'agriculture occupe une place stratégique dans l'économie mondiale. Pour répondre à des besoins alimentaires de plus en plus grandissants en raison de la poussée démographique planétaire, les agriculteurs font appel à l'utilisation de pesticides dans la lutte contre les ennemis des cultures. Ces pesticides sont des produits phytosanitaires qui englobent un large éventail de composés, tels que : les insecticides, les fongicides, les herbicides, les rodenticides, les molluscicides, les nématocides et les régulateurs de croissance de synthèses des plantes et autres (Aktar et Sengupta., 2009).

Les pesticides, essentiellement les insecticides, les fongicides et les herbicides, ont connu un développement sans précédent au cours des dernières décennies, dans le monde entier, surtout dans les pays développés. En réalité, les pesticides sont utiles pour la protection des végétaux et l'augmentation du volume de la production, de leur germination et leur croissance. En effet, ils ont fortement contribué à l'amélioration des rendements agricoles et ont permis un énorme progrès dans la maîtrise des ressources alimentaires de la planète (Guillaume, 2013). Cependant, leurs risques dépassent leurs utilités ; ils peuvent causer des maladies très graves pour les agriculteurs et les consommateurs, et ils constituent un risque majeur pour l'environnement. L'application des pesticides a contaminé toutes les composantes de notre environnement : la santé humaine, la faune et la flore, les eaux, le sol et l'air (Ramade, 1979) et a engendré des pollutions responsables de vraies catastrophes écologiques (Ramade, 2005).

Ainsi, même si l'utilisation de ces produits phytosanitaires relève de la nécessité d'atteindre l'objectif de production visé par les agriculteurs, il demeure important de signaler que ces mêmes produits présentent des toxicités, donc il est recommandé de les utiliser de façon rationnelle et sécuritaire (Samuel et Saint laurent , 2001).

L'Algérie est classée parmi les pays qui utilisent le plus les pesticides de façon massive et répétée en agriculture et en pépinières pour la production des plantes destinées aux reboisements (Kheddam-Benadjal, 2012).

En Algérie, les cultures souffrent du stress hydrique du aux sécheresses fréquentes et actuellement l'usage excessif et incontrôlé de pesticides pour garantir des rendements satisfaisants (quantitativement et qualitativement) risquent d'engendrer de graves conséquences pouvant atteindre l'Homme.

Introduction générale

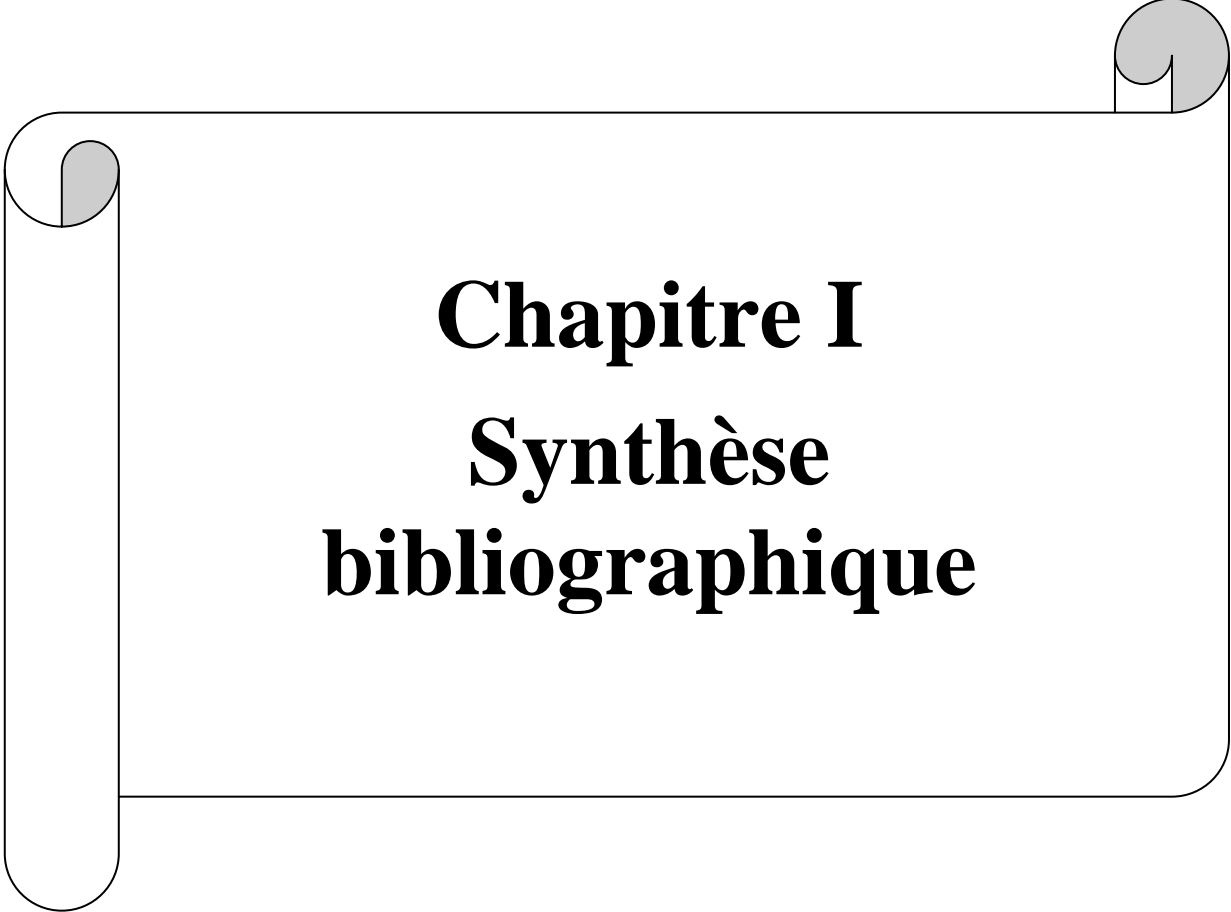
Pour garantir de bons rendements, il est, donc, primordial de sélectionner les espèces et variétés d'importance économique telles que les céréales et les légumineuses résistantes au stress hydrique, surtout qu'avec le réchauffement climatique la sécheresse risque de devenir de plus en plus fréquente et intense, et de vérifier la non dangerosité des traitements pesticides appliqués pour les cultures et l'Homme.

Le pois fourrager et l'avoine sont des espèces peu étudiées, en Algérie, qui pourraient, pourtant, jouer un rôle économique important. Donc, nous nous sommes intéressés, dans le cadre de ce mémoire, à l'étude de l'influence du Mancozèbe, fongicide très utilisé dans les cultures selon l'INPV, à différentes doses, et du Poly Ethylène Glycol (PEG), utilisé pour provoquer un stress hydrique, à différentes concentrations, sur la germination et la croissance du pois fourrager et de deux variétés d'avoine (Prévision et Lakhali) dans les boîtes de Pétri. En effet, la germination des graines est l'une des phases critiques au cours de la vie de la plante (Pearen *et al.*, 1997; Miri et Mirjalili, 2013). Nous avons, également, réalisé une étude sur l'influence du sol sur l'effet du Mancozèbe, à différentes doses, sur les deux variétés d'avoine.

Notre travail est divisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les pesticides au sens large avec une présentation du Mancozèbe, le stress hydrique et les deux espèces étudiées.
- Le deuxième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés pour la mise en évidence de l'influence du Mancozèbe et du PEG, sur les deux espèces étudiées.
- Le troisième chapitre consiste en une présentation des résultats obtenus avec une discussion.

Enfin notre mémoire est clôturé par une conclusion générale et des perspectives.



Chapitre I
Synthèse
bibliographique

1. Les pesticides :**1.1. Définition :**

Le terme pesticide dérive des mots « Pest » et « Cide ». Pest désigne tout animal (ver, mollusque, insecte, rongeur, oiseau, et mammifère), plante, champignon, virus, bactérie, susceptibles d'être nuisibles à l'homme et à son environnement et « cide » dérive du latin caedere signifiant frapper, abattre, tuer (Rodolf Gilbin, 2002).

Un pesticide est une substance, ou un mélange de substances, utilisé pour empêcher d'agir, détruire ou neutraliser un ravageur, un vecteur de maladie humaine ou animale, une espèce végétale ou animale nocive ou gênante au cours de la production, de la transformation, de l'entreposage, du transport ou de la commercialisation de denrées alimentaires, de produits agricoles, de bois et de dérivés du bois, ou d'aliments pour animaux, ou encore susceptible d'être administré à des animaux pour détruire les insectes, arachnides ou autres parasites à la surface de leur corps ou à l'intérieur de leur organisme (OMS, 1991).

Un pesticide peut être un produit chimique ou biologique (Agrawal et Sharma, 2010).

1.2. Classification des pesticides :

Les pesticides disponibles aujourd'hui sur le marché sont caractérisés par une telle variété de structure chimique, de groupe fonctionnel et d'activités que leur classification est complexe. Les pesticides peuvent être classés selon plusieurs critères : en fonction de leur cible où on distingue principalement trois grandes classes : les herbicides, les insecticides et les fongicides, de la nature chimique de la principale substance active qui les compose et de leur mode d'action (Bourbia-Ait Hamlet, 2013 ; Regnaut-Roger, 2005).

Les pesticides regroupent plus de 1000 substances appartenant à plus de 150 familles chimiques différentes, une famille chimique regroupe l'ensemble de molécules dérivées d'un groupe d'atomes constituant une structure de base (Clive et Tomlin, 2006). Ils sont souvent classés en pesticides inorganiques (ou minéraux) et organiques. Les principales familles chimiques sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Principales familles chimiques de pesticides (El Bakouri, 2006).

Insecticides	Herbicides	Fongicides
Minéraux		
Composés arsenicaux Soufre Composés fluorés Dérivés de mercure Dérivés de Sélénium Composés à base de silice Quartz, magnésie Huiles de pétrole	Sels de NH ₄ , de Ca, de Fe de Mg, K, Na Sous forme de sulfates, de nitrates Chlorures, Chlorates,...	Sels de Cuivre A base de soufre Composés arsenicaux Huiles minérales
Organiques		
Organochlorés Organophosphorés Carbamates	Phytohormones Dérivés de l'urée Carbamates Triazines et Diazines Dérivés de pyrimidines Dérivés des dicarboximides Dérivés de l'oxyquinoleine Dérivés des thiaziazines et Thiadiazoles	Carbamates et Dithiocarbamates Dérivés du benzène Dérivés des quinones Amides Benzonitriles Toluidines organophosphorés
Divers		
Pyréthroïde de synthèse Produits bactériens Répulsifs	Dicamba Pichlorame Paraquat	Carboxines Chloropicrine Doguanide Formol

2. Les fongicides :

2.1. Définition des fongicides :

Les fongicides représentent l'ensemble des substances chimiques qui tuent ou inhibent la croissance des champignons pathogènes susceptibles de provoquer des dégâts sur les plantes cultivées et les récoltes. Ils sont très largement utilisés dans de nombreux domaines : agriculture, industrie agroalimentaire, industrie du bois, industrie textile, bâtiment... (Rocher, 2004).

2.2. Les différents types des fongicides :

Selon Moreau (2008), les fongicides peuvent être classés en fonction de plusieurs critères :

- La matière chimique (la matière active ou groupe chimique).
- Le mode d'action sur le champignon pathogène.
- L'utilisation et la mobilité des produits.

Selon Couvreur (2002), en fonction de leur comportement, les fongicides peuvent être répartis en trois catégories principales: de contact, pénétrant et systémique.

2.2.1. Les fongicides systémiques:

Ils sont absorbés par les feuilles, les tiges ou les racines et sont ensuite répartis au niveau de toute la plante. Ils se déplacent dans la plante uniquement par les systèmes vasculaires du xylème (ascendants) et/ou de phloème (descendants). Ils permettent ainsi, la protection des parties non traitées et celles émergées après l'application du fongicide (Couvreur, 2002).

2.2.2. Les fongicides pénétrants ou systémiques locaux:

Leur transfert se fait sans translocation par le xylème ou le phloème, ils sont absorbés par la feuille ou la partie racinaire sur laquelle ils ont été appliqués sans atteindre les autres feuilles ou organes (Couvreur, 2002). Les parties qui ne reçoivent pas de traitement et celles nouvellement émergées ne sont pas protégées (Regnault-Roger, 2005).

2.2.3. Les fongicides de contact ou de surface :

Ils demeurent au niveau du point d'application (Rocher, 2004), présentent ainsi une activité antifongique de surface (au niveau de la cuticule) et ne subissent pas de transfert interne tel que la Mancozèbe (Couvreur, 2002).

2.3. Application des fongicides :

D'après Couvreur (2002), selon le stade du développement de la maladie, le traitement par les fongicides peut être :

-Préventif (systèmeux) : s'il intervient avant la pénétration du champignon pour empêcher la germination des spores (Regnault-Roger, 2005).

-Curatif : s'il est appliqué dès la pénétration (dans la plante) en agissant sur un stade de développement plus avancé du champignon et empêchant celui-ci de coloniser le tissu végétal.

-Eradiquant : s'il inhibe l'incubation, la formation ou la dispersion des spores, arrêtant ainsi le processus épidémique en cours.

2.4. Modes d'action des fongicides sur les champignons pathogènes :

Les fongicides peuvent avoir un seul site d'action (uni-site) ou plusieurs sites d'action multi-sites (Batsch, 2011). Selon Leroux (2003), les principaux modes d'action des fongicides sur les champignons parasites sont :

-Les anti-énergies qui affectent la respiration : ils perturbent la respiration cellulaire par blocage des différentes étapes du catabolisme oxydatif ainsi que la réduction de la production

d'énergie. Ces produits multi-sites sont susceptibles d'inactiver des enzymes de la glycolyse (hexokinase, triose-*P*-deshydrogénase, pyruvate deshydrogénase), du cycle de Krebs (fumarase, cétooglutanate-deshydrogénase) et de la chaîne respiratoire (complexes II et III).

Les fongicides Dithiocarbamates, Phtalonitriles et Stobilurines sont des anti-énergies (Couvreur, 2002 et Leroux, 2003).

-Les anti-microtubules : ils bloquent la division nucléaire et l'élongation des hyphes mycéliennes, en se liant aux microtubules du fuseau mitotique (Leroux, 2003 ; Regnault-Roger, 2005).

-Les anti-lipides : ils affectent la structure et le fonctionnement des membranes des champignons car ce sont des inhibiteurs de la biosynthèse des stérols, principalement l'ergostérol, composant essentiel de la membrane des cellules des champignons (Couvreur, 2002). Les fongicides utilisant ce mode d'action (Triazoles, Imidazoles...) représentent 25% du marché mondial des fongicides (Leroux, 2003).

-Les fongicides anti-glucides : tels que les Dicarboximides et les Phénylpyrroles agissent sur les synthèses, les tréhalases intervenant dans le métabolisme glucidique et l'osmorégulation (Leroux, 2003).

-Les fongicides anti-microtubules : tels que le Krésoxin-méthyl, le triphloxystrobine et les pyriméthanylubiles interfèrent avec la formation et/ou le fonctionnement des microtubules et bloquent les divisions cellulaires et l'élongation des hyphes mycéliennes (Couvreur, 2002 et Leroux, 2003).

2.5. Présentation du Mancozèbe :

Le Mancozèbe est un fongicide organique de contact appartenant à la famille chimique des carbamates et est plus précisément un Dithiocarbamate, de formule chimique $C_8 H_{12} M_N N_4 S_8 Z_N$ (Atamanalp et Telat, 2002). Il est commercialisé sous forme d'une poudre mouillable recommandée pour les plantes cultivées en plein champs ou en serres (Atamanalp et Telat, 2002).

Le Mancozèbe est un anti-énergie qui cible principalement les enzymes mitochondriales, en perturbant la fonction mitochondriale (la respiration) et la production d'adénosine triphosphate (ATP). En outre, il peut réagir avec les groupes sulfhydryles d'acides aminés et d'enzymes dans les cellules fongiques, ce qui entraîne des troubles du métabolisme moléculaire et énergétique impliqué dans les processus de dégradation (catabolisme) et de synthèse organique (anabolisme) (Gullino *et al.*, 2010).

2.6. Devenir des fongicides dans l'environnement :

Le devenir d'un pesticide dépend de plusieurs facteurs (Ramade, 2005):

-Facteurs liés au pesticide : propriétés physico-chimiques (solubilité, réactivité...) et des quantités dispersées

-Facteurs environnementaux abiotiques (facteurs climatiques, édaphiques...) et biotiques. On estime que lors d'un traitement, 80 à 90% des quantités de pesticides utilisées n'atteignent pas le pathogène visé. Il se produit une dérive des produits vers les différents milieux : le sol qui constitue le support direct d'une culture, les nappes d'eau et l'air (Rial-Otero *et al.*, 2003).

2.6.1. Pollution des sols :

La cause la plus ubiquiste de la contamination des sols résulte d'une pollution diffuse due à l'usage systématique des pesticides en agriculture (Ramade, 2005).

Les sols constituent un compartiment clé dans l'environnement, car ils sont un lieu de passage quasi-obligé du contaminant agricole lors de son transfert et ils jouent un rôle important dans son devenir. Ce devenir est variable en fonction des facteurs précédemment cités (Ramade, 2005). Ils peuvent être soit éliminés, persistants ou mobiles dans les sols. En effet, ils sont soit, dégradés (par les microorganismes essentiellement), adsorbés par la matière humique du sol (essentiellement quand ils sont hydrophobes), absorbés par les racines des plantes ou encore migrer par ruissèlement ou lessivage ce dernier va provoquer la pollution de l'eau (INRA, 2006).

2.6.2. Pollution de l'eau:

Une des conséquences environnementales majeures de l'agriculture intensive actuelle est la dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines (Mehri, 2008).

La contamination de l'eau par les pesticides se fait suivant trois voies d'écoulement : soit par ruissellement où la concentration est en générale maximale (lors de forte pluies survenant peu de temps après l'application), soit par le drainage artificiel des sols (avec des concentrations moyennes) qui va provoquer la pollution des sols, soit par lixiviation (Batch, 2011).

La pollution des eaux souterraines due aux pesticides est un problème mondial. La présence des pesticides dans les eaux de rivière présente un impact direct sur la qualité des sources d'approvisionnement en eau potable, ce qui menace la qualité de ces eaux (Gagne, 2003). Un grand nombre d'insecticides et quelques herbicides et fongicides, peuvent avoir un effet toxique sur les organismes aquatiques (Aktar et Sengupta., 2009). La commercialisation du poisson contaminé, peut également représenter une menace pour la santé humaine.

La dégradation des pesticides peut être biotique (ou biologique) ou abiotique par hydrolyse (mais nombre de matières actives y sont insensibles) ou par photolyse. Les pesticides peuvent rester dans l'eau (fixation) tout en subissant une dispersion par ruissellement ou une concentration par formation de mares ou changer de compartiments par pénétration dans les sédiments ou par passage dans l'air (Calvet *et al.*, 2005).

Une fois que les eaux souterraines sont polluées par des produits chimiques toxiques, la contamination peut prendre plusieurs années pour se dissiper ou être nettoyée Aktar et Sengupta, 2005).

2.6.3. Pollution de l'air :

La dissémination des pesticides dans l'atmosphère se produit soit au moment de l'épandage, notamment lorsqu'ils sont pulvérisés, soit par évaporation, à partir des plantes sur lesquelles ils ont été répandus ou à partir du sol ou ils se sont déposés (Bettati, 2012). On estime que la quantité de pesticides qui dérive vers l'atmosphère, varie de 1% à 80% du volume appliqué (Florent, 2001). Les procédés de pulvérisation et de traitement des produits jouent un rôle important dans la présence de résidus atmosphériques. Les pulvérisations aériennes sont les plus grandes sources de concentration de substances dans l'atmosphère (Florent, 2001). Mais la présence des pesticides dans l'air dépend, également, de leurs caractéristiques : dégradabilité, type de surface, plantes ou animaux traités, des conditions climatiques (vents,...) et pédologiques... (Florent, 2001). Ainsi, divers pesticides peuvent se trouver dans l'air à des concentrations parfois non négligeables et être transportés sur de grandes distances (Calvet *et al.*, 2005). Les résidus de pesticides sous forme gazeuse dans l'atmosphère ont souvent une demi-vie de courte durée, dépendant de leurs caractéristiques physico-chimiques, car ils sont souvent dégradés (par photolyse, oxydation...) ou dispersés par les mouvements atmosphériques (Tellier *et al.*, 2006).

2.7. Effets des Fongicides :

De nombreux fongicides sont peu spécifiques car ils tuent les champignons cibles mais affectent également des espèces non cibles (Homme, animaux, végétaux,...) (Ramade, 2005).

2.7.1. Effets sur la santé humaine :

Les êtres humains absorbent les produits phytosanitaires selon deux voies : les voies directes percutanées et respiratoires (par l'eau ou l'air) et la voie trophique via la nourriture. L'exposition de la population générale à la contamination se produit principalement par la consommation d'aliments et l'eau potable contaminée par des résidus de pesticides (Figure1).

Les résidus les plus fréquemment détectés sur les fruits et légumes sont les fongicides et les insecticides (Combris *et al.*, 2007).

L'utilisation excessive des pesticides ou des produits phytosanitaires peut engendrer des effets néfastes sur la santé humaine à savoir le dérèglement de la reproduction, la malformation, le retard de croissance, l'avortement et l'infertilité, des lésions cutanées, des manifestations digestives et respiratoires, des effets neurologiques voire des troubles hépatiques... (Samuel et Saint Laurent, 2001).

Les effets chroniques des pesticides, en lien avec des expositions répétées et prolongées à de faibles quantités, sont eux moins bien connus, du fait du décalage entre l'exposition et la découverte d'une anomalie qui rend délicat l'établissement de la causalité (Errami, 2012).

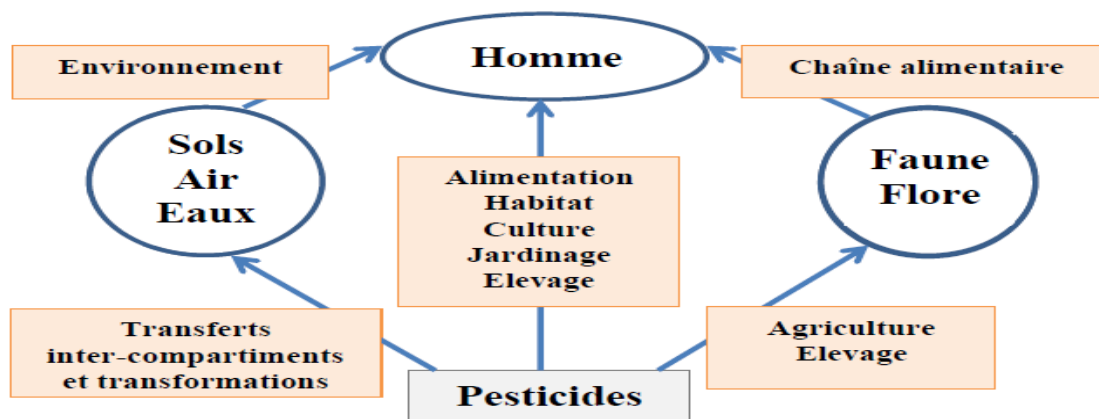


Figure 1: Modes d'exposition de l'homme et des milieux aux pesticides (CPP, 2002).

2.7.2. Effets sur les animaux :

Les voies de contamination des animaux par les pesticides qui sont identiques aux effets observés chez l'homme sont également directes et indirectes.

La diversité de la faune d'invertébrés des agro-écosystèmes est profondément affectée par les pesticides (Ramade, 1979).

Les insecticides à large spectre (par exemple, les carbamates, les organophosphorés et les pyréthroïdes) peuvent provoquer le déclin des populations d'insectes bénéfiques tels que les abeilles, les araignées et les coléoptères (Isenring, 2010).

Les populations d'amphibiens sont mondialement en déclin et plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer les causes de ce déclin. Les amphibiens sont considérés comme étant particulièrement sensibles à de nombreux pesticides (Tellier *et al.*, 2006).

Selon Aubertot *et al.* (2005), des études de terrain ont montré l'existence d'un lien possible entre la présence de pesticides dans l'eau et certains effets négatifs chez les poissons : le développement de tumeurs, la perturbation des systèmes hormonaux, ou encore l'inhibition plus au moins complète des fonctions vitales comme la respiration, la croissance et la reproduction (Van der Werf, 1997).

L'exposition aux pesticides peut engendrer chez les mammifères toute une gamme d'effets toxiques dont les baisses spectaculaires de fertilité (Aissaoui, 2013).

2.7.3. Effets sur les végétaux :

Plusieurs études ont montré que de nombreux fongicides sont phytotoxiques ; ils engendrent des dommages à de nombreux processus tels que la germination, la croissance et le développement des racines et des tiges (Moore et Kröger, 2010, Venancio *et al.*, 2003). Selon Venancio *et al.* (2003), l'absorption de fongicides sans relation avec la défense contre les champignons provoque des changements métaboliques causant une inhibition de l'émergence et du développement des plantules.

Plusieurs espèces végétales se sont révélées sensibles aux fongiques à travers une réduction de la germination et de la croissance face à l'augmentation des concentrations des fongicides appliqués. Siddiqui *et al.* (2001) ont montré l'effet inhibiteur de certains fongicides tels que le méthyle thiophanate sur la germination et la croissance des racines et des tiges de la Céréale *Pennisetum americanum* et de la légumineuse *Glycine max*.

Les effets négatifs des traitements de semences sur la germination et la croissance incombent d'avantages aux résidus accumulés suite à des traitements répétés des cultures plutôt qu'à des doses supérieures à celles préconisées par le fabricant (Aksoy et Deveci, 2012 ; Minamor, 2013).

Cependant, la réduction de la germination et de la croissance est considérée, selon plusieurs auteurs, comme une stratégie d'adaptation aux stress résultant de l'application excessive des fongicides (Prado *et al.*, 2000). Elle serait due à la conservation de l'énergie afin de l'utiliser dans la réponse de défense et/ou à réduire les risques de dommages (Zhu, 2001).

Par ailleurs, les fongicides peuvent exercer des effets indirects sur les végétaux. En effet, les champignons et les bactéries du sol jouent un rôle central dans la nutrition des plantes. Certains fongicides (et bactéricides) éliminent une partie des populations fongiques et

bactériennes, ce qui aboutit à une perturbation de la nutrition des plantes, et de ce fait à une diminution du rendement moyen (Maunoury, 2010).

Ainsi, la diversité des plantes sauvages dans les champs agricoles et leurs bordures est en déclin, particulièrement dans les prairies infertiles et aux pieds des haies (Isenring, 2010).

Cependant, l'effet peut être neutre ou positif d'une manière générale (le rendement) (Barriuso, 2003).

3. Le stress hydrique :

3.1. Définition du stress hydrique :

Le stress constitue l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme ; c'est un facteur de l'environnement induisant une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant (Levitt, 1980).

Le stress hydrique est le résultat d'une diminution temporaire de la disponibilité en eau pour les plantes (Chaves et Oliveira 2004). Il peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès que d'un manque d'eau et peut être provoqué par un stress salin ou un stress osmotique (Hopkins, 2003).

3.2. Effets du stress hydrique :

Les réponses physiologiques de la plante, face au stress hydrique, sont variables et sont fonction de facteurs de l'environnement et de la plante elle-même (Blum, 1996).

Les plantes, sensibles au stress hydrique, subissent des lésions et des dysfonctionnements métaboliques. Si le stress est léger et de courte durée la lésion peut être temporaire et la plante peut guérir lorsqu'il est éliminé. S'il est par contre suffisamment important, il peut inhiber la floraison et la production de graines ou encore empêcher la survie de la plante (Hopkins, 2003).

Le stress hydrique cause une réduction de la surface des feuilles qui est due soit à une baisse du nombre total des cellules de la feuille à cause d'une diminution de l'activité mitotique des cellules épidermiques (Matthews, 1986) soit à une réduction de la taille des cellules suite à des changements anatomiques (Chartzoulakisa *et al.*, 2002). Les plantes soumises à un déficit hydrique voient généralement leur sénescence foliaire s'accélérer (INRA, 2006). Lebon (2006) a montré que la diminution de la surface foliaire sous un régime hydrique limitant vise à réduire les pertes d'eau par transpiration.

L'apparition du stress oxydatif, comme conséquence du stress hydrique, par accumulation d'espèces réactives d'oxygène ou ROS (peroxyde d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions super oxyde), à des concentrations élevées, endommage les

structures cellulaires et est à l'origine du dysfonctionnement de l'appareil photosynthétique et d'autres troubles métaboliques (Parent *et al.*, 2008 ; Rahnama et Ebrahimzadeh, 2005).

Même si le stress hydrique constitue une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre dans des régions de faible pluviosité, et dont la teneur en eau des sols est peu élevée (Hopkins, 2003).

Les stratégies adaptatives sont nombreuses et varient d'une espèce à une autre. Parmi ces stratégies : la stratégie dite d'évitement et la stratégie de tolérance. La première consiste à éviter la déshydratation en maintenant le potentiel hydrique des tissus de la plante le plus haut possible. La seconde stratégie implique une tolérance à des potentiels hydriques plus bas. (Amigues *et al.*, 2006).

4. Présentation des espèces étudiées :

La culture des céréales a été, et restera l'élément essentiel de l'agriculture algérienne. Une superficie de 2 448 200 hectares lui est consacrée (Bensalem, 1998). Les céréales fournissent les aliments de base et occupent une place de choix dans l'alimentation des populations algériennes. Elles représentent 50% des dépenses des ménages et constituent 60% de l'apport calorique et 71% de l'apport protéique de la population (Bensalem, 1998). L'Algérie occupe la 5ème place dans la consommation des céréales (Conseil International de Céréales CIC, 2013).

Les légumineuses en Algérie ont toujours occupé, sur le plan de la superficie, le troisième rang après les céréales et les fourrages. Leur superficie, de l'ordre de 90 milles ha, représentait 0,21 % de la superficie agricole totale en 2014. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre : la fève, la fèverole, le pois chiche, le pois sec, les lentilles et l'haricot sec (MADR, 2014).

4.1. L'Avoine :

L'Avoine est originaire du nord-est de l'Europe (Autriche et Russie) et des plateaux de l'Éthiopie et de la Chine (Sirodot, 2016). Le plus ancien grain d'avoine a été découvert en Égypte dans les vestiges de la 12ème Dynastie, autour de 2000 ans avant J.-C., et devait probablement provenir de plantes sauvages, puisque l'avoine n'était pas encore cultivée à cette époque et la plus ancienne avoine cultivée a été découverte dans des grottes en Suisse et daterait de l'époque de l'âge de bronze (Sirodot, 2016).

L'Avoine est une plante herbacée annuelle, cultivée, parfois appelée « avoine commune », « avoine byzantine » ou simplement « avoine ». Elle fait partie des céréales à paille et est utilisée principalement en alimentation animale (Bremness, 1999).

4.1.1. Classification de l'Avoine :

Selon Soltner (2005), l'Avoine est une plante annuelle herbacée monocotylédone de la famille des Poaceae et du genre *Avena* (Tableau 2).

Tableau 2 : Classification de l'Avoine (Soltner, 2005)

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobiota
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Aveneae
Genre	<i>Avena</i>
Espèce	<i>Avena sativa</i> L.

Selon Quezel et Santa (1962), le genre *Avena* est représenté en Algérie par une douzaine d'espèces spontanées dont la plus connue est *A.sterilis* (ssp.*macrocarpa* et *Ludoviciana*).

L'Avoine n'était pas cultivée en Algérie avant 1830 ; les variétés d'avoines cultivées à l'époque sont :

- l'avoine rouge d'Algérie, connue sous les noms d'avoine d'Algérie, d'Afrique, avoine tunisienne, avoine rouge d'Afrique, avoine d'Oran... englobant des centaines de lignées. En effet, les essais d'amélioration entrepris en 1907, avaient montré qu'elle était un mélange de variétés et de formes fort différentes par de nombreuses caractéristiques morphologiques, par leur précocité et leur production (Quezel et Santa ,1962).
- l'avoine noire d'Algérie, nommée aussi avoine noire de Perse, qui fut introduite comme la précédente vers 1850 en Algérie, en provenance d'Orient. Cette avoine, contrairement à la

précédente, était localisée, à l'époque, seulement dans l'Oranie ; elle présentait moins de formes (Quezel et Santa ,1962).

- l'avoine grise d'Algérie, différente des précédentes par son grain grisâtre, souvent décoloré (Quezel et Santa ,1962).

- l'avoine Cowra (d'origine australienne), plus récente, sélectionnée vers les années 50 (INRA, 2006).

4.1.2. Caractéristiques botaniques de l'Avoine :

La plante est facilement identifiable, c'est une monocotylédone à tige cylindrique de 25 à 150 cm de haut, au port dressé (Clément *et al.*, 1971).

Le système racinaire de l'avoine est fasciculé, pouvant s'enraciner jusqu'à plus de 1,5 m. L'avoine peut produire des racines adventices au niveau des nœuds (Rioux, 2009).

Les feuilles glabres, longues et effilées font 2 à 10 mm de large et engainent les tiges. Elles présentent une ligule blanche de 2 à 5 mm sans oreillettes au niveau de leur insertion sur la tige (Rioux, 2009). Elle a des fleurs hermaphrodites auto-pollinisées par le vent, organisées en inflorescence sous forme de panicules lâches mesurant 8 à 30 cm de long. Une inflorescence porte des épillets de deux à trois fleurs de 16 à 24 mm à pédoncules barbus, retombants et protégés par deux glumes nervurées presque égales et dépassant la fleur (Soltner,2005).

Le grain est un caryopse vêtu entouré de glumelles non adhérentes, mais qui restent fermées (Soltner, 2005).

4.1.3. Exigences culturelles de l'Avoine :

4.1.3.1. Exigences climatiques :

L'Avoine est une culture de climat tempéré exigeant des températures basses. Ses semences germent à partir de +1 à +2 °C. Les températures élevées accompagnées de sécheresse freinent le développement et réduisent le rendement (Anonyme, 1971). Cependant il existe des Avoines d'hiver et des Avoines de printemps (Aubertot *et al.* , 2005).

L'Avoine est une plante exigeante en eau. Elle préfère les régions humides et fraîches. Pour germer les grains doivent absorber une quantité d'eau égale à 65% du poids de leurs matières sèches. Le coefficient de transpiration de l'avoine est plus grand que celui des autres céréales. Elle est, d'ailleurs, considérée comme une plante qui n'utilise pas économiquement l'eau du sol (Anonyme, 1971).

4.1.3.2. Exigences édaphiques:

L'Avoine n'est pas exigeante, comparativement à d'autres céréales (riz,...), concernant les caractéristiques du sol. Elle pousse bien sur la plupart des sols quelque soit leurs textures (argileuse, limoneuse, sableuse...), en exigeant une bonne rétention d'eau et des conditions climatiques qui lui sont favorables. Elle réussit assez bien dans tous les sols y compris autour des marécages (Anonyme, 1971). Elle préfère les sols au pH de 5,0 à 6,5, mais peut tolérer un pH aussi faible que 4,5 (Husson, 2012) et produit des rendements satisfaisants sur ces sols (Anonyme, 1971). La présence de matière organique dans les sols favorise le développement de l'avoine (Leprun, 1988).

4.1.4. Intérêt économique de l'Avoine:

L'Avoine est une céréale généralement cultivée seule ou en association (ex : vesce-avoine) pour l'affouragement des animaux (bovins, ovins, caprins et camelins) (Boulal *et al.*, 2007).

La consommation mondiale d'avoine a, cependant, tendance à augmenter, car on redécouvre les bienfaits de sa consommation notamment pour la santé humaine (FAO, 2012). L'avoine est riche en antioxydants, en vitamines (E, B1, B5 et B6), en minéraux (Magnésium, Potassium, Calcium et Zinc), en hydrates de Carbone complexes, en fibres solubles et pourrait aider à assouplir et à la cicatrisation de la peau (Lévy-Dutelet *et al.*, 2012). Les bêta-glucane d'avoine réduiraient le cholestérol présent dans le sang (Lévy-Dutel *et al.*, 2012) et augmenteraient l'activité des lipases, des enzymes digestives qui découpent les lipides et les empêchent d'être absorbés au niveau de l'intestin. Les fibres solubles se placeraient également autour du cholestérol et des sels sécrétés par le foie, pour les empêcher de former les structures, appelées micelles, qui leur permettent de franchir la barrière de l'intestin (Lévy-Dutelet *et al.*, 2012).

La production mondiale d'avoine est très inférieure à celles du blé, de maïs, ou même d'orge; elle est de 25 millions de tonnes par an ; l'Union européenne est la première productrice d'avoine devant la Russie et le Canada et ce dernier est le premier exportateur mondial d'avoine (FAO, 2012).

En Algérie, l'Avoine occupe une place importante en économie, pour son utilité alimentaire, humaine et animale. La culture d'Avoine occupe la quatrième place parmi les céréales cultivées avec une superficie moyenne de l'ordre de 68095,5 ha soit 2.53% et une production qui présente 68202,45t (FAO, 2012).

Une nette augmentation de la production de l'avoine à partir de 2000 est enregistrée mais elle est faible par rapport à d'autres céréales et la culture de l'avoine est presque nulle au sud algérien vu le climat défavorable chaud (FAO, 2012).

4.1.5. Les maladies de l'Avoine :

Comme toutes les céréales, l'avoine est sujette à de nombreuses maladies virales, bactériennes et fongiques qui peuvent affecter son développement et réduisent son rendement agricole et pour éradiquer ces maladies, des traitements phytosanitaires sont nécessaires (Soltner, 2005).

Les symptômes de ces maladies fongiques ravageuses sont visibles principalement sur les parties aériennes à savoir la tige et les feuilles (exemples la rouille et le charbon) et sur les parties racinaires en causant la pourriture des racines (Tableau 3).

Tableau 3 : Les principales maladies de l'avoine

Maladies	Agents pathogènes	Organes touchés	Symptômes	Sources
Tache septorienne des feuilles d'avoine.	<i>Septoria avenae</i>	Fruits	-Symptômes foliaires sous forme de petites taches brunes noires devenant lenticulaires finissant par se réunir et devenant gris brun pâle.	(Zillinsky, 1983).
Charbons : Le charbon nu	<i>(Ustilago avenae)</i>	Inflorescences	-Masse pulvérulente de spores brun foncé remplaçant les graines, les glumes et les glumelles	Lacroix (2002)
Pourritures des racines	<i>(Helminthosporium sativum, Fusarium culmorum, f. graminearum)</i>	Racines, Collets et parties basses des tiges	-Mort des plantules infectées	Lacroix (2002)
Tache avoïde	<i>(Stagonospora avenae f. spavenaria)</i>	Feuilles	-Petites taches bordées d'un halo jaune, pouvant atteindre 10mm de longueur, brun foncé, rondes à elliptiques, lesquelles devenant brunes à grisâtre	Lacroix (2002)
Rouille de la tige	<i>(Puccinia graminis f. sp. Avenae)</i>	Tiges, parfois feuilles et glumes lorsque l'infection est grave	-Pustules ovales, brunes rougeâtres, sur les parties inférieures de la plante remplies de spores.	Derick(1937)
Rouille couronnée	<i>(Puccinia coronata f.sp.avenae)</i>	Feuilles, limbes et gaines	-Pustules se développant surtout sur le limbe des feuilles, sous forme de petites ampoules ovales et éparpillées de couleur orange vif.	Aouali et Douici-kahlfi, (2009)

4.2. Le Pois fourrager :

Les origines primaires du pois se situent vraisemblablement dans le sud Ouest d'Asie, Abyssinie en Afghanistan et les régions avoisinantes (Zohary et Hopf, 2002). La région méditerranéenne constitue un centre secondaire. A partir de ces centres, le pois se serait dispersés dans le reste de l'Europe et de l'Asie (Kay, 1979 ; Makasheva, 1985 ; Coussin 1997).

4.2.1. Classification du Pois fourrager:

Le pois cultivé appartient à la famille des Fabaceae (légumineuses), à la sous famille des papilionacées, à la tribu des Fabeae (ou Viciae) et au genre *Pisum*. Le genre *Pisum* se distingue des autres genres de la même tribu (*Lathyrus*, *Lens*, et *Vicia*) par la taille des stipules qui sont au moins aussi grandes que les folioles. Le genre *Pisum* regroupe deux espèces *Pisum sativum* L. ou pois fourrageret *Pisum fulvum* Sm. (Chaux *et al.*, 1994, Foury *et al.*, 1994)(Tableau 4)

Tableau 4 : Classification du Pois fourrager (Chaux *et al.*, 1994, Foury *et al.*, 1994).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Faboideae
Tribu	Fabeae
Genre	<i>Pisum</i>
Espèce	<i>Pisum sativum</i> L.

Quezel et Santa (1962) ont décrit trois sous-espèces de *Pisum sativum*, en Algérie :

-*Pisum sativum elatius* (pois sauvage).

-*Pisum sativum arvense* Poir (pois des champs, ou pois fourrager).

-*Pisum sativum hortense* Asch et Graebn (pois des jardins, pois potager ou petit pois).

Parmi les milliers de variétés de pois existantes, certaines ont été spécialement sélectionnées pour une utilisation en alimentation animale sur des critères de rendements, de culture et de teneur élevée des graines en protéines, on parle alors de pois protéagineux (Perrot, 1995).

4.2.2. Caractéristiques botaniques du Pois fourrager :

L'espèce *Pisum sativum* présente une très grande diversité génétique qui se manifeste dans les nombreuses variations des caractères morphologiques des fleurs, des feuilles, des tiges, des gousses et des graines, ce qui a motivé diverses classifications des formes intra-spécifiques (Gritton, 1980).

Le pois est une plante herbacée, grimpante et annuelle dont le système racinaire pivotant peut atteindre une profondeur d'un mètre dans des conditions de sol favorables (Hopkins *etal.*, 2003 ; Rambour *etal.*, 2003). Comme toutes les légumineuses, le système racinaire présente des nodosités plus ou moins rougeâtres qui sont des associations symbiotiques avec des bactéries du sol (genres *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*...) qui réalisent une fixation de l'azote moléculaire (N₂) qui commence 30 jours après le semis et se poursuit pendant environ 60 jours ; la quantité d'azote fixée varie largement avec les cultivars, et les conditions de croissance de la culture (Larue et Patterson, 1981).

La tige est peu ramifiée, de longueur variant de 50 cm à 2 m, voire jusqu'à trois mètres (Doré *etal.*, 2006, Fabrice *etal.*, 2006).

Les feuilles alternes sont composées d'une à quatre paires de folioles sessiles, opposées et terminées par une vrille simple ou ramifiée. Les folioles sont entières, ovales, et ont de 1,5 à 6 cm de longueur. Les feuilles possèdent à leur base deux grandes stipules embarrassantes, arrondies et crénelées à la base (Coussin, 1996).

Les fleurs de type « papilionacé », ont une taille de 3 à 4 cm de long. Elles sont zygomorphes, à ovaire supèrent cléistogames. Elles sont blanches ou avec un étendard d'un blanc bleuâtre et des ailes d'un violet noir (Foury *et al.*, 2004) .

Le fruit est une gousse déhiscente bivalve, appelée aussi cosse, de 4 à 15 cm de long, contenant de 2 à 10 graines rarement plus. Elles sont rondes lisses ou anguleuses, de 5 à 8 mm de diamètre (chaux *et al.*, 1994 ; Foury *et al.*, 1994).

4.2.3. Les exigences culturales du Pois fourrager :**4.2.3.1. Les exigences climatiques :**

Le pois exige un climat frais et relativement humide et se développe à des altitudes élevées dans les tropiques à des températures de 7 à 30 °C (Duc, 1981). Il germe facilement lorsque la température du sol avoisine 5°C, alors que la température de croissance optimale est entre 15 et 18°C. La tolérance au froid est limitée et varie en fonction du stade de développement et de la variété. Le stade où la tolérance est maximale est le stade 3-4 feuilles, où la plante peut supporter des températures aux alentours de -8°C. Au stade floraison, même des gelées légères peuvent générer des dégâts. Les hautes températures et la sécheresse pendant la floraison et le remplissage des graines ont des effets négatifs sur le rendement (Sikerdji, 2002).

Les précipitations annuelles optimales du pois fourrager sont de 600 à 800 mm. Cependant, les conditions très humides au printemps peuvent entraîner la chute des fleurs et des maladies fongiques (Sikerdji, 2002).

Le pois est une plante qui a besoin de la pleine lumière pour accomplir son cycle végétatif (Sikerdji, 2002).

4.2.3.2. Les exigences édaphiques :

Le pois peut être cultivé dans des sols variés. Toutefois, les meilleurs résultats sont obtenus dans les sols de texture argileuse, limono-sableuse ou sableuse. Il a besoin de matière organique (Clément, 1994).

Il préfère les sols aérés, à bonne capacité hydrique, de teneur en chaux modérée et au pH aux alentours de 7 (Paul *et al.*, 1980). Il s'adapte mal aux sols calcaires, détremés, froids et insuffisamment aérés (Sikerdji, 2002).

4.2.4. Intérêt économique du Pois fourrager:

Les légumineuses constituent une très grande source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (Duranti et Gius, 1997).

Le Pois fourrager fournit plusieurs types d'aliments tant pour l'homme que pour les animaux :

-Les pois secs, c'est-à-dire les graines récoltées à maturité, constituent un légume sec, et sont aussi données aux animaux domestiques soit telles quelles (volailles, oiseaux) soit sous forme de farines (ovins, bovins et caprins) ; ces graines sont aussi une matière première pour l'industrie de transformation (amidonnerie, extraits protéiques) (Varela *et al.*, 2004).

-Les pois frais, soit sous forme de graines immatures, soit de gousses entières également immatures, sont considérés comme un légume frais, appelé petit pois (Varela *et al.*, 2004).

Selon les statistiques de l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de pois frais s'est élevée à 8 264 769 tonnes pour une surface ensemencée de 1 087 674 hectares, soit un rendement moyen de 7,6 quintaux par hectare. Les deux principaux producteurs de pois fourrager, sont la Chine et l'Inde, qui produisent près de 70 % de la production totale mondiale (FAO, 2016).

En Algérie, le Pois Fourrager a été cultivé avant 1830 dans les jardins et les champs en Kabylie. La culture a pris un développement important en 1945 et a connu par la suite un essor remarquable de 1947 à 1952, sa culture est, actuellement, répandue sur tout le territoire national. Il est surtout cultivé sur les plaines côtières et les zones sublittorales (Laumont et chevassus, 1960).

En 2016, la superficie cultivée en pois est passée à 28 724 ha et une production de 1029707 qx soit un rendement de 35.8 qx/ha (MADR, 2016). Les principales wilayates productrices de Pois fourrager sont Mascara, Boumerdès, Biskra et Tlemcen (MADR, 2016).

4.2.5. Les maladies du Pois fourrager:

Le Pois fourrager est également exposé à de nombreuses maladies virales, bactériennes et fongiques. Les principales maladies fongiques sont le mildiou, la rouille, l'oïdium (Tableau 5).

Tableau 5: Les principales maladies de début de cycle du Pois fourrager

Maladie	Agent pathogène	Organe touché	Symptômes	La source
Anthracnose	<i>(Mycosphaerella pinodes)</i>	Tiges, feuilles et gousses	- nécroses violacées à brun s'installant à la base des tiges et ponctuations de couleur brun foncé sur les feuilles, les fleurs et les gousses	(UNIP-ITCF 2001)
Sclérotinia	<i>(Sclerotinia sclerotiorum)</i>	Feuilles, tiges et racines	- jaunissement des parties aériennes puis dessèchement brutal	(UNIP-ITCF 2001)
Oïdium	<i>(Erysiph episi)</i>	Feuilles	- feutrage blanc sur la végétation -risque d'échauffement des moissonneuses-batteuses.	(Messaien, 1991)
Rouille	<i>(Uromyces pisi)</i>	Stipules	- pustules de couleur foncée sous les stipules	(Messaien, 1991)
Mildiou	<i>(Peronospora pisi)</i>	Les stipules et les vrilles	-feutrage gris sur la face inférieure des stipules et sur les vrilles au cours de la floraison.	(UNIP-ITCF 2001)

5. Les fongicides utilisés en Algérie :

L'association algérienne de la protection de l'environnement (AAPE) affirme que l'Algérie est un grand consommateur de pesticides ; selon la FAO (2017), 30 000 tonnes sont épandues en 2008 et 20 000 tonnes en 2017. Les légumes, surtout les poivrons, les piments, les tomates, les poireaux, la laitue et les épinards vendus, contiendraient ces substances chimiques et les fruits les plus touchés sont les fraises, les mandarines et les raisins. Dans les cultures d'Avoine, pour lutter contre les maladies et garantir des rendements satisfaisants, plusieurs fongicides sont utilisés, essentiellement le Prothioconazole (de la famille des Triazolinthiones) en association avec :

- le Tébuconazole (de la famille des Triazole) contre les maladies foliaires et la brûlure de l'épi causée par *Fusarium*.
- le Bixafen (famille des inhibiteurs de la succinate déshydrogénase) destiné à protéger l'Avoine contre les maladies du feuillage, notamment la septoriose, les rouilles...

-Le Trifloxystrobine (de la famille chimique des Strobilurines) agit principalement sur la germination des spores par inhibition de la respiration cellulaire.

D'autres fongicides sont également utilisés :

-L'Epoxiconazole (une Triazole) sert à prévenir et à traiter les parties aériennes d'Avoine contre les champignons.

-Une association de trois matières actives : la Spiroxamine (famille des spirocétalamines), le Tébuconazole (famille des Triazoles) et le Triadiménol (famille des Triazoles) contre les maladies des feuilles et des épis telles que les Rouilles (jaune et brune), l'Oïdium, les Septoriose, les Fusarioses et la tache auréolée.

Dans les cultures de Pois fourrager, les fongicides les plus utilisés sont :

-le Cyproconazole (famille des Triazoles) en association avec l'Azoxystrobine (famille des Strobilurines) contre l'anthracnose, la rouille et l'oïdium (Mouron *et al.* 2013).

-le Cyproconazole (famille des Triazoles) en association avec le Propiconazole contre les principales maladies cryptogamiques telles que la rouille brune et la septoriose (Bouakaz et Oussaid, 2013).

-l'Azoxystrobine (famille des strobilurines) et le Chlorothalonil (famille chimique des Chloronitriles) pour inhiber la germination des spores et stopper la mobilité des zoospores (action préventive) (Bouakaz et Oussaid, 2013).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and horizontal lines at the top and bottom. The corners are rounded, and there are small circular motifs at the top-left and top-right corners.

Chapitre II

Matériels et méthodes

Notre étude a été réalisée au Laboratoire d'Ecophysiologie végétale du département de Biologie situé dans la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'U.M.M.T.O.

L'objectif de cette étude est l'évaluation de l'influence du fongicide Mancozèbe et du stress hydrique provoqué par le PEG sur la germination et la croissance de deux variétés d'une céréale et d'une variété d'une légumineuse.

1. Matériels :

1.1. Les variétés utilisées :

Nous avons utilisé deux variétés locales d'Avoine (*Avena sativa* L.) : Lakhal (abrégiée par LK) et Prévision (abrégiée par PR) et une variété de Pois fourrager (*Pisum sativum* L.) : Safran (abrégiée par PF).

Les graines des trois variétés étudiées proviennent de l'institut technique des grandes cultures (ITGC), situé à El Harrach à Alger.

Les graines des deux variétés d'Avoine (Lakhal et Prévision) ont été récoltées le 06/02/2018, et celles de la variété de Pois fourrager ont été récoltées le 06/11/2018 et ramenées au laboratoire le 03/2019. Elles étaient conservées dans des sacs en papier au laboratoire à une température ambiante et à l'abri de la lumière. Elles étaient saines, ne montrant aucun signe d'infection avant leur utilisation (Figure 2).



Figure 2 : Les graines du Pois fourrager variété Safran (PF) et d'Avoine (LK : variété Lakhal et PR : variété Prévision) utilisées.

1.2. Le fongicide utilisé : le Mancozèbe

Nous avons utilisé un fongicide qui appartient à la famille des carbamates et plus précisément un Dithiocarbamate, à trois doses (dose prescrite et deux multiples de cette dose). Nous l'avons acheté à Tizi-Ouzou sous forme d'une poudre dans un sachet d'emballage de 1 Kg (Annexe 1).

1.3. Le Polyéthylène glycol (PEG) :

Nous avons utilisé du PEG 6000 qui est sous forme d'une poudre mouillable (Annexe 2), à différentes concentrations 5%, 10%, 15%. afin de créer différentes pressions osmotiques provoquant différentes intensités de stress hydrique car le PEG augmente la pression osmotique des milieux où il est dissous sans provoquer de stress chimique (Parnaud *et al.*, 2001).

2. Méthodes:**2.1. Etude de l'influence du Mancozèbe et d'un déficit hydrique par le PEG sur la germination du Pois Fourrager et de l'Avoine dans les boîtes de Pétri :****2.1.1. Préparation de la solution de Mancozèbe :**

La dose prescrite de Mancozèbe est de 3,5 kg/ha. Nous avons testé l'effet de la dose prescrite et de trois doses de Mancozèbe, supérieures à la dose prescrite, pour évaluer l'effet de l'accumulation de ce fongicide dans le sol :

- la dose prescrite soit 3.5 Kg/ha nommée M1.
- le quadruple de la dose prescrite (3.5 kg/ha *4) soit 14 kg/ha nommée M4
- le sextuple de la dose prescrite (3.5 kg/ha*6) soit 21 Kg/ha nommée M6

Les quantités de Mancozèbe utilisées sont calculées par rapport à la surface d'une boîte de Pétri qui est de 0,0063585m².

2.1.2. Préparation de la solution de PEG :

Nous avons testé trois concentrations différentes de PEG : 5% (5 g de PEG dans 100 ml d'eau distillée), 10% (10 g de PEG dans 100 ml d'eau distillée) et 15% (15 g dans 100 ml d'eau distillée). Les trois solutions sont bien agitées avant leur utilisation (Medjbeur Dj, 2018).

2.1.3. Les tests de germination :

La germination est une période transitoire au cours de laquelle la graine qui était à l'état de vie latente, manifeste une reprise des phénomènes de multiplication et d'allongement cellulaire (croissance de la plantule), constituant un retour à l'état de vie active par une utilisation active des réserves (Deysson, 1967, Jeam *et al.*, 1998).

2.1.3.1. Applications des traitements Mancozèbe et PEG :

Nous avons réalisé deux tests de germination, séparément : un test pour l'étude de l'effet du Mancozèbe et un autre pour l'étude de l'effet du PEG.

Les tests sont réalisés dans des boîtes de Pétri de 9cm de diamètre, tapissées de papier filtre.

Pour le traitement Mancozèbe, nous avons constitué, au total, quatre lots de boîtes/variété avec quatre répétitions/lot (4 boîtes/lot):

-un lot témoin pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml d'eau distillée chacune : *P. sativum* témoin (PF T), *A. sativa* témoin (LK T et PR T)

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution M1 de Mancozèbe : PF M1, LK M1 et PR M1.

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution M4 de Mancozèbe : PF M4, LK M4 et PR M4

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution M6 de Mancozèbe : PF M6, LK M6 et PR M6

Pour le traitement PEG, nous avons, également, constitué, au total quatre lots de boîtes/variété avec quatre répétitions/lot (4 boîtes/lot):

-un lot témoin pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml d'eau distillée chacune : *P. sativum* témoin (PF T), *A. sativa* témoin (LK T et PR T)

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution de PEG 5% : PF 5%, LK 5% et PR 5%

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution de PEG 10% : PF 10%, LK 10% et PR 10%

-un lot traité pour chaque variété constitué de quatre boîtes contenant 10 ml de la solution de PEG 15% : PF 15%, LK 15% et PR 15%

Dans chaque boîte de Pétri, 20 graines sont disposées de manière homogène (Figure 3).

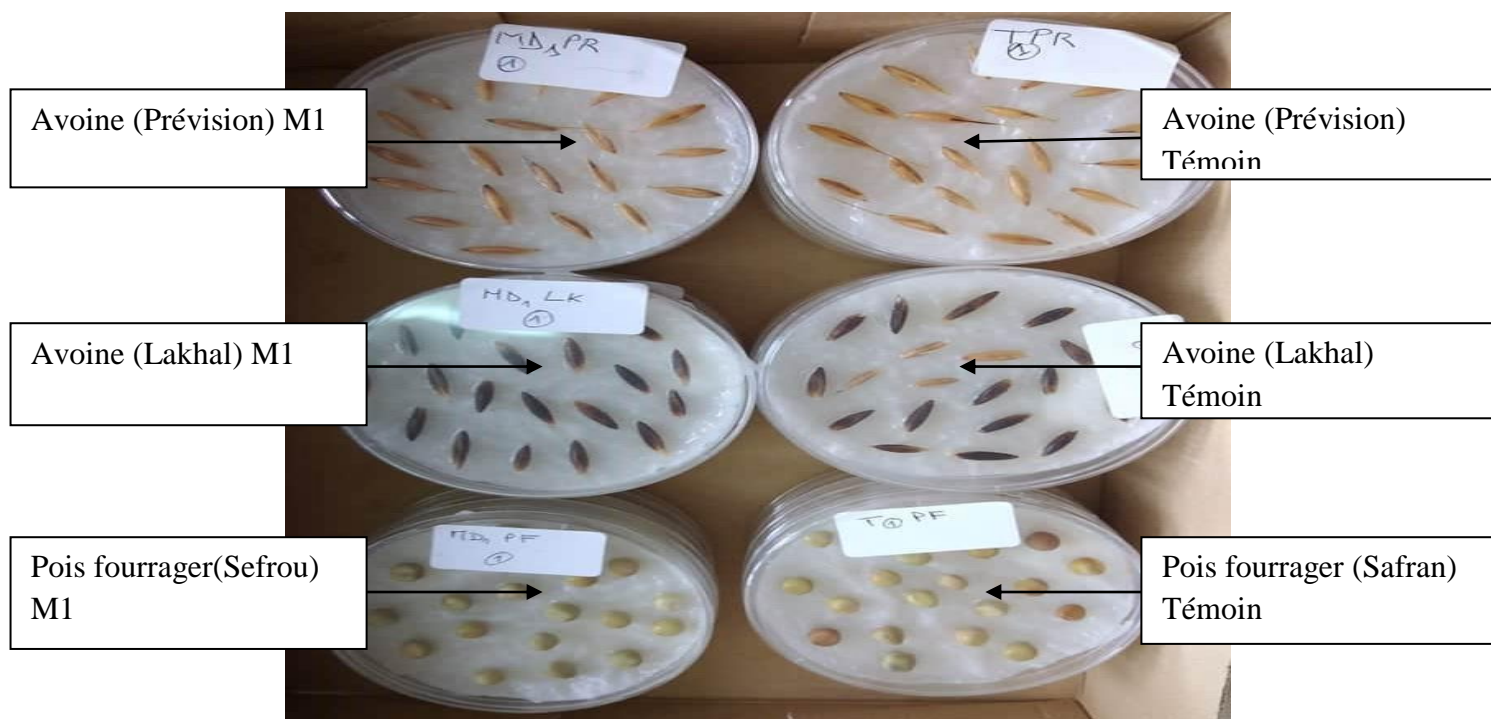


Figure 3 : Les tests de germination en boîtes de Pétri.

2.1.3.2. Mise en germination :

Les graines, du traitement Mancozèbe, sont mises à germer dans une étuve préalablement réglée à $20\pm 2^{\circ}\text{C}$, température favorable à la germination, du 22 /03/2020 au 26/03/2020. Les boîtes sont régulièrement arrosées avec la même quantité d'eau distillée.

Dès que les plantules sont bien développées et apparentes, les boîtes de Pétri sont retirées de l'étuve et placées sur la paillasse du laboratoire, à une température ambiante variant entre 25°C et 27°C

Les graines du traitement PEG sont mises à germer le 11/03/2020. Elles sont retirées de l'étuve le 15/03/2020 (Cause de confinement face au Coronavirus). La suite de ce test s'est déroulée, à température ambiante variant entre 23°C et 25°C .

2.1.4. Calcul du taux de germination :

Des observations quotidiennes nous ont permis de compter le nombre de graines germées pendant 20 jours, du 26/03/2020 jusqu'au 17/04/2020 pour le traitement Mancozèbe et du 15/03/2020 jusqu'au 30/03/2020 pour le traitement PEG.

Pour chaque traitement, Mancozèbe et PEG, nous avons calculé le taux de germination dans chaque boîte de Pétri quotidiennement selon la formule de Mazliak (1982) qui définit le taux de germination (TG) comme le pourcentage de germination maximale ou le taux maximal obtenu dans les conditions choisies par l'expérimentateur ; il correspond au nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines, et il est exprimé en pourcentage. Il est exprimé par le rapport nombre de graines germées sur nombre total de graines.

$$TG (\%) = n/N \times 100$$

- TG : Pourcentage de germination en pourcentage.
- n : Nombre de graines germées.
- N : Nombre total des graines.

2.2. Etude de l'influence du Mancozèbe et du PEG sur la croissance du Pois Fourrager et de l'Avoine:

Pour évaluer l'effet des traitements Mancozèbe et PEG sur la croissance des plantules des trois variétés étudiées, nous avons déterminé le poids sec des plantules, après 20 jours, après séchage à l'étuve à 70° pendant 72h (jusqu'à l'obtention du poids constant).

3. Etude de l'influence du Mancozèbe sur l'Avoine, sur substrat :

L'étude de l'influence du substrat a été réalisée dans des barquettes à alvéoles (32 alvéoles/barquette). Les alvéoles des barquettes ont été remplies avec la même quantité de substrat préparé le 03/03/2020 puis elles ont été arrosées avec la même quantité d'eau de robinet, jusqu'à saturation.

3.1. Le Substrat utilisé :

Nous avons utilisé un substrat composé de 1/3 de sol, 1/3 de sable et 1/3 de terreau. Le sol a été prélevé derrière la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques (UMMTO). Il a été séché au laboratoire, à une température ambiante, puis tamisé. Le sable a été lavé avant utilisation. Le terreau utilisé est très riche en matière organique (plus de 90%) (Annexe 3)

3.2. Application du Mancozèbe :

Nous avons testé deux concentrations de Mancozèbe : la dose prescrite (M1) et la dose sextuple de la dose prescrite (M6). Cette dernière nous permettra d'évaluer l'effet d'une

éventuelle accumulation de Mancozèbe dans le sol, du à son utilisation régulière dans les cultures.

Nous avons calculé la quantité de Mancozèbe nécessaire par alvéole (la superficie d'une alvéole est de 0.0023758294 m²) pour les deux doses testées. Nous avons semé les graines des deux variétés d'Avoine (LK et PR) le 10/03/2020, à raison de cinq graines par alvéole. Pour chaque variété d'Avoine (Prévision et Lakhal), nous avons réalisé trois lots de traitements:

- Un lot témoin non traité (T)
- Un lot traité avec la dose prescrite de Mancozèbe (M1)
- Un lot traité avec le sextuple de la dose prescrite de Mancozèbe (M6)

L'application du Mancozèbe a été effectuée, cinq heures avant le semis, le 09/03/2020. Les lots traités ont été arrosés avec 20 ml /alvéole de solution de Mancozèbe contenant 1,058 mg de Mancozèbe pour les lots M1 et 6,352 mg de Mancozèbe pour les lots M6. Les alvéoles des lots témoins (T) ont été arrosées avec 20 ml d'eau distillée chacune.

Nous avons constitué quatre répétitions par lot, à raison de 8 alvéoles/répétition (soit 40 graines/répétition), soit un total de 32 alvéoles/lot (soit 160 graines/lot).




Nous avons adopté le dispositif expérimental représenté dans les figures 4 et 5 où trois barquettes, pour la même variété, ont été placées chacune à côté de l'autre, pour pouvoir alterner les traitements (traités et témoin).

PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4
PRT1	PRM1/1	PRM6/1	PRT2	PRM1/2	PRM6/2	PRT3	PRM1/3	PRM6/3	PRT4	PRM1/4	PRM6/4

Figure 4: Schéma du dispositif expérimental de l'avoine Prévision (PR).

LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4
LKT1	LKM1/1	LKM6/1	LKT2	LKM1/2	LKM6/2	LKT3	LKM1/3	LKM6/3	LKT4	LKM1/4	LKM6/4

Figure 5 : Schéma du dispositif expérimental de l’avoine Lakhal (LK).

-  Témoin (1= répétition 1 ; 2 : répétition 2 ; 3 : répétition 3 ; 4 : répétition 4)
-  M1 (1= répétition 1 ; 2 : répétition 2 ; 3 : répétition 3 ; 4 : répétition 4)
-  M6 (1= répétition 1 ; 2 : répétition 2 ; 3 : répétition 3 ; 4 : répétition 4)

3.3. Détermination des taux de levée :

Le taux de levée des plantules a été déterminé quotidiennement à partir du premier jour après le semis jusqu’au 5ème jour après le semis, pour les différents traitements et les deux variétés.

Ce taux de levée est calculé suivant la formule suivante :

$$\text{Taux de Levée (\%)} = \frac{\text{Nombre Plantules}}{\text{Nombre Graines semées}} \times 100$$

Cette étude devait être poursuivie par l’étude de l’influence des deux doses de Mancozèbe testées (M1 et M6) sur quelques paramètres morphologiques de croissance (en hauteur et en épaisseur des plantules) et physiologiques (taux de Chlorophylles et de sucres solubles). Le confinement du 15/03/2020 nous a contraintes à arrêter les manipulations.

4. Analyse statistique :

Tous les résultats obtenus sont analysés statistiquement à l’aide du logiciel R. En cas de conformité des résultats à la loi normale, une analyse de la variance ANOVA à deux facteurs est effectuée suivie d’un test post-hoc de Newmann-Keuls si les différences sont significatives. Sinon une analyse par les tests de Kruskal-Wallis est réalisée suivis par un test post-hoc de Newman-Keuls pour le classement des groupes.



Chapitre III résultats et discussions

1. Influence du Mancozèbe sur le Pois Fourrager et deux variétés d'Avoine (Prévision et Lakhal), dans les boîtes de Pétri :

1.1. Effet sur la germination :

Nous avons étudié l'évolution des taux de germination en fonction du temps des différentes graines non traitées (témoins) et traitées aux différentes doses de Mancozèbe (M1, M4 et M6) du Pois Fourrager et des deux variétés d'Avoine (Prévision et Lakhal).

1.1.1. Chez le Pois Fourrager :

Nous remarquons l'existence de deux phases, chez les graines témoins et traitées (Figure 6 et Tableau 7) :

- Une phase exponentielle de germination où les taux de germination augmentent avec le temps. La durée de cette phase est de deux jours pour les lots T, M1 et M4 et de cinq jours pour le lot M6.
- Une phase stationnaire caractérisée par une stabilisation des taux de germination jusqu'au 16^{ème} jour.

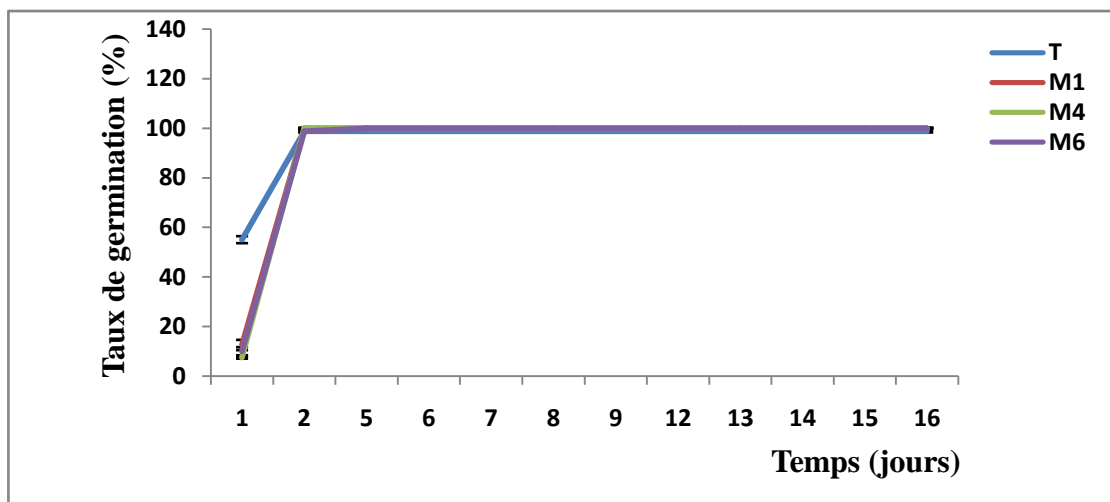


Figure 6 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses(M1, M4 et M6),sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, du Pois fourrager.

1.1.2. Chez l'Avoine Prévision et Lakhal :

Nous constatons l'existence de trois phases (Figures 7 et 8 et Tableau 7) :

- Une première phase de latence courte de deux jours chez les lots M1 et M4 chez les deux variétés et chez le lot M6 de la variété Prévision, où aucune germination n'est enregistrée.
- Une deuxième phase exponentielle de germination chez les deux variétés d'Avoine où les taux de germination augmentent avec le temps. Chez les deux variétés, la durée de cette phase

est de sept jours pour les lots T, M1 et de huit jours pour le lot M4. Pour la dose M6, la durée est de sept jours chez Lakhal et de huit jours chez Prévision.

-Une phase stationnaire caractérisée par des taux de germination stables jusqu'au 16^{ème} jour, pour tous les traitements

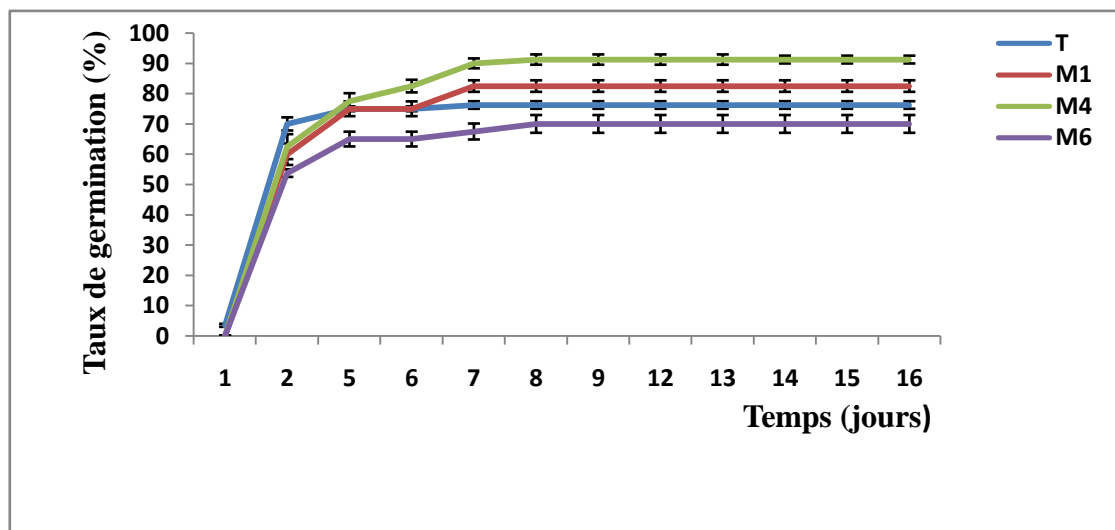


Figure 7 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M1, M4 et M6), sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, de l'Avoine Prévision.

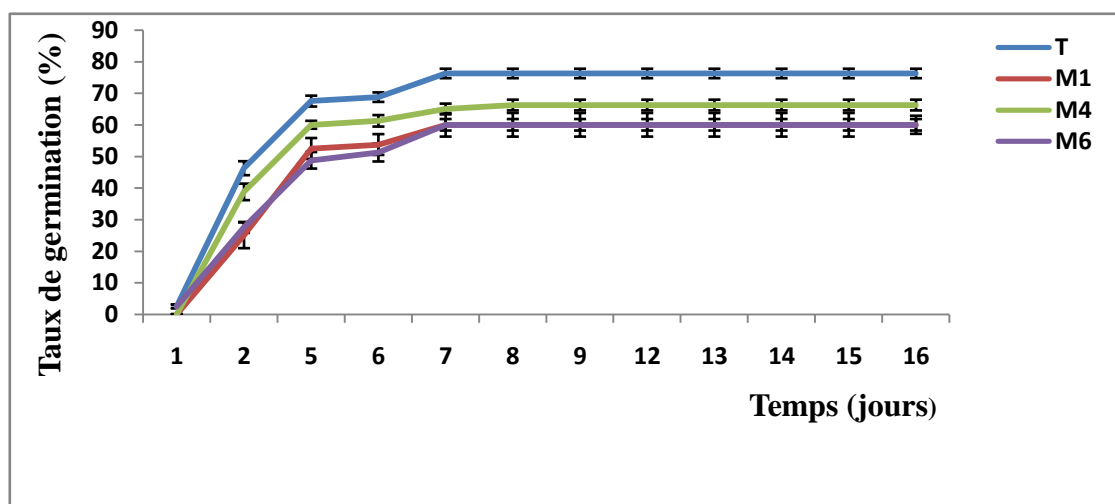


Figure 8 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses(M1, M4 et M6),sur l'évolution des taux de germination, dans les boîtes de Pétri, au cours du temps, de l'Avoine Lakhal.

A la fin des tests de germination, au 16^{ème} jour (Figure 9), nous remarquons que que chez les graines témoins non traitées, le taux de germination est plus élevé chez le Pois Fourrager (98,75%) que chez l'Avoine Prévision et Lakhal où les taux sont identiques (76,25% pour les deux variétés).

Le test statistique Kruskal-Walis a révélé l'existence d'une interaction entre les deux facteurs variété et dose sur le taux de germination ($p\text{value (tg~vardose)}=3.378^{e-05}<5\%$) et le package agricolaea classé les différents lots en quatre groupes:

- Groupe **a** : regroupant PFM1, PFT, PFM4, PFM6, PRM4 où les taux de germination sont élevés supérieurs à 92%.
- Groupe **ab** : représenté par PRM1.
- Groupe **bc** : englobant les lots LKT, PRT, PRM6 et LKM4.
- Groupe **c** : représenté par LKM1 et LKM6 où les taux de germination sont les plus faibles (60%).

D'après ces résultats statistiques, le Mancozèbe :

- aux différentes doses testées (M1, M4 et M6), n'a eu aucun effet statiquement significatif sur le Pois Fourrager.
- aux doses M1 et M4 a eu un effet positif sur l'Avoine Prévision et à la dose M6 n'a pas eu d'effet.
- aux doses M1 et M6 a eu un effet négatif et à la dose M4 a eu un effet neutre chez l'Avoine Lakhal.

Ainsi, la variété Lakhal est plus sensible au Mancozèbe que la variété Prévision et que le Pois fourrager (tableau 8).

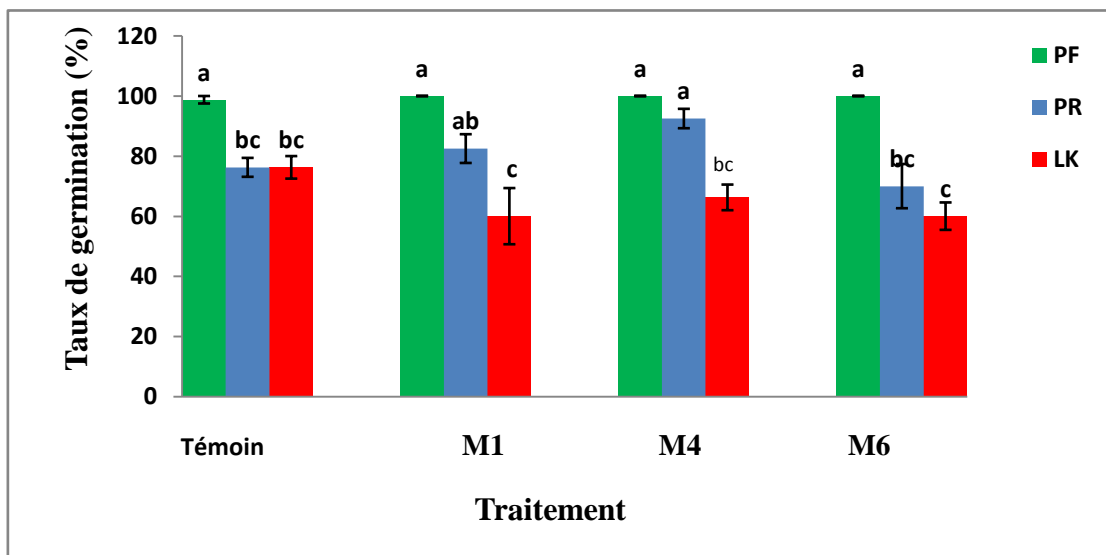


Figure 9 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M1, M4 et M6), sur les taux de germination, dans les boîtes de Pétri, du Pois Fourrager (PF) (en vert) et des deux variétés d'Avoine Prévision (PR) (en bleu) et Lakhal (LK)(en rouge), après 16 jours de la mise en germination.

1.2. Effet sur la croissance des plantules :

L'effet du Mancozèbe sur la croissance a été évalué par la mesure du poids sec des plantules témoin et traitées, des deux espèces, après 16 jours de la mise en germination.

Les résultats obtenus montrent que les plantules présentent des poids secs plus élevés chez le Pois Fourrager, même traité, que chez les deux variétés d'Avoine (Figure 10 et Tableau 7).

Le test statistique Kruskal-Walis réalisé, a révélé l'existence d'une interaction entre les deux facteurs variété et dose sur le poids secs des plantules ($p\text{value} = 2.034 \times 10^{-5} < 5\%$) et le package agricolae a classé les différents lots en sept groupes:

Groupe **a** : regroupant deux lots PFM6 et PFM4

Groupe **b** : représenté par un seul lot PFM1

Groupe **c** : où on trouve uniquement PFT

Groupe **d** : représenté par un seul lot LKM4

Groupe **de** : où on trouve seulement le lot LKM6

Groupe **ef** : englobant cinq lots LKM1, PRM4, PRM6, PRM1 et LKT

Groupe **f** : représenté par le lot PRT

Cette analyse statistique montre que le Mancozèbe (tableau 8):

- Aux différentes doses testées (M1, M4 et M6), a eu un effet positif sur les Pois Fourrager et l'Avoine Prévision.
- A eu un effet positif aux doses M4 et M6 et un effet neutre à la dose M1 chez l'Avoine Lakhal.

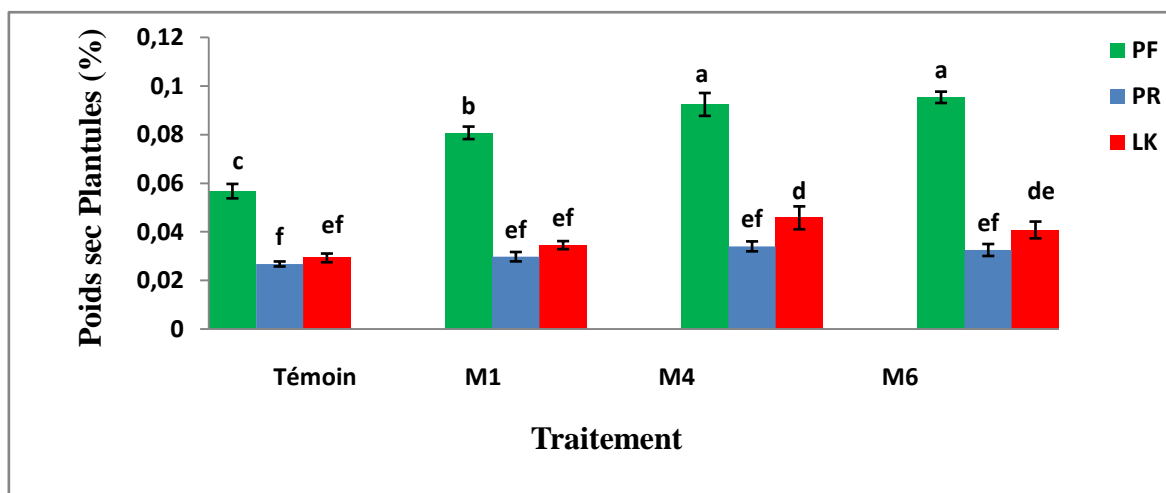


Figure 10 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M1, M4 et M6), sur le poids sec des plantules du Pois fourrager (PF) (en vert) et des deux variétés d'Avoine Prévision (PR) (en bleu) et Lakhal (LK) (en rouge), dans des boîtes de Pétri, après 16 jours de mise en germination.

2. Influence du Mancozèbe sur le taux de levée de l'Avoine (Prévision et Lakhal) sur substrat :

Les taux de levée ont été dénombrés une journée et 5 jours après le semis. Le confinement du 15 mars 2020, du à la pandémie de la Covid-19, nous a contraintes à arrêter le comptage.

Les taux de levée enregistrés ne montrent pas de différences statistiquement significatives entre les deux variétés et entre les traitements (Figure 11). Le test statistique de Kruskal walis a révélé que ni le facteur variété (p value = $0.68 > 5\%$) ni le facteur dose (p value = $0.84 > 5\%$) n'a eu un effet sur le taux de levée des deux variétés.

Donc le Mancozèbe n'a exercé aucun effet sur le taux de levée chez les deux variétés d'avoine.

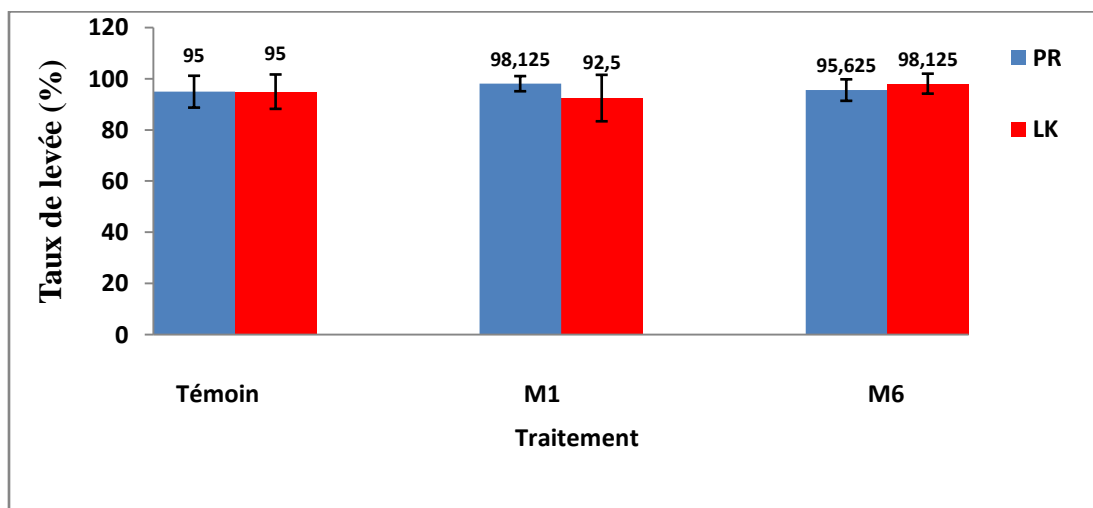


Figure 11 : Effet du Mancozèbe, à différentes doses (M1, M6) sur le taux de levée de deux variétés d'Avoine Prévision (PR) (en bleu) et Lakhal (LK) (en rouge), après 5 jours de mise en germination dans substrat.

3. Influence du PEG sur le Pois Fourrager et deux variétés d'Avoine (Prévision et Lakhal), dans les boîtes de Pétri :

3.1 Effet sur la germination :

Nous avons étudié l'évolution des taux de germination, en fonction du temps, du Pois fourrager et des deux variétés Prévision et Lakhal, sur des milieux de culture présentant différentes concentrations de PEG (5%, 10% et 15%).

3.1.1. Chez le Pois fourrager:

Nous remarquons l'existence de deux phases (Figure 12):

- Une phase exponentielle où les taux de germination augmentent avec le temps et sa durée est d'un jour pour les trois concentrations (5%, 10%, 15%) et de quatre jours pour le témoin.
- Une phase stationnaire caractérisée par une stabilisation des taux de germination, pour les trois concentrations, jusqu'au 12^{ème} jour

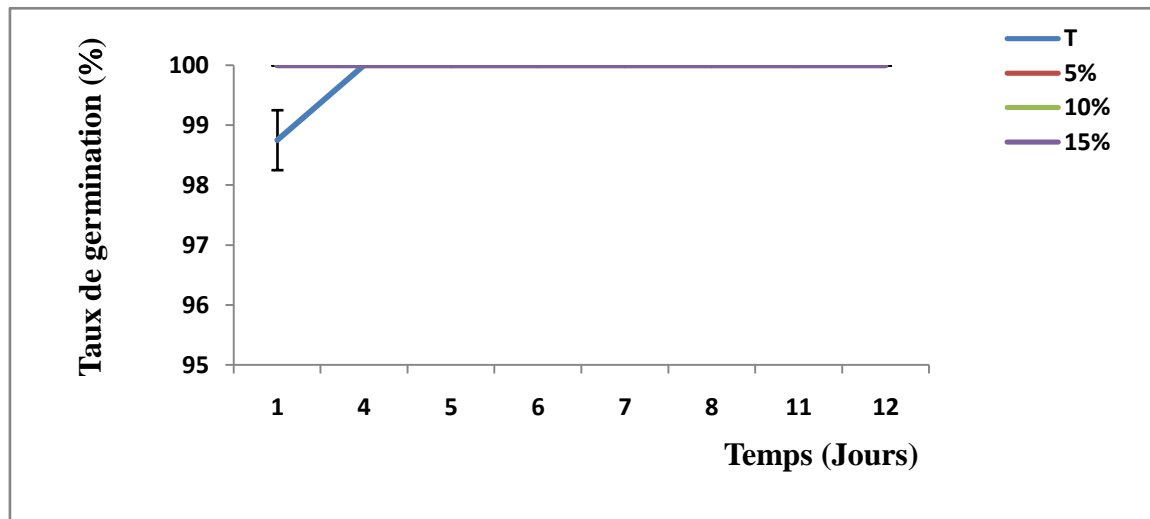


Figure 12 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boîtes de Pétri, du Pois Fourrager.

3.1.2. Chez l'Avoine Prévision :

Deux phases sont également identifiées (Figure13):

- Une phase exponentielle de germination où les taux de germination augmentent avec le temps. La durée de cette phase est de six jours pour les trois concentrations de PEG testées.
- Une phase stationnaire caractérisée par une stabilisation des taux de germination jusqu'au 12^{ème} jour.

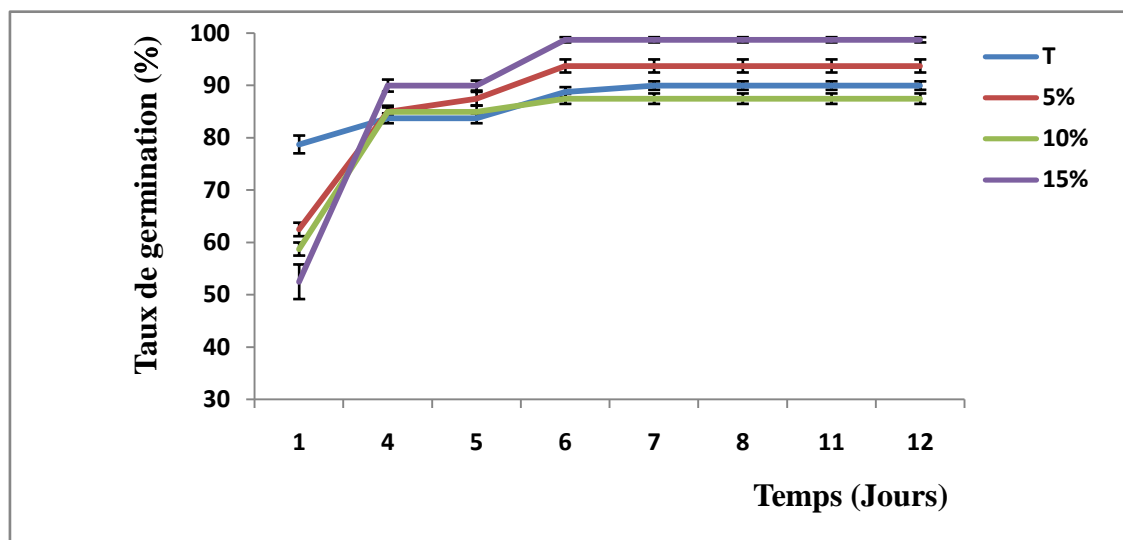


Figure 13 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boites de Pétri, de l'Avoine Prévision.

3.1.3. Chez l'Avoine Lakhal :

Nous constatons également l'existence de deux phases (Figure 14):

- Une phase exponentielle où les taux de germination augmentent avec le temps, qui est de six jours pour les trois concentrations de PEG (5%, 10% et 15%) et de sept jours pour le témoin -
- Une phase stationnaire caractérisée des taux de germination constants jusqu'au 12^{ème} jour.

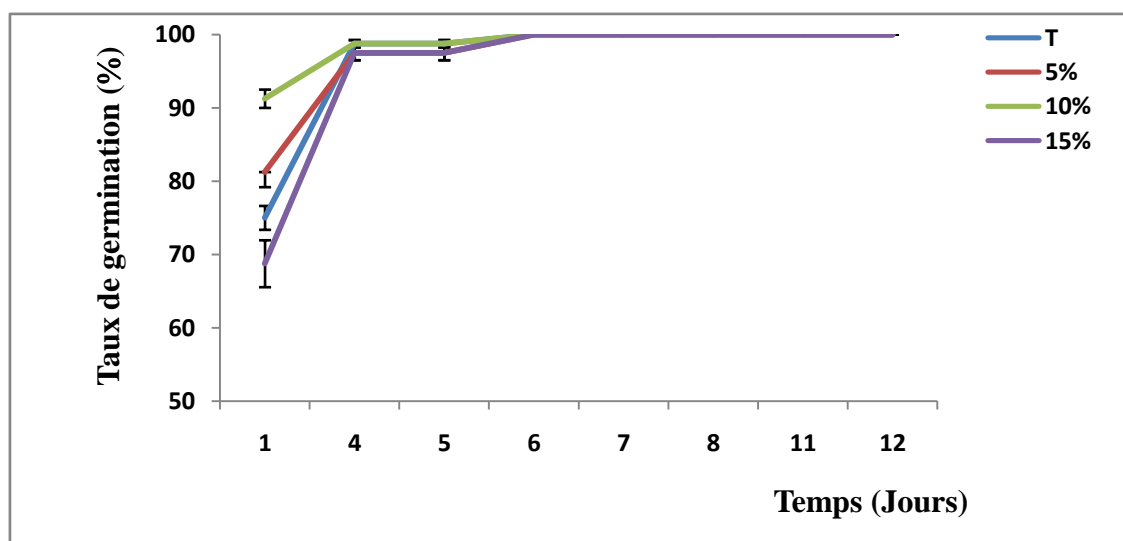


Figure 14 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%) sur l'évolution des taux de germination, au cours du temps, dans les boites de Pétri, de l'Avoine Lakhal.

A la fin des tests, après 12 jours de la mise en germination, nous remarquons que (Figure 15 et Tableau 7) :

- Les taux de germination sont plus élevés chez le Pois Fourrager où ils sont de 100% quelque soit le traitement
- Les taux de germination sont plus élevés chez l'Avoine Prévision où ils sont de 100% chez le Témoin et les traitements 10% et 15% de PEG que chez l'Avoine Lakhall où ils sont toujours inférieurs à 100%.
- Le PEG, aux concentrations testées, n'a eu aucun effet statistiquement significatif sur les trois variétés.

Le test de Kruskal-Wallis a montré l'existence d'une interaction entre les facteurs variété et concentration de PEG ($TG \sim \text{var dose} = 0.0001337 < 5\%$) et le package Agricolae a classé les lots en quatre groupes :

- le groupe **a** montrant les taux de germinations les plus élevés englobe les lots Pois fourrager témoins et sur PEG (toutes les concentrations) et LK 15% de PEG.
- le groupe **ab** est représenté par l'Avoine Lakhall à 5% de PEG
- le groupe **bc** est représenté par l'Avoine Lakhall T
- le groupe **c** est représenté par l'Avoine Lakhall 10%

Nous remarquons que la germination de la variété Avoine Lakhall est influencée, souvent positivement (5% et 15%) par le PEG, contrairement aux deux autres variétés avoine Prévision et Pois fourrager où elle n'est pas influencée par la présence du PEG (Tableau 8)

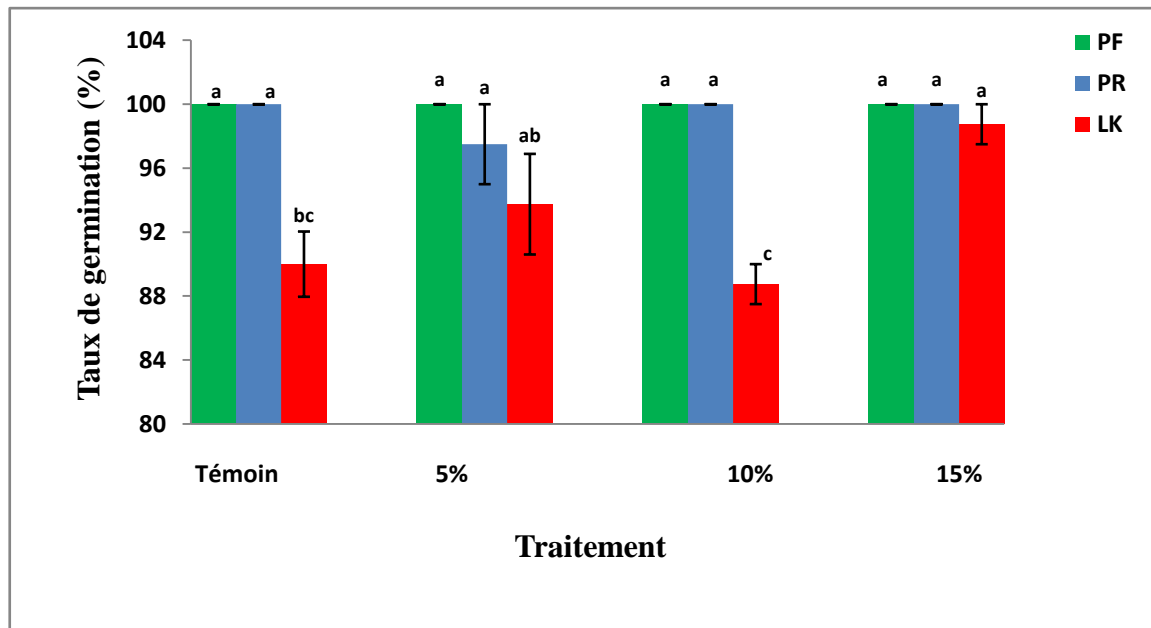


Figure 15 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%), sur les taux de germination du Pois Fournager (PF) (en vert) et d’Avoine Prévision (PR)(en bleu) et Lakhall (LK) (en rouge), dans les boites de pétri, après 12 jours de la mise en germination.

3.2. Effet sur la croissance des plantules :

L’effet sur la croissance a été évalué par la mesure du poids sec des plantules des différents lots (Témoin, 5%, 10% et 15% de PEG), chez les trois variétés, après 12 jours de la mise en germination (Figure 16 et Tableau 7).

Le test de Kruskal-Walis a montré une interaction des deux facteurs variété et concentrations de PEG sur le poids sec ($t_{g\sim vardose}=1.116^{e-05}<5\%$) et le package agricolae a classé les lots étudiés en six groupes :

- Groupe **a** englobant le Pois fourrager à 5% et 10% PEG donc ces deux concentrations de PEG ont le même effet sur le Pois fourrager
- Groupe **b** représentés par Pois fourrager témoin et à 15% de PEG
- Groupe **c** où se retrouvent l’Avoine Lakhall à 10% et 15% de PEG
- Groupe **cd** englobant quatre lots l’Avoine Lakhall 5% de PEG et l’Avoine Prévision à toutes les concentrations de PEG testées
- Groupe **de** représenté par un seul lot l’Avoine Lakhall témoin
- Groupe **e** qui contient un seul lot l’Avoine Prévision témoin

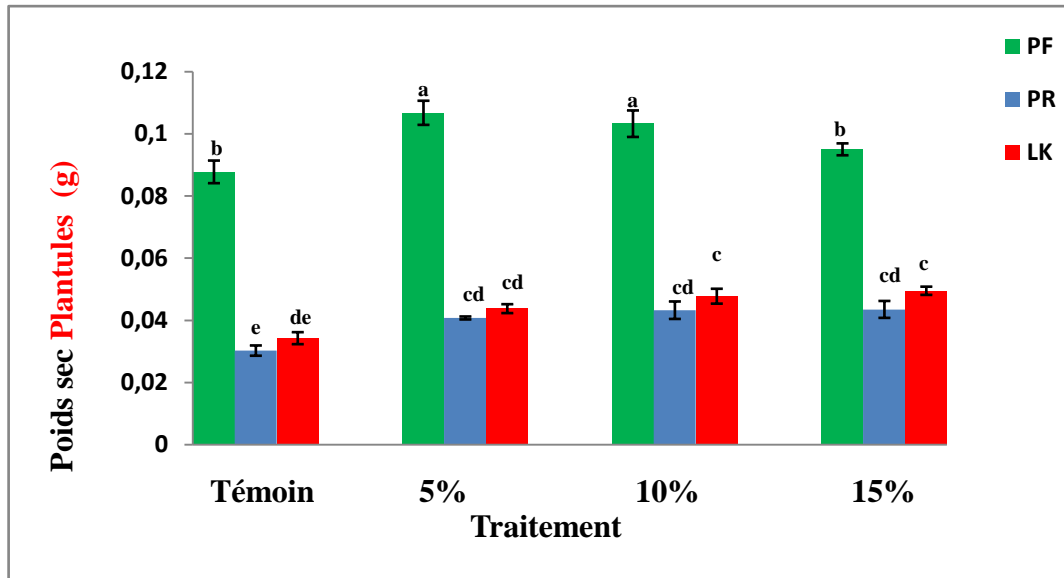


Figure 16 : Effet du PEG, à différentes concentrations (5%, 10% et 15%), sur le poids sec des plantules du Pois Fourrager (PF) (en vert) et d’Avoine Prévision (PR) (en bleu) et Lakhal (LK) (en rouge), dans les boîtes de pétri, après 12 jours de la mise en germination.

Chez le Pois fourrager, le PEG a eu un effet positif à 5% et 10% et n’a pas eu d’effet à 15%. Chez l’Avoine Prévision et Lakhal, il a eu un effet positif aux trois concentrations testées (Tableau 9).

Tableau 7 : Récapitulation des effets du Mancozèbe et du PEG sur le taux de germination (TG), le poids sec des plantules (PS) et le taux de levée (TL) des trois variétés Pois fourrager, Avoine Lakhal(LK) et Avoine Prévision (PR).

	Parameters	Var Dose	PF	PR	LK
Mancozèbe	TG(%)	T	98,75±1.25 (a)	76,25±3.14 (bc)	76,25±3.75 (bc)
		M1	100±0 (a)	82,5±4.78 (ab)	60±9.35 (c)
		M4	100±0 (a)	92,5±3.22 (a)	66,25±4.26 (bc)
		M6	100±0 (a)	70±7.35 (bc)	60±4.56 (c)
	PS (g)	T	0.05±0.002 (c)	0.026±0.001 (f)	0.029±0.0017 (ef)
		M1	0.08±0.002 (b)	0.02±0.0019 (ef)	0.03±0.0016 (ef)
		M4	0.09±0.004 (a)	0.03±0.002 (ef)	0.04±0.004 (d)
		M6	0.09±0.0023 (a)	0.03±0.0024 (ef)	0.04±0.003 (de)
	TL (%)	T	/	95±6.22	95±6.72
		M1	/	98.12±2.96	92.5±9.06
		M6	/	95.62±4.23	98.10±3.90
	PEG	TG (%)	T	100±0 (a)	100±0 (a)
5%			100±0 (a)	97.5±2.5 (a)	93.75±3.14 (ab)
10%			100±0 (a)	100±0 (a)	88.75±1.25 (c)
15%			100±0 (a)	100±0 (a)	98.75±1.25 (a)
PS (g)		T	0.08±0.003 (b)	0.03±0.0016 (e)	0.034±0.0019 (de)
		5%	0.10±0.003 (a)	0.40±0.0004 (cd)	0.43±0.001 (cd)
		10%	0.10±0.004 (a)	0.043±0.0028 (cd)	0.047±0.0023 (c)
		15%	0.09±0.0019 (b)	0.043±0.002 (cd)	0.049±0.0013 (c)

Tableau 8 : Récapitulation des effets du Mancozèbe et PEG sur le taux de germination (TG) des trois variétés Pois fourrager (PF), Avoine Lakhal(LK) et Avoine Prévision (PR).

Dose Variété	Mancozèbe			PEG		
	M1	M4	M6	5%	10%	15%
PF	0	0	0	0	0	0
PR	+	+	0	0	0	0
LK	-	0	-	+	-	+

0: pas d'effet

+: effet positif

-: effet négatif

Tableau 9 : Récapitulation des effets du Mancozèbe et du PEG sur le poids sec des plantules des trois variétés Pois fourrager, Avoine Lakhal (LK) et Avoine Prévision (PR) dans les boîtes de Pétri.

TG dose var	Mancozèbe			PEG		
	M1	M4	M6	5%	10%	15%
PF	+	+	+	+	+	0
PR	+	+	+	+	+	+
LK	0	+	+	+	+	+

0: pas d'effet

+: effet positif

-: effet négatif

4. Discussion :

L'objectif de notre travail est l'étude de l'influence du Mancozèbe, fongicide largement utilisé en Algérie (INPV, communication orale), à différentes doses, sur la germination et la croissance de deux espèces végétales d'une grande importance économique : une légumineuse, le Pois Fourrager et deux variétés d'Avoine Prévision et Lakhal. En effet, la germination est un événement critique pour le succès de l'établissement du cycle de vie des plantes; elle prédétermine largement les chances de survie des plantules jusqu'à la maturité (CHAUHAN *et al.*, 2009).

Dans des boîtes de Pétri, le Mancozèbe a eu des effets différents chez les trois variétés : un effet neutre chez le Pois fourrager aux trois doses testées, des effets positifs aux doses M1 et M4 et neutre à la dose M6 chez l'Avoine Prévision, par contre chez l'Avoine LK il a eu un effet négatif aux doses M1 et M6 et un effet neutre à la dose M4 sur la germination des graines.

Le Mancozèbe, aux différentes doses testées (M1, M4 et M6), a eu un effet positif sur les Pois Fourrager et l'Avoine Prévision. Chez l'Avoine Lakhal, le Mancozèbe a eu un effet positif aux doses M4 et M6 et un effet neutre à la dose M1 sur la croissance des plantules. Plusieurs auteurs ont étudié les effets de plusieurs pesticides sur la germination de nombreuses espèces végétales. Les pesticides peuvent avoir des effets positifs (stimulation), négatifs (inhibition) ou être sans effet (effet neutre) (Barriuso, 2003).

De nombreux pesticides, n'ont aucun effet négatif sur le taux de germination car diminuent le taux d'infection des graines et des plantules (Djeucap, 2013). La stimulation de la germination obtenue, pour les deux espèces étudiées, par le Mancozèbe, dans les boîtes de Pétri peut être due, dans notre cas, à une diminution des taux d'infection des graines. Généralement, les pesticides, essentiellement les fongicides, diminuent l'infection des graines donc augmentent les taux de germination car les graines infectées ne peuvent pas germer (Djeucap, 2013).

Les résultats obtenus montrent, également, que le Mancozèbe n'a pas d'effet sur la croissance, évaluée par le poids sec des plantules, des trois variétés. Selon Perrin (1986), les pesticides stimulent ou inhibent la croissance des plantes.

La dose prescrite et le double de la dose prescrite de Mancozèbe n'ont eu aucun effet sur la germination et la croissance de l'Avoine et de l'Orge (Amghar, 2018) et de la Gesse et du Trèfle (Habera, 2018), en boîtes de Pétri.

Dans le substrat, le Mancozèbe n'a eu aucun effet sur le taux de levée chez les deux variétés d'Avoine Prévision et Lakhal. L'élimination de ces pesticides par des processus physico-chimiques ou par la microflore du sol explique, généralement, les effets neutres des pesticides (Calvet *et al.*, 2005).

Ces résultats sont en accord avec ceux publiés par de nombreuses études qui ont signalé que les pesticides, d'une manière générale, peuvent avoir des effets : négatif, positif ou neutre.

L'étude de l'influence du PEG, à trois concentrations (5%, 10% et 15%), a montré qu'il n'a eu aucun effet chez le Pois fourrager et l'Avoine Prévision, aux différentes doses, alors que chez l'Avoine Lakhal, il a eu un effet positif, aux doses 5% et 15% et un effet négatif à 10% sur la germination des graines.

Chez le Pois fourrager, le PEG a eu un effet positif à 5% et 10% et n'a pas eu d'effet à 15%. Chez l'Avoine Prévision et Lakhal, il a eu un effet positif aux trois concentrations testées sur la croissance des plantules.

Plusieurs travaux ont rapporté que les graines de la plupart des espèces atteignent leur maximum de germination en eau distillée et que des concentrations élevées de PEG 6000 ont un effet négatif sur la germination et la croissance des plantules (Khan et Gulzak, 2003 ; Naidoo et Keit, 2006 ; Wei *et al.*, 2008 et Bouda et Haddoui, 2011). Cependant, certaines espèces et variétés paraissent plus sensibles au stress hydrique provoqué par le PEG. Chez deux variétés de *Zea mais*, c'est à partir de 30% de PEG 6000 (correspondant à un potentiel osmotique de -1,03 Mpa) que les taux de germination et la croissance diminuent significativement et aucune germination n'est observée à 40% de PEG (correspondant à un potentiel osmotique de -1,76 Mpa) mais le degré de diminution diffère entre les deux variétés étudiées (Mohammedkhari et Heidari, 2008). Le PEG à forte concentration engendre un stress hydrique provoquant une inhibition de l'absorption de l'eau par les graines à cause du potentiel osmotique élevé du milieu et une diminution de la quantité d'Oxygène dont la solubilité et la diffusion sont limitées par la viscosité élevée du PEG (Castañón-Nájera *et al.*, 2017).

Le PEG peut engendrer un retard de germination des graines (Benmiled *et al.*, 1986 ; Jaouadi *et al.*, 2010 ; Smaoui et Cherif, 1986) car le PEG provoque un stress hydrique et empêche la graine d'absorber l'eau.



Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons étudié l'effet de trois doses (la dose prescrite, le quadruple et le sextuple de la dose prescrite), d'un fongicide homologué et commercialisé en Algérie, le Mancozèbe et l'effet d'un stress hydrique, provoqué par le PEG, à trois concentrations différentes (5%, 10% et 15%) sur la germination (évaluée par les taux de germination) et la croissance (évaluée par le poids sec des plantules) de trois variétés : le Pois fourrager et deux variétés d'Avoine Prévision et Lakhal, dans les boîtes de Pétri.

Les résultats obtenus dans les boîtes de Pétri ont montré que le Mancozèbe :

Le Mancozèbe a eu des effets positif, négatif ou neutre selon la variété et la dose :

- n'a eu aucun effet sur la germination de la variété Safran de Pois fourrager aux trois doses testées,
- a stimulé la germination de l'Avoine Lakhal (M1 et M4)
- a eu un effet négatif (M1 et M6) sur la germination de l'Avoine Prévision
- a stimulé la croissance des trois variétés

La variété Safran de Pois fourrager est la variété la plus résistante et l'Avoine Lakhal la variété la plus sensible au Mancozèbe ce qui suggère l'existence de variabilités interspécifiques et intraspécifiques.

Les résultats obtenus dans les boîtes de Pétri ont montré que le PEG :

- n'a eu aucun effet sur la germination de la variété Safran de Pois fourrager et de l'Avoine Prévision
- a souvent stimulé la germination de l'Avoine Lakhal (5% et 15%)
- a stimulé la croissance des deux variétés d'Avoine aux trois concentrations (5%, 10% et 15%) et celle du Pois fourrager à 5% et 10%.

Sur substrat, le Mancozèbe n'a eu aucun effet (M1 et M6) sur le taux de levée des deux variétés d'Avoine (Prévision et Lakhal).

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

- ✓ d'étudier d'autres variétés de céréales et de légumineuses afin de sélectionner les plus résistantes au stress hydrique
- ✓ de reprendre ces expérimentations en testant l'impact d'autres fongicides utilisés dans les cultures.

Conclusion générale

- ✓ de réaliser ces expérimentations dans les conditions naturelles afin de comprendre l'impact du sol sur le devenir des fongicides.
- ✓ de compléter ces résultats par des dosages de paramètres physiologiques (protéines, sucres et chlorophylle....) afin de mieux comprendre les effets de ces fongicides sur le métabolisme de la plante.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and horizontal lines at the top and bottom. The corners are rounded, and there are grey circular accents at the top-left and top-right corners.

Références bibliographiques

- Agrawal A., et Sharma B., 2010.** Pesticides induced oxidative stress in mammalian systems. Int J Biol Med Res: 1(3). 90-104p.
- Aissaoui A., 2013.** Evaluation du niveau de contamination des eaux du barrage Hammam Grouz de la région d'Oued Athmania (Wilaya de Mila) par les activités agricoles. Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 75 p.
- Aksoy A., et Deveci A., 2012.** The Investigation of the Cytotoxic Effects of Some pesticides on Soybean (*Glycine max* L.). Cytologia 77(4): 475-483p.
- Aktar Md W., etSengupta D., 2009.** Impact de l'utilisation des pesticides en agriculture : leurs avantages et leurs dangers. Interdiscip Toxicol : 2 (1). 1-12p.
- Amghar., 2018.** Contribution à l'étude de l'influence d'un herbicide, le glyphosate et d'un fongicide, le Mancozèbe, sur la germination et la physiologie de deux céréales : *Hordeum vulgare* L. et *Avena sativa* L. 73p.
- Anonyme., 1971.** Exigence biologique des céréales. EdAvent n°13. 6-7p.
- Aouali S., et Douici K., 2009.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie. Ed. Institut Technique de Grandes Cultures (ITGC), El Harrach, Alger. 57p.
- Atamanalp M., et Telat Y., 2002.** Alterations in Hematological Parameters of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) exposed to Mancozeb. Turk J Vet Anim Sci: 27(3). 213- 217p.
- Aubertot J., N., Barbier J., M., Carpentier A., Gril J. J., Guichard L., Lucas P., Savary S., Savini I. et Voltz M., 2005.** Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref. France. 64p.
- Aubert Y., 2011.** Rôles de deux protéines à EF-Hand dans les réponses au stress hydrique et à l'acide abscissique - Analyse fonctionnelle de RD20, une caléosine et de CML9, une forme divergente de calmoduline. Thèse de Doctorat, université Paul Sabatier, Toulouse, France. 306p.
- Aya A., N.N'dri , Irié vroh-BI ., Patrice L., KouaméI &Irié A., Zoro BI., 2011.** Bases génétiques et biochimiques de la capacité germinative des graines: implications pour les systèmes semenciers et la production aliment, Université d'Abobo Adjamé, Abidjan, Cote d'Ivoire. 02 BP 801 Abidjan 02.aire, 120p.
- Barriuso E., 2003.** Estimation des risques environnementaux des pesticides. Edition Quae.Paris. 123p.
- Basf., 2014.** Journée Technique Fongicides Céréales, Opus une Triazole pas comme les autres. BASF : the chemical company. Guelma: 89 p.
- Batch D., 2011.** L'impact des pesticides sur la santé humaine. Thèse de Doctorat UniversitéPoincaré, nancy 1 faculté de pharmacie, lorraine, 185p.
- Bensalem M., 1998.** La qualité du céréale dans la région méditerranéenne, Tunisie, 61-62p.
- Bettati M., 2012.** Le droit international de l'environnement, *Odile Jacob*, Paris, 303p

- Blum A., 1996.** Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation* 20: 135-148p.
- Bouazak K., et Oussaid Y., 2013.** Reconnaissances et identifications des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge. Ed. Institut National de la Protection des végétaux. Alger. 31p.
- Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé, l'avoine et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176p.
- Bourbia Ait-Hamlet S., 2013.** Evaluation de la toxicité de mixture de pesticides sur un bio indicateur de la pollution des sols *H. aspersa*. Thèse Doctorat. Université Mokhtar, Annaba, 110 p.
- Bremness L., 1999.** Les plantes médicinales (le guide visuel de plus de 700 espèce végétales à travers le monde). Ed. maroc, Page: 37-90, 119-288p.
- Calvet R., Barriuso E., Benoit P., Bedos C., Charnay M.P., Coquet Y., 2005.** Les pesticides dans le sol. Conséquences agronomiques et environnementales. Editions France Agricoles, Paris, 637 p.
- Campbell C.A., et Zentner R.P., 1993.** Soil Organic Matter as influenced by crop rotation and fertilizer. *SoilSci. Soc. Am. J.* 57 : 1034-1040p.
- Castañón-Nájera G., Latornerie-Moreno L. et Gálvez Muñoz YA. 2017.** Effect of PEG 8000 and NaCl on germination and seedling traits of tropical maize (*Zea mays* L.). *YTON* 86: 290-29p.
- Chartzoulakisa K., Patakas A., Kofidis G., Bosabalidis A., et Nastoub A., 2002.** Water stress affects leaf anatomy, gas exchange, water relations and growth of two avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 95 : 39–50p.
- Chauhan J.S, Tomar Y.K, Indrakumar Singh N., Seema A. et Debara T.I., 2009.** Effect Of Growth Hormones On Seed Germination And Seedling Growth Of Black Gram And Horse Gram. *Journal of American Science* 5:79-84p.
- Chaves M.M., et Oliveira M.M., 2004.** Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal Experimental of Botany* 55(407): 2365-2384.
- Clément J., M., 1994.** Le technicien d'agriculture tropicale - les cultures maraîchères - Maisonneuve et Larousse - Larousse Agricole ACCT - CTA - Librairie Larousse 191- France.
- Clément et al., 1971.** Les céréales. Bailliére. Paris France. 351p.
- Clive Et Tomlin S., 2006.** The pesticides manual: a world compendium. BCPC, 14ème éd, pp1457.
- Combris P et al., 2007.** Les fruits et légumes dans l'alimentation: Enjeux et déterminants de la consommation, Expertise scientifique collective INRA, éditions Quae, 120p.
- Conseil International de Céréales (CIC), 2013.** <http://www.igc.int/fr/default.aspx>.
- Couvreur., 2002.** Fongicides des céréales et des protéagineuses. Edition ITCF, Paris, 216p.

- CPP., 2002.** Risques sanitaires liés à l'utilisation des produits phytosanitaires. Comité de la Prévention et de la Protection. Ed, Paris, p47.
- Derick R A., 1937.** L'Avoine du Canada. Bulletin du cultivateur. Ministère de l'Agriculture du Canada. Dominion .24p.
- Deysson G., 1967.** Physiologie et biologie des plantes vasculaires, croissance, production, écologie, physiologie. Ed Société d'édition supérieur. Paris, 335p
- Diallo B; Samba S.A.N ; Sane D et Diop T., 2013.** Effet du chlorure de sodium sur la germination de graines de Ricinus communis L. Int. J. Biol. Chem. Sci. 7(4): 1534-1544.
- Djeucap F G., 2013.** Contraintes de germination et diagnostic moléculaires des champignons associés aux maladies chez Ricinodendron Heudlotii au Cameroun. Thèse de doctorat. Université Laval Canada. 158p.
- 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.N.O). Thèse de doctorat. Université Mohammed V-Agdal, Rabat, 108p.
- Errami M., 2012.** Devenir Atmosphérique de Bupirimate et Transfert de ses métabolites (les diazines) dans l'atmosphère, sa dissipation dans les fruits de tomate et sa dégradation électrochimique, Université Ibn Zohr (Agadir, Maroc). Faculté des sciences, 86p.
- FAO 2012.** The state of food and agriculture. Food and agriculture organization of the united ,Washington State University, *Italy*, 106p.
- FAOSTAT., 2017.** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- FAOSTAT., 2004.** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- François Dugeny., 2010.** Connaissances des usages en Zone non Agricole, Produits phytosanitaires Risques pour l'environnement et la santé, Ile-de-France, 61p.
- Florent., 2001.** Florent Champy, *Sociologie de l'agriculture*, La Découverte, coll. « Repères », Paris, 2001, 122 p.
- Gagne C. ; 2003.** L'utilisation des pesticides en milieu agricole. Mémoire présenté à la commission sur l'avenir de l'agriculture et l'agroalimentaire Québécois, 16p.
- Guillaume Jean., 2013.** Ils ont domestiqué plantes et les animaux prelude à la civilisation, quae amazon, 13p.
- Gullino M. L., Tinivella F., Agroinnova A. G., Kemmitt G. M., Bacci L. et Sheppard B., 2010.** Mancozeb past present and future. Plant Disease: 94(9). pp 1076-1086.
- Habera., 2018.** Contribution à l'étude de l'influence d'un herbicide, le Glyphosate et d'un fongicide, le Mancozèbe, sur la germination, la croissance et la physiologie de deux Légumineuses: Lathyrus sativus L. et Trifolium resupinatum L), 88p.
- Hopkins Serge Rambour., 2003.** Physiologie végétale. 1ère édition de Boeck. Bruxelles. 514p.

- INRA., 2006.** Sécheresse et agriculture: réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Synthèse du rapport d'expertise scientifique collective, 76 p.
- Isenring R., 2010.** Les pesticides et la perte de biodiversité, Pesticide Action Network Europe, Ed, Europe, 28 p
- Jaoudi W., Hamrouni L., Souayeh N., Larbi-Khoudja M., 2010.** Etude de la germination des graines d'*Accacia torotils* sous différentes contraintes abiotiques. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 14 : 643-652.
- Jeam P., Catmrine T. et Giues L., 1998.** Biologie des plantes cultivées. Ed. Paris, 150p.
- Khan T. I., Dular A. K., Solomon D. M., 2003.** Biodiversity Conservation in the Thar Desert; with Emphasis on Endemic and Medicinal Plants. The Environmentalist, 23: 137-144
- Kheddam-Benadjal N., 2012.** Enquête sur la gestion des pesticides en Algérie et recherche d'une méthode de lutte alternative contre meloidogyne incognita. Mémoire de fin d'étude. Ecole supérieure agronomique el Harrach Alger. 78p
- Kherfi W et Brahmi ., (2011).** Mémoire étude de l'effet du stress sur la germination de blé dur (*triticum durum*).
- Lacroix M., 2002 :** Maladies des céréales et de la luzerne. Ministère de l'agriculture des pêcheries et de l'alimentation. Québec. 26 p.
- Lévy-Dutel L., Minker C., Sabas F., 2012 :** Son d'avoine et agar-agar. Un concentré de bienfaits pour votre santé et votre beauté, Ed. Eyrolles, Paris 147p.
- Lebon E., 2006.** Effet du déficit hydrique de la vigne sur le fonctionnement du couvert, l'élaboration du rendement et la qualité. INERA Sup Agro, UMR, Laboratoire d'Ecophysiologie des Plantes sous Stress Environnementaux.
- Leprun J.C., 1988.** Matière organique et conservation des sols, exemple brésilien. Cahier OROSTOM, série pédologie. Vol. XXIV. N°4. Page 333-334.
- Leroux P., 2003.** Mode d'action des produits phytosanitaires sur les organismes pathogènes des plantes. Biologie et pathologie végétales, C. R Biologie 9-21, route de saint-Cyr, Versailles cedex, France, 326p.
- Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Volume II. water, Radiation, Salt, and other stresses. New York: Academic Press, 365p.
- L'exemple de la bouillie bordelaise, Institut Technique d'Agriculture Naturelle ITAN, 7 p.
- Louchahi M., 2015.** Enquête sur les conditions d'utilisation des pesticides en agriculture dans la région centre de l'algérois et la perception des agriculteurs des risques associés à leur utilisation. Diplôme de magister. Ecole nationale supérieure d'agronomie. Alger, 103p.
- MADR., 2014.** Annuaire statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Pas de titre, l'Algérie en quelques chiffres, 16, rue Ahmed Maoued – Oran, 68p.
- MADR., 2016.** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques, cadre programmation par pays algérie, 120p.
- Marouf A., et Reynaud J., 2007.** La botanique de A à Z. 1662 définitions. Ed. Dunod : 286p.

- Matthews L.R., 1986.** The effect of water stress on the leaf area of *Cucumis melo*. A thesis Submitted to the Graduate Faculty of Texas Tech University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science, 70 p.
- Maunoury A., 2010.** L'impact négatif des pesticides sur la nutrition des plantes. L'étude des plantes sans leurs mycorhizes est l'étude d'artefacts. 185p.
- Mazliak., 1982.** Physiologie végétale, croissance et développement. Tome 3. Ed. Hermann éditeurs des sciences et des arts, collecte méthodes, Paris, 420p.
- Michel Couvreur., 2002.** Fongicides des céréales et des protéagineuse. Edition ITCF, Paris, 216p.
- Merhi M., 2008.** Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses, caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin, Doctorat de l'Université de Toulouse, 249p.
- Miri Y., et Mirjalili S.A., 2013** - Effects of Salinity Stress on Seed Germination and Some Physiological Traits in Primary Stages of Growth in Purple Coneflower (*Echinacea Purpurea*). International journal of Agronomy and Plant Production. Vol., 4 (1), 142-146.
- Mohammadkhari N., et Heidari R., 2008.** Water stress induced by Polyethylene Glycol 6000 and Sodium Chloride in two maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Sciences (11) 1: 92-97p.
- Moore M.T et Kröger R., 2010.** Effect of three insecticides and two herbicide on rice (*Oryza sativa*) seedling germination and growth. Arch Environ Contam Toxicol. 59: 574-581.
- Moreau J.M., 2008.** Livre blanc « Céréale » F.U.S.A. et CRA-W Gembloux : lutte contre les maladies. Département de phytopharmacie. France. N°6, 39p.
- Mouron P., Calabrese C., Breitenmoser S., Spycher S. et Baur R., 2013.** Evaluation de l'impact des insecticides sur la durabilité dans les cultures. Recherche Agronomique Suisse 4(9), 375p.
- Organisation Mondiale de la Santé., 1991.** Genève procès-verbaux des Commissions WHA44/1991/REC/3, 340p.
- Parnaud G., Tache S., Peiffer G., corpet , 2001.** Pluronic F68 block polymer, a very potent suppressor of carcinogenesis in the colon of rats and mice. Brit J. Cancer, 84, 90-93p.
- Pearen J.R., Pahl M.D., Wolynetz M.S., et Hermesh R., 1997.** Association of salt tolerance at seedling emergence with adult plant performance in slender wheat grass. Canadian Journal of Plant Science 77: 89p
- Perrin P., 1986.** Les agents pathogènes de sol en pépinières forestières. Prévision des risques lutte, station de recherches sur la flore pathogène dans le sol, société française de phytopathologie, Institut national de la recherche agronomique, 248p.
- Prado F.E., Boer C., Gallardo M., Gonzalez J.A. 2000.** Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar contents of *sorghum bicolor* L. Moench seeds under various abiotic stresses. Plant growth regulation. 40(2): 157-162.
- Quezel P. et Santa S., 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CNRS. 1090p.

- R. Atkinson.,1984.** Métabolites dans l'Atmosphère, Sa Dissipation dans les Fruits de Tomate et sa Dégradation Electrochimique, Thèse de Doctorat, Spécialité : Science d'Ingénieur, Université de Reims Champagne-Ardenne Ecole Doctorale Sciences, Technologies, Santé, 230p.
- Rahnama, H., Ebrahimzadeh, H., 2005.** The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedlings. - Biol. Plant. 49: 97p.
- Ramade F., 1978.** Ecotoxicologie. Ed.Masson. Paris. Edit. 125 p.
- Ramade F., 1979.** Ecotoxicologie. Ed.Masson. Paris, 2ème édition, 228 p.
- Ramade F., 2005-** Eléments d'écologie : écologie appliquée, Ed. Dunod, Paris, 6ème Édition, 864 p.
- Regnault-Roger C. 2005.** Produit de protection des plantes. Innovation et sécurité pour une agriculture durable. Edition Lavoisier, Tec et Doc, 341p.
- Rial-Otero R. Cancho-Grande B. Arias-Estévez M. López-Periago E. et Gándara J., 2003.** Procedure for the Measurement of Soil Inputs of Plant-Protection Agents Washed off Through Vineyard Canopy by Rainfall. *J. Agricult. FoodChem.*, 51 : 5041-5046p.
- Rioux A., 2009 :** Avoine fleurie (*Avena sativa*). Guide de production sous régie biologique. Filière des Plantes Médicinales Biologiques du Québec. Magog, Québec, 30p
- Rocher F., 2004.** Lutte chimique contre les champignons pathogènes des plantes : Evaluation de la systémie phloémienne de nouvelles molécules à effet fongicide et d'activateurs de réaction de défense. Thèse de Doctorat de l'Université de Poitiers,163p.
- Samuel O., et Saint-Laurent L., 2001.** Guide de prévention pour les utilisateurs de Pesticides en agriculture maraîchère.Ed.Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail Du Québec IRSST. 89 p.
- Skiredji, A., 2002.** La patate, le navet, le chou, le petit pois, le haricot, fiche technique,Institut Agronomique et vétérinaire, Hassan II. Agadir-Maroc, 116p.
- Siddiqui Z.S., Ahmed S. et Zaman A.U. 2001.** Effects of methyl thiophanate (Systemic Fungicide) on Germination, seedling growth, biomasse and Phenolic content of resistant and susceptible varieties of *Triticum aestivum*. *Pakistan Journal of Biological Science.* 4(10):1198-1200p.
- Sirodot G.E., 2016.** L'avoine, description, classification, Etude du grain des variétés Françaises et Etrangères, culture, Thèse de Doctorat, 66p.
- Smaoui A., Cherif A., 1986.** Effet de la salinité sur la germination des graines de cotonnier. In : Colloque sur les végétaux en milieux arides. Jerba 8-10 septembre 1986. Faculté des sciences de Tunis. ACCT. 578-585p.
- Soltner D., 2005.** Les Grandes Productions Végétales céréales- plantes sarclées-prairies. 20ème Ed: Collection Sciences et Techniques Agricoles. pp 458-464p.
- Tarja L., et Tanski H., 2002.** Mycorrhizal growth in pure cultures in the presence of pesticides. *Microbiological Research.* 127-13.
- Tellier S., Desrosiers R, Duchesne RM, Samuel O., 2006.** Les pesticides en milieu agricole: état de la situation environnementale et initiatives prometteuses, Direction des politiques en

milieu terrestre, Services des pesticides, Ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 21-90p.

Vanderwef H., 1997. Evaluer l'Impact des Pesticides sur l'Environnement, Courrier de l'environnement de l'INRA n°31, 18p.

Venancio W.S., Rodrigues M.A.T., Begliomini E. et Souza N.L.D. 2003. Physiological effects of strobilurin fungicide on plants, exact soil Sci. Agri. Eng., Ponta Gross. 9(3): 59-68.

Zhu J.K. 2001. Plant salt tolerance. Trends in plant science. 6(2): 66-71.

Zillinsky F.J., (1983). les maladies des céréales à paille. Guide d'identification. Ed. Cimmiti. Mexico. 142p.

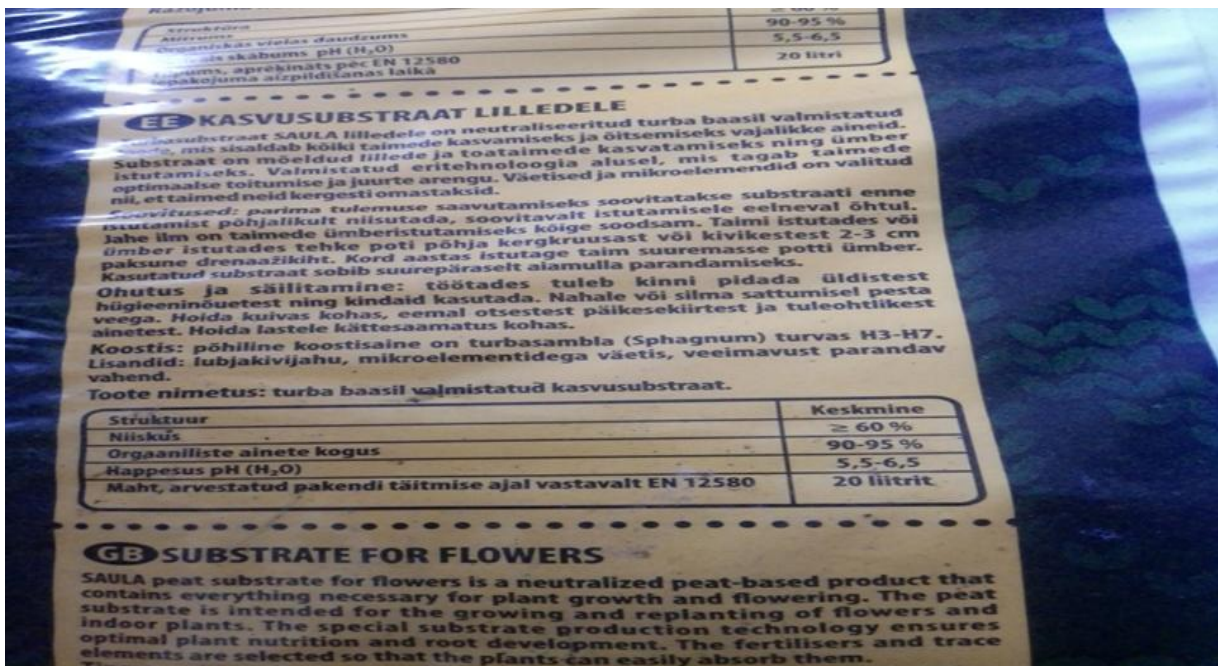


Annexes

Annexe 1: Emballage du Mancozèbe utilisé



Annexe 2 : Emballage du terreau utilisé



Résumé

L'étude de l'influence d'un fongicide, le Mancozèbe à différentes doses et du stress hydrique provoqué par le PEG à différentes concentrations, sur la germination et la croissance de deux variétés d'Avoine (Prévision et Lakhal) et d'une variété de Pois fourrager, a été réalisée dans des boites de Pétri. Les résultats ont montré que les effets exercés par le Mancozèbe et le PEG dépendent de la dose ou de la concentration et de la variété. Ces effets sont neutres, négatif ou positif. Dans un substrat, le Mancozèbe n'a eu aucun effet sur le taux de levée des deux variétés d'Avoine étudiées (Prévision et Lakhal).

Mots clés : *Avena sativa* L., *Pisum sativum* L., Mancozèbe, PEG, Germination, Taux de levée, Croissance.

Abstract

The influence of a fungicide, Mancozeb at different doses and the water stress caused by PEG at different concentrations, on the germination and growth of two varieties of oats (Prévision and Lakhal) and a variety of forage peas, was studied in Petri dishes. The results showed that the effects exerted by Mancozeb and PEG depend on the dose or concentration and the variety. These effects are neutral, negative or positive. In a substrate, Mancozeb had no effect on the emergence rate of the two oat varieties studied (Prévision and Lakhal).

Key words: *Avena sativa* L., *Pisum sativum* L., Mancozèbe, PEG, Germination, Rate emergence, Growth

ملخص

يقترح العمل الحالي دراسة تأثير مبيد الفطريات وهو Mancozeb ، والإجهاد المائي الذي يحفز PEG على الإنبات والنمو ومعدل ظهور نوعين من الحبوب وهو الشوفان (تنبؤ و لاخال) (*Avena sativa* L) ومجموعة متنوعة من البقوليات وهي البازلاء العلفية (*Pisum sativum* L) ، تنبت البذور في أطباق بتري وتحكمها ومعالجتها. والشوفان (التنبؤ والكحل) في الركيزة. عند درجة حرارة محيطية تبلغ 25 ± 2 درجة مئوية. الكلمات المفتاحية: *Pisum sativum* L ، *Avena sativa* L ، الإنبات ، معدل الظهور ، النمو ، Mancozeb ، PEG ، الإجهاد المائي.