

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RREPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE LEENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة امحمد بوقرة بومرداس  
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES



Faculté Des Sciences Département d'agronomie  
Mémoire de fin d'étude vue De l'obtention du diplôme de Master  
Domaine : Sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : phytopharmacie et Protection des végétaux

Thème

**Essai de lutte contre une maladie des céréales  
par l'utilisation d'extraits des plantes**

*Présenté par :*

Melle BOUAZIZI Chahira.

Melle SEBAI Feriel.

*Soutenu le 26/06/2024 devant le jury composé de :*

<i>Mme MESSAOUD N</i>	<i>MCB</i>	<i>(UMBB)</i>	<i>Présidente</i>
<i>Mme ABDELLAOUI K</i>	<i>MCB</i>	<i>(UMBB)</i>	<i>Examinatrice</i>
<i>Mr KHEDAM H</i>	<i>MCA</i>	<i>(UMBB)</i>	<i>Promoteur</i>
<i>Mr. BELLATRECHE M</i>	<i>Dr</i>	<i>(INPV)</i>	<i>Co Promoteur</i>

**Année universitaire: 2023/2024**



## Dédicace

*Je dédie humblement ce travail à mes chers parents, qui ont été mes piliers, mon inspiration et ma motivation tout au long de ce parcours. À mon père, pour son soutien inébranlable, et à ma mère, pour sa lumière, son amour inconditionnel et sa patience infinie. Que Dieu les protège et les bénisse.*

*À Dr **BELLTRACHE**, mon encadrant, dont les conseils avisés, les orientations précieuses et le soutien constant ont été d'une aide inestimable dans l'élaboration de ce mémoire.*

*À mes frères et sœurs, **ZAHÉIA, HANANE, NAZIHA, AMINA, FATAH, LOUNES, HAMZA, MOHAMED, YACINE**, qui ont été mes complices, mes confidentes et mes meilleurs supporters. Votre présence a été un réconfort constant.*

*À ma grand-mère et mes poussins, (**ABDOU, MIMI, RAHMA, RIMA, SULEIMAN, RATEL, NADA ET ISRAA**), dont le soutien et les encouragements ont été une source de force et de courage.*

*À celui qui m'a toujours soutenu et encouragé, au compagnon de chemin  
et à l'ami des jours, **CHARIF***

*À mes amis(es), **IMANE, YAHIA, CHAHINEZ ET LYDIA** qui ont partagé mes joies, mes peines et mes succès. Votre amitié est un trésor que je chérirai toujours.*

*À mon Binôme, **FERJEL**, avec qui j'ai partagé ce voyage académique. Merci pour notre collaboration fructueuse et notre soutien mutuel.*

*À toute la section **PHYTOPHARMACIE**, pour l'esprit d'entraide et de solidarité qui nous a unis.*

*Enfin, je dédie ce travail à toutes les personnes qui m'ont aimé(e) et soutenu(e), qui ont cru en moi et m'ont encouragé(e). Votre confiance en moi a été ma plus grande motivation et je vous en suis infiniment reconnaissant(e)."*

**CHAHIRA**

## Dédicaces

*Alhamdo li allah, qui nous a éclairé les voies de la science et de la connaissance .  
C'est avec un grand honneur je dédie ce modeste travail au personnes chères à mon cœur.*

*A ma très chère mère*

*Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles. que dieu prolongera sa vie.*

*A mon très cher père*

*A ma source de bonheur, Mon père que ma langue est incapable de décrire, je sais en toute connaissance de cause que si j'arrive aujourd'hui, c'est le résultat de son labeur.*

*Mon dieu protège-le par ta protection et au lieu de sa fatigue une place au paradis.*

*À l'âme de ma chère grand-mère: **meriem***

*que Dieu ait pitié d'elle et la place dans un paradis spacieux*

*A ma sœur : **Amina***

*A mes frères : **Mohamed djilali , sidali ,zinedine et mehdi***

*A mes chers amies proches et ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.*

***Maroua , Hiba ,Rania et yahia***

*et Pour leurs précieux encouragements surtout, Pour se tenir à côté de moi .*

*A ma chère amie et binôme, **chakira***

*A qui je souhaite tout le bonheur et toute la réussite dans Sans oublier mon encadreur*

***Dr.Balleteche mohamed** Avec ses conseils directs.*

*Merci a vous*

***Feriel***

## Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné la force, le courage, la persistance, la santé, la Volonté et nous a permis d'exploiter les moyens disponibles à fin d'accomplir ce modeste travail*

*Nous souhaitons également adresser nos remerciements à **l'Institut National de Protection des Végétaux** pour leur collaboration et leur soutien lors de notre stage. Nous exprimons notre reconnaissance à tous les membres de l'équipe du laboratoire, qui ont partagé leurs connaissances et ont contribué à notre apprentissage.*

*Nos remerciements vont ensuite à notre Co-promoteur, le **Dr. BELLATRECHE**, Chef du service de contrôle et de suivi technique à la Direction de lutte antiacridienne à l'INPV, Alger. Pour sa guidance, son expertise et sa précieuse orientation tout au long de ce projet. Ses conseils éclairés et ses encouragements constants n'ont permis d'approfondir mes connaissances et de repousser mes limites académiques.*

*À **Mr KHEDAM**, mon encadrant, dont les conseils avisés, les orientations précieuses et le soutien constant ont été d'une aide inestimable dans l'élaboration de ce mémoire*

*Nous tenons également à remercier chaleureusement les membres du jury, en particulier **Mme MESSAOUD**, notre présidente de jury, d'avoir accepté la présidence de jury de soutenance. Son soutien indéfectible et ses éclairages pertinents ont été d'une importance capitale pour notre travail.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance à **Mme ABDELLAOUI**, notre examinatrice, pour avoir examiné notre travail avec soin et pour leurs commentaires constructifs qui ont grandement amélioré la qualité de notre recherche.*

*Enfin, nous souhaitons adresser nos remerciements à tous nos **enseignants**, dont la passion, le dévouement et l'expertise ont joué un rôle essentiel dans notre formation et notre développement académique.*

*Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes les personnes mentionnées ci-dessus, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à notre réussite académique. Leur aide précieuse restera à jamais gravée dans notre mémoire.*

## الملخص:

### تجربة لمكافحة مرض الحبوب باستخدام المستخلصات النباتية

تم تقييم الفيوزاريوم، وهو مرض فطري يصيب الحبوب، من خلال هذه الدراسة باستخدام المستخلصات الميثانولية من نباتين وتم جمع العينات في منطقة قصر أوقديم بولاية أدرار. *Artemisia Herba alba* و *Pergularia tomentosa L*: طبيين جنوب الجزائر. كان الهدف الرئيسي هو تقييم التأثير السام لهذه المستخلصات على فطر الفيوزاريوم، ثم معاملتهما بثلاث جرعات مختلفة من المستخلص PDA وهكذا، تم أخذ صنفين من الفيوزاريوم، وزراعتهما في وسط الميثانولي المحضر عن طريق المقارنة غير المباشرة: 100%، 75%، و50%. تم تكرار كل جرعة ثلاث مرات لضمان موثوقية النتائج.

كشفت دراسة البيانات عن وجود تأثير سام كبير لمستخلصات عشبة نبات القمح على الفيوزاريوم. تسببت الجرعة الأكثر تركيزاً من مستخلص نبات القمح في تثبيط الفطريات بنسبة 72% تقريباً بعد 48 ساعة من العلاج. وبالنسبة لمستخلصات نبات *Pergularia tomentosa* كان معدل التثبيط حوالي 52% وفقاً لهذه النتائج، أظهرت مستخلصات نبات القمح خصائص مضادة للفطريات ضد الفيوزاريوم، في حين أن مستخلصات لا تظهر هذه الخصائص. يمكن أن تساعد هذه البيانات في تطوير استراتيجيات مكافحة *Pergularia tomentosa L* نبات أكثر فعالية واستدامة لمكافحة انتشار هذا المرض الفطري في المناطق الزراعية.

الكلمات المفتاحية: *Artemisia Herba alba* و *Pergularia tomentosa L* المستخلصات الميثانولية

## **Résumé :**

### **Essai de lutte contre maladie des céréales par d'utilisation d'extraits des plantes**

Le Fusarium, une maladie fongique des céréales, a été évalué par cette étude en utilisant des extraits méthanoliques de deux plantes médicinales : *Pergularia tomentosa* L et l'armoise (*Artemisia Herba alba*). Les échantillons ont été prélevés dans la région de Ksar Oukdim de la province d'Adrar, dans le sud de l'Algérie. Le but essentiel était d'évaluer l'effet toxique de ces extraits sur le champignon *Fusarium*.

Ainsi, deux variétés de *Fusarium* ont été prélevées, cultivées dans un milieu PDA, puis traitées avec trois doses différentes d'extraits méthanoliques préparés par confrontation indirecte : 100 %, 75 % et 50 %. On a répété chaque dose trois fois afin de garantir la fiabilité des résultats.

L'étude des données a permis de mettre en évidence un impact toxique important des extraits d'armoise sur le *Fusarium*. La dose d'extrait d'armoise la plus concentrée a provoqué une inhibition fongique d'environ 72 % après 48 heures de traitement. et pour l'extraits de *Pergularia tomentosa* le taux d'inhibition a été de l'ordre de 52%.

Selon ces résultats, les extraits d'armoise présentent des propriétés antifongiques contre le *Fusarium*, tandis que ceux de *Pergularia tomentosa* L ne présentent pas ces propriétés. Ces données peuvent aider à élaborer des stratégies de contrôle plus efficaces et durables pour lutter contre la propagation de cette maladie fongique dans les régions agricoles.

**Mots-clés :** Extraits méthanoliques, *Pergularia tomentosa*, *Artemisia Herba alba*, effet *Fusarium*, céréales.

## **Abstract :**

### **Trial to combat cereal disease using plant extracts**

Fusarium, a fungal disease of cereals, was evaluated by this study using methanolic extracts of two medicinal plants: *Pergularia tomentosa L* and mugwort (*Artemisia Herba alba*). The samples were collected in the Ksar Oukdim region of the Adrar province in southern Algeria. The main goal was to evaluate the toxic effect of these extracts on the Fusarium fungus.

Thus, two varieties of Fusarium were taken, cultivated in a PDA medium, then treated with three different doses of methanolic extracts prepared by indirect comparison: 100%, 75% and 50%. Each dose was repeated three times to ensure the reliability of the results.

The study of the data revealed a significant toxic impact of mugwort extracts on Fusarium. The most concentrated dose of mugwort extract caused approximately 72% fungal inhibition after 48 hours of treatment. and for the extracts of *Pergularia tomentosa* the inhibition rate was around 52%.

According to these results, mugwort extracts exhibit antifungal properties against Fusarium, while those of *Pergularia tomentosa L* do not exhibit these properties. These data can help develop more effective and sustainable control strategies to combat the spread of this fungal disease in agricultural regions.

**Keywords :** Methanolic extracts, *Pergularia tomentosa*, *Artemisia Herba alba*, Fusarium effect, cereals.

---

# SOMMAIRE

---

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	1
<b>I synthèse bibliographique</b> .....	3
<b>I.1 La culture de blé</b> .....	3
<b>I.1.1Généralité</b> .....	3
<b>I.1.2. Origine géographique :</b> .....	3
<b>I.1.3. Origine génétique :</b> .....	4
<b>I.1.4. Taxonomie de blé</b> .....	5
<b>I.1.5. Importance économique du blé.</b> .....	8
<b>I.2 Les maladies pathogènes</b> .....	10
<b>I.2.1 Les Maladies du blé</b> .....	10
<b>I.2.2. Le Fusarium</b> .....	15
<b>I.2.3. Les moyens de Lutte</b> .....	21
<b>I.3 Description des plantes :</b> .....	23
<b>I.3.1. Artémisia herba alba Asso</b> .....	23
<b>I.3.2. Pergularia tomentosa L :</b> .....	29
<b>II. Materiel Et Methodes</b> .....	37
<b>II.1 Matériel biologiques :</b> .....	37
<b>II.1.1. Matériel végétal :</b> .....	37
<b>II.1.2 Matériel fongique:</b> .....	38
<b>II.2Matériel et produits de laboratoire</b> .....	40
<b>II.3Préparation milieu de PDA:</b> .....	40
<b>II.4 Préparation du matériel végétal :</b> .....	41
<b>II .4.1Préparation d'extrait végétal :</b> .....	43
<b>II.5. Calcul des rendements en extraits secs</b> .....	45
<b>II.6. Analyses quantitatives :</b> .....	46
<b>II.6.1. La méthode spectrophotométrique :</b> .....	46
<b>II.6.2. Dosages des composés phénoliques :</b> .....	47
<b>II.7. Repiquage de la souche 1 et la souche2</b> .....	49
<b>II.8. Préparation de la gamme des doses utilisée :</b> .....	49
<b>II.8.1. Mode d'application des extraits :</b> .....	50
<b>II.9. Analyse statistique :</b> .....	51

<b>III. Résultat et discussion :</b> .....	52
<b>III.1 Rendements en métabolites secondaire :</b> .....	52
<b>III.2 Teneur en flavonoïde totaux :</b> .....	52
<b>III.3 Teneur en tanin totaux :</b> .....	53
<b>III.4 Variation du pourcentage d'inhibition des traitements des différentes doses des extraits des plantes :</b> .....	54
<b>III.4.1. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 24h</b> .....	54
<b>III.4.2. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 48h</b> .....	56
<b>III.4.3. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 72h</b> .....	57
<b>III.4.4. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 96h</b> .....	58
<b>III .5 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition</b> .....	60
<b>III .5.1Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Artemisia</b> .....	60
<b>III.5.2Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Artemisia</b> .....	61
<b>III.5.3Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Pergularia</b> .....	62
<b>III.5.4Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Pergularia</b> .....	63
<b>III.6. Concentration d'inhibitrice de 50% (Annexa 5)</b> .....	64
<b>Conclusion</b> .....	69
<b>Référence</b> .....	70

## Liste des figures :

<b>Figure 1 :</b>	Carte de la diffusion de la culture du blé (Alain Bonjeau,2001).	<b>04</b>
<b>Figure 2 :</b>	Phylogénie des blés (Liao et al., 2008).	<b>05</b>
<b>Figure 3 :</b>	Caractéristiques botaniques d'une plante de blé (Wikipedia, 2018)	<b>06</b>
<b>Figure 4 :</b>	Différents stades de développement du blé	<b>07</b>
<b>Figure 5 :</b>	Les principaux pays producteurs de blé dans le monde (FAO 2005).	<b>08</b>
<b>Figure 6 :</b>	Schéma de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé. (Anonyme, 2011).	<b>10</b>
<b>Figure 7 :</b>	Différentes maladies fongiques du blé. En Haut jusqu'en bas : Septoriose des feuilles, Tache auréolée (Tan Spot), Rouille brune, Rouille jaune, Oïdium, Fusariose de l'épi, L'helminthosporiose. (Syngenta, 2015, <a href="https://www.syngenta.fr">https://www.syngenta.fr</a> )	<b>12</b>
<b>Figure 8 :</b>	Différentes maladies bactériennes du blé. En Haut jusqu'en bas : Bactériose des glumes du blé, Maladie des stries bactériennes ou glume noire des céréales, Bactériose des épis du blé, Brûlure bactérienne des feuilles. (Wikipedia,2021, <a href="http://fr.wikipedia.org">fr.wikipedia.org</a> )	<b>13</b>
<b>Figure 9 :</b>	Cycle de vie de <i>F. graminearum</i> , principal agent responsable de la fusariose des épis de blé (Trail, 2009).	<b>18</b>
<b>Figure 10 :</b>	Symptômes des nécroses d'épis de blé fusariose (a) avec parfois un développement mycélien en surface des épillets (b) et symptômes d'échaudage (c) (Syngenta .fr)	<b>20</b>
<b>Figure 11 :</b>	<i>Artemisia herba Alba</i> . Asso (Bouldjadj, 2009)	<b>24</b>
<b>Figure 12 :</b>	Distribution géographique d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso dans le bassin méditerranéen (carte modifiée extraite d'Aidoud, 1988)	<b>24</b>
<b>Figure 13 :</b>	Aire de distribution d' <i>Artemisia herba-alba</i> Asso en Algérie (Quézel et al., 1963 ; Aidoud, 1988 ; Said et al., 2015)	<b>24</b>
<b>Figure 14 :</b>	Dessin de détail d'après POTTER, 1981 d' <i>A. Herba alba</i>	<b>25</b>
<b>Figure 15:</b>	Photographie de tige de l'espèce <i>A. herba alba</i> .	<b>25</b>
<b>Figure 16 :</b>	Photographie des feuilles et rameaux de l'espèce d' <i>A. Herba alba</i>	<b>25</b>
<b>Figure 17 :</b>	La fleures de l'espèce d' <i>A. Herba alba</i>	<b>26</b>
<b>Figure 18 :</b>	Morphologie générale de plante d' <i>Artermisia herba alba</i>	<b>26</b>
<b>Figure 19 :</b>	Distribution géographique <i>P. tomentosa</i> (A.N.R.H., 2004)	<b>30</b>
<b>Figure 20 :</b>	Différentes Organes de <i>P. tomentosa</i> .	<b>32</b>
<b>Figure 21 :</b>	La plante et les feuilles de <i>Pergularia tomentosa</i> L (originale 2024).	<b>37</b>
<b>Figure 22 :</b>	La plante et les feuilles de <i>Artemisia Herba alba</i> (originale 2024).	<b>38</b>

<b>Figure 23 :</b>	La souche 1 de Fusarium du blé A : Le dos de la boîte. B : Le devant de la boîte (Médéa : MED) (Originale;2024).	<b>39</b>
<b>Figure 24 :</b>	La souche 2 de Fusarium du blé A : Le dos de la boîte. B : Le devant de la boîte (Blida : BLD) (Originale;2024).	<b>39</b>
<b>Figure 25 :</b>	Préparation milieu de PDA (ORIGINALE ; 2024).	<b>41</b>
<b>Figure 26 :</b>	Les étapes de préparation des poudres (ORIGINALE ; 2024)	<b>42</b>
<b>Figure 27 :</b>	Protocole d'extraction (Originale;2024).	<b>44</b>
<b>Figure 28 :</b>	Extraie brut de Artemisia Herba alba (ORIGINAL ; 2024).	<b>45</b>
<b>Figure 29 :</b>	Extrait brut de Pergularia tomentosa L (ORIGINAL 2024).	<b>45</b>
<b>Figure 30 :</b>	Un spectrophotomètre UV-visible (ORIGINAL ; 2024).	<b>46</b>
<b>Figure 31 :</b>	Les principales étapes du dosage des flavonoïdes (ORIGINAL ; 2024).	<b>47</b>
<b>Figure 32 :</b>	Les principales étapes du dosage de tanins condensés (ORIGINAL ; 2024).	<b>48</b>
<b>Figure 33 :</b>	Les principales étapes Repiquage. (ORIGINAL ; 2024).	<b>49</b>
<b>Figure 34 :</b>	Les principales étapes d'application des extraits. (ORIGINAL ; 2024).	<b>50</b>
<b>Figure 35 :</b>	Rendements en métabolites secondaires.	<b>52</b>
<b>Figure 36 :</b>	Teneur en flavonoïde totaux.	<b>53</b>
<b>Figure 37 :</b>	Teneur en tanin totaux	<b>53</b>
<b>Figure 38:</b>	Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Artemisia	<b>60</b>
<b>Figure 39 :</b>	Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Artemisia	<b>61</b>
<b>Figure 40 :</b>	Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Pergularia	<b>62</b>
<b>Figure 41 :</b>	Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Pergularia	<b>63</b>
<b>Figure 42 :</b>	Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 24h	<b>55</b>
<b>Figure 43 :</b>	Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 48h	<b>57</b>
<b>Figure 44 :</b>	Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 72h	<b>58</b>
<b>Figure 45 :</b>	Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 96h	<b>59</b>
<b>Figure 46 :</b>	Concentration d'inhibitrice de 50%	<b>64</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau N° 1</b>	Classification botanique du blé dur selon Feillet (2000).	<b>05</b>
<b>Tableau N° 2</b>	Les maladies fongiques du blé	<b>12</b>
<b>Tableau N° 3</b>	Les maladies bactériennes du blé (Benjama, 1997).	<b>13</b>
<b>Tableau N° 4</b>	Les maladies virales de blé.	<b>14</b>
<b>Tableau N° 5</b>	La position systématique de fusarium.	<b>15</b>
<b>Tableau N° 6</b>	Caractères des organes de plante <i>Artemisia herba alba</i> .	<b>25</b>
<b>Tableau N° 7</b>	Systématique de l' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.	<b>27</b>
<b>Tableau N° 8</b>	Usage de la plante l' <i>Artemisia herba alba</i> Asso.	<b>27</b>
<b>Tableau N° 9</b>	Classification de <i>Pergularia tomentosa</i> (Amani et Barmo, 2010).	<b>30</b>
<b>Tableau N° 10</b>	Caractères des organes de <i>P. tomentosa</i> (Schmelzer et Gurie-Fakim, 2013).	<b>31</b>
<b>Tableau N° 11</b>	Utilisations traditionnelles du <i>Pergularia tomentosa</i> .	<b>32</b>
<b>Tableau N° 12</b>	Composition en métabolites primaires des différentes parties de <i>Pergularia tomentosa</i> (Hassan et al., 2007).	<b>33</b>
<b>Tableau N° 13</b>	Composition en métabolites secondaires des différentes parties de <i>P. tomentosa</i> (Hassan et al., 2007).	<b>34</b>
<b>Tableau N° 14</b>	Composition minérale de <i>Pergularia tomentosa</i> (Hassan et al., 2007).	<b>34</b>
<b>Tableau N° 15</b>	Matériel et produits de laboratoire.	<b>40</b>

## Liste des abréviations :

°C : Degré Celsius.

C : Concentration.

D : Dose.

DL : Dose létale.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation.

Fig : figure

g: Gramme.

h: Heure.

I.N.P.V. : Institut National de la Protection des Végétaux

J : Jour.

M : Moyenne.

ml : Millilitre.

*P* : *pergularia*

P : Probabilité.

PDA : Potatoes Dextrose Agar

R : Répétition.

T : Témoin.

T° : température

V : Volume.

µl : Microlitre.

µm : Micromètre.

---

# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

---

# Introduction

---

## Introduction :

Les céréales sont d'une grande importance et occupent une place prépondérante dans la production mondiale. Elles représentent dans les pays pauvres environ 75% des apports de calories nécessaires par personne. En Algérie, elles constituent la composante principale des productions végétales. Elles couvrent environ 30 % des terres cultivables (**Chebbi et Lachaal, 2004**), soit près de 80% de la surface agricole utile SAU (3,7 millions Ha environ) selon **MADR (2005)**, dont plus des deux tiers de ses surfaces sont situés à l'intérieur du pays (**Belaid, 1986**), pratiquement dans toutes les régions des hauts plateaux situées dans les zones semi-arides et subhumides (isohyète 300 à 450 mm) et des grandes plaines intérieures littorales et sublittorales (isohyète 450 à 600 mm).

Ainsi, parmi les principales causes de ces faibles performances, les problèmes liés aux stress abiotiques, occupent une place particulièrement importante. En moyenne au niveau mondial, malgré la protection des cultures, 42,54% de la production est perdue, due pratiquement pour une part égale de (13,5%), aux maladies. Selon la **FAO (2005)** ces pertes seraient plus prononcées dans les pays en voie de développement et en Afrique. En Algérie, environ 30% de la production agricole est perdue sous l'effet d'agents nuisibles (**Guendez, 2008**), les céréales peuvent être attaquées par de nombreuses maladies et à différents stades de leur cycle de développement. Ces attaques occasionnent des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables.

Les investigations effectuées au cours des six dernières années dans certaines régions céréalières potentielles de l'Est de l'Algérie (Constantine, Mila, Guelma, Annaba, S/Ahras, El Tarf) indiquent les risques de développement épidémiques de certaines maladies cryptogamiques (Rouille jaune, Helminthosporioses, Septorioses, etc..), si des mesures adéquates de prévention et d'intervention ne sont pas prises à temps (**Ouffroukh., 2008**). En années favorables la Rouille jaune, par exemple peut prendre des ampleurs épidémiques et anéantir des récoltes entières. Cette dernière s'est manifestée au cours de la campagne 2003/2004 sur l'ensemble des régions de l'Est et les pertes des récoltes ont été très endommagées pour les agriculteurs (**Bahri et al., 2009**). Par ailleurs, les Fusarioses de l'épi présentent un sérieux problème de diverses cultures céréalières. Elle cause des dégâts et des pertes de rendements importantes allant jusqu'au 89% (**Talas et al.,2012**). Elle est provoquée par un complexe d'espèces de champignons phytopathogènes, le «

# Introduction

---

complexe fusarien », à large spectre d'hôtes. Elle regroupe les genres *Microdochium* et *Fusarium*. Il constitue actuellement une maladie qui prête à inquiétude pour nos céréales.

Dans un contexte général d'optimisation de la gestion des cultures et donc de la protection des plantes, il apparaît primordial de développer des connaissances sur l'épidémiologie de la fusariose de l'épi encore peu connue et d'identifier les déterminants épidémiologiques de l'accumulation de toxines pour développer des méthodes de lutte efficaces. Comprendre la relation entre la contamination de l'épi et la production de toxines, dans le cadre d'un complexe d'espèces interagissant entre elles, apparaît également essentiel à la compréhension du développement épidémiologique de la maladie et de son impact sur la qualité des récoltes (**Boulif, 2011**).

Alors que les céréales sont une culture majeure en Algérie, les maladies fongiques, en particulier les fusarium des céréales, causent des pertes de production importantes malgré l'utilisation de fongicides chimiques. Ces derniers présentant des inconvénients, notamment leur toxicité, il est nécessaire de développer de nouvelles méthodes de lutte plus respectueuses de l'environnement et de la santé des utilisateurs.

La lutte biologique avec les biopesticides végétaux apparaît comme une alternative prometteuse, caractérisée par leur ubiquité naturelle, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et leur persistance dans l'environnement

L'objectif de ce travail est de se focaliser sur l'utilisation des extraits de plantes contre le champignon phytopathogène *Fusarium*, en étudiant leur activité antifongique, en identifiant les composés actifs et leurs mécanismes d'action

Ces extraits ont-ils donc une activité antifongique contre le fusarium, et peuvent-ils constituer une alternative durable et respectueuse de l'environnement aux fongicides chimiques ?

Le travail est divisé en trois parties : une synthèse bibliographique approfondie sur le blé, le *Fusarium* et les extraits des plantes, un travail expérimental basé sur la méthode utilisée, et une conclusion générale avec des perspectives de recherche.

---

**CHAPITRE I :**  
**SYNTHÈSE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## I synthèse bibliographique

### I.1 La culture de blé

#### I.1.1 Généralité

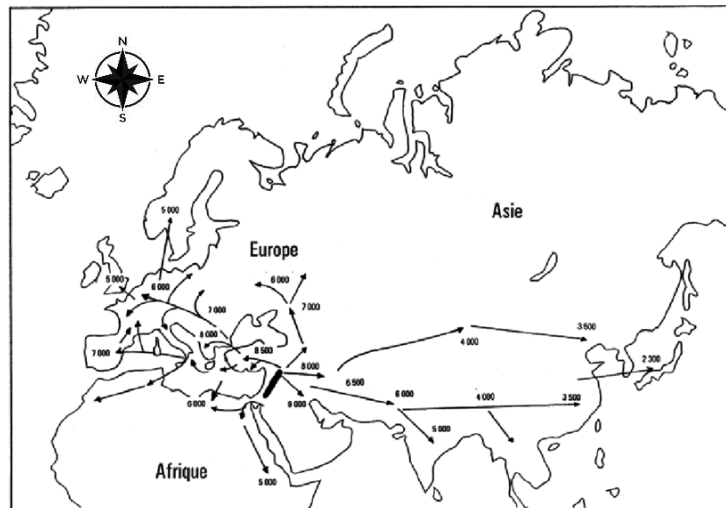
Le blé demeure la céréale la plus consommée de façon directe par les hommes dans le monde et la plus échangée sur les marchés internationaux. Il appartient à la famille des Poacées (anciennement Graminées). Originaire des steppes semi-arides du Proche-Orient, il est étroitement associé aux peuples méditerranéens et européens. Sa culture remonte à 8000-7000 avant J.-C. Elle s'étend aujourd'hui, grâce à la diversité des variétés cultivées, sous les latitudes tempérées des deux hémisphères. Produit dans des contextes agronomiques, économiques, sociaux et politiques très divers, le blé présente des rendements à l'hectare, et encore davantage par unité de main-d'œuvre, très contrastés. Ces disparités ne manquent pas de poser problème lorsque les producteurs se trouvent confrontés, de façon plus ou moins directe en fonction des protections ou soutiens divers dont ils bénéficient, avec le cours « mondial » du blé. Le prix du blé sur le marché a cependant doublé depuis 2006, ce qui constitue un handicap pour les pays importateurs. (EL KOUDRIM, 2021).

Aujourd'hui, le blé tendre ou *triticum aestivum* est cultivé pour fabriquer du pain, des biscuits, des pizzas ; le blé dur ou *triticum durum*, est cultivé pour les semoules et les pâtes alimentaires. (Boudreau et al 1992).

#### I.1.2. Origine géographique :

Les céréales constituent la ressource alimentaire la plus importante dans le monde. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama *et al.*, 2005).

Depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ l'homme a cultivé l'une des Premières céréales le blé, dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant la Vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de l'Irak, de la Jordanie, et de la Bordure ouest de l'Iran (Feldman ,2001) (Fig.1).



**Figure 1** : Carte de la diffusion de la culture du blé (Alain Bonjeau,2001).

Avant cette époque l'homme pratiquait déjà la cueillette et faisait ses débuts comme Agriculteur. Selon **Wadley et martin (1993)**, cette période coïncidait avec un épisode climatique sec, aboutissant à l'arrêt du mode de vie de chasseur-cueilleur, et engendrant la domestication progressive des plantes, associée à la création des premières communautés villageoises.

Selon **Bonjeau (2001)**, Le blé a été diffusé hors de son centre d'origine vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe, par la route ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb à partir de la péninsule italienne et se la Sicile.

### **I.1.3. Origine génétique :**

Le blé dur comme le blé tendre appartiennent au genre *Triticum*. Ce genre comporte de nombreuses espèces autres que le blé, qui se répartissent en trois groupes distincts selon leur nombre de chromosomes (**Fig. 2**) :

- Le groupe diploïde ( $2n = 14$  chromosomes) ou groupe de *Triticum monococcum* (engrain, en langage courant).
- Le groupe tétraploïde ( $2n = 28$  chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonnier), dans lequel on trouve *T. durum* (blé dur).
- Le groupe hexaploïde ( $2n = 42$  chromosomes) ou groupe de *Triticum sativum*, auquel appartient *T. sativum* (blé tendre), ou encore appelé *T. vulgare* (**Anonyme, 1981**).

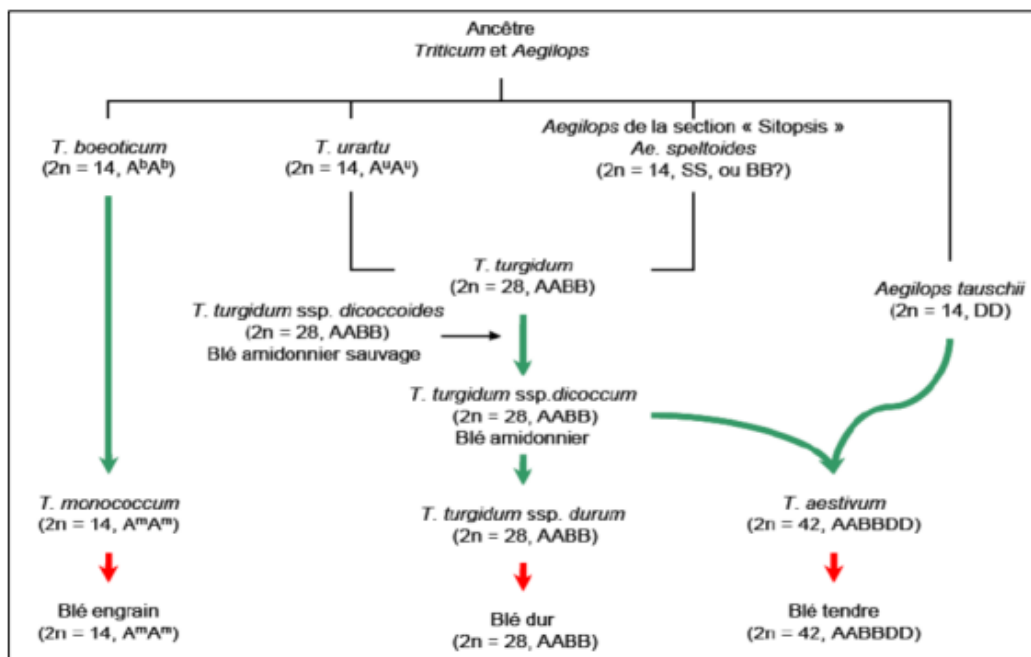


Figure 2 : Phylogénie des blés (Liao *et al.*, 2008).

### I.1.4. Taxonomie de blé

Le blé dur obéit à la classification détaillée est donnée par le tableau ci-dessous.

Tableau N° 1 : Classification botanique du blé dur selon Feillet (2000).

Embranchement	Angiospermes
Sous embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumiflorales
Super ordre	Comméliniflorales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum Desf</i>

### I.1.4.1. Caractéristiques botaniques du blé :

Le blé appartient au genre *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une plante herbacée annuelle, monocotylédone, à feuilles alternes, formée d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis.

La plante de blé se compose de différentes parties, dont les caractéristiques sont décrites comme suit (**Fig. 3**) :

**A. Tige :** La tige commence à prendre son caractère au début de la montaison, c'est-à-dire prend sa vigueur et porte 7 à 8 feuilles, elle présente des bourgeons auxiliaires que servent à l'origine des talles (**Alismail et al., 2017**).

**B. Feuilles :** À maturité le plant de blé possède une douzaine de feuilles, La taille de la feuille croît avec sa position sur la tige. (**Casnin et al., 2013**).

**C. Fleurs :** Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles (**Sadouki et al., 2018**).

**D. Racines :** Les racines de blé sont de type fasciculé peu développé (**Alismail et al., 2017**).

**E. Graines :** Sont de formes ovoïdes, possèdent sur l'un fruit (**Ait-slimane-ait-kaki., 2008**).



**Figure 3 :** Caractéristiques botaniques d'une plante de blé (**Wikipedia, 2018**)

### I.1.4.2 Le cycle de développement :

Selon Soltner (1987) une série d'étapes séparées par des stades repères permettent de diviser le cycle de vie des céréales en deux périodes : (Fig.4).

- **La période végétative** : de la germination à l'ébauche de l'épi.
- **La période reproductrice** : la formation et la croissance de l'épi.

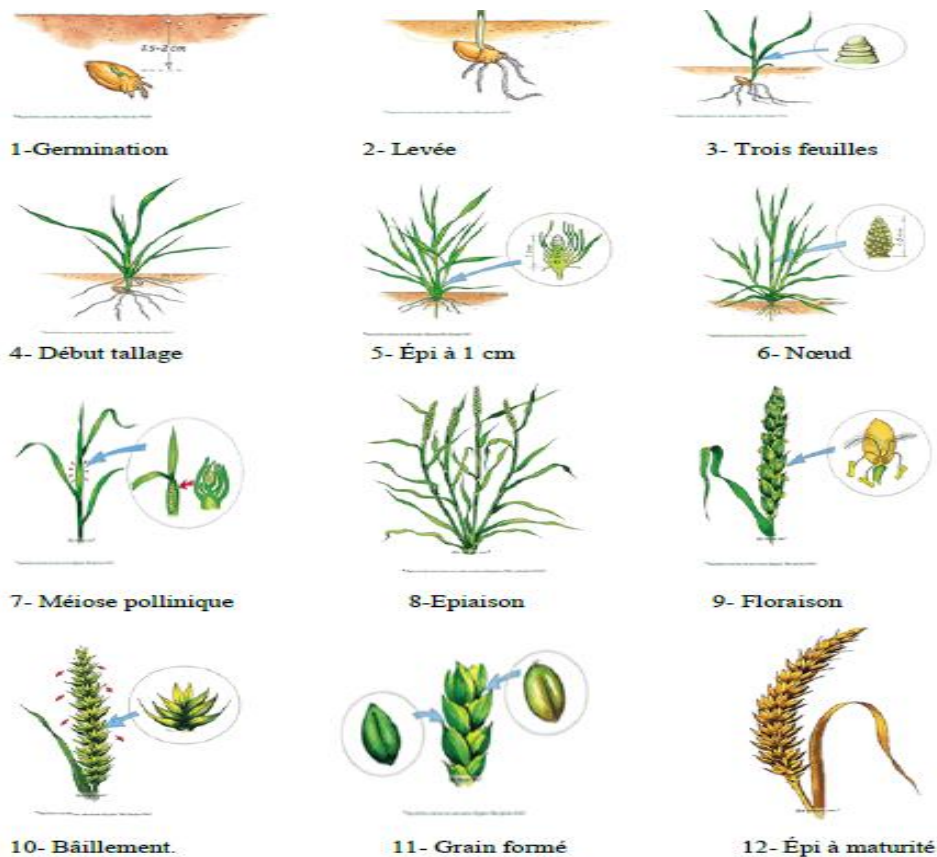


Figure 4 : Différents stades de développement du blé

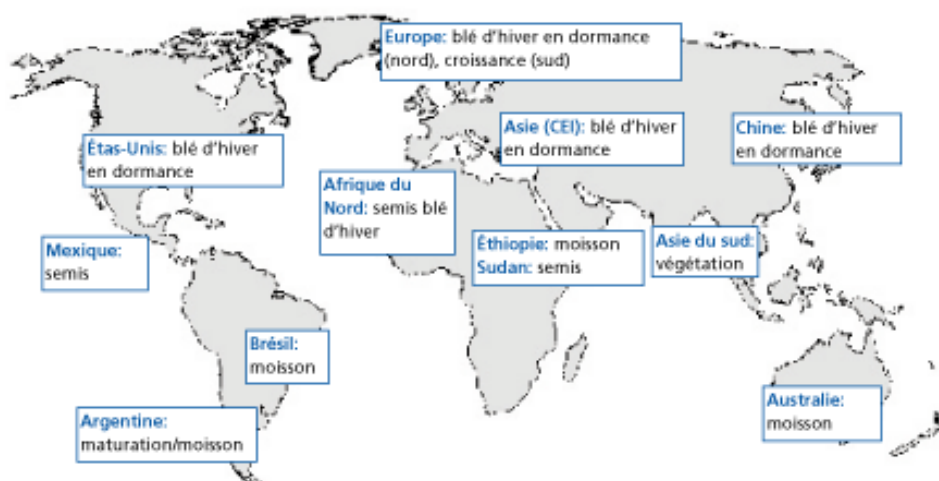
## I.1.5. Importance économique du blé.

### I.1.5.1 A l'échelle mondiale :

Le blé est l'un des aliments le plus important des populations mondiales, et la deuxième céréale la plus produite au monde devant le riz et derrière le maïs. Selon la **FAO (2006)** le blé est classé au troisième rang des 10 plus importantes cultures agricoles, avec une moyenne de production mondiale dépassant les 700 millions de tonnes sur une superficie récoltée avoisinant les 220 millions d'hectares durant l'année 2014. (**Fig.5**)

Les principaux pays producteurs de blé dans le monde sont la Chine, l'Inde et les Etats Unis d'Amérique, la Russie, la France, le Canada, l'Allemagne, la Turquie, l'Australie et l'Ukraine (**Gaur et Mogalapu, 2018**).

Il existe plusieurs types de blé à travers le monde du point de vue génétique que morphologique, les plus importants et cultivées sont le blé dur (*Triticum durum* Desf.), il est Utilisée par plus de 200 millions de consommateurs, l'usage de blé dur en alimentation est spécialement concentré en méditerrané ( Algérie, Maroc, Tunisie, Turquie, Italie,...), pour la fabrication de couscous, pains, et différents types de cuisines régionales (**Lebeau,2015**), et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) représente environ 21% de la production alimentaire mondiale, grâce à son adaptation à un large éventail de climats (**Xiaojie et al., 2012**).



**Figure 5** : Les principaux pays producteurs de blé dans le monde (**FAO 2005**).

### I.1.4.2 En Algérie

Le blé constitue la base de l'alimentation de la population algérienne. Il est utilisé pour fabriquer le pain, le couscous, les gâteaux et les pâtes alimentaires, il est aussi utilisé pour la production animale et pour l'amendement du sol. Malgré la place stratégique des céréales dans le système alimentaire algérien et dans son économie nationale, leur production reste insuffisante et ne répond qu'à 25-30% des besoins de la population (**Chourghal et al., 2016**).

Selon **Zaidi et al., 2018**), la céréaliculture couvre 3.5 millions d'hectares, soit 60% des superficies cultivées. La région de l'est représente 46% de la production céréalière du pays avec 1.58 millions d'hectares alloués aux céréales (**MADR, 2019**). Le blé dur est la céréale la plus répandue, il est surtout cultivé à l'est (Constantine, Souk Ahras, Sétif et Mila) contrairement à le blé tendre qui est cultivé à l'ouest du pays (Saida, Bel-Abbes et Tiaret).

Selon **Hamadache (2013)**, les superficies récoltées sont souvent inférieures aux superficies emblavées, principalement à cause de la sécheresse printanière.

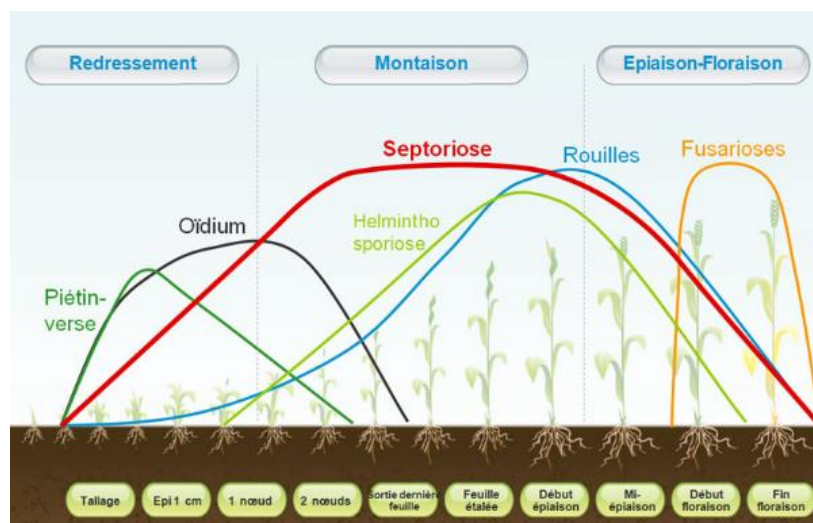
Le pays a recours aux importations pour subvenir aux besoins de la population sans cesse croissante. Selon **FAOSTAT (2019)** l'Algérie importe le blé de France, du Canada, d'Allemagne, des Etats-Unis d'Amérique, d'Espagne et du Mexique.

## I.2 Les maladies pathogènes

### I.2.1 Les Maladies du blé



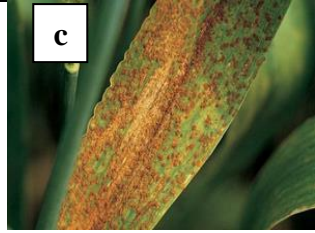

#### I.2.1.1 Les maladies fongiques :




Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies fongiques ou cryptogamiques à différents stades de croissances (**Fig.6**), lorsque les conditions climatiques sont favorables, ces maladies peuvent facilement se propager provoquant des symptômes qui leurs sont spécifiques (**Ezzahiri, 2001**)



**Figure 6** : Schéma de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé. (**Anonyme, 2011**).

Tableau N° 2 : Les maladies fongiques du blé (Fig.7)

Maladie	Agent pathogène	Hôtes	Vecteurs	Symptômes	Référence	Photo
Septoriose	<i>Zymoseptoria tritici</i>	Blé tendre	Pluie, vent	La tache septorienne	(Allioui et Douici-Khalfi, 2015 ; Bataille et al., 2018).	
Tache auréolée (Tan Spot)	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Blé	Vent	Lésions nécrotiques ovales bordées d'une auréole chlorotique jaunâtre	(Moreno et al., 2012).	
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>	Blé tendre	Vent	Pustules de forme circulaires ou ovales de couleur brun	(Ezzahiri, 2001)	
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>	Blé tendre	Vent	Forme de pustules orange-ocre disposées en stries le long des nervures des feuilles	(Ezzahiri, 2001)	

<b>Oïdium</b>	<i>Blumeria graminis</i>	Blé tendre, avoine, orge, seigle	Vent	Feutre blanchâtre ou gris pale sur les limbes et les feuilles basales,	(Fu et al., 2013) Et (Ecophyt, 2015).	
<b>Fusariose</b>	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Microdochium spp.</i>	Blé tendre, blé dur	Pluie, vent	Causer des fontes de semis, des pourritures du collet et la fusariose de l'épi	(Zhang et al., 2012). Et (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).	
<b>L' Helminth_ Osporiose</b>	<i>Helminthosporium sativum</i>	Blé tendre	Pluie, vent	Le centre prend une couleur qui va du brun clair au brun bronze	(Prescott et al., 1987).	




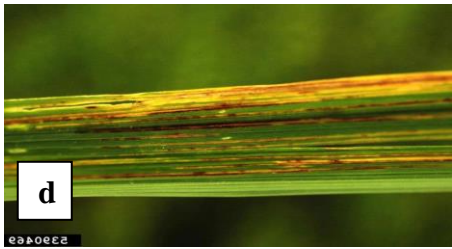
**Figure 7** : Différents maladies fongiques du blé : **a** : Septoriose des feuilles, **b** : Tache auréolée (Tan Spot), **c** : Rouille brune, **d** : Rouille jaune, **e** : Oïdium, **f** : Fusariose de l'épi, **g** : L'helminthosporiose. (Syngenta, 2015, <https://www.syngenta.f>

### I.2.1 .2. Les maladies bactériennes :

Les bactéries phytopathogènes sont de petits bâtonnets unicellulaires, elles n'ont pas de noyau distinct, ni de membrane nucléaire. Ces bactéries sont disséminées par le vent, les insectes, les éclaboussures d'eau de pluie et les moyens mécaniques (**Prescott et al., 1987**)

L'infection, pour se produire, requiert la présence d'eau. Les bactéries de pénétrer dans le tissu de la plante-hôte grâce à des blessures superficielles ou des stomates ouverts, Elles envahissent alors le système vasculaire ou les espaces intercellulaires et provoquent la nécrose par les toxines ou les enzymes qu'elles secrètent (**Prescott et al., 1987**). (Fig. 8)

**Tableau N° 3 : les maladies bactériennes du blé (Benjama, 1997).**

Maladies bactériennes	Agents pathogènes	Hôtes	Traitement	Symptôme
<b>Bactériose des glumes du blé</b>	<i>Pseudomonas syringae pv. atrofaciens</i>	Blé, orge	Utilisation de semences certifiées saines	 a
<b>Maladie des stries bactériennes ou glume noire des céréales</b>	<i>Inconnu</i>	Blé, orge	Utilisation de semences certifiées saines	 b
<b>Bactériose des épis du blé</b>	<i>Rathayibacter tritici</i> (syn. <i>Clavibacter tritici</i> , <i>Corynebacterium tritici</i> )	Blé, orge	Utilisation de semences certifiées saines	 c
<b>Brûlure bactérienne des feuilles</b>	<i>Pseudomonas syringae pv. graminées</i>	Blé	Utilisation de semences certifiées	 d

**Figure 8 :** Différents maladies bactériennes du blé. En Haut jusqu'en bas : Bactériose des glumes du blé, Maladie des stries bactériennes ou glume noire des céréales, Bactériose des épis du blé, Brûlure bactérienne des feuilles. (Wikipedia,2021, fr.wikipedia.org)

### I.2.1 .3. Les maladies virales :

Les viroses sont transmises par des insectes, des acariens, des nématodes, les Champignons, le sol et les moyens mécaniques. Elles sont souvent difficiles à détecter car les hôtes infectés ne présentent pas toujours de symptômes visibles ou sont généralement identiques à de nombreuses anomalies physiologiques ou génétiques. Leur identification sera cependant facilitée dans la mesure où vecteurs et hôtes sont eux-mêmes identifiés (Prescott et al., 1987).

**Tableau N° 4 :** Les maladies virales de blé.

Maladie	Virus (acronyme)	Référence
<b>Jaunisse nanisante de l'orge</b>	BYDV (Barley yellow dwarf virus)	(Najar et al, 2017)
<b>Marbrure du dactyle</b>	CoMV (Cocksfoot mottle virus)	(Raynal et al,1989)
<b>Mosaïque du blé</b>	WMoV (Wheat mosaic virus)	(Chevallier, 2000).
<b>Mosaïque du blé transmise par le sol</b>	SBWMV (Wheat soil-borne mosaic virus)	(Courtillot et al,1987)
<b>Mosaïque du brome</b>	BMV (Brome mosaic virus)	(Lojek et al,1972)
<b>Nanisme du blé</b>	WDV (Wheat dwarf virus)	(Najar et al., 2017)
<b>Nanisme stérile de l'orge</b>	OSDV (Oat sterile dwarf virus)	(Huyghe et al,2009).
<b>Mosaïque jaune du blé</b>	Wheat yellow mosaic virus = Wheat spindle streak mosaic virus	(Sohn et al,1995)
<b>Mosaïque rayée du blé</b>	WSMV (Wheat streak mosaic virus)	(TOSIC,1974)
<b>Mosaïque rayée jaune de l'orge</b>	BYSMV (Barley yellow streak mosaic virus)	(CONTI,1980).
<b>Mosaïque russe du blé</b>	Virus de la mosaïque russe du blé hiver (WWRMV Russian winter wheat mosaic virus)	(Markelova & Baukenova,2013)

## I.2.2. Le Fusarium

### I.2.2 .1 Description des espèces du genre Fusarium

Il est difficile de différencier les différentes espèces de champignon qui causent la fusariose vasculaire même en culture pure. Le *Fusarium solani* f.sp. *Eumartii* produit un mycélium clairsemé, des sporodochies brun pâle, des macroconidies à trois ou quatre cloisons, qui sont presque droites dans leur moitié inférieure et légèrement incurvées dans leur supérieure, et parfois des microconidies. Il est particulièrement facile d'isoler les espèces de *Fusarium* responsables de trachéomycoses à partir de racines infectées et de la partie inférieure des tiges. On isole rarement le *Fusarium solani* f. sp. *Eumartii* et le *F. oxysporum* partir de tissus de tubercules brunis (Mclean et Walker, 1941).

### I.2 .2.2 Classification

Les *Fusarium* sont les formes asexuées de plusieurs espèces d'Ascomycètes.

**Tableau N° 5 :** La position systématique de fusarium.

<b>Règne</b>	<b>Fungi</b>
<b>Division</b>	Ascomycota
<b>Subdivision</b>	Pezizomycotina
<b>Classe</b>	Deutéromycètes
<b>Sous classes</b>	Hypocreales
<b>Ordre</b>	Nectriaceae
<b>Genre</b>	<i>Fusarium</i>

### I.2.2.3 Morphologie et identification en culture

Le principal caractère morphologique des *Fusarium* est la présence de macro-conidies fusiformes et cloisonnées. Mais, les champignons du genre *Fusarium* présentent une grande diversité et variabilité en culture, leur identification et leur classification sont donc assez délicates.

Il est important de préciser que la détermination d'une espèce se base sur de nombreux critères et non pas simplement sur la morphologie des macros et macro-conidies. Les principaux caractères utilisables sont :

- **Macroscopiquement**

Sur plusieurs milieux, le thalle des *Fusarium* donne un mycélium plus ou moins aérien. De couleur rarement blanche ou crème, il peut être plus souvent de coloration vive : rose, rouge ou violet. Chez certaines espèces les conidiophores sont regroupés et forment des coussinets (sporodochies) sur le thalle. Les conidies peuvent former une masse d'aspect gras (pionnotes) sur les coussinets ou sur l'ensemble du thalle.

- **Microscopiquement**

Les espèces de *Fusarium* se différencient essentiellement sur la forme de leurs macroconidies. Ce caractère est complété par la présence ou l'absence de chlamydospores ainsi que par la présence, l'absence ou la forme des microconidies. L'étude des phialides peut s'avérer utile voire indispensable.

- **Macroconidies** (nombre de loges, forme peu ou pas incurvée, forme de la cellule basale) :

Ce sont des spores pluricellulaires fusiformes plus ou moins courbées. La cellule apicale est plus ou moins crochue et la cellule basale est pédicellée. Elles peuvent être absentes et dans ce cas on risque de confondre le genre *Fusarium* avec le genre *Acremonium*.

- **Microconidies** (formes, abondance) :

Les microconidies sont dispersées parmi le mycélium, elles sont de petite taille par rapport aux macroconidies et sont le plus souvent constituées d'une (parfois deux) cellule(s) de forme(s) variable(s) (fusiformes, piriformes, ellipsoïdes, ovoïdes ou subglobuleuses).

- **Chlamydospores** (présence ou absence et disposition) :

Certaines espèces n'en produisent jamais. Les chlamydospores peuvent être terminales, ou intercalaires, isolées ou en groupes ou en chaînes.

- **Phialides** (monophialides, polyphialides) :

Elles sont portées par l'extrémité du conidiophore ; elles sont étroites plus ou moins effilées. A ces structures, on peut ajouter pour les espèces qui possèdent des téléomorphes (rarement observés)

- **Ascocarpe :**

C'est un périthèce, formation close, s'ouvrant par un ostiole, plus ou moins en forme de bouteille.

- **Asques et ascospores :**

Les asques formés sur l'hyménium sont cylindriques, uni-tuniqués à apex indifférencié. Les ascospores sont ellipsoïdes à fusiformes généralement tétra-cellulaires dans le genre *Gibberella* ou naviculées et généralement bicellulaires dans le genre *Nectria* (Mclean, et Walker, 1941).

#### **I.2.2.4 Les plantes hôtes**

Les plantes hôtes des *Fusarium* pathogènes sont nombreuses. Au sein d'une même espèce il existe un très grand nombre d'hôtes spécifiques. Une classification de plus de 120 formes spécifiques et races de *Fusarium* a été proposée par Armstrong en 1981 et se base sur les espèces végétales et les cultivars qui peuvent être infectés (Fravel *et al.*, 2003).

Les *Fusarium* sont des pathogènes d'un nombre important de plantes cultivées pour la consommation. Les céréales (blé, maïs, orge, riz, ...), asperge, banane, datte, tomate, melon et salade sont touchés par ces pathogènes. Des plantes ornementales sont également sensibles (Summerell *et al.*, 2003). Une même espèce de *Fusarium* n'est pas nécessairement un pathogène spécifique d'une seule plante. *F. verticillioides* est connu pour avoir le maïs comme hôte spécifique (Stępień *et al.*, 2011) tandis que *F. proliferatum* peut s'attaquer au maïs, riz, asperge, datte et à des plantes ornementales. Certaines de ces plantes hôtes peuvent être porteurs sains et jouent donc le rôle de « réservoir » de *Fusarium* (Stanković *et al.*, 2007).

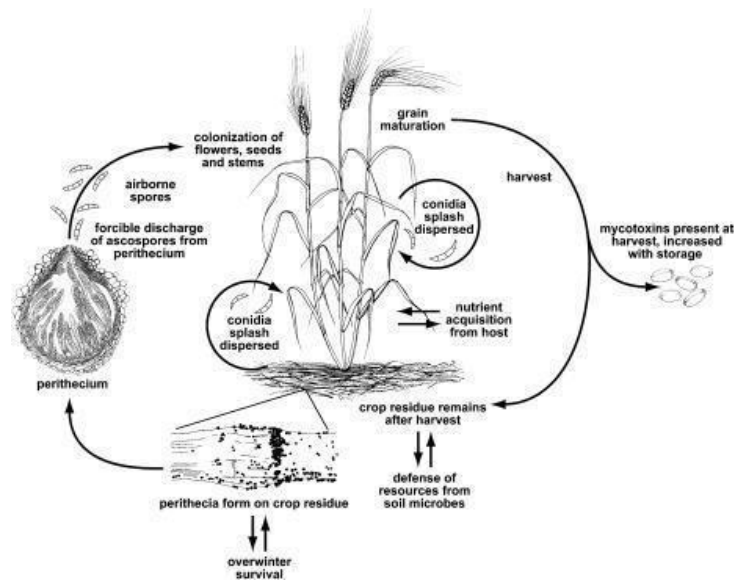
Cette diversité est un atout majeur pour le pathogène. La probabilité que des plantes hôtes (sauvages ou cultivées) se trouvent à proximité de la parcelle à risque peut être élevée et participent ainsi à sa propagation sur les cultures et à son maintien en période hivernale.

### I.2.2. 5 Cycle biologique

Le champignon qui cause la maladie persiste et se multiplie sur les résidus végétaux infectés, qu'il s'agisse de céréales, de graminées ou d'autres plantes, cultivées ou non, qui se trouvent dans le champ et dans les environs. Les spores de *Fusarium* se déposent sur les épis à la faveur du vent et des éclaboussures. Les petites céréales sont sensibles à l'infection à partir de la floraison (apparition de l'épi) jusqu'au stade mi-pâteux, voire plus tard selon les caprices du climat. Les conditions les plus propices à l'infection sont des périodes de 48 à 72 heures de forte humidité et des températures de 24 à 30 °C. Des périodes plus longues d'humidité élevée combinées à des températures fraîches peuvent aussi provoquer l'infection. Les infections qui se produisent tôt dans la saison produisent parfois des spores qui, transportées par le vent, peuvent propager la maladie (Zillinsky, 1983 ; Mascher *et al.*, 2005 ; Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008).

La gravité de la fusariose, qui varie selon le champ et l'année, dépend des conditions climatiques, du stade de croissance de la plante et de la présence du pathogène.

Plus l'infection survient tôt, plus la maladie est grave. Si un cultivar est très sensible, que l'inoculum abonde au moment de la floraison, et que l'on combine à ces facteurs des conditions atmosphériques favorables, alors la gravité de la brûlure et de la contamination par les mycotoxines sera maximale (Richard, 2004 ; Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008 et Mathieu *et al.*, 2012). (Fig. 9)



**Figure 9:** Cycle de vie de *F. graminearum*, principal agent responsable de la fusariose des épis de blé (Trail, 2009).

### **I.2.2.6 Infection**

Parmi les facteurs favorisant le développement de la maladie fusarienne nous citons, les précédents à paille, le maïs, le sorgho, l'absence de rotation, l'utilisation des variétés sensibles et l'absence de travail du sol. Cette dernière technique laisse des grandes quantités de débris végétaux en surface, offrant ainsi, un substrat idéal pour la multiplication des *Fusarium* (**Martin *et al.*, 2007 ; Wegulo *et al.*, 2008**).

Toutefois, le champignon ne peut attaquer les épis de blé que s'il pleut et que la température est assez élevée. Les gouttes de pluie permettent la dispersion des spores du pathogène, notamment à partir du sol, et les transportent jusqu'au niveau de l'épi. L'humidité relative élevée permet la germination des spores et leur entrée dans la fleur. La sévérité et le développement de l'infection sont largement influencés par la sensibilité de la variété de blé ou de triticale utilisé (**Mascher *et al.*, 2005**).

L'infection a lieu durant la floraison. Après germination, le tube germinal pénètre dans l'épillet et se développe sur les glumes, utilisant les nutriments disponibles. Le champignon pénètre ensuite dans la fleur et s'enfile dans les stomates, les blessures et les étamines (**Mascher *et al.*, 2005**). Ces dernières sont le site préféré de pénétration parce qu'elles contiennent des composés qui stimulent la croissance des champignons (**Strange et Smith, 1971**). Le mode d'infection peut toutefois varier d'une variété à l'autre. Quand l'épillet est infecté, le champignon se propage dans le reste de l'épi, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur, en utilisant le système vasculaire. Ce dernier type de propagation peut provoquer l'interruption du flux de la sève vers les parties supérieures de l'épi.

### **I.2.2.7 Conditions favorables au développement de la maladie**

La sévérité de la fusariose est conditionnée par trois facteurs indépendants des champignons : Les facteurs climatiques, agronomiques et physiologiques de la plante hôte (**Bai et Shaner, 1994 in Siou, 2014**).

#### **a. Les facteurs climatiques**

La température et l'humidité sont responsables de 48 % de la variation dans la maladie. Le climat joue donc le rôle principal dans le développement de la maladie. Puisque nous n'avons pas d'influence sur la météo, l'emphasis doit être mise sur les deux autres facteurs (**Mathieu *et al.*, 2012**).

## b. Les facteurs agronomiques

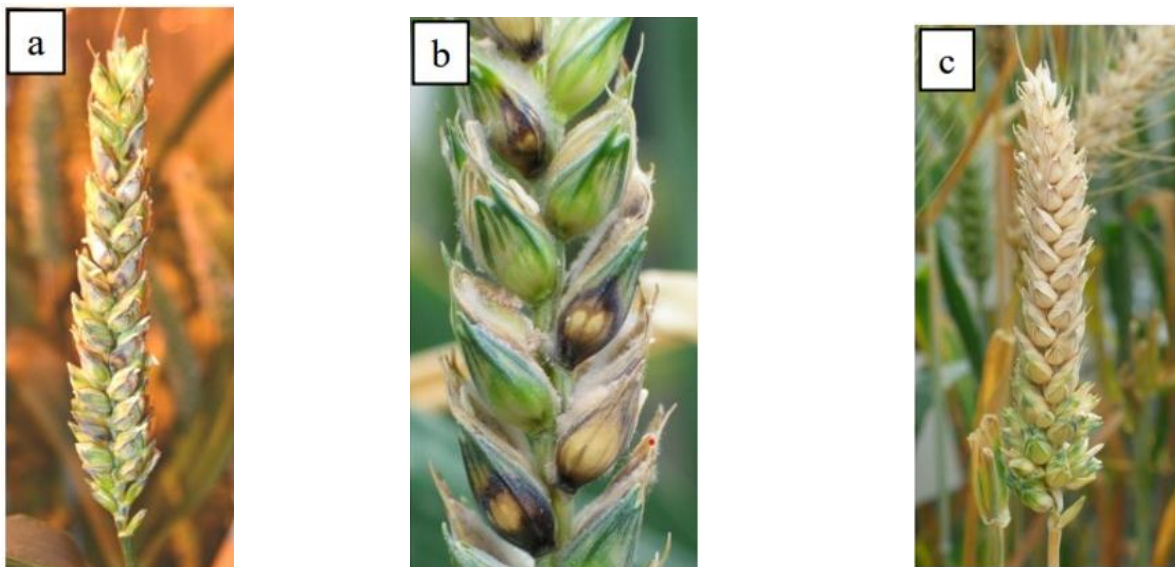
Ils jouent un rôle principalement dans la conservation de l'inoculum primaire. Ainsi, un précédent cultural sensible à la fusariose (maïs, blé, orge), infecté lors de son cycle, est une source potentielle d'inoculum pour la culture suivante via ses résidus. Egalement, le travail du sol augmenterait la dégradation des résidus en favorisant l'activité microbienne et donc limiterait la colonisation des résidus par *F. graminearum* (Pereyra *et al.*, 2004).

## c. Les facteurs physiologiques

La maladie dépend de la quantité d'inoculum présent dans le précédent cultural, qui détermine en partie l'inoculum présent, et dépend aussi de la sensibilité des plantes, de l'état de stress, le stade de développement, la date et la durée de la floraison et le niveau de résistance de la variété (Champeil *et al.*, 2004)

### I.2.2.8 Symptômes

Les symptômes produits par le fusarium sont organisés dans la figure 10 (fig10)



**Figure 10 :** symptômes des nécroses d'épis de blé fusariose (a) avec parfois un développement mycélien en surface des épillets (b) et symptômes d'échaudage (c)

(Syngenta .fr)

### **I.2.3. Les moyens de Lutte.**

#### **I.2.3.1 La lutte chimique**

C'est une méthode de lutte contre les agents phytopathogènes par l'utilisation des traitements chimiques (fongicides), un traitement préventif pour éviter la maladie ou un traitement curatif pour stopper la prolifération de la maladie. Elle doit être raisonnée en tenant compte de la période de traitement, du produit utilisé, de la dose à appliquer, du spectre d'action de la manière active et de la période de couverture (**Mahdjoub et Magherbi, 2018**).

En agriculture, les fongicides sont utilisés pour détruire les champignons pathogènes qui s'attaquent aux cultures, aux semences et aux produits récoltés, et selon **Clément (1981)**, sont des matières actives ou préparation susceptibles d'entraîner plus ou moins rapidement l'inhibition de la croissance ou de la mort des champignons et d'être utilisées pour lutter contre les maladies des cultures. Les fongicides utilisés dans la pratique agricole ont des nombreuses molécules appartenant à des familles chimiques variées (**Bermond, 2002**). Il est plus facile d'utiliser des fongicides en traitement des semences pour contrôler les maladies transmises par les semences et pour réduire l'impact des maladies foliaires (**Boulif., 2012**).

#### **I.2.3.2 La lutte physique**

Selon **Vincent et al, (2000)**, en protection des plantes la lutte physique regroupe toutes les techniques de lutte dont le mode d'action primaire ne fait intervenir aucun processus biologique ou biochimique.

La conservation des agents pathogènes dans l'environnement est essentielle pour lutter contre les maladies, les débris de plantes malades sont susceptibles de produire un inoculum capable d'attaquer les plantes cultivées saines placées dans un substrat sain. Il existe plusieurs méthodes préventives pouvant être utilisées pour limiter ces sources potentielles de contamination, comme la destruction des débris de végétaux infectés par le feu ou leur enfouissement dans le sol (**Seguin, 1995**).

#### **I.2.3.3 La lutte culturale**

Cette lutte vise à limiter le développement des maladies dans le sol et consiste à l'utilisation des semences saines, l'utilisation de la fumure azotée de façon rationnelle, l'élimination des résidus de culture contaminés par incinération ou enfouissement profond (**Dill Macky et al., 2000**), la réalisation des rotations d'au moins deux ans en dehors des céréales (alterner avec des légumineuses) cela réduit la densité de l'inoculum (**Gilbert et Tekauz., 2000**).

#### **I.2.3.4 La lutte biologique**

C'est une méthode qui consiste à utiliser les capacités biologiques d'un organisme vivant en vue de limiter, arrêter ou bien inhiber le développement d'un autre organisme vivant sans avoir recours aux pesticides.

Plusieurs êtres vivant, bactéries (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Chromobacterium*) et champignons (*Trichoderma* sp, *cladosporium*, *dendrophome obscurans*, etc), ont fait l'objet d'étude ou ont été utilisés dans des applications de lutte biologiques sont bénéfique à la santé des plantes et protègent efficacement contre certaines maladies des racines (**Vincent *et al.*, 2000**).

#### **I.2.3.5 La lutte génétique**

La méthode de lutte la plus économique et la plus pratique contre les maladies de blé est la résistance variétale (**Ezzahiri, 2001**). Elle est la solution idéale car elle dispense l'agriculteur des coûts qu'il aurait à engager dans la lutte tout en préservant l'environnement. En effet l'utilisation de cultivars résistants réduit la conservation du pathogène dans les chaumes (**Krupinsky, 1999 in Harrat, 2009**).

### I.3 Description des plantes :

#### I.3.1. Artémisia herba alba Asso

Le genre *Artemisia* regroupe plusieurs petites herbes et arbustes (**Abad et al.,2012**), il comprend un grand nombre d'espèces, de 200 à 400 selon les auteurs, retrouvé dans toute la moitié nord du monde (**Salido et al.,2004**), il appartient à la famille des Astéracées, l'une des plus grandes familles qui englobe environ 1000 genres et plus de 20000 espèces (**Abad et al.,2012**), parmi ces genres les plus importants sont *Artemisia*, *Santolina*, *Centaurea*, *Chrysanthemum*...ect (**Doc et Benabdelkader,2006**). En Algérie, environ onze espèces d'*Artemisia* peuvent être trouvées (**Quezel et Santa, 1962 ; Boukhalkhal et al., 2018**). Historiquement, ce genre est connu pour sa richesse en composés biologiquement actifs, les recherches phytochimiques ont prouvé que ce genre contient principalement les monoterpènes et sesquiterpènes (**Tang et al., 2000 ; Houari et Ferchichi, 2009 ; Akrouit et al., 2010**). Il s'agit d'un genre hétérogène. Les espèces qui appartiennent à ce genre sont durables, des herbes ou des petits arbustes bisannuels et annuels. Les trapézoïdes, les flavonoïdes, les coumarines, les acides caféoylquiniques, les stérols et les acétylènes constituent les essentiels classes de phyto composant du genre *Artemisia* (**Taleghani et al., 2019**).

Toutes les espèces de ce genre ont un arôme ou un goût caractéristique, causé par les mono terpènes et les sesquiterpènes et une diversité de métabolites secondaires. Certaines de ces molécules biologiquement actives justifient l'affirmation et l'assertion faite dans le cadre de l'utilisation médical folklorique (**Megdiche – Ksouri et al., 2014**).

##### I.3.1.1. Présentation de plante *Artémisia herba alba* Asso

L'espèce *Artemisia Herba alba* (Armoise blanche) est décrite pour la première fois au début du IV<sup>e</sup> siècle av. J.-C, par l'historien grec Xénophon, dans les steppes de la Mésopotamie, C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver (**khireddine et al., 2015**). (Fig. 11)



Figure 11: *Artemisia herba Alba. Asso* (Bouldjadj, 2009)

### I.3.1.2 Répartition géographique

- **Local** : Les Hauts plateaux et le Sahara septentrional
- **Régional** : Afrique du Nord
- **Mondial** : Espagne, Afrique du Nord et Asie occidentale. (Hurabielle *et al.*, 1981)

Selon Nabli, 1989, l'Armoise blanche est largement répandue depuis les îles Canaries et le sud-est de l'Espagne jusqu'aux steppes d'Asie centrale (Iran, Turkménistan, Ouzbékistan et à travers l'Afrique du Nord, l'Arabie et le Proche-Orient. En Afrique du nord, cette espèce couvre d'immenses territoires évalués à plus de dix millions d'hectares. (Fig.12)

En Algérie les steppes à armoise blanche couvrent 3 millions d'hectares (Nedjraoui, 2004). C'est dans le sud oranais où couvrant près de 30 % des parcours, elle est la mieux représentée, formant un paysage végétal très monotone (Djebaili *et al.*, 1995). (Fig.13)

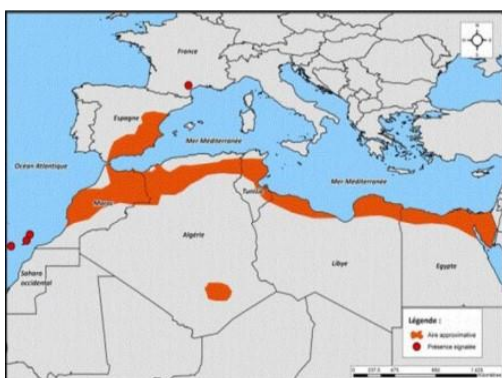


Figure12 : Distribution géographique d'*Artemisia herba-alba* Asso dans le bassin méditerranéen (carte modifiée extraite d'Aidoud, 1988)

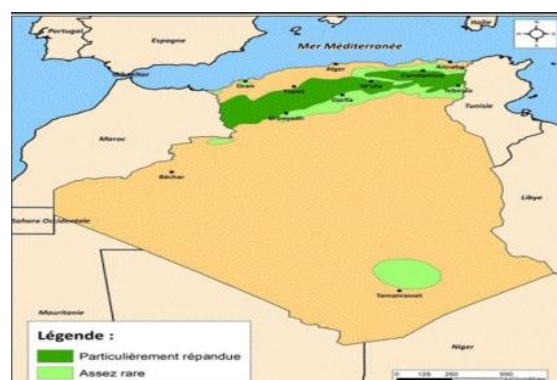
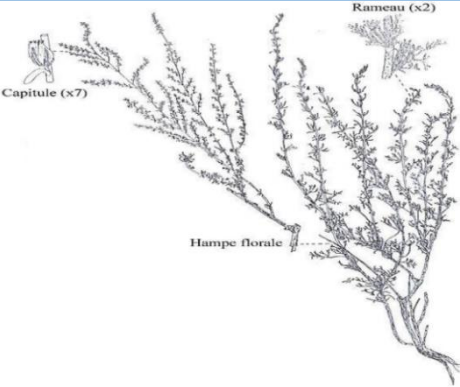


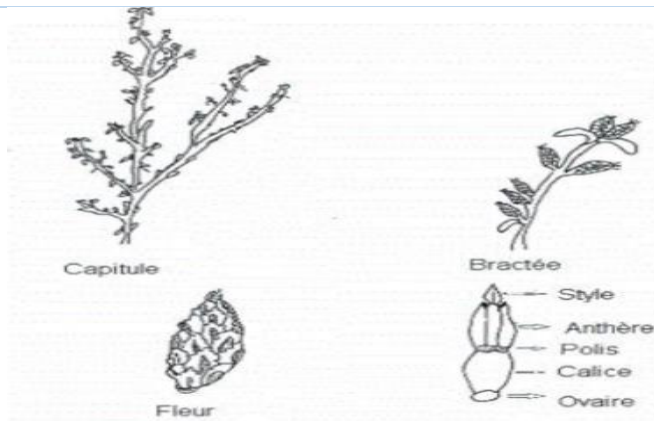


Figure13 : Aire de distribution d'*Artemisia herba-alba* Asso en Algérie (Quézel *et al.*, 1963 ; Aidoud, 1988 ; Said *et al.*, 2015)

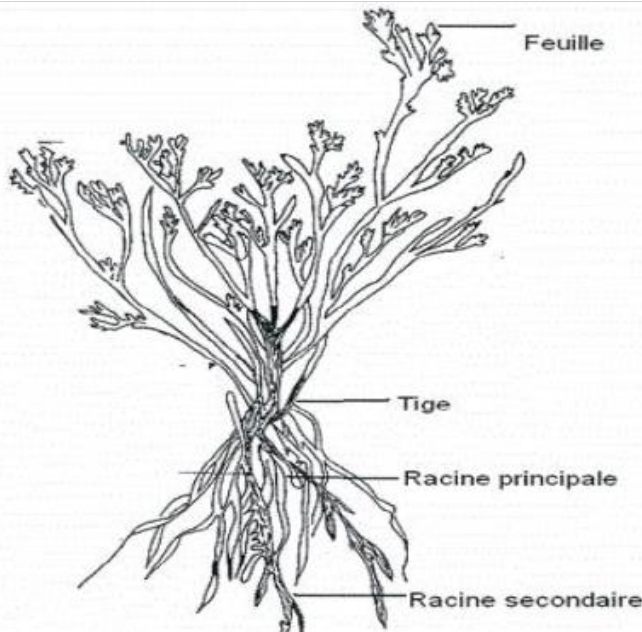
I.3.1.3 Description de la plante *Artemisia herba alba*Tableau N° 6 : Caractères des organes de plante *Artemisia herba alba*

Organes	Caractères
 <p data-bbox="212 837 879 925"><b>Figure14</b> : Dessin de détail d'après POTTER, 1981 d'<i>A. Herba alba</i>.</p>	<p data-bbox="938 439 1474 636"><b>Hauteur</b> : L'Armoise blanche est une plante vivace qui se présente sous forme de buissons de 30 à 50 cm de hauteur (Besanger <i>et al.</i>, 1975)</p>
 <p data-bbox="204 1335 895 1422"><b>Figure15</b> : Photographie de tige de l'espèce <i>A. herba alba</i></p>	<p data-bbox="938 954 1474 1261"><b>Tiges</b> : L'armoise présente une tige principale très épaisse, rougeâtre, qui se ramifie et se prolonge par de nombreuses tiges de plus en plus fines. Chaque tige se distingue par une taille allant de 30 à 50 cm (Bendahou, 1991)</p>
 <p data-bbox="212 1787 887 1874"><b>Figure 16</b> : photographie des feuilles et rameaux de l'espèce d'<i>A. Herba alba</i></p>	<p data-bbox="938 1469 1474 1776"><b>Feuilles</b> : Les feuilles sont courtes, blanches laineuses, et argentés. Elles sont très petites et entières, ce qui réduit considérablement la surface transpirante et permet ainsi à la plante de résister à la sécheresse (Pourrat, 1974)</p>



**Figure17** : la fleurs de l'espèce d'*A. Herba alba*

**Fleurs** : La fleur est formée d'inflorescences en capitules. Ces derniers sont très petits, étroits (5 à 12 mm) ovoïdes à involucre scarieux de contenant que 3 à 8 fleurs. Tous hermaphrodites. Ces capitules pauciflores, en général homogames sont insérés directement sur l'axe et sans aucun support (**Ozenda, 1985**)



**Figure18** : Morphologie générale de plante  
*D'Artemisia herba alba*

**Fruit** : Le fruit est un akène oblong, odeur aromatique caractéristique. (**Bezza et al., 2010**).

**Racines** : Les racines se présentent sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol comme un pivot. La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 cm et ne se ramifie qu'à cette profondeur (**Aidoud, 1983**)

**Croissance végétative** : La croissance végétative de la plante a lieu à l'automne (feuilles de grande taille), puis dès la fin de l'hiver et au printemps (feuilles plus petites) (**Akrout, 2004**)

### I.3.1.4. Systématique de la plante

La classification de l'*Artemisia herba alba* Asso la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* est celle donnée par **Quenzel et Santa (1962)**.

**Tableau07** : systématique de *l'Artemisia herba alba* Asso

<b>Embranchement :</b>	<b>Phanérogames</b>
<b>Sous-embranchement :</b>	Angiospermes
<b>Classe :</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe :</b>	Gamopétale Epigynes Isotémones
<b>Ordre</b>	Astérales
<b>Famille</b>	Syntherées ou composées
<b>Sous-famille</b>	Tubiliflores
<b>Tribu</b>	Anthémidées
<b>Genre</b>	<i>Artemisia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Artémisia herba alba</i> Asso

### I.3.1.5. Usage de *l'Artemisia herba alba* Asso :

**Tableau08** : Usage de la plante *l'Artemisia herba alba* Asso.

Usage de la plante	
<b>Domaine Thérapeutique :</b>	Utilisée en médecine traditionnelle pour traiter divers maux : troubles hépatiques, mycoses, piqûres d'insectes, empoisonnements. ( <b>Bendjilali ;1980</b> ). En Chine, elle régularise le cycle menstruel et soulage les douleurs, recommandée pour les syndromes neurologiques. ( <b>Benjilali ; 1984, Benmansour ; 2001</b> ).
<b>Domaine Alimentaire :</b>	Considérée comme arôme pour certaines boissons comme le thé ou le café. ( <b>Bendjilali et al., 1984</b> ). Son utilisation en industrie alimentaire est limitée en raison de la toxicité de la bêta thujone, dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg. ( <b>Bendjilali et al., 1984</b> ).

**Domaine Cosmétique :**

Les huiles essentielles sont utilisées en parfumerie pour leur pouvoir antiseptique et aromatique, augmentant la durée de conservation des produits cosmétiques tout en leur donnant une odeur agréable. **(Le Floc'h, 1983).**

**I.3.1.6. Compositions chimiques**

La partie aérienne d'A. Herba alba possède des activités antioxydants significatives. En effet cette partie de la plante est riche en composés doués d'activité antioxydants tels que : les flavonoïdes, les poly phénols et les tanins, ces différents constituants exercent ses actions antioxydants en inhibant la production de l'anion su peroxyde, l'hydroxyle, comme ils inhibent la peroxydation lipidique au niveau des microsomes **(Bruneton, 1999).**

**I.3.1.6.1 Composés polyphénoliques**

L'armoise herbe blanche est une plante riche en composés polyphénoliques, qui sont des antioxydants puissants. Les flavonoïdes, qui appartiennent à la famille des polyphénols, sont considérés comme des pigments quasi lents universels des végétaux et sont souvent responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles. Les principaux flavonoïdes isolés à partir de l'armoise herbe blanche sont la hispiduline et la cirsimaritrine, ainsi que des flavonesglycosidiques comme la 3-rutinoside, la quercétine et l'isovitexine. **(Moufid et Eddouks, 2012)**

L'acide chlorogénique a également été isolé à partir de cette plante, ainsi que huit polyphénols et composants connexes ayant des propriétés antiulcérogènes. **(Kim T-H et al, 2004).**

**I.3.1.6.2 Terpènes**

Les terpènes sont des polymères constitués d'unités en C5 (isopentylpyrophosphate)

**I.3.1.6.3 Monoterpènes**

Les monoterpènes (en C10) sont des substances légèrement volatiles qui forment les huiles essentielles. Ils protègent les végétaux contre les parasites, inhibent la croissance bactérienne et attirent les animaux pollinisateurs. Les principaux monoterpènes identifiés dans l'Armoise herbe blanche sont le thujone (monoterpène lactone), le 1,8-cinéol et le thymol14. Des monoterpènes alcooliques (yomogi alcool, santoline alcool) ont été mis en évidence.

#### **I.3.1.6.4 Sesquiterpènes**

Les sesquiterpènes (3 unités en C<sub>5</sub>) et des sesquiterpènes lactones sont identifiés chez plusieurs chémotypes du Moyen-Orient (**Patocka et Plucar, 2003**). Les sesquiterpènes lactones sont parmi les produits naturels trouvés dans les espèces d'*Artemisia* et sont en grande partie responsable de l'importance de ces plantes en médecine et en pharmacie. Plusieurs types de sesquiterpènes lactones ont été trouvés dans les parties aériennes d'*A. Herba alba* : des eudesmanolides, germacranolides, guainalides, et xanthonolides (**Moufid et Eddouks, 2012**).

### **I.3.2. Pergularia tomentosa L :**

#### **I.3.2.1 Description botanique:**

*Pergularia tomentosa* L est une plante herbacée ou semi-ligneuse, à tige grimpante ou volubile. Les feuilles sont simples, pétiolées, ovales, orbiculaires, cordées à la base et apiculées. Elles sont tomenteuses sur les deux faces au stade jeune et glabres au stade adulte. Elles mesurent environ 5 cm de diamètre mais souvent plus petites. Les fleurs sont souvent blanc pourpre et odoriférantes avec une corolle tubulaire blanche ou pourpre qui mesure 8 mm de long. Les fruits, qui sont des follicules groupés par paire, sont fusiformes, divergents et couverts de rugosités. Ils sont pubescents et crochus à leur sommet. Ils mesurent 7 cm de long et s'ouvrent par une fente longitudinale par où s'échappent les graines. (**AMANI et BARMO, 2010**)

### I.3.2.2 Classification botanique

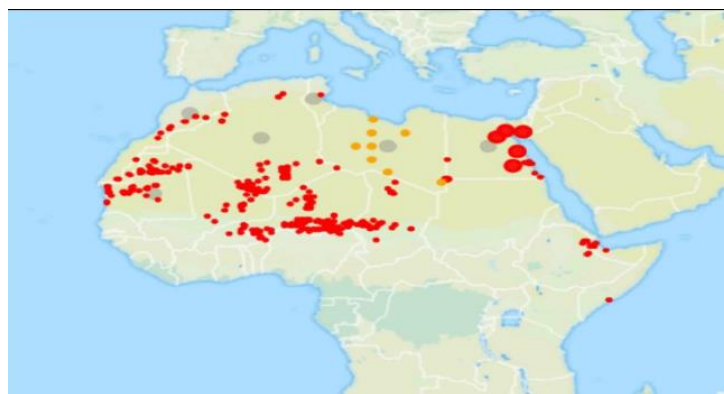
La classification de *Pergularia tomentosa* est représentée dans (Tableau 9).

**Tableau n°9** : Classification de *Pergularia tomentosa* (Amani et Barmo, 2010)

Taxonomie	Description
Règne	Végétal
Embranchement	Spermatophyte
Classe	Dicotylédones ou magnoliopsida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Gentianale
Famille	Asclépiadacées
Genres	<i>Pergularia</i>
Espèce	<i>Pergularia tomentosa</i> L.

### I.3.2.3 Origine et distribution géographique de *Pergularia tomentosa*

*P. tomentosa* est une plante herbacée ou semi-ligneuse, spontanée et xérophyte. Elle pousse sur les sols généralement sableux. Comme l'explique-la (**figure19**), *P. tomentosa* largement réparti dans le désert du Sahara jusqu'aux déserts du sud (plus commune dans le Sahara algérien) (**Bouhamadi, 2012**) et de l'est de l'Iran, à l'Afghanistan et au Pakistan, en passant par la Corne de l'Afrique, le Sinaï (Egypte), la Jordanie et la péninsule Arabique (**Baaisa et Guettiani, 2020**).





**Figure 19:** Distribution géographique *P. tomentosa* (A.N.R.H., 2004)

### I.3.2.4 Description morphologique

C'est une plante herbacée ou semi-ligneuse, arbrisseau vivace pouvant dépasser 1m de hauteur. Les jeunes rameaux volubiles s'enroulent fréquemment autour des plus anciens lui donnant un aspect touffu, contenant (Royer, 2013).

**Tableau 10** : Caractères des organes de *P. tomentosa* (Schmelzer et Gurie-Fakim, 2013).

Organes	Caractères
	<p><b>Les feuilles</b> : Opposées, vert amande, ovales ou arrondies, en coeur à la base, caractérisée par l'absence des stipules et pétiole de 0,5 à 1,5cm de long.</p>
	<p>- <b>Les fleurs</b> : bisexuées, régulières, parfumées 5-mères. Sépales et pétales plus ou moins soudés à la base. Corolle rotacée ou campanulacée, doublée d'une paracorolle à 5 pièces, en général d'origine staminale. Etamines 5 à anthères sessiles, en général adhérentes au stigmate, souvent déhiscentes en pollinies.</p>



**Un latex** : blanc, corrosif qui peut endommager la peau

-**Les fruits**: Composés de deux follicules, portent de petites pointes.

- **La tige** : couverte de courts poils verdâtres, grimpante ou volubile, tomenteuse à l'état jeune.

-**Les graines** : ovoïdes, aplaties, de 7-9 mm environ 6 mm, bords pales, à poils denses, munies d'une touffe de poils à une extrémité, d'environ 3 cm de long.

**Figure 20:** Différentes Organes de *P. tomentosa*. (Schmelzer et Gurie-Fakim, 2013).

### I.3.2.5 Usages traditionnels

Elle possède un large spectre d'utilisations en médecine traditionnelle. Dans le tableau suivant sont résumées les principales enquêtes ethnobotaniques réalisées sur cette espèce.

**Tableau11** : Utilisations traditionnelles du *Pergularia tomentosa*

Régions	Partie utilisée	Mode D'utilisation	Usages	Références
<b>Sahara Septentrional Algérien</b>	Feuilles et fleurs	Décoction	Angine, teigne, dermatose	<b>Ould el hadj, et al. (2003)</b>
	Partie aérienne	Décoction	Hypoglycémiant	<b>Kemassi et al., (2014).</b>
<b>Tassili N'ajjer</b>	Racine	Usage Interne	Les Frissons, bronchite constipation	<b>Hammiche et Maiza, (2006).</b>
	Partie aérienne	Décoction et usage interne	Helminthiases Abortive	
		Décoction et usage externe	Maladies de la peau: dermatose et dépilatoire	

<b>Mauritanie</b>	/	/	Morsures venimeuses, tuberculose, maux de dents	<b>Hmeyada, (2009).</b> <b>Schmelzer et Gurib-Fakim,</b>
<b>Côte d'Ivoire</b>	Feuille	Jus	Collyre, les maux de tête.	
<b>Milieu rural</b>	/	/	Tannerie	

### I.3.2.6 Composition chimique

L'étude phytochimique permet la détection des classes de composés existants dans les différents organes de la plante (racine, tige, pulpe, feuille, noyau). Les substances actives des plantes médicinales sont de deux types: métabolites primaires et secondaires (**Royer, 2013**). En effet, huit composés ont été isolés et identifiés à partir de plante entière de cette plante, dont le 3-acétyltaraxastérol, 3-taraxastérol, 16ahydroxytaraxastérol-3-acétate,  $\alpha$ -amyrine, acide 3-épi-micromérique, acide oléique, (9Z, 12Z) acide octadécadiénoïque et (9Z, 12Z) glucoside d'acide octadécadiénoïque (**Baissa et Guettiani, 2020**).

#### I.3.2.6.1 Métabolites primaires

Sont directement impliqués dans les processus indispensables au développement normal et à la reproduction de la cellule de l'organisme: les glucides, les lipides, les protéines.

**Tableau12** : Composition en métabolites primaires des différentes parties de *Pergularia Tomentosa* (**Hassan et al., 2007**)

Organe végétal	Lipides (%)	Protéines (%)	Glucides (%)
Feuilles	6,83 ± 0,76	6,39 ± 0,17	53,27 ± 1,75
Tiges	2,17 ± 0,76	4,74 ± 0,14	56,92 ± 1,27
Racines	2,67 ± 0,29	3,35 ± 0,48	61,31 ± 2,84

### I.3.2.6.2 Métabolites secondaires

*Pergularia tomentosa* est connu par son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols: flavonoïdes, tanins, glycosides cardiaques, les glycosides cyanogènes, des saponines, des flavonoïdes, des tanins (Hassan *et al.*, 2007).

**Tableau 13** : Composition en métabolites secondaires des différentes parties de *P. tomentosa* (Hassan *et al.*, 2007)

Organe végétal	Métabolites secondaires
Feuilles	Alcaloïdes, glycosides cardiaques, glycosides cyanogènes
Tiges	Saponines, flavonoïdes, tanins, glycosides cyanogènes
Racines	Glycosides cardiaques, saponines, tanins.

### I.3.2.6.3. La composition minérale

La composition minérale de la plante montre une grande quantité de phosphore et de potassium dans la racine et la tige. Des teneurs importantes de sodium, de magnésium et de calcium sont relevées dans les extraits des feuilles (Sheded *et al.*, 2006).

**Tableau14** : Composition minérale de *Pergularia tomentosa* L (Hassan *et al.*, 2007).

Organe Végétal	Phosphore (Ppm)	Potassium (ppm)	Sodium (ppm)	Magnésium (%)	Calcium (%)
Feuilles	1,85 ± 0,05	2,97 ± 0,210	4,13 ± 0,31	0,32 ± 0,06	0,25 ± 0,010
Tiges	7,07 ± 0,06	215,0 ± 10,00	2,03 ± 0,15	0,15 ± 0,030	0,16 ± 0,01
Racines	8,13 ± 0,06	167,30 ± 5,03	2,33 ± 0,15	0,25 ± 0,008	0,08 ± 0,003

### **I.3.2.7. Activités biologiques et thérapeutiques du *Pergularia tomentosa***

#### **I.3.2.7.1. Larvicide**

Les résultats des travaux d'**Acheuk et Doumandji-Mitiche (2013)**, montre que les alcaloïdes (extraits de la partie aérienne) ont un effet larvicide considérable avec un taux de mortalité dépendant de la dose. D'autre part, ils sont également décrits comme antifeeding, causant la perte de poids des larves avec une réduction de la teneur en protéines et en glucides. Ces résultats indiquent que *P. tomentosa* peut être un agent prometteur naturel pour le contrôle des larves de criquets.

#### **I.3.2.7.2. Anti tumorale**

Les effets inhibiteurs de ghalakinoside sur les taux d'acide urique, Ca<sup>2+</sup>, GGT, ALP et la LDH sont en faveur de son potentiel anti-tumoral (**Al-Said et al., 1989**). Des glycosides cardénolides isolée des racines de *P. tomentosa* ont été testés dans un essai *in vitro* d'inhibition de la croissance de souches cancéreuses. Cela comprenait six différentes lignées cellulaires humaines de cancer, et pour leur capacité à inhiber la Na<sup>+</sup> /K<sup>+</sup> - Activité ATPase, en plus des modifications morphologiques induites dans des lignées cellulaires de cancer humain (**Piacente et al., 2009**).

#### **I.3.2.7.3. Anti-dermatophytique**

La présence des tanins, flavonoïdes, alcaloïdes, saponines, glycosides, saponinglycosides, cardiacglycosides, anthraquinones et stéroïdes dans composition de *P. tomentosa* peut être responsable de l'activité antidermatophytique présentées par les plantes. Contre la plupart des dermatophytes testés (**Shinkafi, 2013**).

#### **I.3.2.7.4. Bactéricides et antifongique**

Les extraits aqueux et à plusieurs solvants organiques des feuilles, des tiges et des racines ont montré une activité antifongique contre une série de champignons pathogènes, tout comme une activité protectrice des organes chez le crapaud *Bufo regularis* infecté par *Aspergillus niger*. Des effets bactéricides et moluscicides ont également été répertoriés. Les extraits méthanoliques des parties aériennes, de même que les isolats de coroglaucigénine, de 16  $\alpha$ -acétoxycalotropine et de calactine, ont eu une activité de dissuasif alimentaire sur la légionnaire *Spodoptera littoralis* (**Bekheet et al., 2011**).

**I.3.2.7.5. Molluscicide**

L'activité molluscicide de deux cardénolides extraite à partir de *Pergularia tomentosa*, a été évaluée par rapport à l'escargot terrestre *Monacha obstructa* (Férussac), ces résultats expliquent l'utilisations possibles de cette plante contenant des cardénolides, comme molluscicide (**Hussein *et al.*, 1999**).

---

**CHAPITRE II :**  
**MATERIEL**  
**ET**  
**METHODES**

---

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODES :

Les diverses études ont été menées à l'Institut de Protection des Végétaux à El Harrach, en Algérie.

L'INPV, Institut National de la Protection des Végétaux, est un établissement public administratif jouissant de la personnalité morale et de l'autonomie financière, placé sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture. Fondé en février 1975, il a vu ses statuts modifiés en 1993 et en 2000. Son siège est localisé à HacénBadi, El-Harrach (wilaya d'Alger). L'INPV joue un rôle central dans la surveillance phytosanitaire nationale, axée sur divers aspects tels que le contrôle des produits agricoles impliqués dans les échanges internationaux, la surveillance et le traitement des ravageurs agricoles, la diffusion d'informations préventives aux agriculteurs et la promotion de techniques respectueuses de l'environnement pour la protection des cultures.

### II.1 Matériel biologiques :

Le matériel biologique utilisé dans notre étude se divise en deux types : végétal et fongique.

#### II.1.1. Matériel végétal :

Les espèces végétales étudiées sont *Pergularia tomentosa* L et *Artemisia Herba alba* (armoïse), qui ont été récoltées en saison hiver 17.02.2024, du sud Algérien exactement région de adrar (Ksar Oukdim), ont utilisée dans cette expérimentation les feuilles de ces deux plantes.

Données sur les espèces végétales et l'algue macroscopique marine testées



**Nom commun :** Ghoulga,  
Tellakh

**Nom latin :** *Pergularia  
tomentosa* L.

**Partie utilisée :** feuilles



**Figure 21:** La plante et les feuilles de *Pergularia tomentosa* L (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024)



**Nom commun :** absinthe du désert, ( الشيح )

**Nom latin :** *Artemisia Herba alba*.

**Partie utilisée :** feuilles

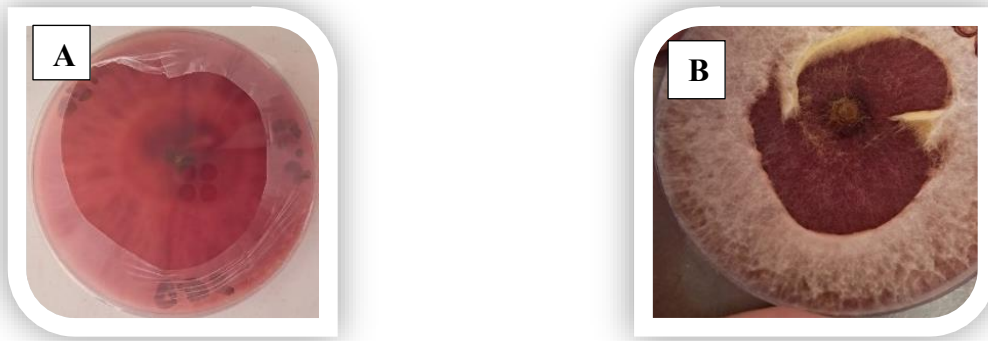
**Figure 22:** La plante et les feuilles de *Artemisia Herba alba* (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024)

### II.1.2 Matériel fongique:

Pour notre étude, le matériel fongique utilisé est composé de deux souches appartenant respectivement à deux espèces

**La souche 1:** Fusarium du blé mise à notre disposition par le laboratoire de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV). Cette souche a été conservée sur milieu PDA à 25°C

**La souche 2:** Fusarium du blé mise à notre disposition par le laboratoire de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV), Cette souche est conservée dans un milieu PDA 25°C



**Figure 23:** La souche 1 de *Fusarium* du blé **A** : Le dos de la boîte. **B** : Le devant de la boîte (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024).



**Figure 24:** La souche 2 de *Fusarium* du blé **A** : Le dos de la boîte. **B** : Le devant de la boîte (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024).

## II.2 Matériel et produits de laboratoire

**Tableau 15** : Matériel et produits de laboratoire

Verreries et appareillage	Milieux de culture	Produits chimiques
-Tubes à essais, Pipette, Boites de pétrie, Entonnoirs, Micropipette, Bêchers, pipettes, ballons, éprouvettes graduées, flacons, Verre a montré, Papier Aluminium, papier filtre). -broyeur électrique, balance de précision Micropipette, Agitateur, étuve, Evaporateur, Spectrométrie- l'autoclave).	Préparation du milieu PDA	-Éthanol, -Nitrite de sodium (NaNo <sub>2</sub> ), -Chlorure d'aluminium (Alcl <sub>3</sub> ). -Sodium Hydroxyde (NaOH), -Acide chlorhydrique (HCL), - éthanol, -Vanilline, -Eau distillée, - (Na <sub>2</sub> Co <sub>3</sub> ),

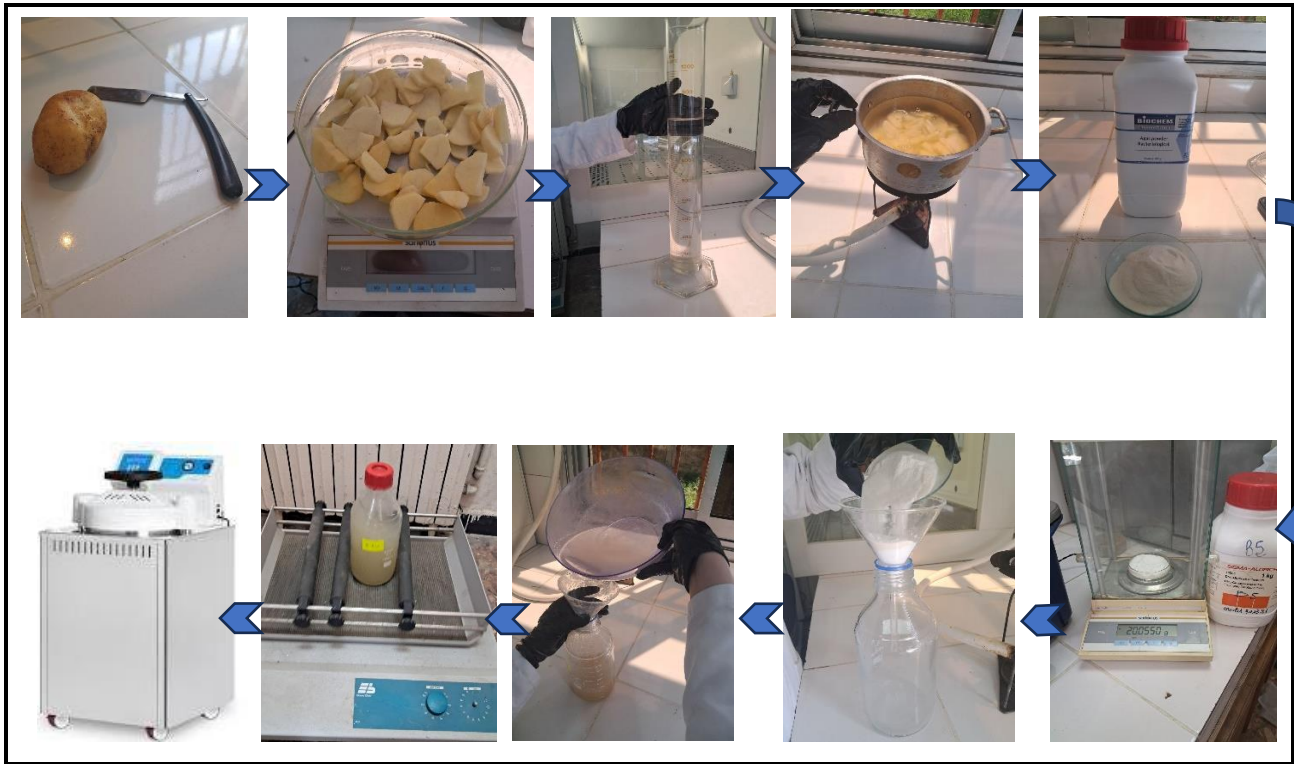
### II.3 Préparation milieu de PDA:

#### Milieu de culture

Pour le repiquage du champignon et le test antifongique nous avons utilisé le milieu PDA

- ✓ On cuire 200g de pomme de terre bien lavée, épluchée et coupées en morceaux pendant 30 minutes puis on le filtre.
- ✓ Après on dilue ensuite en ajoutant 1eau distillée pour un volume final d'un litre et on ajoute 20g Gélose (Agar) et 20g de Glucose Ensuite on mélange.
- ✓ On place Le mélange par la suite sur une plaque chauffante agitatrice jusqu'à nous obtenons d'une solution homogène c'est le milieu de culture PDA.

Ces derniers nous le versons dans des flacons, puis on le place dans une autoclave à 121 C bars pendant 20min pour but de stérilisation.



**Figure25 :** Préparation milieu de PDA (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024)

#### II.4 Préparation du matériel végétal :

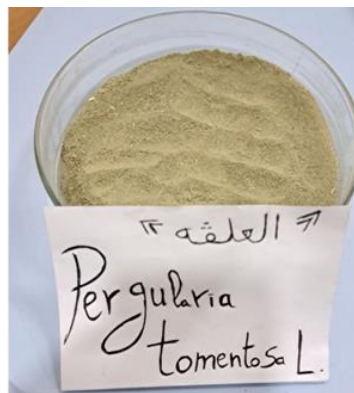
"En 17.02.2024, dans le sud de l'Algérie, plus précisément kaser ogdim « wilaya de Adrar », des plantes ont été récoltées pour leur utilisation. Après la récolte, ces plantes ont été soigneusement séchées à l'ombre et à température 35 C dans ETUVE. Ensuite, elles ont été transformées en une fine poudre végétale à l'aide d'un broyeur électrique. Cette poudre a ensuite été tamisée et conservée dans des boîtes hermétiques, à l'abri de la lumière pour la préserver .



Séchage des feuilles A : *Pergularia tomentosa L.* B : étuve 35C.  
 C : séchage des feuilles. D : *Artemisia Herba alba.*



Broyage mécanique



Produit Fin

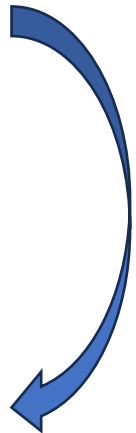
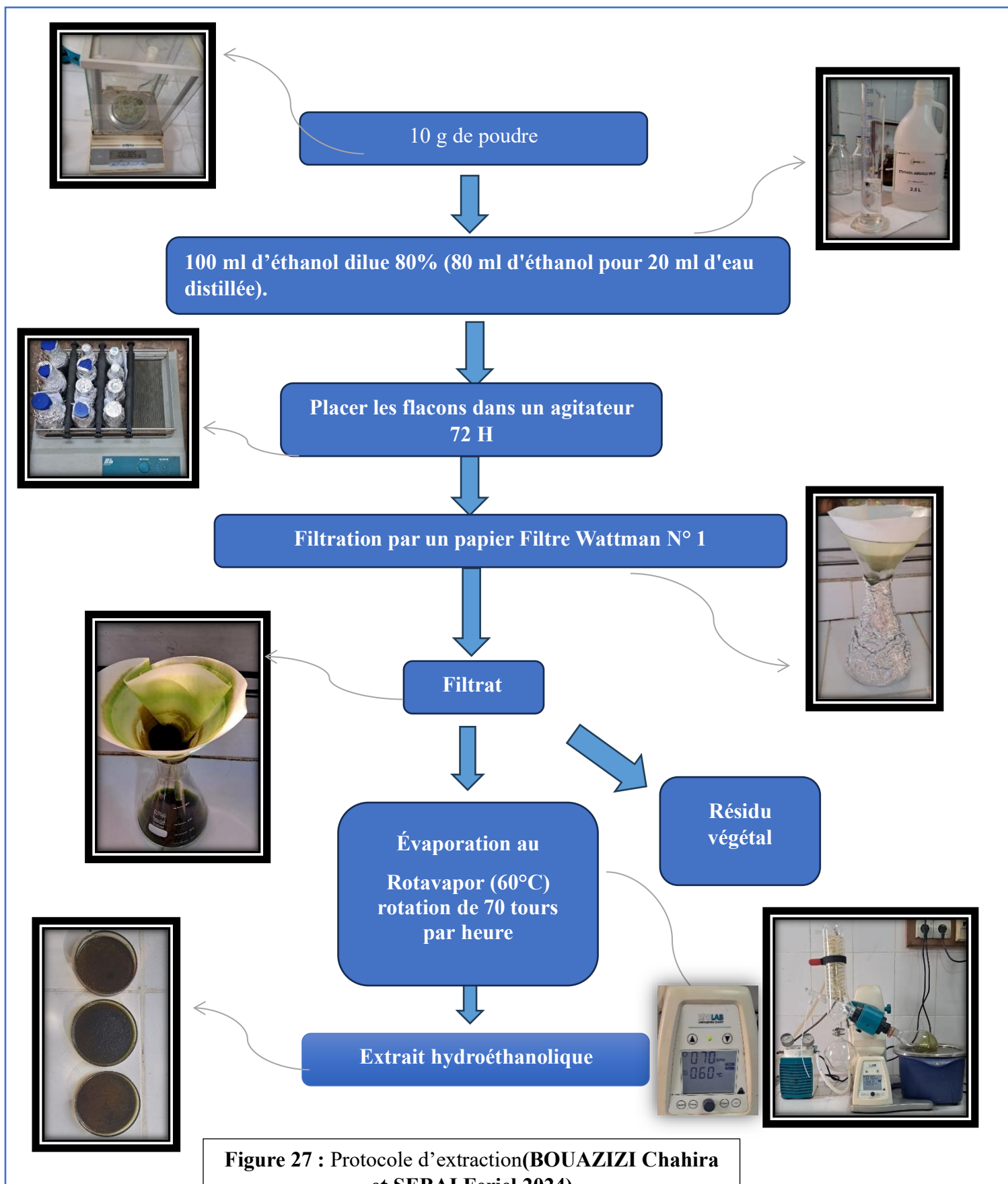


Figure26 : les étapes de préparation des poudres (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024)

**II .4.1Préparation d'extrait végétal :**

Dix grammes de poudre végétale de chaque plante ont été pesés. Ils ont ensuite été placés dans des flacons stérilisés auxquels on a ajouté 100 ml d'éthanol dilué à 80% (80 ml d'éthanol pour 20 ml d'eau distillée). Cette opération a été répétée trois fois pour chaque plante. Les flacons ont ensuite été refermés et recouverts de papier d'aluminium, puis placés dans un agitateur. L'agitation a été arrêtée après 72 heures. Ensuite, le contenu de chaque flacon a été filtré séparément à l'aide de papier filtre Wattman et transféré dans un évaporateur réglé à une température de 60°C avec une rotation de 70 tours par heure pour éliminer l'éthanol (**Lauro.L, RoliH.C ; 19**)



**Figure 27 : Protocole d'extraction(BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024)**



**Figure28** : extraie brut de *Artemisia Herba alba* (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Ferial 2024)



**Figure29** : Extrait brut de *Pergularia tomentosa* L (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Ferial 2024).

### II.5. Calcul des rendements en extraits secs

Le rendement de l'extrait brut peut également être défini comme le pourcentage de l'extrait sec obtenu par rapport à la masse initiale du matériel végétal traité. Ce calcul est effectué en utilisant la formule suivante :

$$R (\%) = (Me / Mv) \times 100$$

**R (%)** : Rendement en % ;

**Me** : Masse de l'extrait sec (g) ;

**Mv** : Masse du matériel végétal de départ (g).

## II.6. Analyses quantitatives :

Des déterminations quantitatives des principaux groupes de composés phénoliques ont été effectuées sur les différents extraits de matière végétale (l'utilisation du spectrophotomètre UV-visible).

### II.6.1. La méthode spectrophotométrique :

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée en solution.

Plus cette espèce est concentrée plus elle absorbe la lumière dans les limites de proportionnalité énoncées par la loi de Beer-Lambert (ZATOUN ET GHANEM ; 2017).



**Figure 30:** un spectrophotomètre UV-visible (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Ferial 2024).

#### ➤ Principe :

Le principe repose sur l'absorption de la lumière par les espèces chimiques, l'appareil comporte une source de lumière blanche, un système dispersif permettant de sélectionner la longueur d'onde de la radiation et un système détecteur permettant la mesure de l'intensité lumineuse de la radiation monochromatique traversant la solution. Le spectrophotomètre effectue une comparaison entre les intensités lumineuses incidentes et transmises et permet par l'intermédiaire d'un circuit électronique d'afficher l'absorbance  $A = \epsilon \cdot l \cdot c$ . Pour valider la loi de Beer-Lambert il faut travailler en lumière monochromatique, les solutions utilisées doivent être diluées et homogènes, et le soluté ne doit pas donner de réactions sous l'effet de la lumière incidente (Zeghad,2009)



L'absorbance est mesurée à 510 nm par rapport à un blanc au spectrophotomètre UV-Visible. Ce blanc est préparé dans des conditions identiques en remplaçant la quantité d'extrait éthanolique par de l'éthanol.

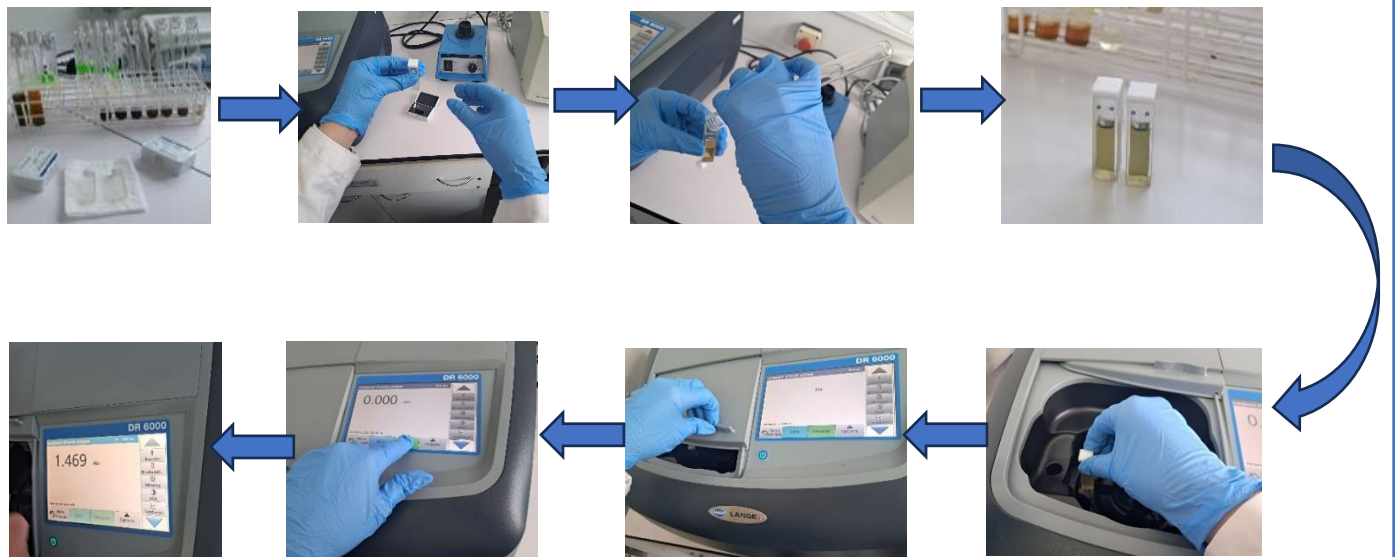
En comparant l'absorbance observée à celle connue, il est possible d'évaluer la teneur totale en flavonoïdes.

Les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en milligrammes d'équivalent de catéchine par gramme d'extrait, obtenues à partir d'un étalon de catéchine de concentration connue.

### II.6.2.2. Dosage des tanins condensés :

La méthode de vanilline décrite par (**Julkunen-Titto en 1985**) a été utilisée pour déterminer la teneur en tanins condensés.

Dans cette méthode, 50 µl de chaque extrait ont été mélangés avec 1500 µl de la solution vanilline/méthanol à 4%, puis 750 µl d'acide chlorhydrique concentré (HCl) ont été ajoutés. Le mélange a ensuite réagi à température ambiante pendant 20 minutes, et l'absorbance a été mesurée à 550 nm par rapport à un blanc

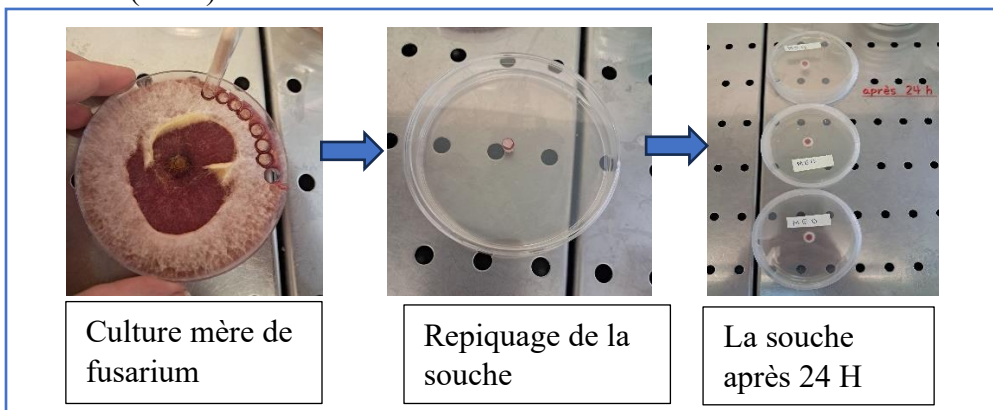


**Figure 32:** Les principales étapes du dosage de tanins condensés (**BOUAZIZI Chahira et SEBAI Ferial 2024**).

### II.7. Repiquage de la souche 1 et la souche2

On a fait un repiquage deux espèces fongique souche 1 et souche 2 sur le milieu PDA stérile et pure:

- ✓ À l'aide d'une pipette Pasteur stérile, on dispose un disque de fragment de mycélium de 5 mm de diamètre SOUCHE1 était pris au centre de chaque boîte de Pétri contenant le milieu PDA (20ml) 27C°. (**Fig. 33**)
- ✓ Aussi avec d'une pipette pasteur ont disposé un disque de fragment de mycélium de 5 mm de diamètre de SOUCHE2 était pris au centre de chaque boîte de Pétri contenant le milieu PDA (20ml) 27C°



**Figure 33:** Les principales étapes Repiquage. (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024).

### II.8. Préparation de la gamme des doses utilisée :

À partir des extraits obtenus, nous avons sélectionné trois concentrations à évaluer : une concentration pure (non diluée) et trois autres concentrations après dilution dans de l'eau distillée. Chaque dose a été répétée trois fois. L'eau distillée a été utilisée comme témoin en raison de l'absence d'activité insecticide.

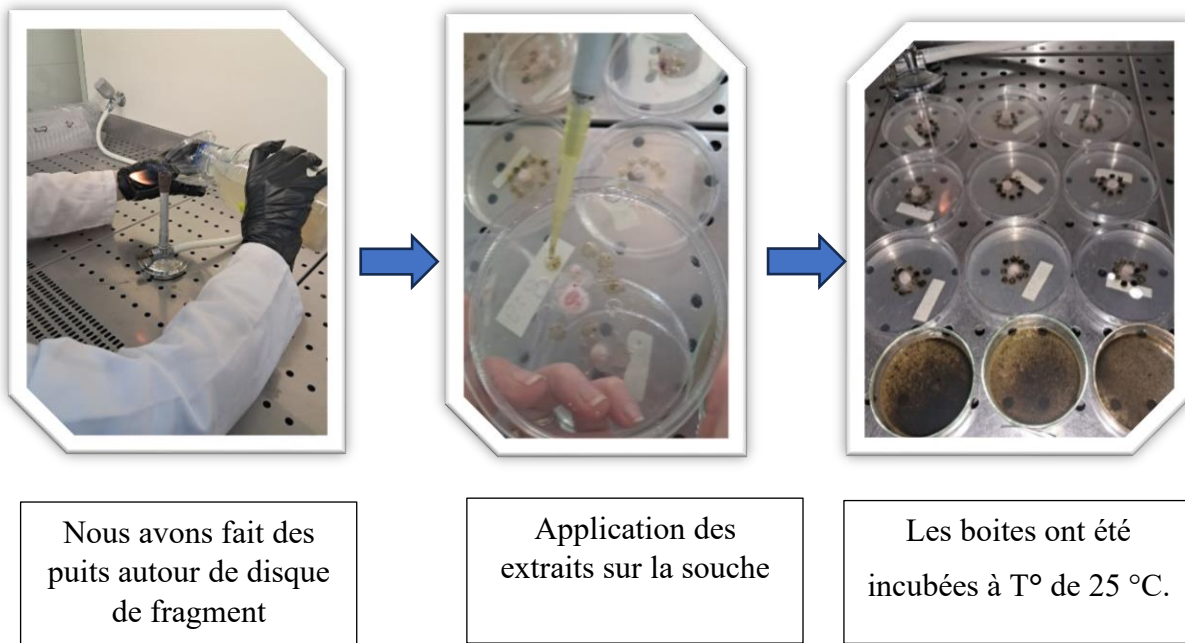
- Pour la première dose (D1 = 100%), il s'agit d'utiliser directement la solution mère de l'extrait sans dilution.
- La troisième dose (D2 = 75%) a été obtenue en diluant la solution mère à 75% (75% d'extrait pur avec 25% d'eau distillée).
- Pour la deuxième dose (D3 = 50%), la solution mère a été diluée en prenant 50% de l'extrait pur et en ajoutant 50% d'eau distillée.

### II.8.1. Mode d'application des extraits :

Un volume de 20ml de mélange de PDA a été coulé dans des boîtes de Pétri (diamètre 85 mm) sous une hotte, après le refroidissement et la solidification de ce mélange.

A l'aide de pipette pasteur stériles, nous avons fait des puits autour de disque de fragment de mycélium que répliqué précédemment. Chaque concentration est répétée trois fois. Les boîtes ont été incubées à température de 25 °C.

Le témoin est réalisé dans les mêmes conditions sans extrait aqueux et les notations ont été enregistrées après chaque 24 h. (Fig.).



**Figure 34:** Les principales étapes d'application des extraits. (BOUAZIZI Chahira et SEBAI Feriel 2024).

**II.9. Analyse statistique :**

Minitab 19 est un logiciel statistique performant qui offre la possibilité de réaliser diverses analyses, telles que l'ANOVA et le test de Tukey. Il est probable que les résultats présentés dans votre texte ont été obtenus à l'aide de ce logiciel. L'utilisation d'une analyse de la variance (ANOVA) pour étudier l'impact de facteurs (extraits de plantes, dose et souches) sur la variabilité d'une moyenne quantitative de pourcentage d'inhibition, rendements en MS et extraits phénologique. Les moyennes ont été analysées dans des conditions d'homogénéité (coefficient de variation inférieur à 15%). Pour les différents extraits, l'ANOVA a été utilisée pour évaluer si les variations observées entre les moyennes des rendements, teneur en phénols et pourcentage d'inhibition en fonction des différents extraits utilisé sont statistiquement significatives. La comparaison des moyennes (test de Tukey) a été utilisé pour identifier les groupes d'extraits dont les moyennes des rendements sont significativement différentes les unes des autres. Les résultats du test de Tukey permettent de dire quels extraits a un effet similaire ou différent sur les paramètres étudier.

---

**CHAPITRE III :**  
**RESULTA**  
**ET**  
**DISCUSSION**

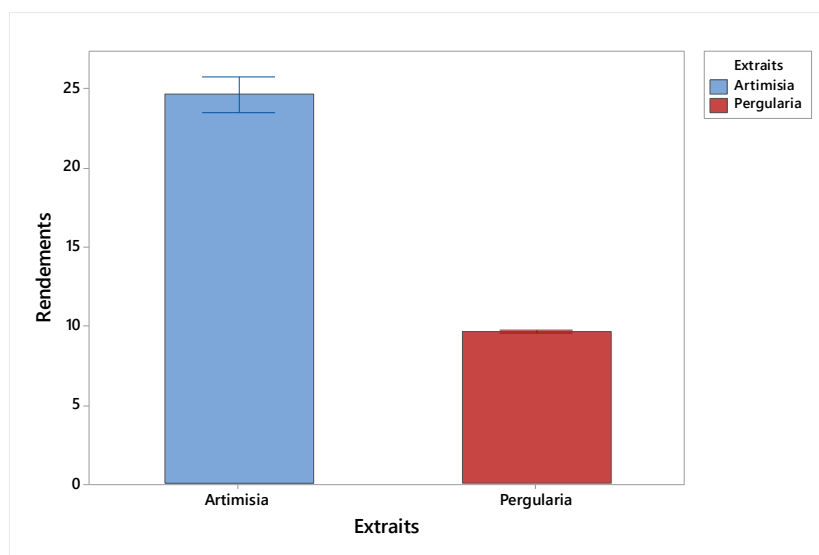
---

### III. Résultat et discussion :

#### III.1 Rendements en métabolites secondaire :

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative de la variation de rendement en métabolites secondaire en fonction des différents extraits utilisés *Pergularia tomentosa L* et *Artemisia herba Alba Asso* avec des valeurs de probabilité ( $P=0.000$  ;  $P<1\%$ ).

Aussi, l'analyse de la comparaison des moyennes (Tukey) a fait ressortir Deux groupes homogènes (a, b) (voir annexe)

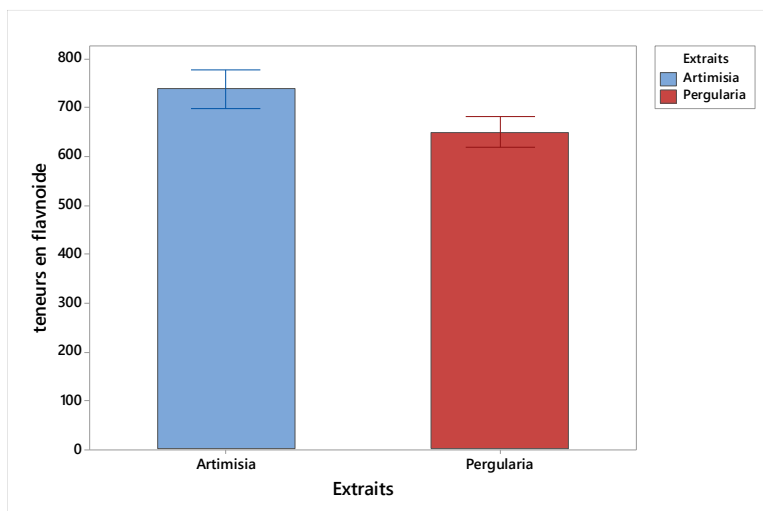


**Figure 35 :** Rendements en métabolites secondaires.

Le rendement en métabolismes secondaire était de l'ordre de 24,6 % pour l'extrait de *Artemisia herba Alba Asso* et de l'ordre de 9.26 % pour *Pergularia tomentosa L*

#### III.2 Teneur en flavonoïde totaux :

La variation de teneur en flavonoïde totaux a montré une différence Non significative entre les extraits éthanolique des feuilles de *Pergularia tomentosa L* et *Artemisia herba Alba Asso* ( $P=0.16$  ;  $P>5\%$ ).

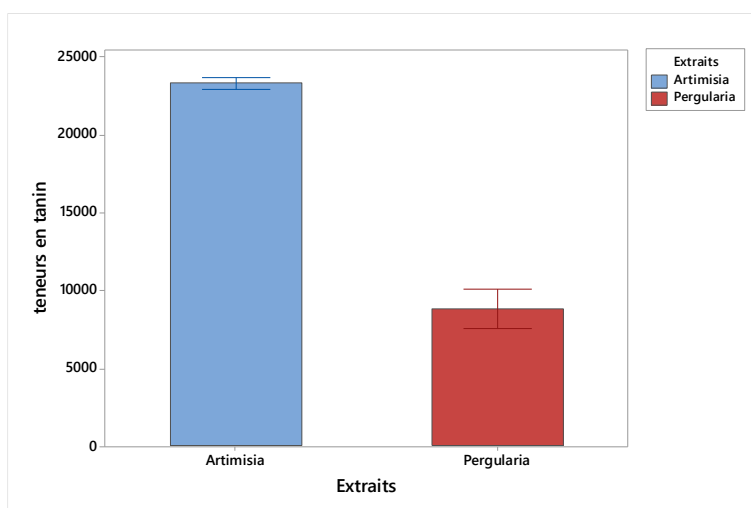


**Figure 36 :** Teneur en flavonoïde totaux.

Les résultats obtenus ont révélé que le contenu de *Artemisia herba Alba Asso* et *pergularia tomentosa L* est caractérisé par une forte concentration de flavonoïdes, mesurée à 0.737(mg EQ/ g ES), et 0.649 (mg EQ/ g ES) respectivement.

### III.3 Teneur en tanin totaux :

La variation de la teneur en tanins totaux a révélé une différence extrêmement significative entre les extraits éthanoliques des feuilles de *Artemisia herba Alba Asso* et *Pergularia tomentosa L* ( $P=0.000$  ;  $P<1\%$ ).



**Figure 37 :** Teneur en tanin totaux.

Dans les résultats relatifs aux tanins, il a été observé que *pergularia* contenait une quantité de tanins, seulement 8.837(mg EC/g ES), tandis que *Artemisia herba Alba Asso* a montré une concentration très élevée, dont la valeur était de 23.883(mg EC/g ES).

## **II.4 Variation du pourcentage d'inhibition des traitements des différentes doses des extraits des plantes :**

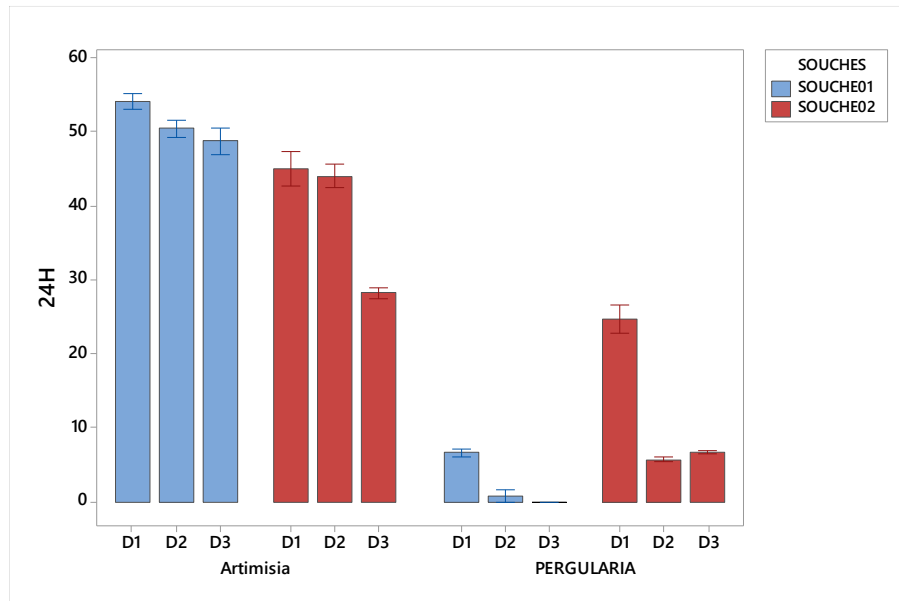
### **II.4.1. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 24h**

L'analyse dès la variation de taux d'inhibition de la fusariose pour les différents paramètres, extraits de plantes et doses étudiées a montré des différences très hautement significatives avec des valeurs de probabilité inférieures à 1% ( $P = 0,000$  ;  $P < 0,001$ ). En revanche, pour la variation selon les deux souches testées, les résultats ont montré des différences non significatives avec des valeurs de probabilité supérieures à 5% ( $P = 0,145$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les paramètres d'interaction, les résultats ont montré des changements très significatifs dans les taux d'infection par la fusariose ( $P = 0,000$  ;  $P < 0,001$ ), spécifiquement : plante x souche, plante x dose, souche x dose, plante x souche x dose.

Le test de Tukey a permis de distinguer sept groupes distincts en fonction de l'effet des traitements sur les souches *fusarium*. Voici une analyse détaillée de chaque groupe :

- Groupe A : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 d'*Artemisia* sur la souche 01.
- Groupe AB : Ce groupe compare l'effet des Doses 02 et 03 d'*Artemisia* sur la souche 01.
- Groupe B : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 d'*Artemisia* sur les souches 01 et 02.
- Groupe C : Ce groupe compare l'effet de la Dose 03 d'*Artemisia* et de la Dose 01 de *Pergularia* sur la souche 02.
- Groupe D : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 de *Pergularia* sur les souches 01 et 02 et de la Dose 03 de *Pergularia* sur la souche 01.
- Groupe DE : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 de *Pergularia* sur les souches 01 et 02.
- Groupe E : Ce groupe compare l'effet de la Dose 03 de *Pergularia* sur la souche 01.

**(ANNEXE1)**



**Figure 42 :** Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 24h

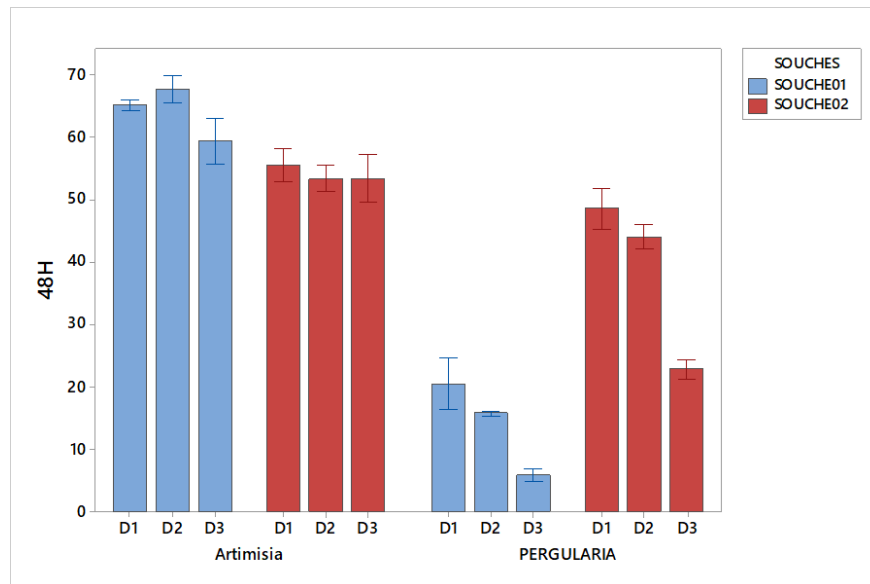
L'Artemisia a montré une activité inhibitrice prometteuse contre les deux souches, en particulier avec les traitements D1, D2 et D3 sur la souche 01. Ces traitements ont obtenu des inhibitions remarquables de 54,28%, 50,51% et 48,85% respectivement après 24 heures de traitement. Cette efficacité semble être légèrement plus élevée sur la souche 01 que sur la souche 02. Les traitements D1 et D2 avec Artemisia ont obtenu des inhibitions de 45,04% et 44,14% sur la souche SOUCHE02, tandis que le traitement D3 Artemisia a obtenu une inhibition de 28,26%. Contrairement à l'Artemisia, le Pergularia n'a pas montré d'effet inhibiteur significatif contre les deux souches. Les inhibitions des traitements D1, D2 et D3 de Pergularia sur les deux souches souche 01 et souche 02 étaient toutes inférieures à 24%.

#### II.4.2. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 48h

Les paramètres « Plante », « Souche » et « Dose » ont tous montré un effet très hautement significatif sur le taux d'inhibition de la fusariose avec une valeur de probabilité (p) inférieure à 0,001. Des interactions très significatives ( $p < 0,001$ ) ont été observées pour les paramètres « Plante\*Souche », « Plante\*Dose » et « Plante\*Souche\*Dose ». L'interaction « souche\*dose » n'était pas significative ( $p > 0,05$ ),

Le test de Tukey a permis de distinguer 10 groupes distincts en fonction de l'effet des traitements sur les souches fusarium. Voici une analyse détaillée de chaque groupe :

- Groupe A : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe AB : Ce groupe compare l'effet des Doses 01 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe ABC : Ce groupe compare l'effet des Doses 03 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe ABCD : Ce groupe compare l'effet des Doses 01 d'Artemisia sur la souche 02.
- Groupe BCD : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 et 03 d'Artemisia sur les souches 02
- Groupe CD : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 de Pergularia sur les souches 02
- Groupe D : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 de Pergularia sur les souches 02
- Groupe E : Ce groupe compare l'effet de la Dose 03 de Pergularia sur la souche 02 et Ce la Dose 01 de Pergularia sur les souches 01
- Groupe EF : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 de Pergularia sur les souches 01
- Groupe F : Ce groupe compare l'effet de la Dose 03 de Pergularia sur les souches 01(ANNEXE2)



**Figure 43 :** Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 48h

Après 48 heures de traitement, les traitements à l'armoise D1, D2 et D3 ont montré respectivement environ 67,62 %, 65,17 % et 59,49 % d'inhibition de la souche 01. Ces traitements ont également montré des pourcentages d'inhibition de 55,52 %, 53,44 % et 53,36 % contre la souche 02. Concernant les traitements D1 et D2 de Pergularia, les effets inhibiteurs sur la souche Fusarium 02 étaient d'environ 48,71 % et 44,13 %, et pour les autres traitements de Pergularia, les proportions étaient inférieures à 22 %.

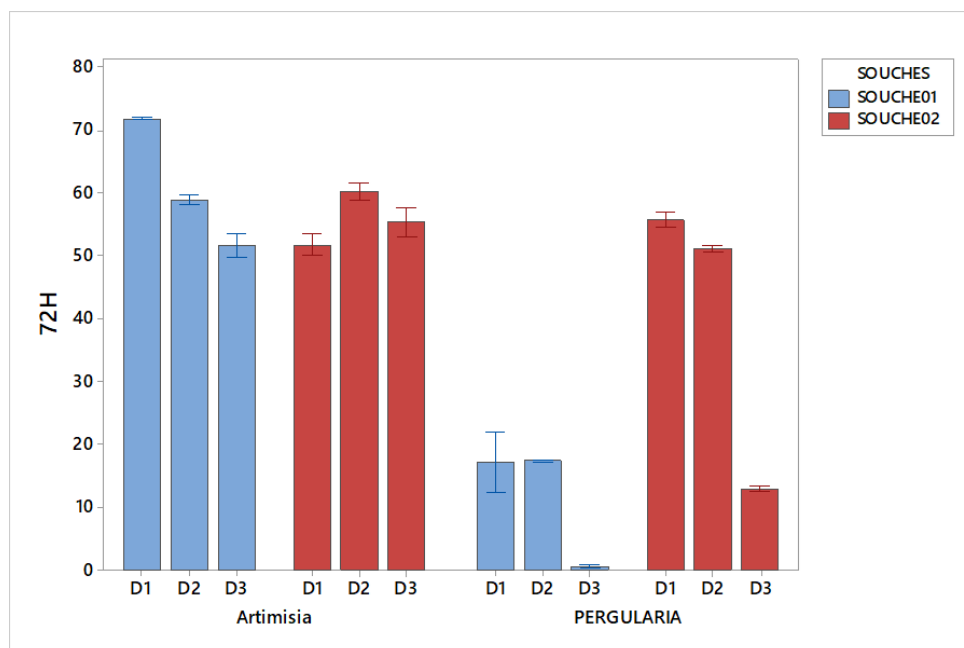
### II.5.3. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 72h

Les paramètres « plante », « souche » et « dose » ont tous un impact très significatif sur le taux d'inhibition de la fusariose, avec une valeur de probabilité (p) inférieure à 0,001. Une interaction hautement significative ( $p < 0,001$ ) a été observée pour les paramètres « Plante\*Souche », « Plante\*Dose » et « Plante\*Souche\*Dose ». L'interaction « souche\*dose » n'était pas significative ( $p > 0,05$ ).

Le test de Tukey a permis de distinguer 04 groupes distincts en fonction de l'effet des traitements sur les souches de fusarium. Voici une analyse détaillée de chaque groupe :

- Groupe A : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe AB : Ce groupe compare l'effet des Doses 02 d'Artemisia sur la souche 01 et 02 et la D1 de pergularia et la D3 d'Artemisia sur la souche 02.
- Groupe B : Ce groupe compare l'effet des Doses 03 d'Artemisia sur la souche 01 et la dose 01 d'artimisia et D2 de pergularia sur la souche 02.

- Groupe C : Ce groupe compare l'effet des Doses 01,02 et 03 de pergularia sur la souche 01 et D3 sur la souche 02. (ANNEXE3)



**Figure 44 :** Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 72h

Les traitements à l'armoise D1, D2 et D3 ont entraîné une inhibition de la souche 01 d'environ 71,75 %, 58,78 % et 51,68 % après 72 heures de traitement. Les taux d'inhibition de ces traitements ont également été de 51,79 %, 60,24 % et 55,27 % contre la souche 02. En ce qui concerne les traitements D1, D2 et D3 de Pergularia, les taux d'inhibition sur la souche Fusarium 02 étaient d'environ 55,78 %, 51,04 % et 13,06 %, tandis que pour les traitements de Pergularia, les taux d'inhibition sur la souche 01 étaient d'environ 17,36 %, 17,21 % et 0,70 % respectivement pour les trois doses D1, D2 et D3.

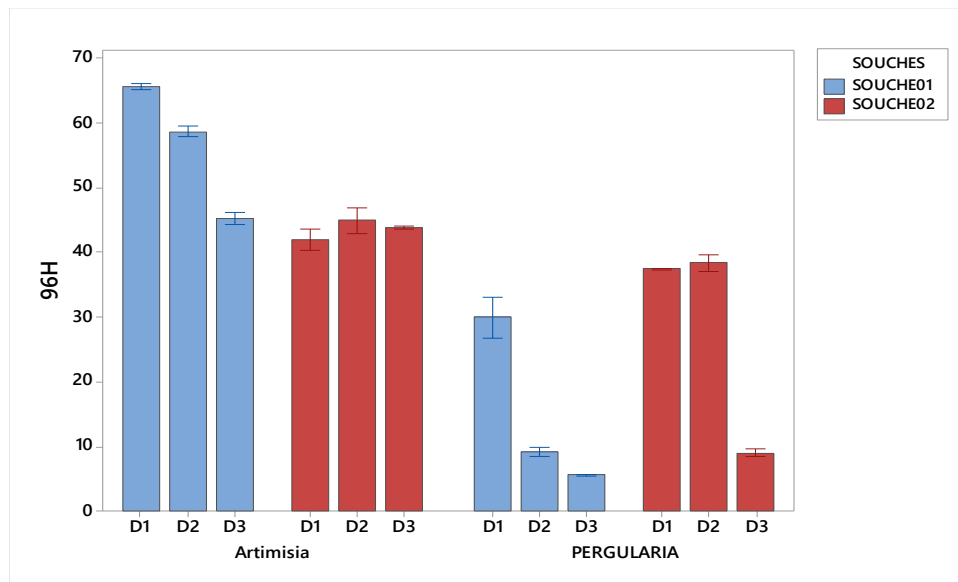
#### II.4.4. Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 96h

L'analyse dès la variation de taux d'inhibition de la fusariose pour les différents paramètres, extraits de plantes et doses étudiées a montré des différences très hautement significatives avec des valeurs de probabilité inférieures à 1% ( $P = 0,000$  ;  $P < 0,001$ ). En revanche, pour la variation selon les deux souches testées, les résultats ont montré des différences non significatives avec des valeurs de probabilité supérieures à 5% ( $P = 0,893$  ;  $P > 0,05$ ). Pour les paramètres d'interaction, les résultats ont montré des changements très

significatifs dans les taux d'infection par la fusariose ( $P = 0,000$  ;  $P < 0,001$ ), spécifiquement : plante x souche, plante x dose, souche x dose, plante x souche x dose.

Le test de Tukey a permis de distinguer sept 07 groupes distincts en fonction de l'effet des traitements sur les souches fusarium. Voici une analyse détaillée de chaque groupe :

- Groupe A : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe AB : Ce groupe compare l'effet de la Doses 02 d'Artemisia sur la souche 01.
- Groupe BC : Ce groupe compare l'effet de la Dose 03 d'Artemisia sur les souches 01.
- Groupe C : Ce groupe compare l'effet des Doses 02 et 03 d'Artemisia sur la souche 02.
- Groupe CD : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 d'Artemisia et les deux dose D1 et D2 de Pergularia sur les souches 02.
- Groupe D : Ce groupe compare l'effet de la Dose 01 de Pergularia sur les souches 01.
- Groupe E : Ce groupe compare l'effet de la Dose 02 et 03 de Pergularia sur la souche 01 et la D3 sur la souche 02. (ANNEXE4)



**Figure 45 :** Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 96h

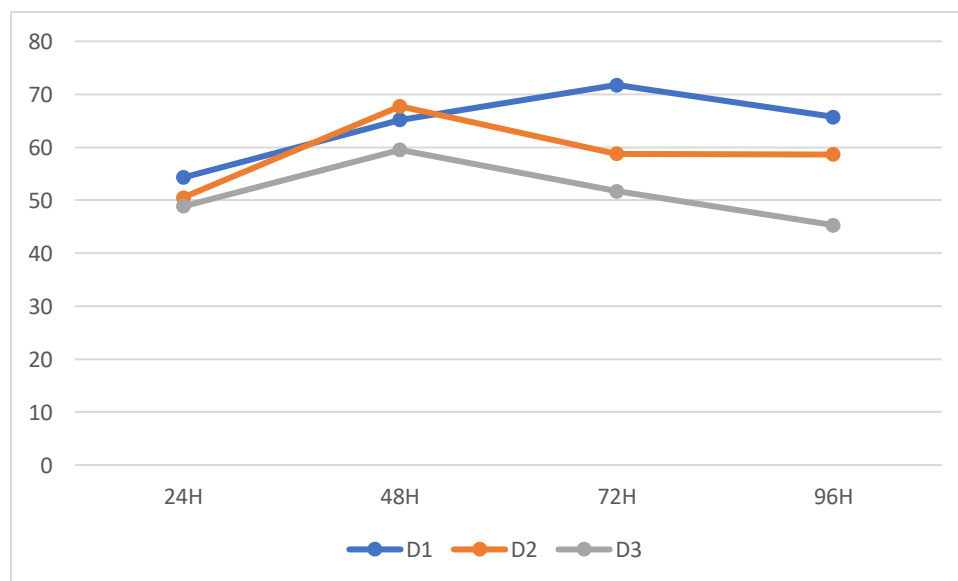
Les traitements à l'armoise D1, D2 et D3 ont entraîné une inhibition de la souche 01 d'environ 65,68 %, 58,62 % et 45,29 % après 96 heures de traitement. Les taux d'inhibition de ces traitements ont également été de 44,90 %, 43,92 % et 41,96 % contre la souche 02. En ce qui concerne les traitements D1, D2 et D3 de Pergularia, les taux d'inhibition sur la souche Fusarium 02 étaient d'environ 38,43 %, 37,45 % et 09,01 %, tandis que pour les traitements de Pergularia,

les taux d'inhibition sur la souche 01 étaient d'environ 30 %, 09,21 % et 05,62 % respectivement pour les trois doses D1, D2 et D3.

### III .5 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition

#### III .5.1 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Artemisia

L'analyse de la variance a montré des différences significatives ( $p < 0,05$ ) pour les trois doses (D1, D2 et D3) d'Artemisia. Cela signifie que l'effet inhibiteur des extraits sur la croissance fongique n'est pas constant et qu'il dépend de la dose appliquée. L'extrait D1 a montré l'effet inhibiteur le plus important ( $p = 0,000$ ), suivi des extraits D2 ( $p = 0,001$ ) et D3 ( $p = 0,04$ ).



**Figure 38:** Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de Artemisia

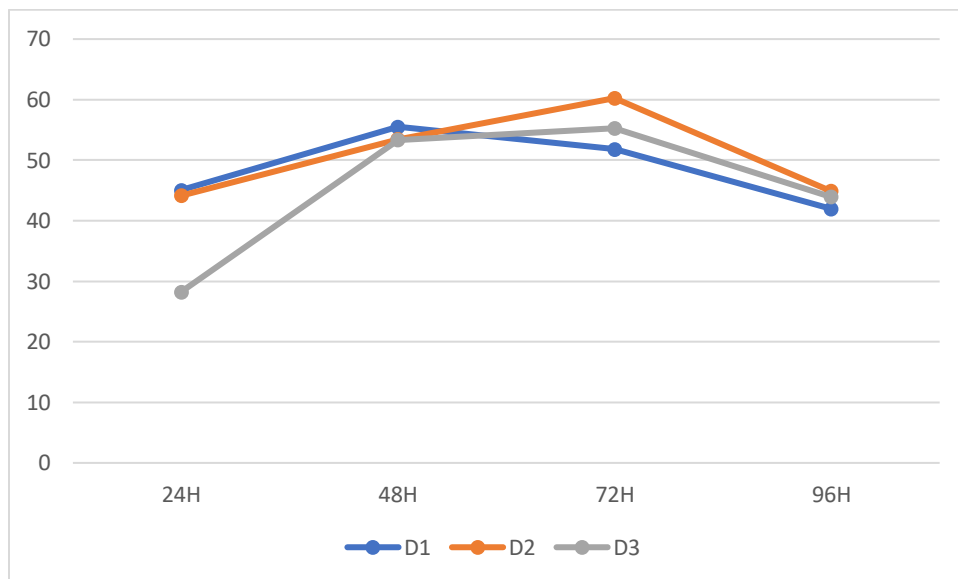
Pour la dose 01 une augmentation importante de l'effet est observée entre 24h et 72h, avec une hausse de 54,28% à 71,76%. Cette augmentation est suivie d'une légère baisse à 96h, où l'effet se stabilise à 65,69%. La courbe en forme de cloche indique un effet initial fort suivi d'une stabilisation à un niveau intermédiaire.

Pour la dose D2 une augmentation modérée de l'effet est observée entre 24h et 48h, avec une hausse de 50,51% à 67,72%. L'effet se stabilise ensuite entre 72h et 96h, oscillant autour de 58%. La courbe horizontale indique un effet modéré et stable.

Pour la dose 03 L'effet est plus faible et irrégulier comparé aux doses D1 et D2 avec une légère baisse est observée entre 24h et 96h, avec un pic intermédiaire à 48h. La courbe en forme de "W" indique un effet fluctuant et moins prononcé.

### III.5.2 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Artemisia

L'analyse de l'évolution temporelle des zones d'inhibition pour les doses D1, D2 et D3 a révélé des différences statistiquement significatives. Les valeurs de p obtenues sont les suivantes :  $P = 0,042$ ,  $P = 0,008$  et  $P = 0,001$  respectivement.



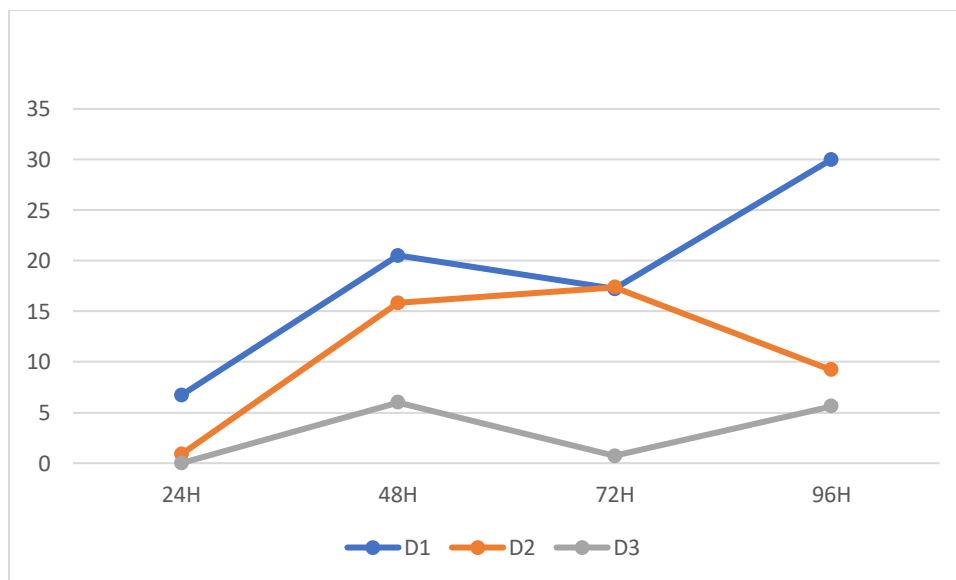
**Figure 39 :** Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de Artemisia

D'après le graphique, on peut observer les variations temporelles suivantes des zones d'inhibition :

L'inhibition de la D1 augmente progressivement au cours des premières 48 heures jusqu'au 58%, puis se une légère diminution jusqu'à 40% à 96H, pour la dose D2 L'inhibition augmente rapidement au cours des premières 24 heures, puis atteint un pic d'environ 60 % à 72 heures. Ensuite, elle diminue progressivement jusqu'à se stabiliser autour de 45 % à 96 heures. L'inhibition de la dose D3 augmente rapidement au cours des premières 24 heures, puis atteint un pic d'environ 50 % à 48 heures. Ensuite, elle diminue jusqu'à se stabiliser autour de 40 % à 96 heures.

### III.5.3 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de *Pergularia*

L'analyse de la variation temporelle du pourcentage d'inhibition en fonction des trois doses montre que les doses 02 et 03 ont un effet inhibiteur très hautement significative, la dose d1 montre q'Il n'y a pas de différence significative avec des valeurs de  $p > 5\%$



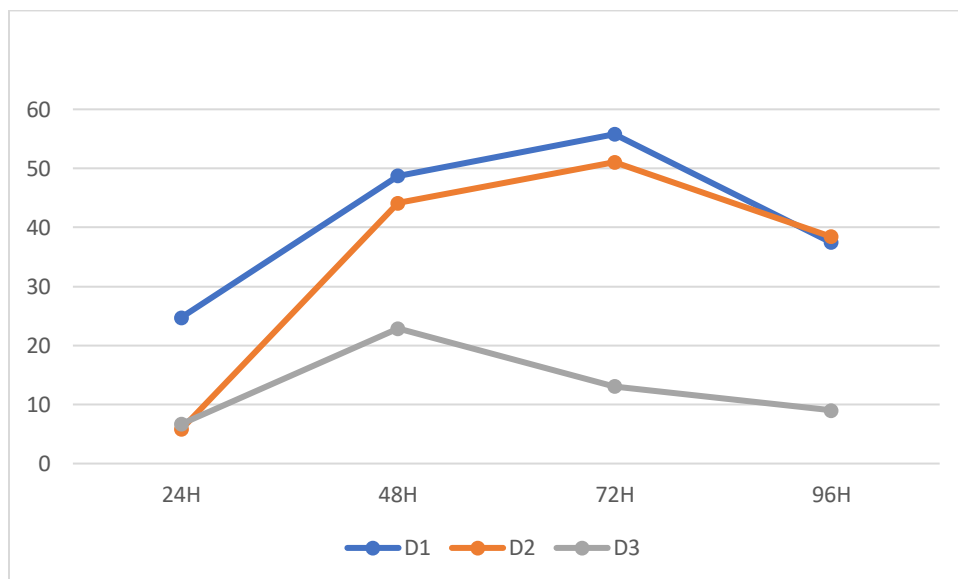
**Figure 40 :** Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 01 traité par extraits de *Pergularia*

La courbe montre l'évolution temporel du pourcentage d'inhibition pour trois doses D1, D2 et D3.

La D1 présente une variation irrégulière du pourcentage d'inhibition au cours du temps. En effet, on observe une augmentation initiale de 6,71% à 24h suivie d'une hausse plus importante à 20,51% à 48h. Ensuite, le pourcentage d'inhibition diminue légèrement à 17,22% à 72h avant de remonter à 30% à 96h. La D2 présente également une variation du pourcentage d'inhibition au cours du temps. On observe une augmentation marquée de 0,87% à 24h à 15,82% à 48h. Ensuite, le pourcentage d'inhibition se stabilise autour de 17,37% à 72h avant de chuter à 9,22% à 96h. La D3 présente un effet très faible et très irrégulier sur le pourcentage d'inhibition au cours du temps. En effet, le pourcentage d'inhibition est nul à 24h, augmente légèrement à 5,98% à 48h, puis chute à 0,71% à 72h avant de remonter légèrement à 5,63% à 96h.

#### III.5.4 Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de *Pergularia*

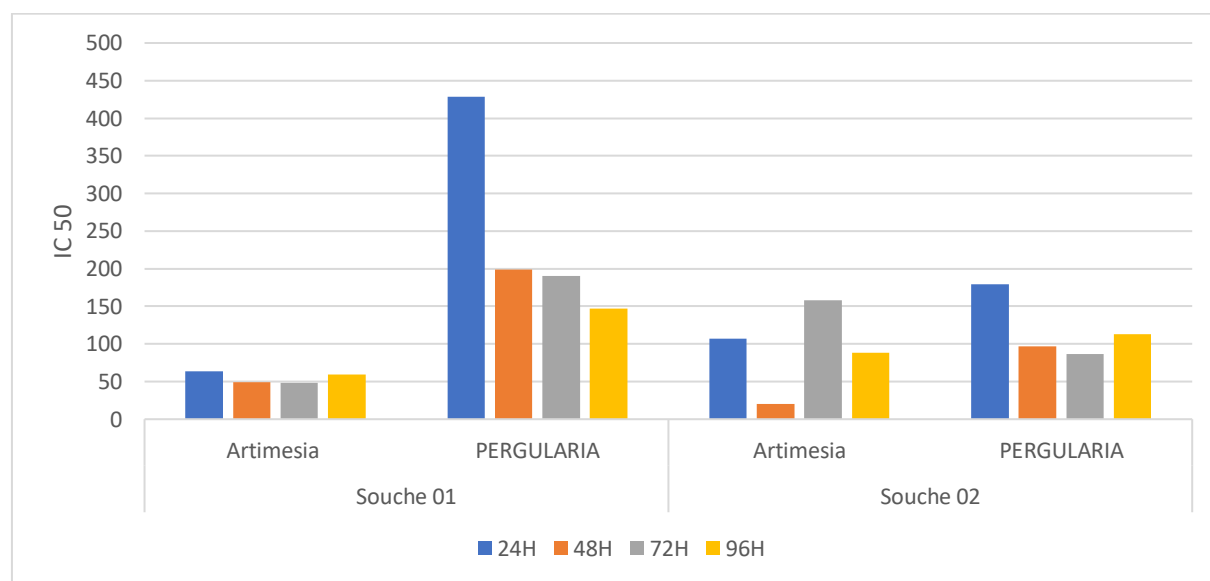
L'analyse de la variation temporelle du pourcentage d'inhibition en fonction des trois doses montre un effet inhibiteur très hautement significative avec des valeurs de probabilité P 5%



**Figure 41 :** Variation temporelle de pourcentage d'inhibition de souche 02 traité par extraits de *Pergularia*

La dose D1 présente une variation importante et irrégulière du pourcentage d'inhibition au cours du temps. En effet, on observe une augmentation initiale de 24,74% à 24h suivie d'une hausse plus importante à 55,78% à 72h. Ensuite, le pourcentage d'inhibition diminue légèrement à 37,45% à 96h. La dose D2 présente une variation modérée et régulière du pourcentage d'inhibition au cours du temps. On observe une augmentation très rapide de 5,79% à 24h à 44,14% à 48h, puis le pourcentage d'inhibition se stabilise autour de 50% (51,05% à 72h et 38,43% à 96h). La dose D3 présente un effet faible et irrégulier sur le pourcentage d'inhibition au cours du temps. En effet, le pourcentage d'inhibition augmente légèrement de 6,70% à 24h à 22,88% à 48h, puis chute à 13,06% à 72h et 9,02% à 96h.

### III.6. Concentration d'inhibitrice de 50% (Annexa 5)



**Figure 46 :** Concentration d'inhibitrice de 50%

Le graphe montre la variation du IC<sub>50</sub> en % pour les extraits de Pergularia et d'Artemisia, évalués à 24, 48, 72 et 96 heures. Les valeurs de IC<sub>50</sub> représentent la concentration d'un composé nécessaire pour inhiber 50 % de deux souches de fusarium. Des valeurs de IC<sub>50</sub> plus faibles indiquent une plus grande puissance inhibitrice.

Les valeurs de IC<sub>50</sub> pour Pergularia sont systématiquement plus élevées que celles d'Artemisia, indiquant une activité inhibitrice plus faible. Cela signifie que Pergularia nécessite des concentrations plus élevées pour obtenir une inhibition de 50 % de l'activité cible.

La variation des valeurs de IC50 pour *Pergularia* est relativement stable dans le temps, avec une légère tendance à la diminution entre 24 et 72 heures, suivie d'une légère augmentation à 96 heures.

La variation des valeurs de IC50 pour *Artemisia* est plus importante que pour *Pergularia*, avec une diminution notable entre 24 et 48 heures, suivie d'une légère augmentation à 72 heures et d'une nouvelle diminution à 96 heures.

D'après les données présentées, l'extrait d'*Artemisia* présente une activité inhibitrice plus forte que l'extrait de *Pergularia* contre la *Fusarium*. Cette différence d'activité est observée à tous les temps d'incubation évalués.

**Discussion :**

La lutte contre les maladies des plantes est un défi constant pour les agriculteurs et les scientifiques. Les produits chimiques utilisés pour lutter contre ces maladies présentent des inconvénients, notamment leur toxicité pour les utilisateurs et leur impact environnemental. Cependant, la lutte biologique avec les biopesticides végétaux apparaît comme une alternative prometteuse, caractérisée par leur ubiquité naturelle, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et leur persistance dans l'environnement. De plus, les extraits végétaux possèdent une activité antifongique significative contre différentes espèces de *Fusarium*, agents responsables des fusarioses des épis de blé, ce qui les rend efficaces dans la lutte contre ces maladies.

La méthode indirecte implique d'exposer les extraits de manière indirecte aux microorganismes afin d'observer leur développement. L'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* a démontré une action antifongique contre les champignons *Fusarium*, par exemple. L'augmentation de la concentration de l'extrait aqueux entraîne une diminution des diamètres, de la vitesse de croissance du mycélium et de l'indice antifongique, avec une inhibition totale pour les concentrations de 100 %, 75 % et 50 % d'extrait. La présence de flavonoïdes, d'alcaloïdes et de tannins parmi les substances phytochimiques identifiées confirme les résultats précédents selon lesquels les extraits aqueux d'*Artemisia herba-alba* sont riches en polyphénols, tels que les tanins et les flavonoïdes, à l'exception des anthocyanes (GURUDEEBAN *et al.*, 2010).

Selon des recherches précédentes, il a été prouvé que les tanins extraits de plantes médicinales ont une activité antifongique (BANSO et ADEYEMO, 2007). L'effet synergique entre les différents composés de l'extrait peut expliquer l'activité antifongique des extraits aqueux. Effectivement, les principaux composés sont fréquemment responsables de l'activité antifongique de cet extrait (GIORDANI *et al.*, 2008). Une recherche sur l'action inhibitrice de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* sur *Fusarium* révèle que les diamètres et la vitesse de croissance du mycélium diminuent à mesure que la concentration augmente. Selon FAWZI et ses collègues (2009)

En général, les taux d'inhibition ont été supérieurs pour la souche 01 par rapport à la souche 02. Les traitements de *Pergularia* ont démontré une diminution et une stabilité des pourcentages d'inhibition sur les deux souches. L'*Artemisia* s'est avérée plus efficace que le *Pergularia* en tant

qu'inhibiteur contre les deux souches, avec des taux d'inhibition plus élevés et plus constants. Les deux souches n'ont pas été significativement inhibées par le *Pergularia*. Les inhibitions des traitements D1, D2 et D3 de *Pergularia* étaient toutes inférieures à 24 % sur les deux souches (01 et 02). D'après les résultats obtenus concernant l'activité antifongique des extraits d'*Artémisia herba alba*, il a été démontré que ces extraits ont une efficacité et un pouvoir antifongique très élevés contre l'espèce *Fusarium*. Selon **Khaldi, Achraf (2017)**. Contrairement à l'huile d'*Artémisia herba halba*, une étude supplémentaire a démontré qu'elle présente une efficacité antifongique sur les moisissures testées, avec une concentration minimale inhibitrice de 0,05%. L'action antifongique des huiles essentielles d'*Artemisia* peut être très efficace contre ces champignons. Selon cette étude, les extraits aqueux d'*Artémisia herba alba* et *P. tomentosa* présentent une activité antifongique contre le *fusarium* de céréales.

L'extrait aqueux de différentes plantes comme *Proximus Cymbopogon* (barr Halfa), *Cinnamomum zeylanicum* (cannelle), *Laurus nobilis* (laurier), *Persea americana* (avocat) et *Zingiber officinale* (gingembre) a un effet antifongique plus élevé sur l'*Alternaria alternata*. L'inhibition est particulièrement élevée à une concentration de 2%. Selon SALHI et ses collègues (2015), il a été prouvé que l'huile essentielle de *Laurus nobilis* a une activité inhibitrice significative contre le champignon *Fusarium sporotrichoides*. Ils ont observé une diminution des diamètres, de la vitesse et de l'indice antifongique de la croissance du mycélium à mesure que la concentration d'huile essentielle augmente, jusqu'à atteindre une inhibition totale à une concentration de 0,5%. Même si les conclusions de cette étude indiquent que les extraits de *P. tomentosa* ont une activité antifongique indirecte contre le champignon *Fusarium*, cette activité diffère en fonction de l'espèce de plante utilisée et de la concentration d'extrait appliquée sur les souches. Les résultats obtenus montrent que l'extrait de *P. tomentosa* présente une activité antifongique faible à nulle, voire aucun pouvoir antifongique, ce qui suggère un potentiel antifongique très limité sur l'espèce *Fusarium*. Effectivement, lorsque les traitements sont appliqués, le diamètre augmente sans aucune inhibition, ce qui confirme que l'extrait de cette plante est inactif sur les souches testées. Toutefois, des recherches récentes ont démontré une efficacité accrue des extraits de *P. tomentosa*. Lahmar et ses collègues (2017) ont démontré que l'extrait d'acétate d'éthyle des fruits de *P. tomentosa* a une capacité d'inhibition totale supérieure à 2 mg/mL et inhibe 75% des *Fusarium sp.* En présence de 1 mg/mL d'extrait. Il en va de même pour l'extrait aqueux des feuilles, qui inhibe de 25% la croissance fongique à une concentration

de 20 mg/mL. De plus, Rahmoun et ses collègues (2013) ont démontré que l'extrait hexanique de *Pergularia* présente le meilleur effet antifongique contre *Fusarium oxysporum* f.sp. *albedinis*, avec une zone d'inhibition de 20 mm, tandis que l'extrait méthanolique de *C. colocynthis* présente une efficacité de 19 mm.

L'action biocide de ces extraits aqueux et huiles essentielles contre différents ravageurs des cultures a également été prouvée par de nombreuses recherches. Effectivement, il est possible d'utiliser certains composés actifs de plantes pour combattre les animaux ou les parasites (PHILOGENE, 1991 ; LECLERC, 1999 ; BENHAMOU, 2009). Toutefois, les fluctuations du taux de mortalité peuvent être attribuées aux variations des concentrations en composés phytochimiques des plantes examinées. Il est probable que la mortalité observée soit causée par les métabolites secondaires des plantes utilisées. Selon BOURMITA (2014), l'analyse phytochimique de *P. tomentosa* a révélé sa présence de saponosides, de tannins, de stérols insaturés, de terpènes, d'alcaloïdes, de flavonoïdes et de cardinosides. Ces composés allélochimiques peuvent entraîner des perturbations physiologiques chez les insectes, comme l'ont montré des études précédentes. Il en va de même pour les alcaloïdes qui dissuadent les insectes phytophages, qui ont un impact sur le système nerveux et la division cellulaire (NABORS, 2008), et qui ont une action toxique et paralysante (REGNAULT-ROGER et al.

Selon VINCENT et CODERRE (1992), les phénols tels que les tanins et les flavonoïdes ont également un impact sur la croissance et la survie des phytophages agresseurs. Selon les recherches menées par ACHEUK et DOUMANDJI-MITICHE (2013), il a été démontré que 96% des larves de 5<sup>ème</sup> stade de *Locustes migratoria* sont éliminées par l'extrait alcaloïdal de *P. tomentosa*. BOURMITA (2014) a également utilisé cette plante de manière efficace pour lutter contre les termites. Selon une recherche, il a été démontré que l'*Artemisia herba alba* possède des propriétés antibactériennes et antioxydantes, ainsi que diverses activités biologiques, telles que la lutte contre les parasites et les microorganismes (OULD MOHAMED, R., & CHADLI, S. (2021).

---

# **CONCLUSION GENERALE**

---

## Conclusion

Les maladies fongiques des céréales représentent une menace majeure pour la production agricole, entraînant des pertes de rendement importantes. La recherche de solutions alternatives aux pesticides chimiques est cruciale pour garantir la sécurité alimentaire et la durabilité de l'agriculture.

Cette étude s'est penchée sur l'évaluation du potentiel antifongique de deux plantes médicinales, *Artemisia herba alba* et *P. tomentosa*, contre les champignons du genre *Fusarium*, responsables de diverses maladies fongiques des céréales.

Les résultats démontrent clairement l'efficacité d'*Artemisia herba alba* dans l'inhibition de la croissance et de la sporulation des souches de *Fusarium* testées. La confrontation indirecte des extraits d'*Artemisia herba alba* avec les champignons a entraîné un arrêt significatif de la croissance mycélienne, avec des pourcentages d'inhibition remarquables.

En revanche, l'extrait de *P. tomentosa* n'a pas montré d'effet antifongique significatif. Sa capacité à réduire la croissance mycélienne et la sporulation des souches de *Fusarium* était minime. La comparaison des deux plantes révèle clairement la supériorité d'*Artemisia herba alba* en tant qu'agent antifongique contre les maladies fongiques des céréales causées par *Fusarium*.

En perspective cette étude met en lumière le potentiel prometteur d'*Artemisia herba alba* comme alternative naturelle et efficace aux pesticides chimiques pour la lutte contre les maladies fongiques des céréales. Des recherches approfondies sont nécessaires pour explorer les mécanismes d'action précis des composés antifongiques présents dans cette plante et pour développer des formulations pratiques pour son application en agriculture.

En se basant sur ces résultats, il est d'intérêt primordial de fixer les points suivants comme perspectives :

- L'élongation des tests des *Artemisia herba halba* sur une gamme plus large des *Fusarium* pathogènes.
- Évaluer l'impact économique de l'adoption de cette méthode de lutte contre les maladies des céréales.
- Le montage d'un start up spécialisée dans la production des bio fongicides à base de *Artemisia herba halba* et les autres microorganismes antagonistes dans l'objectif protégé les cultures du blé en Algérie.

## Références

1. **ACHEUK F. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2013** - Insecticidal activity of alkaloids extract of *Pergularia tomentosa* (Asclepiadaceae) against fifth instar larvae of *Locusta migratoria cinerascens* (Fabricius, 1781) (Orthoptera: Acrididae). *International Journal of Science and Advanced Technology*, 3 (6): 8-13. Nvahissantes au Niger. République du Niger. 34p.
2. **Allioui N. 2015**. Diversité génétique et structure de la population algérienne de *Zymoseptoria tritici* / *Mycosphaerella graminicola*, agent causal de la septoriose du blé. Thèse de Doctorat ès sciences, spécialité Biologie végétale, option Phytopathologie. Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba : 252p.
3. **Al-Said, M.S., Hifnawy, M., Mcphail, A. & Mcphail, D. (1988)**. Ghalakinoside, a cytotoxic cardiac glycoside from *Pergularia tomentosa*. *Phytochemistry*, 27 (10), 3245-3250.
4. **Amani, A. & Barmo, S. (2010)**. Contribution à l'état de connaissances des quelques plantes.
5. **Aouali S. et Douici-khalfi A. (2009)**. Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC, EL Harrach, Alger : 23.
6. **BAAISSA S., Guettianif Z., 2020**. Contribution à l'évaluation de l'activité antioxydante in vivo de différents extraits de la plante médicinale *Pergularia tomentosa* L., Université Mohamed Khider de Biskra, 40p.
7. **Baba-Aïssa, F. (2000)**. Encyclopédie des Plantes Utiles, Flore d'Algérie et du Maghreb, Substances Végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident. Librairie Moderne Rouiba, EDAS, Algérie. 368p.
8. **Bahri B., Leconte M., Ouffroukh A., Enjalbert J. (2009)**. Géographique limites of a clonal population of wheat Yellow Rust in the Méditerranéen région. *Molecular Ecology* 18, 4165-4179.
9. **Bataille C., Duvivier M., Heens B., Mahieu O., Meza R. et Monfort B. (2018)**. Livre Blanc « Céréales » : Lutte intégrée contre les Maladies. Ed. Gembloux Agro-Bio Tech : 3.
10. **BENHAMOU N., 2009** - La résistance chez les plantes. Ed. Tec et Doc, Paris, 374p.

11. **Benjama, A. (1997).** Les maladies bactériennes des céréales au Maroc. Cahiers Agricultures, 6(6), 605-610.
12. **Bermond A., (2002) :** Larousse agricole, Edi Mathilde Majorel. Editeur : Larousse (Paris). 767p.
13. biocontrol activity in *Trichoderma harzianum*. Bioresour. Technol 97, 2330-2334.
14. **Bouasala S., Debabsa R., Djouamaa M., 2008 :** Comportement morphologique, physiologique, biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*.desf) sous traitement par un fongicide (TILT250EC).D.E.S Université de Souk Ahras.
15. **Boudreau, A., & Ménard, G. (Eds.). (1992).** Le Blé: éléments fondamentaux et transformation. Presses Université Laval.
16. **Boulif., (2012).** Gestion intégrée des maladies du blé, Ecole Nationale d'Agriculture de Meknès B.P.S/40 – Meknès. 12p.
17. **BOURMITA Y., 2014 -** Toxicité comparée des extraits de quelques plantes spontanées de la région de Béchar chez des termites de type Saharien. Thèse doctorat biochim. Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 213p.
18. **Chevallier, C. (2000).** Transgénèse végétale: quelles craintes pour l'avenir? (Doctoral dissertation).
19. **Chourghal N., Lhomme J. P., Huard F., & Aidaoui A. (2016).** Climate change in Algeria and its impact on durum wheat. Regional Environmental Change, 16(6), 1623-1634.
20. **Clément J. M., (1981) :** Larousse agricole.
21. **CONTI, M. (1980).** Vector relationships and other characteristics of barley yellow striate mosaic virus (BYSMV). Annals of applied Biology, 95(1), 83-92.
22. **Courtillot, M., Zaoui, P., & Lapierre, H. (1987).** Multiplication of soil-borne wheat mosaic virus (SBWMV) in wheat roots infected by a soil carrying SBWMV and wheat yellow mosaic virus (WYMV).
23. **Ecophyt (2015).** Symptômes, dégâts seuils de nuisibilité et des bioagresseurs : 07.
24. **EL KOUDRIM, M. (2021).** Contribution à la gestion de l'intégration de l'agriculture et l'élevage en milieu aride et semi-aride sous le système d'agriculture de conservation.
25. extracts on *Alternaria alternata* and *Fusarium oxysporum*. African Journal of Biotechnology
26. **Ezzahiri B. (2001).** Les maladies du blé : identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA) N°77 : 3.

27. **Ezzahiri B., (2001).** Les maladies du blé. Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture, n°77, 4 pages.
28. **FAO.(2005).**FAOSTATAgriculture.Availableonlineat<http://faostat.fao.org/faostat/collections?>
29. **FAWZI E. M., KHALIL A.A., AFIFI A. F.,2009.** Antifungal effect of some plant
30. **Feillet. P., (2000).** Le grain de blé. Composition utilisation.
31. **Fravel, D., Olivain, C. et Alabouvette, C., 2003.** Fusarium oxysporum and its biocontrol. In: New Phytologist. 2003. Vol. 157, n° 3, p. 493-502. DOI 10.1046/j.1469-8137.2003.00700.x.
32. **Fu B., Chen Y., Li N., Ma H., Kong Z., Zhang L., Jia H. and Ma Z. (2013).** Pmx: a recessive powdery mildew resistance gene at the pm4 locus identified in wheat landrace xiaohongpi. Theoretical and applied genetics 126 (4) : 913–921.
33. **Gaur N., & Mogalpu S. (2018).** Pests of Wheat. In Pests and Their Management (pp. 81-97). Springer, Singapore.
34. **GOUDJIL M.B., LADJEL S., BENCHEIKH S.D., HAMMOYA F., BENSASI M.B.,**
35. **Guendez M. (2008).** 6es journées scientifiques des techniques phytosanitaires.INPV, source : <http://actualite.el-annabi.com>.
36. **Hassan S., Umar R., Ladan M.J., Myemike P., Wasagu R.S.U., Lawal M., Ebbo A.A., 2007.** Nutritive Value. Phytochemical and Antifungal Properties of Pergularia.
37. **Huyghe, C. (2009).** La multifonctionnalité des prairies en France II. Conciliation des fonctions de production et de préservation de l'environnement. Cahiers Agricultures, 18(1), 7-16.
38. **Kemassi A., Darem S., Cherif R., Boual Z., Sadine S., Aggoune M., Ould EL Hadj Khelil A., Ould Elhadj M., 2014.** Recherche et identification de quelques plantes médicinales à caractère hypoglycémiant de la pharmacopée traditionnelle des communautés de la vallée du M'Zab (Sahara septentrional Est Algérien), Journal of Advanced Research In Science and Technology 1(1):1-5.
39. **Kim D.O., Jeong S.W. ET Lee C.Y; 2003.** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chimestry, 81,321-326.
40. **LALITHAKUMAN D., 2006: Self-fusion of protoplasts enhances chitinase production and**
41. **LAURO, L., ROLIH, C 1990. Observation** an research on an extract of Inula.

42. **Lebeau Y., (2015).** La consommation des produits issus du blé dur au Maghreb. 16ème journée filière blé dur. Montpellier. Arvalis : Institut végétal.
43. **Lojek, J. S., & Orlob, G. B. (1972).** Aphid inoculation of plants with viruses, viral ribonucleic acid, and hybrid virus. Canadian journal of microbiology, 18(1), 51-55.
44. **MADR. ( 2005).** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques univ. Mentouri, Constantine.
45. **MADR. ( 2006).** Données statistiques du Ministère de l'agriculture. Bureau des statistiques.
46. **Mahdjoub Z. et Megherbi A., (2018).** Effet de différentes formulations de produits phytosanitaires de traitement semence de blé, de lutte biologique vis-à-vis du fusarium in vitro. Mémoire de master en microbiologie. Option mycologie et biotechnologie fongique. Université des frères Mentouri, Constantine : 19p.
47. **Maiza, K., Brac, De La Perriere, R.A. & Hammiche, V. (1993).** Pharmacopée traditionnelle saharienne : Sahara septentrional. Médicaments et aliments : l'approche ethnopharmacologique. Actes du 2e Colloque Européen d'Ethnopharmacologie et de la 11e Conférence internationale d'Ethnomédecine, Heidelberg, 196-171.
48. **Markelova, T. S., & Baukenova, E. A. (2013).** Viral diseases of wheat and their main carrier in the conditions of lower Volga. Сельскохозяйственная биология, (3 (eng)), 117-123.
49. **Martin L., Yves D., et Sylvie R., 2007.** Fusariose de l'épi chez le blé et l'orge. CÉROM SaintBruno-de-Montarville, bulletin technique : phytopathologie : 2. (1). P 5.
50. **Mascher F., Michel V., et Browne RA., 2005.** Sélection de variétés de blé et de triticales résistantes à la fusariose sur épi. Revue suisse Agric. P 189-194.
51. **Mathieu CB., Nathalie S., Denis Pageau M Sc. et Sylvie R., 2012.** Pour en savoir plus sur la Fusariose. P 7.
52. **Moreno M. V., Stenglein S. A. and Perelló A. E. (2012).** Pyrenophora tritici-repentis, Causal Agent of Tan Spot: A Review of Intraspecific Genetic Diversity: 297- 330
53. **NABORS M., 2008** - Biologie végétale (structure, fonctionnement, écologie et biotechnologie). Ed. Nouveaux horizons. Paris, 614 p.
54. **Najar, A., Ben Ghanem, H., Mlaouhi, S., Belcherif, S., & Nasraoui, R. (2017).** Improved gross margin generated by the use of the new barley variety "Imen" selected for its resistance to Barley yellow dwarf virus (BYDV).
55. plant pathogenic fungi. CODEN (USA): PCHHAX. Der Pharma Chemica, 2016, 8(3):46-52.**Hamdache, A. (2013).** Element de phytotechnie générale-Grandes cultures-

Principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle) Tome I : Le blé, p.230.

56. **PRABAVATHY V.R., MATHIVANAN N., SAGADEVAN E., MURUGESAN K. ,**
57. **Prescott J.M., Burnett P.A., Saari E., Ransom J., Bowman J., De Milliano W., Singh R.P. et Bekele G. (1987).** Maladies et ravageurs du blé guide d'identification au champ. CIMMYT, Mexico : 17.
58. **Raynal, G., Courtilot, M., Bournoville, R., & Gondran, J. (1989).** Ennemis et maladies des prairies. Ennemis et maladies des prairies, 1-252.
59. **REGNAULT-ROGER C., FABRES G., et PHILOGENE B., 2005** - Enjeux phytosanitaires pour l'agriculture et l'environnement. Ed. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 749 p.
60. **Richard M., 2004.** La Fusariose chez les céréales dans le Canada atlantique.1-3. <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/FieldCropsGrandesCultures/FUSARI%20f3.pdf>.
61. **Royer M., 2013.** Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs, thèse de doctorat, Université de Lorraine.183p.
62. **Schmelzer G. H., Gurib F.A., 2013.** Ressources végétales de l'Afrique tropicale plante médicinales: 2eme édition, Fondation PROTA, Wageningen, Pays- Bas, 11 (2), pp. 224-226.
63. **Schmelzer, G.H. & Gurib-Fakim, A. (2013).** Ressources végétales de l'Afrique tropicale 11) plantes médicinales 2. Fondation PROTA. Wageningen, Pays-Bas. 224-226.
64. **Slama A., Bensalem M., Ben naceur M., et Zid E. D. (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Sécheresse., (16) 3: 225-9.
65. **Sohn, A., Schenk, P., Hamacher, J., Signoret, P. A., & Steinbiss, H. H. (1995).** Comparison of wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV) and barley yellow mosaic virus (BaYMV): 2 closely related bymoviruses. Agronomie, 15(7-8), 427-431.
66. **Stanković, S., Levic, J., Petrovic, T., Logrieco, A. et Moretti, A., 2007.** Pathogenicity and mycotoxin production by *Fusarium proliferatum* isolated from onion and garlic in Serbia. In: European Journal of Plant Pathology. 2007. Vol. 118, n° 2, p. 165-172. DOI 10.1007/s10658-007-9126-8.

67. **Stępień, Ł., Koczyk, G. et Waśkiewicz, A., 2011.** Genetic and phenotypic variation of *Fusarium proliferatum* isolates from different host species. In: Journal of Applied Genetics. 2011. Vol. 52, n° 4, p. 487-496. DOI 10.1007/s13353-011-0059-8.
68. **Summerell, B. A., Salleh, B. et Leslie, J. F., 2003.** A utilitarian approach to *Fusarium* identification. In: Plant Disease. 2003. Vol. Février 2003, n° D-2002-1206-01F, p. 117-128.
69. **TOSIC, M. (1974).** LA TRANSMISSION DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE RAYÉE DU BLE (WHEAT STREAK MOSAIC VIRUS) A DIFFÉRENTS PLANTES-HÔTES PAR ACERIA TOSICHELLA.
70. **Trail F., 2009.** For blighted waves of grain: *Fusarium graminearum* in the postgenomics era. Plant Physiology, 149(1). P 103-110.
71. **VINCENT C. et CODERRE D., 1992** - La lutte biologique. Ed. Gaëtan morin, Canada, 671 p.
72. Vol. 8 (11), pp. 2590-2597.
73. **Wegulo S., Jackson T.A., Baenziger S., Carlson M., et Hernandez J., 2008.** *Fusarium* Head Blight of Wheat. P 8.
74. **Xiaojie C., Donghong M., Tauqeer A. Y., and Yin-gang H., (2012).** Evaluation of 14 morphological, yield-related and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). Field Corps Reseach., 137:195 – 201.
75. **Zaidi C. A., Benbelkacem A. et Brinis L. (2018).** Etude de lignées de blé tendre utilisées dans un programme d'amélioration génétique pour la résistance à la rouille jaune en Algérie. Synthèse : revue des sciences et de la technologie. Vol 36 : 21-31.
76. **Zatoun S.Ghanem K., 2017**-Etude quantitative et activité antioxydante du *Punicagranatum*.Mémoire de Master, Univ.Echahide Hama Lakhdar, EL Oued. 88.
77. **Zeghad N., 2009**-Etude du contenu polyphénolique de deux plantes médicinales d'intérêt 4. économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leur activité antibactérienne .Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister (Ecole doctorale) en: Biotechnologie végétale, Univ.Mentouri, Constantine., 42p.
78. **Zhang X.W., Jia L.J., Zhang Y., Jiang G., Li X., Zhang D. and Tang W.H. (2012).** In Planta Stage-Specific Fungal Gene Profiling Elucidates the Molecular Strategies of *Fusarium graminearum* growing inside Wheat Coleoptiles. The Plant Cell. 24(12) : 5159– 5176.

79. **ZIGHMI S., MEHANI M.,2016.** Bioactivity of Artemisia Herba-alba essential oil against
80. **Zillinsky FJ., 1983.** Maladies communes des céréales à paille : Guide d'identification. Mexico, CIMMYT. 28.
81. **Zillinsky FJ., 1983.** Maladies communes des céréales à paille : Guide d'identification. Mexico, CIMMYT. P 63-141.

- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Bl%C3%A9\\_tendre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Bl%C3%A9_tendre)
- <https://www.syngenta.fr>
- **Wikipedia,2021, fr.wikipedia.org**
- **Syngenta .fr**

---

# **ANNEXES**

---

## ANNEXES

## Annexe 1

## Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 24h

Source	DDL	SOMME DES Carré	Carré moyenne	Valeur F	P
PLANTES	1	12799,4	12799,4	2700,14	0,000***
SOUCHES	1	10,7	10,7	2,27	0,145***
DOSE	2	845,4	422,7	89,17	0,000***
PLANTES*SOUCHES	1	1084	1084	228,68	0,000***
PLANTES*DOSE	2	180,2	90,1	19,01	0,000***
SOUCHES*DOSE	2	193,5	96,8	20,42	0,000***
PLANTES*SOUCHES*DOSE	2	127,9	63,9	13,49	0,000***

## Annexe 2

## Variation de pourcentage d'inhibition des traitements après 48h

Source	DDL	SOMME DES Carré	Carré moyenne	Valeur F	P
PLANTES	1	9672,1	9672,13	488,38	0,000***
SOUCHES	1	469,9	469,86	23,73	0,000***
DOSE	2	987,9	493,97	24,94	0,000***
PLANTES*SOUCHES	1	2677,1	2677,12	135,18	0,000***
PLANTES*DOSE	2	418,1	209,04	10,56	0,001***
SOUCHES*DOSE	2	22,9	11,44	0,58	0,569***
PLANTES*SOUCHES*DOSE	2	156,4	78,18	3,95	0,033***

**Annexe 3****Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 72h**

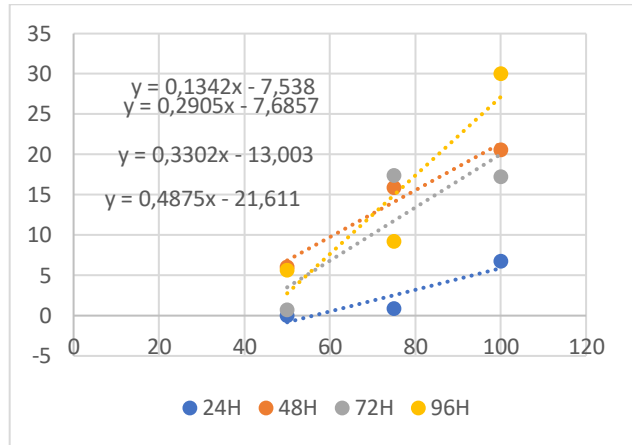
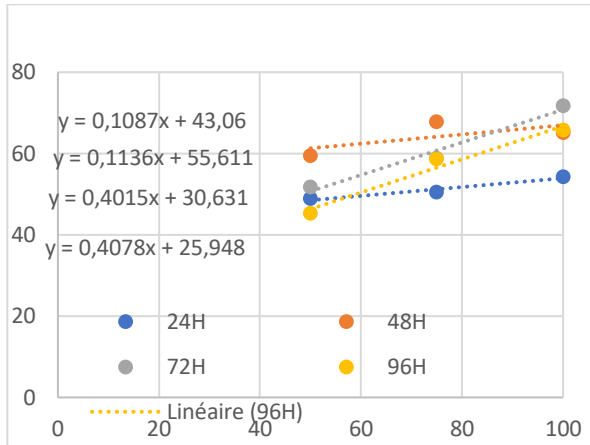
Source	DL	Somme des Carrée	Moyenne des carrée	Valeur F	P
PLANTES	1	9443,3	9443,33	239	0,000***
SOUCHES	1	1214,1	1214,06	30,73	0,000***
DOSE	2	2570,8	1285,41	32,53	0,000***
PLANTES*SOUCHES	1	2476	2475,97	62,66	0,000***
PLANTES*DOSE	2	907,7	453,83	11,49	0,000***
SOUCHES*DOSE	2	162,3	81,14	2,05	0,15***
PLANTES*SOUCHES*DOSE	2	929,7	464,83	11,76	0,000***

**Annexa 4****Variation de pourcentage d'inhibition des traitements 96h**

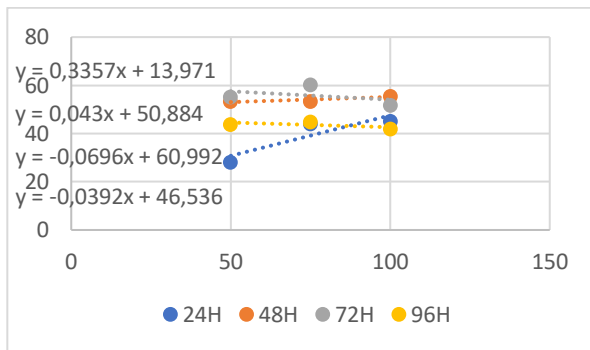
Source	DDL	Somme des carrée	Carrée moyenne	Valeur F	P
PLANTES	1	7280,1	7280,1	349,41	0,000***
SOUCHES	1	0,4	0,38	0,02	0,893***
DOSE	2	1971,3	985,66	47,31	0,000***
PLANTES*SOUCHES	1	1555,6	1555,61	74,66	0,000***
PLANTES*DOSE	2	444,2	222,09	10,66	0,000***
SOUCHES*DOSE	2	381,3	190,64	9,15	0,001***
PLANTES*SOUCHES*DOSE	2	573,4	286,68	13,76	0,000***

Annexe 5

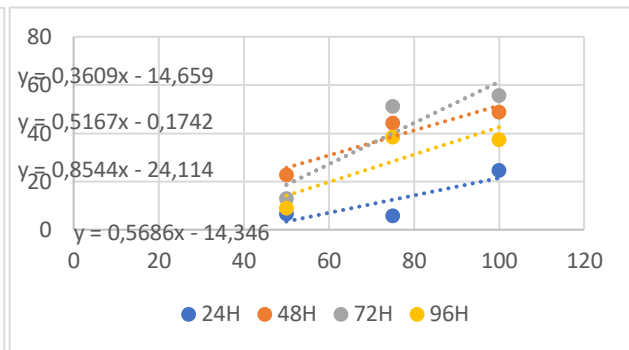
Concentration d'inhibitrice de 50%



IC50 de plante artemisia souche 1



IC50 de plante pergularia souche 1



IC50 de plante artemisia souche 2

IC50 de plante pergularia souche 2