



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention  
Du diplôme de master 2 en science de la nature et de la vie

Spécialité : phytopharmacie et protection des végétaux

### Thème

L'effet allélopathique d'huile essentielle d'orange douce *citrus sinensis* sur la croissance total de blé dur (*Triticum durum*)

Présenté par :

ELGHRIBI ROUFAIDA

HADJ YUCEF SOUMIA

Devant le jury composé de :

Mr.DJAZOULI.Z.E	Pr	U.BLIDA1	Président
Mr.MOUSSAOUI.k	MAA	U.BLIDA1	Promoteur
Mme.BABA AISSA.K	MAA	U.BLIDA1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE 2018/2019

# Remerciement

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terre notre formation de master et pouvoir réaliser ce travail de recherche.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre encadreur

Mr MOUSSAOUI Kamel qui nous a fourni le sujet de ce mémoire et nous a guidé de ses précieux conseils et suggestions, et la confiance qu'il nous a témoignés tout au long de ce travail.

Nous tenons à gratifier les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

J'adresse aussi nos remerciements à Mm Amina chef de laboratoire de zoologie aussi a Mm Souhila chef de laboratoire de phytopharmacie et a Mm Karima chef de laboratoire d'amélioration Mm la doyenne Benrima, nos remerciement a Mr Zouaoui Ahmed chef de département de biotechnologie et à tous les enseignants de la spécialité phytopharmacie et protection des végétaux.

En fin, un grand remerciement à tous ceux qui, d'une façon ou d'une autre, ont participé à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*C'est grâce à dieu le tout puissant qui m'a donnée le courage et la volanté pour achever ce modeste travail que je dédie :*

*À mes chers parents (Mustapha et Fatima Zahra), qui ont toujours rêvé de me voir arriver à ce stade. Pour leur amour, leur confiance, leur compréhension, leur soutien, leur conseil, leur tendresse, leur orientation et leur sacrifice.*

*A mon frère et ma sœur (Abderrahim et Noussaïba)  
Je leur souhaite le bonheur et la bonne santé.  
Qu'ALLAH me les gardes.*

*A tous mes amis qui sont toujours à mes côté dans les bons Moments (Safaa et imene).*

*A toute ma promo de la spécialité  
phytopharmacie et protection des végétaux*

*A toute ma famille  
Et à tous ceux qui me sont chers*

*Roufaïda*

# DEDICACES

*Je dédie ce travail,*

*Mon premier remerciement va à Allah de m'avoir donné la capacité, la force et la patience*

*A mon père, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir*

*A ma mère pour tous les soutiens et sacrifices*

*A mes sœurs et toute ma famille.*

*A tous mes amis*

*A mon promoteur Mr Moussaoui*

*A tous mes enseignants qui m'ont accompagné tout le long de mon cursus*

*A mon cher binôme qui m'a accompagné tout au long de ces années*

# Sommaire

<b>Remerciement</b>	
<b>Dédicace</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Liste d'abréviation</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Introduction</b> .....	02
<b>chapitre 1 : synthèse bibliographie</b> .....	03
1.1 Synthèse bibliographique sur blé dur.....	03
1.1.1 Généralité sur le blé dur.....	03
1.1.2 Classification botanique.....	03
1.1.3 Origines génétique et géographique du blé dur ( <i>Triticum durum</i> Desf.).....	03
1.1.4 Importance de la culture.....	04
1.1.4.1 Dans le monde.....	04
1.1.4.2 En Algérie.....	05
1.1.5 Cycle de développement du blé.....	08
1.1.6 Le climat et la sélection.....	09
1.1.6.1 Le climat.....	09
1.1.6.2 La sélection.....	10
1.2 Présentation des huiles essentielles.....	10
1.2.1 Définition.....	10
1.2.2 Répartition et localisation des huiles essentielles.....	11
1.2.3 Notion de chémotype.....	12
1.3 Synthèse bibliographique sur l'allélopathie.....	12
1.3.1 Histoire et définitions de l'allélopathie.....	12

1.3.2 Généralités sur les allélochimiques.....	13
1.3.3 Les effets des allélochimiques sur les plantes.....	13
1.3.4 Métabolites des plantes.....	14
1.3.4.1 Métabolites primaires .....	14
1.3.4.2 Métabolites secondaires.....	14
1.3.5. Mode d'action des composé alléopathiques.....	14
<b>Chapitre 2 : matériels et méthodes</b>	
2.1 But de l'essai .....	16
2.2 Présentation du site d'étude.....	16
2.3 Matériels végétaleutilisés :.....	17
2.3.1 L'huile essentielle d'orange douce.....	17
2.3.2 Le blé dur <i>Triticum durum</i> variété simeto .....	17
2.4 Partie expérimentale.....	19
2.4.1 Préparation des solutions .....	19
2.4.2 Préparation d'essai in vivo.....	19
2.4.3 Dispositif expérimentale.....	19
2.4.4 Suivi journalier .....	21
2.4.5 Préparation d'essai in vitro.....	22
2.4.6 Dispositif expérimental.....	22
2.4.7 Suivi journalier.....	23
2.4.8 Analyses statistiques.....	24
<b>Chapitre 3 : Résultats et discussion</b>	
I. Résultats .....	27
3.1. Essai 1 in vivo .....	28
3.1.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	28

3.1.2. L'évolution de taux de germination du blé ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet temporelle.....	29
3.1.3. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	31
3.1.4. L'effet des différentes doses sur les adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	32
3.2. Etude statistique .....	33
3.2.1. Effet de différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur <i>Triticum durum</i> variété simeto (essai1)...	33
3.2.2. Effet de différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai1).....	34
3.2.3. Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai1).....	35
3.3. Essai 2 in vivo.....	36
3.3.1. l'effet des différentes doses sur la germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	36
3.3.2. L'évolution de taux de germination du blé ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet temporelle.....	37
3.3.3. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	39
3.3.4. L'effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	40
3.4. Etude statistique .....	42
3.4.1. Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai2).....	42
3.4.2. Effet des différentes doses du traitement sur la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai2) .....	43



3.4.3. Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto (essai2).....	44
3.5. Essai in vitro .....	44
3.5.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto.....	45
3.5.2. L'évolution de taux de germination du blé ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) sous l'effet temporelle.....	46
3.5.3. L'effet des différentes doses du traitement sur le nombre des racines du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto.....	47
3.5.4. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur racinaire (LR) du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto.....	49
3.6. Essai in vitro.....	50
3.6.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto .....	50
3.6.2. L'effet des différentes doses du traitement sur le nombre moyen des racines du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto	51
3.6.3. L'effet des différentes doses sur LR de blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto.....	52
3.7. Etude comparative .....	53
3.7.1. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur la germination du blé dur ( <i><b>Triticum durum</b></i> ) variété simeto	53
3.7.2. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur la longueur de LPA du blé dur <i><b>Triticum durum</b></i> variété simeto.....	54
3.7.3. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur l'apparition des adventices du blé dur <i><b>Triticum durum</b></i> variété simeto .....	55

3.7.4. Comparaison entre les deux types de culture (in vivo x in vitro) avec les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ).....	56
3.7.5. Comparaison entre les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur et les adventices (essai1).....	57
3.7.6. Comparaison entre les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur et les adventices (essai2).....	58
3.8. Etude statistique.....	59
3.8.1. comparaison entre les différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto .....	59
3.8.2. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de LPA du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	60
3.8.3. L'effet des différentes doses du traitement sur l'apparition des adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto.....	61
3.8.4. L'effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto entre les deux cultures (in vivo x in vitro).....	62
3.9. Etude statistique.....	63
3.9.1. Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur <i>Triticum durum</i> variété simeto (essai1)	63
3.9.2.Effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai1)...	63
3.9.3.Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai1).....	64
3.9.4.Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai2).....	64
3.9.5.Effet des différentes doses du traitement sur la partie aérienne du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai2).....	65

3.9.6.Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai2).....	65
3.9.7.Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai in vitro)	66
3.9.8.Effet des différentes doses du traitement sur la longueur racinaire du blé dur (essai in vitro).....	66
3.9.9.Effet des différentes doses du traitement sur le nombre des racines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) variété simeto (essai in vitro).....	66
II. Discussion.....	68
<b>Conclusion</b> .....	71
<b>Référence bibliographique</b>	

# Liste des figures

## Liste de figure

<b>Figure 1.1</b> :statistique des céréales en Algérie .....	6
<b>Figure 1.2</b> :Dispersion de production du céréales en Algérie.....	7
<b>Figure 1.3</b> :Cycle de développement de blé.....	8
<b>Figure1.4</b> : Poches sécrétrices des huiles essentielles des Citrus dans feuilles.....	11
<b>Figure 1.5</b> : Quelques exemples d'appareil sécréteur.....	11
<b>Figure2.1</b> : la serre de la station expérimentale de département biotechnologie.....	16
<b>Figure 2.2</b> : présentation de site d'étude.....	17
<b>Figure 2.3</b> :l'huile essentielle d'orange douce ( <i>citrus sinensis</i> ).....	17
<b>Figure 2.4</b> : Ticket de l'échantillon du blé dur.....	18
<b>Figure2.5</b> :les graines du blé dur variété simeto.....	18
<b>Figure 2.6</b> : Préparation du traitement.....	19
<b>Figure 2.7</b> :la plantation des graines du blé dans des pots en plastique.....	20
<b>Figure 2.8</b> :L'irrigation des boites par les traitements.....	20
<b>Figure 2.9</b> : le blé dur (variété simeto) traités par les quatre traitements.....	21
<b>Figure 2.10</b> : le blé dur (variété simeto) traités par les quatre traitements (témoin + les trois doses).....	21
<b>Figure2. 11</b> : installation des boites de pétri dans le phytotron.....	22
<b>Figure2. 12</b> :Graines du blé dur <i>Triticum durum</i> variété simeto une boite de pétri témoin et des autres traitées par l'HE de <i>citrus sinensis</i> .....	23
<b>Figure 2.13</b> : Mesure de la longueur de la racine du blé dur traité par le bioproduit à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	24
<b>Figure2. 14</b> : schéma réduplicative de deux essais in vivo.....	25
<b>Figure2. 15</b> : schéma réduplicative de l'essai in vitro.....	26
<b>Figure 3.1</b> : L'effetallélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur <i>Triticum durum</i> . (Simeto).....	28
<b>Figure3.2</b> : L'évolution de taux de germination du blé <i>Triticum durum</i> sous l'effet temporelle.....	29
<b>Figure 3.3</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> ,sur la longueur de LPA du blé dur <i>Triticum durum</i> . (Simeto).....	31

<b>Figure 3.4</b> : allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur les adventices du blé dur <i>Triticum durum</i> . (Simeto).....	32
<b>Figure 3.5</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur <i>Triticum durum</i> . (Simeto).....	33
<b>Figure 3.6.</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle citrus sinensis, sur la longueur de LPA du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	34
<b>Figure 3.7</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur les adventices du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	35
<b>Figure 3.8</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	36
<b>Figure 3.9</b> :L'évolution de taux de germination du blé <i>Triticum durum</i> sous l'effet temporelle.....	37
<b>Figure 3.10</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur LPA du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	39
<b>Figure 3.11</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur l'apparition des adventices.....	40
<b>Figure 3.12</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	42
<b>Figure 3.13</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur LPA du blé dur <i>Triticum durum</i> . ....	43
<b>Figure 3.14</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur les adventices du blé <i>Triticum durum</i> (simeto).....	44
<b>Figure 3.15</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	45
<b>Figure 3.16</b> : L'évolution de taux de germination du blé <i>Triticum durum</i> sous l'effet temporelle .....	46
<b>Figure 3.17</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur le nombre moyen des racines du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	47
<b>Figure 3.18</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur longueur de la partie racinaire de blé dur <i>Triticum durum</i> . ....	49
<b>Figure 3.19</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la germination du blé dur ( <i>Triticum durum</i> .) .....	50
<b>Figure 3.20</b> :L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur le nombre moyen des racines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ). ....	51

<b>Figure 3.21</b> : L'effet allélopathique d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> , sur la longueur racinaire (LR) du blé dur <i>Triticum durum</i> .....	52
<b>Figure 3.22</b> : taux de germination avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	53
<b>Figure 3.23</b> : la longueur de LPA avec les différentes doses (essai1 x essai2) de traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	54
<b>Figure 3.24</b> : le taux des adventices du blé dur avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> ....	55
<b>Figure 3.25</b> : taux de germination avec les différentes type de culture (in vitro x in vivo) avec le traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> ..	56
<b>Figure 3.26</b> : comparaison entre le taux de germination et les adventices avec le traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	57
<b>Figure 3.27</b> : comparaison entre le taux de germination et les adventices avec le traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	58
<b>Figure 3.28</b> : taux de germination avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	59
<b>Figure 3.29</b> : la longueur de LPA avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	60
<b>Figure 3.30</b> : le taux des adventices du blé dur avec les différentes doses(essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	61
<b>Figure3.31</b> :taux de germination avec les différentes type de culture (in vitro x in vivo) avec le traitement à base d'huile essentielle <i>citrus sinensis</i> .....	62

# Liste des tableaux



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.1</b> : Les principaux producteurs du blé (en tonnes).....	5
<b>Tableau 1.2</b> : représente des importations du blé dur en quantité(tonne) et en valeur (millions USD) des 11 premiers mois de l'année 2017 et 2018.....	7
<b>Tableau 2.1</b> : les caractéristiques du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) (variété simeto).....	18
<b>Tableau 3.1</b> : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	63
<b>Tableau 3.2</b> : modèle appliqué aux valeurs de la longueur de LPA des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	63
<b>Tableau 3.3</b> : modèle appliqué aux valeurs de la germination d'adventices des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	64
<b>Tableau 3.4</b> : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	64
<b>Tableau 3.5</b> : modèle appliqué aux valeurs de la longueur de LPA des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	65
<b>Tableau 3.6</b> : modèle appliqué aux valeurs de la germination d'adventices des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	65
<b>Tableau 3.7</b> : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses..	66
<b>Tableau 3.8</b> : modèle appliqué aux valeurs de la LR des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	66
<b>Tableau 3.9</b> : modèle appliqué aux valeurs du nombre de racines des graines du blé dur ( <i>Triticum durum</i> ) sous l'effet des différentes doses.....	67

# Liste des abréviations

# Abréviations

**%** : pourcentage

**ADV** : espèces adventices

**C°** : Degrés Celsius

**CNIS** : le Centre National de l'Informatique et des Statistiques des Douanes

**Df** : faible dose 1<sup>er</sup> essai sous serre

**df** : faible dose 2<sup>ème</sup> essai sous serre

**DF** : forte dose 1<sup>er</sup> essai sous serre

**dF** : forte dose 2<sup>ème</sup> essai sous serre

**dfb** : faible dose essai in vitro

**dFb** : forte dose essai in vitro

**DM** : moyenne dose 1<sup>er</sup> essai sous serre

**dm** : moyenne dose 2<sup>ème</sup> essai sous serre

**dmb** : moyenne dose essai in vitro

**HE** : huile essentielle

**LPA** : longueur de partie aérienne

**LR** : longueur racinaire

**NBR** : espèces adventices

**ONFAA** : l'Observatoire National des Filières Agricoles et Agroalimentaires

**P** : Probabilité

**TG** : taux de germination

# Résumé

## Résumé

### L'effet allélopathique d'huile essentielle d'orange douce *Citrus sinensis* sur la croissance total de blé dur (*Triticum durum*)

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet allélopathique d'un bioproduit à base d'huile essentielle d'orange douce *Citrus sinensis* avec différentes doses sur la germination des graines ; la croissance des parties aérienne et racinaire sur la plante céréalière *Triticum durum* variété simeto ainsi que l'apparition des adventices les plus abondantes dans la culture de blé dur.

Les tests biologiques ont montré que les résultats de l'huile essentielle d'orange douce a un effet positive selon la variation des solutions formulés à différentes doses (df 0,005% dm 0,007% dF 0,01% Df 0,1% Dm 0,2% DF 0,3%) sont réaliser en trois essais : deux in vivo et une in vitro.

Les trois doses de l'essai in vitro (df 0,005% dm 0,007% dF 0,01%) ont stimulé la germination et ont un effet allélopathique positif sur la longueur de la partie aérienne et le nombre de racines.

Les doses (Df 0,1% Dm 0,2% DF 0,3%) de l'essai in vivo ont inhibé relativement la croissance de la partie aérienne.

Les résultats d'effet de bioproduit à base de l'huile essentielle du *Citrus sinensis* sur les adventices avec les doses (Df 0,1% Dm 0,2% DF 0,3%) ont retardé leur apparition tandis que sous l'effet des doses (df 0,005% dm 0,007% dF 0,01%) au début ont marqué un retard dans l'apparition des adventices puis un effet allélopathique positif sur la germination et le développement de la partie aérienne du blé.

**Mots clés :** Allélopathie, *Citrus Sinensis*, *Triticum durum*, inhibition, germination, stimulation, huile essentielle.

## **Abstract :**

### **Allelopathic effect of sweet orange essential oil *citrus sinensis* on total durum wheat growth (*Triticum durum*)**

The objective of this work is the study of the allelopathic effect of sweet orange essential oil *citrus sinensis* of a bioproduct with different doses existence of in vivo and in vitro allelopathic phenomena on seed germination; the growth of aerial and root parts on the cereal plant *Triticum durum* the simeto variety as well as the appearance of the most abundant weeds in durum wheat crops.

The biological tests showed the results that sweet orange essential oil has a positive effect depending on the variation of the concentrations formulated at different doses (df 0.005% dm 0.007% dF 0.01% Df 0.1% "Dm 0.2% DF 0.3%) are performed in three trials: two in vivo and one in vitro.

The three in vitro doses (df 0.005% dm 0.007% dF 0.01%) stimulated germination and had a positive Allelopathic effect on the length of the aerial and root part.doses (Df 0.1% "Dm 0.2% DF 0.3%) in vivo relatively inhibited aerial and root growth.

The effect results of *citrus sinensis* on weeds with doses(df 0.005% d 0.007% dF 0.01%) delayed their appearance while under the effect of the doses (df 0.005% dm 0.007% dF 0.01%) at the beginning showed a delay in the appearance of weeds then a positive Allelopathic effect on germination and aerial development of wheat

Key words: alelopathy, *citrus sinensis* , *triticum durum* , wheat,weeds, inhibition,germination ,stimulation ,groth,doses.

## المخلص

### التأثير الاليلوباتي لزيت الأساسي للبرتقال الحلو على نمو الكلي للقمح الصلب (*Triticum durum*)

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الاليلوباتي لزيت الاساسي للبرتقال الحلو *citrus sinensis* بجرعات مختلفة داخل المختبر وفي البيت البلاستيكي على إنبات البذور؛ وتأثيره على نمو الأجزاء الهوائية والجذرية لنبات القمح الصلب *Triticum durum* الصنف simeto وكذلك تأثيره على ظهور الأعشاب الضارة في محاصيل القمح الصلب.

لقد لاحظنا تأثير إيجابي أوضحتها الاختبارات البيولوجية أن الزيت العطري *citrus sinensis* حسب جرعات مختلفة (df 0.005% dm 0.007% dF 0.01% Df 0.1%, Dm 0.2% DF 0.3%) حيث تمت هذه الدراسة على ثلاثة تجارب: تجربتان في بيت بلاستيكي وواحدة في المختبر

حفزت جرعات الثلاثة (df 0.005% dm 0.007% dF 0.01%) الإنبات وكان لها تأثير إيجابي على الجزء العلوي لنبات وعلى الجذور وهذا على مستوى المختبر و على مستوى البيت البلاستيكي . اما الجرعات التالية (Df 0.1% : 0.3 DF 0.2% Dm %) اثرت سلبا على نمو نبات القمح على مستوى البيت البلاستيكي. وفي نفس الوقت هذه الجرعات أخرت نمو الحشائش الضارة.. بالنسبة للجرعات التالية:

(df 0.005% dm 0.007% dF 0.01%) في البداية اخرت نمو الأعشاب الضارة ولكن مع الأخير حفزت نموهم

الكلمات الدالة: الاليلوباتي , الانبات , التحفيز, زيت أساسي *Citrus Sinensis , Triticum durum*

# Introduction



### Introduction

Depuis longtemps, les céréales, notamment le blé est devenu un produit de première nécessité à l'échelle mondiale. Son importance dépasse le rôle traditionnel considéré comme aliment (**Ammar, 2015**) De plus, la majeure partie de l'alimentation est fournie par les aliments en grain, dont 96% sont produits par les cultures céréalières tels que le blé, l'orge, le seigle, le riz, le maïs, le triticale...etc. (**Bouzerzour et al., 2000**)

En Algérie, la céréaliculture a une importance stratégique puisqu'elle est à la base de la sécurité alimentaire du pays. Le blé dur et le blé tendre sont les céréales les plus cultivées pour l'alimentation humaine, devant le triticale en tant que matière première de la fabrication des aliments du bétail (**Fourar-belaifa, 2015**)

Selon **Godon (1985)** En Algérie le blé dur (*Triticum durum Desf.*) a acquis au cours des siècles une véritable valeur symbolique, du fait de son importance dans l'agriculture et l'alimentation humaine. Son grain constitue un produit de base dans l'alimentation des algériens (couscous, pain...), il est considéré aussi comme une très grande ressource de protéine et d'hydrate de carbone, il renferme également des acides aminés, des lipides et des vitamines, en outre ses sous produits (paille) servent d'aliments pour le bétail

L'Algérie avant les années 1830 exporte son blé au monde entier. Actuellement l'Algérie importe son blé et se trouve dépendante du marché international. Par sa position de grand importateur de blé l'Algérie achète plus de 5% de la production céréalière mondiale, cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (**chellali, 2007**).

Tous les végétaux contiennent les métabolites secondaires mis leur répartition selon les organes, les tissus et leur type dépend de chaque espèce, parmi ces métabolites secondaires on cite les huiles essentielles (les huiles volatiles) (**Judd et al, 2002**).

Les huiles essentielles, essences ou huiles volatiles, sont un extrait pur et naturel provenant de plantes aromatiques (**Wegrzyn et Lamendinh, 2005**). Elles sont le produit de la distillation d'une plante ou d'une partie de plante. Il s'agit de substances odorantes, volatiles, résinoïdes, de consistance huileuse mais sans corps gras, plus

ou moins fluides, très concentrées, souvent colorées, offrant une forte concentration en principes actifs (**Solène, 2012 ; Lorrain, 2013**).

Des effets inhibiteurs de une plante à une autre libération des produits chimiques composés dans l'environnement est appelé allélopathie. (**Hablaoui et Hakkoum, 2013**).

L'allélopathie est tout effet direct ou indirect, positif (stimulation) ou négatif (inhibition), d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre par le biais de composés biochimiques (métabolites secondaires) libérés dans l'environnement (atmosphère et sol) (**Gallet et Pellissier, 2002**)

Pour mettre en évidence le phénomène d'allélopathie, la plupart des essais sont effectués en laboratoire ou en serre en conditions contrôlées. (**Kalinova et Vrchatova, 2009**). En conditions naturelles, l'étude est plus complexe car les interactions biotiques et abiotiques du sol peuvent influencer la présence des composés allélopathiques. De plus, de nombreux facteurs, comme les conditions environnementales ou l'état phytosanitaire de la plante, influencent la synthèse et la libération de ces molécules (**Duke, 2015**). En général des allélochimiques sont des molécules phytotoxiques, qui exercent leurs effets à des quantités faibles, mais constantes ou des concentrations croissantes sur des longues périodes (**Duke, 2015**). L'effet allélopathique peut être dû à un composé allélochimique ou à un mélange de molécules. Une fois libérés dans le sol, les propriétés physiques, chimiques et biologiques des allélochimiques changent (**Latif et al., 2016**). En plus, les composés peuvent être transformés et dégradés par les microbes du sol (**Massalha et al., 2017**).

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir allélopathique des bioproduits formulé à base de l'huile essentielle l'orange douce ***citrus sinensis*** sur la germination, la croissance du partie aérienne et la croissance racinaire de blé dur ***Triticum durum*** et sur l'apparition des adventices.

# Chapitre 1

Synthèse bibliographique

## 1.1 Synthèse bibliographique sur blé dur

### 1.1.1 Généralité sur le blé dur

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

### 1.1.2 Classification botanique

Embranchement : Spermaphytes.

Sous embranchement : Angiospermes.

Classe : Monocotylédones

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Sous-famille : Festucoideae

Tribu : Triticeae

Sous-tribu : Triticineae

Genre : *Triticum*. (**Feillet, 2000**)

### 1.1.3 Origines génétique et géographique du blé dur (*Triticum durum* Desf.)

La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la zone du croissant fertile au proche Orient. C'est à cette époque que des nomades commencent à ramasser une plante sauvage de la famille des graminées proche de notre blé actuel l'Engrain : (*Triticum monococcum* L), appelé également « petit épeautre » ou locular. Celui-ci sera domestiqué par l'homme entre 9500 et 8500 ans avant Jésus-Christ (**Feillet, 2000**)

Le blé est une monocotylédone appartenant au genre *Triticum*, tribu des Triticeae famille des Poaceae. Trois groupes de *Triticum* sont connus, répartis selon le nombre de leurs chromosomes (**Lesage, 2011**)

1/Le groupe diploïde (2 x 7 chromosomes) comprend *Triticum monococcum* (en grain) et *T. spontaneum*, qui font partie des formes les plus anciennement cultivées, caractérisées par des épis grêles où les grains restent enveloppés par les glumelles.

2/Le groupe tétraploïde (4 x 7 chromosomes) comprend *T. dicoccoïde* (amidonnier sauvage), *T. dicoccum* (amidonnier), *T. turgidum* et *T. durum* (blé dur), à épis denses dont les graines riches en gluten servent à fabriquer les pâtes alimentaires.

3/Le groupe hexaploïde (6 x 7 chromosomes), représenté par *T. vulgare*, ou *T. aestivum* (blé tendre) et *T. spelta* (épeautre), comprend la majorité des blés à épis assez larges et aux graines riches en amidon nécessaires à la fabrication du pain. Le froment ou blé tendre (*Triticum aestivum*), est de loin l'espèce la plus cultivée de ce genre avec le blé dur (*T. durum*), qui sert à préparer la semoule pour fabriquer des pâtes alimentaires (**Benseddik et Benabdelli, 2000**)

#### 1.1.4 Importance de la culture

##### 1.1.4.1 Dans le monde

La consommation totale du blé est stable et est maintenue à 688 millions de tonnes en 2014 du fait d'une consommation de 2 % que connaît l'utilisation à des fins d'alimentation animale, à laquelle s'ajoute l'offre abondante de céréales secondaires affichant des prix plus compétitifs, vient contrebalancer la hausse de 1,4 % de l'utilisation à des fins d'alimentation humaine (**FAO, 2013**). Les stocks de blé sont de 180 millions de tonnes en 2014, soit une hausse de 14 pour cent (22 millions de tonnes) par rapport à l'année 2013. Le blé est la céréale la plus cultivée au monde (**FAO, 2013**). Confronté aux conséquences du risque lié au changement climatique associé à une population mondiale estimée à 9 milliards pour l'année 2050, le niveau de production actuel ne suffira pas pour répondre à la demande future (**FAOSTAT, 2013**).

L'Union Européenne est le premier producteur mondial du blé. La production provient essentiellement d'Italie, d'Espagne, de France et de Grèce. La Chine continentale vient en deuxième position, suivie de l'Inde, des États-Unis, de la Russie, du Canada, d'Australie et des pays d'Asie (Pakistan, Ukraine, Turquie, Kazakhstan Iran et Ouzbékistan, plus l'Égypte et l'Argentine (Tab.1). (**FAOSTAT, 2013**)

Moy. Ann	2008/10	2009	2010	2011	2012	2013	2011/13	2014	Variation ((%) 2013/2014
UE	141,8	138,5	136,5	142,0	132,6	142,5	137,6	145,0	1,8
Chine continentale	114,2	115,1	115,1	113,0	120,5	120,6	120,1	121,3	0,5
Inde	80,0	80,7	80,8	81,5	94,9	88,43	91,8	92,3	2,2
Etat -Unis	62,8	60,4	60,1	56,6	61,7	59,6	58,0	57,5	3,5
Russie	55,7	61,7	41,5	55,0	37,7	54,3	48,7	55,9	-4,0
Canada	26,2	26,8	23,2	25,0	27,2	28,5	30,0	28,6	-20,4
Australie	23,2	21,9	26,3	24,0	22,0	23,1	26,5	24,9	-5,6
Pakistan	22,8	24,0	23,3	24,0	24,0	25,1	24,3	25,0	-1,8
Ukraine	20,7	20,8	17,8	21,0	15,8	18,4	19,9	18,7	-11,6
Turquie	19,3	20,6	19,5	19,8	20,1	20,2	21,3	20,5	-10,5
Kazakhstan	14,3	17,0	10,0	15,6	10,3	17,09	16,3	18,0	-8,0
Iran	12,4	13,0	14,5	13,2	13,8	14,12	13,8	13,8	-1,4
Argentine	10,4	8,8	14,0	13,5	13,7	11,49	10,6	13,6	3,3
Egypte	8,3	8,5	8,5	8,6	8,7	8,93	8,7	9,2	0,0
Ouzbékistan	6,5	6,5	6,7	6,6	6,7	6,9	6,6	6,5	-5,5
Total mondial	674,4	685,5	655,9	698,7	660,4	716,2	692,6	704,0	-1,7

**Tableau 1.1** : Les principaux producteurs de blé (en tonnes) (FAOSTAT, 2013)

#### 1.1.4.2 En Algérie

Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale.

Durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017, la superficie des céréales occupe en moyenne annuelle 40% de la Superficie Agricole Utile (SAU).

La superficie ensemencée en céréales durant la décennie 2000-2009 est évaluée à 3 200 930 ha, desquelles, le blé dur et l'orge occupent la majeure partie de cette superficie avec 74% de la sole céréalière totale.

Durant la période 2010-2017, cette superficie a atteint en moyenne 3 385 560 ha, en évolution de 6% par rapport à la période précédente (2000-2009).

La production réalisée des céréales au cours de la période 2010-2017 est estimée à 41.2 Millions de quintaux en moyenne, soit un accroissement de 26% par rapport à la décennie 2000-2009 où la production est estimée en moyenne à 32.6 Millions de quintaux. La production est constituée essentiellement du blé dur et de l'orge, qui

représentent respectivement 51% et 29% de l'ensemble des productions de céréales en moyenne 2010-2017.(Anonyme,2018)

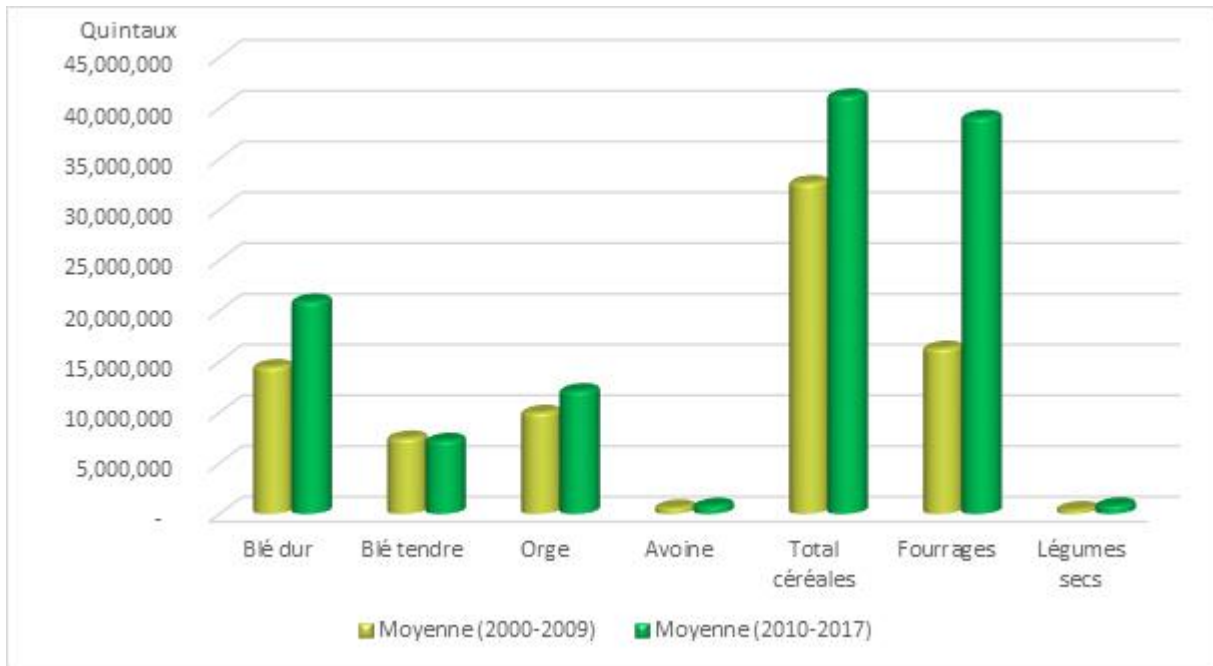


Figure 1.1:statistique des céréales en Algérie (Anonyme,2018)

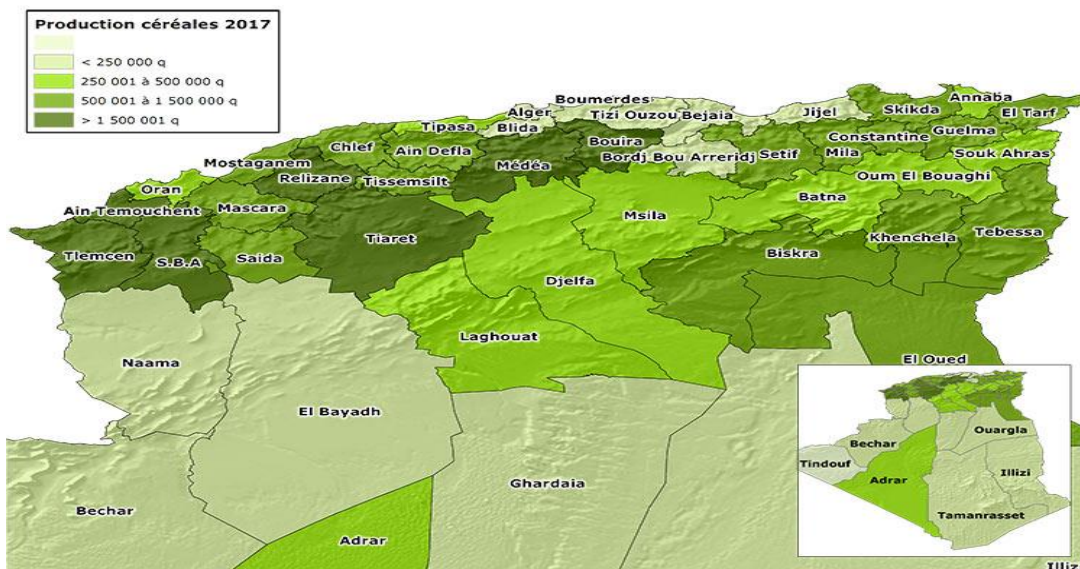


Figure 1.2 :Dispersion de production des céréales en Algérie (Anonyme, 2018)

Les importations de l'Algérie en blé ont atteint un record historique de 6,35 millions de tonnes en 2008 contre 4,85 millions de tonnes en 2007.

C'est ce que révèlent les statistiques recueillies auprès du Centre national de l'informatique et des statistiques. Ces quantités considérables ont coûté un montant colossal de 3,12 milliards de dollars, contre 1,39 milliard de dollars en 2007. L'Algérie est classée actuellement quatrième importateur mondial de blé, après l'ensemble des pays de l'Union européenne, le Brésil et l'Egypte. Les achats algériens d'or jaune ont largement dépassé les prévisions du Conseil international des céréales qui tablait sur des importations de l'ordre de 5,6 millions de tonnes à la fin de 2008. Cette hausse, qui grève lourdement le budget de l'Etat, est le fait de la mauvaise récolte céréalière durant la campagne 2007-2008. Affectée par la sécheresse, la production nationale en céréales n'a pas excédé 2,1 millions de tonnes, contre 4,1 millions de tonnes récoltées durant la campagne précédent. **(Anonyme, 2018)**

**Tableau1.2 : l'importation du blé dur en quantité (tonne) et en valeur (millions USD) des 11 premiers mois de l'année 2017 et 2018**

Années	Quantités	Valeur (USD)	Million
2017	1594033	459	
2018	1483664	440.5	
Variation	-7%	-4%	
Tendance	↓	↓	

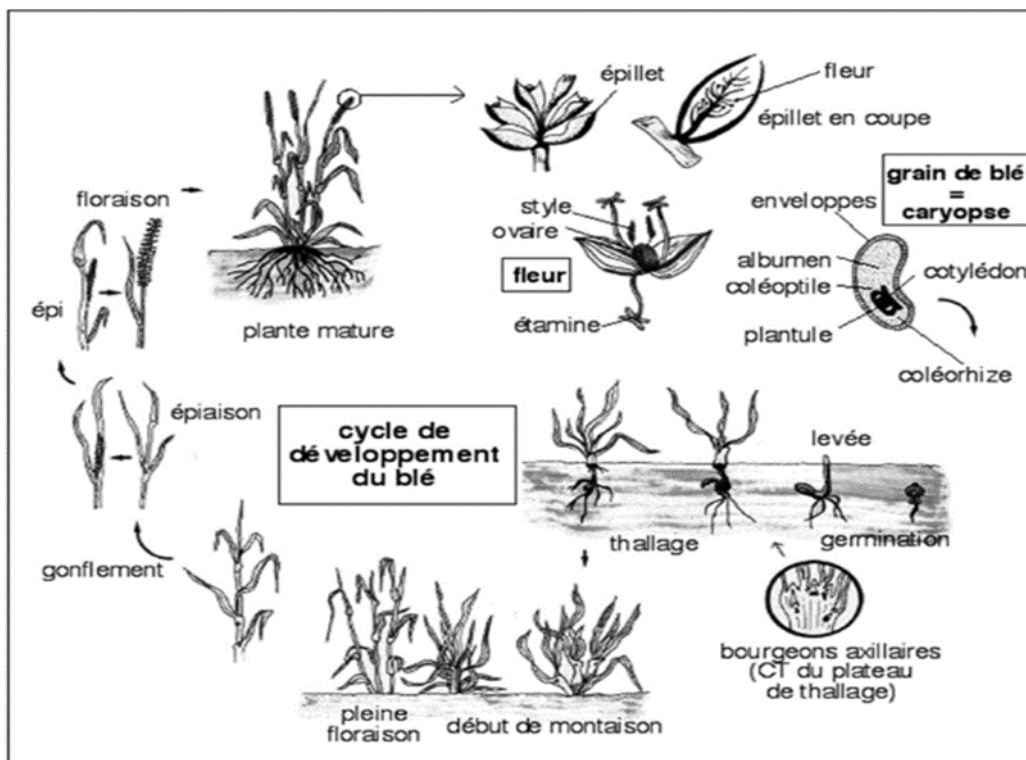
**Source : ONFAA à partir des données CNIS**

Le total des importations du blé dur, pour les onze premiers mois de l'année 2018 a atteint 1,48 millions de tonnes (soit 440,5 millions USD), avec une diminution de 7 % en quantité et une diminution de 4 % en valeur par rapport à la même période de l'année 2017. **(Allilouche, 2019)**



### 1.1.5 Cycle de développement du blé

Le blé possède un cycle biologique annuel réparti en périodes végétative et reproductrice (**Soltner, 2005**). Pour **Gautier (1991)** la maturation constitue une troisième période. Selon **Boyeldieu (1999)**, le cycle végétatif du blé s'accomplit en trois 3 grandes périodes. La première période végétative ; débute de la germination à la fin du tallage. La période reproductrice ; s'étend du redressement à la fécondation. Elle apparaît au cours du tallage et regroupe la formation de l'ébauche de l'épi, l'initiation florale (montaison-gonflement) et la méiose-fécondation. La troisième période est caractérisée par la formation et la maturation des grains, elle est repérée de la fécondation à la maturation complète du grain.



**Figure 1.3:** Cycle de développement de blé (**Henry et al., 2000**)

### 1.1.6 Le climat et la sélection

#### 1.1.6.1 Le climat

L'évolution du climat est marquée par des changements importants au niveau planétaire. Parmi ces changements, on note la variation de la température et de la pluviométrie. La fin du siècle passé a connu une augmentation de température de

l'ordre de 0.2° C par décade (**Hansen et al, 2006**). Ces changements ont été liés en grande partie aux activités humaines dont l'émission de gaz à effet de serres (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat, (**Giec 2007**). La vitesse moyenne du réchauffement de l'atmosphère, au cours des cent dernières années, est de 0,74 °C/siècle. Ces changements vont se poursuivre et les conclusions du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), exposées dans son 4ème rapport publié en 2007 ne laissent plus de doute quant au sens de cette évolution allant vers un réchauffement qui pourrait être compris entre +1,4 à +6,4°C d'ici 2100. Par conséquent la production des cultures pluviales et particulièrement les céréales seront variables au cours des années. La culture du blé dépend essentiellement de la pluviométrie naturelle. La production du blé est cependant très fortement tributaire des variations climatiques locales et interannuelles. Au vu des prévisions et des incertitudes sur l'évolution future du climat, la compréhension des caractères biologiques complexes qui déterminent l'adaptation du blé au climat, est une perspective intéressante, qui pourrait contribuer à la gestion de l'impact du changement climatique. Plusieurs paramètres qu'ils soient physiologiques (photosynthèse, conductance stomatique, teneur en chlorophylle, potentiel hydrique, etc.), biochimiques, ou agronomiques sont utilisés comme des indicateurs pour élucider l'effet d'un stress hydrique et l'état physiologique de la plante. (**Giec 2007**).

#### 1.1.6.2 La sélection

Bien que la sélection classique des céréales, ait obtenu des résultats encourageants elle ne parvient plus aujourd'hui à évoluer aussi rapidement. L'amélioration du blé porte maintenant sur des caractères très complexes, présentant en majorité une distribution continue (**Maccaferri et al, 2006**). Parmi les nouvelles méthodologies permettant d'étudier de tels traits, l'utilisation de méthodes d'association phénotypes/génotype, grâce aux techniques de génotypage moléculaire à l'aide de marqueurs moléculaires, Le principe est de réaliser une corrélation statistique entre la variation phénotypique observée pour un caractère et la variation allélique observée au niveau génétique. (**Ibrokhim et al, 2008**)

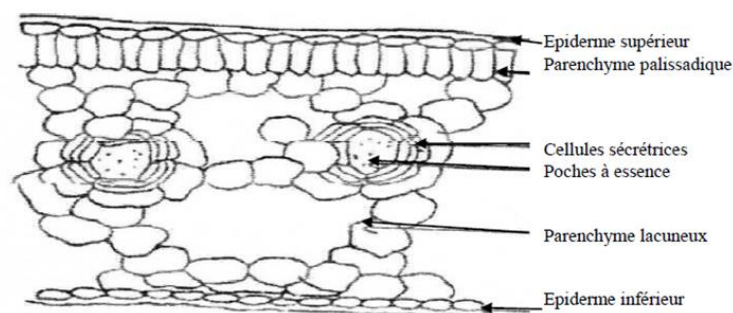
## 1.2 Présentation des huiles essentielles

### 1.2.1 Définition

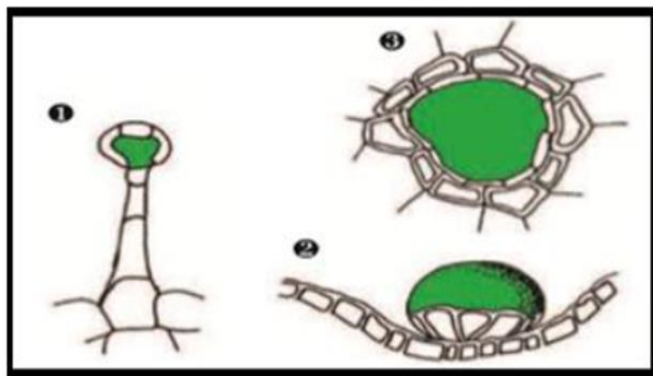
Une huile essentielle est la fraction odorante volatile extraite des végétaux. C'est le parfum concrétisé de la plante, un véritable concentré. Elle peut être extraite de différentes parties d'un végétal : les feuilles (ex : eucalyptus), les fleurs (ex : camomille), l'écorce (ex : la cannelle), le bois (ex : le cèdre), le zeste (ex : agrume) et bien d'autres encore : les graines, les baies, les fruits, le bulbe Vous avez forcément déjà été en contact avec certaines huiles essentielles. Par exemple, lorsque vous épluchez une orange ou une clémentine, ce qui sent fort et pique les yeux, c'est de l'huile essentielle (**Festy, 2014**).

### 1.2.2 Répartition et localisation des huiles essentielles

Les huiles essentielles se rencontrent dans tout le règne végétal, cependant, elles sont particulièrement abondantes chez certaines familles telles que les lamiacées, les conifères, les rutacées, les ombellifères, les myrtacées et les poacées (**Lakhdar, 2015**). Elles sont présentes dans différents organes végétaux producteurs, variant en fonction de la zone productrice du végétal (**Lamendin, 2004**) comme les sommités fleuries (ex : Lavande, Menthe...), dans les racines ou rhizomes (ex: Vétiver, Gingembre), dans les écorces (ex : Cannelles), le bois (ex: Camphrier), les fruits (ex: Citron), les graines (ex: Muscade). Elles sont contenues dans des structures spécialisées, à savoir, les poils, les canaux sécréteurs et les poches (**Couic-Marinier et Lobstein, 2013**).



**Figure1.4:** Poches sécrétrices des huiles essentielles des Citrus dans feuilles.(**Ferhat et al., 2010**).



1 poil face inférieure feuille de Sauge officinale ;

2 poils glandulaires d'Hysope officinale ;

3 canal glandulaire schizogène de feuille de pin.

**Figure 1.5 :** Quelques exemples d'appareil sécréteur (**Grosmond, 2007**).

### 1.2.3 Notion de chémotype

Le chémotype d'une HE est une référence précise qui indique le composant biochimique majoritaire ou distinctif, présent dans l'HEs. C'est l'élément qui permet de distinguer des HEs extraites d'une même variété botanique mais, d'une composition biochimique différente. Cette classification permet de sélectionner les HEs pour une utilisation plus précise, plus sûre et plus efficace. Ce polymorphisme chimique existe chez certaines espèces telles que *Thymus vulgaris*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare*. Il est important de noter que les HEs à chemotypes différents présentent non seulement des activités différentes mais aussi des toxicités très variables (**Pibiri, 2006**).

## 1.3 Synthèse bibliographique sur l'allélopathie

### 1.3.1 Histoire et définitions de l'allélopathie

Le phénomène de l'allélopathie est connu depuis plus de 2000 ans. Ce phénomène consiste à l'interférence chimique d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. Le terme allélopathie a été présenté pour la première fois par **Molisch en 1937**. Ce terme est dérivé du mot grec « allelo » les uns des autres (Ang. Of one another) et de « pathia » de souffrir (Ang. suffering) et indique l'effet préjudiciable de l'une sur l'autre, c'est à dire l'inhibition de la croissance d'une plante par une autre grâce à la production et la libération de substances chimiques toxiques dans l'environnement (**Ben meddour, 2010**).

L'allélopathie c'est une interaction chimique à distance exercée entre plants d'espèces différentes par l'intermédiaire des substances, généralement toxiques (antibiotiques, toxines, inhibiteurs de germination ou de croissance) excrétées par leurs racines ou par leurs feuilles dans le milieu environnant (air, eau, sol) (**Foret, 2004** in **Belaidi, 2014**).

Le terme d'allélopathie a été autrichien, en 1937 pour décrire les interactions biochimiques néfastes et bénéfiques entre tous les types de plantes incluant les micro-organismes. **Rice, 1984**, renforce cette définition dans sa monographie sur l'allélopathie (la première sur ce sujet) : « Tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante (micro-organismes inclus) sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement.

Dès l'antiquité, l'homme a observé que certains végétaux d'autres espèces voisines gênaient le développement d'autres espèces voisines. : Théophraste remarquait que le pois chiche détruisait les mauvaises herbes et Pline que le noyer ne laissait pousser aucune plante sous son feuillage. (**Marnotte et al, 1998**). Au siècle dernier, De Candolle suggéra que la fatigue des sols pourrait être due à des exsudats des cultures. (**Chadda, 2008**).

En **1937**, à la fin de sa vie, **Hans Molish** publie son dernier livre, consacre aux interactions chimiques entre plantes, largement illustrées par les effets de l'éthylène sur la maturation des fruits. A cette occasion, il propose d'utiliser le terme d'allélopathie pour décrire ce type de relations interspécifiques faisant appel à des médiateurs chimiques.

En **1984**, **Rice** pose les fondements de l'allélopathie « moderne » et la définit comme un effet positif ou négatif, direct ou indirect, d'un végétal-micro-organisme inclus-sur un autre, par le biais de composés chimiques libérés dans l'environnement. Cette définition prévaut aujourd'hui et illustre bien en quoi ce type d'interaction diffère du parasitisme et de la symbiose (où il y a contact direct entre les protagonistes) ainsi que de la compétition (dans laquelle une ressource commune et limitée est exploitée par les protagonistes). Des phénomènes allélopathiques ont pu être détectés à la fois dans des écosystèmes naturels ou soumis à la gestion humaine, et des applications pratiques commencent à voir le jour notamment pour les agro systèmes (**Regnault-Roger et al., 2008**).

### 1.3.2 Généralités sur les allélochimiques :

La libération de substances organiques par divers végétaux peut se révéler toxique (**Parry, 1982**). Les substances chimiques synthétisés par les plantes allélopathiques qui exercent des influences sur d'autres plantes sont appelées allélochimiques (Ang allelochemicals ou allelochemicals). La plupart des allélochimiques sont classés comme des métabolites secondaires et produits dérivés de la principale voie métabolique de la plante. Souvent, leur fonctionnement dans la plante est inconnu.

Les allélochimiques sont libérés dans l'environnement par l'exsudation racinaire, la lixiviation par la surface des différentes parties, la volatilisation et /ou par la décomposition des matières végétales (**Rice, 1984**).

### 1.3.3 Les effets des allélochimiques sur les plantes :

L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leurs germinations, leurs croissances et leurs développements. En effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé. Les variations morphologiques sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement : des effets sur l'allongement de la tigelle et de la radicule (coléoptile et coléorhiz des poacées).

Ces variations peuvent être observées aux stades post-levés sur le développement des pousses et des racines (**kruse et al. 2000**). De nombreux métabolites secondaires peuvent participer à ces interférences. Un des exemples

Classiques concerne l'action inhibitrice qu'exerce le noyer (*Juglans nigra* L.) sur le développement de différentes espèces herbacées ou ligneuses.

Il faut souligner la capacité des substances allélopathiques à rester actives dans le sol après la disparition de la végétation qui les a produites. L'allélopathie (contrairement à la compétition pour les ressources) peut continuer à influencer la croissance des semis même lorsque son origine n'existe plus (**Timbal, 1994**).

### 1.3.4 Métabolites des plantes

#### 1.3.4.1 Métabolites primaires

Le métabolisme peut également être subdivisé différemment. Par exemple toutes les cellules renferment des glucides phosphorylés, des acides aminés, des lipides et des acides nucléiques, ces molécules qui sont à la base de la machinerie moléculaire de la cellule sont dénommées métabolites primaires (**Belaidi, 2014**).

#### 1.3.4.2 Métabolites secondaires

Les métabolites secondaires se définissent comme des molécules produites par des organismes vivants (plantes, champignons, bactéries...) et qui ne jouant pas de rôle direct pour les fonctions vitales de l'organisme, c'est-à-dire la nutrition, la croissance, et la reproduction (**Houël, 2011**). Ils jouent nécessairement un rôle important de par la machinerie enzymatique complexe nécessaire à leur production. Ils ont des rôles écologiques (allomone, phéromone...). Ces molécules représentent une grande source potentielle d'agents thérapeutiques (**Thomas, 2009**).

### 1.3.5 Modes d'action des composés allélopathiques

**Rice (1984)** a indiqué que les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires. En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes. Il est important de remarquer que les doses efficaces sont la plupart du temps très élevées et qu'on observe de fortes variations (inhibition ou stimulation) en fonction de la dose. Selon **Ferguson et al. (2003)**, les substances allélopathiques agissent sur :

- La division cellulaire : la coumarine inhibe la mitose dans les racines d'oignon
- La croissance et synthèse : les composés phénoliques ont une action sur la
- Régulation des hormones de croissance ;
- La photosynthèse et respiration : la scopolétine réduit la photosynthèse chez le tournesol et le tabac par fermeture des stomates ;
- La perméabilité membranaire : les composés phénoliques accroissent le flux de potassium hors des tissus racinaires ;
- L'absorption minérale : l'acide férulique inhibe l'absorption de potassium par les plantes (confusion avec les effets de la compétition) ;

Il y a d'autres effets visibles de composés allélopathiques, selon **Zeghad, (2009)**.

- Disparition d'un stade de végétation.
- Ils peuvent modifier le cycle d'azote.
- Les substances allélopathique influent sur la relation plante\_ eau



# Chapitre 2

Matériels et méthodes



**Matériel et méthode :****2.1. But de l'essai :**

Le but de notre travail est basé sur l'étude de l'effet allélopathique de bioproduit formulé à différentes doses dont la matière active est l'huile essentielle d'orange douce (*Citrus sinensis*) tester sur la germination, la croissance de la partie aérienne, la longueur racinaire du blé dur (*Triticum durum*.) et sur les adventices les plus abondantes dans la culture du blé dur (*Triticum durum*).

**2.2. Présentation du site d'étude**

Notre étude s'est étalée sur une période de 3 mois, de février jusqu'en avril 2019.

Les différentes expérimentations ont été effectuées dans les structures suivantes

- Laboratoire amélioration des plantes du département biotechnologie (Université de Blida) afin de réaliser notre essai in vitro.
- La serre au niveau de la station expérimentale du département biotechnologie (Université de Blida) afin de réaliser notre essai in vivo.



**Figure 2.1 :** la serre de la station expérimentale de département biotechnologie (Université Blida) (original 2019).



**Figure 2.2** : présentation de site d'étude (Google Earth, 2019)

Pour réaliser notre essai, nous avons utilisé l'huile essentielle d'orange douce (*Citrus sinensis*) et on a testé sur le blé dur (*Triticum durum*) variété simeto.

❖ **L'huile essentielle d'orange douce**



**Figure 2.3** : l'huile essentielle d'orange douce (*Citrus sinensis*) (original, 2019)

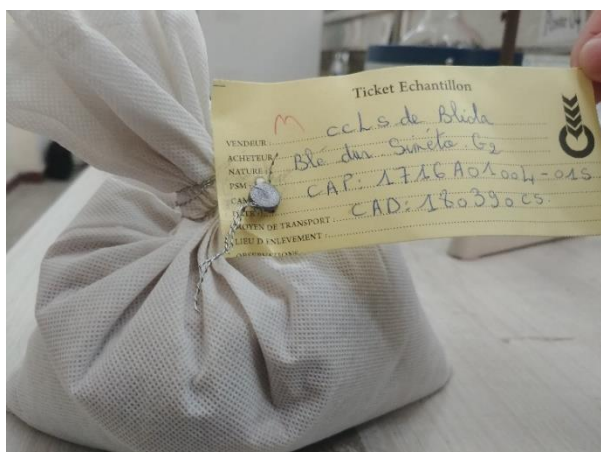
❖ **Le blé dur *Triticum durum* variété simeto**

Vendeur : CCLS d'El Affroun

Nature : Blé dur Simeto G2

CAP : 1716AO1004-01S

CAD : 180390CS



La figure 2.4 : Ticket de l'échantillon De blé dur (Original, 2019)

la figure 2.5: les graines de blé dur variété simeto (Original, 2019)

Tableau 1 : les caractéristiques du blé dur *Triticum durum*(variété simeto)

Variété	Caractéristique
<b>Origine</b>	Introduite à l'Italie
<b>Caractéristiques morphologiques</b> Compacité de l'épi Couleur de l'épi Hauteur de la plante à la maturité	Demi-lâche Blanc 90-100 cm
<b>Caractéristiques culturelles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Cycle végétatif</li> <li>○ tallage</li> <li>○ tolérances aux maladies et aux différentes conditions climatiques</li> <li>• Au froid</li> <li>• A la verse</li> <li>• à la sécheresse</li> <li>• à la maladie</li> <li>- Rouille brune</li> <li>- Oïdium</li> <li>- Septoriose</li> <li>- Fusariose</li> </ul>	Semi - précoce Fort  Résistante Moyennement résistante Résistante  sensible résistante sensible sensible
<b>Caractéristiques qualitatives</b> PMG Mitadinage et moucheture Qualité sommelière	48g Bonne résistance Très bonne

(ITGC ; 2006)

### 2.3. Partie expérimental

### 2.3..1. Préparation des solutions

Au niveau de laboratoire de phytopharmacie on a préparé des solutions liquides à base de la solution mère à 10% d'huile essentielle *citrus sinensis*. le protocole établi consiste à faire deux essais in vivo et un essai in vitro chaque essai contient quatre traitements (témoin + trois doses différentes)



**Figure 2.6 :**Préparation du traitement (original 2019)

### 2.3.2 Préparation d'essai in vivo

Après l'installation des lots remplis par la tourbe au niveau de la serre (conditions semi contrôlée) nous avons mis 6 graines de blé dur (variété simeto) dans chaque lot et ensuite nous avons arrosé ce dernier par 20 ml de chaque solution préparé

### 2.3.3 Dispositif expérimentale

Le protocole établi consiste à faire 04 traitements (témoin+ trois dose) et chaque traitement est répété 05 fois au total nous avons 20 lots pour chaque essai.



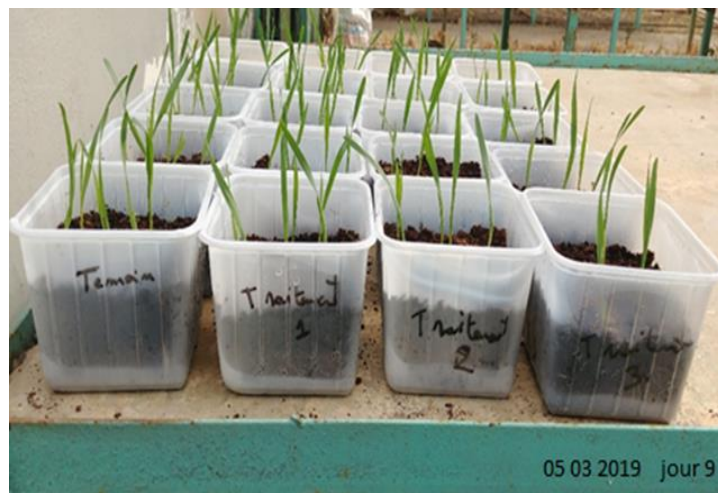
**Figure 2.7:** la plantation des graines du blé dans des pots en plastique (original, 2019)



**Figure 2.8 :** L'irrigation des boîtes par les traitements (original, 2019)

#### 2.3.4 Suivi journalier

Un suivi quotidien a été réalisé durant 25 jours, afin de faire le comptage de la germination du blé, la longueur de la partie aérienne et le nombre des adventices



**Figure 2.9** : le blé dur (variété simeto) traités par les quatre traitements (témoin + les trois doses) du premier essai (Original, 2019)



**Figure 2.10** : le blé dur (variété simeto) traités par les quatre traitements (témoin + les trois doses) du deuxième essai (Original, 2019)

### 2.3.5 Préparation d'essai in vitro

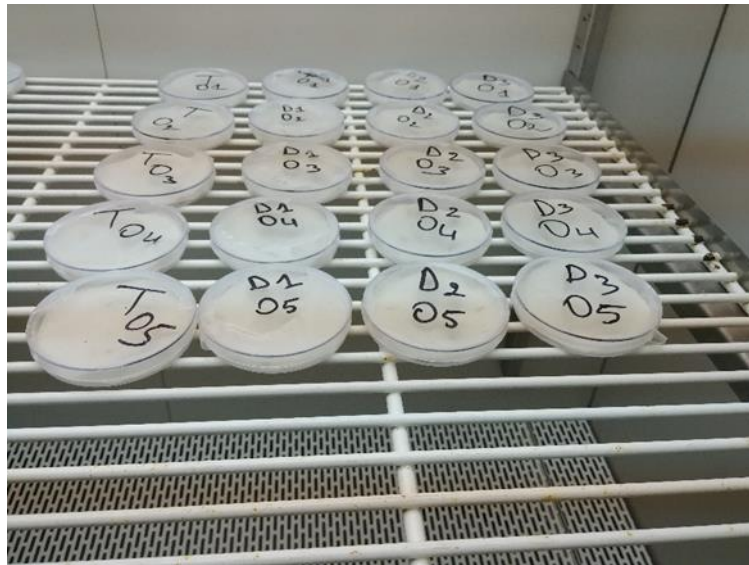
Après la stérilisation du matériel nous avons mis dans chaque boîtes pétri 2 papier filtre imbibé par 2 ml de traitement après on a mis les 4 graines de blé Et on les a



recouvertes par 2 papier filtre imbibé par 2 ml de traitement et à la fin on a fermé chaque boites pétri par le papier film L'incubation des Boitesa été ce faite dans unphytotron à la température 25C° et l'humidité 80%.

### 2.3.6 Dispositif expérimental

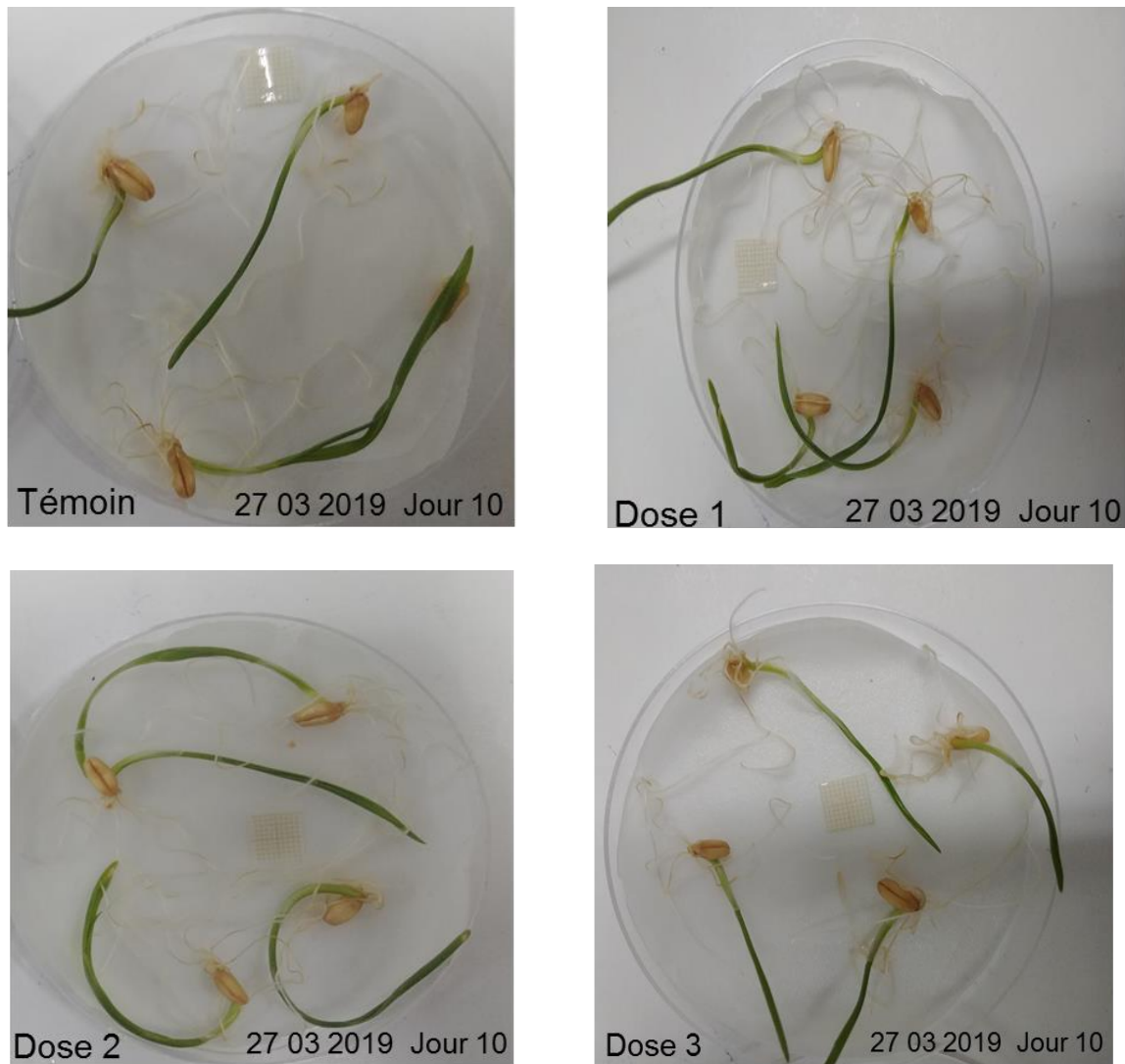
Le protocole établi consiste à faires 04 traitements (témoin+ trois dose) et chaque traitement est répété 05 fois au total nous avons 20 boites de pétri



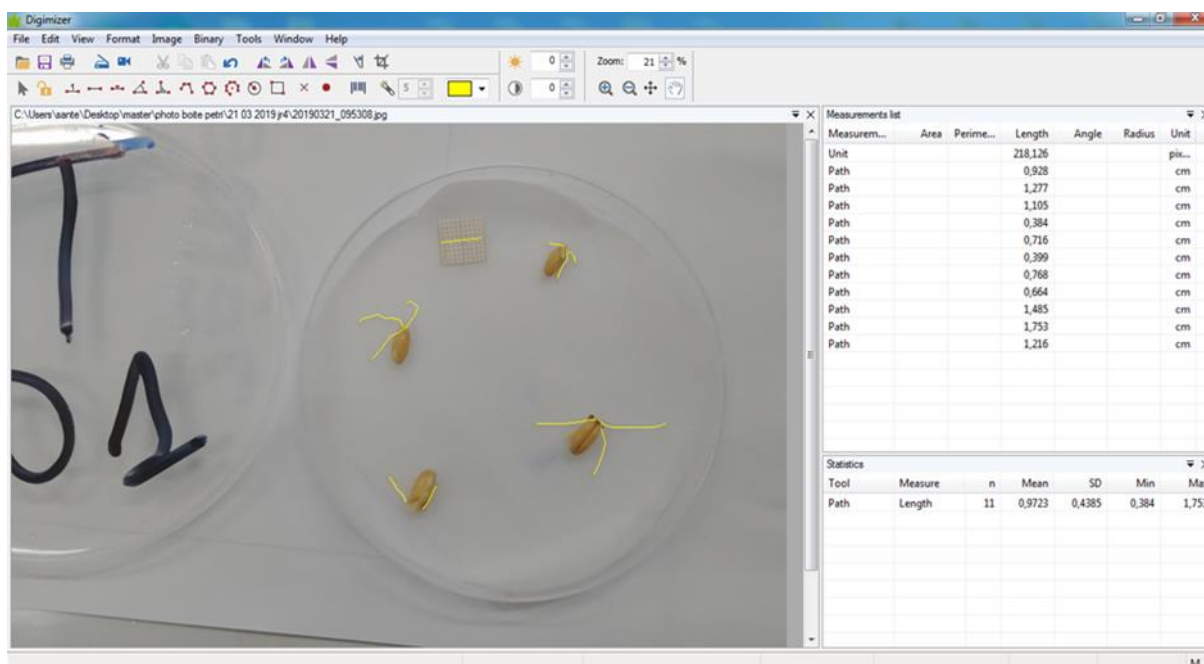
**Figure2. 11** : installation des boites de pétri dans le phytotron (**original, 2019**)

### 2.3.7 Suivi journalier

La durée de l'essai est 10 jours dans cette période nous avons noté quotidiennement lenombre des graines germées, le nombre et lalangueur des racines.



**Figure2. 12:**Graines du blé dur *Triticum durum* variété simeto une boîte de pétri témoin et des autres traitées par l'HE de *citrus sinensis*.(original 2019)



**Figure 2.13 :** Mesure de la longueur de la racine du blé dur traité par le bioproduit à base d'huile essentielle *citrus sinensis* (avec Digimizer gratuite ver 4.6.1) (Original, 2019)

### 2.3.8 Analyses statistiques

Nous avons réalisés des analyses statistiques avec le logiciel SYSTAT vers 7 SPSS 2004 ainsi que logiciel Excel ver 2013.

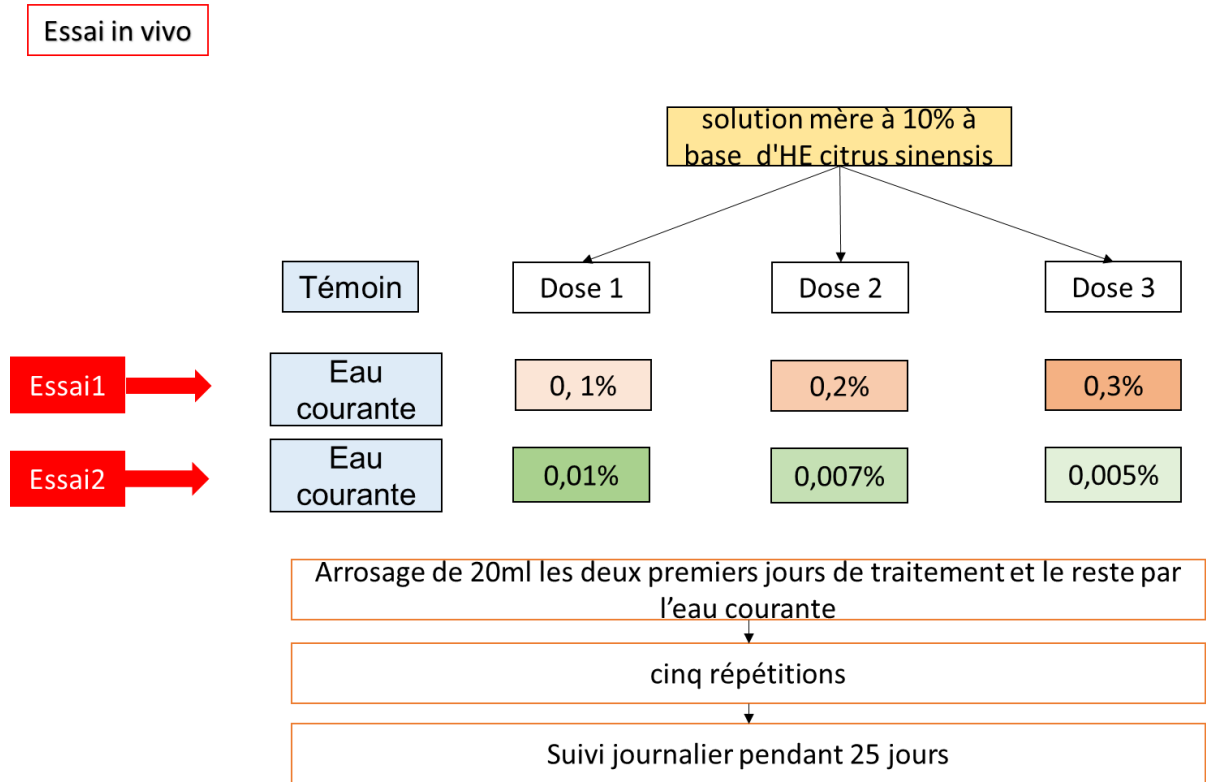
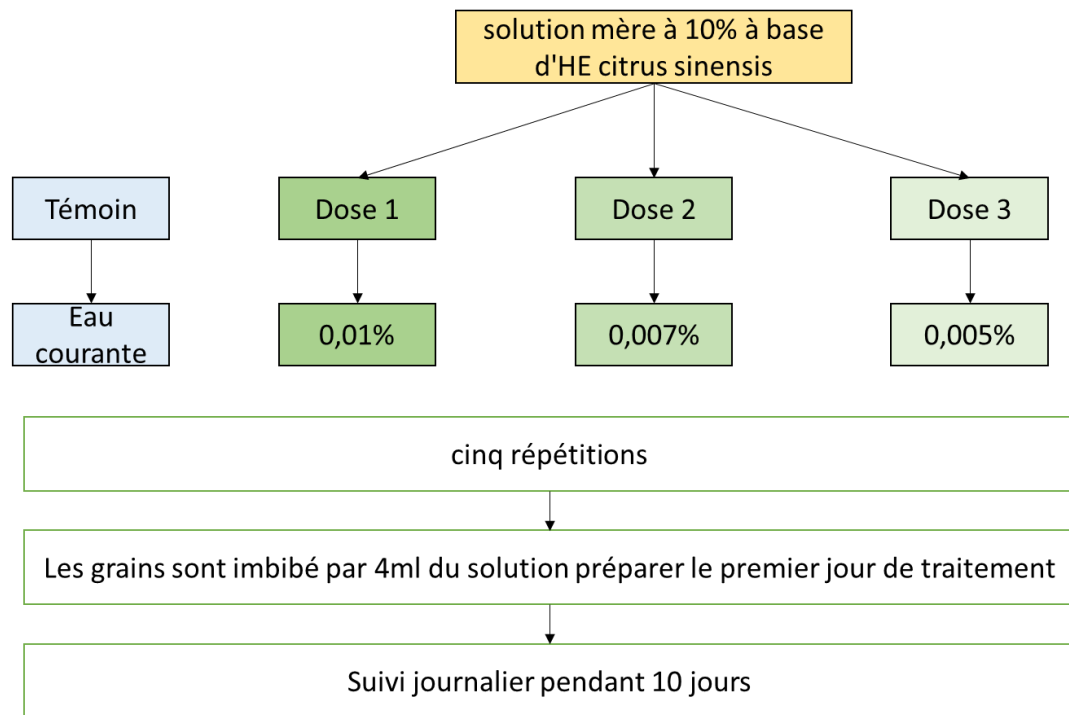


Figure 2.14 : schéma réduplicative de deux essais in vivo (original, 2019)

## Essai in vitro

**Figure 2.15** : schéma réducteur de l'essai in vitro (original, 2019)

# Chapitre 3

Résultats et discussion

### I. Résultats

A travers de cette étude, nous nous sommes fixés comme objectif contribuer l'effet allélopathique de traitements à base de l'huile essentielle d'orange *Citrus sinensis* sur la germination, la croissance du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto.

Nous avons étudié les variables (la germination, la longueur de la racine et la longueur de la partie aérienne et les adventices) en fonction du temps et en fonction des doses :

Calcul du taux de germination.

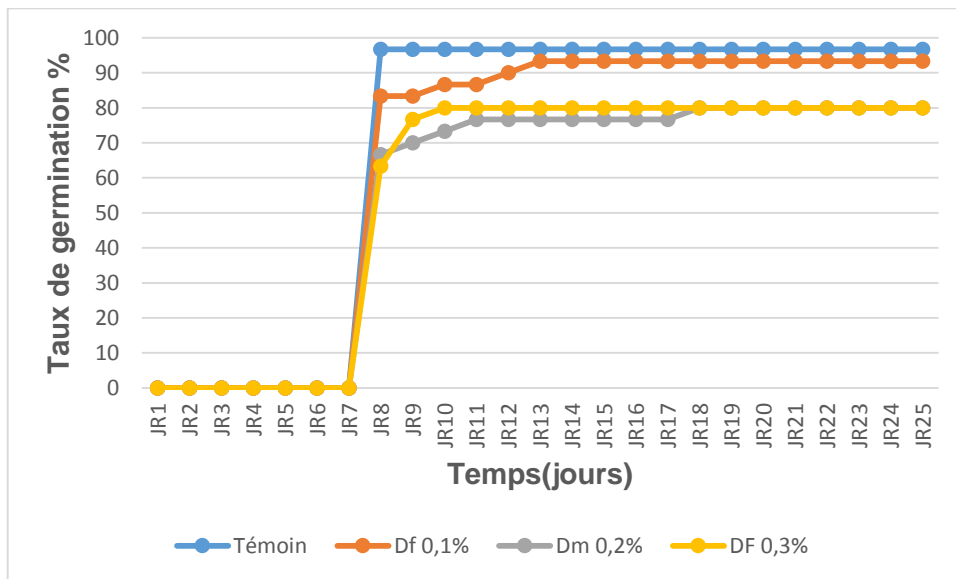
Le taux de germination selon **Come (1970)** correspond au pourcentage maximal de graines germées par rapport au total des graines semées, il est estimé par la formule suivante :

$$TG = \frac{\text{Nombre des graines germées} \times 100}{\text{Nombre des graines semées}}$$

### 3.1. Essai 1 in vivo

L'étude réalisée porte sur l'analyse de la variation, du taux de germination et le développement de la partie aérienne et l'évolution des adventices du blé (*Triticum durum*) traité par le bioproduit formulé à base d'huile essentielle de *citrus sinensis* dont les doses varient de Df=0,1% ; Dm =0,2% DF0,3%.

#### 3.1.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.1:** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la germination du blé dur(*Triticum durum*).

Le taux de germination exprimé par le nombre de graine germée par rapport au nombre total de graine semée.

Après avoir suivi l'évolution du taux de germination des graines de blé de différents lots sur une durée de 25 jours.

D'après les résultats de la (figure 3.1) nous avons remarqué que la germination a commencé dès le 8<sup>ème</sup> jour pour les trois doses et le témoin. Concernant la faible dose (Df 0,1%) on a enregistré le 8<sup>ème</sup> jour un taux d'environ 83%, par la suite au 11<sup>ème</sup> jour il augmente de 3% environ pour atteindre les 93% au 13<sup>ème</sup> jour et se stabilise à ce taux.

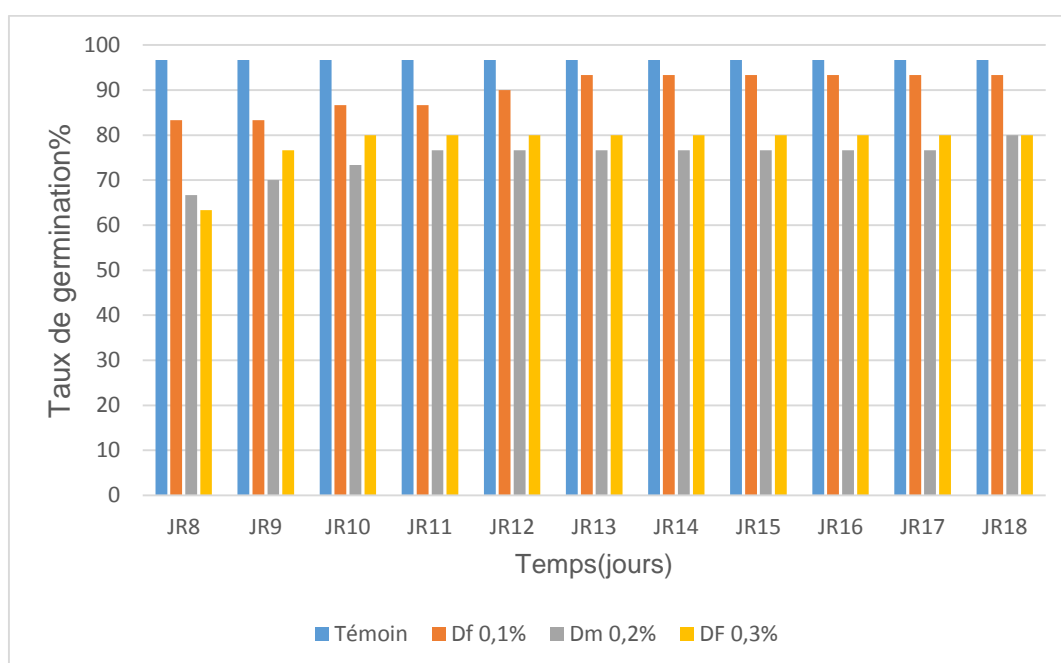


Le traitement avec la moyenne dose (Dm0, 2%) on a enregistré le 8<sup>ème</sup> jour avec un taux d'environ 66%, puis au 11<sup>ème</sup> jour ce taux évolue de 10% environ. Il atteint son taux maximal de 80% au 18<sup>ème</sup> jour.

La forte dose (DF0, 3%) a enregistré un taux d'environ 63% le 8<sup>ème</sup> jour. L'augmentation de 13% a été enregistrée dès le 9<sup>ème</sup> jour. Le taux maximal de 80% est atteint dès le 10<sup>ème</sup> jour

D'après nos observations nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* a un effet sur la germination du blé. Cette dernière a débuté le 8<sup>ème</sup> jour pour tous les traitements avec des taux respectifs de 97% pour le témoin, suivi de la dose faible avec un taux de 84%, de la dose moyenne avec un taux de 67% et viens en dernier la dose forte avec un taux de 64%. Notre bioproduit a influence sur le début de germination avec la faible dose. Au treizième jour le taux de germination est atteint il n'évoluera plus pour le témoin qui reste avec un taux de 97% le taux de germination avec la faible dose et la forte dose ont atteint leur maximum à savoir 94% et 80%. La moyenne dose n'atteindra les 80% que cinq jours après.

### 3.1.2. L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle



**Figure 3.2 :** L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle

D'après les résultats observés dans le graphe (figure 3.2) n'a été aucune graine germée jusqu'à 8<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de témoin nous avons remarqué une augmentation très importante au niveau du 8<sup>ème</sup> jour avec un TG maximal de 96,66%

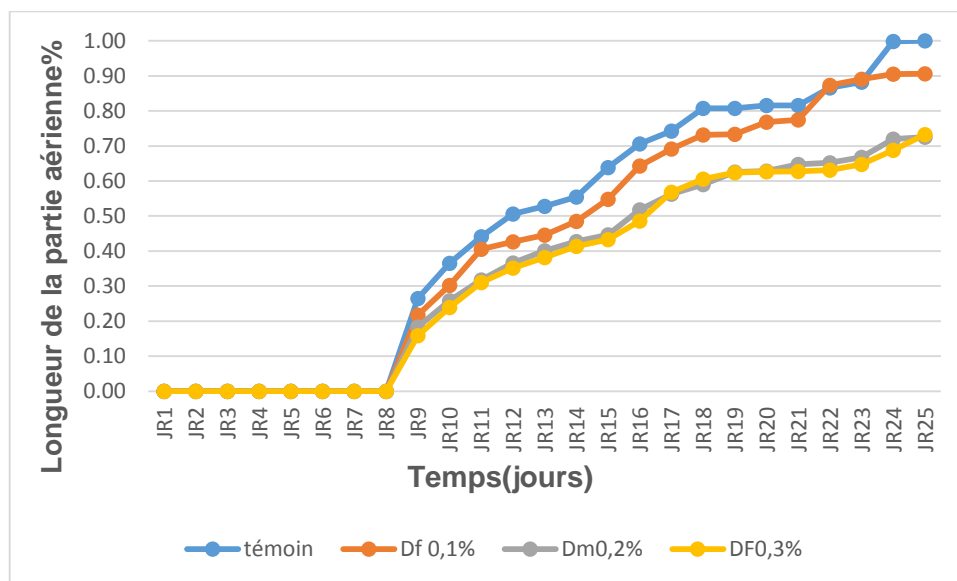
A l'échelle de la faible dose (0.1%) nous avons observé que la germination à débiter le 8<sup>ème</sup> jour avec un TG de 83,33% et on a remarqué qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 93,33% au niveau de 13<sup>ème</sup> jour.

A l'échelle de la moyenne dose (0.2%) nous avons observé que la germination à débiter le 8<sup>ème</sup> jour avec un TG de 66,66% et une augmentation très importante de 76,66% au niveau de 11<sup>ème</sup> jour. Et on remarque qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 80% au niveau de 18<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de la forte dose (0.3%) nous avons observé que la germination à débiter le 8<sup>ème</sup> jour avec un TG de 63,33% et on remarque qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 80% au niveau de 10<sup>ème</sup> jour.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la germination. Puis que cette dernière à débiter le 8<sup>ème</sup> jours pour lots des traitements. La forte dose atteint son maximum de germination dès le 10<sup>ème</sup> jour, pour la dose faible (df 0,1%) évolue en fonction du temps est atteint le taux maximum au 13<sup>ème</sup> jours avec le par rapport à la forte dose et la moyenne dose. cette dernière atteint son maximum le 13<sup>ème</sup> jour suit par la forte dose. La moyenne dose suit une courbe évolutive avec un plateau de 7 jours entre le 11<sup>ème</sup> et le 17<sup>ème</sup> puis atteint son taux maximum au dixième jour.

### 3.1.3. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.3 :** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la longueur de LPA du blé dur (*Triticum durum*).

Après avoir suivi l'évolution de LPA de graine de blé de différents lots sur une durée de 25 jours.

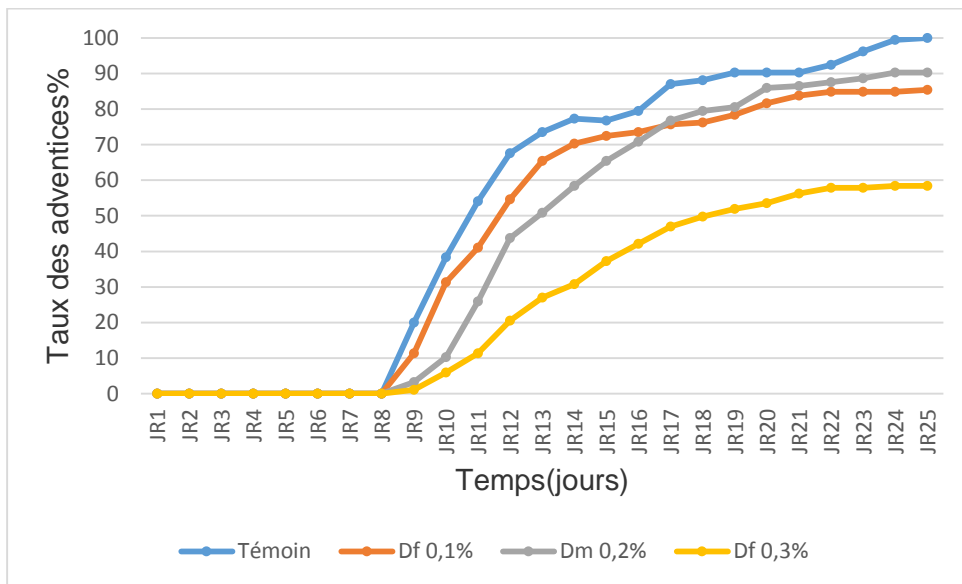
D'après les résultats de la (figure 3.3) On a remarqué au niveau des lots traités par la faible dose (Df 0, 1%) la croissance a été observée dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un taux de 21,70% par la suite au 18<sup>ème</sup> jour il augmente de 51% environ pour atteindre les 90,61%. Au 25<sup>ème</sup> jour

Le traitement avec la moyenne dose (Dm 0, 2%) la croissance a été observée dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un taux de 18,34% puis au 18<sup>ème</sup> jour il augmente de 40% environ pour atteindre les 58,99% au 25<sup>ème</sup> jour

La forte dose (DF 0, 3%) la croissance a été observée dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un taux de 15,84% par la suite au 18<sup>ème</sup> jour il augmente de 44% environ pour atteindre les 73,26% au 25<sup>ème</sup> jour.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base d'HE de *citrus sinensis* a un effet allélopathique sur la longueur de la partie aérienne montre que l'effet dose a influencé sur le développement puis que le calcul de cette dernière a débuté le 9<sup>ème</sup> jour pour tous les traitements avec des pourcentages respectifs de 26% pour le témoin, suivi de la dose faible avec un taux de 22%, de la dose moyenne avec un taux de 18% et vient en dernier la dose forte avec un taux de 16%. La faible dose suit la même courbe que celle du témoin tandis que la moyenne dose et la forte dose suivent la même évolution. La faible concentration a influencé sur le développement de la partie aérienne.

**3.1.4. L'effet des différentes doses sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto**



**Figure 3.4 :** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*).

Après avoir suivi l'évolution de LPA et la germination des graines de blé de différents lots. On a compté le nombre journalier des adventices présents dans les lots de témoins ainsi que les lots des trois traitements sur une durée de 25 jours.

D'après les résultats de la (figure 3.4) nous avons remarqué au niveau de la faible dose (Df 0, 1%) l'apparition des adventices a commencé dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un

taux de 11,35%, par la suite au 17<sup>ème</sup> jour il augmente 64% environ pour atteindre les 85,41% le 25<sup>ème</sup> jour.

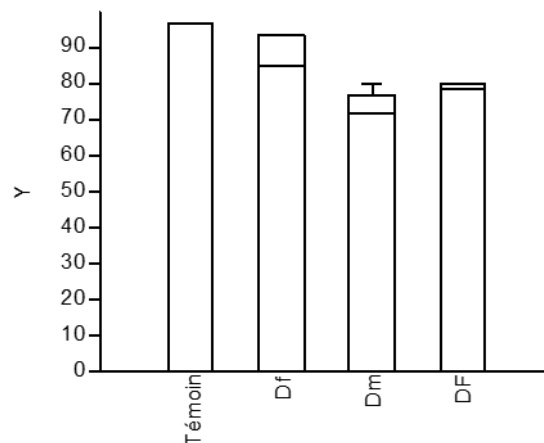
Le traitement avec la moyenne dose (Dm 0, 2%) l'apparition des adventices a commencé dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un taux de 3,24% par la suite au 17<sup>ème</sup> jour il augmente de 74% environ pour atteindre les 90,27% le 25<sup>ème</sup> jour.

Pour la forte dose (DF 0, 3%) l'apparition des adventices a commencé dès le 9<sup>ème</sup> jour avec un taux de 1,08%, par la suite au 17<sup>ème</sup> jour il augmente de 46%, environ pour atteindre les 58,38% le 25<sup>ème</sup> jour.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base d'HE de *Citrus sinensis* un effet allélopathique sur l'apparition des adventices montre quel effet dose a influencé sur l'apparition de ses dernières. Il a débuté le 9<sup>ème</sup> jour pour tous les traitements avec des taux respectifs de 20% pour le témoin suivi de la dose faible avec un taux de 11,35% pour la dose moyenne avec un taux de 3,24% et vient en dernier la dose forte avec un taux de 1,08%. Au 25<sup>ème</sup> jour de nos observations la meilleure dose qui a eu un effet d'inhibition sur l'apparition des adventices est la dose forte avec un taux de 58%.

### 3.2. Etude statistique

#### 3.2.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto

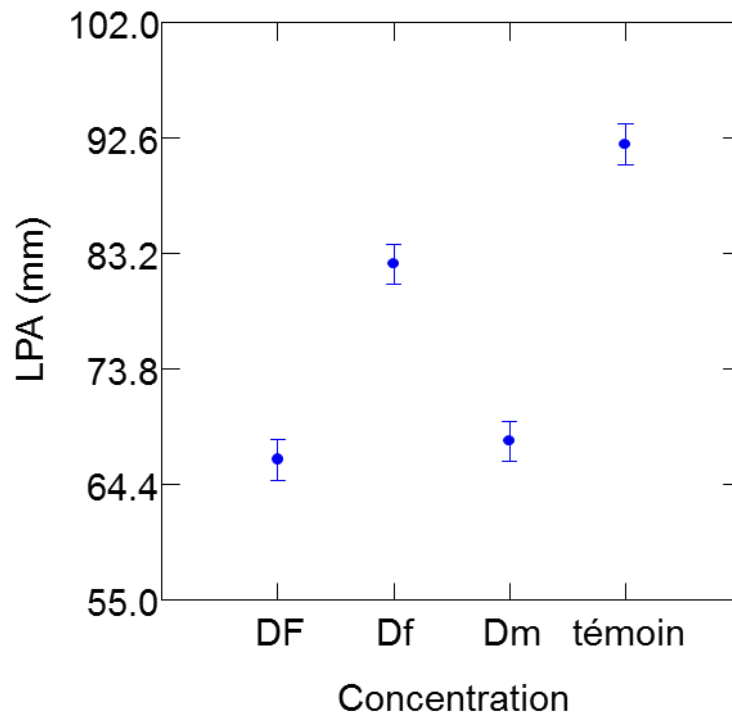


**Figure 3.5 :** L'effet allélopathique d'huile essentielle *Citrus sinensis*, sur la germination du blé dur (*Triticum durum*).

Le taux de germination exprime le nombre des graines germées par rapport au nombre total des graines semées.

D'après les résultats de la (figure 3.5) qui montre l'effet de différentes doses sur la germination de blé nous avons remarqué que le taux de germination le plus élevé est observé dans le lot témoin. Cependant au niveau des différentes doses nous avons observé que le taux de germination le plus élevé a observé avec le lot traité par la dose faible (Df 0,1%) suivi par le lot traité par la dose forte (DF 0,3%) suivi par le lot traité par la dose moyenne (Dm 0,2%).

### 3.2.2. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto

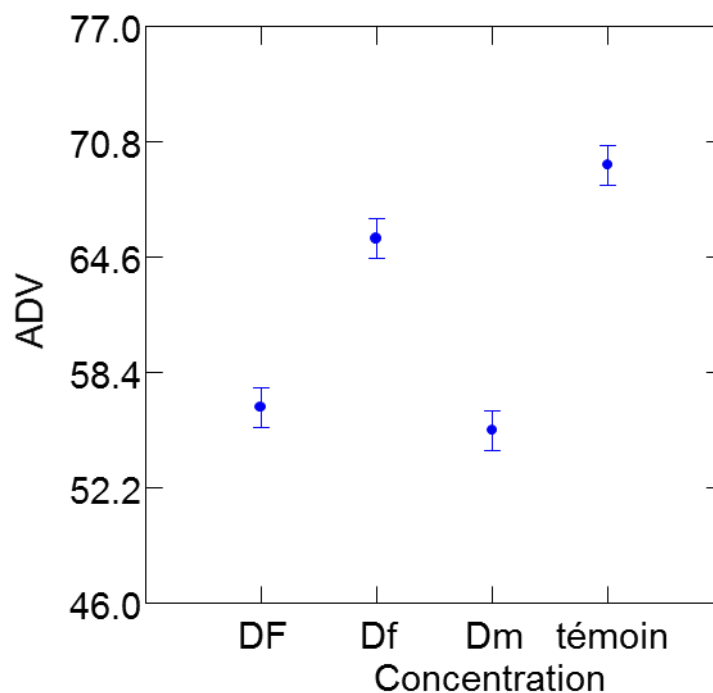


**Figure 3.6:** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la longueur de LPA du blé dur (*Triticum durum*).

D'après les résultats de la (figure 3.6) qui montre l'effet de différentes doses sur la longueur de la partie aérienne de blé nous avons remarqué que la croissance de LPA la plus élevée est observée au niveau du lot témoin. Cependant au niveau des différentes doses nous avons remarqué qu'ils ont un effet négatif par rapport au lot témoin. Nous avons observé que la croissance de LPA la plus faible a observé avec les lots traités

par la forte et la moyenne dose (DF 0,3%) (Dm 0,2%) suivi par le lot traité par la dose faible (Df 0,1%) qui a été moins faible par rapport aux autres

### 3.2.3. L'effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



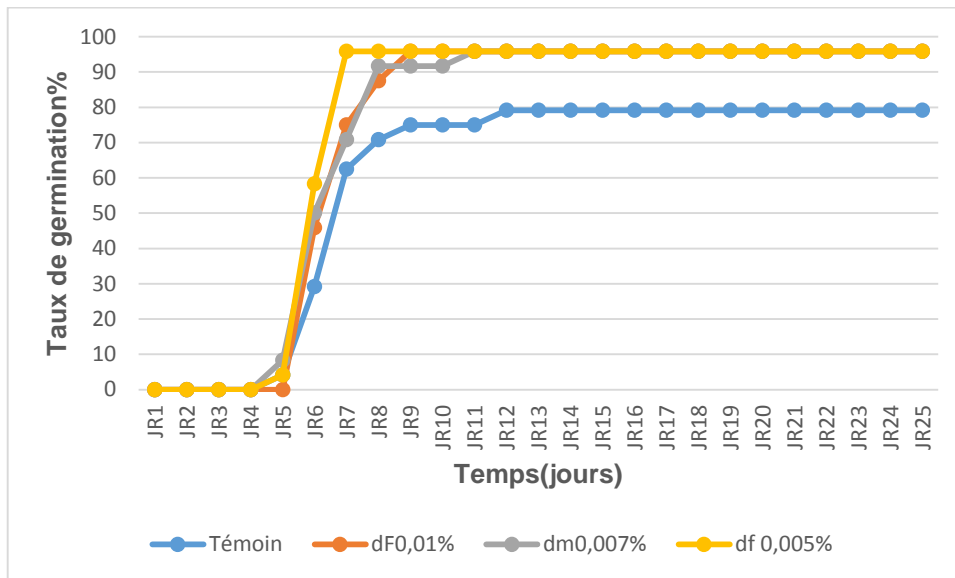
**Figure 3.7:**L'effet allélopathique d'huile essentielle *Citrus sinensis*, sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*).

D'après les résultats de la (figure 3.7) qui montre l'effet de différentes doses sur l'apparition des adventices. Nous avons remarqué que le nombre des adventices le plus faible est enregistré au niveau des lots traités par la dose moyenne (Dm 0,2%) et la dose forte (DF 0,3%) suivi par le lot traité par la dose faible (Df 0,1%) qu'on a aussi enregistré un nombre faible d'adventice alors qu'avec le lot témoin on a enregistré le nombre le plus élevé d'adventice.

### 3.3. Essai 2 in vivo

L'étude réalisée porte sur l'analyse de la variation, du taux de germination, le développement de la partie aérienne et l'évolution des adventices du blé (*Triticum durum*) traité par le bioproduit formulé à base d'huile essentielle de *citrus sinensis* dont les doses varient de  $df=0,005\%$  ;  $dm=0,007\%$   $df0,01\%$ .

#### 3.3.1. l'effet des différentes doses sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.8** :L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la germination du blé dur (*Triticum durum*).

Le taux de germination exprime le nombre des graines germées par rapport au nombre total des graines semées.

Après avoir suivi l'évolution du taux de germination des graines de blé de différents lots sur une durée de 25 jours

D'après les résultats de la (figure 3.8)nous avons remarqué au niveau des lots témoins la germination a commencé dès le 5<sup>ème</sup> jour avec un taux d'environ 4%, ensuite on a marqué le 8<sup>ème</sup> jour un taux d'environ 70%, et le taux a continué d'accroitre jusqu'au 12<sup>ème</sup> jour avec un taux maximal d'environ 79%.



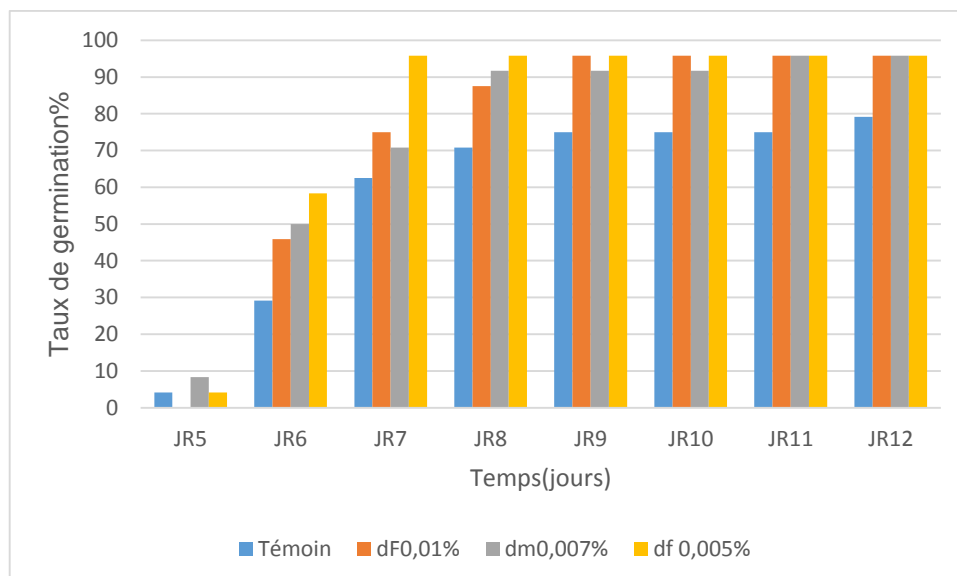
Les lots traités par la faible dose (df 0, 005%) on a enregistré le 5<sup>ème</sup> jour un taux d'environ 4%, ensuite le 6<sup>ème</sup> jour on a marqué un taux d'environ 58%. Et le taux a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour à un taux maximal d'environ 95%.

Pour les lots traité par la moyenne dose (dm 0, 007%) on a enregistré le 5<sup>ème</sup> jour un taux d'environ 8%, ensuite le 8<sup>ème</sup> jour on a marqué un taux d'environ 91%, et le taux a continué d'accroître jusqu'au 11<sup>ème</sup> jour avec un taux maximal de 95%.

Avec la forte dose (dF 0, 01%) on a enregistré le 6<sup>ème</sup> jour un taux d'environ 45% ensuite le 7<sup>ème</sup> jour on a marqué un taux d'environ 75%, et le taux a continué d'accroître jusqu'au 12<sup>ème</sup> jour avec un taux d'environ 95%.

D'après nos observations nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du citrus sinensis a un effet sur la germination du blé. Cette dernière à débiter le même jour pour le lot témoin et les lots avec la moyenne et la faible dose avec des taux respectifs de 4%, 4% et 8% et le jour d'après pour le lot de la forte dose avec 45%. Notre bioproduit a influence sur le début de germination avec les trois traitements. La faible dose. Au septième jour marqué le taux de germination maximale de 96% le taux de germination avec la forte dose atteindra les 96% deux jours après.

### 3.3.2. L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle



**Figure 3.9 :** L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle

D'après les résultats observés dans le graphe (figure 3.9) n'a été aucune graine germée jusqu'au 5<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de témoin nous avons remarqué que la germination à débiter le 5<sup>ème</sup> jour avec un TG de 4,16% une augmentation très importante au niveau du 9<sup>ème</sup> jour avec un TG de 75% et on a enregistré le 12<sup>ème</sup> jour un TG maximal de 79,16%

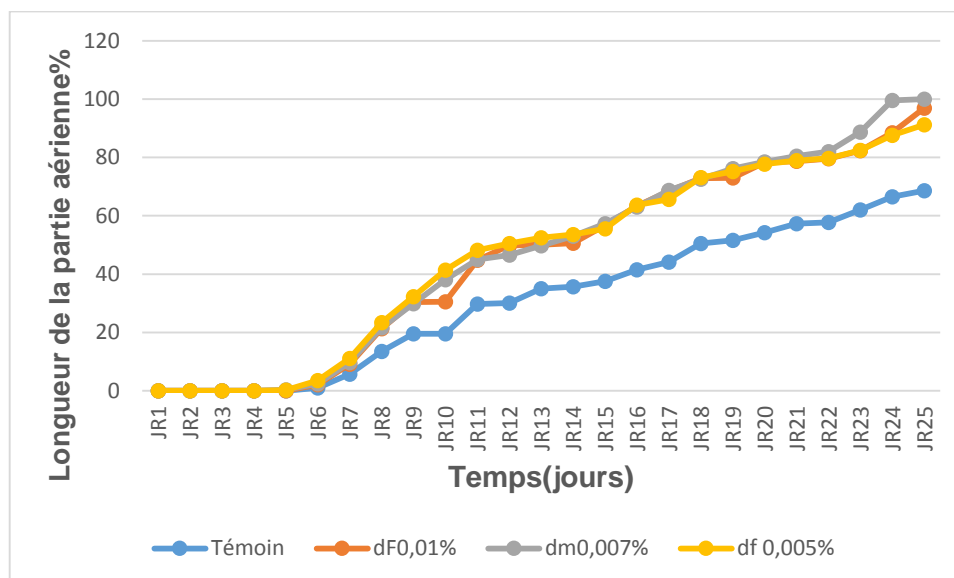
A l'échelle de la forte dose (dF0.01%) nous avons observé que la germination à débiter le 6<sup>ème</sup> jour avec un TG de 45,83% et on a remarqué qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 95,83% au niveau de 9<sup>ème</sup> jour.

A l'échelle de la moyenne dose (dm0.007%) nous avons observé que la germination à débiter le 5<sup>ème</sup> jour avec un TG de 8,3% et une augmentation très importante de 91,66% au niveau de 8<sup>ème</sup> jour. On remarque qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 95,83% au niveau de 11<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de la faible dose (df0.005%) nous avons observé que la germination à débiter le 5<sup>ème</sup> jour avec un TG de 4,16% et on remarque qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 95,83% au niveau de 7<sup>ème</sup> jour.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la germination. Puis que cette dernière à débiter le 5<sup>ème</sup> jours pour le lot témoin et lots de la moyenne et la forte dose et le 6<sup>ème</sup> jour pour la faible dose. Cette dernière atteint son maximum dès le 7<sup>ème</sup> jour avec la dose faible. La moyenne dose atteint son maximum quatre jour suit par les forte deux jours après la faible dose. Notre bioproduit a influencé dans le temps sur la gémiation pour les trois doses.

### 3.3.3. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.10** : L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur LPA du blé dur (*Triticum durum*)

Après avoir suivi l'évolution de LPA des graines de blé de différents lots sur une durée de 25 jours.

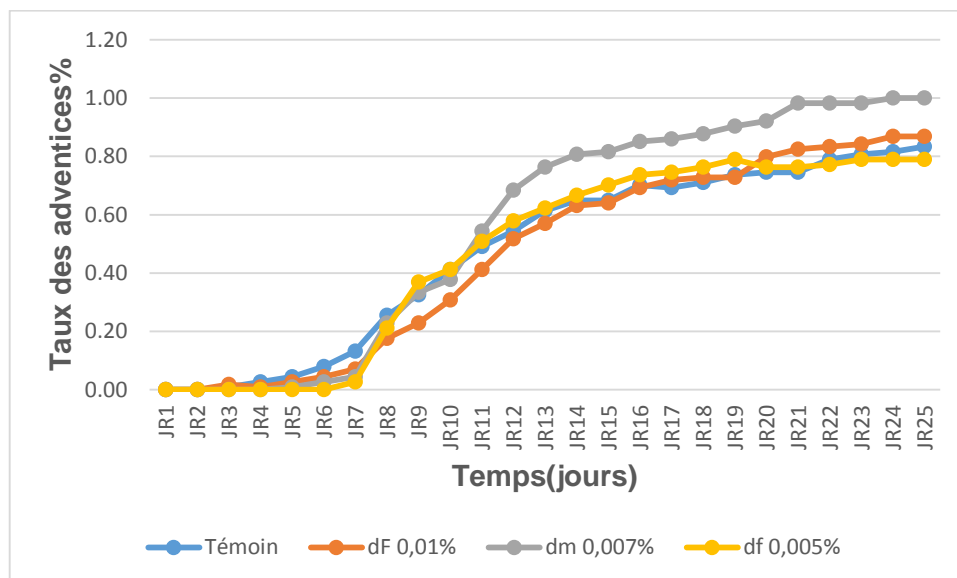
D'après les résultats de la (figure 3.10) On a remarqué au niveau des lots témoins, la croissance de LPA a été observée dès le 6<sup>ème</sup> jour avec un taux de 0,93% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 37,57% ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour avec un taux de 68,65%.

Avec les lots traités par la forte dose (dF0, 01%) la croissance a été observée dès le 5<sup>ème</sup> jour avec un taux de 2,02% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 56,76%, ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour un taux de 96,99%. Avec les lots traités par la moyenne dose (dm 0,007%) la croissance a été observée dès le 5<sup>ème</sup> jour avec un taux de 0,26% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 57,29%, ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour un taux de 100%.

Pour les lots traités par la forte dose (df 0,005%) la croissance a été observée dès le 6<sup>ème</sup> jour avec un taux de 0,18% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 55,52%, ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour un taux de 91,25%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique positif sur la longueur de la partie aérienne. Les trois traitements ont influencé positivement avec une stimulation de la longueur des parties aériennes par rapport au témoin.

### 3.3.4. L'effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.11:** L'effet allélopathique d'huile essentielle ***citrus sinensis***, sur l'apparition des adventices.

Après avoir suivi l'évolution de LPA et la germination des graines de blé de différents lots. On a compté le nombre journalier des adventices présents dans les lots témoins ainsi que les lots des trois traitements sur une durée de 25 jours.

D'après les résultats de la (figure 3.11) nous avons remarqué au niveau des lots témoins l'apparition des adventices a commencé dès le 3<sup>ème</sup> jour avec un taux de 0,88% et il a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 64,01 et ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour avec un taux de 83,33%.

Concernant la faible dose (df 0, 005%) l'apparition des adventices a commencé dès le 7<sup>ème</sup> jour avec un taux de 2,63% et il a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 70,18%, ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour avec un taux de 78,95%.

Pour la moyenne dose (dm 0, 007%) l'apparition des adventices a commencé dès le 5<sup>ème</sup> jour avec un taux de 0,88% et il a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 81,58% et ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour avec un taux de 100%.

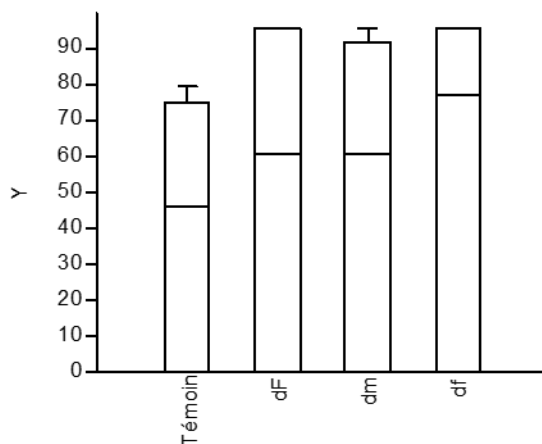
Pour la forte dose (dF 0,01%) l'apparition des adventices a commencé dès le 3<sup>ème</sup> jour avec un taux de 1,75% et il a continué d'accroître jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour avec un taux de 64,04%, ensuite on a marqué le 25<sup>ème</sup> jour avec un taux de 86,84%.

Notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** à un effet allélopathique positif et négatifs sur l'apparition des adventices. L'apparition de ses derniers a été retardé entre deux et cinq jours par rapport au témoin et à la dose forte.

Au dernier jour du comptage la dose moyenne a eu un effet négatifs puisque cette dernière à stimuler l'apparition des adventices par contre la dose faible et forte n'ont pas d'effet.

### 3.4. Etude statistique

#### 3.4.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto :

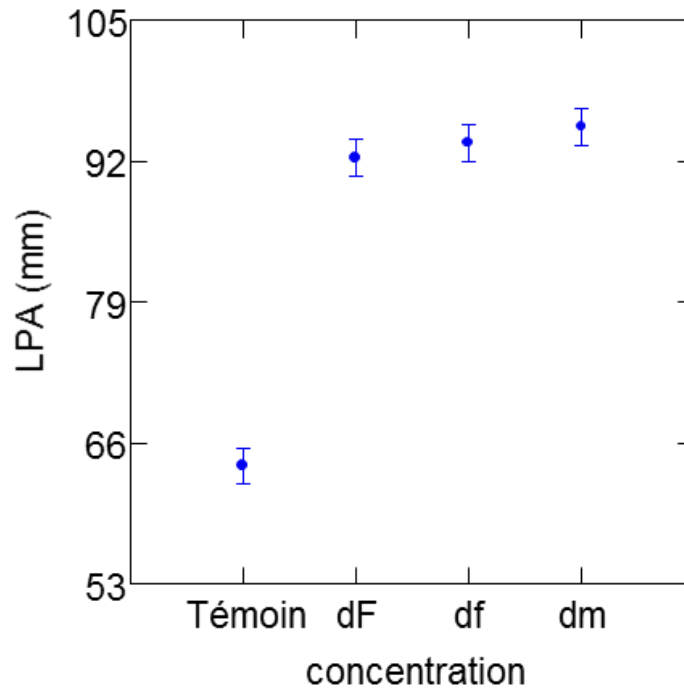


**Figure 3.12 :** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la germination du blé dur *Triticum durum*.

Le taux de germination exprime le nombre des graines germées par rapport au nombre total des graines semées.

D'après les résultats de la (figure 3.12) qui montre l'effet de différentes doses sur la germination de blé nous avons remarqué que le taux de germination le plus élevé est observé dans le lot traité par la dose faible (df 0,01%) suivi par le lot traités par la dose forte (dF 0,01%) suivi par les lots traitées par la dose moyenne (dm0,007%). Et le taux de germination le plus faible a observé avec le lot témoin.

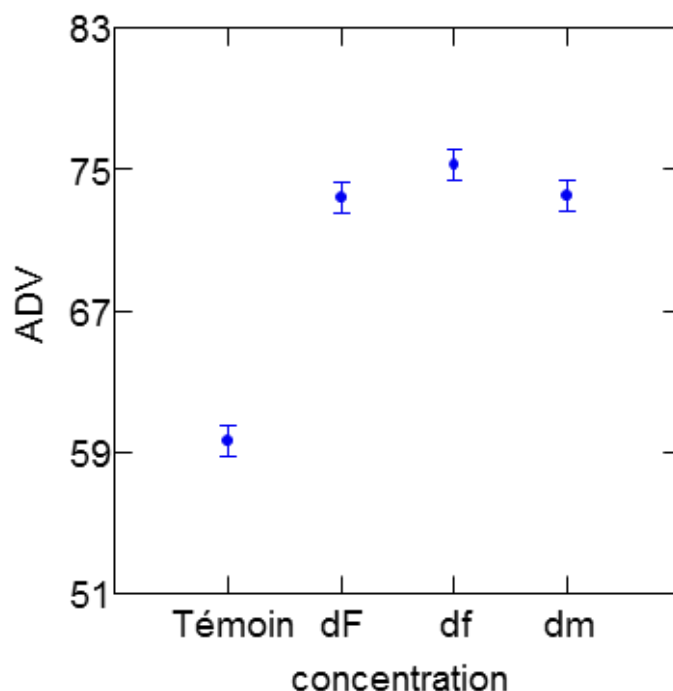
### 3.4.2. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto :



**Figure 3.13** : L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur LPA du blé dur (*Triticum durum*).

D'après les résultats de la (figure 3.13) qui montre l'effet de différentes doses sur la longueur de la partie aérienne de blé nous avons remarqué que les lots traités par les trois doses ont marqué une croissance très développée par rapport au lot témoin la croissance de LPA était très faible

### 3.4.3. L'effet des différentes doses du traitement sur l'apparition des adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto :



**Figure 3.14** :L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur les adventices du blé (*Triticum durum*) Simeto.

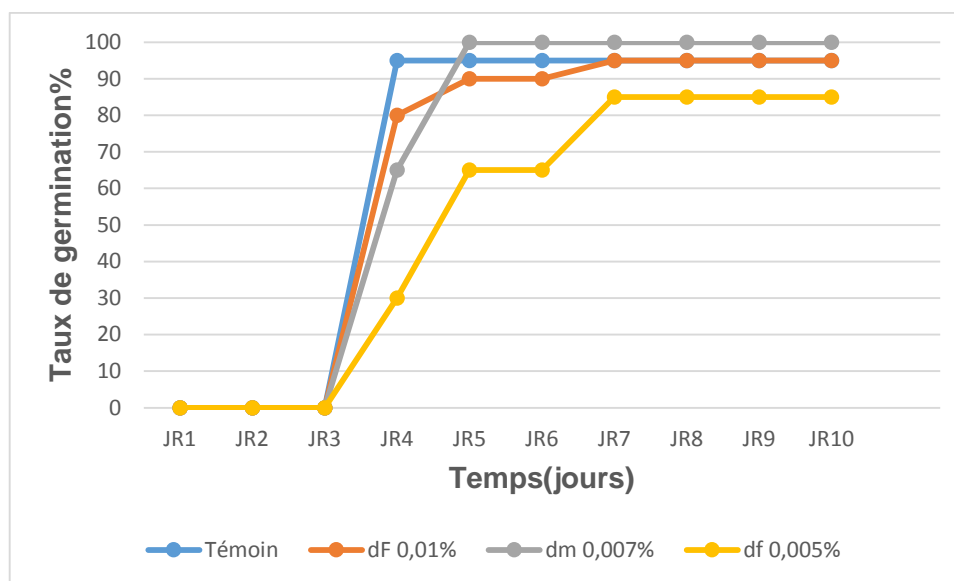
D'après les résultats de la (figure 3.14)qui montre l'effet de différentes doses sur la germination d'adventice.Nous avons remarqué que les lots traités par les trois doses df 0,005% et dm 0,007% et dF 0,01%ont marqué un nombre de germination d'adventice très élevé par rapport au témoin le nombre de germination était très faible.

### 3.5. Essai in vitro

L'étude réalisée porte sur l'analyse de la variation, du taux de germination, le développement de la partie racinaire du blé (*Triticum durum* ) traité par de bioproduit formulé à base d'huile essentielle de *citrus sinensis* dont les doses varient de df=0,005% ; dm =0,007% dF0,01%.



### 3.5.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.15 :** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la germination du blé dur (*Triticum durum*).

Le taux de germination exprime le nombre des graines germées par rapport au nombre total des graines semées.

Après avoir suivi l'évolution du taux de germination des graines de différentes boîtes de pétries (BP) sur une durée de 10 jours

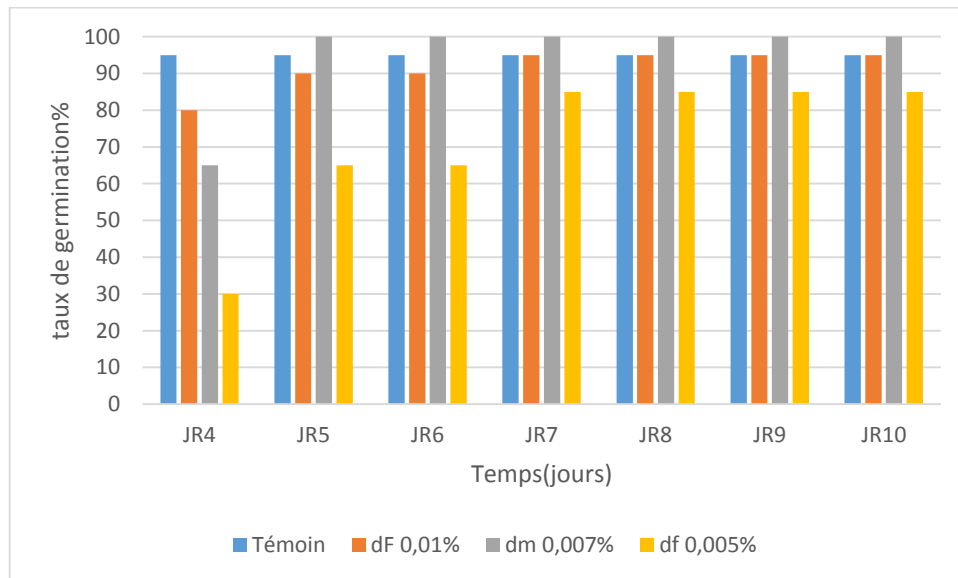
D'après les résultats de la (figure 3.15) nous avons remarqué au niveau des boîtes témoins la germination a commencé dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux maximal de 95%, pour les boîtes traitées par la faible dose (df0, 005%) la germination a commencé dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 30%, ensuite on a marqué le 5<sup>ème</sup> jour un taux de 65%, et le taux a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un taux maximal 85%.

Pour les boîtes traitées par la moyenne dose (dm 0,007%) la germination a commencé dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 65% et on a marqué le 5<sup>ème</sup> jour un taux maximal de 100%.

Pour les boîtes traitées par la forte dose (df0, 01%) la germination a commencé dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 80%, ensuite on a marqué le 5<sup>ème</sup> jour un taux de 90%, et le taux a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un taux maximal 95%.

En conclusion notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* à un effet allélopathique sur la germination. Cettedernière à débiter le 4<sup>ème</sup> jour pour le témoin ainsi que les trois traitements avec des taux respectifs de 95% % pour le témoin, suivi de la dose forte avec un taux de 80%, de la dose moyenne avec un taux de 65% et viens en dernier la dose faible avec un taux de 30%. Après nos observation la moyenne dose atteint un taux de 100% au 5<sup>ème</sup> jour pour le témoin qui atteint un taux de 95% le 4<sup>ème</sup> jour et qui sera son maximum. Deux jours la faible dose et la forte dose ont atteint leur maximum à savoir 95% et 85%.

### 3.5.2. L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle



**Figure 3.16 :** L'évolution de taux de germination du blé (*Triticum durum*) sous l'effet temporelle

D'après les résultats observés dans le graphe (figure 3.16) n'a été aucune graine germée jusqu'au 4<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de témoin nous avons remarqué une augmentation très importante au niveau du 4<sup>ème</sup> jour avec un TG maximal de 95%

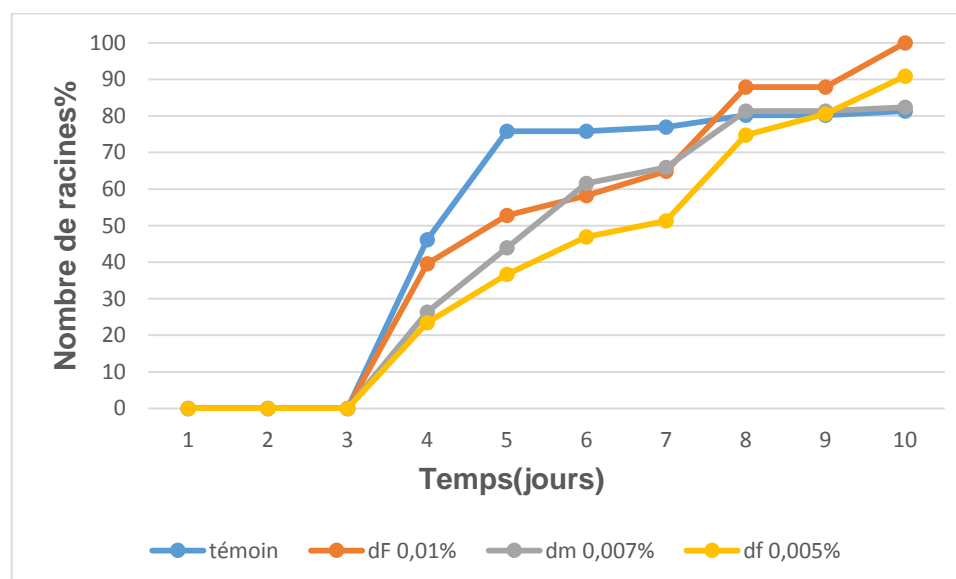
A l'échelle de la faible dose (0.005%) nous avons observé que la germination débute le 4<sup>ème</sup> jour avec un TG de 30% et une augmentation très importante de 65% au niveau de 5<sup>ème</sup> jour. On remarque qu'il y a une évolution jusqu'au la valeur maximale de 85% au niveau de 7<sup>ème</sup> jour.

Au niveau de la moyenne dose (0.007%) nous avons observé que la germination débute le 4<sup>ème</sup> jour avec un TG de 65% et une augmentation très importante de 100% au niveau de 5<sup>ème</sup> jour.

A l'échelle de la forte dose (0.01%) nous avons observé que la germination débute le 4<sup>ème</sup> jour avec un TG de 80% et une augmentation très importante de 90% au niveau de 6<sup>ème</sup> jour. On remarque qu'il y a une évolution jusqu'à la valeur maximale de 95% au niveau de 7<sup>ème</sup> jour.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la germination. Puis que cette dernière à débiter le 4<sup>ème</sup> jours pour les boites de témoin ainsi que les boites de traitements. Pour le témoin atteint son maximum de germination dès le 4<sup>ème</sup> jour, la moyenne dose atteint son taux maximum le 5<sup>ème</sup> jour. Avec la dose forte atteint un taux de 90% le 5<sup>ème</sup> jour puis a enregistré le 6<sup>ème</sup> jour et le 7<sup>ème</sup> jour atteint son taux maximal de 95%. la faible dose a influence sur la germination puis que son maximum est de 85%.

### 3.5.3. L'effet des différentes doses du traitement sur le nombre des racines du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.17:** L'effet allélopathique d'huile essentielle ***citrus sinensis***, sur le nombre moyen des racines du blé dur (***Triticum durum***).

Après avoir suivi l'évolution du nombre moyen des racines de graines des différentes boîtes de pétries (BP) sur une durée de 10 jours.

D'après les résultats de la (figure 3.17) nous avons remarqué au niveau des boites témoins les racines ont commencé à pousser dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 46,15%. Et le 5<sup>ème</sup> jour on a marqué un taux de 75,82%. Au bout du 10<sup>ème</sup> jour on a enregistré un taux de 81,31%.

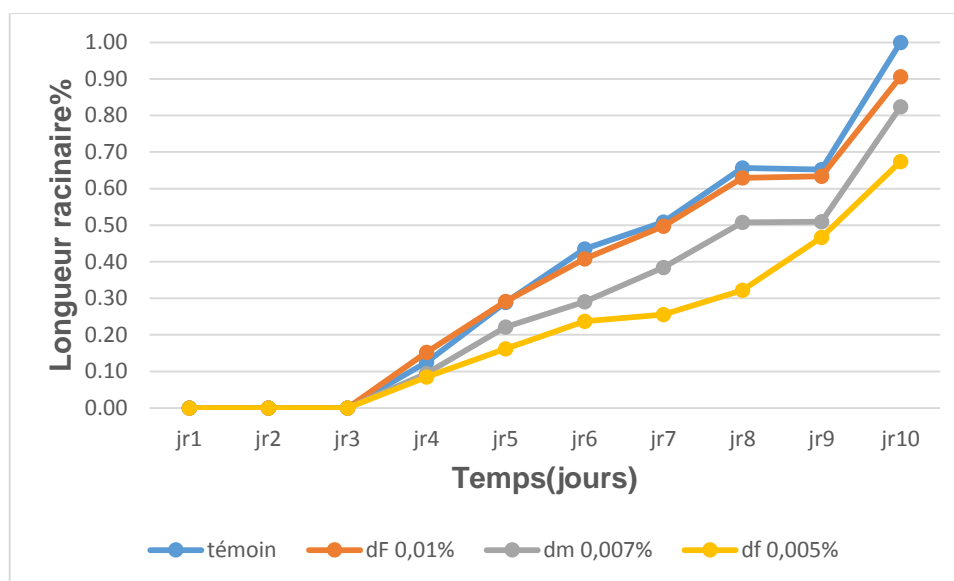
Pour les boites traitées par la forte dose (dF0, 01%) les racines ont commencé à pousser dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 39,56%, le nombre a continué d'accroître jusqu'au 8<sup>ème</sup> jour avec un taux de 87,91%. Ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 100%.

Pour les boites traitées par la moyenne dose (dm 0,007%) les racines ont commencé à pousser dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 26,37%. Et le nombre a continué d'accroître jusqu'au 8<sup>ème</sup> jour avec un taux de 81,31%. Ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 82,41%.

Pour les boites traitées par la faible dose (df0, 005%) les racines ont commencé à pousser dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 23,44%. le nombre a continué d'accroître jusqu'au 8<sup>ème</sup> jour avec un taux de 74,72%. Ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 90,84%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** à un effet allélopathique sur le nombre des racines a montré que l'effet dose a influencé sur le nombre de racine. Sous l'effet des traitements à faible et forte dose, a été stimulé et a atteint leur maximum à savoir 100% et 91%.

#### **3.5.4. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur racinaire (LR) du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto**



**Figure 3.18:** L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur longueur de la partie racinaire de blé dur (*Triticum durum*).

Après avoir suivi l'évolution de LR des graines de différentes boîtes pétri (BP) sur une durée de 10 jours.

D'après les résultats de la (figure 3.18) nous avons remarqué au niveau des boîtes témoins la longueur racinaire observée dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 12,49% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un pourcentage de 50,88%, ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 100%.

Pour les boîtes traitées par la dose forte (df0, 01%) la croissance de LR observée dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 15,18% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un taux de 49,73% ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 90,61%. Pour les boîtes traitées par la moyenne dose (dm0, 007%) la croissance de LR a été observée dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 9,44% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un taux de 38,46%, ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 82,36%.

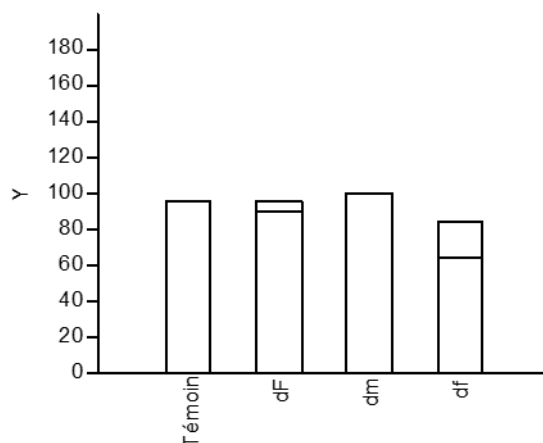
Pour les boîtes traitées par la faible dose (df0,005%) la croissance de LR observée dès le 4<sup>ème</sup> jour avec un taux de 8,45% et la croissance a continué d'accroître jusqu'au 7<sup>ème</sup> jour avec un taux de 25,57%, ensuite on a marqué le 10<sup>ème</sup> jour un taux de 67,39%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* à un effet allélopathique sur le développement de la partie racinaire a montré que l'effet

dose a influencé sur le développement des racines. La dose forte suis la même évolution que le témoin alors que la faible et la moyenne dose ont eu un effet contraire en bloquant le développement racines.

### 3.6. Etude statistique

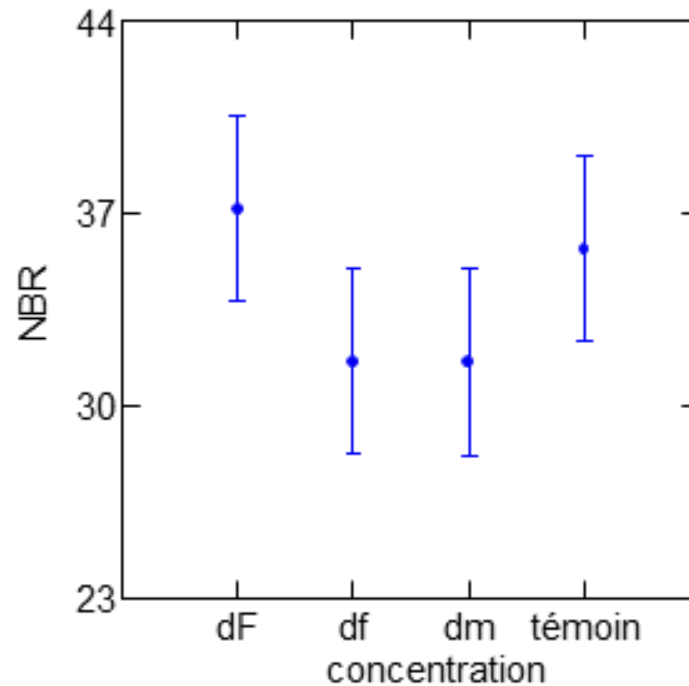
#### 3.6.1. L'effet des différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.19** :L'effet allélopathique d'huile essentielle *citrus sinensis*, sur la germination du blé dur (*Triticum durum*).

D'après les résultats de la (figure 3.19). qui montre l'effet de différentes doses sur la germination de blé nous avons remarqué que le taux de germination le plus élevé est observé avec le lot témoin et le lot traité par la dose moyenne (dm 0,007%) suivi par le lot traités par la dose forte (dF 0,01%) suivi par les lots traitées par la dose faible (df0,005%)

#### 3.6.2. L'effet des différentes doses du traitement sur le nombre moyen des racines du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto

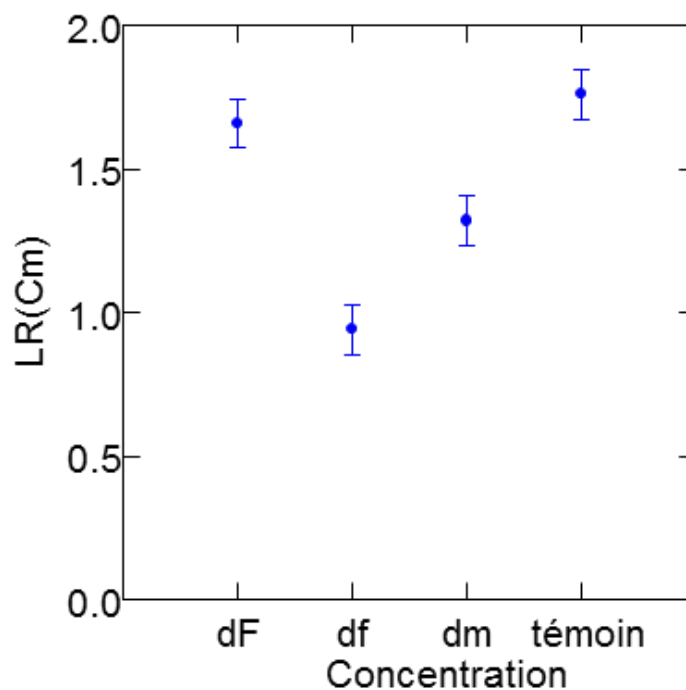


**Figure 3.20:** L'effet allélopathique d'huile essentielle *Citrus sinensis*, sur le nombre moyen des racines du blé dur (*Triticum durum*).

D'après les résultats de la (figure 3.20) qui montre l'effet de différentes doses sur le nombre de racines. Nous avons remarqué que la boîte traitée par la dose forte (dF 0,01%) a marqué un effet positif sur le nombre des racines par rapport à la boîte témoin et les boîtes traitées par les doses dm 0,007% et df 0,005% ont marqué un effet négatif par rapport à la boîte témoin.

On constate que la dose dF 0,01% a stimulé le nombre des racines et les doses df 0,005% et dm 0,007% ont montré aucun effet positif sur le nombre de racines.

### 3.6.3. L'effet des différentes doses sur LR de blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



**Figure 3.21:** L'effet allélopathique d'huile essentielle *Citrus sinensis*, sur la longueur racinaire (LR) du blé dur (*Triticum durum*.)

D'après les résultats de la (figure 3.21) qui montre l'effet de différentes doses sur la longueur racinaire nous avons remarqué qu'au niveau des boîtes témoin la longueur racinaire est très élevée suivie par les boîtes traitées par la forte dose (dF 0,01%) avec une longueur moins faible et on a observé que les boîtes traitées par la moyenne et la faible dose (dm 0,007%) et (df 0,005%) la longueur racinaire est très faible.

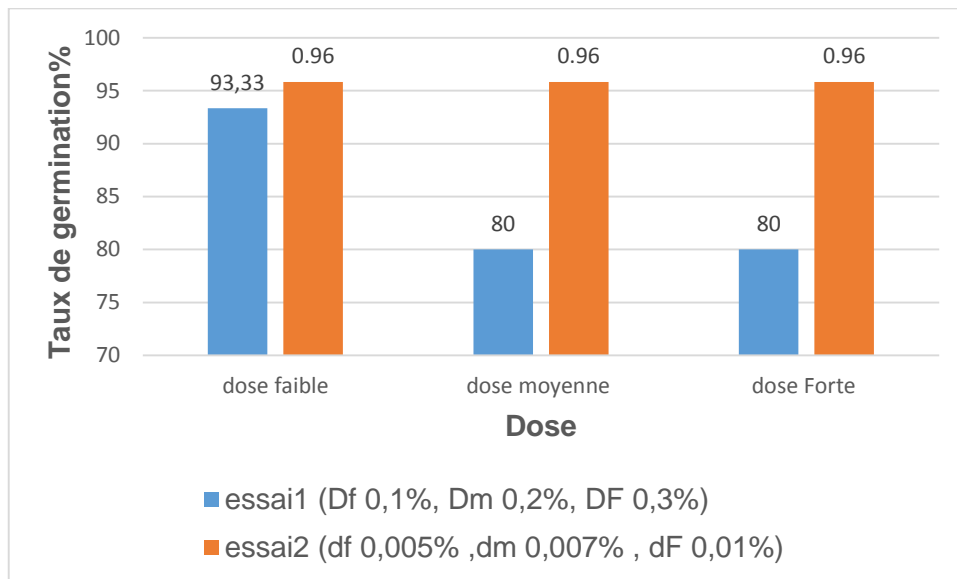
On constate que la dose dF 0,01% n'a montré aucun effet positif sur la longueur racinaire par rapport au témoin. Les doses df 0,005% et dm 0,007% n'ont montré aucun effet positif sur la longueur racinaire.

### 3.7. Etude comparative



Dans cette partie on va comparer entre les différentes doses (essai1 x essai2) ainsi que entre les deux types de culture (in vivo x in vitro) et en dernier on va comparer entre le taux de germination et les adventices du blé dur (*Triticum durum*) la variété simeto.

### 3.7.1. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur la germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



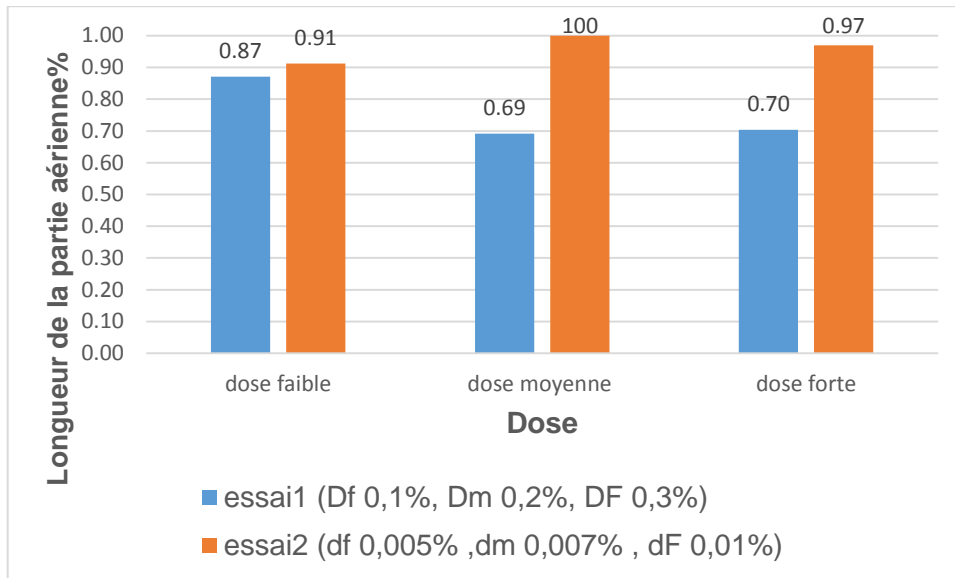
**Figure 3.22:**taux de germination avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure3.22) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la germination nous allons comparer les fortes doses (Df, Dm, DF) avec les faibles doses (df, dm, dF).

Nous avons observé le taux de germination pour la dose faible(Df 0,1%) est de93,33%et le taux de germination de la dose faible(df 0,005%)est de95,83%. Pour la dose moyenne (Dm 0,2%)le taux de germination est de80% et la dose moyenne(dm 0,007%) le taux de germination est de95,83%.pour la forte dose forte (DF 0,3%) le taux de germination est de 80% et la dose forte(dF 0,01%)la moyenne de taux de germination est d'environ 95,83%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* à un effet allélopathique sur la germination de blé.Plus la concentration est faibleplus effet allélopathique positif est important.

### 3.7.2. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur la longueur de LPA du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



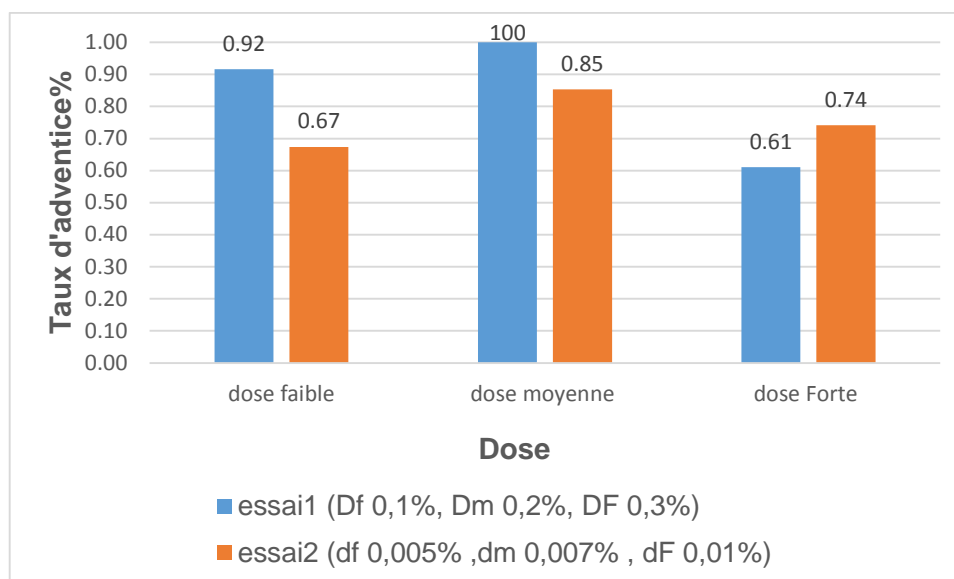
**Figure 3.23 :** la longueur de LPA avec les différentes doses (essai1 x essai2) de traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.23) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la longueur de LPA nous allons comparer les doses de l'essai1 avec les doses de essai2.

Nous avons observé la moyenne de la LPA pour la dose forte (Df 0,1%) est de 87,08% et pour la dose faible (df 0,005%) le taux de la LPA est de 91,26%. Pour la dose moyenne (Dm 0,2%) le taux de la LPA est de 69,13% et pour la dose moyenne (dm 0,007%) le taux de la LPA est de 100%. pour la forte dose DF 0,3% le taux de la LPA est de 70,41% et pour la dose dF 0,01% le taux de la LPA est de 97%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* à un effet allélopathique sur la longueur de la partie aérienne de blé. Plus la dose est faible plus effet allélopathique positif est important.

### 3.7.3. Comparaison entre les différentes doses du traitement (essai1 x essai2) sur l'apparition des adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto

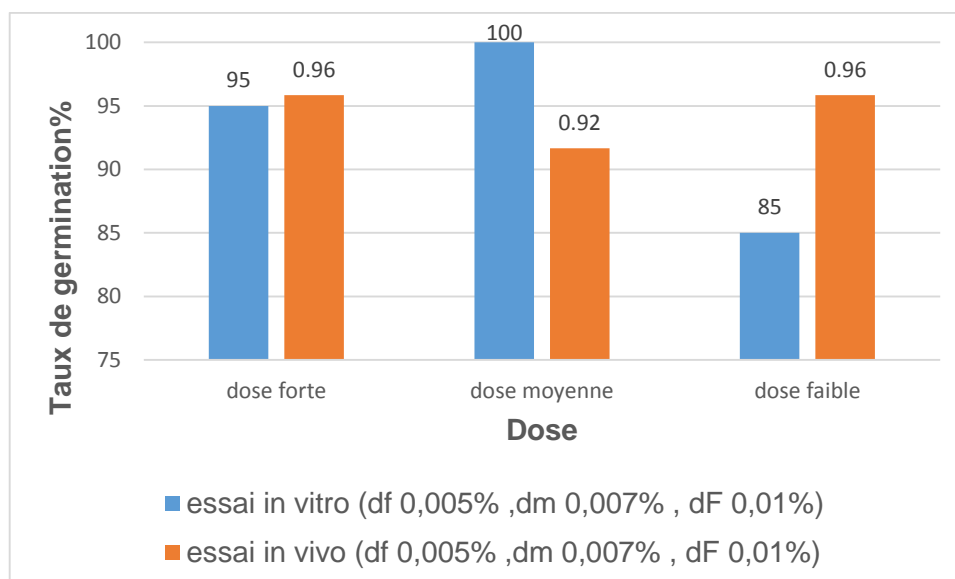


**Figure 3.24** :le taux des adventices du blé dur avec les différentes doses(essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.24) Nous avons observé que le taux des adventices pour la dose (Df 0,1%) est de 91,62% et pour la dose (df 0,005%) le taux des adventices est de 67,37%. Pour la dose (Dm 0,2%) le taux des adventices est de 100% et pour la dose (dm 0,007%) le taux des adventices est de 85,33%. pour la dose (DF 0,3%) le taux d'adventice est de 61,08% et pour la dose (dF 0,01%) le taux des adventices est de 74,10%.

Nous pouvons conclure que notre bioproduit formulé à base de l'HE du *citrus sinensis* à un effet allélopathique sur les adventices le meilleur résultat a été obtenu avec la dose DF (0.3%) suivi de la dose faible (0.005%)

#### 3.7.4. Comparaison entre les deux types de culture (in vivo x in vitro) avec les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur (*Triticum durum*)

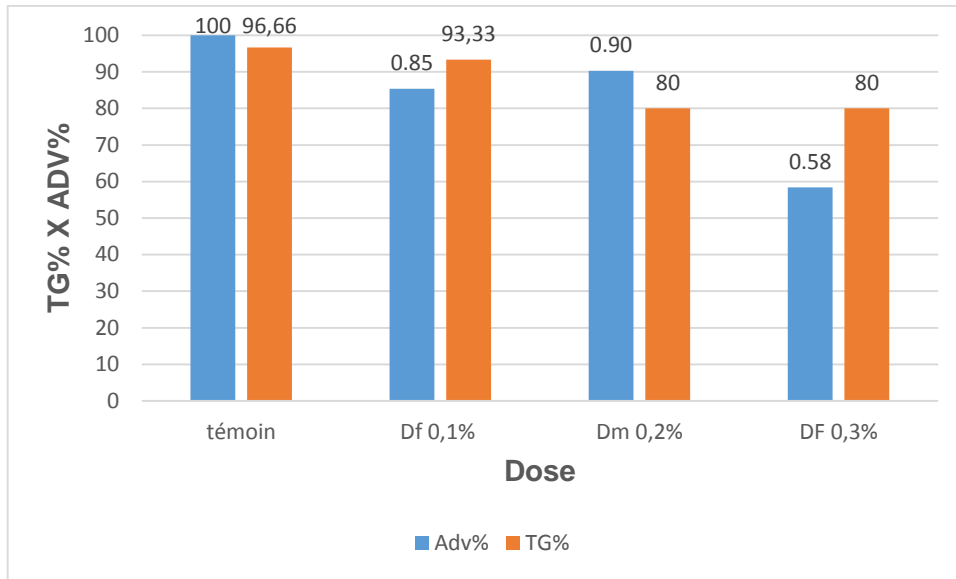


**Figure 3.25 :** taux de germination avec les différentes type de culture(in vitro x in vivo) avec le traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.25) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la germination nous allons comparer entre les deux cultures (in vitro x in vivo) avec les mêmes doses de traitement.

Nous avons observé le taux de germination pour la dose (df 0,005%) au niveau de la culture in vitro est de 85% et la dose (df 0,005%) au niveau de la culture in vivo est de 95,83%. Pour la dose (dm 0,007%) au niveau de la culture in vitro est de 100% et la dose (dm 0,007%) au niveau de la culture in vivo est de 91,67%. Pour la dose (dF 0,01%) au niveau de la culture in vitro est de 95% et la dose (dF 0,01%) au niveau de la culture in vivo est de 95,83%.

### 3.7.5. Comparaison entre les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur et les adventices(essai1)



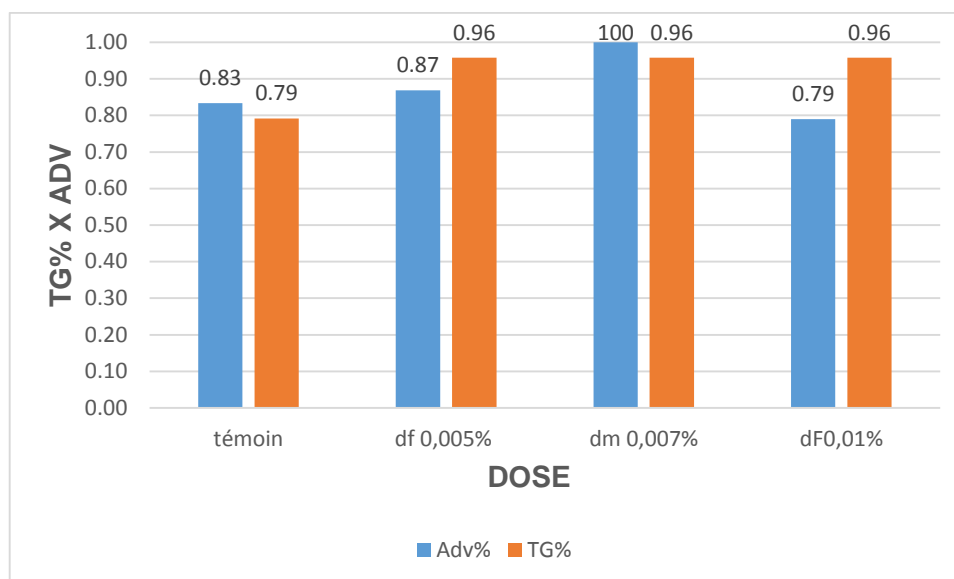
**Figure 3.26:** comparaison entre le taux de germination et les adventices avec le traitement à base d'huile essentielle *Citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.26) en analysant les données de graphe nous allons comparer l'effet doses de bioproduit sur le taux de germination et le taux des adventices.

Nous avons observé que le taux de germination pour lot témoin est de 96,66% et le taux des adventices est de 100% pour les lots traitées par la dose faible (Df 0,1%) le taux de germination est de 93,33 % et le taux des adventices est de 85,40% Pour la dose moyenne (Dm 0,2%) le taux de germination est de 80% et le taux des adventices est de 90,27% pour la dose forte (dF 0,3%) le taux de germination est de 58,37% et le taux des adventices est de 80%.

En conclusion la dose forte à donner le meilleur résultat puisque 80% des graines ont germé et elle a inhibé environ 42% des adventices

### 3.7.6. Comparaison entre les différentes doses du traitement sur la germination du blé dur et les adventices(essai2)



**Figure 3.27:** comparaison entre le taux de germination et les adventices avec le traitement à base d'huile essentielle *Citrus sinensis*.

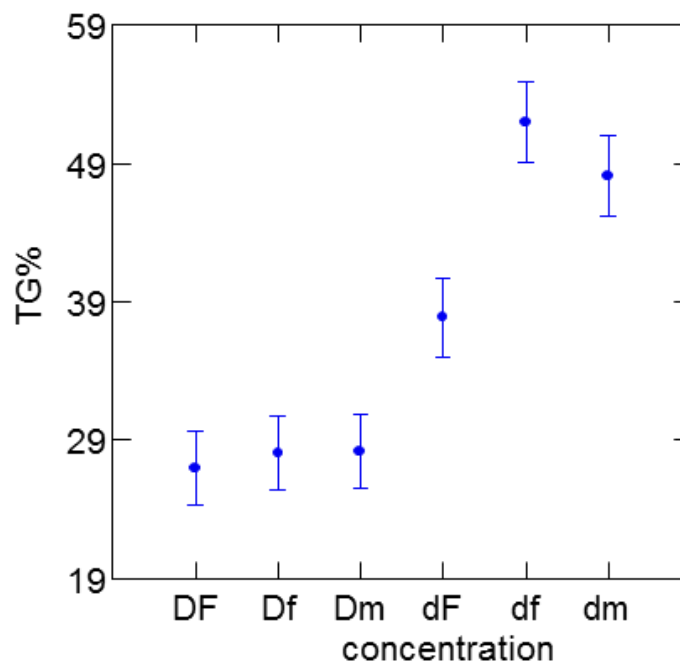
D'après les résultats de la (figure3.27) en analysant les données de graphe nous allons comparer l'effet doses de bioproduit sur le taux de germination et le taux des adventices.

Nous avons observé que le taux de germination pour le lot témoin est de 79,17% et le taux des adventices est de 83,33% pour les lots traitées par la dose faible (df 0,005%) le taux de germination est de 95,83 % et le taux des adventices est de 86,84% Pour la dose moyenne (dm 0,007%) le taux de germination est de 95,83% et le taux des adventices est de 100% pour la dose forte (dF 0,01%) le taux de germination est de 95,83% et le taux des adventices est de 78,95%.

Pour conclure la dose forte a donné le meilleur étant donné que le taux de germination des graines de blé est dépassé les 95% et le taux d'inhibition des adventices est de 22%.

### 3.8. Etude statistique

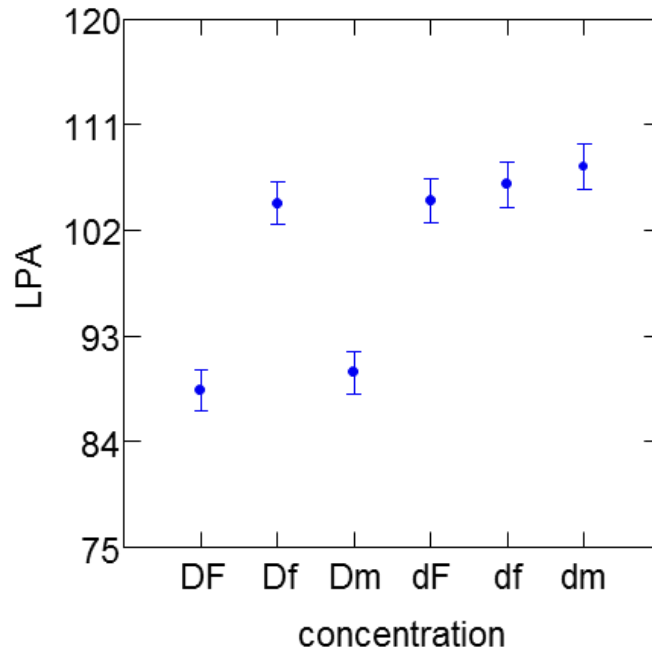
### 3.8.1. comparaison entre les différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto :



**Figure 3.28** : taux de germination avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle *Citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.28) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la germination nous allons comparer les fortes doses (Df, Dm, DF) avec les faibles doses (df, dm, dF). Nous avons remarqué que les doses (df 0,005% dm0,007%,df0,01%) leur taux de germination est plus élevé par rapport au doses (Df 0,1% Dm 0,2% DF 0,3%) qu'ils ont montré un taux de germination faible.

### 3.8.2. L'effet des différentes doses du traitement sur la longueur de LPA du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



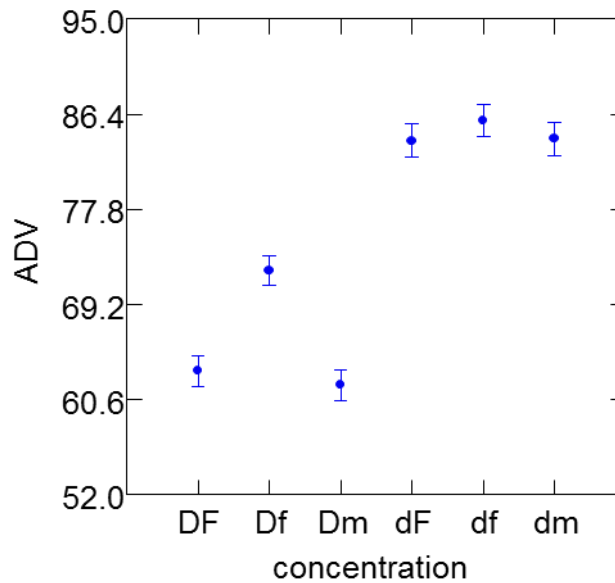
**Figure 3.29** : la longueur de LPA avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.29) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la longueur de LPA nous allons comparer les fortes doses (Df, Dm, DF) avec les faibles doses (df, dm, dF).

Nous avons remarqué que les doses (df 0,005% dm0,007% dF 0,01%,Df 0,1%) ont présenté unecroissance de LPAtrès développé par rapport aux doses (Dm 0,2% DF 0,3%) qui ont montré une faible croissance de LPA.

### 3.8.3. L'effet des différentes doses du traitement sur l'apparition des adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto



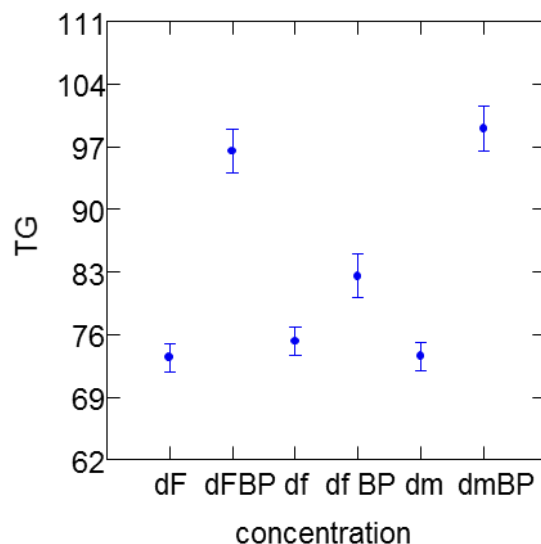


**Figure 3.30:** le taux des adventices du blé dur avec les différentes doses (essai1 x essai2) du traitement à base d'huile essentielle *Citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.30) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur le nombre d'adventice nous allons comparer les fortes doses (Df, Dm, DF) avec les faibles doses (df, dm, dF).

Nous avons remarqué que les doses (df 0,01%, dm 0,007%, dF 0,01%) ont stimulé l'apparition des adventices. Par contre les doses (Df 0,1%, Dm 0,2%, DF 0,3%) ont inhibé l'apparition des adventices.

**3.8.4. L'effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto entre les deux cultures (in vivo x in vitro) :**



**Figure 3.31** :taux de germination avec les différentes type de culture (in vitro x in vivo) avec le traitement à base d'huile essentielle *citrus sinensis*.

D'après les résultats de la (figure 3.31) en analysant les données de l'effet doses de bioproduit sur la germination nous allons comparer entre les deux cultures (in vitro x in vivo) avec les mêmes doses de traitement.

Nous avons remarqué que les doses (dFb 0,01% dmb 0,007%) de l'essai in vitro leur taux de germination est très élevé par rapport les doses (dF 0,01%, dm 0,007%) de l'essai in vivo. Par contre on a marqué une faible différence entre la dose (dfb0,005%) de l'essai in vitro par rapport la (df 0,005%).de l'essai in vivo

### 3.10. Etude statistique

L'analyse de variance montre l'effet temporelle du bioproduits à base d'huile essentielle de *citrus sinensis* de différentes doses sur la germination, la croissance de LPA et les adventices du blé (*Triticum durum*) en fonction du temps.

#### 3.10.1. Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai1)

Tableau 3.1 : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses.

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	227023.588	24	9459.316	16.607	0.000
concentration	378.566	3	126.189	0.222	0.881
Erreur	268842.284	472	569.581		

L'analyse de variance indique que le taux de germination (TG), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.881<5%) par le facteur concentration.

#### 3.10.2. Effet des différentes doses du traitement sur la longueur de la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai1)

Tableau 3.2 : modèle appliqué aux valeurs de la longueur de LPA des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	1855297.332	24	77304.056	222.181	0.000
concentration	56242.902	3	18747.634	53.883	0.000
Erreur	164223.948	472	347.932		

L'analyse de variance indique que la longueur de la partie aérienne (LPA), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000 <5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000<5%) par le facteur concentration.

### 3.10.3. Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai1)

Tableau 3.3 : modèle appliqué aux valeurs de la germination d'avertices des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	743512.228	24	30979.676	228.379	0.000
concentration	18131.542	3	6043.847	44.555	0.000
Erreur	64026.908	472	135.650		

L'analyse de variance indique que les adventices, est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000 < 5%) par le facteur concentration.

### 3.10.4. Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai2)

Tableau 3.4 : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	123045.885	24	5126.912	7.199	0.000
concentration	11931.560	3	3977.187	5.585	0.001
Erreur	264925.315	372	712.165		

L'analyse de variance indique que le taux de germination (TG), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.001<5%) par le facteur concentration.

### 3.10.5. Effet des différentes doses du traitement sur la partie aérienne du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai2)

Tableau 3.5: modèle appliqué aux valeurs de la longueur de LPA des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	1542680.635	24	64278.360	222.874	0.000
concentration	67304.087	3	22434.696	77.788	0.000
Erreur	107287.475	372	288.407		

L'analyse de variance indique que la longueur de la partie aérienne (LPA), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000<5%) par le facteur concentration.

### 3.10.6. Effet des différentes doses du traitement sur les adventices du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai2)

Tableau 3.6 : modèle appliqué aux valeurs de la germination d'adventices des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	519714.260	24	21654.761	285.819	0.000
concentration	15805.070	3	5268.357	69.536	0.000
Erreur	28184.180	372	75.764		

L'analyse de variance indique que les adventices, est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000<5%) par le facteur concentration.

### 3.10.7. Effet des différentes doses du traitement sur le taux de germination du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai in vitro)

Tableau 3.7 : modèle appliqué aux valeurs de la germination des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	395.905	9	43.989	130.665	0.000
concentration	10.495	3	3.498	10.391	0.000
Erreur	62.955	187	0.337		

L'analyse de variance indique que le taux de germination (TG), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000<5%) par le facteur concentration.

### 3.10.8. Effet des différentes doses du traitement sur la longueur racinaire du blé dur (essai in vitro)

Tableau 3.8 : modèle appliqué aux valeurs de la LR des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	Ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	420.820	9	46.758	130.076	0.000
concentration	20.680	3	6.893	19.177	0.000
Erreur	67.220	187	0.359		

L'analyse de variance indique que la longueur racinaire (LR), est \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.000<5%) par le facteur concentration.

3.10.9. **Effet des différentes doses du traitement sur le nombre des racines du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto (essai in vitro)**

Tableau 3.9 : modèle appliqué aux valeurs du nombre des racines des graines de blé dur *Triticum durum* sous l'effet de différentes doses

Analyse de variance					
Facteur	Somme des carrées	Ddl	Moyenne des carrées	F	Signification P<0,05
Temps	104088.705	9	11565.412	20.204	0.000
concentration	1227.975	3	409.325	0.715	0.544
Erreur	107046.275	187	572.440		

L'analyse de variance indique que le nombre des racines, sont \*\*\* significativement affecté à (P 0.000<5%) par le facteur temps, est \*\*\* significativement affectés à (P 0.544<5%) par le facteur concentration.

## II. Discussion

Ce travail montre l'existence des phénomènes allélopathiques dans les conditions expérimentales. Il fournit la preuve que le végétal contient des composés allélochimiques dont l'action peut potentiellement s'exercer aux conditions naturelles.

Certains métabolites secondaires végétaux influent sur la germination ou la croissance des plantes par des mécanismes multiples (**Einhellig et al, 1985**). La division et l'élongation cellulaire, phases essentielles pour le développement, sont sensibles à la présence des composés allélopathiques (**Muller, 1965**).

La germination d'une graine ne peut avoir lieu que si certaines conditions favorables sont réunies à savoir : l'oxygène, la température, l'eau. Par ailleurs, il est bien connu que des substances naturelles produites par des plantes, c'est le phénomène d'allélopathie.

Selon **Delabays (2005)**, les plantes présentes dans une parcelle cultivée interfèrent entre elles de différentes manières. Traditionnellement, cette interférence est attribuée principalement à des effets de compétition pour les ressources de l'environnement telles que l'eau, la lumière ou les substances nutritives. Dans ce même contexte, **Delabays 2004** soulignent que les phénomènes de concurrence entre les végétaux se composent d'une part de la compétition pour les ressources du milieu et d'autre part de l'allélopathie.

Les caractéristiques de l'étude qui a été faite au pouvoir germinatif du bioproduit à base d'huile essentielle de ***Citrus sinensis***, ceci en tenant compte des hypothèses qui ont été citées. Nous avons essayé de discuter les résultats que nous avons obtenus en harmonie entre l'effet dose, l'effet allélopathique du bioproduit et effet temps sur la germination après traitement.

Les tests d'effet de ***Citrus sinensis*** indiquent que les doses (df 0,005% dm 0,007% dF 0,01%) ont stimulé la germination et le développement de la partie aérienne par rapport au témoin. Nos résultats suivent la même optique que ceux de **Rice 1984**, on constate que les effets positifs des plantes sur d'autres sont aussi des effets allélopathiques qui à leur tour influencent le pourcentage de germination. Ce dernier augmente, la longueur de la racine s'accroît ; et on obtient une germination accélérée et le développement de la partie aérienne est importante.



D'après nos résultats de l'essai in vitro l'effet dose sur la croissance racinaire est très différent, la forte dose (dF 0,01%) suit la même courbe d'évolution que le témoin. Tandis que la faible et la moyenne dose (df 0,005% ; dm 0,007%) retardent la croissance de ses dernières. Concernant l'effet dose sur le nombre des racines, on a remarqué que la moyenne dose (dm 0,007%) suit la même courbe d'évolution que le témoin tandis que la forte et la faible dose (dF 0,01% ; df 0,005%) stimule le nombre de racines. Ceci est confirmé par les travaux de **Hopkins, 2003** Il est admis que les substances de croissance végétale dont les auxines sont synthétisées dans les apex caulinaires et racinaires et transporté dans l'axe de la plante. L'allongement des racines est particulièrement sensible à l'auxine (AIA) ; qui a des très faibles concentrations, provoque la croissance des racines excisées ou intactes, et à des concentrations plus élevées, ils inhibent fortement la croissance des racines.

Concernant les doses (Df 0,1% ; Dm 0,2% ; DF 0,3%) ont eu un effet inhibiteur sur la germination et le développement de la partie aérienne du blé par rapport au témoin. Selon **Kruse et al. (2000)**. L'exposition des plantes sensibles aux allélochimiques peut affecter leur germination, leur croissance et leur développement. En effet, la germination des graines est alors retardée ou le développement des plantes est inhibé. Les variations morphologiques sont observées le plus souvent aux premiers stades de développement : des effets sur l'allongement de la tigelle et de la radicule (coléoptile et coléorhiz des poacées). Ces variations peuvent être observées aux stades post-levés sur le développement des pousses et des racines.

Aussi à partir des résultats obtenus dans la culture in vivo qui expriment que l'espèce ***Citrus sinensis*** possède un effet sur les adventices.

Les tests d'effet de ***Citrus sinensis*** indiquent qu'avec les doses (Df 0,1% ; Dm 0,2% ; DF 0,3%) ont retardé l'apparition des adventices par rapport au témoin. Par contre pour les doses (df 0,005% ; dm 0,007% ; dF 0,01%) au début nous avons noté un retard dans l'apparition des adventices par rapport au témoin puis un effet stimulateur de la dose moyenne sur ses dernières. Nos résultats sont concordes avec les travaux de **Kruse et al. (2000)** ont montré que lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée. **Rice 1984** sur le degré de l'effet sur la germination des graines et le développement des plantules liées avec la différence entre les doses et les propriétés physicochimiques des espèces allélopathiques. Selon **Foret, 2004** montre la présence des interactions chimiques à

distance exercée entre plants des espèces différents, par l'intermédiaire des substances (inhibiteur de germination ou de croissance) excrétées par leur racine ou par leurs feuilles dans l'environnement (l'air, l'eau et sol). L'effet d'HE, apparait sous forme d'une inhibition dans la plupart des tests que nous avons réalisées.

**Conclusion**

### Conclusion

Le phénomène de l'allélopathie est l'interférence chimique d'une ou plusieurs substances d'une espèce végétale avec la germination, la croissance ou le développement d'autres espèces de plantes. L'allélopathie couvre à la fois des effets d'inhibition et de stimulation.

Dans ce travail nous avons testé, dans les conditions contrôlé (in vitro) et semi contrôlé (in vivo) à différentes doses, l'effet de bioproduit à base d'huile essentielle d'orange douce (*Citrus sinensis*) sur la germination et le développement du blé dur (*Triticum durum*) variété simeto G2 et son effet sur les adventices. Les résultats obtenus sont prometteur et significatifs.

On a obtenu des résultats très significatifs dans les deux essais in vivo et in vitro.

Les expériences réalisées in vivo indiquent que le bioproduit formulé à base de l'HE du *Citrus sinensis* a un effet significatif sur la germination du blé. Cette dernière a débuté le 8ème jours pour tous les traitements avec des taux respectifs de 97% pour le témoin, suivi de la dose faible avec un taux de 84%, de la dose moyenne avec un taux de 67% et viens en dernier la dose forte avec un taux de 64%. Notre bioproduit a influence sur le début de germination avec la faible dose. Au treizième jour le taux de germination est atteint il n'évoluera plus pour le témoin qui reste avec un taux de 97% le taux de germination avec la faible dose et la forte dose ont atteint leur maximum à savoir 94% et 80%. La moyenne dose n'atteindra les 80% que cinq jours après.

Le bioproduit formulé à base de l'HE du *Citrus sinensis* a un effet allélopathique sur la germination. Cette dernière à débiter le 8ème jours pour tous les traitements. La forte dose atteint son maximum de germination dès le 10ème jour, pour la dose faible (df 0,1%) évolue en fonction du temps est atteint le taux maximum au 13ème jours par rapport à la forte dose et la moyenne dose. cette dernière atteint son maximum le 13ème jour suit par la forte dose. La moyenne dose suit une courbe évolutive avec un plateau de 7jours entre le 11ème et le 17ème puis atteint son taux maximum au dixième jour

Le bioproduit formulé à base d'HE de ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la longueur de la partie aérienne montre que l'effet dose a influencé sur le développement puis que le calcul de. Cette dernière a débuté le 9<sup>ème</sup> jours pour tous les traitements avec des pourcentages respectifs de 26% pour le témoin, suivi de la dose faible avec un pourcentage de 22%, de la dose moyenne avec un taux de 18% et viens en dernier la dose forte avec un taux de 16%. La faible dose suit la même courbe que celle du témoin tandis que la moyenne dose et la forte dose suivent la même évolution. La faible dose a influencé sur le développement de la partie aérienne.

Un effet significatif sur l'apparition des adventices montre que l'effet dose a influencé sur l'apparition de ses dernières. Il a débuté le 9<sup>ème</sup> jours pour tous les traitements avec des taux respectifs de 20% pour le témoin suivi de la dose faible avec un taux de 11,35% pour la dose moyenne avec un taux de 3,24% et viens en dernier la dose forte avec un taux de 1,08%. Au 25<sup>ème</sup> jour de nos observations la meilleure dose qui a eu un effet d'inhibition sur l'apparition des adventices est la dose forte avec un taux de 58%.

Le bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** à des doses 0.01% 0.007% 0.005% montre un effet sur la germination du blé. Cette dernière à débiter le même jour pour le lot témoin et les lots avec la moyenne et la faible dose avec des taux respectifs de 4%, et 8% et le jour d'après pour le lot de la forte dose avec 45%. Notre bioproduit a influence sur le début de germination avec les trois traitements. La faible dose. Au septième jour marqué le taux de germination maximal de 96% le taux de germination avec la forte dose atteindra les 96% deux jours après.

Notre bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a influencé dans le temps par un effet allélopathique sur la germination. Puis que cette dernière à débiter le 5<sup>ème</sup> jours pour le lot témoin et lots de la moyenne et la forte dose et le 6<sup>ème</sup> jour pour la faible dose. Cette dernière atteint son maximum dès le 7<sup>ème</sup> jour avec la dose faible. La moyenne dose atteint son maximum quatre jour suit par les forte deux jours après la faible dose. Notre bioproduit a influencé dans le temps sur la gémiation pour les trois doses.

Le traitement formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique positif sur la longueur de la partie aérienne. Les trois traitements ont influencé positivement avec une stimulation de la longueur des parties aériennes par rapport au témoin

Ce bioproduit a influencé négativement et positivement sur l'apparition des adventices. L'apparition de ses derniers a été retardé entre deux et cinq jours par rapport au témoin et à la dose forte. Au dernier jour du comptage la dose moyenne a eu un effet négatif puisque cette dernière a stimulé l'apparition des adventices par contre la dose faible et forte n'ont pas d'effet.

L'expérience réalisée au niveau de laboratoire dans des conditions contrôlées montre que le bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la germination par la variation des doses 0.01% 0.007% 0.005%. Cette dernière a débuté le 4<sup>ème</sup> jour pour le témoin ainsi que les trois traitements avec des taux respectifs de 95% pour le témoin, suivi de la dose forte avec un taux de 80%, de la dose moyenne avec un taux de 65% et vient en dernier la dose faible avec un taux de 30%. Après nos observations la moyenne dose atteint un taux de 100% au 5<sup>ème</sup> jour pour le témoin qui atteint un taux de 95% le 4<sup>ème</sup> jour et qui sera son maximum. Deux jours la faible dose et la forte dose ont atteint leur maximum à savoir 95% et 85%.

Ce bioproduit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur la germination en fonction de temps où cette dernière a débuté le 4<sup>ème</sup> jour pour les boîtes de témoin ainsi que les boîtes de traitements. Pour le témoin atteint son maximum de germination dès le 4<sup>ème</sup> jour. La moyenne dose atteint son taux maximum le 5<sup>ème</sup> jour. Avec la dose forte atteint un taux de 90% le 5<sup>ème</sup> jour puis a enregistré le 6<sup>ème</sup> jour et le 7<sup>ème</sup> jour atteint son taux maximal de 95%. La faible dose a influence sur la germination puis que son maximum est de 85%.

Ce même produit formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur le nombre des racines a montré que l'effet dose a influencé sur le nombre de racines. Sous l'effet des traitements à faible et forte dose, a été stimulé et a atteint leur maximum à savoir 100% et 91%.

Le traitement formulé à base de l'HE du ***citrus sinensis*** a un effet allélopathique sur le développement de la partie racinaire a montré que l'effet dose a influencé sur le développement des racines. La dose forte suit la même évolution que le témoin alors

que la faible et la moyenne dose ont eu un effet contraire en bloquant le développement des racines.

En perspective, il serait intéressant de caractériser notre huile essentielle, voir son vieillissement dans le temps ainsi que d'expérimenter nos bioproduits dans les conditions naturelles en plein champ.

# Référence bibliographique



## Référence bibliographique

**Allilouche A (2019)** Bilan commerce extérieur des céréales Onfaa.inraa.dz

**Ammar M (2015)** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. Thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier : p17-20.

**Bouzerzour H., Bahlouli, F. Benmahammed, A. et Djekoun, A. 2000.** *Contribution de labiomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité à l'épiaison au rendement grain chez l'orge (Hordeum vulgare L.) en zones semi-aride. Cahier d'Agriculture, 8 : 133-137*

**Belaidi A, (2014).** *Évaluation du potentiel biocide des extraits foliaires aqueux de (Datura stramonium L. et Nerium oleander L.).* Mémoire de master. Biotechnologie végétale. Ouargla. université kasdi merbah ouargla. 54p.

**BEN MEDDOUR T., 2010.** *Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (Peganum*

**Benferhat S., 2010** - Etude des Hyménoptères parasitoïdes associés à la faune aphidienne en milieu naturel et cultivé dans la région de Batna. Mém. Ing. Agro. Dép. Agro., Batna, 42 p

**Benseddik B. et Benabdelli K.,** « Impact du risque climatique sur le rendement du Blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride : approche éco-physiologique n, Science et changements planétaires / Sécheresse, Vol. 11, N°1, éd. J. Libbey Eurotext, 2000. pp: 45-51 .

**Boyeldieu J., 1999.** Encyclopédie des techniques agricoles : production végétale- Blé Tendre-Ed : Paris. 20-20.

**Bozzini A., 1988.** Origin, distribution and production of durum wheat in the world. (éd). Durum: Chemistry and Technology. AACC (Minnesota). Etats-Unis : 1-16 p.

**CHADDA D., 2008.**-Influence des matières organiques (feuilles, châtons et racines) du noyer (*Juglans regia* L.) sur le comportement de jeunes plants de pommier (*Malus domestica* Borkh) dans la région de R'haouat (Hidoussa) (Belezma). Thèse magister. Univ Batna, 08-28p

**Chellali B, 2007.** marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://WWW.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>

- Côme, D.1970.** Les obstacles à la germination. Masson et Cie .162 pp.
- Couic-Marinier F. and Lobstein A. (2013).** Les huiles essentielles gagnent du terrain à l'officine. *Actualités pharmaceutiques*, 52 (525), 18-21.
- Delabays. N., (2005).** L'allélopathie et son utilisation en agriculture biologique. Journées techniques fruits et légumes et viticulture biologique.P.25-33.
- Duke S.O., 2015.** *Proving allelopathy in crop-weed interactions.* *Weed Science* 63, 121-132.
- FAO., 2013"** *Bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréales 09/05/2013*, Ed : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome. Disponible sur le site : <http://www.fao.org/worldfoodsituation/wfs-home/csdb/fr/>
- FAOSTAT. 2013.** *Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations.*<http://www.fao.org>. (Consulté le 11/10/2014).
- Feillet P., 2000.** *Le grain de blé : composition et utilisation INRA*, Paris.
- FERGUSON J.J and RATHINASABATHI. 2003.** - *Allelopathy: how plants suppress other plants. CoursD'université de Floride* : 3.
- Ferhat M.A., Meklati B.Y., Chemat F. 2010.** *Citrus d'Algérie : les huiles essentielles et leurs procédés d'extractions .Ed. Office des publications universitaires, Alger. 157p.*
- FESTY, D., (2014).** *Ma bible des huiles essentielles. Éditions Quotidien Malin.* P. 15
- Fourar-Belaifa R, Fleurat-Lessard F, 2015** - Évaluation expérimentale de la sensibilité aux attaques du charançon du riz de variétés d'espèces céréalières cultivées en Algérie. *Cah Agric* 24 : 283-291. doi : 10.1684/agr.2015.0767.
- Gallet C.,Pelissier F.,2002-***interactions allélopathiques en milieu forestière française (LIV),n°6,p.567-576.*
- Gautier J., 1991.** *Notation d'agriculture. Ed. Gautier, Paris*, pp575.
- GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2007).** *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policy makers. Contribution of working group II to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.* [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

**Godon B, 1985.***Protéine végétale. Ed. Lavoisier.p162- 235*

**Grosmond, G., (2007).** *Huiles essentielles utiles ou dangereuses ? Familiales ou inconnues ? Légale ou non. Aliter AGRI n°84. P. 21*

**Hablaoui et Hakkoum, 2013 :** *L'effet allélochimique des extraits aqueux de quelque mauvaise herbe sur la germination et la croissance de blé. P 1.*

**Hansen J, MS Makiko, R Reto, L Ken, WL David, and ME Martin (2006).** *Global temperature change. PNAS 103: 14288-14293.*

*harmala L.), le laurier rose (Nerium oleander L.) et l'ailante (Ailanthus altissima(Mill.)Swing.) Sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Mémoire ingénieur en biologie et physiologie végétale, université FERHAT ABBAS – SETIF. 17p.*

**Henry Y., J. Buysen. 2000.** *L'origine du blé. Pour la Science 26 :60-62.*

**Hopkins, (2003).** *Physiologie végétale. Edition Boeck. Bruxelles. P. 139-280*

**Houël Emeline. (2011) :** *Etude De Substances Bioactives Issues De La Flore Amazonienne, Thèse de Doctorat, Spécialité : Chimie des Substances Naturelles Université de Guyane*

**Ibrokhim, Y., Abdurakhmonov, and Abdusattor Abdukarimov, (2008).** *Application of Association Mapping to Understanding the Genetic Diversity of Plant Germplasm Resources. International Journal of Plant Genomics, 10:18.*

**ITGC, 2006.** *Variétés de blé cultivées en Algérie. 32 p. in Chetmi D.,2008-2009*

**Judd, W-S., Campbell, C-S., Kellogg. A., Steven,P. (2002).** *Botanique systématique : Une perspective phylogénétique. Edition De Boeck Université (1er édition), Paris et Bruxelles. P. 334-384.*

**Kahoul S et Choucha H, (2017).** *Etude du pouvoir allélopathique d'huile essentielle de *Rutamontana (clus.) L.* et de *Satureja montana L.* sur la germination des céréales et des quelques mauvaises herbes.mémoire de master, Biodiversité et physiologie végétale : M'SILA,université mohamed boudiaf,56p*

**Kalinova J., Vrchatova N., 2009.** *Level of Catechin, Myricetin, Quercetin and Isoquercitrin in Buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*), Changes of Their*

*Levels during Vegetation and Their Effect on The Growth of Selected Weeds.* J. Agric. Food Chem. 57, 2719-2725.

**Kobayashi K., 2004.** *Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil.* Weed Biology and Management 4, 1-4.

**Kruse M., M. strandberg. Et B strandberg. (2000)** *Plantes allélopathiques écologiques : une revue. Rapport technique NERI n ° 315. Institut national de recherche sur l'environnement, Silkeborg, Danemark, 66p.*

**Lakhdar L. (2015).** *Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro.* Thèse de Doctorat de la faculté de médecine dentaire de rabat, centre d'études doctorales des sciences de la vie et de la santé. Rabat, Maroc.

**Lamendin H. (2004).** *Huiles essentielles en diffusion atmosphérique.* Chir. Dent. Fr, 1185, 78- 80.

**Latif S., Chiapusio G., Weston L.A., 2016.** *Allelopathy and the Role of Allelochemicals in Plant Defence, Advances in Botanical Research.*

**Lesage V (2011)** *Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté/tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi isogéniques.* Thèse de doctorat présentée à l'université Blaise Pascal pour l'obtention du grade de docteur d'université : p17-18.

**Maccaferri, M., Sanguineti, MC., Natoli, V., Ortega, JAL., Salem, MB., Bort, J. (2006).** *A panel of elite accessions of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) suitable for association mapping studies.* Plant Genet Resour 4 :79–85. magister : Biochimie végétale appliquée. oran : université d'Oran Es-sénia. 82p

**Marnotte.P, Alphonse.S Raissac.M.(1998).** *Interactions entre plantes de couverture, mauvaises herbes et cultures : quelle est l'importance de l'allélopathie ?* Agriculture et développement n° 17. 40-49 p.

**Massalha H., Korenblum E., Tholl D., Aharoni A., 2017.** *Small molecules belowground: the role of specialized metabolites in the rhizosphere.* Plant Journal 90, 788-807.

**Minagri.(2019).** *ministre de l'agriculture et le développement rural de peche.* <http://http://madrp.gov.dz> (consulté le 19/05/2019)

**Mouellef A.2010.** *Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (T. durumDesf.) au stress hydrique.* Mémoire magister Université Constantine 82 pages.

**Parry G. (1982).** *Le cotonnier et ses produits Maisonneuve et Larose,* paris p. 88.

**Pibiri M.C., 2006.** *Assainissement microbiologique de l'air et des systèmes de ventilation au moyen d'huiles essentielles.* Thèse de doctorat. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.

prairies.Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles.

**REGNAULT-ROGER C., PHILOGENE B. JR et VINCENT CH., 2008.-Bio pesticides d'origine végétale .Ed.TEC&DOC,** Paris : 51-60p

**Rice, E. L. (1984).** *Allelopathy. 2<sup>ème</sup> Edition, Academic Press, New York.* P.422.

**Solène J. (2012).** *La qualite des huiles essentielles et son influence sur leur efficacite et sur leur toxicite.* Thèse de diplôme d'etat de docteur en pharmacie, faculte de pharmacie, Université de Lorraine

**Soltner D. 1998.** Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies.Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles.

**Thomas, O.P. (2009)** *Métabolisme secondaire et Biosynthèse.* Master 2 VEM. Univesité Nice Sophia Antipolis,

**Timbal, (1994)** *le chêne rouge d'Amérique.*Edtions INRA France, paris.p143.

**Wegrzyn R. and Lamendinh H. (2005).** *Huiles essentielles et aromathérapie bucco-dentaire.* Le Chirurgien-dentiste de France, 1225, 62-66.

**Zeghad F Z, (2009).** *Activité allélopathique et analyse phytochimique,* mémoire de magister : Biochimie végétale appliquée. oran : université d'oran Es-sénia.82p