



République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université de Ghardaïa  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département des sciences agronomiques



## MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en sciences  
agronomiques

Spécialité : Protection des végétaux

### Thème

**Contribution à l'étude de l'effet biocide des  
extraits végétaux de *Citrus aurantium* (Rutaceae)**

Réalisé par :

- **YAGOUB Amani**
- **GHOUMAR Rachida**

Évalué par:

Nom et prénom	Grade	Qualité	Etablissement
BENRIMA Atika	Pr.	Présidente	Univ. Ghardaïa
BAZZINE Meriem	MCA	Examinatrice	Univ. Ghardaïa
KHENE Bachir	MCA	Encadreur	Univ. Ghardaïa

**Année universitaire: 2021/2022**

## TABLE DE MATIERES

**Résumé**

**Remerciements**

**Dédicaces**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des photos**

**Introduction**

### **PARTIE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

#### **I. GENERALITES SUR *Hordeum vulgare L.***

1.1. Description

1.2. Classification

#### **II. GENERALITES SUR *Citrus aurantium***

1. Genre : *Citrus*

2. Espèce : *Citrus aurantium*

2.1. Description botanique

2.2. Classification botanique

2.3. Répartition dans le monde

2.4. Principe des constituants chimiques

2.5. Intérêt de *Citrus aurantium*

#### **III. GENERALITES SUR LE PHENOMENE ALLELOPATHIE**

1. Notion de l'allélopathie

2. Les substances allélopathiques ou allélochimiques

2.1. Historique

- 2.2. Généralités sur les substances allélochimiques
- 2.3. La synthèse des composés allélochimiques
- 2.4. Les composés allélochimiques dans les organes végétaux
- 2.5. Modes d'action des composés allélochimiques
- 2.6. L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes

## **PARTIE II : MATÉRIELS ET MÉTHODES**

### **I. RECOLTE ET PREPARATION DU MATERIEL VEGETAL**

1. Rinçage, séchage et broyage du matériel végétal étudié

### **II. EXPERIMENTATION AU LABORATOIRE**

1. Préparation des extraits
  - 1.1. Extraction par reflux
  - 1.2. Choix et préparation des concentrations
2. Les tests biologiques
  - 2.1. Les tests préliminaires de germination
  - 2.2. Les tests finaux de germination
  - 2.3. Incubation
  - 2.4. Suivre de germination et notation
  - 2.5. Détermination des pourcentages de germination
  - 2.6. Mesures des longueurs des racines et des parties aériennes

## **PARTIE III: RESULTATS ET DISCUSSION**

1. Le taux maximal de germination
2. Taux maximale d'inhibition
3. Cinétique de la germination
4. Vitesse de germination
5. Concentration d'efficacité (C.E.50%, C.E.95%)
6. Mesures morphométriques de la racine et de la partie aérienne

### **DISCUSSION**

**CONCLUSION**

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ANNEXES**

## **Remerciements :**

À notre maître et à notre encadreur Dr. Khene Bachir. Nous avons eu l'honneur de travailler avec vous et nos honorables professeurs et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont beaucoup influencé. Vous trouverez ici l'expression de notre profond respect et de notre admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous exprimer notre profonde gratitude.

## *Dédicaces*

*Je dédie ce projet :*

*à ma chère mère, Khiri Khadidja,*

*à mon cher père, Yagoub Mustapha,*

*qui n'a cessé de formuler des prières pour moi et mon soutien et pour  
atteindre mes objectifs.*

*A mon frère Marouane et ma sœur Noor el Doha*

*A ma chère sœur Fatima et son mari Chouaib pour leur soutien  
moral et leurs précieux conseils tout au long de mes études.*

*A ma chère partenaire Rachida pour son approbation et sa  
sympathie. Pour leur soutien indéfectible et leur patience sans fin.*

*À ma chère amie Hana pour son aide et son soutien dans les  
moments difficiles.*

*à toute ma famille.*

***Amani***

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce travail à ma famille, qui m'a donné une digne éducation,  
à ma mère et à son amour qui ont fait de moi ce que je suis  
aujourd'hui,  
au goût de mon père en particulier, à l'effort qui a suscité en moi,  
par sa rigueur. À toi mon coeur Ibrahim Hachani, c'est ma plus  
profonde gratitude pour ton amour éternel, j'espère que ce rapport  
est le meilleur cadeau que je puisse te faire. Voici mes sœurs Ikram,  
Hajer qui m'ont toujours soutenue et encouragée durant ces années  
scolaires, à mes amies et âmes sœurs Merieme, Nassira, à toute ma  
famille.*

***Rachida***

## Liste des tableaux

**Tableau 01** : Réalisation des différentes concentrations de l'extrait de chaque organe.

**Tableau 02** : Valeurs de T50 des extraits de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épiluchures)

**Tableau 03**: Equation des courbes de tendance ( $y=ax+b$ ) de la croissance de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extraits de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épiluchures). Unité : cm.

**Tableau 4** : Détermination de la concentration d'efficacité CE des extraits de *Citrus aurantium*.



## Liste des figures

**Figure 1 :** Orge vert

**Figure 2 :** Les graines d'orge (Wikipedia)

**Figure 3 :** Epillet d'orge à deux rangs à gauche et d'orge à six rangs à droite (Soltner, 2005)

**Figure 4 :** *Citrus aurantium* (feuilles, fleurs, pépins, fruits) ( A.Chevallier 2001).

**Figure 5 :** Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

**Figure 6:** Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

**Figure 7 :** Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

**Figure 8 :** Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

**Figure 9:** Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

**Figure 10 :** Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

**Figure 11 :** Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

**Figure 12:** Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

**Figure 13 :** Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

**Figure 14 :** Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

**Figure 15 :** Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

**Figure 16 :** Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

**Figure 17 :** Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

**Figure 18 :** Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

**Figure 19 :** Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

## Liste des photos

**Photo n 1** : *Citrus aurantium*.

**Photo n 2** : Rinçage à l'eau.

**Photo n 3** : Parties végétales de *Citrus aurantium* (**Photos originales**)

**Photo n 4** : Les étapes de préparation du matériel végétal.

**Photo n 5** : Appareil d'extraction par reflux

**Photo n 6** : Vaporisateur de méthanol.

**Photo n 7**: Semis de graines d'orge en boîtes Pétri pour tester des extraits sur la germination.

**Photo n 8** : Les semis d'orge en boîtes de Petri dans le phytotron

**Photo n 9** : Mélange de tourbe et sable grossier (1/3, 2/3)

**Photo n 10**: Remplissage des pots avec substrat (2/3 tourbe ; 1/3 sable grossier)

**Photo n 11** : Deux graines d'orge/pot

**Photo n 12** : Arrosage des pots aux extraits

**Photo n 13** : Mesure des longueurs et des poids des parties aérienne et racinaire des plantules d'orge après dix jours de croissance.

## **Introduction**

La présence des mauvaises herbes ou plantes adventices dans une culture peut être nuisible à plusieurs titres. La compétition entre les mauvaises herbes et les cultures pour l'eau, les éléments minéraux et la lumière, affecte directement la croissance des cultures et intervient dans leurs pertes de rendement (**Ouattar et Ameziane, 1989 ; Bourgeois et Merlier, 1995**).

Depuis les années cinquante, l'agriculture dépend de l'utilisation des herbicides pour éliminer les mauvaises herbes et assurer des rendements élevés. L'application chimique pour le contrôle de celles-ci n'a donc cessé d'augmenter. Par conséquent, l'augmentation de l'utilisation d'un certain nombre de pesticides a eu des effets négatifs sur la santé humaine et sur l'environnement (**Weih et al., 2008**).

De ce fait, la lutte biologique offre une alternative pour les ravageurs, les maladies et les mauvaises herbes en agriculture (**Mason et Spanner, 2006**).

La gestion des adventices est l'un des facteurs d'intensification des cultures en Algérie, les dégâts occasionnés chaque année sont importants ; elles peuvent engendrer des pertes jusqu'à 25 à 40% de la production potentielle de la culture, elles accentuent le problème des maladies, favorisent les pullulations d'insectes et entravent certaines pratiques culturales (**Boumaaza, 2019**).

L'utilisation de plantes dans la lutte biologique est devenue incontournable. Des efforts ont été fournis pour développer de nouveaux composés afin de les substituer à d'autres déjà utilisés dans la lutte chimique (**Bachi ; 2018**).

L'allélopathie est considérée comme une technique prometteuse pour la lutte biologique (**Lovett, 1991**). L'incidence de l'effet allélopathique des mauvaises herbes sur la croissance des cultures est de plus en plus répandue (**Kumar et al, 2006**).

Les effets allélopathiques directs et la pertinence écologique sont difficiles à prouver (**Inderjit, 2006**). Néanmoins, l'allélopathie présente des capacités élevées de lutte contre les mauvaises herbes en conditions réelles (**Olofsson, 2001**).

Plusieurs études ont montré que la capacité à supprimer les mauvaises herbes par une culture est très différente d'une variété à une autre par la capacité de ces cultures à

sécréter des substances chimiques affectant la croissance des mauvaises herbes à savoir l'allélopathie (Olofsdotter et al., 2002).

Lorsque deux espèces poussent ensemble, elles interagissent entre elles, soit en inhibant ou en stimulant leur croissance ou le rendement grâce à une interaction directe ou indirecte allélopathique (KUMAR et al, 2006).

L'utilisation des herbicides a un effet nocif sur l'environnement, ce qui a poussé à la recherche de méthodes biologiques de contrôle des mauvaises herbes (Benmeddour, 2010).

Dans cette optique, l'objectif de cette étude est de tester le pouvoir bioactif des extraits végétaux de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épluchures). Les essais (germination et croissance) sont réalisés sur l'espèce-test *Hordeum vulgare*, pour sa rusticité (facilité de germination et de levée) et son développement relativement rapide qui peut faire montrer les effets éventuels des extraits testés.

La démarche suivie dans ce travail de recherche est :

Une introduction générale suivie par le premier chapitre consacré à la synthèse bibliographique. Cette synthèse rappelle la taxonomie de *Citrus aurantium* dans la première partie ; les définitions de l'allélopathie et son utilisation.

Le deuxième chapitre est consacré aux matériel et méthodes, les données systématiques et biologiques sur le matériel végétal utilisé y sont présentées. En plus, le matériel étudié et les méthodes suivies dans la réalisation de ce travail sont expliqués.

Les résultats obtenus sont présentés et discutés dans le troisième chapitre.

# CHAPITRE I : GENERALITES SUR L 'ORGE

## 1.1. Description

Les caractères morphologiques et anatomiques sont à la base de la distinction des espèces du genre *Hordeum*. Avec ses caractères morphologiques et physiologiques, l'orge se distingue très bien des autres espèces de céréales (**Giban et al.,2003**).

La plante d'orge cultivée est constituée de racines, de tiges (chaume) cylindriques avec 5 à 7 nœuds, et de feuilles alternées. L'épi au sommet de la tige est constitué de fleurs disposées en épillets simples (portant chacun deux glumes et la fleur). Trois épillets sont attachés à chaque nœud sur un rachis en zigzag plat. Comme dans les autres céréales, le grain est un caryopse (**Hadria,2006**).



Figure 1 : Orge vert



Figure 2 : Les graines d'orge (Wikipedia2022)

## 1.2. Classification

❖ D'après la classification établie par **Engler-Diels, (1936)**, cité par **Jestin, (1992)**, les orges sont des monocotylédones :

Embranchement : *Spermaphytes*

Classe : *Angiospermes*

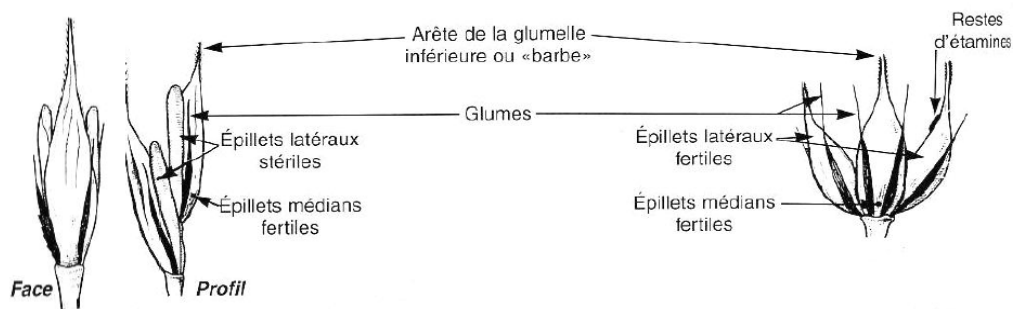
Ordre : *Gramineales*

Famille : *Poacées*

Sous famille : *Festucoidées*

Genre : *Hordeum*

Espèce : *Hordeum vulgare* L.



**Figure 3** : Epillet d'orge à deux rangs à gauche et d'orge à six rangs à droite (Soltner, 2005)

## CHAPITRE II : GENERALITES SUR *Citrus aurantium*

### 2.1 Généralités

*Citrus aurantium* (le bigaradier, l'orange amère ou l'orange de Séville) est l'un des agrumes appartenant à la famille Rutacée, est connue pour son goût extrêmement amer et aigre (Alessandra et al, 1998).

Elle se distingue des oranges douces par leurs fruits à peau plus épaisse plus rugueuse et à pulpe acide et amer (Leroy J.F, 1968). En raison de leur goût aigre et amer, les oranges amères ne sont pas employées comme fruits comestibles, elles sont plutôt utilisées pour la fabrication de jus et des marmelades (confitures d'orange). (Cam, 2007).

### 2.2 Description botanique

#### a. Présentation de la famille des Rutacées :

Selon Guillaumin (1948), la famille des Rutaceae sont des arbres ou arbustes, faisant partie de l'ordre des Sapindales, et compte environ 900 espèces réparties en 150 genres, distribuées sur presque tous les continents excepté l'Antarctique (Shwart, 2011)

Les feuilles sont généralement opposées, sans stipule.

Les fleurs sont hermaphrodites.

Les fruits sont des capsules formant une drupe ou une baie.

Selon Scora (1988), le nord de l'Inde, les régions proches de la Birmanie et de la Chine, seraient les régions d'apparition de *Citrus limon*, *Citrus aurantium* et *Citrus sinensis*.

## b. L'orange amer (*Citrus aurantium*)

*Citrus aurantium* ou bigaradier est un arbrisseau fruitier de 5 à 10 mètres de haut à branches épineuses portant des feuilles brillantes vert foncé, d'une légère odeur et une saveur amère, ovales, luisantes et persistantes ; elles mesurent environ 8 cm de longueur et 4 cm de largeur. Des fleurs blanches ou roses, pouvant atteindre 25 mm, plus grandes que celles de l'oranger doux et très odorante, duquel on tire l'essence du néroli et l'eau de fleur d'oranger (*Meziani, 2017*).

Le fruit appelé bigarade, également nommé orange amère est une baie de couleur vert-jaune ou rouge-orangé à maturité, rond parfois ovalisant ou aplati, il tient longtemps sur l'arbre sans perdre leur parfum, sa peau est rugueuse plus au moins épaisse teintée de vert ou de jaune (*Guillaume, 2011*).



**Figure 4 :** *Citrus Aurantium* (feuilles, fleurs, pépins, fruits). (A. Chevallier 2001).

### 2.3 Classification botanique

Selon (*Manner, Harley I., et al 2006*), la classification de l'espèce *Citrus aurantium* se présente comme suit ;

- Règne: Plantae
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Sapindales



- Famille : Rutaceae
- Genre : *Citrus*
- Espèce : *aurantium*

## 2.4 Principaux constituants chimiques

Selon **Alessandra, et al(1998)**, l'oranger amer est très prisé en phytothérapie en raison de sa composition en

- Flavonoïdes (puissants anti-oxydants)
- Synéphrine
- N-méthyltyramine
- Pectines
- Huiles essentielles
- Limonènes
- Coumarine
- Vitamine C
- Carotènes

## 2.5 Intérêt de *Citrus aurantium*

- L'oranger amer est inscrit sur la liste des 147 plantes pouvant bénéficier d'une autorisation de mise sur le marché pour les médicaments à base des plantes. (**Giraud, 1993**).
- Dans la parfumerie et la cosmétique, ce sont principalement les huiles essentielles du bigaradier et de l'eau de fleur d'oranger, surtout utilisés pour les propriétés olfactives dans les parfums et leur fixation des molécules odoriférantes. (**Cerdagne ; 2000**).
- L'oranger amère mure est utilisée pour confectionner sa confiture amère très prisée au Royaume-Uni. (**Ouguelmane et al, 2008**)
- L'orange amère possède des activités biologiques, activité antimicrobienne, activité veinotonique – vasculoprotectrice...etc (**Ouguelmane et al, 2008**).

### III. GENERALITES SUR LE PHENOMENE ALLELOPATHIE

#### 3.1 Notion d'allélopathie

L'allélopathie est définie comme tout effet direct ou indirect, positif ou négatif, d'une plante sur une autre, par le biais de composés biochimiques libérés dans l'environnement (**Rice, 1984**).

La définition de l'allélopathie est : phénomène biologique dans lequel un organisme génère des composés biochimiques qui influencent la survie, la croissance ou la reproduction d'autres organismes. Ces composés peuvent avoir des effets bénéfiques (allélopathie positive) ou néfastes (allélopathie négative) sur les organismes récepteurs. La libération des composés peut se faire sous forme volatile, via des lixiviats ou des exsudats de racines. L'effet de l'allélopathie n'est jamais complètement mauvais ou bon, il varie en degrés selon les caractéristiques des organismes impliqués (**Decrouy ; 2022**).

En résumé, l'allélopathie est l'ensemble des interactions directes ou indirectes, positives ou négatives d'un organisme sur un autre. (**Jean-François Fortier, 2019**).

#### 3.2 Les substances allélopathiques ou allélochimiques

##### 3.2.1 Historique

En 1996, la Société internationale d'allélopathie (IAS) a défini l'allélopathie comme tout processus impliquant des métabolites secondaires produits par des plantes, des algues, des bactéries et des champignons qui influence la croissance et le développement de l'agriculture et des systèmes biologiques. » (**Reigosa ; 2006**).

Plus récemment, les chercheurs en botanique ont commencé à revenir à la définition originale des substances produites par une plante qui inhibent une autre plante. Confondant davantage la question, les zoologues ont emprunté le terme pour décrire les interactions chimiques entre les invertébrés comme les coraux et les éponges (**Rick, 2007**).

### 3.2.2 Généralités sur les substances allélochimiques

Les composés allélochimiques peuvent être classés en grande partie comme métabolites secondaires, généralement considérés ne jouant aucun rôle dans le processus du métabolisme des plantes (acides phénoliques, des flavonoïdes, des terpénoïdes, des alcaloïdes, et des glucosinolates). Ces produits sont présents dans pratiquement tous les tissus de la plante; fruits, fleurs, feuilles, tiges, racines et rhizomes, pollen et graines. Ils sont libérés de la plante au moyen de processus de: volatilisation, lixiviation, exsudat racinaire et décomposition des résidus de la plante(**wiki.2022**).

Il est difficile de démontrer les effets allélopathiques dans la nature vu la complexité des interférences entre les plantes (**Christensen, 1993**). L'interférence est une combinaison des processus de compétition pour les ressources et la production des composés allélopathiques qui suppriment les compétiteurs (**Duke et al., 2001**).

### 3.2.3 Les composés allélochimiques dans les organes de la plante

Les allélochimiques sont généralement sécrétées par les racines. Cependant, ils sont également présents en quantités variables dans les tiges, les feuilles et les fruits (**BUBEL, 1988**).

Les principaux organes de la plante ont le potentiel de stocker les composés allélochimiques. En tant que métabolites secondaires, les allélochimiques ne sont pas répartis dans tous les organes de la plante. (**Raven et al, 2003**).

Ils sont souvent synthétisés dans une partie de la plante et stockés dans une autre. En outre leur concentration dans la plante varie souvent dans de grandes proportions au cours de 24 heures (**Benmeddour, 2010**).

### 3.2.4 Modes d'action des composés allélochimiques

Les interactions allélopathique sont souvent le résultat d'action jointes de plusieurs composés différents. Les activités biologiques des plantes réceptrices sont dépendantes de la concentration des produits allélochimiques c'est-à-dire qu'il n'y a réponse que lorsque la concentration en produits allélochimiques atteint un certain seuil (**David Wolfe, 2020**).

Dans la plupart des cas, les effets négatifs de l'allélopathie conduisent à la mortalité ou à un blocage de la croissance. (GAMA et al, 2006).

### 3.2.5 L'allélopathie et la lutte contre les mauvaises herbes

L'utilisation d'herbicides pour lutter contre les mauvaises herbes est un facteur important, mais leur utilisation doit être considérée de manière responsable, judicieuse et simple dans le cadre d'un programme global de la gestion de la mauvaises herbes (M.Cully et al., 2004).

Les mauvaises herbes résistantes augmentent la demande de cultures biologiques dépendant moins des pesticides ou basé sur les composés naturels. Le phénomène d'allélopathie peut être lié au contrôle de la croissance des mauvaises herbe de différentes cultures (SINGH et al., 2003).

L'allélopathie a un intérêt majeur pour les chercheurs qui s'intéressent aux systèmes agricoles. Des effets allélopathiques des plantes de cultures à l'égard des mauvaises herbes pourraient être très bénéfiques (RICKLEFS et MILLER, 2005 ; DUKE ET al., 2002). L'allélopathie du riz est un mécanisme de défense qui se produit naturellement contre les adventices du riz, qui implique plusieurs facteurs, particulièrement la dynamique des allélochimiques et l'activité microbienne spécifique dans le sol (KONG et al., 2008).

Il est possible d'utiliser les influences allélopathiques dans la pratique agricole. Par exemple, une ligne qui à été plantée en sorgho ne sera envahie par les mauvaises herbes que deux à quatre fois moins que d'autres lignes au cours de la saison culturale suivante. Il est évident que le sorgho libère dans le sol des composés allélopathiques qui réduisent la croissance des mauvaises herbes (RAVEN et al., 2003).

Beaucoup d'intérêts existent en utilisant des produits naturels afin de contrôler les mauvaises herbes dans les agro-écosystèmes. Cependant, peu de produits naturels ont été développés et commercialisés (MCLAREN, 1986). Le Bialaphos et le glufosinate sont les bio - herbicides les plus utilisés avec succès (SY et al., 1994 ; MERSEY et al., 1990).

## **PARTIE 2 Matériels et méthodes**

### **2.1 Préparation du matériel végétal**

#### **2.1.1 Rinçage, séchage et broyage des parties végétales**

Après avoir cueilli les fruits et les feuilles de *Citrus aurantium*, on les lave et on sépare à partir des fruits les épiluchures et les pépins, puis on les pose sur du papier journal pour les sécher à l'ombre à température ambiante cette opération a pris entre 20 et 30 jours selon la partie végétale, après quoi nous les découpons et les broyons dans un broyeur électrique, les poudres obtenues sont conservées(**photos 4**).



**Photo n 1 :** *Citrus aurantium*, décembre 2021 capture par Ghoumar Rachida



**Photo n 2:** Rinçage à l'eau





**Photo n 3 : Parties végétales de *Citrus aurantium* (Photos originales)**

A: Feuilles de B: Epluchures

C : Pépins

**Séchage**



**Poudre de :** D : feuilles

E: Epluchures

F: pépins

**Broyage pour l'étape d'extraction**

**Photo n 4 : Les étapes de préparation du matériel végétal, 08/01/2022 capture par Yagoub Amani**

## **3.2. EXPERIMENTATION AU LABORATOIRE**

### **3.2.1 Préparation des extraits**

Nous avons obtenu les extraits par le procédé d'extraction par reflux et réalisé les tests des effets des nos extraits de feuilles, épluchures et de pépins aussi bien sur la germination des graines d'orge (espèce-test) dans le phytotron au laboratoire, que les effets sur les premiers stades de croissance des plantules d'orge sous serre automatisée.

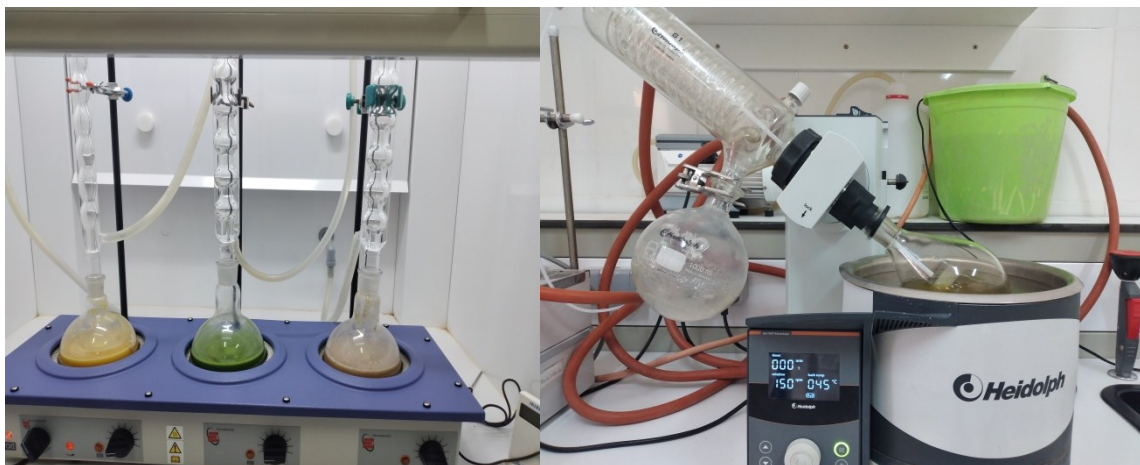
## A. Extraction par reflux

Le procédé utilisé est l'extraction par reflux dans une solution (solvant et eau distillée) pour extraire les composants des poudres végétales préparées.

L'extraction par reflux est basée sur un procédé de distillation qui est largement utilisé dans les laboratoires et les industries alimentaires et non alimentaires. Le procédé consiste à chauffer une solution à ébullition puis à renvoyer les vapeurs condensées dans le ballon d'origine. (Cheoketal., 2014)

Dans chaque flacon d'une contenance de 2000 ml monté sur un chauffe ballon, on met 100 g de poudre végétale dans un mélange liquide de 400 ml de méthanol et 200 ml d'eau distillée, le tout est porté à une température de 50°C pendant 6 heures (Photo5).

Ensuite on passe la solution dans un papier filtre, le filtrat liquide est passé dans un évaporateur rotatif à 45°C durant 20 minutes pour évaporer le solvant (méthanol) (Photo 6).



**Photo 5:** Appareil d'extraction par reflux      **Photo 6 :** Vaporisateur de méthanol, laboratoire Université de Ghardaïa, 10/01/2022 capture par **Ghoumar Rachida**

## B. Choix et préparation des concentrations :

A partir des extraits purs récoltés, on prépare cinq concentrations décroissantes dilués à l'eau distillée sur la base d'un facteur de dilution de 0.5, pour obtenir les concentrations suivantes : C1=100% (extrait pur), C2=50%, C3=25%, C4= 12,5% et C5= 6,25%.(Tableau 1)

**Tableau01** : Réalisation des différentes concentrations de l'extrait de chaque organe:

N°	[C] en % extrait	Volume Extrait (ml)	Volume Eau distillée (ml)	Total solution	10 Graines orge/boite (3 répétitions/concentration + 1 témoin (eau distillée))
C1	100%	20	-	20	40
C2	50%	10	10	20	40
C3	25%	5	15	20	40
C4	12.5%	2.5	17.5	20	40
C5	6.25%	1.25	18.75	20	40

**Matériel utilisé :**

- Dispositif d'extraction par reflux, rotavapor
- Phytotron réglé (25°C, 80% H)
- 54 boites en plastique transparentes stérilisées (18 x3)
- Graines d'orge saines et non cassées (180 graines x 3)
- 15 flacons en verre non transparents pour les 5 concentrations des 3 extraits
- Pipette graduée, Pince à Épiler, papier hygiénique, papier-filtre, marqueur, scotch
- Eau de javel pour la désinfection des outils et des boites
- Eau distillée pour : rinçage après désinfection, dilution des extraits, lavage ...
- Serre automatique, substrat (mélange tourbe- sable grossier), alvéoles pour plants, ...

**C. Tests des effets des extraits sur la germination**

Des tests préliminaires ont été réalisés pour s'assurer de la viabilité des graines d'orge achetées chez les semenciers localement, les graines se sont révélées viables et saines.

Ci-dessous les étapes suivies pour l'évaluation de l'effet sur la germination des différents extraits aqueux de *Citrus aurantium* (feuilles, épiluchures, pépins) aux concentrations sus citées sur les graines d'orge (plante-test):

- Dans des boites de Pétristériles on place des papiers filtre de même taille
- Un nombre de 10 graines d'orge sont ensuite déposées sur le papier filtre imbibé de 5 ml d'extrait, à raison de 3 répétitions pour chaque concentration et 3 témoins à l'eau distillée, soit 18 boîtes pour chaque extrait, au total on a 54 boites et numérotées pour les trois extraits. **(Photo7)**
- Les boites ainsi semées, sont mises dans le phytotron (25°C, 80% d'humidité) et nous surveillons la germination et enregistrons les graines germées quotidiennement. **(Photo8)**





**Photo 7:** Semis de graines d'orge en boites Pétri pour tester des extraits sur la germination.



**Photo8 :** Les semis d'orge en boites de Petri dans le phytotron, laboratoire Université de Ghardaïa, 06/02/2022 capture par **Ghoumar Rachida**

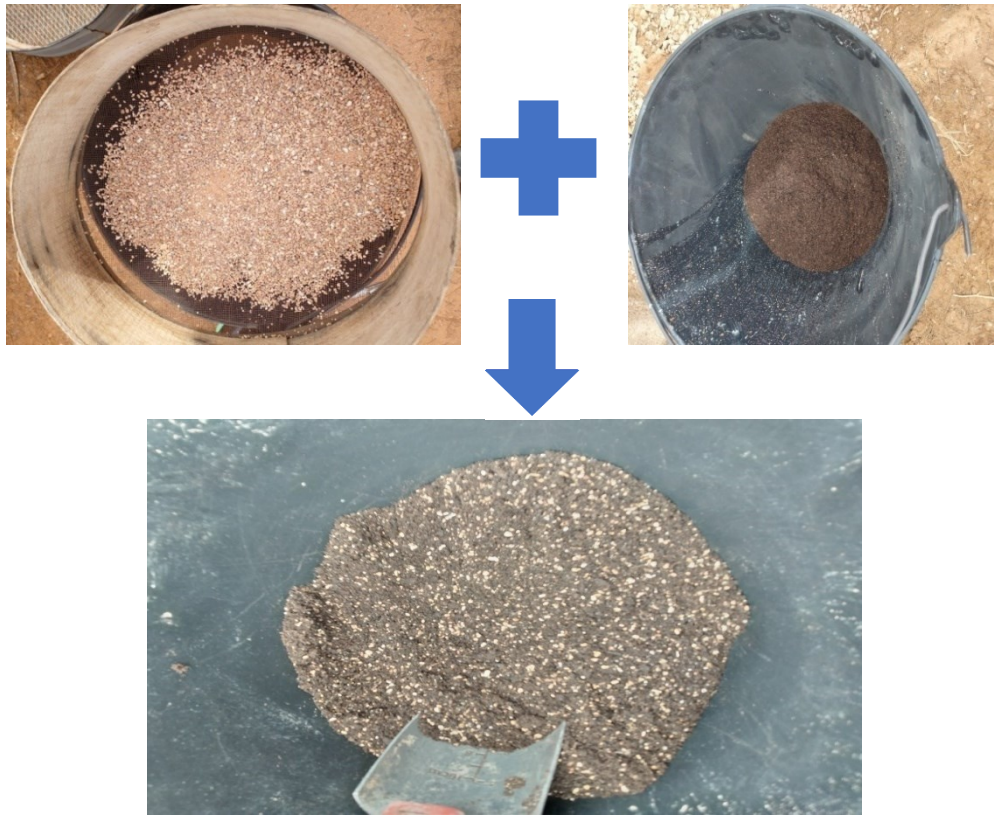
#### **D. Tests des extraits sur la croissance des plantules**

Pour effectuer les tests des extraits sur la croissance des plantules d'orge, un substrat est préparé (2/3 de tourbe et 1/3 du sable grossier), mis dans des pots de semis dans lesquels on dépose deux graines d'orge pour ne conserver après la levée que la plantule la plus vigoureuse.

Sur la base d'essai de détermination de la capacité de rétention en eau des pots remplis de substrat, un volume de 8 ml (égale à cette capacité), de chaque extrait a été additionné dans chaque pot semé en orge.

Des témoins sont irrigués à l'eau distillée dans les mêmes conditions expérimentales.

Cette étape a été menée au niveau de la serre de l'université de Ghardaïa.



**Photo 9 :** Mélange de tourbe et sable grossier (1/3, 2/3) la serre Université de Ghardaïa, 27/02/2022 capture par Yagoub Amani



**Photo 10:** Remplissage des pots avec substrat (2/3 tourbe ; 1/3 sable grossier) la serre Université de Ghardaïa, 27/02/2022 capture par Yagoub Amani



**Photo11** : Deux graines d'orge/pot **Photo 12** : Arrosage des pots aux extraits la serre Université de Ghardaïa, 27/02/2022 capture par Yagoub Amani

### **E. Suivi des effets des extraits sur la croissance des plantules**

Pendant une durée de 10 jours, nous avons mesuré les longueurs des parties aériennes périodiquement tous les deux jours.

Ensuite, les plants d'orge ont été retirés et nettoyés du substrat attaché aux racines avec de l'eau, puis nous avons procédé aux mesures des longueurs à l'aide du papier millimétré (partie aérienne LA et partie racinaire LR) et des poids à l'aide d'une balance de précision (biomasse partie aérienne BA et biomasse partie racinaire BR) (**Photos 11**).



**Photo 13** : Mesure des longueurs et des poids des parties aérienne et racinaire des plantules d'orge après dix jours de croissance. laboratoire Université de Ghardaïa, 26/03/2022 capture par Ghoumar Rachida

## F. Paramètres étudiés

Les résultats ainsi collectés pour chaque concentration d'extrait de chaque organe nous permettront d'étudier les paramètres suivants:

- Taux d'inhibition (T.I.): D'après CÔME (1970), ce paramètre explique la capacité d'une substance ou préparation à inhiber la germination des graines.
- Evaluation de l'effet allélopathique: l'évaluation de l'effet allélopathique des traitements sur les graines selon l'échelle de la commission des essais biologiques de la « Société Française de Phytologie et de Phytopharmacie » (SFPP), évalué en % d'inhibition de germination (**RSAISSI et al.,2013**) : 95-100%=très bon effet ; 80-95% = bon effet ; 60-80% = effet moyen ; 40-60% = effet faible ; (-) de 40% = effet sans intérêt pratique.
- Cinétique de germination: correspond aux variations dans le temps du taux de germination des graines de la plante test. Elle représente graphiquement le pourcentage de germination en fonction du temps.
- Concentration d'efficacité (C.E50%) est la concentration d'une matière pouvant induire un succès de 50% de la population traitée. Egalement une C.E90% engendre un taux de succès de 90%. La C.E50% et la C.E90% sont estimées selon la méthode des Probits»
- Effet sur la croissance =  $((H-h)/H) \times 100$  avec :  
H: longueur des racines du témoin (eau distillée);  
h: longueur des racines dans l'extrait considéré.
- Effet sur la matière fraîche =  $((M-m)/M) \times 100$   
M: poids de la matière fraîche du témoin ;  
m: poids de la matière fraîche dans l'extrait considéré.

## Partie III - RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1. Paramètres étudiés

Afin de pouvoir détecter une bioactivité des extraits étudiés des parties végétales (feuilles, pépins, épluchures) de l'espèce *Citrus aurantium*, certains paramètres ont été analysés dans cette partie.

- la germination des graines : taux et cinétique de germination, concentration d'efficacité (CE50 et CE95), le temps nécessaire à la germination de 50% des graines (T50).
- la croissance des plantules d'orge (longueurs et biomasse aériennes et racinaires)

### 3.2. Effet des extraits de *Citrus aurantium* sur la germination de l'orge

#### a. Effet d'inhibition de la germination

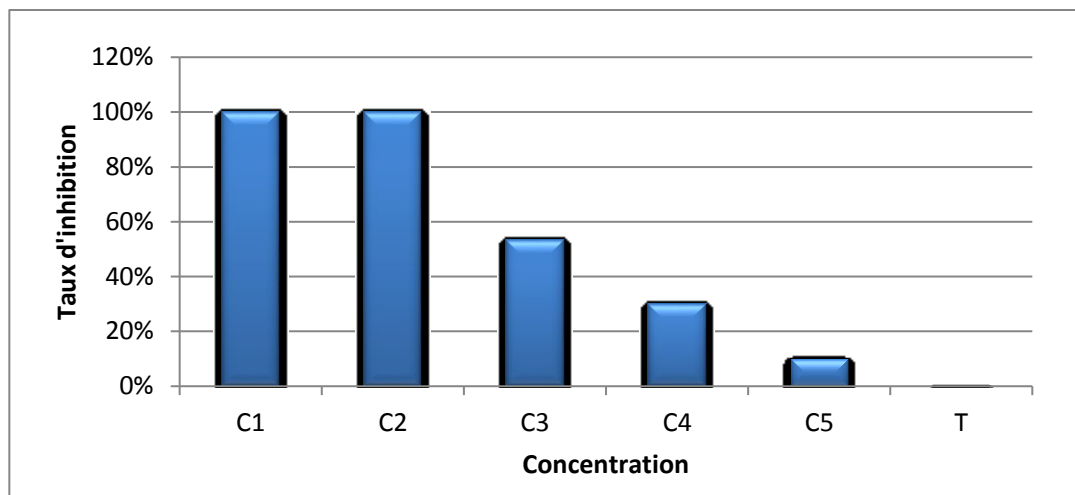
L'essai de la bioactivité anti germinative des extraits étudiés a été conduit selon le protocole expérimental décrit précédemment, sur une durée de cinq jours, c'est-à-dire la durée suffisante pour que toutes les graines des lots témoins traités à l'eau distillée ont pratiquement germé.

#### a.1. Effet de l'extrait des feuilles

Par rapport au témoin, le taux d'inhibition de la germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des aiguilles est maximum à 100% pour les deux concentrations en extrait C1 (100%) et C2 (50%).

Les effets allélopathiques de ces deux concentrations (C1 et C2) est jugée « très bon effet » selon la Société Française de Phytomédecine et de Phytothérapie » (SFPP).

Ensuite on a des effets moindres causés par les trois autres concentrations C3, C4 et C5 enregistrant respectivement des taux de mortalité de 53% (effet faible), 30% et 10% (effets sans intérêt pratique) rapport au témoin. (**Figure 5**).

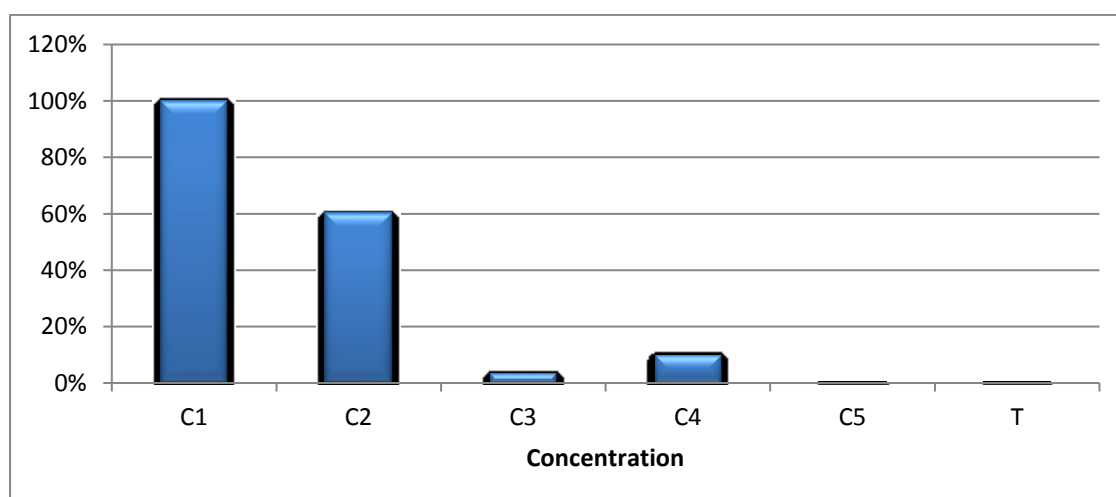


**Figure n 5:** Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

### a.2. Effets de l'extrait des pépins

D'après le graphe (**Figure n 6**) d'inhibition de la germination de l'orge sous l'effet de l'extrait des pépins, il y a un très bon effet suite de la C1 avec un taux maximal d'inhibition de 100% et un effet moyen au taux d'inhibition de 60% causé par la concentration C2.

Alors que pour les trois autres concentrations à savoir C3, C4 et C5, on remarque que leurs taux se stabilisent respectivement à 3 %, 10% et 0%, des sans intérêt pratique selon l'échelle de la commission française des essais biologiques.

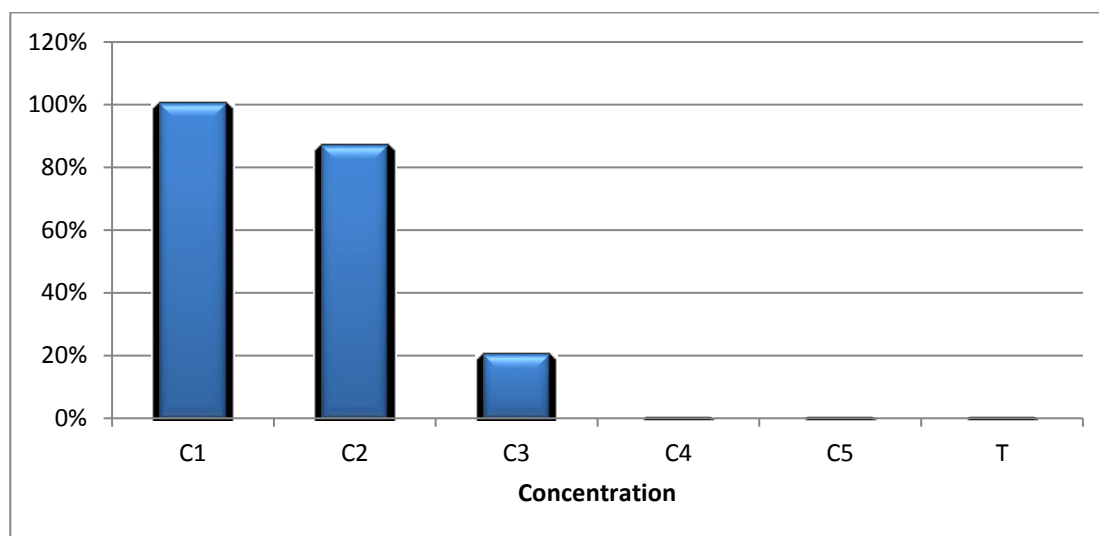


**Figure n 6 :** Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

### a.3. Effet des extraits des épiluchures

Les résultats des effets des épiluchures sur la germination des graines d'orge présentés dans la **figure 7** montrent un effet total d'inhibition (100%) avec la C1 « très bon effet », suivie de la C2 (50%) atteignant le taux de 87% d'inhibition « bon effet » par rapport au témoin.

Quant aux concentrations restantes, leurs effets n'ont pas d'intérêt pratique vu les taux plus faibles d'inhibition allant 0% à 20% de mortalité. (**Figure n 7**).



**Figure n 7** : Inhibition de la germination des graines d'orge par l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*

Globalement, on comparant entre les trois extraits du point de vue leurs effets anti germinatifs sur les graines d'orge, on remarque que les extraits des feuilles de *Citrus aurantium* exercent un effet total d'inhibition dès la concentration C2 (50% d'extrait) « très bon effet ».

Alors que pour les deux autres extraits ils exercent pour la même concentration C2 des inhibitions aux taux maximums ne dépassant pas 87% de mortalité « bon effet » pour l'extrait des épiluchures et 60% pour les extraits des pépins « effet moyen ».

### b. Effet sur la cinétique de germination

La cinétique de la germination porte sur le déroulement de celle-ci dans le temps des graines soumises aux différents traitements (extraits à différents concentrations et témoin à l'eau distillée).

Les tests des extraits étudiés (feuilles, pépins, épluchures) sur la germination ont été réalisés selon le protocole d'expérimentation précédemment décrit, au cours d'un temps de cinq jours pendant lequel la germination de tous les témoins est atteinte.

Dans notre essai on compare l'efficacité anti germinative de nos trois extraits par la détermination de leurs T50 respectifs, qui indiquent le temps écoulé pour arriver à un taux de germination de 50% des graines. Plus la valeur de T50 d'un extrait est élevée et plus son effet anti germinatif est élevé c'est-à-dire que cet extrait retarde plus l'entrée en germination des graines traitées.

Le T50 peut être déterminé selon la formule ci-dessous (Coolbear *et al.*, 1984), à l'aide du programme « *Advanced seed germination measurements excel tool* » (Ferhan, 2017).

$$T_{50} = \frac{t_i + \left( \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{2} - n_i \right) (t_j - t_i)}{n_j - n_i}$$

Où;

$n_i$ = nombre cumulé de graines germées

$n_j$ = nombre cumulé de graines germées

$t_i$ = l'intervalle de temps correspondant à  $n_i$

$t_j$ = l'intervalle de temps correspondant à  $n_j$

**Tableau 02 :** Valeurs de T50 des extraits de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épluchures)

Concentration	T50 (en jour) des extraits de <i>C. aurantium</i>		
	Feuilles	Pépins	Epluchures
<b>C1</b>	-	-	-
<b>C2</b>	-	-	-
<b>C3</b>	<b>3,71</b>	-	3,50
<b>C4</b>	3,50	<b>3,63</b>	<b>3,59</b>
<b>C5</b>	3,61	3,50	3,58
<b>T</b>	3,50	3,50	3,50



Pour un extrait un T50 élevé par rapport au témoin signifie que cet extrait provoque un retard dans la germination des graines traitées à cet extrait par rapport à celles du lot témoin traitées à eau distillée.

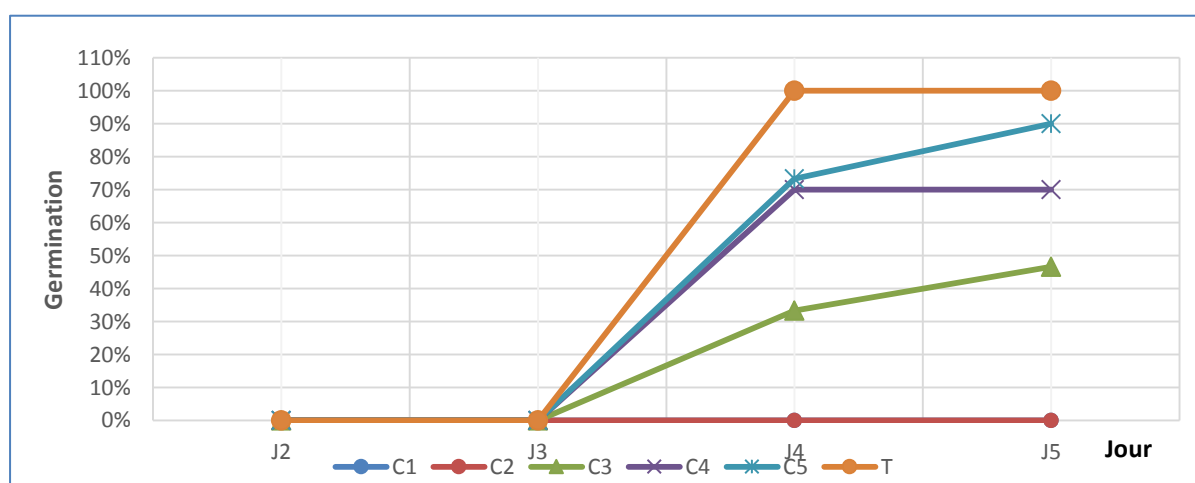
L'extrait le plus efficace de ce point de vue est celui des pépins qui cause l'inhibition totale des graines dès la concentration C3 soit celle de 25% d'extrait.

Pour ce qui est du retard de la germination des graines, l'extrait des pépins cause un effet retardatif par rapport au témoin de 0.13 jour (3.12 heures) à partir d'une concentration plus basse à savoir la C4 à 12.5% d'extrait, alors que l'extrait des feuilles cause plus de retard de germination soit 0.21 jour (5.04 heures) par rapport au témoin mais à la concentration C3 (25%) soit le double de la C4 (12.5%).

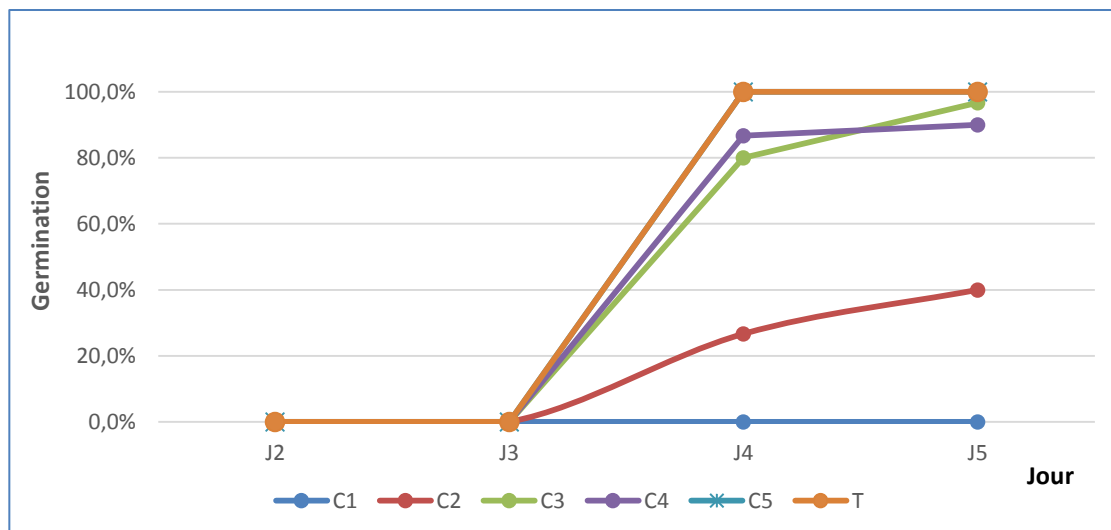
Les **figures de 8 à 10**, présentent les résultats obtenus pour les trois types d'extraits des parties de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épluchures) aux cinq concentrations étudiées (100%, 50%, 25%, 12,5%, 6,25%) en plus des témoins.

Ces trois figures montrent pour les trois extraits, qu'il n'y a pas germination pour la concentration C1 (extraits purs).

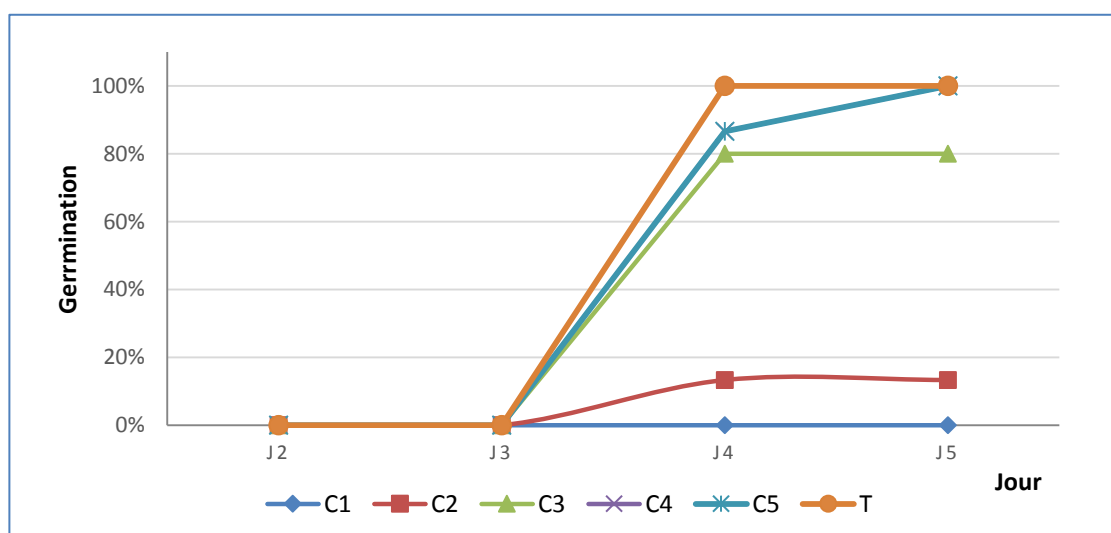
A l'exception de la C2 des extraits des feuilles sous laquelle aussi il n'ya aucune germination, on constate que pour les autres les concentrations (C3, C4, C5) une entrée en germination qu'au troisième jour en même temps que le témoin mais à des taux de germination inférieurs par rapport au témoin qui atteint son maximum dès le 4<sup>ème</sup>, alors que les maximums des autres sont atteints qu'au 5<sup>ème</sup> jour.



**Figure 8 :** Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.



**Figure 9** : Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*



**Figure 10** : Cinétique de germination des graines d'orge sous l'effet de l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

### c. Détermination de la concentration d'efficacité

Les concentrations d'efficacité CE sur la germination des graines d'orge des différents extraits de *Citrus aurantium* ont été déterminées par la méthode des Probits (correspondants aux taux de mortalité) en fonction des logarithmes des concentrations d'extrait utilisées.

La valeur de la CE95 représente la concentration d'un extrait donné pour causer la mortalité de 95% des graines traitées par cet extrait et dont l'évaluation allélopatrique est classée « très bon effet » selon l'échelle la société française de phytologie rapporté par (RSASSI, 2013).

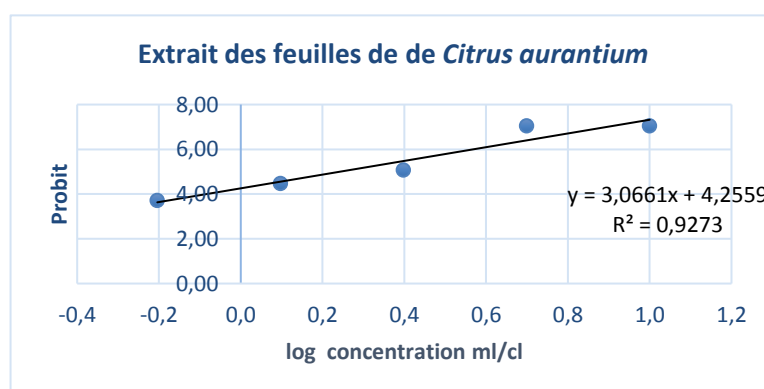
A ce sujet, on note par ordre d'efficacité décroissante des extraits, avec en tête celui des feuilles dont la concentration d'efficacité C95 est de 5.99 ml/cl qui est plus efficace que les deux autres extraits, vient ensuite l'extrait des pépins (CE95=6.64 ml/cl) et enfin l'extrait des épiluchures avec la CE95 la plus élevée soit 8.53 ml/cl, qui est de ce fait l'extrait le moins efficace des trois. (Tableaux4)

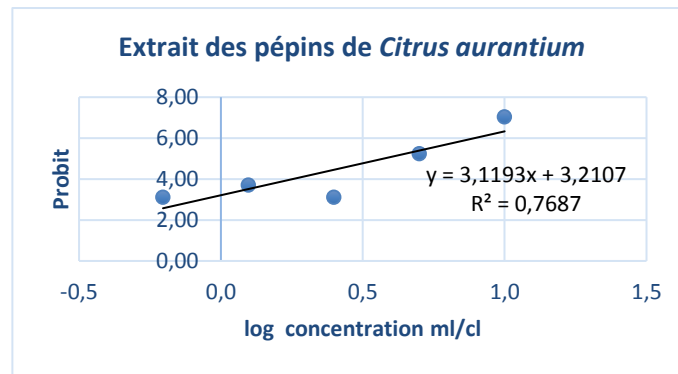
**Tableau 4 :** Détermination de la concentration d'efficacité CE des extraits de *Citrus aurantium*.

Type d'extrait	Figures de 17 à 19		Concentration d'efficacité CE95 * (ml/cl)
	Equation de la courbe de tendance	Coefficient de corrélation	
Feuilles	$y = 3,0661x + 4,2559$	$R^2 = 0,9273$	5,99 (extrait le plus efficace)
Pépins	$y = 3,1193x + 3,2107$	$R^2 = 0,7687$	6,64 (extrait à efficacité intermédiaire)
Epluchures	$y = 3,6109x - 3,2791$	$R^2 = 0,9195$	8,53 (extrait le moins efficace)

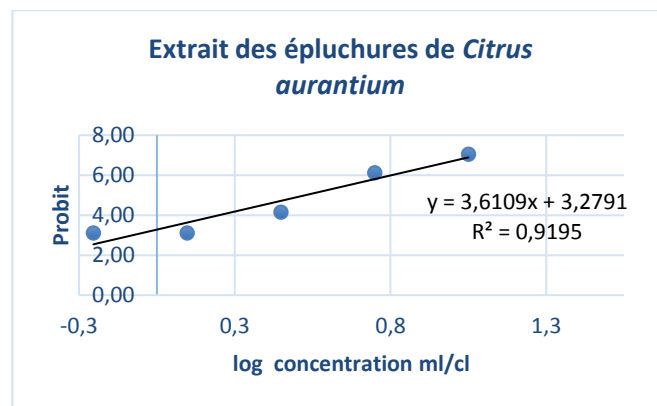
Dans cet tableau on a présentés les méthodes de calcul de la concentration d'efficacité, coefficient de corrélation, l'équation de la courbe de tendance pour les trois types d'extrait de *citrus aurantium*.

**Figure 17 :** Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*





**Figure 18** : Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*



**Figure 19** : Graphe des logarithmes des concentrations en fonction des Probits de l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*

### 3.3. Effets des extraits de *C. aurantium* sur la croissance des plants d'orge

Les mesures relatives à la croissance en longueur et à la biomasse des plantules d'orge sous l'effet des différents types d'extraits (feuilles, pépins, épiluchures) ainsi que les témoins ont été relevées après vingt jours les résultats remarqué présent dans les courbes ci-dessous.

#### a. Effet des extraits sur la croissance en longueurs

Les courbes ci-dessous (de 11 à 13) visualisent les variations par rapport au lot témoin recevant l'eau distillée, les longueurs atteintes par les parties aériennes (**LA**) et les parties racinaires (**LR**) des plantules d'orge irriguées aux différents types d'extraits (feuilles, pépins, épiluchures) aux cinq concentrations étudiées (100% ; 50% ; 25% ; 12,5% et 6,25%).

Les équations des courbes de tendance des cinq concentrations de chaque type d'extrait (feuilles, pépins, épluchures) sont portées dans le tableau .....

La constante (a) de cette équation représente la pente de la courbe de tendance, et sa valeur est proportionnelle à vitesse de croissance sous la concentration considérée.

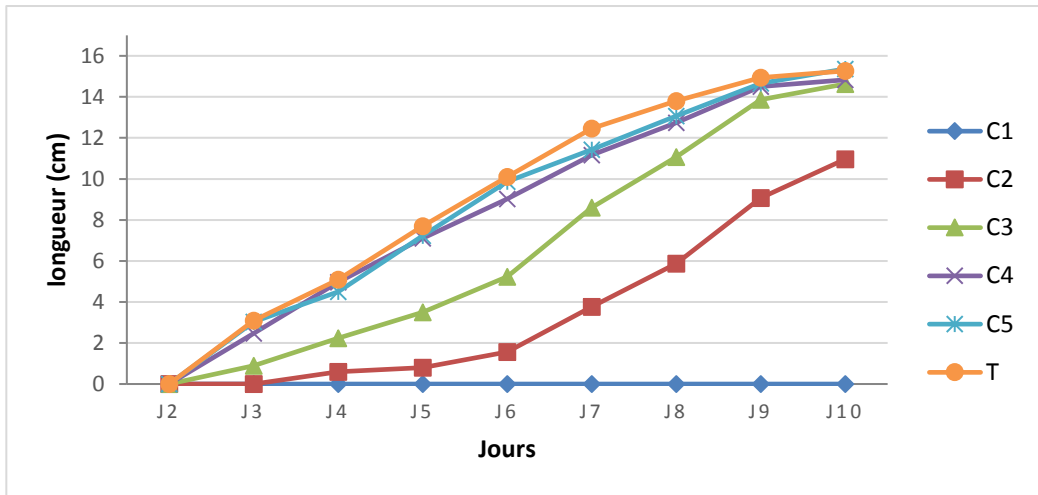
**Tableau 03:** Equation des courbes de tendance ( $y=ax+b$ ) de la croissance de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extraits de *C. aurantium* (feuilles, pépins, épluchures). (U : cm).

<b>Feuilles</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>T</b>
Equation	$y = 0$	$y = 1,4094x - 3,4213$	$y = 2,0033x - 3,3463$	$y = 1,9172x - 1,0528$	$y = 1,9617x - 1,012$	$y = 1,9789x - 0,7315$
R <sup>2</sup>		0,8751	0,9716	0,9823	0,9806	0,9661
<b>Pépins</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>T</b>
Equation	$y = 0,4489x - 1,1889$	$y = 1,7506x - 4,5565$	$y = 1,8761x - 3,362$	$y = 1,97x - 2,6019$	$y = 1,6367x - 2,6463$	$1,6978x - 0,1667$
R <sup>2</sup>	0,838	0,8511	0,9478	0,9935	0,9681	0,9593
<b>Epluchures</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>T</b>
Equation	$y = 0,1722x - 0,5278$	$y = 1,6311x - 4,263$	$y = 1,8494x - 4,2102$	$y = 1,8467x - 3,9481$	$y = 2,0106x - 2,3083$	$y = 2,0172x - 0,8231$
R <sup>2</sup>	0,5251	0,8495	0,9082	0,9415	0,9937	0,9726

### **a.1 Effet de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium***

Les courbes de tendances de l'évolution dans le temps de la croissance des plantules d'orge irriguées aux cinq concentrations de l'extrait des feuilles de *Citrus aurantium* durant les 10 jours de végétation, montrent que par rapport au témoin, la vitesse de croissance la plus élevée est celle des plantules traitées par C3 ( $a=2,0033$  le plus élevé) signifiant un effet stimulateur.

Par contre la C1 (extrait pur) enregistre une inhibition totale de la germination et donc pratiquement pas de croissance, ensuite c'est la C2 (50% d'extrait) ( $a=1,4094$ , le plus faible) qui cause le ralentissement le plus important de la croissance des plantules. **(Figure 11).**



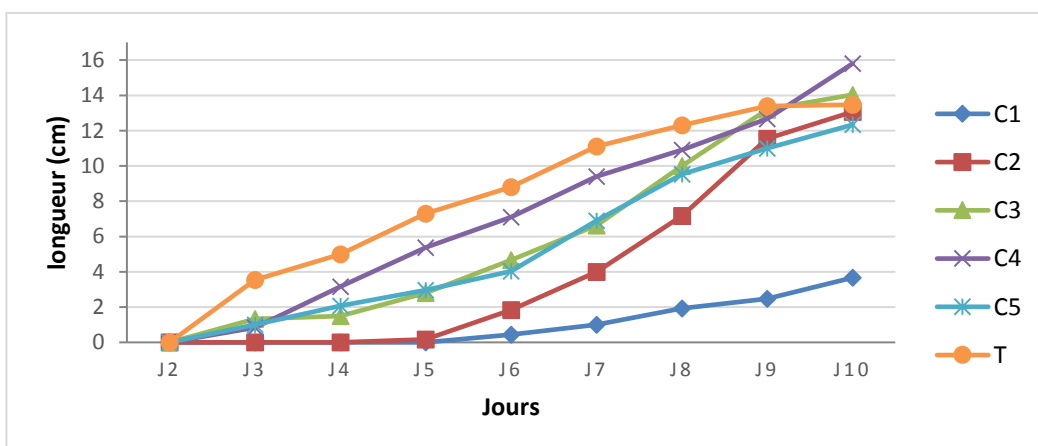
**Figure 11** : Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*

### a.2 Effet de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*

Les courbes de tendances de l'évolution dans le temps (10 jours) de la croissance des plantules d'orge irriguées aux cinq concentrations de l'extrait des pépins de *Citrus aurantium*, montrent que la vitesse de croissance la plus élevée est celle des plantules traitées par C4 ( $a=1,97$  le plus élevé) suivie par celles des plants irrigués aux concentrations C3 et C2 (respectivement  $a=1,88$  et  $a=1,75$ ).

Ces trois concentrations ont toutes un effet stimulateur de croissance des parties aériennes des plants par rapport au témoin ( $a=1,7$ ).

Par contre c'est la C1 (extrait pur) ( $a=0,4489$ ) qui cause le maximum de ralentissement de la croissance des plantules d'orge (effet intéressant). (**Figure 12**)

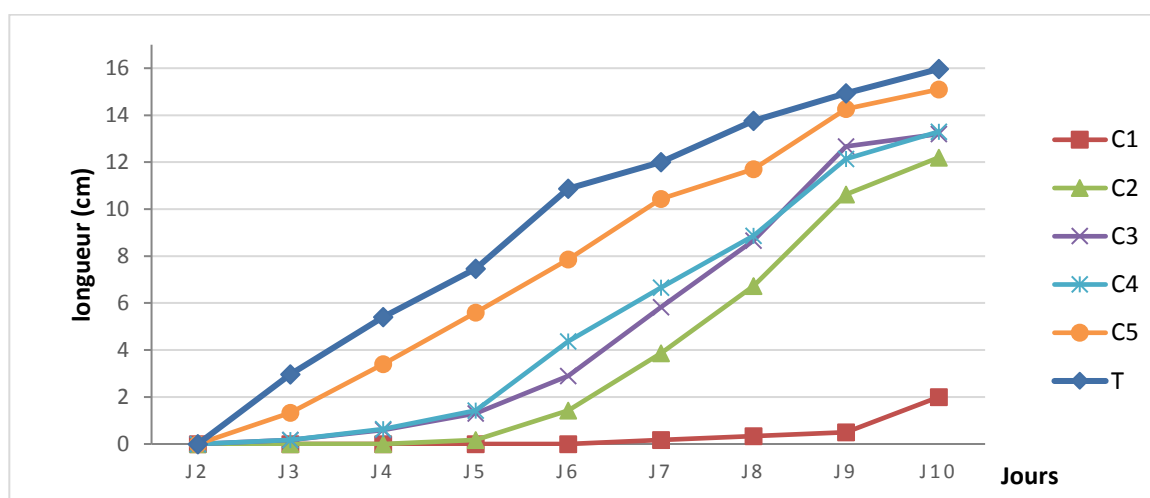


**Figure 12** : Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des pépins de *Citrus aurantium*.

### a.3 Effet de l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*

Les courbes de tendances de l'évolution dans le temps (10 jours) de la croissance en longueur de la partie aérienne de plants d'orge irrigués à différentes concentrations de l'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*, montrent que par rapport aux témoins, un ralentissement (effet inhibiteur) exercé sur les plants pour les cinq concentrations étudiées avec un ralentissement maximal causé par la C1 (extrait pur) ( $a=0,1722$ ) et un ralentissement minimal à la C5 ( $a=2,0106$ ).

La croissance la plus rapide est enregistrée par chez les plantules témoins ( $a=2,02$ ).



**Figure13** : Cinétique de la croissance en longueur de la partie aérienne des plants d'orge sous l'effet d'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

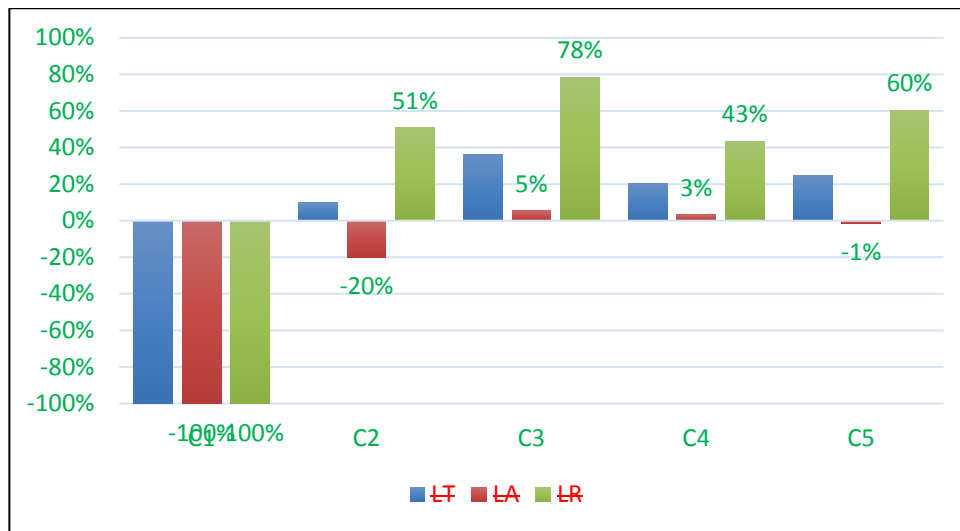
### b. Variation de la biomasse fraîche des plants d'orge sous

#### b.1 l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*

On remarque que la biomasse fraîche de la partie racinaire (BR) des plants d'orge sous l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium* est stimulée pour les quatre concentrations de C2 jusqu'à C5 avec des variations allant d'un minimum (43%) pour CA jusqu'à un maximum (78%) pour C3.

La biomasse aérienne (BA) est aussi stimulée mais à des degrés moindres : 5% pour C3 et 3% pour C4.

Par contre cette même partie aérienne est inhibée totalement (-100%) pour la C1 (extrait pur) et partiellement (-20%) pour C2 et (-1%) pour C5. **(Figure 14)**



**Figure 14** : Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des feuilles de *Citrus aurantium*.

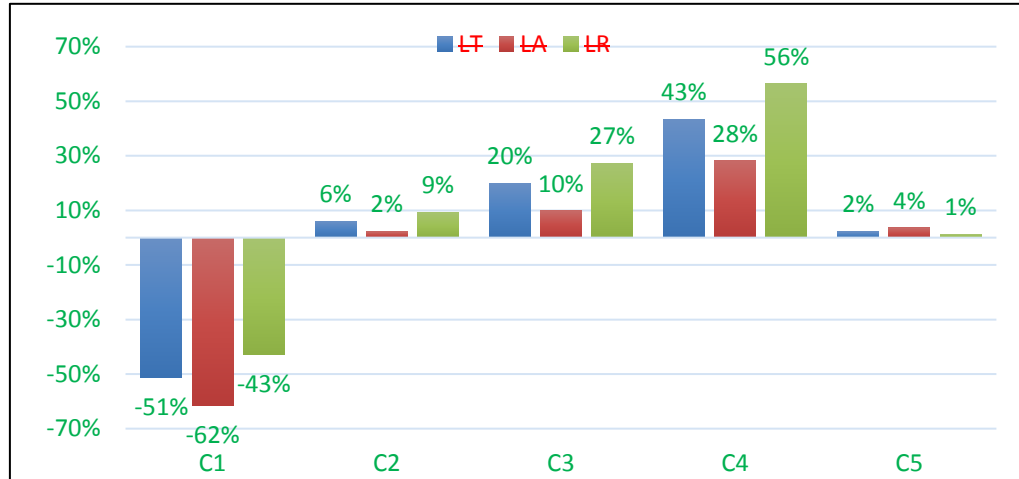
## b.2 Effet des extraits des pépins

On remarque que la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des pépins de *Citrus aurantium* est stimulée pour dans les parties racinaires (BR) pour les concentrations de C2 à C5. Cette stimulation atteint son maximum (56%) sous l'effet de C4 et devient négligeable avec un minimum (1%) pour la C5.

Le même effet de stimulation est observé dans la biomasse des parties aériennes (BA) avec un maximum (28%) pour C4 et un minimum (2%) sous l'effet de C2.

Inversement, il y a inhibition de la biomasse de toutes les parties aérienne des plantules à la concentration C1 (extrait pur). **(Figure 15)**

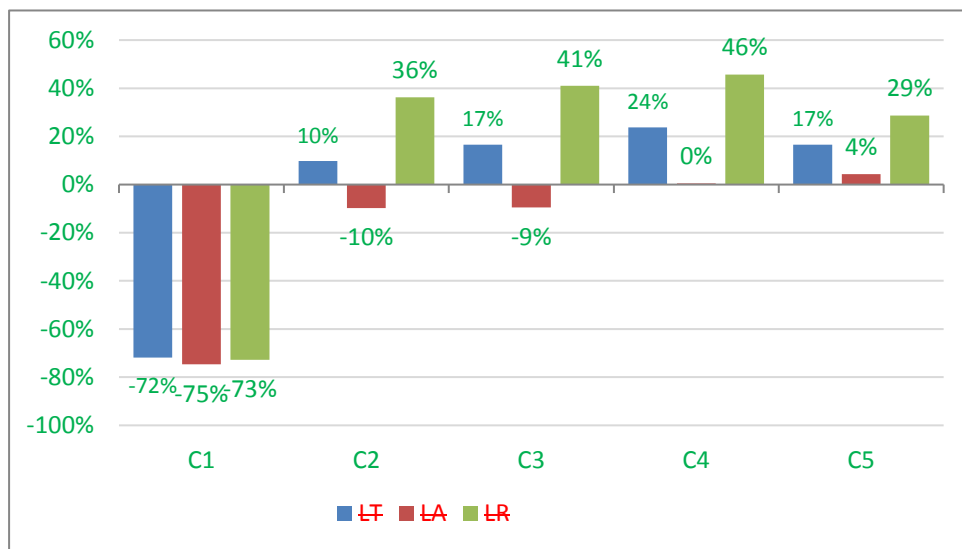




**Figure15 :** Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des pépins de *Citrus aurantium*

### b.3 Effet des extraits des épiluchures

La courbe de la **figure 16**, fait montrer que la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium* est stimulée pour la partie racinaire (BR) pour les concentrations de C2 à C4, avec un maximum atteint de 46% pour la C4 et un minimum de 29% pour la C5. Cependant, la biomasse aérienne des plantules est inhibée par toutes les concentrations de la C1 à C4 et légèrement stimulée (4%) pour C5.



**Figure 16 :** Variation par rapport au témoin de la biomasse fraîche des plants d'orge sous l'effet d'extrait des épiluchures de *Citrus aurantium*.

## Discussion

Les résultats obtenus relatifs aux taux de germination des graines de l'espèce *Hordeum vulgare* des différents lots témoins (eau distillée) et traités par les extraits aqueux des parties végétales (feuilles, pépins et épluchures) de *Citrus aurantium* font apparaître des effets inhibiteurs de la germination.

L'inhibition est totale sur les graines traitées à l'aide des extraits purs 100% des trois parties étudiées. Cette action est probablement liée à la concentration élevée des extraits en molécules actives capables d'inhiber la germination des graines.

Comme il est à signaler un taux de germination instable avec une vitesse perturbée dans la germination des graines traitées par rapport aux graines des lots témoins et traitée à l'aide des extraits aux concentrations moindres étudiés.

Dans les conditions normales, la germination des graines est un ensemble de transformations biochimique et physiologique qui se déclenchent au contact de la graine avec l'eau (stimulus externe), l'amylase est synthétisée pour assurer la transformation de l'amidon (albumines) et fournir à l'embryon l'énergie pour la germination (**REGNAULT-ROGER et al., 2008**).

L'inhibition est totale sur les graines de (*Hordeum vulgare*) traitées à l'aide des extraits foliaires purs de *Datura stramonium* L. et de *Nerium oleander* L 100% ou dilué à 50% (**BELAIDI, 2014**).

Lorsque des plantes sensibles sont exposées aux allélochimiques, la germination des graines est retardée. En ce qui concerne certaines graines, la germination s'arrête au stade « gonflement de la graine » ou au début de l'apparition de la radicule pour d'autres (**BENMADDOUR, 2010**).

Certains métabolites secondaires végétales influent sur la germination ou la croissance des plantes par des mécanismes multiples (**EINHELLIG et al., 1985**).

En effet, une inhibition de la synthèse d'ADN dans les noyaux des méristèmes apicaux et des racines est soupçonnée (**KOITABABASHI et al, 1997**).

Chez les graines des lots traités par les extraits dilués à 50%, 25%, une inhibition partielle de germination des gaine d'orge a été enregistrée, pouvant être due à la présence moins importante des molécules allélopathiques dans ces extraits.

Au vu des résultats obtenus pour les dilutions des extraits (feuilles, pépins et épluchures) à 2,5%, aucune inhibition n'est enregistrée, ce constat est probablement dû à des faibles

concentrations des extraits. Dans ce sens, la capacité d'une plante à inhiber la croissance d'une autre plante est influencée par des paramètres intrinsèques (concentration et nature chimique des constituants et leurs proportions dans les extraits) ou bien extrinsèques (conditions relatives au climat, nature du sol, l'espèce végétale réceptrice) (**HOPKINS, 2003**).

**Kruse et al, (2000)** ont montré aussi que l'effet des substances allélochimiques se manifeste par des variations observées le plus souvent aux premiers stades de développement, des effets sur l'allongement des tiges et de la racine. Dans la plus part des tests que nous avons réalisés, l'effet inhibiteur des extraits est plus important sur le développement des plantules (longueur de la racicelle et longueur des tiges).

Selon (**Rice, 1984**) sont aussi des effets allélopathiques : le pourcentage de germination qui augmente et la longueur de la racine accroit. Dans notre présente étude des effets stimulateurs de certaines concentrations d'extraits ont été constatés sur le développement de la partie aérienne est important.

L'efficacité de l'allélopathie est déterminée par la quantité des substances allélochimiques présents dans les extraits (**HADJ KOUIDER Yamina, 2017**). Dans certains cas, les extraits stimulent le développement des plantules. La composition chimique des extraits étudiés doit être déterminée afin d'étudier séparément les effets des composés chimiques ayant des effets négatifs ou positifs. La connaissance des ces composés pourrait être utile pour le développement des bio-herbicides. Leurs impacts sur les agents pathogènes des plantes et les ravageurs devraient être étudiée davantage. (**HADJ KOUIDER, 2017**).

Les différents effets des extraits sur la germination des graines et le développement des plantules peuvent être expliqués par les différences des quantités (concentration) et caractéristiques physicochimiques (espèce allélopathique) qui probablement mettent en jeu des substances allélochimiques spécifiques. (**Benmaddour, 2010**).

Pour chaque espèce allélopathique l'inhibition augmente lorsque la concentration de l'extrait augmente, cette augmentation n'est pas proportionnellement similaire pour les trois espèces. Toutefois, l'allélopathie ne se manifeste selon **Friedman (1995)** que lorsque la quantité critique des composés allélochimiques atteint la plantes ou la graine cible.

**Arslan et al. (2005), Nandal et Dhillon (2005), Uremis et al. (2005), Turk et Tawaha (2003) et Batish et al. (2002)** ont montré que l'inhibition augmente avec l'augmentation de la concentration des extraits.

Les résultats ont montré que l'extrait aqueux de *Citrus aurantium* contient des produits chimiques phytotoxiques qui inhibent de manière significative la longueur des racines et la longueur des plumules alors qu'un effet moindre a été observé sur le pourcentage de germination de *Triticum aestivum*.

Les résultats ont également révélé que la racine était plus sensible à tous les traitements par rapport à la longueur de la plumule. Les résultats obtenus ont montré une similarité avec les résultats de Muhammad [16] ; Pady [17] ; Hoqué [18] ; Ahmed [19] ; El-Bakkoch [20] ; Kato Noguchi[21]; Kato-Noguchi [22] ; Kato Noguchi [23] et Ruwanza [24].

## 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 des autres espèces de plantes. L'allélopathie couvre à la fois des effets d'inhibition et de stimulation. **(Boumaaza, 2019)**

Les substances chimiques synthétisées par les plantes allélopathiques et qui sont impliquées dans ce phénomène sont appelées allélochimiques. L'allélopathie ne se manifeste que lorsqu'une quantité suffisante des substances allélopathiques atteint la cible, c'est un effet concentration -dépendant. **(Boumaaza, 2019)**

Le présent travail porte sur la recherche de la potentialité de l'effet biocide des extraits des végétaux (feuilles, pépins, épluchures) de l'espèce *Citrus aurantium* sur la germination et le développement des plantules d'orge. Dans la recherche d'un herbicide naturel d'origine végétale, nous avons des tests biologiques ont été réalisés pour déterminer l'effetsur la germination des graines d'orge par différentes concentrations de ces extraits. Les résultats montrent la présence de deux formes d'effets: effet d'inhibition (totale ou partielle) et effet de stimulation.

Les résultats de cette étude et d'autres études qui sont réalisées dans le même axe montrent que l'utilisation des extraits des plantes comme un herbicide pour le contrôle des mauvaises herbes apportera un grand succès dans le domaine agricole. Par ailleurs, Les effets allélopathiques positifs (stimulation) devrait également être étudiés afin d'exploiter ces avantages dans la production des cultures. Cette étude analysé les effets d'extraits de plantes sur la germination de l'orge (espèce monocotylédone) dans des conditions de laboratoire.

D'autres essais doivent être réalisés sur des adventices aussi bien des espèces monocotylédones que dicotylédones.

L'allélopathie à elle seule pourrait ne pas être une technologie parfaite de gestion des mauvaises herbes, car son efficacité est influencée par plusieurs facteurs, mais elle peut être un outil additionnel **(Kim et shin, 2005)**.

Cependant, une réduction marginale de l'utilisation d'herbicides au cours du temps sera un avantage économique significatif pour les agriculteurs et réduira aussi les impacts négatifs sur l'environnement. **(Benmaddour, 2010)**.

## Références bibliographiques

1. **Allélopathie** — Wikipédia (mise à jour le 11 janvier 2022).
2. **Ana Corujo Rodriguez.** Actualisé: 2021 ; Origine de l'orange et histoire.
3. **Antoine Decrouy. 2022.** Allélopathie : Définition, types et exemples.
4. **Arslan, M., I. Uremis and A. Uludag. 2005.** Determining bio-herbicidal potential of rapeseed, radish and turnip extracts on germination inhibition of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. Journal of Agronomy 4 :134-137.
5. **Baik,B.-k& Ulrich, S.E. Barley for food: characteristics, improvement and renewed intereset.** Journal of cereal science 48,233-242(2008)
6. **BARRALIS, G. 1976.** Méthodes d'étude des groupements adventices des cultures annuelles : application à la cote d'or. 5<sup>ème</sup> colloque internationale sur l'écologie des mauvaises herbes. Dijon I. pp. 59-68.
7. **Batish, D. R., H. P. Singh, R. K. Kohli, D. B. Saxena and S. Kaur. 2002.** Allelopathic effects of parthenin against two weedy species, *Avena fatua* and *Bidens pilosa*. Environmental and experimental botany 47(2) :149-155.
8. **BELAIDI A, 2014.** Évaluation du potentiel biocide des extraits foliaire aqueux de (*Datura stramonium* L. et *Nerium oleander* L.). Mémoire master. Université Ouargla. Biotechnologie végétale. 78p.
9. **BEN KHETTOU H., 2010.** Contribution à l'étude de l'aptitude à la germination des graines d'*Agrania spinosa* L. (SAPOTACEAE) dans la région d'Ouargla. Université de Ouargla.
10. **BENMEDDOUR TAREK, 2010:** Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.) et l'ailante (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swing.) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales.
11. **Bocco, Alessandra, et al.** "Antioxidant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts." Journal of agricultural and food chemistry 46.6 (1998): 2123-2129.
12. **Boullard, B. 1997.** Plantes et champignons: dictionnaire. 2<sup>ème</sup> édition. Estem, Paris. p. 24.

13. **BOUMAAZA SOUMIA, 2019** : Étude des propriétés herbicides des extraits des trois plantes sur quelques espèces adventices. Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de MASTER, Université de Ghardaïa.
14. **Bourgeois, T. et H. Merlier. 1995.** Adventrop : Les adventices d'Afrique soudanosahélienne. Editions Quae, Paris. pp. 13-14.
15. **Bruno Chauvel, Henri Darmency, Nicolas Munier-Jolain, Alain Rodriguez, 2018.** Gestion durable de la flore adventice des cultures. Editions Quæ, 20 p (354p)
16. **BUBEL, N. 1988,** The new seed-starters handbook. Rodale books, Emmaus. p. 85.
17. **Cameron H. Douglass, Leslie A. Weston et David Wolfe,** « Phytotoxicity and Potential Allelopathy in Pale (*Cynanchum rossicum*) and Black swallowwort (*C. nigrum*) », Invasive Plant Science and Management, vol. 4, n 1, janvier 2011, p. 133–141.
18. **CHRISTENSEN, S. 1993.** Weed suppression in cereal varieties. Phylosophe Doctor Thesis, Statens Planealsforsog, Denmark. 104 p
19. **COME D., 1970.** Les obstacles à la germination (Monographie et physiologie végétale) MASSON et CIE (Paris).
20. **Coolbear, P, A Francis, and D Grierson. 1984.** “The Effect of Low Temperature Pre-Sowing Treatment on the Germination Performance and Membrane Integrity of Artificially Aged Tomato Seeds.” *Journal of Experimental Botany* 35 (11): 1609–17.
21. **CULLY K., K. JENSEN., R. TREMBLAY., C. LEBLANCET, G. CHIASSON, 2004.** Guide de lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans les cultures de fraises. Ministère de l’Agriculture, des Pêches et de l’Aquaculture du Nouveau- Brunswick (MAPANB). 29 p, 15 p.
22. **DHIMA K. V., I. B. Vasilakoglou, I. G. Eleftherohorinos and A. S. Lithourgidis. 2006.** Allelopathic potential of winter cereal cover crop mulches on grass weed suppression and sugar beet development. *Crop Science* 46:1682-1691.
23. **Duke, S. O., B. E. Scheffler, F. E. Dayan, L. A. Weston and E. Ota. 2001.** Strategies for using transgenes to produce allelopathic crops. *Weed Technology* 15:826-834.
24. **Einhellig, F.A.1985.** Mechanisms and modes of action of allelochemicals.in the science of Allelopathy. (Eds.) : A.P.P. Putnamand.Teng.John Wileyand Sons Publishers.p.p.170-188.

25. **Ersus, S., and M. Cam.** "Determination of organic acids, total phenolic content, and antioxidant capacity of sour *Citrus aurantium* fruits." *Chemistry of Natural Compounds* 43.5 (2007): 607-609.
26. **Ferhan Khalid.** 2017. Advanced seed germination measurements excel tool. 09-03-2022). <http://agronexcel.blogspot.com/2018/06/this-tutorial-is-about-advanced-seed.html>.
27. **FRIEDMAN, J.** 1995. Allelopathy, Autotoxicity, and germination. In *Seed development and germination*. CRC Press, Florida. pp. 629-643.
28. **Gama, A., D. Yann et F. Henri.** 2006. Utilisation des herbicides en forêt et gestion durable, Guide pratique. Editions Quae, Paris. p. 17.
29. **Giban, M., Minier, B., Malvosi, R.** 2003. Stades du blé ITCF.ARVALLIS. Institut du végétale. Pp 68.
30. **HADJ KOUIDER Y,** 2017. Evaluation du pouvoir allélopathique de l'extraits aqueux de deux plantes sahariennes (*Peganum harmala* L.) et (*Tamarix gallica* L.) sur la germination des graines d'Orge (*Hordeum vulgare* L.). Mémoire de Master. Université GHARDAÏA. p54
31. **Hadria, R.** 2006. Adaptation et spatialisation des modèles strics pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi aride. Thèse de doctorat. univ Cadi AYYAD Samlalia- Marrakech.
32. **Heisey, R. M.** 1997. Allelopathy and the secret lif of *Ailanthus altissima*. *Arnoldia* 57(3):28-36.
33. **Inderjit,** 2006. Experimental complexities in evaluating the allelopathic activities in laboratory bioassays: a case study. *Soil Biology and Biochemistry* 38:256-262.
34. **Inderjit, C. L. Foy and K. M. M. Dakshini.** 1999. Principles and Practices in Plant Ecology, Allelochemical Interactions. CRC Press, Florida. pp.3-14.
35. **Jean-François Fortier.** Définition allélopathie publiée le 06/04/2009 (mise à jour le 02/12/2019)
36. **Jestin L.,** 1996. L'orge, In : Amélioration des espèces végétales cultivées. A. Gallais et H. Bannerot, Ed. INRA, 55-70
37. **Kim, K.-U. et D.-H. Shin.** 2005. L'importance de l'allélopathie dans la sélection de nouveaux cultivars. In *Gestion des mauvaises herbes pour les pays en développement, Etude FAO production végétale et protection des plantes*, Vol. 120. Edition FAO, Rome. pp. 202-218.



38. **KONG, C. H., P. Wang, H. Zhao, X. H. XU and Y. D. Zhu. 2008.** Impact of allelochemical exuded from allelopathic rice on soil microbial community. *Soil Biology and Biochemistry* 40(7):1862-1869
39. **Kruse, M., M. Strandberg and B. Strandberg. 2000.** Ecological Effects of Allelopathic Plants: à Review. NERI Technical Report No. 315. National Environmental Research Institute, Silkeborg, Denmark. 66 p.
40. **Leroy J.F,** " Les agrumes.In: les fruit tropicaux et subtropicaux. Ed. presses " Universitaires de France, (1968) :61-77.
41. **LOVETT J. V., 1991.** Changing perceptions of allelopathy and biological-control. *Biological Agriculture and Horticulture* -100( benmeddour, 2010).
42. **Manner, Harley I., et al.** "Citrus (citrus) and Fortunella (kumquat)." Species profile for pacific island agroforestry 2 (2006): 1-35.
43. **Manuel J. Reigosa, Nuria Pedrol & Luís González,** *Allelopathy : a physiological process with ecological implications*, Springer, 2006, 637 p.(ISBN 978-1-4020-4279-9, lire en ligne [archive]), p. 2
44. **Mason, H. E. and D. Spanner. 2006.** Competitive ability of wheat in conventional and organic management systems: a review of the literature. *Canadian Journal of Plant Science* 86:333-343.
45. **MCLAREN, J. S. 1986.** Biologically active natural substances from higher plants : status and future potential. *Pest Management Science* 17(5):559 -578 .
46. **Meazza, G., B. E. Scheffler, M. R. Tellez, A. M. Rimando, J. G. Romagni, S. O. Ducke, D. Nanayakkara, I. A. Khan, E. A. Abourashed and F. E. Dayan. 2002.** The inhibitory activity of natural products on plant p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Phytochemistry* 60:281-288.
47. **MERSEY, B. G., J. C. HALL, D. M. ANDERSON and C. J. SWANTON. 1990.** Factors affecting theherbicial activity of glufosinate-ammonium : absorption, translocation and metabolism in barley and green foxtail. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 37(1):90-98.
48. **Mohamed amine BEDRANE,** « les Agrumes », <https://agronomie.info/fr/les-agrumes>. Consulte le 15 janvier 2020
49. **Nandal, D. P. S. and A. Dhillon. 2005.** Allelopathic effects of poplar (*Populus deltoides* Bartr Ex Marsh) : an assessment on the response of wheat varieties under laboratory and field conditions. 4the World Congress on Allelopathy, 21-26 August

- 2005, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW, Australia. Available at [http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2449\\_nandal.htm](http://www.regional.org.au/au/allelopathy/2005/2/1/2449_nandal.htm) [10/08/2009].
50. **Olofsdotter, M. 2001.** Getting closer to breeding for competitive ability and the role of allelopathy – an example from rice. *Weed Technology* 15:798–806.
  51. **Olofsdotter, M., L. B. Jensen and B. Curtois. 2002.** Improving crop competitive ability using allelopathy – an example from rice. *Plant Breeding* 121:1-9.
  52. **OUATTAR, S. et T. E. AMEZIANE. 1989.** Les céréales au Maroc : de la recherche à l'amélioration des techniques de production. Edition Toubkal, Casablanca. 123 p.
  53. **OUGUELMANE Amel et HOUICHITI Rania ; 2020** Thème : Etude des activités biologiques d'une plante aromatique médicinale locale "*Citrus aurantium*" Mémoire la fin d'étude vue de l'obtention du diplôme de Master ; Université de Ghardaïa .
  54. **Raven, P. H., R. F. Evert, S. E. Eichhorn et J. Bouharmont. 2003.** Biologie végétale. De Boeck Université, Paris. pp. 32-38.
  55. Regnault-Roger C., Philogene B. Jr Et Vincent Ch., 2008.-Bio pesticides d'origine végétale .Ed.TEC&DOC, Paris : 51-60p.
  56. **Rice, E. L. 1984,** Allelopathy. 2nd Edition, Academic Press, New York. 422 p
  57. **Rick J. Willis, *The History of Allelopathy*, Dordrecht, Springer, 2007,** 316 p. (ISBN 978-1-4020-4092-4), p. 3
  58. **RICKLEFS, R. E. et G. L. Miller. 2005.** Écologie. De Boeck Université, Bruxelles. P 822 .
  59. **RSAISSI N., BOUHACHE M. and BENCHARKI B., 2013.** Potentiel allélopathique du figuier de barbarie « *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill » sur la germination et la croissance du jujubier « *Zizyphus lotus* (L.) Desf. ». *International Journal of Innovation and Applied Studies*, Vol. 3, pp. 205-214.
  60. **Shwart Z,T,2011,** "aphylogeny of the putaceae and a biogeographic study of it's subfamily aurantioideae. Degree project for master of science in systematics and biodiversity,biology,department and enviromental science, university of gothemburg ",37p
  61. **SINGH, H. P., D. R. BATISH and R. K. KOHLI. 2003.** Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. *Critical Reviews in Plant Sciences* 22:239-311.
  62. **Soltner, D.2005.** les grandes productions végétales.20ème.Ed.CCTA .Pp20-140

63. **Torres, A., R. M. Oliva, D. Castellano and P. Cross. 1996.** Proceedings of First World Congress on Allelopathy. A Science of the Future. SAI, University of Cadiz, Cadiz, Spain. p. 278
64. **Turk, M. A. and A. M. Tawaha. 2003.** Allelopathic effect of black mustard (*Brassica nigra* L.) on germination and growth of wild oat (*Avena fatua* L.). *Crop protection* 22(4) :673-677.
65. **Uremis, I., M. Arslan and A. Uludag. 2005.** Allelopathic effects of some brassica species on germination and growth of cutleaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) seeds. *Journal of Biological Sciences* 5 :661-665.
66. **Weih, M., U. M. E. Didon, A.-C. Rönnberg-Wästljung and C. Björkman. 2008.** Integrated agricultural research and crop breeding: Allelopathic weed control in cereals and long-term productivity in perennial biomass crops: a review. *Agricultural Systems* 97(3):99-107.
67. **www.epanews.fr** (consulté le 19/03/2022).

## Résumé

Le présent travail porte sur la recherche de la potentialité de l'effet biocide des extraits des végétaux (feuilles, pépins, épluchures) de l'espèce *Citrus aurantium* sur la germination et le développement des plantules d'orge. Dans la recherche d'un herbicide naturel d'origine végétale, nous avons réalisé des tests biologiques pour déterminer l'effet inhibiteur sur la germination des graines d'orge par différentes concentrations de ces extraits. Les résultats montrent la présence de deux formes d'effets: effet d'inhibition (totale ou partielle) et effet de stimulation. La germination des graines d'orge subissent une inhibition totale dans les lots traités par les extraits des feuilles, des pépins et épluchures. La stimulation de la croissance en longueur et de la biomasse des plantules, cet effet de stimulation est variable selon la partie des plantules (aérienne ou racinaire), le type d'extrait et la concentration appliquée.

**Mots clé:** Extraits aqueux, *Citrus aurantium*, *Hordeum vulgare*, Croissance, Germination, Bioactivité.

## الملخص:

**العنوان:** المساهمة في دراسة التأثير الحيوي للمستخلصات النباتية لاورانتيوم الحمضيات

يتعلق العمل الحالي ببحث إمكانية تأثير المبيدات الحيوية للمستخلصات *Citrus aurantium* النباتية (الأوراق ، البذور، قشور الثمار) على إنبات بذور وتطور شتلات نوع الشعير (*Hordeum vulgare*) في إطار البحث عن مبيد أعشاب طبيعي من أصل نباتي ، أجرينا اختبارات بيولوجية لتحديد التأثير على إنبات بذور الشعير بتركيزات مختلفة من هذه المستخلصات. أظهرت النتائج وجود نوعين من التأثيرات؛ تأثير التثبيط (كلي أو جزئي) وتأثير التحفيز. يخضع إنبات بذور الشعير إلى تثبيط تام في المجموعات المعالجة بمستخلصات الأوراق والبذور)، إن تحفيز النمو في الطول وفي الكتلة الحيوية للشتلات متغيرة حسب اجزاء الشتلات (علوى او جذري) و حسب نوع المستخلص و تركيبه.

**كلمات مفتاحية:** مستخلصات مائية، *Citrus aurantium*, *Hordeum vulgare*، نمو، إنبات، تأثير مثبط او محفز.

**Summary:** Contribution to the study of the biocidal effect of plant extracts of *Citrus aurantium*.

The present work concerns the research of the potentiality of the biocidal effect of plant extracts (leaves, seeds, peelings) of the species *Citrus aurantium* on the germination and development of barley seedlings. In the search for a natural herbicide of plant origin, we have carried out biological tests to determine the inhibiting effect on the germination of barley seeds by different concentrations of these extracts. The results show the presence of two forms of effects: inhibition effect (total or partial) and stimulation effect. The germination of barley seeds undergoes a total inhibition in the lots treated by the extracts of the leaves and the pips and peelings. The stimulation effect of the growth in length and biomass is variable according to the part of the seedlings (aerial or root), the type of extract and the concentration applied

**Keywords:** Aqueous extracts, *Citrus aurantium*, *Hordeum vulgare*, Inhibition, Germination, Bio activity.

## Annexes

**Annexe1** : Evolution du nombre de graines d'orge germées traitées aux extraits de *Citrus aurantium*. (J : jour R : répétition, Moy : moyenne des 3 répétitions)

Extrait des feuilles																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoïn			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	
J3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	
J4	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4	3,3	7	8	6	7,0	8	7	7	7,3	10	10	10	10	
J5	0	0	0	0	0	0	0	5	1	8	4,7	7	8	6	7,0	10	8	9	9,0	10	10	10	10	
Extrait des pépins																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoïn			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J3	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
J4	0	0	0	0	2	3	3	2,7	7	9	8	8,0	8	9	9	8,7	10	10	10	10	10	10	10	
J5	0	0	0	0	4	3	5	4,0	10	10	9	9,7	8	10	9	9,0	10	10	10	10	10	10	10	
Extrait des épiluchures																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoïn			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	
J3	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	
J4	0	0	0	0	1	0	3	1,3	7	9	8	8,0	10	7	9	8,7	10	8	8	8,7	10	10	10	10
J5	0	0	0	0	1	0	3	1,3	7	9	0	8,0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	

**Annexe 2** : Germination des graines d'orge sous l'effet des différents extraits de *Citrus aurantium* (feuilles, pépins, épiluchures)

Extrait des feuilles	Jours	C1	C2	C3	C4	C5	T
% GERMINATION	J2	0	0	0	0	0	0
	J3	0	0	0	0	0	0
	J4	0	0	33	70	73	100
	J5	0	0	47	70	90	100
MORTALITE FINALE		100	100	53	30	10	0
Extrait des pépins	Jours	C1	C2	C3	C4	C5	T
% GERMINATION	J2	0	0	0	0	0	0
	J3	0	0	0	0	0	0
	J4	0	26,7	80	86,7	100	100
	J5	0	40	96,7	90	100	100
MORTALITE FINALE		100	60	3	10	0	0
Extrait des épiluchures	Jours	C1	C2	C3	C4	C5	T
% GERMINATION	J2	0	0	0	0	0	0
	J3	0	0	0	0	0	0
	J4	0	13,3	80	86,7	86,7	100
	J5	0	13,3	80	100	100	100
MORTALITE FINALE		100	87	20	0	0	0

**Annexe3** : Evolution de la hauteur de la partie aérienne des plantules d'orge irriguées aux extraits de *Citrus aurantium*. (unité : cm)

(J : jour R : répétition, Moy : moyenne des 3 répétitions)

Extrait des feuilles																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoin			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	
J3	0	0	0	0	0	0	0	0,00	1,2	1,5	0	0,9	2	2,5	2,9	2,47	1,8	3,8	3,5	3,03	1,5	3,6	4,2	3,10
J4	0	0	0	0	0	0	1,8	0,60	3	3,4	0,3	2,23	4,9	5,2	4,8	4,97	2,8	5,8	4,9	4,5	3,5	4,8	7	5,10
J5	0	0	0	0	0	0,2	2,2	0,80	4,5	5	1	3,50	7,3	7,6	6,4	7,10	5,5	8,3	7,9	7,23	5,7	8	9,4	7,70
J6	0	0	0	0	0	1,3	3,4	1,57	6,1	6,3	3,3	5,23	9,8	10	7,3	9,03	8,4	10,5	10,7	9,87	8,3	10,4	11,6	10,10
J7	0	0	0	0	0,3	5,6	5,4	3,77	9,3	9,6	6,9	8,60	12	12	9,5	11,17	10,9	12,4	11	11,43	10,6	12,8	14	12,47
J8	0	0	0	0	0,7	9,8	7,1	5,87	11,6	10,9	10,7	11,07	14,2	13,4	10,6	12,73	12,2	13,8	13,2	13,07	12,1	14,1	15,2	13,8
J9	0	0	0	0	2	14	11,2	9,07	13,9	13,9	13,8	13,87	17	15	11,5	14,5	14,5	15,5	14	14,67	13,3	15,5	16	14,93
J10	0	0	0	0	6,5	14,9	11,5	10,97	15	14,5	14,4	14,63	17,5	15	12	15	15	16,4	14,7	15	13,8	16	16	15
Extrait des pépins																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoin			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0
J3	0	0	0	0	0	0	0	0,0	1	0	3	1	0	2,5	0	1	0	0	3	1,00	3,3	3,3	4	4
J4	0	0	0	0	0	0	0	0,0	2,6	0	1,9	2	0	4,7	4,8	3	0	0,7	5,5	2,07	4,2	4,5	6,3	5
J5	0	0	0	0	0	0	0,5	0,2	5	0	3,4	3	0	7,8	8,3	5	0	1,9	7	2,97	6,5	6,9	8,5	7
J6	0	1,3	0	0,43	1,8	1,7	2	1,8	6,3	0,8	6,9	5	1,1	9,3	10,9	7	0,3	3,6	8,2	4,03	7,6	8,8	10	9
J7	0	3	0	1,00	3,3	3,9	4,8	4,0	7,7	2,9	9,3	7	4	12	12,2	9	2,2	7,1	11,4	6,9	10,1	12	11,2	11
J8	0	5,8	0	1,93	6,4	7,5	7,6	7,2	10,1	6,7	13,2	10	6,6	13,1	13	11	5,5	9,8	13,3	9,53	11,4	13,5	12	12
J9	0	7,4	0	2,47	8,7	12,9	13	11,5	13	13,7	12,9	13	9,8	14,2	14	13	8	11	14	11,0	12,7	14	13,5	13
J10	0	11	0	3,67	10,9	14,3	14	13,07	13	12,2	16,9	14,03	12,3	15,2	19,9	15,8	10	12,7	14,3	12,33	12,7	14	13,7	13,47
Extrait des épiluchures																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoin			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
J2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J3	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0,17	0	0,5	0	0	0	2	2	1	2,4	3,5	3	3
J4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0	0	0,6	0	1,9	0	1	0	4,1	6,1	3	3,2	6,1	6,9	5
J5	0	0	0	0	0	0	0,5	0,17	3,4	0,5	0	1,30	0,3	4	0	1	1,3	6	9,5	6	6,4	7,5	8,5	7
J6	0	0	0	0	1,2	0,8	2,3	1,43	6	2	0,7	2,90	2,1	9,1	1,9	4	3,3	8,9	11,4	8	8,2	11,9	12,5	11
J7	0	0	0,5	0,17	3,5	2,5	5,6	3,87	10,3	4,4	2,8	5,83	4,2	11	4,8	7	7	11,3	13	10	8,9	13,5	13,6	12
J8	0	0	1	0,33	6,7	5,5	8	6,73	11,9	7,2	6,9	8,67	6	12,4	8,2	9	9,2	12	13,9	12	12,3	14	15	14
J9	0	0	1,5	0,5	9,5	8,5	13,9	10,63	13,5	11	13,5	12,67	7,9	13,5	15	12	13,8	14	15	14	13,3	15,5	16	15
J10	1	0	5	2,0	10,8	11	14,8	12,2	13,9	12	13,7	13,2	10,2	14	15,7	13,3	14,3	14,9	16,1	15,1	14,1	16,3	17,5	15,97

**Annexe 4** : Effet des extraits *Citrus aurantium* sur la biomasse fraîche des plants d'orge.

(Unité : milligramme)

(BT : biomasse totale, BA : biomasse aérienne, BR : biomasse racinaire, R : répétition, Moy : moyenne)

Extrait des épiluchures																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoin			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
BT	112,7	98,2	0,0	70,3	78,7	78,2	355	170,6	0,0	202,5	195,3	132,6	374,7	186,3	228,6	263,2	180,7	196,8	190,6	189,4	214,4	309,2	267,4	263,7



BA	71,9	68,7	0,0	46,9	28,6	49,8	301,7	126,7	0,0	155,5	124,3	93,3	281,0	143,1	173,2	199,1	136,3	146,8	136,1	139,7	165,1	239,3	199,4	201,3
BR	40,8	29,5	0,0	23,4	50,1	28,4	53,3	43,9	0,0	47,0	71,0	39,3	93,7	43,2	55,4	64,1	44,4	50,0	54,5	49,6	49,3	69,9	68,0	62,4
Extrait des pépins																								
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
BT	0,0	0,0	0,0	0,0	118,5	180,6	94,1	131,1	67,9	274,7	0,0	114,2	58,8	306,8	281,6	215,7	165,5	256,5	190,4	204,1	147,6	235,1	168,1	183,6
BA	0,0	0,0	0,0	0,0	92,3	117,8	42,2	84,1	26,2	203,6	0,0	76,6	15,9	239,5	222,4	159,3	125,1	193,8	132,9	150,6	114,7	191,1	143,2	149,7
BR	0,0	0,0	0,0	0,0	26,2	62,8	51,9	47,0	41,7	71,1	0,0	37,6	42,9	67,3	59,2	56,5	40,4	62,7	57,5	53,5	32,9	44,0	24,9	33,9
Extrait des feuilles																								
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
BT	112,7	98,2	0,0	70,3	78,7	78,2	355,0	170,6	0,0	202,5	195,3	132,6	374,7	186,3	228,6	263,2	180,7	196,8	190,6	189,4	214,4	309,2	267,4	263,7
BA	71,9	68,7	0,0	46,9	28,6	49,8	301,7	126,7	0,0	155,5	124,3	93,3	281,0	143,1	173,2	199,1	136,3	146,8	136,1	139,7	165,1	239,3	199,4	201,3
BR	40,8	29,5	0,0	23,4	50,1	28,4	53,3	43,9	0,0	47,0	71,0	39,3	93,7	43,2	55,4	64,1	44,4	50,0	54,5	49,6	49,3	69,9	68,0	62,4

**Annexe 5 : Effet des extraits *Citrus aurantium* sur la longueur des parties des plants d'orge.**

(Unité : gramme)

(LT : longueur totale, LA : longueur aérienne, LR : longueur racinaire, R : répétition, Moy : moyenne)

Extrait des épiluchures																								
	C1 (100%)				C2 (50%)				C3 (25%)				C4 (12.5%)				C5 (6.25%)				Témoins			
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
LT	7,9	0,0	18,5	8,8	27,5	32,6	43,0	34,4	45,0	27,6	36,9	36,5	33,5	39,5	43,2	38,7	41,4	32,5	35,5	36,5	26,0	33,9	34,0	31,3
LA	3,5	0,0	7,5	3,7	11,2	12,5	15,4	13,0	13,3	11,9	14,0	13,1	11,0	16,0	16,5	14,5	15,0	14,2	16,0	15,1	14,4	14,1	14,8	14,4
LR	2,6	0,0	11,0	4,5	16,3	24,1	27,6	22,7	31,7	15,8	22,9	23,5	22,5	23,5	26,7	24,2	26,4	18,3	19,5	21,4	11,6	19,1	19,2	16,6
Extrait des pépins																								
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
LT	0,0	26,0	15,0	13,7	34,0	26,5	29,0	29,8	30,5	32,7	38,1	33,8	31,0	42,0	48,0	40,3	25,9	29,0	31,5	28,8	28,9	29,2	26,3	28,1
LA	0,0	12,5	2,4	5,0	11,5	14,0	14,2	13,2	13,7	13,5	15,4	14,2	13,0	14,5	22,2	16,6	10,9	12,7	16,6	13,4	12,2	13,2	13,4	12,9
LR	0,0	13,5	12,6	8,7	22,5	12,5	14,8	16,6	16,8	19,2	22,0	19,3	18,0	27,5	25,8	23,8	15,0	16,3	14,9	15,4	16,7	16,0	12,9	15,2
Extrait des feuilles																								
	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy	R1	R2	R3	Moy
LT	0,0	0,0	0,0	0,0	23,7	33,0	32,1	29,6	37,0	41,0	32,0	36,7	36,3	32,5	28,3	32,4	30,0	31,5	39,3	33,6	25,0	29,3	26,5	26,9
LA	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	15,2	12,2	12,5	17,5	17,5	14,2	16,4	18,0	16,0	14,2	16,1	15,7	16,0	14,4	15,4	16,0	14,0	16,7	15,6
LR	0,0	0,0	0,0	0,0	13,7	17,8	19,9	17,1	19,5	23,5	17,8	20,3	18,3	16,5	14,1	16,3	14,3	15,5	24,9	18,2	9,0	15,3	9,8	11,4